

MATURA Z MATEMATYKI · MATURA PODSTAWOWA

ZADANIA

10 zadań na każdy klucz — w formacie maturalnym

Po 10 zadań treningowych na każdy klucz — w formacie maturalnym (ABCD, prawda/fałsz, odpowiedź krótka, zadania otwarte z punktacją), od łatwych do wymagających.

25

kluczy

250

zadań treningowych

100%

z rozwiązaniami

Analiza: majowe arkusze CKE 2020–2026 (7 arkuszy: Formuła 2015 i Formuła 2023), poziom podstawowy. Zadania treningowe są autorskie i odwzorowują typy umiejętności — nie są kopiami zadań CKE.

Jak pracować z zadaniami

Zadania są ułożone **progresywnie**: od rozpoznania schematu (★☆☆) przez standard maturalny (★★★) do zadań wymagających (★★★★). Przy każdym zadaniu podano typ i liczbę punktów, jak w arkuszu CKE.

- **Zamknięte (ABCD) i prawda/fałsz** — 1 pkt; w P/F punkt tylko za komplet poprawnych ocen.
- **Odpowiedź krótka** — wpisz sam wynik (czasem z krótkim uzasadnieniem).
- **Otwarte** — zapisz pełne rozwiązanie w kratce; porównaj je potem ze **schematem punktowania** w pliku rozwiązań.

Odpowiedzi skrócone znajdziesz na końcu pliku — celowo oddzielone od zadań, żeby nie podglądać.

Spis treści

PP01	Potęgi i pierwiastki
PP02	Logarytmy
PP03	Wartość bezwzględna i przedziały
PP04	Wzory skróconego mnożenia
PP05	Dowody algebraiczne i podzielność
PP06	Równania liniowe, iloczynowe i wymierne
PP07	Wielomiany i rozkład na czynniki
PP08	Nierówności liniowe i kwadratowe
PP09	Układy równań i zadania tekstowe
PP10	Procenty i procent składany
PP11	Odczytywanie własności funkcji i funkcje kawałkami
PP12	Funkcja liniowa i proste
PP13	Funkcja kwadratowa
PP14	Ciąg arytmetyczny
PP15	Ciąg geometryczny
PP16	Trygonometria podstawowa
PP17	Trójkąty: Pitagoras, pola, sinus i cosinus
PP18	Podobieństwo, twierdzenie Talesa i dwusieczna
PP19	Okrąg i kąty
PP20	Geometria analityczna
PP21	Stereometria
PP22	Kombinatoryka
PP23	Prawdopodobieństwo
PP24	Statystyka: średnia, mediana, dominanta
PP25	Optymalizacja i modelowanie funkcją kwadratową

PP01 Potęgi i pierwiastki

🔑 Różne podstawy → sprowadź do liczby pierwszej. Suma potęg → wyłącz najmniejszą.

PP01.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\sqrt{72} - \sqrt{8}$ jest równa

- A. $\sqrt{64}$ B. $4\sqrt{2}$ C. $6\sqrt{2}$ D. $2\sqrt{2}$

PP01.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\left(\frac{1}{27}\right)^{-\frac{2}{3}}$ jest równa

- A. -9 B. $\frac{1}{9}$ C. 9 D. -18

PP01.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\left(\frac{1}{16}\right)^5 \cdot 8^7$ jest równa

- A. 2 B. 2^{41} C. $\frac{1}{2}$ D. 4^2

PP01.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\sqrt[3]{-\frac{54}{125}} \cdot \sqrt[3]{4}$ jest równa

- A. $-\frac{6}{5}$ B. $\frac{6}{5}$ C. $-\frac{6}{25}$ D. $\frac{36}{25}$

PP01.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Po usunięciu niewymierności z mianownika liczba $\frac{6}{\sqrt{3}}$ ma postać

- A. $2\sqrt{3}$ B. $6\sqrt{3}$ C. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ D. $3\sqrt{2}$

PP01.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\sqrt{5 \cdot \sqrt[3]{5}}$ jest równa

- A. $5^{\frac{2}{3}}$ B. $5^{\frac{4}{3}}$ C. $5^{\frac{1}{6}}$ D. $5^{\frac{5}{6}}$

PP01.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\frac{2^{30} + 2^{31} + 2^{32}}{7 \cdot 2^{29}}$ jest równa

- A. 2 B. 2^{64} C. $\frac{2^{64}}{7}$ D. 8

PP02 Logarytmy

🔑 Współczynnik → do wykładnika, suma → iloczyn, różnica → iloraz; na końcu argument jako potęgą podstawy.

PP02.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\log_2 32$ jest równa

- A. 16 B. 5 C. $\frac{1}{5}$ D. 30

PP02.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\log_3 81 - \log_3 3$ jest równa

- A. $\log_3 78$ B. 3 C. 27 D. 4

PP02.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\log_9 3$ jest równa

- A. 3 B. $\frac{1}{3}$ C. $\frac{1}{2}$ D. 2

PP02.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\log_{\sqrt{2}} 8$ jest równa

- A. 6 B. $\frac{3}{2}$ C. 4 D. $3\sqrt{2}$

PP02.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $\log_4 2 - \log_4 32$ jest równa

- A. -2 B. 2 C. $\log_4(-30)$ D. $-\frac{1}{2}$

PP02.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $2\log_3 6 - \log_3 4$ jest równa

- A. 2 B. $\log_3 8$ C. $\log_3 32$ D. 1

PP02.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba x spełniająca równanie $\log_x 49 = 2$ jest równa

- A. 7 B. -7 lub 7 C. 24,5 D. 49^2

PP02.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★★

0–1 pkt

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

1.	$\log_2 12 - \log_2 3 = 2$	P	F
2.	$\log_5 10 + \log_5 2,5 = \log_5 12,5$	P	F

PP03 Wartość bezwzględna i przedziały

🔑 Moduł = odległość. „Mniejsze” → przedział wokół środka, „większe” → dwa ramiona.

PP03.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0-1 pkt

Zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności $|x - 3| < 5$ jest

- A. $(-2, 8)$ B. $(-\infty, -2) \cup (8, \infty)$ C. $(-8, 2)$ D. $[-2, 8]$

PP03.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0-1 pkt

Zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności $|x + 2| \geq 4$ jest

- A. $[-6, 2]$ B. $(-\infty, -6] \cup [2, \infty)$ C. $(-\infty, -2] \cup [6, \infty)$ D. $(-\infty, -6) \cup (2, \infty)$

PP03.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0-1 pkt

Rozwiązaniami równania $|x - 4| = 6$ są liczby

- A. -2 i 10 B. 2 i 10 C. -10 i 2 D. tylko 10

PP03.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0-1 pkt

Przedział $[-3, 7]$ jest zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności

- A. $|x - 2| \leq 5$ B. $|x + 2| \leq 5$ C. $|x - 5| \leq 2$ D. $|x - 2| \geq 5$

PP03.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0-1 pkt

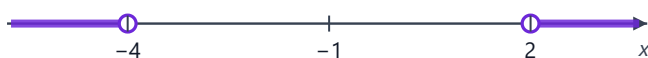
Zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności $|2x - 1| \geq 3$ jest

- A. $(-\infty, -1] \cup [2, \infty)$ B. $[-1, 2]$ C. $(-\infty, -2] \cup [1, \infty)$ D. $(-\infty, -1) \cup (2, \infty)$

PP03.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0-1 pkt

Na osi liczbowej zaznaczono zbiór:



Jest to zbiór wszystkich rozwiązań nierówności

- A. $|x + 1| > 3$ B. $|x - 1| > 3$ C. $|x + 1| \geq 3$ D. $|x + 1| < 3$

PP03.7 PRAWDA / FAŁSZ ★★★

0-1 pkt

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

1.	Nierówność $ x - 5 < 0$ nie ma rozwiązań.	P	F
2.	Nierówność $ x \leq -1$ ma dokładnie jedno rozwiązanie.	P	F

PP04 Wzory skróconego mnożenia

🔑 Widzisz $A^2 - B^2$ albo trójmian z „podwojonym iloczynem” → najpierw zwiń, potem licz.

PP04.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wyrażenie $(x - 4)^2$ jest równe

- A. $x^2 - 16$ B. $x^2 - 8x + 16$ C. $x^2 + 16$ D. $x^2 - 4x + 16$

PP04.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wyrażenie $(2a + 3)^2$ jest równe

- A. $4a^2 + 9$ B. $4a^2 + 6a + 9$ C. $4a^2 + 12a + 9$ D. $2a^2 + 12a + 9$

PP04.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $(\sqrt{7} - \sqrt{3})(\sqrt{7} + \sqrt{3})$ jest równa

- A. 4 B. 10 C. $2\sqrt{21}$ D. $4 - 2\sqrt{21}$

PP04.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Dla każdej liczby rzeczywistej a wyrażenie $(2a - 5)^2 - (2a + 5)^2$ jest równe

- A. $-40a$ B. 0 C. -50 D. $8a^2 + 50$

PP04.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wartość wyrażenia $x^2 - 6x + 9$ dla $x = 3 + \sqrt{5}$ jest równa

- A. 5 B. $\sqrt{5}$ C. $14 + 6\sqrt{5}$ D. 25

PP04.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba $(\sqrt{5} - 1)^2$ jest równa

- A. 4 B. $6 - 2\sqrt{5}$ C. 6 D. $4 - 2\sqrt{5}$

PP04.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wyrażenie $x^3 - 8$ można zapisać w postaci

- A. $(x - 2)(x^2 + 2x + 4)$ B. $(x - 2)^3$
C. $(x - 2)(x^2 - 2x + 4)$ D. $(x + 2)(x^2 - 2x + 4)$

PP04.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★★

0–1 pkt

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

1.	Dla każdej liczby rzeczywistej x : $(x + 1)^3 = x^3 + 3x^2 + 3x + 1$.	P	F
2.	Liczba $(1 + \sqrt{2})^2 + (1 - \sqrt{2})^2$ jest niewymierna.	P	F

PP05



PP05.1

0–1 pkt

Dla każdej liczby całkowitej k liczbą nieparzystą jest

- A. $2k$ B. $2k + 1$ C. $k + 1$ D. $4k$

PP05.2

0–1 pkt

Dla każdej liczby całkowitej n liczba $n(n+1)$ jest

- A.** nieparzysta **B.** parzysta
C. podzielna przez 3 **D.** kwadratem liczby całkowitej

PP05.3

0–1 pkt

Liczba $3n + 7$, gdzie n jest liczbą naturalną, przy dzieleniu przez 3 daje resztę

- A. 0 B. 1 C. 2 D. zależną od n

PP05.4

0–1 pkt

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

1.	Dla każdej liczby całkowitej n liczba $n^2 + n$ jest parzysta.	P	F
2.	Dla każdej liczby naturalnej n liczba $n^2 + 1$ jest nieparzysta.	P	F

PP05.5

0–2 pkt

Wykaż, że dla każdej liczby całkowitej n liczba $(n+3)^2 - (n-3)^2$ jest podzielna przez 12.

PP05.6 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

Wykaż, że dla każdej nieparzystej liczby naturalnej n liczba $n^2 + 3$ jest podzielna przez 4.

PP05.7 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

Wykaż, że suma kwadratów dwóch kolejnych liczb naturalnych przy dzieleniu przez 4 daje resztę 1.

PP05.8 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

Wykaż, że dla każdej liczby całkowitej n liczba $3n^2 + 9n$ jest podzielna przez 6.

PP05.9 OTWARTE ★★★

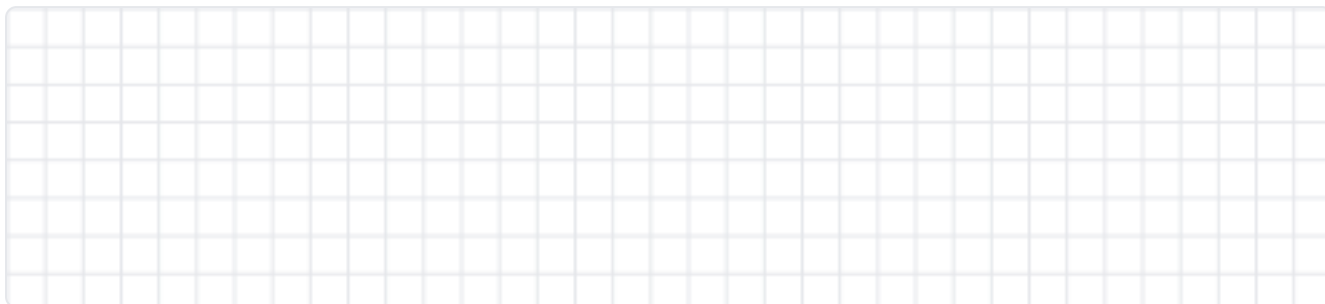
0–2 pkt

Wykaż, że dla każdej liczby całkowitej n liczba $n^3 - n$ jest podzielna przez 6.

PP05.10 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

Wykaż, że dla każdej nieparzystej liczby całkowitej n liczba $n^2 - 1$ jest podzielna przez 8.



PP06 Równania liniowe, iloczynowe i wymierne

🔑 Iloczyn = 0 → każdy czynnik osobno. Ułamek → najpierw dziedzina!

PP06.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Rozwiązaniem równania $3(x - 2) = 2x + 5$ jest liczba

- A. 11 B. -1 C. 3 D. 7

PP06.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Równanie $(x - 3)(x + 5)(x^2 + 4) = 0$ w zbiorze liczb rzeczywistych ma dokładnie

- A. dwa rozwiązania B. trzy rozwiązania
C. cztery rozwiązania D. jedno rozwiązanie

PP06.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Rozwiązaniem równania $\frac{x+2}{x-1} = 0$ jest

- A. $x = -2$ B. $x = 1$ C. $x = -2$ lub $x = 1$ D. brak rozwiązań

PP06.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Równanie $\frac{x^2 - 9}{x + 3} = 0$ ma w zbiorze liczb rzeczywistych

- A. dokładnie jedno rozwiązanie: 3 B. dwa rozwiązania: 3 i -3
C. dokładnie jedno rozwiązanie: -3 D. nie ma rozwiązań

PP06.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Rozwiązaniem równania $\frac{x-1}{2x+3} = \frac{1}{3}$ jest liczba

- A. 6 B. 0 C. -6 D. 4

PP06.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Dane jest równanie $(x - 4)(x + m)(2x - 6) = 0$ z niewiadomą x . Suma wszystkich rozwiązań tego równania jest równa 5. Liczba m jest równa

- A. 2 B. -2 C. 12 D. -5

PP06.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Dla każdej liczby rzeczywistej $x \neq 0$ i $x \neq -3$ wyrażenie $\frac{x^2 + 3x}{x^2 + 6x + 9} \cdot \frac{x + 3}{x}$ jest równe

- A. 1 B. x C. $\frac{x+3}{x}$ D. $\frac{x}{x+3}$

PP06.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★☆☆

0–1 pkt

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

1.	Równanie $\frac{x}{x-2} = \frac{2}{x-2}$ ma rozwiązanie $x = 2$.	P	F
2.	Równanie $(x-1)^2(x+2) = 0$ ma dokładnie dwa rozwiązania.	P	F

PP06.9 ODPOWIEDŹ KRÓTKA ★★☆☆

0-2 pkt

Rozwiąż równanie $2x(x - 5) = 3(x - 5)$.

PP06.10 OTWARTE ★★★

0-2 pkt

Rozwiąż równanie $\frac{x+3}{x-1} = \frac{x+1}{x-2}$.

PP07

PP07.1 ZAMKNIĘTE ★★

ZAMKNIĘTE

0–1 pkt

Stopień wielomianu $W(x) = (2x^3 - 1)(x^2 + 4)$ jest równy

- A.** 5 **B.** 6 **C.** 3 **D.** 2

PP07.2 ZAMKNIĘTE ★★

ZAMKNIĘTE 

0–1 pkt

Liczba -2 jest pierwiastkiem wielomianu

- A. $x^3 + 8$ B. $x^3 - 8$ C. $x^2 + 4$ D. $x^2 + 2x + 2$

PP07.3 ZAMKNIĘTE ★★

ZAMKNIĘTE 

0–1 pkt

Wielomian $x^3 - 9x$ w postaci iloczynowej ma postać

- A.** $x(x-3)(x+3)$ **B.** $x(x-3)^2$ **C.** $(x-3)(x+3)$ **D.** $x^2(x-9)$

PP07.4 ZAMKNIĘTE ★★☆☆

ZAMKNIĘTE

0–1 pkt

Zbiorem wszystkich rozwiązań równania $x^3 - 4x^2 - x + 4 = 0$ jest

- A. $\{-1, 1, 4\}$ B. $\{1, 4\}$ C. $\{-4, -1, 1\}$ D. $\{4\}$

PP07.5 PRAWDA / FAŁSZ ★★☆☆

PRAWDA / FAŁSZ

0–1 pkt

Dany jest wielomian $W(x) = 2x^3 - 4x^2 + 6x$. Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	W jest iloczynem wielomianów $2x$ oraz $x^2 - 2x + 3$.	P	F
2.	Równanie $W(x) = 0$ ma trzy rozwiązania.	P	F

PP07.6 ZAMKNIĘTE ★★☆☆

ZAMKNIĘTE 

0–1 pkt

Wartość wielomianu $W(x) = x^3 - 3x + 1$ dla $x = \sqrt{3}$ jest równa

- A. 1 B. $3\sqrt{3} + 1$ C. -1 D. $6\sqrt{3} + 1$

PP07.7 ODPOWIEDŹ KRÓTKA ★★☆☆

ODPOWIEDŹ KRÓTKA

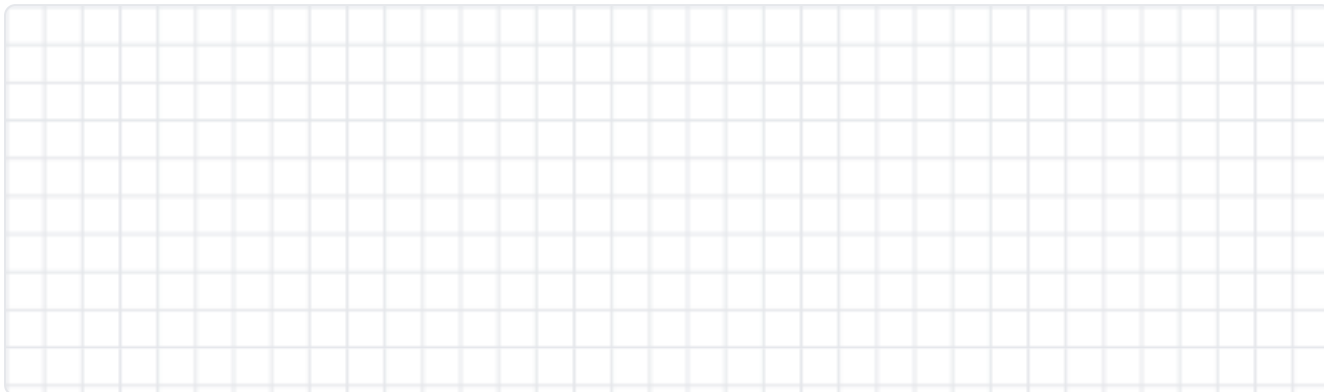
0-2 pkt

Rozłóż na czynniki możliwie najniższego stopnia wielomian $x^4 - 16$.

PP07.8 OTWARTE ★★★

0–3 pkt

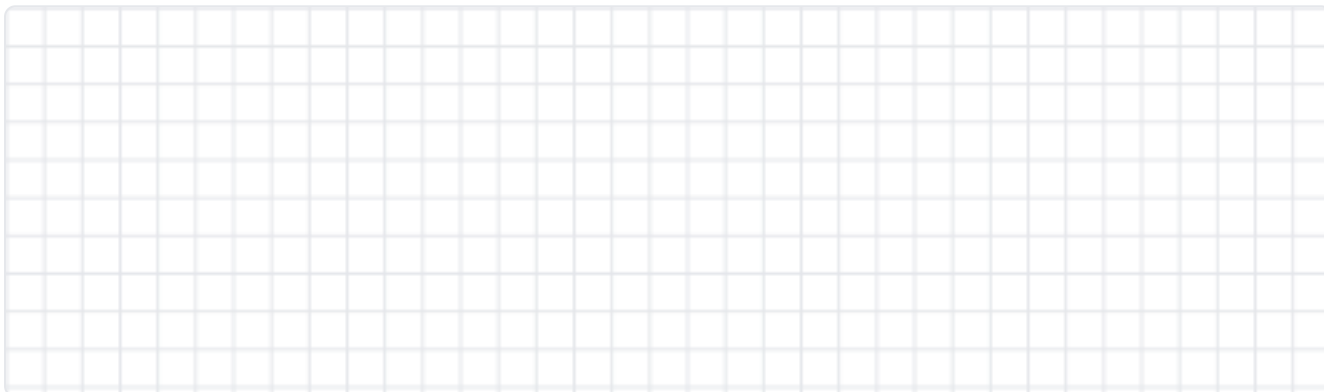
Rozwiąż równanie $2x^3 - x^2 - 8x + 4 = 0$.



PP07.9 OTWARTE ★★★

0–3 pkt

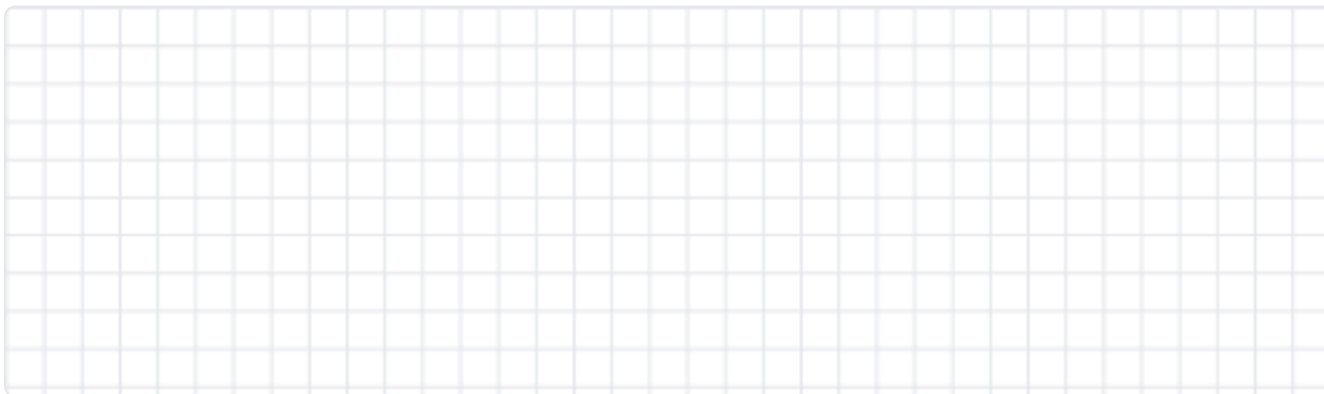
Rozwiąż równanie $x^3 + 2x^2 - 3x - 6 = 0$.



PP07.10 OTWARTE ★★★

0–3 pkt

Rozwiąż równanie $x(x - 2)(x + 2) = x(x - 2)$.



🔑 Wszystko na lewo → miejsca zerowe → szkic paraboli → odczyt. Dzielisz przez minus → odwracasz znak.

PP08.1 ZAMKNIĘTE ★★

0–1 pkt

Zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności $2x - 3 > 5$ jest przedział

- A.** $(4, \infty)$ **B.** $(-\infty, 4)$ **C.** $(1, \infty)$ **D.** $[4, \infty)$

PP08.2 ZAMKNIĘTE ★★

0–1 pkt

Zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności $-3x \leq 12$ jest przedział

- A.** $[-4, \infty)$ **B.** $(-\infty, -4]$ **C.** $(-\infty, 4]$ **D.** $[4, \infty)$

PP08.3 ZAMKNIĘTE ★★☆☆

0–1 pkt

Zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności $-2(x+1) \leq \frac{3-x}{2}$ jest przedział

- A. $\left[-\frac{7}{3}, \infty\right)$ B. $\left(-\infty, -\frac{7}{3}\right]$ C. $\left[\frac{7}{3}, \infty\right)$ D. $[-1, \infty)$

PP08.4 ZAMKNIĘTE ★★

0–1 pkt

Zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności $x^2 < 9$ jest

- A.** $(-3, 3)$ **B.** $(-\infty, -3) \cup (3, \infty)$ **C.** $(-\infty, 3)$ **D.** $(-9, 9)$

PP08.5 ZAMKNIĘTE ★★☆☆

0–1 pkt

Zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności $x^2 - 4x \geq 0$ jest

- A.** $(-\infty, 0] \cup [4, \infty)$ **B.** $[0, 4]$ **C.** $[4, \infty)$ **D.** $(-\infty, 0) \cup (4, \infty)$

PP08.6 ZAMKNIĘTE ★★☆☆

0–1 pkt

Zbiorem wszystkich rozwiązań nierówności $x^2 + 2x + 5 > 0$ jest

- A. $\mathbb{R}$ B. $\emptyset$ C. $(-1, \infty)$ D. $(-\infty, -1)$

PP08.7 ODPOWIEDŹ KRÓTKA ★★☆☆

0-2 pkt

Funkcja kwadratowa f ma miejsca zerowe 0 i 4 , a jej wykres jest parabolą o wierzchołku $(2, -4)$. Zapisz zbiór wszystkich rozwiązań nierówności $f(x) \leq 0$.

PP08.8 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

Rozwiąż nierówność $2(x^2 - 1) < 3x$.

PP08.9 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

Rozwiąż nierówność $3x^2 + 5x \geq x + 4$.

PP08.10 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

Rozwiąż nierówność $(x - 2)(x + 1) \leq 2(x + 1)$.

PP09 Układy równań i zadania tekstowe

 Dwie niewiadome + dwie informacje → układ. Na końcu sprawdzenie w treści.

PP09.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Rozwiązaniem układu równań $\begin{cases} x + y = 7 \\ x - y = 3 \end{cases}$ jest para liczb

- A. $x = 5, y = 2$ B. $x = 2, y = 5$ C. $x = 4, y = 3$ D. $x = 3, y = 4$

PP09.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Rozwiązaniem układu równań $\begin{cases} 2x + y = 5 \\ 3x - 2y = 4 \end{cases}$ jest para liczb

- A. $x = 2, y = 1$ B. $x = 1, y = 3$ C. $x = 3, y = -1$ D. $x = 1, y = 2$

PP09.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Układ równań $\begin{cases} y = 2x - 1 \\ 4x - 2y = 2 \end{cases}$

- A. ma dokładnie jedno rozwiązanie B. ma nieskończenie wiele rozwiązań
C. nie ma rozwiązań D. ma dokładnie dwa rozwiązania

PP09.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Interpretacją geometryczną układu równań $\begin{cases} x + y = 3 \\ x + y = -1 \end{cases}$ są dwie proste

- A. przecinające się w punkcie $(1, 2)$ B. równoległe i różne
C. pokrywające się D. prostopadłe

PP09.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Układ równań $\begin{cases} x + 2y = 4 \\ 2x + ay = 1 \end{cases}$ nie ma rozwiązań dla a równego

- A. 4 B. -4 C. 1 D. 2

PP09.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

W dwóch magazynach było łącznie 1500 ton zboża. Z pierwszego sprzedano 20%, a z drugiego 10% zboża. Wtedy w drugim magazynie zostało o 350 ton mniej niż w pierwszym. Jeśli x i y to początkowe ilości zboża (w tonach) w pierwszym i drugim magazynie, to

- A. $\begin{cases} x + y = 1500 \\ 0,9y = 0,8x - 350 \end{cases}$ B. $\begin{cases} x + y = 1500 \\ 0,1y = 0,2x - 350 \end{cases}$
C. $\begin{cases} x + y = 1500 \\ 0,8y = 0,9x - 350 \end{cases}$ D. $\begin{cases} x + y = 1500 \\ 0,9y = 0,8x + 350 \end{cases}$

PP10 Procenty i procent składany

 Zmiana o $p\%$ = mnożnik $1 \pm \frac{p}{100}$. Kolejne zmiany mnożysz, wartość początkową odzyskujesz dzieleniem.

PP10.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

15% liczby 240 jest równe

- A. 36 B. 16 C. 3,6 D. 225

PP10.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Cenę towaru równą 80 zł podwyższono o 25%. Nowa cena jest równa

- A. 100 zł B. 105 zł C. 20 zł D. 60 zł

PP10.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Po obniżce o 20% kurtka kosztuje 96 zł. Przed obniżką kurtka kosztowała

- A. 120 zł B. 115,20 zł C. 116 zł D. 76,80 zł

PP10.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Cenę towaru podwyższono o 10%, a następnie nową cenę obniżono o 10%. W porównaniu z ceną początkową cena końcowa

- A. nie zmieniła się B. zmalała o 1%
C. wzrosła o 1% D. zmalała o 10%

PP10.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczba a jest o 25% większa od liczby dodatniej b . Wynika stąd, że liczba b jest mniejsza od liczby a o

- A. 25% B. 20% C. 75% D. 80%

PP10.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Oprocentowanie kredytu wzrosło z 5% do 7%. Oznacza to, że oprocentowanie wzrosło o

- A. 2 punkty procentowe, czyli o 40% B. 2%, czyli o 2 punkty procentowe
C. 40 punktów procentowych D. 20%

PP10.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Na lokatę dwuletnią z oprocentowaniem 4% w skali roku i roczną kapitalizacją odsetek wpłacono 5000 zł. Po dwóch latach (bez podatku) na lokacie będzie

- A. 5408 zł B. 5400 zł C. 5416 zł D. 5200 zł

PP10.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★☆☆

0–1 pkt

Kurtka kosztowała **400** zł. Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	Po obniżce o 15% kurtka kosztuje 340 zł .	P	F
2.	Po dwóch kolejnych obniżkach o 10% kurtka kosztuje 320 zł .	P	F

PP10.9 ODPOWIEDŹ KRÓTKA ★★☆☆

0-2 pkt

Kwotę **2000** zł złożono na lokatę na **3** lata z oprocentowaniem **5%** w skali roku i roczną kapitalizacją odsetek. Oblicz kwotę na lokacie po **3** latach (pomiń podatek).

PP10.10 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

Cenę roweru obniżono o **20%**, a po miesiącu nową cenę podwyższono o **15%**. Po tych zmianach rower kosztuje **1472** zł. Oblicz cenę początkową roweru i ustal, o ile procent cena końcowa różni się od ceny początkowej.

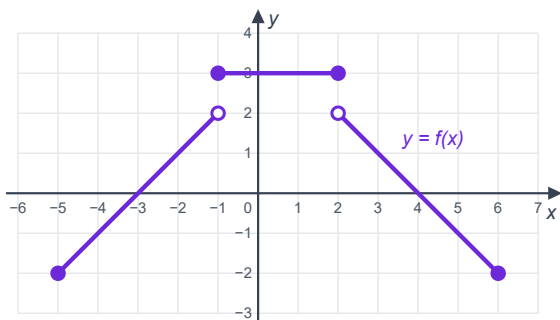
PP11 Odczytywanie własności funkcji i funkcje kawałkami

🔑 Wykres → rzutuj na osie; kółko puste = wartości brak. Klamra → wynik musi leżeć w przedziale wzoru.

PP11.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Na rysunku przedstawiono wykres funkcji f (zadania PP11.1–PP11.9 dotyczą tej funkcji). Dziedziną funkcji f jest



- A. $[-5, 6]$ B. $[-2, 3]$ C. $(-5, 6)$ D. $[-5, 6)$

PP11.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Zbiorem wartości funkcji f jest

📐 Rysunek jak w zadaniu PP11.1.

- A. $[-2, 2) \cup \{3\}$ B. $[-2, 3]$ C. $[-2, 2] \cup \{3\}$ D. $(-2, 3]$

PP11.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Miejscami zerowymi funkcji f są liczby

📐 Rysunek jak w zadaniu PP11.1.

- A. -3 i 4 B. -3 i 2 C. tylko -3 D. 3 i -4

PP11.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Równanie $f(x) = 3$

📐 Rysunek jak w zadaniu PP11.1.

- A. ma nieskończenie wiele rozwiązań B. ma dokładnie jedno rozwiązanie
C. ma dokładnie dwa rozwiązania D. nie ma rozwiązań

PP11.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Najmniejsza wartość funkcji f w przedziale $[0, 5]$ jest równa

📐 Rysunek jak w zadaniu PP11.1.

- A. -1 B. 3 C. -2 D. 0

PP12 Funkcja liniowa i proste

🔑 Równoległe: równe a . Prostopadłe: $a_1 a_2 = -1$. Przez punkt: podstaw i wylicz b .

PP12.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Miejszem zerowym funkcji $f(x) = -2x + 6$ jest liczba

- A. 3 B. -3 C. 6 D. -6

PP12.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Funkcja liniowa $f(x) = (2m - 4)x + 1$ jest rosnąca dla każdej liczby m z przedziału

- A. $(2, \infty)$ B. $(-\infty, 2)$ C. $(4, \infty)$ D. $(-\infty, -2)$

PP12.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Prosta przechodząca przez punkty $A = (-1, 3)$ i $B = (2, -3)$ ma równanie

- A. $y = -2x + 1$ B. $y = 2x + 5$
C. $y = -2x + 5$ D. $y = -\frac{1}{2}x + \frac{5}{2}$

PP12.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Prosta równoległa do prostej $y = 3x - 2$ i przechodząca przez punkt $P = (1, 5)$ ma równanie

- A. $y = 3x + 2$ B. $y = -\frac{1}{3}x + \frac{16}{3}$
C. $y = 3x + 5$ D. $y = 3x - 2$

PP12.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

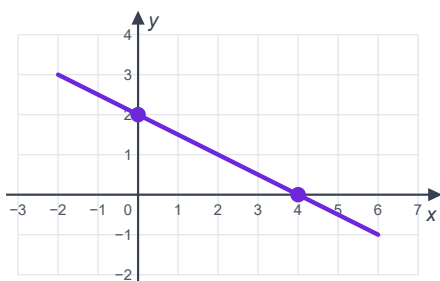
Proste $k: y = (m - 1)x + 3$ oraz $l: y = \frac{1}{2}x - 4$ są prostopadłe, gdy m jest równe

- A. -1 B. 3 C. $\frac{3}{2}$ D. -3

PP12.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Na rysunku przedstawiono wykres funkcji liniowej $f(x) = ax + b$. Wynika stąd, że



- A. $a < 0$ i $b > 0$ B. $a > 0$ i $b > 0$ C. $a < 0$ i $b < 0$ D. $a > 0$ i $b < 0$

PP13 Funkcja kwadratowa

🔑 Wierzchołek → postać kanoniczna. Miejsca zerowe → iloczynowa. **a** z dodatkowego punktu.

PP13.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wierzchołkiem paraboli $y = 2(x - 3)^2 - 5$ jest punkt

- A. $(3, -5)$ B. $(-3, -5)$ C. $(3, 5)$ D. $(-3, 5)$

PP13.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Oś symetrii wykresu funkcji $f(x) = x^2 - 6x + 1$ jest prosta o równaniu

- A. $x = 3$ B. $x = -3$ C. $x = 6$ D. $y = 3$

PP13.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Miejscami zerowymi funkcji $f(x) = -2(x + 1)(x - 5)$ są liczby

- A. -1 i 5 B. 1 i -5 C. -2 , -1 i 5 D. 1 i 5

PP13.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Zbiorem wartości funkcji $f(x) = -(x - 2)^2 + 4$ jest przedział

- A. $(-\infty, 4]$ B. $[4, \infty)$ C. $(-\infty, 2]$ D. $[2, \infty)$

PP13.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Jednym z miejsc zerowych funkcji kwadratowej f jest liczba 1 , a oś symetrii wykresu jest prosta $x = 4$.
Drugim miejscem zerowym funkcji f jest liczba

- A. 7 B. -2 C. 3 D. 9

PP13.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Funkcja $f(x) = x^2 + bx + c$ ma wierzchołek w punkcie $W = (2, -1)$. Wtedy

- A. $b = -4$, $c = 3$ B. $b = 4$, $c = 3$ C. $b = -4$, $c = -1$ D. $b = 4$, $c = 5$

PP13.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Funkcja $f(x) = x^2 - 4x - 5$ jest malejąca w przedziale

- A. $(-\infty, 2]$ B. $[2, \infty)$ C. $(-\infty, -5]$ D. $[-1, 5]$

PP13.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★★

0–1 pkt

Dana jest funkcja $f(x) = -x^2 + 6x - 5$. Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	Największa wartość funkcji f jest równa 4 .	P	F
2.	Wykres funkcji f przecina oś Oy w punkcie $(0, 5)$.	P	F

PP14 Ciąg arytmetyczny

🔑 Wszystko przez a_1 i r . Trzy kolejne wyrazy: $2b = a + c$. Malejący $\rightarrow r < 0$.

PP14.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Ciąg (a_n) jest określony wzorem $a_n = 3n - 2$ dla $n \geq 1$. Piąty wyraz tego ciągu jest równy

- A. 13 B. 15 C. 3 D. 17

PP14.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

W ciągu arytmetycznym $a_1 = 4$ i $r = -3$. Dziesiąty wyraz tego ciągu jest równy

- A. -23 B. -26 C. -20 D. 34

PP14.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

W ciągu arytmetycznym $a_3 = 7$ oraz $a_7 = 19$. Różnica tego ciągu jest równa

- A. 3 B. 12 C. 4 D. $\frac{26}{7}$

PP14.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

W ciągu arytmetycznym (a_n) dane są $a_1 = 2$ oraz $a_5 = 14$. Dziewiąty wyraz tego ciągu jest równy

- A. 26 B. 28 C. 18 D. 23

PP14.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Trzywyrazowy ciąg $(x - 1, 5, 2x + 3)$ jest arytmetyczny. Liczba x jest równa

- A. $\frac{8}{3}$ B. 3 C. 2 D. $\frac{4}{3}$

PP14.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Suma dwudziestu początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego, w którym $a_1 = 3$ i $r = 2$, jest równa

- A. 440 B. 410 C. 43 D. 880

PP14.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Ciąg (a_n) jest określony rekurencyjnie: $a_1 = 3$ oraz $a_{n+1} = a_n + 4$ dla $n \geq 1$. Wyraz a_{10} jest równy

- A. 39 B. 43 C. 40 D. 35

PP14.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★★

0–1 pkt

Ciąg (a_n) jest określony wzorem $a_n = 2n + 7$ dla $n \geq 1$. Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	Ciąg (a_n) jest arytmetyczny o różnicy 2.	P	F
2.	Liczba 100 jest wyrazem ciągu (a_n) .	P	F

PP14.9 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

Pani Anna spłaciła pożyczkę w wysokości **7200** zł w **16** ratach. Każda kolejna rata była mniejsza od poprzedniej o **20** zł. Oblicz wysokość pierwszej raty.

PP14.10 OTWARTE ★★★

0–3 pkt

Wyznacz wszystkie wartości m , dla których trzywyrazowy ciąg $(5m + 4, m^2 + 1, 4 - m)$ jest arytmetyczny i rosnący.

PP15

🔑 $a_n = a_1 q^{n-1}$; trzy kolejne: $b^2 = ac$; iloczyny wyrazów — liczą sumę indeksów.

PP15.1 ZAMKNIĘTE ★★

0–1 pkt

W ciągu geometrycznym (a_n) dane są $a_1 = 64$ oraz $a_2 = 16$. Czwarty wyraz tego ciągu jest równy

- A.** 1 **B.** 4 **C.** -32 **D.** $\frac{1}{4}$

PP15.2 ZAMKNIĘTE ★★

0–1 pkt

Ciąg $(4, x, 9)$ jest geometryczny i ma wszystkie wyrazy dodatnie. Liczba x jest równa

- A.** 6 **B.** 6,5 **C.** 36 **D.** -6

PP15.3 ZAMKNIĘTE ★★☆☆

0–1 pkt

W ciągu geometrycznym $a_2 = 6$ oraz $a_5 = 48$. Iloraz tego ciągu jest równy

- A. 2 B. 8 C. 3 D. 14

PP15.4 ZAMKNIĘTE ★★☆☆

0-1 pkt

Trzywyrazowy ciąg $(48, 12, 2m + 1)$ jest geometryczny. Liczba m jest równa

- A. 1** **B. 3** **C. -1** **D. $-12,5$**

PP15.5 ZAMKNIĘTE ★★

0–1 pkt

Suma pięciu początkowych wyrazów ciągu geometrycznego, w którym $a_1 = 3$ i $q = 2$, jest równa

- A. 93** **B. 96** **C. 48** **D. 186**

PP15.6 ODPOWIEDŹ KRÓTKA ★★☆☆

0-2 pkt

Ciąg geometryczny (a_n) spełnia warunek $a_4 \cdot a_5 = 12$. Oblicz iloczyn $a_2 \cdot a_7$.

PP15.7 ZAMKNIĘTE ★★☆☆

0–1 pkt

Ciąg (a_n) określony wzorem $a_n = 3 \cdot (-2)^n$ dla $n \geq 1$ jest

- A.** geometryczny o ilorazie -2 **B.** arytmetyczny o różnicy -2
C. geometryczny rosnący **D.** geometryczny o ilorazie 3

PP16 Trygonometria podstawowa

 Jedynka + tangens = iloraz. Kąt rozwarty $\rightarrow$ cosinus i tangens ujemne.

PP16.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Przyprostokątne trójkąta prostokątnego mają długości **3** i **4**. Sinus kąta leżącego naprzeciw krótszej przyprostokątnej jest równy

- A. $\frac{3}{5}$ B. $\frac{4}{5}$ C. $\frac{3}{4}$ D. $\frac{4}{3}$

PP16.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Kąt α jest ostry i $\sin \alpha = \frac{5}{13}$. Wtedy $\cos \alpha$ jest równy

- A. $\frac{12}{13}$ B. $\frac{8}{13}$ C. $\frac{5}{12}$ D. $\frac{13}{12}$

PP16.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Kąt α jest ostry i $\operatorname{tg} \alpha = 2$. Wtedy $\cos \alpha$ jest równy

- A. $\frac{\sqrt{5}}{5}$ B. $\frac{2\sqrt{5}}{5}$ C. $\frac{1}{2}$ D. $\frac{\sqrt{5}}{2}$

PP16.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Dla każdego kąta ostrego α wyrażenie $\cos^3 \alpha + \cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha$ jest równe

- A. $\cos \alpha$ B. $\sin \alpha$ C. 1 D. $\cos^2 \alpha$

PP16.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wartość wyrażenia $2 \sin 30^\circ + \cos 60^\circ \cdot \operatorname{tg} 45^\circ$ jest równa

- A. $\frac{3}{2}$ B. 1 C. 2 D. $1 + \frac{\sqrt{3}}{2}$

PP16.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Kąt α jest rozwarty i $\sin \alpha = \frac{3}{5}$. Wtedy $\cos \alpha$ jest równy

- A. $-\frac{4}{5}$ B. $\frac{4}{5}$ C. $-\frac{3}{4}$ D. $\frac{3}{4}$

PP16.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Kąt α ma wierzchołek w punkcie $O = (0, 0)$, jedno ramię na dodatniej półosi Ox , a drugie przechodzi przez punkt $P = (-4, 3)$. Tangens kąta α jest równy

- A. $-\frac{3}{4}$ B. $-\frac{4}{3}$ C. $\frac{3}{5}$ D. $-\frac{4}{5}$

PP16.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★★

0–1 pkt

Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	$\sin 150^\circ = \frac{1}{2}$	P	F
2.	$\cos 120^\circ = \frac{1}{2}$	P	F

PP17 Trójkąty: Pitagoras, pola, sinus i cosinus

🔑 Dwa boki + kąt między nimi $\rightarrow \frac{1}{2}ab \sin \gamma$ i tw. cosinusów. Równoboczny $\rightarrow h = \frac{a\sqrt{3}}{2}$.

PP17.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Przeciwprostokątna trójkąta prostokątnego ma długość **13**, a jedna z przyprostokątnych — **5**. Pole tego trójkąta jest równe

- A. 30 B. 60 C. 32,5 D. 65

PP17.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Pole trójkąta równobocznego o boku **6** jest równe

- A. $9\sqrt{3}$ B. $18\sqrt{3}$ C. $3\sqrt{3}$ D. 36

PP17.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Pole trójkąta, w którym dwa boki mają długości **8** i **5**, a kąt między nimi ma miarę **30°** , jest równe

- A. 10 B. 20 C. $10\sqrt{3}$ D. 40

PP17.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Romb ma bok długości **4** i kąt ostry **30°** . Pole tego rombu jest równe

- A. 8 B. 16 C. $8\sqrt{3}$ D. 4

PP17.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Równoległobok ma boki długości **5** i **6** oraz kąt rozwarty **120°** . Pole tego równoległoboku jest równe

- A. $15\sqrt{3}$ B. 15 C. $30\sqrt{3}$ D. 30

PP17.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

W trójkącie dwa boki mają długości **5** i **8**, a kąt między nimi ma miarę **60°** . Trzeci bok ma długość

- A. 7 B. $\sqrt{129}$ C. 13 D. $\sqrt{89}$

PP17.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

W trójkącie **ABC** bok **BC** ma długość **10**, a kąt **BAC** ma miarę **30°** . Promień okręgu opisanego na tym trójkącie jest równy

- A. 10 B. 20 C. 5 D. $10\sqrt{3}$

PP17.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★★

0–1 pkt

Trójkąt ma boki długości **6**, **8** i **10**. Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	Ten trójkąt jest prostokątny.	P	F
2.	Pole tego trójkąta jest równe 48 .	P	F

PP18 Podobieństwo, twierdzenie Talesa i dwusieczna

🔑 Równe kąty → podobieństwo → proporcja. Pola przez k^2 , objętości przez k^3 .

PP18.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Trójkąty T_1 i T_2 są podobne, przy czym T_2 jest trzy razy większy od T_1 (skala 3). Pole trójkąta T_1 jest równe 5. Pole trójkąta T_2 jest równe

- A. 45 B. 15 C. 135 D. 25

PP18.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Obwody dwóch trójkątów podobnych są równe 12 i 18. Stosunek pola mniejszego trójkąta do pola większego jest równy

- A. $\frac{4}{9}$ B. $\frac{2}{3}$ C. $\frac{8}{27}$ D. $\frac{9}{4}$

PP18.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Na jednym ramieniu kąta o wierzchołku O leżą punkty A i B (A między O i B), a na drugim punkty A' i B' . Proste AA' i BB' są równoległe. $|OA| = 4$, $|AB| = 6$, $|OA'| = 6$. Długość odcinka $A'B'$ jest równa

- A. 9 B. 4 C. 15 D. 10

PP18.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Proste k i l są równoległe. Punkty A i D leżą na prostej k , a punkty B i C — na prostej l . Odcinki AC i BD przecinają się w punkcie O , przy czym $|OA| = 9$, $|OC| = 6$, $|OD| = 12$. Długość odcinka OB jest równa

- A. 8 B. 18 C. 4,5 D. 9

PP18.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

W trójkącie ABC dane są $|AC| = 6$, $|BC| = 9$ i $|AB| = 10$. Dwusieczna kąta ACB przecina bok AB w punkcie D . Długość odcinka AD jest równa

- A. 4 B. 6 C. 5 D. 3

PP18.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

W trójkącie prostokątnym wysokość poprowadzona z wierzchołka kąta prostego dzieli przeciwprostokątną na odcinki długości 4 i 9. Ta wysokość ma długość

- A. 6 B. 13 C. 36 D. 6,5

PP18.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Pole trójkąta ABC jest równe 50. Prosta równoległa do boku AB przecina boki AC i BC odpowiednio w punktach K i L , przy czym $|CK| : |KA| = 2 : 3$. Pole trójkąta KLC jest równe

- A. 8 B. 20 C. 18 D. 12

PP18.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★

0–1 pkt

Dane są trójkąty o bokach **3, 4, 5** oraz **6, 8, 10**. Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	Te trójkąty są podobne.	P	F
2.	Pole większego trójkąta jest dwa razy większe od pola mniejszego.	P	F

PP18.9 ODPOWIEDŹ KRÓTKA ★★☆☆

0-2 pkt

Trójkąty prostokątne T_1 i T_2 są podobne. Przyprostokątne trójkąta T_1 mają długości **6** i **8**, a przeciwprostokątna trójkąta T_2 ma długość **25**. Oblicz pole trójkąta T_2 .

PP18.10 OTWARTE ★★★

0–2 pkt

W trapezie $ABCD$ o podstawach AB i CD przekątne AC i BD przecinają się w punkcie O . Wykaż, że $|AO| \cdot |OD| = |BO| \cdot |OC|$.

PP19 Okrąg i kąty

🔑 Wpisany = połowa środkowego. Dwa promienie → trójkąt równoramienny. Średnica → 90° .

PP19.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Kąt środkowy ma miarę 110° . Kąt wpisany oparty na tym samym łuku ma miarę

- A. 55° B. 110° C. 220° D. 70°

PP19.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Punkty A, B, C leżą na okręgu o środku O , przy czym $|\angle ACB| = 40^\circ$ (C na dłuższym łuku AB). Miara kąta ostrego OAB jest równa

- A. 50° B. 40° C. 80° D. 20°

PP19.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Odcinek AB jest średnicą okręgu, a punkt C leży na tym okręgu. Kąt CAB ma miarę 35° . Kąt ABC ma miarę

- A. 55° B. 35° C. 90° D. 145°

PP19.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Czworokąt $ABCD$ jest wpisany w okrąg, a kąt DAB ma miarę 75° . Kąt BCD ma miarę

- A. 105° B. 75° C. 285° D. 15°

PP19.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Prosta jest styczna do okręgu o środku O i promieniu 5 w punkcie A . Punkt B leży na tej prostej i $|AB| = 12$. Odległość punktu B od środka okręgu jest równa

- A. 13 B. 17 C. 7 D. $\sqrt{119}$

PP19.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Długość łuku okręgu o promieniu 6 , na którym oparty jest kąt środkowy 120° , jest równa

- A. 4π B. 12π C. 2π D. 8π

PP19.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Pole wycinka koła o promieniu 6 wyznaczonego przez kąt środkowy 60° jest równe

- A. 6π B. 12π C. 36π D. 2π

PP20 Geometria analityczna

🔑 Przekątne równoległoboku → wspólny środek. Okrąg: znak w nawiasie odwrotny, prawa strona to r^2 .

PP20.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Odległość między punktami $A = (1, -2)$ i $B = (4, 2)$ jest równa

- A. 5 B. 7 C. $\sqrt{7}$ D. 25

PP20.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Środkiem odcinka o końcach $A = (-3, 5)$ i $B = (7, 1)$ jest punkt

- A. (2, 3) B. (5, -2) C. (4, 6) D. (10, -4)

PP20.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Okrąg o równaniu $(x + 2)^2 + (y - 3)^2 = 16$ ma środek S i promień r . Wtedy

- A. $S = (-2, 3)$, $r = 4$ B. $S = (2, -3)$, $r = 4$
C. $S = (-2, 3)$, $r = 16$ D. $S = (2, -3)$, $r = 16$

PP20.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Okrąg o środku $S = (1, 2)$ przechodzi przez punkt $P = (4, 6)$. Ten okrąg ma równanie

- A. $(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 25$ B. $(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 5$
C. $(x + 1)^2 + (y + 2)^2 = 25$ D. $(x - 4)^2 + (y - 6)^2 = 25$

PP20.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Punkt $A = (1, 1)$ jest środkiem odcinka BC , gdzie $B = (-3, 4)$. Punkt C ma współrzędne

- A. (5, -2) B. (-1; 2,5) C. (-7, 7) D. (4, -3)

PP20.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Punkt symetryczny do punktu $P = (3, -5)$ względem osi Oy ma współrzędne

- A. (-3, -5) B. (3, 5) C. (-3, 5) D. (-5, 3)

PP20.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Punkty $A = (0, 0)$, $B = (6, 0)$, $C = (0, 8)$ są wierzchołkami trójkąta prostokątnego. Środek okręgu opisanego na tym trójkącie ma współrzędne

- A. (3, 4) B. $(2, \frac{8}{3})$ C. (3, 0) D. (0, 4)

PP21 Stereometria

 Znajdź trójkąt prostokątny w bryle. Ostrosłup i stożek: $\frac{1}{3}$. Rozwarcie stożka dziel na pół.

PP21.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Objętość sześcianu jest równa **216**. Przekątna tego sześcianu ma długość

- A. $6\sqrt{3}$ B. $6\sqrt{2}$ C. 18 D. 36

PP21.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Prostopadłościan ma krawędzie długości **2**, **3** i **6**. Jego przekątna ma długość

- A. 7 B. 11 C. $\sqrt{13}$ D. 49

PP21.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Gnaniastrosłup prawidłowy trójkątny ma krawędź podstawy długości **4** i wysokość **5**. Objętość tego gnaniastrosłupa jest równa

- A. $20\sqrt{3}$ B. 80 C. $40\sqrt{3}$ D. $\frac{20\sqrt{3}}{3}$

PP21.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Walec ma promień podstawy **3** i wysokość **5**. Objętość walca jest równa

- A. 45π B. 15π C. 30π D. 75π

PP21.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Tworząca stożka ma długość **10**, a promień jego podstawy — **6**. Objętość tego stożka jest równa

- A. 96π B. 288π C. 120π D. 60π

PP21.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Kula ma objętość **36π** . Pole powierzchni tej kuli jest równe

- A. 36π B. 9π C. 12π D. 27π

PP21.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Ostrosłup prawidłowy czworokątny ma krawędź podstawy długości **6** i wysokość **4**. Wysokość ściany bocznej tego ostrosłupa jest równa

- A. 5 B. $\sqrt{52}$ C. 7 D. $\sqrt{34}$

PP21.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★☆☆

0–1 pkt

Stożek i walec mają równe wysokości i równe promienie podstaw. Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	Objętość stożka jest trzy razy mniejsza od objętości walca.	P	F
2.	Jeśli promień podstawy stożka zwiększymy dwukrotnie (przy tej samej wysokości), to objętość stożka wzrośnie dwukrotnie.	P	F

PP21.9 ODPOWIEDŹ KRÓTKA ★★☆☆

0-2 pkt

Podstawą ostrosłupa prawidłowego czworokątnego jest kwadrat o przekątnej $8\sqrt{2}$. Krawędź boczna jest nachylona do płaszczyzny podstawy pod kątem 45° . Oblicz objętość tego ostrosłupa.

PP21.10 OTWARTE ★★

0-4 pkt

Wysokość ściany bocznej ostrosłupa prawidłowego czworokątnego ma długość **10** i jest nachylona do płaszczyzny podstawy pod kątem **60°**. Oblicz objętość i pole powierzchni całkowitej tego ostrosłupa.

PP22 Kombinatoryka

 Kratki na pozycje, zacznij od najbardziej ograniczonej. Kolizja warunków → przypadki i dodawanie.

PP22.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wszystkich liczb naturalnych dwucyfrowych jest

- A. 90 B. 100 C. 99 D. 81

PP22.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wszystkich liczb trzycyfrowych, w których zapisie występują tylko cyfry **1, 2, 3, 4** (cyfry mogą się powtarzać), jest

- A. 64 B. 24 C. 12 D. 81

PP22.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wszystkich kodów czterocyfrowych utworzonych z cyfr **2, 5, 7, 9**, w których każda cyfra występuje dokładnie raz, jest

- A. 24 B. 256 C. 16 D. 4

PP22.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wszystkich liczb naturalnych trzycyfrowych parzystych jest

- A. 450 B. 500 C. 405 D. 900

PP22.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wszystkich liczb naturalnych czterocyfrowych o różnych cyfrach jest

- A. 4536 B. 5040 C. 3024 D. 9000

PP22.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wszystkich liczb naturalnych trzycyfrowych podzielnych przez **5**, w których zapisie wszystkie cyfry są różne, jest

- A. 136 B. 144 C. 180 D. 128

PP22.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Pięć osób przywitało się, każda z każdą dokładnie jednym uściskiem dłoni. Wszystkich uścisków było

- A. 10 B. 20 C. 25 D. 5

PP22.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★★

0–1 pkt

Z cyfr **0, 1, 2, 3** tworzymy liczby dwucyfrowe (cyfry mogą się powtarzać). Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	Wszystkich takich liczb jest 12 .	P	F
2.	Wśród nich jest 8 liczb parzystych.	P	F

PP22.9 ODPOWIEDŹ KRÓTKA ★★☆☆

0-2 pkt

W klasie jest **12** dziewcząt i **10** chłopców. Wybieramy przewodniczącego i zastępcę (dwie różne osoby) tak, aby jedną z tych funkcji pełniła dziewczyna, a drugą chłopiec. Oblicz, na ile sposobów można to zrobić.

PP22.10 ODPOWIEDŹ KRÓTKA ★★ ★

0-2 pkt

Oblicz, ile jest liczb naturalnych czterocyfrowych, w których suma cyfr jest równa **3**.

PP23 Prawdopodobieństwo

🔑 Najpierw $|\Omega|$, potem $|A|$. „Co najmniej jeden” $\rightarrow$ przeciwne. Pary są uporządkowane.

PP23.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Rzucamy raz symetryczną sześcienną kostką do gry. Prawdopodobieństwo wyrzucenia liczby oczek podzielnej przez 3 jest równe

- A. $\frac{1}{3}$ B. $\frac{1}{2}$ C. $\frac{1}{6}$ D. $\frac{2}{3}$

PP23.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Rzucamy dwa razy symetryczną sześcienną kostką do gry. Prawdopodobieństwo, że suma wyrzuconych oczek jest równa 7, jest równe

- A. $\frac{1}{6}$ B. $\frac{7}{36}$ C. $\frac{1}{12}$ D. $\frac{5}{36}$

PP23.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

W urnie są 4 kule białe i 6 kul czarnych. Losujemy jedną kulę. Prawdopodobieństwo wylosowania kuli białej jest równe

- A. $\frac{2}{5}$ B. $\frac{2}{3}$ C. $\frac{3}{5}$ D. $\frac{1}{4}$

PP23.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Ze zbioru liczb $\{1, 2, 3, \dots, 20\}$ losujemy jedną liczbę. Prawdopodobieństwo, że wylosujemy liczbę podzielną przez 3 lub przez 5, jest równe

- A. $\frac{9}{20}$ B. $\frac{1}{2}$ C. $\frac{2}{5}$ D. $\frac{7}{20}$

PP23.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Rzucamy trzy razy symetryczną monetą. Prawdopodobieństwo otrzymania co najmniej jednego orła jest równe

- A. $\frac{7}{8}$ B. $\frac{1}{8}$ C. $\frac{3}{8}$ D. $\frac{1}{2}$

PP23.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Rzucamy dwa razy symetryczną sześcienną kostką. Prawdopodobieństwo, że iloczyn wyrzuconych oczek jest parzysty, jest równe

- A. $\frac{3}{4}$ B. $\frac{1}{2}$ C. $\frac{1}{4}$ D. $\frac{2}{3}$

PP23.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Ze zbioru $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ losujemy kolejno dwie liczby **bez zwracania**. Prawdopodobieństwo, że suma wylosowanych liczb jest równa 5, jest równe

- A. $\frac{1}{5}$ B. $\frac{1}{4}$ C. $\frac{4}{25}$ D. $\frac{1}{10}$

PP23.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★

0–1 pkt

Rzucamy dwa razy symetryczną sześcienną kostką. Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	Prawdopodobieństwo wyrzucenia dwa razy tej samej liczby oczek jest równe $\frac{1}{6}$.	P	F
2.	Prawdopodobieństwo, że suma oczek jest równa 12 , jest równe $\frac{1}{18}$.	P	F

PP23.9 OTWARTE ★★☆☆

0–2 pkt

Ze zbioru $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ losujemy ze zwracaniem kolejno dwa razy po jednej liczbie. Oblicz prawdopodobieństwo, że iloczyn wylosowanych liczb jest podzielny przez 3.

PP23.10 OTWARTE ★★★★★

0–2 pkt

Losujemy jedną cyfrę ze zbioru $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ — będzie to cyfra dziesiątek, a następnie jedną cyfrę ze zbioru $Y = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ — cyfra jedności. Oblicz prawdopodobieństwo, że otrzymana liczba dwucyfrowa jest podzielna przez 3.

PP24 Statystyka: średnia, mediana, dominanta

🔑 Suma = $n \cdot \bar{x}$. Mediana: posortuj, licz pozycje. Dominanta to wartość.

PP24.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Średnia arytmetyczna liczb 2, 4, 4, 5, 10 jest równa

- A. 5 B. 4 C. 4,5 D. 25

PP24.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Mediana danych 7, 1, 9, 3, 5, 8 jest równa

- A. 6 B. 5 C. 7 D. 5,5

PP24.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Dominanta danych 3, 5, 5, 2, 7, 5, 3 jest równa

- A. 5 B. 3 C. 4 D. 7

PP24.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Średnia arytmetyczna liczb a , b , c , d jest równa 5. Średnia arytmetyczna liczb $2a$, $2b$, $2c$, $2d$, 10 jest równa

- A. 10 B. 12 C. 8 D. 11

PP24.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Średnia arytmetyczna liczb 2, 4, 6, x , y jest równa 5. Suma $x + y$ jest równa

- A. 13 B. 3 C. 8 D. 25

PP24.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Oceny ze sprawdzianu: ocena 2 — 3 uczniów, 3 — 5 uczniów, 4 — 6 uczniów, 5 — 4 uczniów, 6 — 2 uczniów. Mediana ocen jest równa

- A. 4 B. 3,5 C. 3 D. 6

PP24.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Uczeń otrzymał ocenę 5 ze sprawdzianu (waga 3), ocenę 4 z kartkówki (waga 2) i ocenę 3 z odpowiedzi (waga 1). Średnia ważona tych ocen jest równa

- A. $\frac{13}{3}$ B. 4 C. 4,5 D. $\frac{26}{3}$

PP24.8 PRAWDA / FAŁSZ ★★★

0–1 pkt

Dane są liczby 2, 4, 4, 6, 9. Oceń prawdziwość stwierdzeń.

1.	Średnia arytmetyczna tych liczb jest większa od ich mediany.	P	F
2.	Dominanta tych liczb jest równa 6.	P	F

PP25 Optymalizacja i modelowanie funkcją kwadratową

🔑 Zmienna → druga wielkość z warunku → $P(x)$ + dziedzina → wierzchołek → pełna odpowiedź.

PP25.1 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Wysokość (w metrach) wyrzuconej pionowo piłki opisuje funkcja $h(t) = -5t^2 + 20t$, gdzie t — czas w sekundach. Piłka osiągnęła największą wysokość w chwili

- A. $t = 2$ s B. $t = 4$ s C. $t = 20$ s D. $t = 1$ s

PP25.2 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Dla funkcji $h(t) = -5t^2 + 20t$ z zadania PP25.1 największa wysokość, na jaką wzniosła się piłka, jest równa

- A. 20 m B. 2 m C. 40 m D. 15 m

PP25.3 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Piłka z zadania PP25.1 ($h(t) = -5t^2 + 20t$) po raz pierwszy po wyrzuceniu uderzyła o ziemię w chwili

- A. $t = 4$ s B. $t = 2$ s C. $t = 20$ s D. $t = 5$ s

PP25.4 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Suma dwóch liczb dodatnich jest równa 10. Największa możliwa wartość ich iloczynu jest równa

- A. 25 B. 24 C. 50 D. 100

PP25.5 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Pośród wszystkich prostokątów o obwodzie 24 największe pole ma prostokąt o polu

- A. 36 B. 144 C. 35 D. 32

PP25.6 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Z drutu długości 20 zbudowano ramkę w kształcie prostokąta o bokach x i $10 - x$. Pole prostokąta opisuje funkcja $P(x) = x(10 - x)$. Dziedziną tej funkcji (w tym zadaniu) jest

- A. $(0, 10)$ B. $(0, 20)$ C. $\mathbb{R}$ D. $[0, 10]$

PP25.7 ZAMKNIĘTE ★★★

0–1 pkt

Liczbę klientów sklepu n -tego dnia miesiąca opisuje wzór $L(n) = -n^2 + 18n + 100$, $n \in \{1, 2, \dots, 30\}$. Najwięcej klientów obsłużono dnia

- A. 9 B. 18 C. 181 D. 30

Odpowiedzi

PP01 Potęgi i pierwiastki

- | | |
|------|-----------------|
| 1. B | 6. A |
| 2. C | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. dowód |
| 5. A | 10. $b < a < c$ |

PP02 Logarytmy

- | | |
|------|------------|
| 1. B | 6. A |
| 2. B | 7. A |
| 3. C | 8. P, F |
| 4. A | 9. $3 + a$ |
| 5. A | 10. 1,9 |

PP03 Wartość bezwzględna i przedziały

- | | |
|------|---|
| 1. A | 6. A |
| 2. B | 7. P, F |
| 3. A | 8. $-1, 0, 1, 2, 3$ |
| 4. A | 9. A |
| 5. A | 10. $A \cap B = (1, 5), A \cup B = [-3, 7)$ |

PP04 Wzory skróconego mnożenia

- | | |
|------|--------------------------------------|
| 1. B | 6. B |
| 2. C | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. $\sqrt{5} + 1$ |
| 5. A | 10. $a^2 + b^2 = 28, (a - b)^2 = 20$ |

PP05 Dowody algebraiczne i podzielność

- | | |
|----------|-----------|
| 1. B | 6. dowód |
| 2. B | 7. dowód |
| 3. B | 8. dowód |
| 4. P, F | 9. dowód |
| 5. dowód | 10. dowód |

PP06 Równania liniowe, iloczynowe i wymierne

- | | |
|------|----------------------------------|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. F, P |
| 4. A | 9. $x = 5$ lub $x = \frac{3}{2}$ |
| 5. A | 10. $x = 5$ |

PP07 Wielomiany i rozkład na czynniki

1. A
2. A
3. A
4. A
5. P, F

6. A
7. $(x-2)(x+2)(x^2+4)$
8. $x \in \{-2, \frac{1}{2}, 2\}$
9. $x \in \{-2, -\sqrt{3}, \sqrt{3}\}$
10. $x \in \{-1, 0, 2\}$

PP08 Nierówności liniowe i kwadratowe

1. A
2. A
3. A
4. A
5. A
6. A

7. $[0, 4]$
8. $x \in \left(-\frac{1}{2}, 2\right)$
9. $x \in (-\infty, -2] \cup \left[\frac{2}{3}, \infty\right)$
10. $x \in [-1, 4]$

PP09 Układy równań i zadania tekstowe

1. A
2. A
3. B
4. B
5. A

6. A
7. długopis 3 zł, zeszyt 4 zł
8. P, F
9. 120 normalnych i 80 ulgowych
10. $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

PP10 Procenty i procent składany

1. A
2. A
3. A
4. B
5. B

6. A
7. A
8. P, F
9. 2315,25 zł
10. 1600 zł; cena końcowa jest niższa o 8%

PP11 Odczytywanie własności funkcji i funkcje kawałkami

1. A
2. A
3. A
4. A
5. A

6. A
7. A
8. P, F
9. $D_g = [-3, 8]$, miejsca zerowe: -1 i 6
10. a) $[-2, 4]$; b) 2 ; c) $[-3, 3]$; d) $x \in [-1, 1]$

PP12 Funkcja liniowa i proste

1. A
2. A
3. A
4. A
5. A

6. A
7. A
8. P, F
9. 60°
10. $l: y = -\frac{1}{2}x + 3$, punkt przecięcia $\left(\frac{12}{5}, \frac{9}{5}\right)$

PP13 Funkcja kwadratowa

- | | |
|------|--|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. $f(x) = -2(x - 1)^2 + 3$ |
| 5. A | 10. a) $f(x) = x^2 - 4x - 5$; b) $W = (2, -9)$; c) $[-9, \infty)$; d) $[2, \infty)$ |

PP14 Ciąg arytmetyczny

- | | |
|------|--------------|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. 600 zł |
| 5. A | 10. $m = -1$ |

PP15 Ciąg geometryczny

- | | |
|------|-------------------------|
| 1. A | 6. 12 |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. $x = -1$ lub $x = 3$ |
| 5. A | 10. $k = 13$ |

PP16 Trygonometria podstawowa

- | | |
|------|---|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. $\operatorname{tg} \alpha = 2$ |
| 5. A | 10. $\sin \alpha = \frac{2\sqrt{5}}{5}$, $\cos \alpha = -\frac{\sqrt{5}}{5}$ |

PP17 Trójkąty: Pitagoras, pola, sinus i cosinus

- | | |
|------|------------------------------------|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. 12 |
| 5. A | 10. $ BC = 14$, $P = 15\sqrt{3}$ |

PP18 Podobieństwo, twierdzenie Talesa i dwusieczna

- | | |
|------|-----------|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. 150 |
| 5. A | 10. dowód |

PP19 Okrąg i kąty

- | | |
|------|--|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. $x = 30$, $ \angle ACB = 40^\circ$ |
| 5. A | 10. 78° , 90° , 102° , 90° |

PP20 Geometria analityczna

- | | |
|------|---|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. $D = (0, 6)$ |
| 5. A | 10. $ BC = \sqrt{85}$, obwód $2\sqrt{85} + 6\sqrt{5}$ |

PP21 Stereometria

- | | |
|------|---|
| 1. A | 7. A |
| 2. A | 8. P, F |
| 3. A | 9. $V = \frac{256\sqrt{2}}{3}$ |
| 4. A | 10. $V = \frac{500\sqrt{3}}{3}$, $P_c = 300$ |
| 5. A | |
| 6. A | |

PP22 Kombinatoryka

- | | |
|------|---------|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. 240 |
| 5. A | 10. 10 |

PP23 Prawdopodobieństwo

- | | |
|------|---------------------|
| 1. A | 7. A |
| 2. A | 8. P, F |
| 3. A | 9. $\frac{5}{9}$ |
| 4. A | 10. $\frac{11}{35}$ |
| 5. A | |
| 6. A | |

PP24 Statystyka: średnia, mediana, dominanta

- | | |
|------|--------------------------|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. $\sigma = 2$ |
| 5. A | 10. średnia 3, mediana 3 |

PP25 Optymalizacja i modelowanie funkcją kwadratową

- | | |
|------|---|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. A |
| 3. A | 8. P, F |
| 4. A | 9. $x = 30$, $Z_{\max} = 800$ zł |
| 5. A | 10. 10 m (prostopadle do ściany) $\times$ 30 m,
$P_{\max} = 300 \text{ m}^2$ |