

<i>Rodzaj dokumentu:</i>	<b>Zasady oceniania rozwiązań zadań</b>
<i>Egzamin:</i>	<b>Egzamin maturalny</b> Arkusz pokazowy
<i>Przedmiot:</i>	<b>Matematyka</b>
<i>Poziom:</i>	<b>Poziom podstawowy</b>
<i>Formy arkusza:</i>	MMAP-P0-100, MMAP-P0-200, MMAP-P0-300, MMAP-P0-400, MMAP-P0-660, MMAP-P0-700, MMAP-P0-Q00
<i>Data publikacji dokumentu:</i>	4 marca 2022 r.

**Uwaga:** Akceptowane są wszystkie rozwiązania merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania.

### Zadanie 1. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024 <sup>1</sup>	
Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
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.	Zdający: I.1) wykonuje działania (dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, potęgowanie, pierwiastkowanie, logarytmowanie) w zbiorze liczb rzeczywistych; I.4) stosuje związek pierwiastkowania z potęgowaniem oraz prawa działań na potęgach i pierwiastkach.

#### Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

#### Rozwiązanie

B

### Zadanie 2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
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.	Zdający: I.9) stosuje związek logarytmowania z potęgowaniem, posługuje się wzorami na logarytm iloczynu, logarytm ilorazu i logarytm potęgi.

---

<sup>1</sup> Komunikat o wymaganiach egzaminacyjnych obowiązujących w roku 2023 i 2024, <https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/wymagania-egzaminacyjne-obowiazujace-na-egzaminie-maturalnym-w-roku-2023-i-2024>

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

B

**Zadanie 3. (0-1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 2. Dobieranie i tworzenie modeli matematycznych przy rozwiązywaniu problemów praktycznych i teoretycznych.	Zdający: XI.2) zlicza obiekty, stosując reguły mnożenia i dodawania [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C

**Zadanie 4. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: II.1) stosuje wzory skróconego mnożenia na: $(a + b)^2$ , $(a - b)^2$ , $a^2 - b^2$ .

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C

### Zadanie 5. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: IV.1) rozwiązuje układy równań liniowych z dwiema niewiadomymi, podaje interpretację geometryczną układów oznaczonych, nieoznaczonych i sprzecznych. VIII.4) korzysta z własności kątów [...].

#### Zasady oceniania

2 pkt – wybranie dwóch poprawnych odpowiedzi: B i E.

1 pkt – wybranie jednej lub dwóch odpowiedzi, z których jedna jest poprawna: B albo E.

0 pkt – odpowiedź całkowicie niepoprawna albo brak odpowiedzi.

#### Rozwiązanie

BE

### Zadanie 6. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
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. III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: V.2) oblicza wartość funkcji zadanej wzorem algebraicznym.

#### Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

#### Rozwiązanie

B

**Zadanie 7. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: III.6) rozwiązuje równania wymierne postaci $\frac{V(x)}{W(x)} = 0$ , gdzie wielomiany $V(x)$ i $W(x)$ są zapisane w postaci iloczynowej.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

A

**Zadanie 8. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: I.6) posługuje się pojęciem przedziału liczbowego, zaznacza przedziały na osi liczbowej; I.7) stosuje interpretację geometryczną i algebraiczną wartości bezwzględnej, rozwiązuje równania i nierówności typu: $ x + 4  = 5$ , $ x - 2  < 3$ , $ x + 3  \geq 4$ .

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

A

**Zadanie 9. (0–2)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Rozumowanie i argumentacja. 1. Przeprowadzanie rozumowań, także kilkietapowych, podawanie argumentów uzasadniających poprawność rozumowania, odróżnianie dowodu od przykładu.	Zdający: I.2) przeprowadza proste dowody dotyczące podzielności liczb całkowitych i reszt z dzielenia [...].

**Zasady oceniania**

2 pkt – przeprowadzenie pełnego dowodu.

1 pkt – zapisanie liczby  $n$  w postaci  $n = 2k + 1$ , gdzie  $k \in \mathbb{Z}$ , i przekształcenie wyrażenia  $(2k + 1)^2 + 2023$  do postaci sumy o składnikach podzielnych przez 8 (lub do postaci iloczynu liczby 4 i liczby parzystej), np.  $4k(k + 1) + 2024$ ,  $4[k(k + 1) + 506]$ .

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe pełne rozwiązanie**

Niech  $n$  będzie liczbą całkowitą nieparzystą. Wtedy  $n = 2k + 1$  przy pewnym  $k \in \mathbb{Z}$ , więc  $n^2 + 2023 = (2k + 1)^2 + 2023 = 4k^2 + 4k + 1 + 2023 = 4k(k + 1) + 2024$ .

Jeżeli  $k$  jest liczbą parzystą, to liczba  $4k(k + 1)$  jest podzielna przez 8 jako iloczyn liczby 4, liczby parzystej  $k$  i liczby całkowitej  $k + 1$ .

Jeżeli  $k$  jest liczbą nieparzystą, to liczba  $4k(k + 1)$  jest podzielna przez 8 jako iloczyn liczby 4, liczby parzystej  $k + 1$  i liczby całkowitej  $k$ .

Liczba 2024 jest podzielna przez 8, gdyż  $2024 = 8 \cdot 253$ .

Zatem liczba  $4k(k + 1) + 2024$  jest podzielna przez 8 jako suma liczb podzielnych przez 8. To kończy dowód.

**Zadanie 10.1. (0–1)**

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
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. III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: V.12) na podstawie wykresu funkcji $y = f(x)$ szkicuje wykresy funkcji $y = f(x - a)$ , $y = f(x) + b$ [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

D

**Zadanie 10.2. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
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.	Zdający: V.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.

**Zasady oceniania**

1 pkt – rozwiązanie poprawne.

0 pkt – rozwiązanie niepoprawne lub niepełne albo brak rozwiązania.

**Przykładowe pełne rozwiązanie** $(-\infty, -1] \cup [3, +\infty)$

**Zadanie 10.3. (0–3)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: V.8) interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji kwadratowej w postaci ogólnej, kanonicznej i iloczynowej (jeśli istnieje); V.9) wyznacza wzór funkcji kwadratowej na podstawie informacji o tej funkcji lub o jej wykresie.

**Zasady oceniania**

3 pkt – poprawne wyznaczenie wzoru funkcji  $f$  w postaci kanonicznej i zapisanie wyniku:

$$f(x) = -2(x - 1)^2 + 8.$$

2 pkt – poprawne odczytanie z wykresu współrzędnych punktu przecięcia paraboli z jedną z osi układu i poprawne podstawienie do równania  $f(x) = a(x - 1)^2 + 8$ : np.

$$0 = a(-1 - 1)^2 + 8.$$

1 pkt – poprawne odczytanie z wykresu współrzędnych wierzchołka paraboli i zapisanie

$$f(x) = a(x - 1)^2 + 8.$$

0 pkt – rozwiązanie niepoprawne lub niepełne albo brak rozwiązania.

**Przykładowe pełne rozwiązanie**

Korzystamy ze wzoru na postać kanoniczną funkcji kwadratowej i zapisujemy

$$f(x) = a(x - p)^2 + q.$$

Odczytujemy z wykresu funkcji  $f$  współrzędne wierzchołka paraboli:  $p = 1$  oraz  $q = 8$ .

Zatem  $f(x) = a(x - 1)^2 + 8$ .

Z wykresu odczytujemy jedno z miejsc zerowych funkcji  $f$ , np.  $x = -1$ . Ponieważ

$f(-1) = 0$ , więc

$$0 = a(-1 - 1)^2 + 8$$

$$a = -2$$

Wzór funkcji  $f$  w postaci kanonicznej:  $f(x) = -2(x - 1)^2 + 8$ .



**Zadanie 11. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymaganie szczegółowe</b>
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.	Zdający: V.5) interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji liniowej.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

B

**Zadanie 12. (0–1)**

<b>Wymagania ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
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. III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 2. Dobieranie i tworzenie modeli matematycznych przy rozwiązywaniu problemów praktycznych i teoretycznych.	Zdający: V.6) wyznacza wzór funkcji liniowej na podstawie informacji o jej wykresie lub o jej własnościach; V.11) wykorzystuje własności funkcji liniowej i kwadratowej do interpretacji zagadnień geometrycznych, fizycznych itp., także osadzonych w kontekście praktycznym.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

B

**Zadanie 13.1 (0–1)**

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
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. III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 2. Dobieranie i tworzenie modeli matematycznych przy rozwiązywaniu problemów praktycznych i teoretycznych.	Zdający: V.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; V.13) posługuje się funkcjami wykładniczą i logarytmiczną, w tym ich wykresami, do opisu i interpretacji zagadnień związanych z zastosowaniami praktycznymi.

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – odpowiedź poprawna.  
 0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

A

**Zadanie 13.2 (0–3)**

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
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. III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 2. Dobieranie i tworzenie modeli matematycznych przy rozwiązywaniu problemów praktycznych i teoretycznych.	Zdający: VI.5) stosuje wzór na $n$ -ty wyraz i na sumę $n$ początkowych wyrazów ciągu geometrycznego.

**Zasady oceniania**

- 3 pkt – poprawna metoda obliczenia masy leku tuż przed przyjęciem jedenastej dawki i poprawny wynik: 99,9 mg.  
 2 pkt – poprawne zastosowanie wzoru na sumę początkowych kolejnych wyrazów ciągu

geometrycznego i zapisanie sumy w postaci  $100 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{10}}{1 - \frac{1}{2}}$ .

1 pkt – poprawne wyznaczenie mas leku, jakie pozostały w organizmie z poszczególnych dawek na moment przed przyjęciem jedenastej dawki:

$$100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{10} \text{ mg}, 100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^9 \text{ mg}, 100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^8 \text{ mg}, \dots, 100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^1 \text{ mg}.$$

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

### Przykładowe pełne rozwiązanie

Pacjent przyjmuje jedenastą dawkę leku po 40 dniach, licząc od momentu przyjęcia pierwszej dawki.

Tuż przed przyjęciem jedenastej dawki leku w organizmie pacjenta znajduje się:

$$100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{10} \text{ mg leku z pierwszej dawki,}$$

$$100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^9 \text{ mg leku z drugiej dawki,}$$

$$100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^8 \text{ mg leku z trzeciej dawki,}$$

⋮

$$100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \text{ mg leku z dziewiątej dawki,}$$

$$100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^1 \text{ mg leku z dziesiątej dawki.}$$

Łącznie w organizmie pacjenta znajduje się

$$\begin{aligned} 100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^1 + 100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \dots + 100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^9 + 100 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{10} &= 100 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{10}}{1 - \frac{1}{2}} = \\ &= 100 \left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{10}\right) \approx 99,9 \text{ mg leku.} \end{aligned}$$

**Zadanie 14. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymaganie szczegółowe</b>
<p>I. Sprawność rachunkowa.</p> <p>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.</p>	<p>Zdający:</p> <p>I.8) wykorzystuje własności potęgowania i pierwiastkowania w sytuacjach praktycznych, w tym do obliczania procentów składanych z kapitalizacją roczną i zysków z lokat.</p>

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

D

**Zadanie 15. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
<p>IV. Rozumowanie i argumentacja.</p> <p>3. Dobieranie argumentów do uzasadnienia poprawności rozwiązywania problemów, tworzenie ciągu argumentów, gwarantujących poprawność rozwiązania i skuteczność w poszukiwaniu rozwiązań zagadnienia.</p>	<p>Zdający:</p> <p>VI.1) oblicza wyrazy ciągu określonego wzorem ogólnym;</p> <p>VI.3) sprawdza, czy dany ciąg jest arytmetyczny lub geometryczny.</p>

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

PF

**Zadanie 16. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymaganie szczegółowe</b>
IV. Rozumowanie i argumentacja. 3. Dobieranie argumentów do uzasadnienia poprawności rozwiązywania problemów, tworzenie ciągu argumentów, gwarantujących poprawność rozwiązania i skuteczność w poszukiwaniu rozwiązań zagadnienia.	Zdający: VII.3) stosuje twierdzenie cosinusów oraz wzór na pole trójkąta $P = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \sin \gamma$ .

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

PP

**Zadanie 17. (0-1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymaganie szczegółowe</b>
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: IX.4) posługuje się równaniem okręgu $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$ .

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

A

**Zadanie 18. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: VIII.8) korzysta z cech podobieństwa trójkątów.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawna metoda rozwiązania oraz zapisanie wyniku:  $|OD| = 6$ .

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe pełne rozwiązanie**

Ponieważ  $|\sphericalangle OAB| = |\sphericalangle OCD|$  (z założenia),  $|\sphericalangle AOB| = |\sphericalangle COD|$  (jako miary kątów wierzchołkowych) oraz  $|\sphericalangle ABO| = |\sphericalangle CDO|$  (z twierdzenia o sumie miar kątów w trójkącie), więc trójkąty  $ABO$  i  $ODC$  są podobne na mocy cechy  $kkk$  podobieństwa trójkątów.

Zatem

$$\frac{|CO|}{|AO|} = \frac{|OD|}{|OB|}$$

$$\frac{10}{5} = \frac{|OD|}{3}$$

$$|OD| = 6$$

Długość boku  $OD$  trójkąta  $ODC$  jest równa 6.

**Zadanie 19. (0–2)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: IX.2) posługuje się równaniem prostej na płaszczyźnie w postaci kierunkowej, 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).

**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawne dokończenia dwóch zdań.

1 pkt – poprawne dokończenie jednego zdania.

0 pkt – odpowiedź całkowicie niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

1. B 2. E

**Zadanie 20. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: IX.3) oblicza odległość dwóch punktów w układzie współrzędnych.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

B

**Zadanie 21. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: VII.4) oblicza kąty trójkąta i długości jego boków przy odpowiednich danych [...]. VIII.5) stosuje własności kątów wpisanych i środkowych.

### Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

A

#### Zadanie 22. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: VII.2) korzysta z wzorów $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ , $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ .

### Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

A

#### Zadanie 23. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Rozumowanie i argumentacja. 3. Dobieranie argumentów do uzasadnienia poprawności rozwiązywania problemów, tworzenie ciągu argumentów gwarantujących poprawność rozwiązania i skuteczność w poszukiwaniu rozwiązań zagadnienia.	Zdający: VIII.9) wykorzystuje zależności między obwodami oraz między polami figur podobnych.

### Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

A2



**Zadanie 24. (0–1)**

<b>Wymagania ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych; 3. Tworzenie pomocniczych obiektów matematycznych na podstawie istniejących, w celu przeprowadzenia argumentacji lub rozwiązania problemu.	Zdający: VIII.5) stosuje własności kątów wpisanych i środkowych; VIII.7) stosuje twierdzenia: Talesa, odwrotne do twierdzenia Talesa, o dwusiecznej kąta oraz o kącie między styczną a cięciwą.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

D

**Zadanie 25. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymaganie szczegółowe</b>
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: VIII.11) stosuje funkcje trygonometryczne do wyznaczania długości odcinków w figurach płaskich oraz obliczania pól figur.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

D

**Zadanie 26. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymaganie szczegółowe</b>
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: X.5) wykorzystuje zależność między objętościami graniastosłupów oraz ostrosłupów podobnych.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C

**Zadanie 27. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. 1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.	Zdający: X.2) posługuje się pojęciem kąta między prostą a płaszczyzną; X.3) rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między odcinkami (np. krawędziami, krawędziami i przekątnymi), oblicza miary tych kątów.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

A

**Zadanie 28. (0–3)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Rozumowanie i argumentacja. 2. Dostrzeganie regularności, podobieństw oraz analogii, formułowanie wniosków na ich podstawie i uzasadnianie ich poprawności.	Zdający: XI.2) zlicza obiekty, stosując reguły mnożenia i dodawania [...]. XII.1) oblicza prawdopodobieństwo w modelu klasycznym.

**Zasady oceniania**

3 pkt – prawidłowa metoda obliczenia prawdopodobieństwa zdarzenia  $A$  i podanie

$$\text{poprawnego wyniku: } P(A) = \frac{|A|}{|\Omega|} = \frac{1}{900}.$$

2 pkt – obliczenie liczby wszystkich zdarzeń elementarnych i liczby wszystkich zdarzeń sprzyjających zdarzeniu  $A$ :  $|\Omega| = 9000$ ,  $|A| = 10$ .

1 pkt – obliczenie liczby  $|\Omega|$  wszystkich zdarzeń elementarnych:

$$|\Omega| = 9999 - 999 = 9\ 000$$

*LUB*

– wypisanie wszystkich zdarzeń elementarnych sprzyjających zdarzeniu  $A$ :

$$1011, 1101, 1110, 1002, 1020, 1200, 2001, 2010, 2100, 3000$$

*LUB*

– obliczenie liczby wszystkich zdarzeń elementarnych sprzyjających zdarzeniu  $A$ :

$$|A| = 10.$$

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe pełne rozwiązanie**

Ponieważ losy są ponumerowane kolejno od 1000 do 9999, więc początkowa liczba wszystkich losów na tej loterii jest równa  $9999 - 999 = 9000$ . Zatem  $|\Omega| = 9000$ .

Niech  $A$  oznacza zdarzenie polegające na tym, że pierwszy wylosowany z pojemnika los był wygrywający. Wtedy

$A = \{1011, 1101, 1110, 1002, 1020, 1200, 2001, 2010, 2100, 3000\}$ , więc  $|A| = 10$ .

Obliczamy prawdopodobieństwo zdarzenia  $A$ :

$$P(A) = \frac{|A|}{|\Omega|} = \frac{10}{9000} = \frac{1}{900}$$

**Zadanie 29. (0–4)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Rozumowanie i argumentacja. 4. Stosowanie i tworzenie strategii podczas rozwiązywania zadań, również w sytuacjach nietypowych.	Zdający: XIII. rozwiązuje zadania optymalizacyjne w sytuacjach dających się opisać funkcją kwadratową.

**Zasady oceniania**

4 pkt – poprawna metoda obliczenia długości obu boków równoległoboku o największym polu oraz podanie prawidłowych wyników:  $a = 50$ ,  $b = 50$  oraz  $P(50) = 1250$ .

3 pkt – poprawne zapisanie wzoru na pole  $P$  równoległoboku w zależności od jednej zmiennej, wyznaczenie dziedziny  $D$  tej funkcji oraz prawidłowe obliczenie argumentu  $a_{opt}$ , dla którego funkcja pola osiąga wartość największą:

$$P(a) = a \cdot (100 - a) \cdot \frac{1}{2}, \quad D = (0, 100), \quad a_{opt} = 50.$$

2 pkt – poprawne zapisanie wzoru na pole równoległoboku w zależności od jednej zmiennej:

$$P(a) = a \cdot (100 - a) \cdot \frac{1}{2}.$$

1 pkt – zapisanie wzoru na pole równoległoboku:  $P = a \cdot b \cdot \sin 30^\circ$

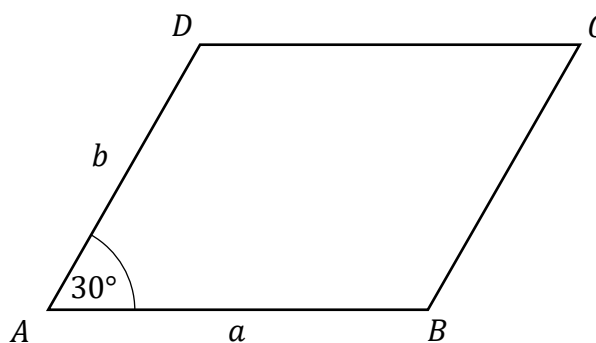
LUB

– zapisanie związku między długościami boków równoległoboku:  $2a + 2b = 200$ .

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe pełne rozwiązanie**

Oznaczmy przez  $a$  oraz  $b$  długości boków równoległoboku o obwodzie równym 200 i kącie ostrym o mierze  $30^\circ$  (zobacz rysunek).



Ponieważ  $2a + 2b = 200$  oraz  $a > 0$  i  $b > 0$ , więc  $b = 100 - a$  i  $a \in (0, 100)$ .

Wyznaczamy pole  $P$  równoległoboku jako funkcję jednej zmiennej  $a$ :

$$P = a \cdot b \cdot \sin 30^\circ$$

$$P(a) = a \cdot (100 - a) \cdot \frac{1}{2}$$

$$P(a) = -\frac{1}{2}a^2 + 50a$$

dla  $a \in (0, 100)$ .

Wykresem funkcji  $P(a)$  jest fragment paraboli skierowanej ramionami do dołu. Z własności funkcji kwadratowej wynika, że funkcja  $P$  może osiągnąć wartość największą w punkcie odpowiadającym wierzchołkowi paraboli, tj. dla argumentu  $a = -\frac{50}{2 \cdot (-\frac{1}{2})} = 50$ . Ponieważ

$50 \in (0, 100)$ , więc funkcja  $P$  osiąga wartość największą dla argumentu  $a = 50$ . Wtedy  $b = 100 - a = 100 - 50 = 50$  oraz  $P(50) = 50 \cdot (100 - 50) \cdot \frac{1}{2} = 1250$ .

Z rozważanych równoległoboków największe pole – równe 1250 – ma ten, który jest rombem o boku długości 50.

### Zadanie 30.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
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.	Zdający: XII.2) oblicza średnią arytmetyczną i średnią ważoną, znajduje medianę i dominantę.

#### Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

#### Rozwiązanie

PP

### Zadanie 30.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
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.	Zdający: XII.2) oblicza średnią arytmetyczną i średnią ważoną, znajduje medianę i dominantę.

#### Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

#### Rozwiązanie

B