



OKRĘGOWA  
KOMISJA  
EGZAMINACYJNA  
w KRAKOWIE

# MATURA PRÓBNA 2002

## CHEMIA

### ZADANIA

#### Informacje dla uczniów przystępujących do próbnego pisemnego egzaminu dojrzałości z chemii

- ✓ Zestaw zawiera 5 zadań, z których należy wybrać trzy i ich rozwiązania przedstawić do oceny. W arkuszu odpowiedzi należy wskazać numery zadań podając: „*wyбираm zadania nr .....*”.
- ✓ Każde zadanie zawiera:
  - polecenia oznaczone literami **A, B,.....** przeznaczone do rozwiązania przez wszystkich zdających,
  - polecenia oznaczone gwiazdką (**np. G\***) - przeznaczone do rozwiązania obok poleceń A, B .... przez zdających, którzy realizowali chemię w wymiarze mniejszym niż 8 godzin w cyklu kształcenia, np. klasy o profilu ogólnym; (zestaw poleceń w jednym zadaniu obejmuje polecenia A, B, .... G\*, H\*.... oraz nie obejmuje poleceń oznaczonych dwoma gwiazdkami: G\*\*, H\*\*...).
  - polecenia oznaczone dwoma gwiazdkami (**np. G\*\***) przeznaczone do rozwiązania obok poleceń A, B ..... przez zdających z klas, w których chemia realizowana była w wymiarze minimum 8 godzin w cyklu kształcenia, np. klasy o profilu biologiczno-chemicznym; (zestaw poleceń w jednym zadaniu obejmuje polecenia A, B, .... G\*\*, H\*\*..... i nie obejmuje zadań G\*, H\*...).
- ✓ Za pełne, poprawne rozwiązanie każdego zadania (rozwiązanie poleceń np. A, B, .... G\*, H\*.....) można uzyskać łącznie 30 punktów.
- ✓ Podczas rozwiązywania zadań należy używać poprawnego języka chemicznego, prezentować tok rozumowania, a w zadaniach rachunkowych pamiętać o jednostkach.
- ✓ Nie należy używać korektorów, ani czerwonego lub zielonego atramentu lub tuszu, gdyż są one zarezerwowane dla komisji egzaminacyjnych i egzaminatorów.
- ✓ Czas przeznaczony na rozwiązywanie zadań – 5 godzin (300 minut).
- ✓ Podczas rozwiązywania zadań można korzystać z załączonych tablic i kalkulatora.

**Zadanie 1**

- A. W oparciu o teorię Arrheniusa podaj definicję kwasów. Napisz równania dysocjacji kwasu solnego, siarkowego(VI) i octowego (etanowego). Podaj nazwy powstających anionów.
- B. Dla kwasu solnego, siarkowego(VI) i octowego napisz po trzy różne równania reakcji (w sumie 9 równań), które wskazują na podobieństwa pomiędzy tymi związkami.
- C. Wodne roztwory soli wymienionych kwasów wykazują różny odczyn w zależności od rodzaju kationu. Pisząc odpowiednie równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej skróconej podaj jakiego odczynu spodziewasz się dla soli cynku z trzema wymienionymi uprzednio kwasami.
- D. Napisz równanie reakcji kwasu octowego z alkoholem metylowym. Określ do jakiej grupy związków należy organiczny produkt tej reakcji. Podaj nazwę tego związku. Wzory związków organicznych należy pisać w postaci półstrukturalnej.
- E. W wyniku reakcji 100 cm<sup>3</sup> wodnego roztworu siarczanu(VI) sodu z nadmiarem chlorku baru wytrąciło się 2,33 g soli. W reakcji 100 cm<sup>3</sup> roztworu węglanu sodu z nadmiarem kwasu octowego wydzielilo się 0,112 dm<sup>3</sup> gazu (warunki normalne). Zapisz równania obu reakcji i oblicz stężenia molowe roztworów soli sodowych użytych do tych doświadczeń, zakładając że obie reakcje zachodzą z wydajnością 100%.
- F\*. Oblicz stężenie jonów H<sup>+</sup> w 0,1 molowym roztworze kwasu HX, wiedząc że stopień dysocjacji kwasu w tym roztworze wynosi  $\alpha = 0,4\%$ .
- F\*\*. Kwasy wieloprotonowe oprócz soli obojętnych tworzą wodorosole. Podaj wzór i nazwę wodorosoli i obojętnej soli wapniowej kwasu siarkowego(VI).
- G\*. Kwas octowy można otrzymać między innymi utleniając etanal tlenkiem miedzi(II). Napisz równanie tej reakcji i oblicz ile gramów kwasu można otrzymać, jeżeli utleniono 2,2 g etanalu (wydajność reakcji wynosi 100%).
- G\*\*. Oblicz stężenie jonów H<sup>+</sup> w 0,1 molowym roztworze kwasu HX. Stała dysocjacji tego kwasu,  $K_D = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .
- H\*. W probówce znajduje się roztwór Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Korzystając z tablic rozpuszczalności zaproponuj przebieg doświadczenia, w wyniku którego wytrąci się osad związku zawierający anion tej soli. Opisz przebieg tego doświadczenia oraz w postaci cząsteczkowej i jonowej skróconej napisz równanie odpowiedniej reakcji.
- H\*\*. W oparciu o teorię Brönsteda podaj definicję kwasów ilustrując ją jednym przykładem.

**Zadanie 2**

Poniżej podano wzory dwóch soli nieorganicznych i dwóch soli organicznych:



- A. Podaj nazwy wymienionych soli.
- B. Napisz po jednym równaniu reakcji otrzymywania tych soli, pamiętając o tym, aby każdą z wymienionych soli otrzymać inną metodą.
- C. Określ odczyn wodnych roztworów i napisz odpowiednie równania reakcji (lub zaznacz, że reakcja nie zachodzi), które wskazują, jaki jest odczyn wodnych roztworów tych soli.
- D. Oblicz, w ilu gramach stałego  $MgSO_4$  znajduje się tyle samo jonów, co w 14,2 gramach  $(CH_3COO)_2Mg$ .
- E\*. W probówce znajduje się wodny roztwór  $AlCl_3$ . Korzystając z tablicy rozpuszczalności zaproponuj przebieg doświadczenia w wyniku którego:
- wytrąci się osad związku zawierającego kation  $Al^{3+}$ ,
  - wytrąci się osad związku zawierającego anion  $Cl^-$ .
- Opisz przebieg tego doświadczenia oraz napisz równania odpowiednich reakcji chemicznych w formie cząsteczkowej i jonowej.
- E\*\*. Pisząc odpowiednie równania reakcji przebiegających na katodzie i anodzie przedstaw przebieg elektrolizy stopionego  $MgCl_2$  i wodnego roztworu  $(CH_3COO)_2Mg$ .
- F\*. Przeprowadzono cykl reakcji przedstawionych na poniższym schemacie:
- $$Mg \longrightarrow MgO \longrightarrow MgCl_2$$
- Napisz równania tych reakcji. Oblicz, ile gramów  $MgCl_2$  można otrzymać z 48 gramów magnezu, zakładając 75% wydajność obu procesów.
- F\*\*. Jedną z metod ilościowego oznaczania zawartości jonów wapnia opiera się na pomiarze masy osadu trudno rozpuszczalnej soli – szczawianu (etanodionianu) wapnia. Oblicz, ile mg  $Ca^{2+}$  zawierała badana próbka, jeżeli po dodaniu do tej próbki nadmiaru kwasu szczawowego otrzymano 1,28 g trudno rozpuszczalnej soli.
- G\*. Napisz równanie reakcji otrzymywania palmitynianu sodu z tłuszczu – tripalmitynianu gliceryny. W zapisie równania używaj wzorów półstrukturalnych związków organicznych. Napisz wzory i podaj nazwy dwóch innych soli zaliczanych do mydeł. Wyjaśnij w oparciu o odpowiednie równanie reakcji, dlaczego proces mycia i prania w wodzie zawierającej jony  $Ca^{2+}$  i  $Mg^{2+}$  (w tzw. wodzie twardej) jest utrudniony.
- G\*\*. Korzystając z szeregu napięciowego metali uzupełnij poniższe schematy, pisząc odpowiednie równania reakcji zachodzących w roztworach wodnych lub zaznacz, że reakcja nie zachodzi.
- $$ZnCl_2 + Cu \longrightarrow$$
- $$CuCl_2 + Zn \longrightarrow$$
- $$(CH_3COO)_2Pb + Ag \longrightarrow$$
- $$CH_3COOAg + Fe \longrightarrow$$
- Oblicz SEM ogniwa o schemacie  $Pb | Pb^{2+} || Cu^{2+} | Cu$  w warunkach standardowych. Napisz równania reakcji zachodzących na anodzie i katodzie tego ogniwa.

**Zadanie 3**

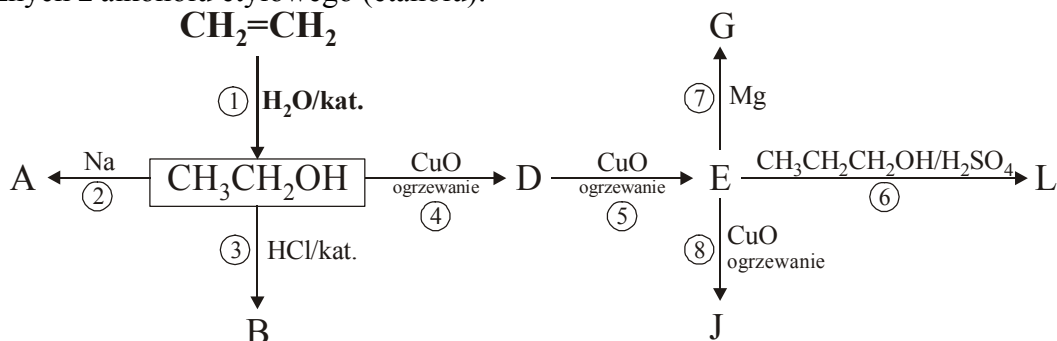
Poniżej przedstawiono szereg problemów związanych z właściwościami fosforu.

- A. Fosfor otrzymuje się ogrzewając ortofosforan(V) wapnia z tlenkiem krzemu(IV) i węglem w piecach elektrycznych bez dostępu powietrza. Otrzymuje się wtedy fosfor w postaci pary ( $P_4$ ), tlenek węgla(II) i metakrzemian wapnia ( $CaSiO_3$ ).  
Napisz równanie powyższej reakcji oraz oblicz, ile kg fosforu można otrzymać z 1 tony minerałów fosforanowych zawierających 60% fosforanu(V) wapnia. Należy przyjąć, że wydajność reakcji wynosi 100%.
- B. Fosfor biały ( $P_4$ ) jest bardzo aktywny. Reaguje on na przykład z roztworem siarczanu(VI) miedzi(II). W reakcji tej powstaje wolna miedź, a także kwas siarkowy(VI) i kwas ortofosforowy(V). Napisz równanie tej reakcji. Wśród substratów należy uwzględnić wodę.
- C. Fosfor spalany na powietrzu tworzy  $P_4O_{10}$ , który w reakcji z wodą tworzy kwas ortofosforowy(V). Kwas ten można również otrzymać działając na ortofosforan(V) wapnia kwasem siarkowym(VI).  
Napisz 3 równania opisanych reakcji oraz zaproponuj wyjaśnienie dlaczego kwas ortofosforowy(V) można otrzymać działając  $H_2SO_4$  na ortofosforany(V).
- D. Sole kwasu ortofosforowego(V) są stosowane jako nawozy sztuczne. Jednym z nich jest tzw. superfosfat podwójny o wzorze  $Ca(H_2PO_4)_2$ . Oblicz zawartość % fosforu w tym związku.
- E. Fosfor tworzy różne odmiany alotropowe. Zdefiniuj na czym polega zjawisko alotropii i wymień dwa inne pierwiastki tworzące takie odmiany – podaj nazwy tych pierwiastków i ich odmian alotropowych.
- F\*. Znanym nawozem sztucznym jest także precipitat o wzorze  $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ . Oblicz, ile kg tego nawozu należy użyć, aby dostarczyć glebie 142 kg fosforu.
- F\*\*. Innym fosforanowym nawozem sztucznym jest precipitat czyli ortowodorofosforan(V) wapnia — woda 1/2. Oblicz, ile kg precipitatu uzupełni roczny ubytek fosforu z 1 hektara gleby wynoszący 710 kg na hektar.
- G\*. Ortofosforan(V) srebra to sól praktycznie nierozpuszczalna w wodzie. Opisz doświadczenie, w wyniku którego otrzymamy osad wyżej wymienionej soli. W formie cząsteczkowej i jonowej skróconej napisz odpowiednie równania reakcji.
- G\*\*. Tłuszcze złożone to grupa związków zróżnicowana pod względem struktury i funkcji. Jedną z grup tych związków stanowią fosfolipidy, występujące między innymi we wszystkich błonach biologicznych. Jedną z grup fosfolipidów stanowią fosfoglicerydy, czyli związki pochodzące od glicerolu, w którym 2 grupy hydroksylowe są zestryfikowane kwasami tłuszczowymi, a jedna kwasem ortofosforowym(V) lub jego pochodnymi.  
Napisz wzór półstrukturalny fosfolipidu, w którym 2 grupy  $-OH$  zareagowały z kwasem stearynowym a jedna z kwasem ortofosforowym(V).
- H\*. Kwas ortofosforowy(V) oprócz metod wymienionych w punkcie C można otrzymać działając na fosfor ( $P_4$ ) parą wodną. Oprócz kwasu w tej reakcji powstaje wodór.  
Napisz równanie tej reakcji i oblicz, ile  $dm^3$  powstającego gazu (warunki normalne) wydzielili się w tej reakcji, jeżeli przereagowało 24,8 g fosforu a wydajność tej reakcji wynosi 100%.
- H\*\*. Fosfor reagując z wodorem tworzy fosforiak  $PH_3$ . Związek ten można otrzymać również działając gorącym roztworem  $KOH$  na fosfor ( $P_4$ ). Powstaje wtedy  $PH_3$  i diwodorofosforan(I) potasu ( $KH_2PO_2$ ). Napisz powyższe równanie reakcji. Wśród substratów należy uwzględnić wodę. Określ co jest utleniaczem i reduktorem w tej reakcji.

**UWAGA: W równaniach utleniania–redukcji opisanych w punktach A, B, H\* oraz H\*\* współczynniki stechiometryczne należy uzgodnić metodą bilansu elektronowego.**

**Zadanie 4**

Poniżej przedstawiono schemat reakcji otrzymywania etanolu oraz różnych związków organicznych z alkoholu etylowego (etanolu):



**UWAGA: Rozwiązując poszczególne polecenia pamiętaj, aby dla związków organicznych zapisywać wzory w formie półstrukturalnej.**

- A. Przedstaw za pomocą równań chemicznych reakcje zaznaczone na powyższym schemacie.
- B. Podaj nazwy związków A, B, D, E, G, J, L.
- C. Wśród reakcji przedstawionych na schemacie wskaż dwa procesy utleniania-redukcji.
- D. Jaki jest odczyn wodnego roztworu substancji G? Uzasadnij odpowiedź pisząc odpowiednie równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej skróconej.
- E. Napisz wzory i podaj nazwy dwóch związków będących izomerami związku L. Oba zaproponowane związki muszą należeć do tej samej grupy co związek L.
- F. 25 cm<sup>3</sup> 95% roztworu alkoholu etylowego o gęstości  $\rho = 0,78 \text{ g/cm}^3$  poddano utlenieniu przy użyciu CuO. Zakładając 100% wydajność reakcji, oblicz ile gramów substancji D powstało w tej reakcji.
- G\*. Napisz wzór oraz podaj nazwę trwałego alkoholu trójwodorotlenowego pochodzącego od propanu.  
Opisz doświadczenie, przy pomocy którego można odróżnić 1-propanol (propan-1-ol) od alkoholu trójwodorotlenowego. Podaj obserwacje i wnioski.
- G\*\*. Podaj wzór i nazwę jednego jednofunkcyjnego związku organicznego, który mimo że posiada grupę –OH nie należy do alkoholi. Zapisz równanie jednej reakcji, która uzasadnia przynależność tego związku do innej niż alkohole grupy związków organicznych.
- H\*. Napisz równania reakcji etenu z: bromem i bromowodorem, podaj nazwy powstających produktów oraz określ typ tych reakcji posługując się określeniami charakterystycznymi dla typów reakcji organicznych.
- H\*\*. W oparciu o teorię orbitali molekularnych opisz budowę cząsteczki etenu podając:
- typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomów węgla,
  - kształt cząsteczki,
  - narysuj wzór strukturalny cząsteczki etenu i zaznacz na nim rodzaj wszystkich wiązań w tej cząsteczce.
- I\*. W reakcji 3 g substancji E z magnezem wydziela się bezbarwny gaz. Zakładając, że reakcja ta przebiega z wydajnością 75% oblicz jaką objętość zajmie ten gaz w warunkach normalnych.
- I\*\*. W wyniku katalicznego uwodnienia 2,8 g etenu otrzymano 80 g 5% roztworu produktu. Oblicz wydajność tej reakcji.

**Zadanie 5**

Etan w wyniku kolejnych reakcji tworzy różnorodne związki organiczne.

1. Etan w reakcji z chlorem przebiegającej w obecności światła ultrafioletowego tworzy między innymi monochloropochodną A.
2. Związek A w reakcji z mocnymi zasadami tworzy związek B.
3. Związek B w wyniku łagodnego utleniania np. przy pomocy tlenku miedzi(II) tworzy związek D.
4. Związek D poddany łagodnemu utlenianiu również przy pomocy tlenku miedzi(II) tworzy związek E.
5. Związek E w reakcji ze związkiem B przebiegającej w obecności stężonego kwasu siarkowego(VI) tworzy związek F.

**Uwaga: Rozwiązując poszczególne problemy pamiętaj, aby dla związków organicznych zapisywać wzory w formie półstrukturalnej.**

- A. Napisz równania reakcji opisanych w punktach 1 – 5.
- B. Podaj nazwy systematyczne związków organicznych: A, B, D, E oraz F.
- C. Napisz po jednym równaniu reakcji typowych dla związków B, D i E innych niż opisane w punktach 2, 3 i 5.
- D. Oblicz, ile gramów wodorotlenku potasu należy zużyć do całkowitego zobojętnienia 200 cm<sup>3</sup> roztworu substancji E o stężeniu 2 mole/dm<sup>3</sup>.
- E. Podaj jaki jest odczyn wodnego roztworu etanianu (octanu) potasu. W formie cząsteczkowej i jonowej skróconej napisz odpowiednie równania reakcji.
- F\*. W dwóch probówkach znajdują się wodne roztwory etanianu (octanu) potasu i etanianu (octanu) wapnia. Korzystając z tablic rozpuszczalności zaproponuj sposób identyfikacji tych soli. Opisz przebieg tego doświadczenia oraz napisz odpowiednie równanie reakcji.
- F\*\*. Pisząc odpowiednie równania reakcji przebiegających na katodzie i anodzie przedstaw przebieg elektrolizy wodnego roztworu etanianu (octanu) potasu.
- G\*. Etan tworzy dwie różne dichloropochodne, które są izomerami. Napisz wzory i podaj nazwy systematyczne tych związków oraz określ jaki to rodzaj izomerii.
- G\*\*. Oprócz związku F znane są inne związki o tym samym składzie. Napisz wzory i podaj nazwy trzech izomerów związku F należących do tej samej klasy co związek F.
- H\*. Używany w gospodarstwie domowym ocet to 7% roztwór kwasu octowego (etanowego).  
Oblicz ile moli i ile gramów czystego kwasu octowego znajduje się w 1 dm<sup>3</sup> octu, którego gęstość  $\rho = 1,009 \text{ g/cm}^3$ .
- H\*\*. Po osiągnięciu stanu równowagi reakcji:  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ , stężenia równowagowe wynoszą:  
 $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 2,15 \text{ mol/dm}^3$ ,  
 $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] = 3,50 \text{ mol/dm}^3$ ,  
 $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] = 5,6 \text{ mol/dm}^3$ .  
 Oblicz stałą równowagi tej reakcji oraz stężenia początkowe substratów.



ELEKTROUJEMNOŚĆ wg PAULINGA

${}^1\text{H}$ 2,1	2											13	14	15	16	17	${}^2\text{He}$
${}^3\text{Li}$ 1,0	${}^4\text{Be}$ 1,5											${}^5\text{B}$ 2,0	${}^6\text{C}$ 2,5	${}^7\text{N}$ 3,0	${}^8\text{O}$ 3,5	${}^9\text{F}$ 4,0	${}^{10}\text{Ne}$
${}^{11}\text{Na}$ 0,9	${}^{12}\text{Mg}$ 1,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	${}^{13}\text{Al}$ 1,5	${}^{14}\text{Si}$ 1,8	${}^{15}\text{P}$ 2,1	${}^{16}\text{S}$ 2,5	${}^{17}\text{Cl}$ 3,0	${}^{18}\text{Ar}$
${}^{19}\text{K}$ 0,8	${}^{20}\text{Ca}$ 1,0	${}^{21}\text{Sc}$ 1,3	${}^{22}\text{Ti}$ 1,5	${}^{23}\text{V}$ 1,6	${}^{24}\text{Cr}$ 1,6	${}^{25}\text{Mn}$ 1,5	${}^{26}\text{Fe}$ 1,8	${}^{27}\text{Co}$ 1,8	${}^{28}\text{Ni}$ 1,8	${}^{29}\text{Cu}$ 1,9	${}^{30}\text{Zn}$ 1,6	${}^{31}\text{Ga}$ 1,6	${}^{32}\text{Ge}$ 1,8	${}^{33}\text{As}$ 2,0	${}^{34}\text{Se}$ 2,4	${}^{35}\text{Br}$ 2,8	${}^{36}\text{Kr}$
${}^{37}\text{Rb}$ 0,8	${}^{38}\text{Sr}$ 1,0	${}^{39}\text{Y}$ 1,2	${}^{40}\text{Zr}$ 1,4	${}^{41}\text{Nb}$ 1,6	${}^{42}\text{Mo}$ 1,8	${}^{43}\text{Tc}$ 1,9	${}^{44}\text{Ru}$ 2,2	${}^{45}\text{Rh}$ 2,2	${}^{46}\text{Pd}$ 2,2	${}^{47}\text{Ag}$ 1,9	${}^{48}\text{Cd}$ 1,7	${}^{49}\text{In}$ 1,7	${}^{50}\text{Sn}$ 1,8	${}^{51}\text{Sb}$ 1,9	${}^{52}\text{Te}$ 2,1	${}^{53}\text{I}$ 2,5	${}^{54}\text{Xe}$
${}^{55}\text{Cs}$ 0,7	${}^{56}\text{Ba}$ 0,9	${}^{57}\text{La}$ 1,1	${}^{72}\text{Hf}$ 1,3	${}^{73}\text{Ta}$ 1,5	${}^{74}\text{W}$ 1,7	${}^{75}\text{Re}$ 1,9	${}^{76}\text{Os}$ 2,2	${}^{77}\text{Ir}$ 2,2	${}^{78}\text{Pt}$ 2,2	${}^{79}\text{Au}$ 2,4	${}^{80}\text{Hg}$ 1,9	${}^{81}\text{Tl}$ 1,8	${}^{82}\text{Pb}$ 1,8	${}^{83}\text{Bi}$ 1,9	${}^{84}\text{Po}$ 2,0	${}^{85}\text{At}$ 2,2	${}^{86}\text{Rn}$
${}^{87}\text{Fr}$ 0,7	${}^{88}\text{Ra}$ 0,9																

ROZPUSTCZALNOŚĆ SOLI I WODOROTLENKÓW W WODZIE

	$\text{Cl}^-$	$\text{Br}^-$	$\text{I}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{S}^{2-}$	$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{SiO}_3^{2-}$	$\text{CrO}_4^{2-}$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{OH}^-$
$\text{Li}^+$	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	N	R
$\text{Na}^+$	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
$\text{K}^+$	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
$\text{NH}_4^+$	R	R	R	R	R	R	R	R	R	-	R	R	R
$\text{Cu}^{2+}$	R	R	-	R	R	N	N	R	-	-	N	N	N
$\text{Ag}^+$	N	N	N	R	R	N	N	T	N	-	N	N	-
$\text{Mg}^{2+}$	R	R	R	R	R	-	N	R	N	N	R	N	N
$\text{Ca}^{2+}$	R	R	R	R	R	R	N	T	N	N	T	N	T
$\text{Sr}^{2+}$	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	T	N	T
$\text{Ba}^{2+}$	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	R
$\text{Zn}^{2+}$	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N	N	N	N
$\text{Al}^{3+}$	R	R	R	R	R	-	-	R	-	N	-	N	N
$\text{Sn}^{2+}$	R	R	R	-	-	N	-	R	-	-	-	N	N
$\text{Pb}^{2+}$	T	T	N	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N
$\text{Bi}^{3+}$	-	-	-	R	-	N	N	-	N	-	N	N	N
$\text{Mn}^{2+}$	R	R	N	R	R	N	N	R	N	N	N	N	N
$\text{Fe}^{2+}$	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N	-	N	N
$\text{Fe}^{3+}$	R	R	-	R	-	N	-	R	-	N	-	N	N

R- substancja rozpuszczalna; T- substancja trudno rozpuszczalna; N- substancja nierozpuszczalna;  
- oznacza, że dana substancja albo rozkłada się w wodzie, albo nie została otrzymana



## SZEREG ELEKTROCHEMICZNY METALI

Elektroda	$E^0$ [V]
Li/ Li <sup>+</sup>	-3,02
Ca/ Ca <sup>2+</sup>	-2,84
Mg/ Mg <sup>2+</sup>	-2,38
Al/Al <sup>3+</sup>	-1,66
Mn/Mn <sup>2+</sup>	-1,05
Zn/ Zn <sup>2+</sup>	-0,76
Cr/ Cr <sup>3+</sup>	-0,74
Fe/ Fe <sup>2+</sup>	-0,44
Cd/ Cd <sup>2+</sup>	-0,40
Co/Co <sup>2+</sup>	-0,27
Ni/ Ni <sup>2+</sup>	-0,23
Sn/ Sn <sup>2+</sup>	-0,14
Pb/ Pb <sup>2+</sup>	-0,13
Fe/ Fe <sup>3+</sup>	-0,04
H <sub>2</sub> /2H <sup>+</sup>	0,00
Bi/Bi <sup>3+</sup>	+0,23
Cu/Cu <sup>2+</sup>	+0,34
Ag/Ag <sup>+</sup>	+0,80
Hg/Hg <sup>2+</sup>	+0,85
Au/Au <sup>+</sup>	+1,70