

**WYPEŁNIA UCZEŃ**

**PESEL**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Kod ucznia**

--	--	--

**Próbna matura z WSiP  
Styczeń 2023**

**Egzamin maturalny z chemii  
dla klasy 4 liceum ogólnokształcącego  
Poziom rozszerzony**



**Informacje dla ucznia**

1. Sprawdź, czy zestaw egzaminacyjny zawiera 25 stron. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś nauczycielowi.
2. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój PESEL i kod.
3. Przeczytaj uważnie wszystkie zadania.
4. Rozwiązania zadań zapisz długopisem lub piórem. Nie używaj korektora.
5. Rozwiązania zadań, w których należy samodzielnie sformułować odpowiedź, zapisz czytelnie i starannie w wyznaczonych miejscach. Pomyłki przekreśl.
6. Możesz wykorzystać brudnopis. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Możesz korzystać z karty wybranych tablic chemicznych.
8. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz 180 minut.
9. Za poprawne rozwiązanie wszystkich zadań możesz uzyskać 60 punktów.

***Powodzenia!***

**Informacja do zadań 1.–3.**

Poniżej przedstawiono konfigurację elektronową atomów w stanie podstawowym trzech pierwiastków chemicznych (I–III).

- I.  $1s^2 2s^2 2p^1$   
 II.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$   
 III.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$

**Zadanie 1.1. (0–1)**

Uzupełnij poniższą tabelę. Wpisz symbol chemiczny pierwiastka III, dane dotyczące położenia tego pierwiastka w układzie okresowym oraz symbol bloku konfiguracyjnego, do którego ten pierwiastek należy.

Pierwiastek	Symbol pierwiastka	Numer okresu	Numer grupy	Symbol bloku konfiguracyjnego
III				

**Zadanie 1.2. (0–1)**

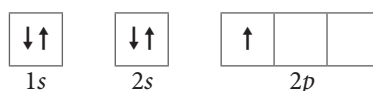
Pierwiastek III tworzy tlenek o charakterze amfoterycznym. Napisz jego wzór sumaryczny oraz określ, jaki stopień utlenienia przyjmuje pierwiastek III w tym tlenku.

Wzór sumaryczny tlenku pierwiastka III: \_\_\_\_\_

Stopień utlenienia pierwiastka III: \_\_\_\_\_

**Zadanie 2. (0–1)**

Na podstawie podanego poniżej zapisu klatkowego opisz stan kwantowo-mechaniczny elektronu walencyjnego znajdującego się na podpowłoce  $2p$  pierwiastka I.



Uzupełnij poniższą tabelę. Wpisz do tabeli odpowiednie wartości trzech liczb kwantowych.

Liczba kwantowa	Główna liczba kwantowa, $n$	Poboczna (orbitalna) liczba kwantowa, $l$	Magnetyczna liczba kwantowa, $m$
Wartość liczby kwantowej			

**Zadanie 3.1. (0–1)**

Atomy pierwiastka II tworzą kationy  $X^{2+}$  oraz  $X^{3+}$ .

**Napisz w formie skróconej (z symbolem helowca) konfigurację elektronową jonu  $X^{3+}$  w stanie podstawowym. Podaj symbol chemiczny pierwiastka II.**

Skrócona konfiguracja elektronowa jonu  $X^{3+}$  w stanie podstawowym:

Symbol chemiczny pierwiastka II:

**Zadanie 3.2. (0–1)**

W celu porównania trwałości związków pierwiastka III (oznaczonego literą X) na +II i +III stopniu utlenienia przeprowadzono doświadczenie zilustrowane na poniższym schemacie.



W wyniku przeprowadzonego doświadczenia w każdej probówce zaobserwowano zmianę świadczącą o zajściu reakcji chemicznej. W probówce I wydzielił się czerwono-brunatny osad  $X(OH)_3$ . W probówce II strącił się szarozielony osad  $X(OH)_2$ , który pod wpływem tlenu z powietrza utleniał się powoli, zmieniając zabarwienie na brunatne. Następnie do probówki II dodano kilka kropel roztworu  $H_2O_2$ , co spowodowało natychmiastową zmianę barwy osadu na czerwono-brunatną.

**Przebieg doświadczenia wskazuje, że  $X(OH)_3$  i  $X(OH)_2$  różnią się trwałością. Rozstrzygnij na podstawie przeprowadzonego doświadczenia, który związek pierwiastka III:  $X(OH)_3$  czy  $X(OH)_2$  charakteryzuje się większą trwałością. Uzasadnij swoją odpowiedź z wykorzystaniem konfiguracji elektronowej jonów  $X^{2+}$  i  $X^{3+}$ .**

Rozstrzygnięcie: \_\_\_\_\_

Uzasadnienie: \_\_\_\_\_

**Zadanie 3.3. (0–1)**

**Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji zachodzącej w probówce I podczas doświadczenia opisanego w zadaniu 3.2. Uwzględnij symbol chemiczny pierwiastka II w substratach i produktach reakcji.**

Probówka I: \_\_\_\_\_

**Zadanie 4. (0–1)**

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Aktyń-227 ulega rozpadowi $\beta^-$ . Równanie tej przemiany jądrowej ma postać: ${}^{227}_{89}\text{Ac} \rightarrow {}^{227}_{90}\text{Th} + {}^0_{-1}\text{e}$ .	P	F
2.	Kartka papieru jest wystarczającą osłoną przed promieniowaniem $\beta^-$ .	P	F
3.	Przemiany jądrowe podlegają wyłącznie zasadzie zachowania ładunku elektrycznego.	P	F

**Zadanie 5. (0–1)**

Ustal i wpisz do tabeli, jaki rodzaj wiązania (kowalencyjne niespolaryzowane, kowalencyjne spolaryzowane, jonowe) występuje w wymienionych związkach.

Związek chemiczny	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	$\text{PH}_3$	$\text{CsCl}$
Rodzaj wiązania			

**Informacja do zadań 6.–9.**

Tlenek azotu(II), NO, to bezbarwny i trujący gaz, który powstaje m.in. w reakcji rozcieńczonego kwasu azotowego(V) z miedzią. W obecności tlenu atmosferycznego NO utlenia się do tlenku azotu(IV),  $\text{NO}_2$ , który jest silnie trującym gazem, charakteryzującym się nieprzyjemnym zapachem i brązową barwą. Tlenek azotu(IV) łatwo ulega dimeryzacji z utworzeniem tetratlenku diazotu,  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2019 oraz A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2002.

**Zadanie 6. (0–1)**

Narysuj wzór elektronowy tlenku azotu(II).

Wzór elektronowy:

**Zadanie 7.1. (0–1)**

Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji otrzymywania tlenku azotu(II) w sposób opisany w informacji do zadania.

Równanie reakcji: \_\_\_\_\_

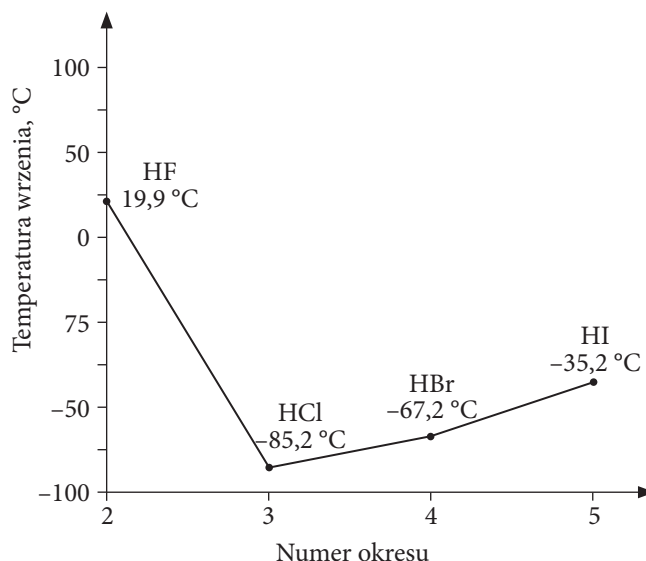






**Zadanie 17.**

Fluorowódor otrzymuje się m.in. w reakcji fluorytu,  $\text{CaF}_2$ , ze stężonym kwasem siarkowym(VI). Odznacza się on najwyższą temperaturą wrzenia spośród wszystkich fluorowcówodorów. Temperatury wrzenia fluorowcówodorów przedstawiono na poniższym wykresie.



Kwas fluorowodorowy, czyli wodny roztwór fluorowodoru, jest toksyczny, powoduje poważne oparzenia skóry oraz uszkodzenia oczu. Jego połknięcie lub wdychanie grozi śmiercią. Również rozcieńczone roztwory HF są bardzo niebezpieczne, ponieważ przenikają bez uczucia bólu przez skórę i tkanki miękkie, atakując bezpośrednio chrząstki oraz kości.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2002 oraz K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2019.

Poniżej przedstawiono piktogramy umieszczone na etykiecie  $\text{HF}_{(\text{aq})}$ , określające rodzaj zagrożenia.



I



II

**Zadanie 17.1. (0–1)**

Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji otrzymywania fluorowodoru w sposób opisany w informacji do zadania 17.

Równanie reakcji: \_\_\_\_\_

**Zadanie 17.2. (0–1)**

Przeanalizuj wykres przedstawiający temperatury wrzenia fluorowcówodorów, a następnie wyjaśnij, dlaczego HF charakteryzuje się najwyższą temperaturą wrzenia spośród wszystkich fluorowcówodorów.

Wyjaśnienie: \_\_\_\_\_



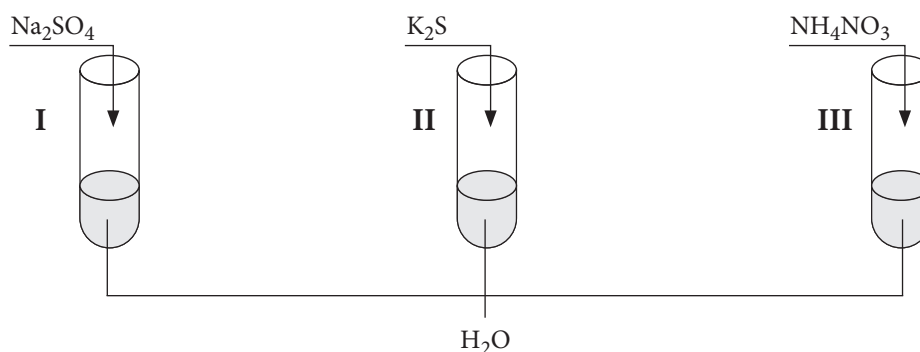
**Zadanie 17.3. (0–1)**

Na podstawie piktogramów umieszczonych na etykiecie kwasu fluorowodorowego określ rodzaj zagrożeń wynikających z użycia tej substancji w laboratorium. Uzupełnij tabelę. Wpisz oznaczenie cyfrowe odpowiedniego piktogramu i zaznacz literę wskazującą znaczenie danego piktogramu.

Warunki bezpieczeństwa	Piktogram	Rodzaj zagrożenia
Pracować w rękawicach i odzieży ochronnej. Chronić oczy i twarz. Pracować pod dygestorium. Przechowywać butelkę szczelnie zamkniętą.		A. działanie drażniące na skórę i oczy B. substancja wybuchowa C. substancja żrąca D. stwarza ostre zagrożenie dla środowiska wodnego
Pracować w rękawicach i odzieży ochronnej. Chronić oczy i twarz. Pracować pod dygestorium. Przechowywać butelkę szczelnie zamkniętą.		A. substancja utleniająca B. substancja łatwopalna C. substancja toksyczna D. substancja wybuchowa

**Informacja do zadań 18. i 19.**

Wykonano doświadczenie zilustrowane na poniższym schemacie. Po rozpuszczeniu soli zbadano odczyn każdego roztworu uniwersalnym papierkiem wskaźnikowym.

**Zadanie 18.1. (0–1)**

Określ barwę papierka uniwersalnego i odczyn roztworów powstałych w probówkach I–III podczas doświadczenia.

Numer probówki	I	II	III
Barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego			
Odczyn roztworu			

**Zadanie 18.2. (0–2)**

Napisz w formie jonowej skróconej równania reakcji zachodzących w probówkach II i III, które potwierdzają badany odczyn wodnych roztworów soli.

Probówka II: \_\_\_\_\_

Probówka III: \_\_\_\_\_



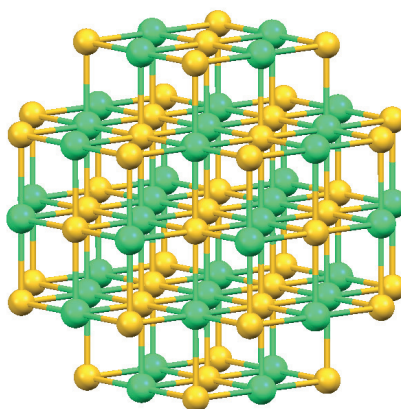
### Zadanie 22. (0-2)

Nasycony, wodny roztwór azotanu(V) potasu zawiera 12 g azotanu(V) potasu w 100 g roztworu. Oblicz stężenie molowe roztworu, wiedząc, że gęstość tego roztworu wynosi  $1,076 \text{ g/cm}^3$ .

[illegible]

### Zadanie 23.

Siarczek wapnia, CaS, w temperaturze pokojowej występuje w postaci białego krystalicznego proszku ( $T_{\text{top.}} = 2525\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $d = 2,59\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ), trudno rozpuszczalnego w wodzie. Siarczek wapnia otrzymywany jest m.in. w procesie Leblanca, gdzie stanowi produkt uboczny w reakcji uzyskiwania, na skalę przemysłową, głównego produktu – węglanu sodu. Proces Leblanca zachodzi w kilku przemianach chemicznych. W pierwszym etapie procesu chlorek sodu zostaje poddany działaniu kwasu siarkowego(VI), a uzyskany produkt reakcji – siarczan(VI) sodu wypraża się z węglem. Produktami prażenia są siarczek sodu i tlenek węgla(IV). Drugi etap procesu Leblanca prowadzi do uzyskania mieszaniny węglanu sodu i siarczku wapnia, zwanej czarnym popiołem. Mieszaninę otrzymuje się w reakcji siarczku sodu z węglanem wapnia. Siarczek wapnia tworzy białe kryształy o strukturze typu chlorku sodu (NaCl). Temperatura topnienia CaS wynosi  $2525\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



fragment sieci krystalicznej CaS

Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*,  
Warszawa 2019.

**Zadanie 23.1. (0–1)**

Zapisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji zachodzące podczas drugiego etapu procesu Leblanca.

Równanie zachodzącej reakcji:

**Zadanie 23.2. (0–1)**

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź spośród A–D i jej uzasadnienie spośród 1.– 4.

Siarczek wapnia można zaliczyć do kryształów

A.	jonowych,	ponieważ	1.	jego sieć jest złożona tylko z kationów $\text{Ca}^{2+}$ i ujemnie naładowanej, zdelokalizowanej chmury elektronowej.
B.	metalicznych,		2.	jest zbudowany z atomów połączonych wiązaniami czysto kowalencyjnymi.
C.	kowalencyjnych,		3.	w jego kryształach każdy kation $\text{Ca}^{2+}$ jest otoczony anionami $\text{S}^{2-}$ i odwrotnie: każdy anion $\text{S}^{2-}$ jest otoczony kationami $\text{Ca}^{2+}$ .
D.	molekularnych,		4.	w komórce elementarnej cząsteczki $\text{CaS}$ połączone są poprzez wiązania wodorowe.

**Zadanie 24. (0–4)**

W poniższych tabelach zamieszczone są dane dotyczące wodnych roztworów azotanu(V) sodu.

Tabela 1. Zależność rozpuszczalności azotanu(V) sodu od temperatury

Temperatura, °C	Rozpuszczalność, g/100 g wody
0	73
10	80
40	104
60	124
80	148
100	176

Na podstawie: *CRC Handbook of Chemistry and Physics 97th Edition*, CRC Press 2017.

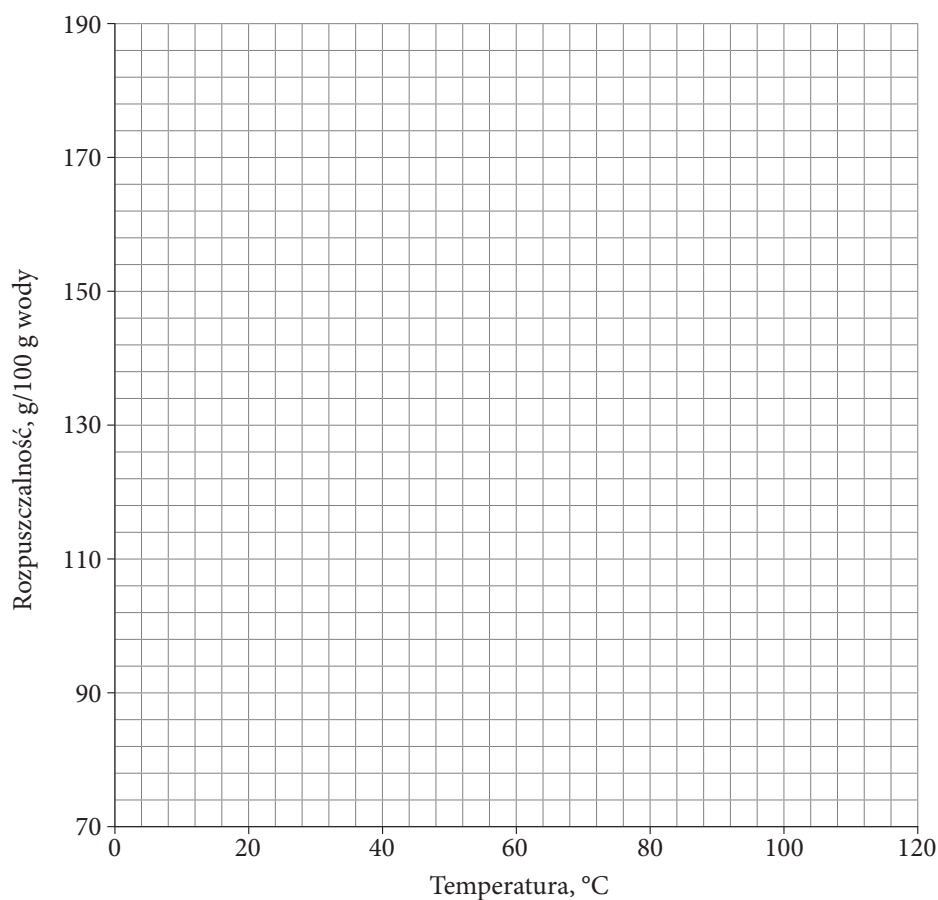
Tabela 2. Zależność gęstości roztworów azotanu(V) sodu od stężenia w 20 °C

Stężenie, % mas.	Gęstość, g·cm <sup>-3</sup>
1,0	1,0050
3,0	1,0185
6,0	1,0392
9,0	1,0603
12,0	1,0819
14,0	1,0967
18,0	1,1272
20,0	1,1429
30,0	1,2256

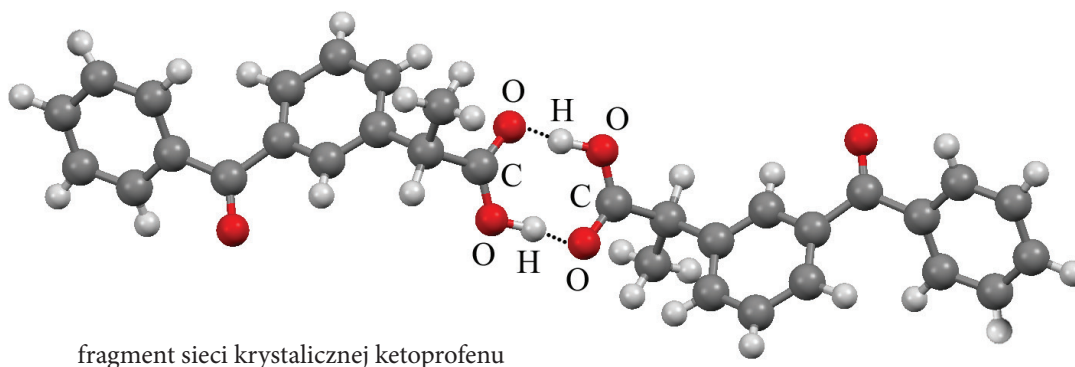
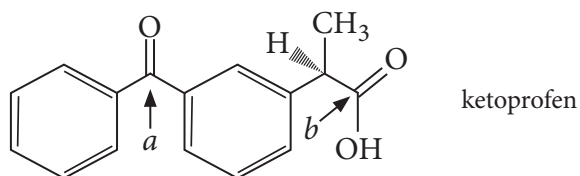
Na podstawie: *CRC Handbook of Chemistry and Physics 97th Edition*, CRC Press 2017.

Sporządzono 38 g nasyconego wodnego roztworu azotanu(V) sodu w temperaturze 293 K. W następnym etapie do roztworu dodano 50 cm<sup>3</sup> wody destylowanej.

**Na podstawie podanych informacji narysuj wykres zależności rozpuszczalności azotanu(V) sodu od temperatury. Oblicz stężenie molowe tego roztworu po dodaniu do niego 50 cm<sup>3</sup> wody destylowanej w temperaturze 293 K. Gęstość wody destylowanej w temperaturze 293 K wynosi 0,9982 g/cm<sup>3</sup>.**



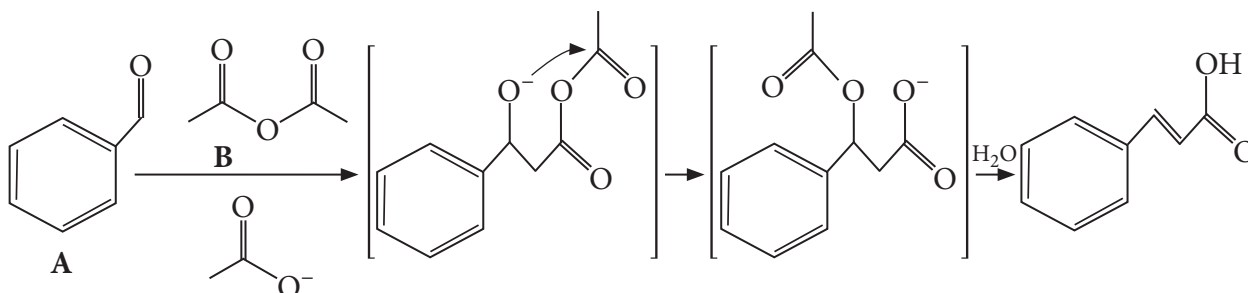
Ketoprofen to związek zbudowany z benzofenonu i kwasu propanowego. Należy on do niesteroidowych leków przeciwzapalnych. Wykazuje również działanie przeciwgorączkowe oraz przeciwbólowe. Poniżej przedstawiono wzór ketoprofenu i fragment jego sieci krystalicznej.





**Zadanie 27.**

Kwas (*E*)-cynamonowy otrzymywany jest w reakcji Perkina, przebiegającej według mechanizmu kondensacji aldolowej. Poniżej przedstawiono mechanizm tej przemiany.



Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2003.

**Zadanie 27.1. (0–1)**

Napisz wzór strukturalny izomeru geometrycznego kwasu (*Z*)-cynamonowego.

Wzór:

**Zadanie 27.2. (0–1)**

Zaznacz prawidłową nazwę systematyczną związku organicznego oznaczonego literą A użytego w reakcji.

- A. benzenokarbalddehyd
- B. benzenokarboalddehyd
- C. benzynokarboalddehyd
- D. benzenokarbialdehyd

**Zadanie 28. (0–1)**

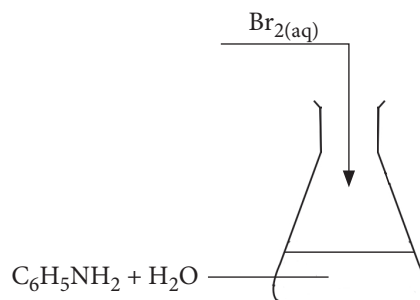
Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	W reakcji eliminacji reaktywność fluorowcopochodnych alkanów nie zależy od rzędowości atomu węgla połączonego z atomem fluorowca.	P	F
2.	Lodowaty kwas octowy to bezwodny, krystaliczny kwas etanowy.	P	F
3.	W cząsteczce kwasu propanowego wyróżnia się część hydrofobową, tj. grupę karboksylową, i część hydrofilową – grupę węglowodorową.	P	F



**Zadanie 29.**

Przeprowadzono doświadczenie, którego przebieg przedstawiono na poniższym schemacie. Dodatkowo u wylotu kolby umieszczono zwilżony wodą uniwersalny papierek wskaźnikowy.



W wyniku przeprowadzonego doświadczenia w kolbie stożkowej zaobserwowano zmiany świadczące o zajściu reakcji chemicznej.

**Zadanie 29.1. (0–1)**

**Opisz zmiany możliwe do zaobserwowania w czasie doświadczenia.**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

**Zadanie 29.2. (0–1)**

**Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji zachodzącej w kolbie stożkowej oraz określ typ (addycja, eliminacja, substytucja) oraz mechanizm (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy) reakcji zachodzącej podczas przeprowadzonego doświadczenia.**

Równanie reakcji:

\_\_\_\_\_

Typ reakcji: \_\_\_\_\_

Mechanizm reakcji: \_\_\_\_\_

**Zadanie 30. (0–2)**

**Napisz w formie cząsteczkowej równania reakcji kondensacji cząsteczki glicyny z alaniną, w wyniku której powstają dwa dipeptydy, będące względem siebie izomerami. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.**

Równanie reakcji otrzymywania dipeptydu Gly–Ala:

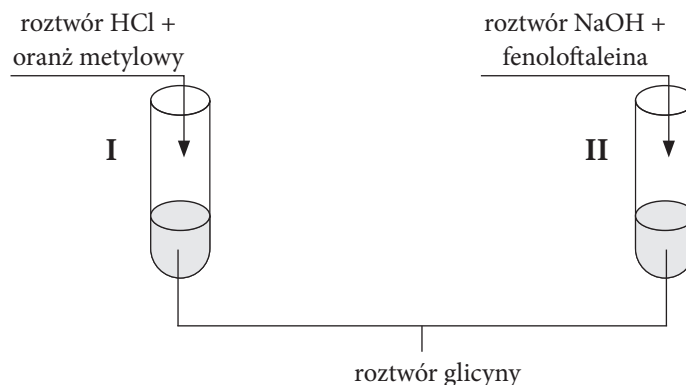
\_\_\_\_\_

Równanie reakcji otrzymywania dipeptydu Ala–Gly:

\_\_\_\_\_

**Informacja do zadań 31. i 32.**

Do dwóch probówek wprowadzono bezbarwny wodny roztwór glicyny. Do probówki I dodawano kroplami roztwór kwasu chlorowodorowego w obecności oranżu metylowego jako wskaźnika, a do probówki II dodawano kroplami wodny roztwór wodorotlenku sodu z dodatkiem fenoloftaleiny. W obu probówkach zaobserwowano zmianę barwy wskaźników. Przebieg doświadczenia zilustrowano na poniższym schemacie.

**Zadanie 31. (0–1)**

**Zapisz równanie reakcji powstawania jonu obojnego glicyny.**

Równanie reakcji:

**Zadanie 32. (0–3)**

**Stosując wzór jonu obojnego glicyny, napisz w formie jonowej skróconej równania reakcji zachodzących w probówkach I i II. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych. Na podstawie wyników przeprowadzonego doświadczenia sformułuj wniosek dotyczący właściwości glicyny.**

Probówka I:

Probówka II:

Wniosek:

**BRUDNOPIS**  
(nie podlega ocenie)

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, equal-sized squares formed by thin gray lines. There are 20 columns and 20 rows of squares, creating a total area of 400 small squares. The grid covers the entire page except for a narrow white border around the edges.

**KARTA ODPOWIEDZI****WYPEŁNIA UCZEŃ**

PESEL

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Kod ucznia

--	--	--

**WYPEŁNIA NAUCZYCIEL**

Nr zad.	Liczba punktów		
	0	1	2
1.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nr zad.	Liczba punktów				
	0	1	2	3	4
18.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
18.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
23.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
23.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
25.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
27.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
27.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
29.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
29.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

SUMA PUNKTÓW: \_\_\_\_\_

WARTOŚCI STAŁEJ DYSOCJACJI WYBRANYCH KWASÓW I ZASAD W TEMPERATURZE 25 °C				
Kwasy nieorganiczne				
Wzór kwasu	Nazwa	Etap	$K_a$	$pK_a$
HF	kwas fluorowodorowy		$6,31 \cdot 10^{-4}$	3,20
HCl	kwas chlorowodorowy		$10^7$	-7,0
HBr	kwas bromowodorowy		$10^9$	-9,0
HI	kwas jodowodorowy		$10^{10}$	-10,0
H <sub>2</sub> S	kwas siarkowodorowy	1	$8,91 \cdot 10^{-8}$	7,05
		2	$10^{-19}$	19,0
H <sub>2</sub> Se	kwas selenowodorowy	1	$1,29 \cdot 10^{-4}$	3,89
		2	$10^{-11}$	11,0
H <sub>2</sub> Te	kwas tellurowodorowy	1	$1,51 \cdot 10^{-3}$	2,6
		2	$10^{-11}$	11,0
HClO	kwas chlorowy(I)		$3,98 \cdot 10^{-8}$	7,40
HClO <sub>2</sub>	kwas chlorowy(III)		$1,15 \cdot 10^{-2}$	1,94
HNO <sub>2</sub>	kwas azotowy(III)		$5,62 \cdot 10^{-4}$	3,25
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	kwas siarkowy(IV)	1	$1,41 \cdot 10^{-2}$	1,85
		2	$6,31 \cdot 10^{-8}$	7,20
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	kwas siarkowy(VI)	2	$1,02 \cdot 10^{-2}$	1,99
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	kwas borowy	1	$5,37 \cdot 10^{-10}$	9,27
		2	$10^{-14}$	14,0
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	kwas ortoarsenowy(V)	1	$5,50 \cdot 10^{-3}$	2,26
		2	$1,74 \cdot 10^{-7}$	6,76
		3	$5,13 \cdot 10^{-12}$	11,29
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	kwas ortofosforowy(V)	1	$6,92 \cdot 10^{-3}$	2,16
		2	$6,17 \cdot 10^{-8}$	7,21
		3	$4,79 \cdot 10^{-13}$	12,32
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	kwas ortokrzemowy	1	$1,26 \cdot 10^{-10}$	9,9
		2	$1,58 \cdot 10^{-12}$	11,8
		3	$10^{-12}$	12,0
		4	$10^{-12}$	12,0
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	kwas węglowy	1	$4,47 \cdot 10^{-7}$	6,35
		2	$4,68 \cdot 10^{-11}$	10,33
Kwasy organiczne				
H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	kwas szczawiowy	1	$5,62 \cdot 10^{-2}$	1,25
		2	$1,55 \cdot 10^{-4}$	3,81
HCOOH	kwas mrówkowy		$1,78 \cdot 10^{-4}$	3,75
CH <sub>3</sub> COOH	kwas octowy		$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,756
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	kwas propanowy		$1,35 \cdot 10^{-5}$	4,87
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	kwas benzoesowy		$6,25 \cdot 10^{-5}$	4,20
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	fenol		$1,02 \cdot 10^{-10}$	9,99

Zasady			
Wzór zasady	Nazwa	$K_b$	$pK_b$
$NH_3$	amoniak	$1,78 \cdot 10^{-5}$	4,75
$CH_3NH_2$	metanoamina	$4,57 \cdot 10^{-4}$	3,34
$CH_3CH_2NH_2$	etanoamina	$4,47 \cdot 10^{-4}$	3,35
$CH_3CH_2CH_2NH_2$	propano-1-amina	$3,47 \cdot 10^{-4}$	3,46
$(CH_3)_2NH$	<i>N</i> -metylometanoamina	$5,37 \cdot 10^{-4}$	3,27
$(CH_3)_3N$	<i>N,N</i> -dimetylometanoamina	$6,31 \cdot 10^{-5}$	4,20
$C_6H_5NH_2$	anilina	$7,41 \cdot 10^{-10}$	9,13

TABELA WARTOŚCI LOGARYTMÓW DZIESIĘTNYCH							
$x$	$\log x$	$x$	$\log x$	$x$	$\log x$	$x$	$\log x$
<b>0,01</b>	−2,000	<b>0,26</b>	−0,585	<b>0,51</b>	−0,292	<b>0,76</b>	−0,119
<b>0,02</b>	−1,699	<b>0,27</b>	−0,569	<b>0,52</b>	−0,284	<b>0,77</b>	−0,114
<b>0,03</b>	−1,523	<b>0,28</b>	−0,553	<b>0,53</b>	−0,276	<b>0,78</b>	−0,108
<b>0,04</b>	−1,398	<b>0,29</b>	−0,538	<b>0,54</b>	−0,268	<b>0,79</b>	−0,102
<b>0,05</b>	−1,301	<b>0,30</b>	−0,523	<b>0,55</b>	−0,260	<b>0,80</b>	−0,097
<b>0,06</b>	−1,222	<b>0,31</b>	−0,509	<b>0,56</b>	−0,252	<b>0,81</b>	−0,092
<b>0,07</b>	−1,155	<b>0,32</b>	−0,495	<b>0,57</b>	−0,244	<b>0,82</b>	−0,086
<b>0,08</b>	−1,097	<b>0,33</b>	−0,481	<b>0,58</b>	−0,237	<b>0,83</b>	−0,081
<b>0,09</b>	−1,046	<b>0,34</b>	−0,469	<b>0,59</b>	−0,229	<b>0,84</b>	−0,076
<b>0,10</b>	−1,000	<b>0,35</b>	−0,456	<b>0,60</b>	−0,222	<b>0,85</b>	−0,071
<b>0,11</b>	−0,959	<b>0,36</b>	−0,444	<b>0,61</b>	−0,215	<b>0,86</b>	−0,066
<b>0,12</b>	−0,921	<b>0,37</b>	−0,432	<b>0,62</b>	−0,208	<b>0,87</b>	−0,060
<b>0,13</b>	−0,886	<b>0,38</b>	−0,420	<b>0,63</b>	−0,201	<b>0,88</b>	−0,056
<b>0,14</b>	−0,854	<b>0,39</b>	−0,409	<b>0,64</b>	−0,194	<b>0,89</b>	−0,051
<b>0,15</b>	−0,824	<b>0,40</b>	−0,398	<b>0,65</b>	−0,187	<b>0,90</b>	−0,046
<b>0,16</b>	−0,796	<b>0,41</b>	−0,387	<b>0,66</b>	−0,180	<b>0,91</b>	−0,041
<b>0,17</b>	−0,770	<b>0,42</b>	−0,377	<b>0,67</b>	−0,174	<b>0,92</b>	−0,036
<b>0,18</b>	−0,745	<b>0,43</b>	−0,367	<b>0,68</b>	−0,167	<b>0,93</b>	−0,032
<b>0,19</b>	−0,721	<b>0,44</b>	−0,357	<b>0,69</b>	−0,161	<b>0,94</b>	−0,027
<b>0,20</b>	−0,699	<b>0,45</b>	−0,347	<b>0,70</b>	−0,155	<b>0,95</b>	−0,022
<b>0,21</b>	−0,678	<b>0,46</b>	−0,337	<b>0,71</b>	−0,149	<b>0,96</b>	−0,018
<b>0,22</b>	−0,658	<b>0,47</b>	−0,328	<b>0,72</b>	−0,143	<b>0,97</b>	−0,013
<b>0,23</b>	−0,638	<b>0,48</b>	−0,319	<b>0,73</b>	−0,137	<b>0,98</b>	−0,009
<b>0,24</b>	−0,620	<b>0,49</b>	−0,310	<b>0,74</b>	−0,131	<b>0,99</b>	−0,004
<b>0,25</b>	−0,602	<b>0,50</b>	−0,301	<b>0,75</b>	−0,125	<b>1,00</b>	0,000

POTENCJAŁ STANDARDOWY REDUKCJI			
Równanie reakcji	$E^\circ$ , V	Równanie reakcji	$E^\circ$ , V
$\text{Ag}^+ + e \rightleftharpoons \text{Ag}$	0,800	$2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2$	0,000
$\text{AgBr} + e \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Br}^-$	0,071	$2\text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,828
$\text{AgCl} + e \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Cl}^-$	0,222	$\text{Hg}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Hg}$	0,851
$\text{Au}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Au}$	1,498	$\text{I}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	0,536
$\text{Al}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Al}$	-1,676	$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6e \rightleftharpoons \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,085
$\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3e \rightleftharpoons \text{Al} + 4\text{OH}^-$	-2,310	$\text{K}^+ + e \rightleftharpoons \text{K}$	-2,931
$\text{Ba}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ba}$	-2,912	$\text{Li}^+ + e \rightleftharpoons \text{Li}$	-3,040
$\text{Be}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Be}$	-1,847	$\text{Mg}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2,372
$\text{Bi}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Bi}$	0,308	$\text{Mn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1,185
$\text{Br}_2(\text{c}) + 2e \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	1,066	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,224
$\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6e \rightleftharpoons \text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,423	$\text{MnO}_4^- + e \rightleftharpoons \text{MnO}_4^{2-}$	0,558
$\text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6e \rightleftharpoons \text{Br}^- + 6\text{OH}^-$	0,610	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,507
$\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{HCOOH}$	-0,199	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	0,595
$\text{Ca}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2,868	$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	0,600
$\text{Cd}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cd}$	-0,403	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,957
$\text{Cd}(\text{OH})_4^{2-} + 2e \rightleftharpoons \text{Cd} + 4\text{OH}^-$	-0,658	$2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	0,803
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2e \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	1,358	$\text{Na}^+ + e \rightleftharpoons \text{Na}$	-2,710
$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6e \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,451	$\text{Ni}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0,257
$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6e \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 6\text{OH}^-$	0,620	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	0,695
$\text{Co}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Co}$	-0,280	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1,229
$\text{Co}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	1,920	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	0,401
$\text{Cr}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0,913	$\text{Pb}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0,126
$\text{Cr}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$	-0,407	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,455
$\text{Cr}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0,744	$\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	1,691
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1,360	$\text{PbSO}_4 + 2e \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0,359
$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3e \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	-0,130	$\text{Pt}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pt}$	1,180
$\text{Cs}^+ + e \rightleftharpoons \text{Cs}$	-3,026	$\text{Rb}^+ + e \rightleftharpoons \text{Rb}$	-2,980
$\text{Cu}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cu}$	0,342	$\text{S} + 2e \rightleftharpoons \text{S}^{2-}$	-0,476
$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons 2\text{Cu} + 2\text{OH}^-$	-0,360	$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,930
$2\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2e \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$	-0,080	$\text{Sn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sn}$	-0,138
$\text{F}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{F}^-$	2,866	$\text{Sn}^{4+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	0,151
$\text{Fe}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,447	$\text{Sr}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sr}$	-2,899
$\text{Fe}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,037	$\text{Zn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0,762
$\text{Fe}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	0,771	$\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2e \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1,199

ROZPUSTCZALNOŚĆ SOLI I WODOROTLENKÓW W WODZIE W TEMPERATURZE 25 °C, g/(100 g H <sub>2</sub> O)												
Jon	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	OH <sup>-</sup>
Ag <sup>+</sup>	T	T	T	R (235)	S (1,0) <sup>20 °C</sup>	T	T	S (0,8)	T	T	T	T → d
Al <sup>3+</sup>	R (45,1)	R → d	R → d	R (68,9)	d	d	—	R (38,5)	—	T	T	T
Ba <sup>2+</sup>	R (37,0)	R (100)	R (221)	R (10,3)	R (79,2)	R → d	T	T	T	T	T	R (4,9)
Ca <sup>2+</sup>	R (81,3)	R (156)	R (216)	R (144)	R (34,7)	T → d	T	S (0,2)	T	S (2,0)	T	S (0,2)
Cr <sup>3+</sup>	R	R	R	R (81,2)	R	T → d	—	R (64)	—	T	T	T
Cu <sup>2+</sup>	R (75,8)	R (126)	—	R (145)	R (6,8)	T	T	R (22)	T → d	T	T	T
Fe <sup>2+</sup>	R (65,0)	R (120)	R	R (87,2)	R	T	T	R (29,5)	T	—	T	T
Fe <sup>3+</sup>	R (91,2)	R (455)	d	R (87,5)	—	d	—	R (440)	—	T	T	T
K <sup>+</sup>	R (35,5)	R (67,8)	R (148)	R (38,3)	R (269)	R → d	R (106)	R (12,0)	R (111)	R (65,0)	R (106)	R (121)
Mg <sup>2+</sup>	R (56,0)	R (102)	R (146)	R (71,2)	R (65,6)	d	S (0,5)	R (35,7)	T	R (54,8)	T	T
Mn <sup>2+</sup>	R (77,3)	R (151)	R → d	R (161)	R (49)	T	T	R (63,7)	T	T	T	T
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	R (39,6)	R (78,3)	R (178)	R (213)	R (148)	d	R (64,2)	R (76,4)	R → d	R (37,4)	R (18,3)	R (44,9)
Na <sup>+</sup>	R (35,9)	R (94,6)	R (184)	R (91,2)	R (50,5)	R (20,6)	R (30,7)	R (28,1)	R (30,7)	R (87,6)	R (14,4)	R (100)
Pb <sup>2+</sup>	S (1,1)	S (1,0)	S (0,1)	R (59,7)	R (44,3)	T	T	T	T	T	T	T
Sn <sup>2+</sup>	R (178) <sup>10 °C</sup>	R (85) <sup>0 °C</sup>	S (0,98)	R → d	—	T	—	R (18,8)	—	—	T	T
Zn <sup>2+</sup>	R (408)	R (488)	R (438)	R (120)	R (30,0)	T	S (0,2)	R (57,7)	T	R (3,1)	T	T

**R** – substancja dobrze rozpuszczalna (>2 g/100 g H<sub>2</sub>O); **S** – substancja średnio rozpuszczalna (0,1 g–2 g/100 g H<sub>2</sub>O); **T** – substancja trudno rozpuszczalna (<0,1 g/100 g H<sub>2</sub>O); **d** – związek ulega rozkładowi w wodzie; (—) związek jest nietrwały, nie został otrzymany lub brak jest danych.



# UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 1,0079 <b>H</b> wódr I	2 6,941 <b>Li</b> lit I	3 22,990 <b>Na</b> sód I	4 39,098 <b>K</b> potas I	5 85,468 <b>Rb</b> rubid I	6 132,91 <b>Cs</b> cez I	7 223 <b>Fr</b> frans I	8 40,078 <b>Ca</b> wapń II	9 87,62 <b>Sr</b> stront II	10 137,33 <b>Ba</b> bar II	11 138,91 <b>La</b> lantan III	12 138,91 <b>Ac</b> aktyn III	13 4,0026 <b>He</b> hel 0	14 12,011 <b>C</b> węgiel -IV, -II, IV	15 14,007 <b>N</b> azot -III, III, IV, V	16 15,999 <b>O</b> tlen -II, -I	17 18,998 <b>F</b> fluor -I	18 20,180 <b>Ne</b> neon 0
19 39,098 <b>K</b> potas I	20 40,078 <b>Ca</b> wapń II	21 44,956 <b>Sc</b> skand II, III	22 47,867 <b>Ti</b> tytan II, III, IV	23 50,942 <b>V</b> wanad III, IV, V	24 51,996 <b>Cr</b> chrom II, III, VI	25 51,996 <b>Cr</b> chrom II, III, VI	26 55,845 <b>Fe</b> żelazo II, III	27 58,933 <b>Co</b> kobalt II, III	28 58,693 <b>Ni</b> nikiel II, III	29 63,546 <b>Cu</b> miedź I, II	30 65,409 <b>Zn</b> cynk II	31 69,723 <b>Ga</b> gal III	32 72,64 <b>Ge</b> german II, IV	33 74,922 <b>As</b> arsen -III, III, V	34 78,96 <b>Se</b> selen -II, IV, VI	35 79,904 <b>Br</b> brom -I, IV, V, VII	36 83,798 <b>Kr</b> krypton 0
37 85,468 <b>Rb</b> rubid I	38 87,62 <b>Sr</b> stront II	39 88,906 <b>Y</b> itr III	40 91,224 <b>Zr</b> cyrkon II, III, IV	41 92,906 <b>Nb</b> niob IV, V	42 95,94 <b>Mo</b> molibden II, III, VI	43 98 <b>Tc</b> technet VII	44 101,07 <b>Ru</b> ruten IV, VIII	45 102,91 <b>Rh</b> rod III, VI	46 106,42 <b>Pd</b> pallad II, IV	47 107,87 <b>Ag</b> srebro I, II	48 112,41 <b>Cd</b> kadm II	49 114,82 <b>In</b> ind III	50 118,71 <b>Sn</b> cyna II, IV	51 121,76 <b>Sb</b> antymon -III, III, V	52 127,60 <b>Te</b> tellur -II, IV, VI	53 126,90 <b>I</b> jod -I, V, VII	54 131,29 <b>Xe</b> ksenon 0
55 132,91 <b>Cs</b> cez I	56 137,33 <b>Ba</b> bar II	57 138,91 <b>La</b> lantan III	58 140,12 <b>Ce</b> cer III, IV	59 140,91 <b>Pr</b> prazeodym III, IV	60 144,24 <b>Nd</b> neodym III	61 145 <b>Pm</b> promet III	62 150,36 <b>Sm</b> samar II, III	63 151,96 <b>Eu</b> europ II, III	64 157,25 <b>Gd</b> gadolin III	65 158,93 <b>Tb</b> terb III, IV	66 162,50 <b>Dy</b> dysproz III	67 164,93 <b>Ho</b> holm III	68 167,26 <b>Er</b> erb III	69 168,93 <b>Tm</b> tul II, III	70 173,04 <b>Yb</b> iterb II, III	71 174,97 <b>Lu</b> lutet III	72 175,08 <b>Hf</b> hafn II, III, IV
73 180,95 <b>Ta</b> tantal IV, V	74 183,84 <b>W</b> wolfram II, III, VI	75 186,21 <b>Re</b> ren IV, VI, VII	76 190,23 <b>Os</b> osm VI, VIII	77 192,22 <b>Ir</b> iryd III, IV, VI	78 195,08 <b>Pt</b> platyna II, IV, VI	79 196,97 <b>Au</b> złoto I, III	80 200,59 <b>Hg</b> rtęć I, II	81 204,38 <b>Tl</b> tal I, III	82 207,2 <b>Pb</b> ołów II, IV	83 208,98 <b>Bi</b> bismut III, V	84 209 <b>Po</b> polon II, IV	85 210 <b>At</b> astat I, V, VII	86 222 <b>Rn</b> radon 0	87 223 <b>Fr</b> frans I	88 226 <b>Ra</b> rad II	89 227 <b>Ac</b> aktyn III	90 232,04 <b>Th</b> tor II, III, IV
91 231,04 <b>Pa</b> protaktyn III, IV, V, VI	92 238,03 <b>U</b> uran III, IV, V, VI	93 237 <b>Np</b> neptun III, IV, V, VI	94 244 <b>Pu</b> pluton III, IV, V, VI	95 243 <b>Am</b> ameryk III, IV, V, VI	96 247 <b>Cm</b> kiur III, IV	97 247 <b>Bk</b> berkel III	98 251 <b>Cf</b> kaliforn III	99 252 <b>Es</b> einstein III	100 257 <b>Fm</b> ferm III	101 258 <b>Md</b> mendelew III	102 259 <b>No</b> nobel III	103 262 <b>Lr</b> lorens III	104 263 <b>Rf</b> rutherford II, III, IV	105 263 <b>Db</b> dubn II, III, IV	106 263 <b>Sg</b> seaborg II, III, IV	107 263 <b>Bh</b> bohr II, III, IV	108 269 <b>Hs</b> has II, III, IV
109 271 <b>Mt</b> meitner III, IV, V, VI	110 281 <b>Ds</b> darmstadt II, III, IV	111 281 <b>Rg</b> roentgen III, IV	112 285 <b>Cn</b> kopernik III, IV	113 286 <b>Nh</b> nihon III, IV	114 289 <b>Fl</b> flerow II, III, IV	115 289 <b>Mc</b> moskow II, III, IV	116 293 <b>Lv</b> liwermor II, III, IV	117 294 <b>Ts</b> tenes II, III, IV	118 294 <b>Og</b> oganeson II, III, IV	119 295 <b>Uu</b> unbin II, III, IV	120 295 <b>Uub</b> unbin II, III, IV	121 295 <b>Uut</b> unbin II, III, IV	122 295 <b>Uuq</b> unbin II, III, IV	123 295 <b>Uup</b> unbin II, III, IV	124 295 <b>Uuh</b> unbin II, III, IV	125 295 <b>Uus</b> unbin II, III, IV	126 295 <b>Uu8</b> unbin II, III, IV

masa atomowa, u — 51,996 — 17 — elektroujemność (wg Paulinga)  
 liczba atomowa — 24 — symbol chemiczny  
 nazwa pierwiastka — chrom — kolor: czarny — gazy  
 stopnie utlenienia — II, III, VI — czerwony — ciała stałe  
 w związkach chemicznych — niebieski — ciecze  
 [223] — liczba masowa najtrwalszego izotopu

metale  
 niemetal  
 gazy szlachetne

Pierwiastki 112–118 – właściwości przewidywane na podstawie obliczeń i eksperymentów