

Zakres materiału do sprawdzianu - I klasy LO - Systematyka związków nieorganicznych - część I : TLENKI , WODORKI I WODOROTLENKI + przykładowe zadania

I. TLENKI - to związki dwuskładnikowe tlenu z pierwiastkami metalicznymi i niemetalicznymi, których atomy tlenu lub aniony tlenowe tworzą wiązania tylko z danym pierwiastkiem (nie łączą się między sobą) o ogólnym wzorze E_mO_n lub EO jeżeli $m = n$, gdzie m - wartościowość pierwiastka a $n = 2$ (wartościowość tlenu)

Tlenki grupy 1, 2 i 13 u.o.p. chem.

Grupa 1: E_2O

Li_2O - tlenek litu,

Na_2O - tlenek sodu,

K_2O - tlenek potasu

Grupa 2 : EO

BeO - tlenek berylu,

MgO - tlenek magnezu,

CaO - tlenek wapnia

Grupa 13: E_2O_3

B_2O_3 - tlenek boru,

Al_2O_3 - tlenek glinu,

Ga_2O_3 - tlenek galu

Wyjątek: Tl_2O - tlenek talu(I)

Tl_2O_3 - tlenek talu(III)

Tlenki pierwiastków pozostałych grup - pierwiastki w związkach z tlenem mogą przyjąć różne wartościowości, czyli mogą tworzyć kilka tlenków, w nazwie systematycznej należy podać wartościowość pierwiastka:

N_2O - tlenek azotu(I), NO - tlenek azotu(II)

N_2O_3 - tlenek azotu(III), NO_2 - tlenek azotu(IV)

N_2O_5 - tlenek azotu(V)

Cl_2O - tlenek chloru(I), Cl_2O_6 - tlenek chloru(VI)

Cl_2O_7 - tlenek chloru(VII)

SO_2 - tlenek siarki(IV), SO_3 - tlenek siarki(VI)

SiO - tlenek krzemu(II), SiO_2 - tlenek krzemu(IV)

MnO - tlenek manganu(II)

Mn_2O_3 - tlenek manganu(III)

MnO_2 - tlenek manganu(IV)

Mn_2O_7 - tlenek manganu(VII)

Podział tlenków ze względu na charakter chemiczny

Tlenki zasadowe - nie reagują z zasadami, ale reagują z wodą dając wodorotlenki zasady lub reagują z kwasami i tlenkami kwasowymi dając sole

Reagujące z wodą dając zasady - tlenki litowców i magnezowców,
Reagujące z kwasami - tlenki metali pozostałych grup, które nie są tlenkami kwasowymi lub amfoterycznymi

Tlenki kwasowe - nie reagują z kwasami, ale reagują z wodą dając kwasy tlenowe lub reagują z zasadami i tlenkami zasadowymi dając sole

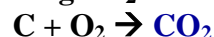
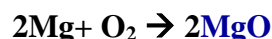
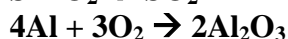
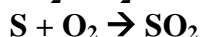
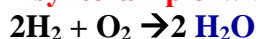
CO_2
 SO_2 ; SO_3
 N_2O_3 ; NO_2 (N_2O_4); N_2O_5
 P_2O_3 ; P_2O_5 (P_4O_{10})
 B_2O_3
 Br_2O ; BrO_2
 Cl_2O ; Cl_2O_6 ; Cl_2O_7
 I_2O_5
 SiO_2 (reaguje z silnymi zasadami)
 CrO_3 ; Mn_2O_7

Tlenki amfoteryczne - reagują zarówno z kwasami jak i zasadami
 BeO
 Cr_2O_3
 MnO_2
 ZnO
 Al_2O_3
 H_2O (w teorii kwasów i zasad Brönsteda)

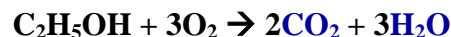
Tlenki obojętne - nie reagują z wodą, z kwasami i zasadami
 N_2O
 NO ,
 SiO
 CO

1. Metody otrzymywanie tlenków

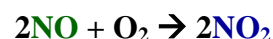
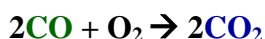
* synteza z pierwiastków



* spalanie związków organicznych



* utlenianie tlenków



* redukcja tlenków



* termiczny rozkład niektórych soli kwasów tlenowych



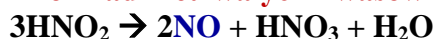
* rozkład niektórych tlenków



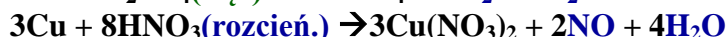
* termiczny rozkład niektórych wodorotlenków



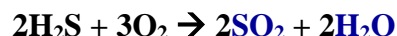
* rozkład nietrwałych kwasów tlenowych



* rozkład kwasów utleniających w reakcji z metalami (np.: Cu, Ag, Hg, Bi)



* spalanie niektórych związków nieorganicznych



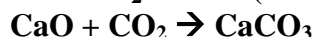
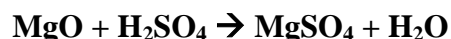
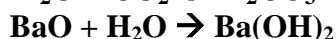
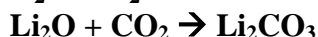
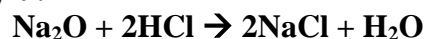
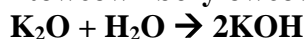
2. Właściwości fizyczne tlenków

- a) **tlenki metali**: substancje stałe o budowie krystalicznej, większość tlenków jest związkami jonowymi, sieć krystaliczną tworzą kationy metali i aniony tlenowe O^{2-} ,
- w wodzie rozpuszczają się tylko tlenki litowców i berylowców z wyjątkiem tlenku berylu,
- w stanie nie przewodzą prądu elektrycznego, w stanie stopionym są przewodnikami prądu,

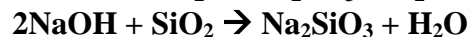
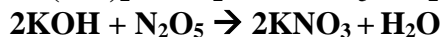
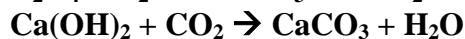
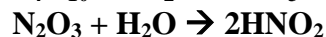
- b) **tlenki niemetalu** - związki o wiązaniach kowalencyjnych lub kowalencyjnych spolaryzowanych
- z reguły substancje gazowe, rzadziej ciała stałe (SO_3 , P_4O_{10} , SiO_2 , N_2O_5) lub ciecze (H_2O , N_2O_3), w temp. poniżej temp. topnienia tworzą kryształy cząsteczkowe o niskiej temp. topnienia.

3. Właściwości chemiczne:

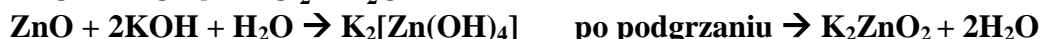
- a) **tlenki zasadowe** reagujące z wodą lub kwasami i tlenkami kwasowymi - tylko litowców i berylowców z wyjątkiem tlenku berylu:



- b) **tlenki kwasowe** (bezwodniki kwasów tlenowych) - reagują z wodą, wodorotlenkami, tlenkami zasadowymi (patrz 3a) lub tylko z mocnymi zasadami (SiO_2):



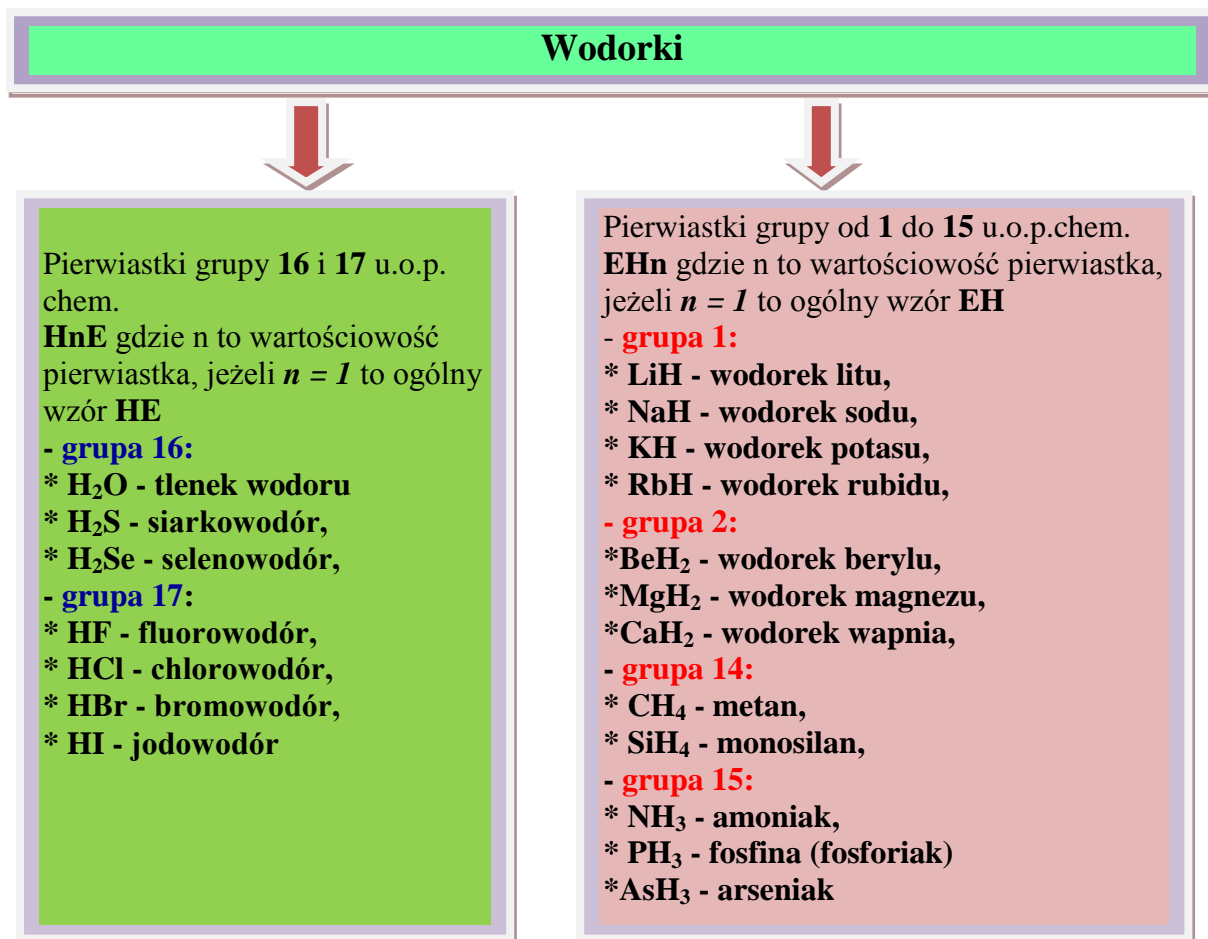
c) **tlenki amfoteryczne** - reagują zarówno z kwasami jak i mocnymi zasadami



d) **wartościowość metalu w tlenku a charakter chemiczny tlenku** - wraz ze wzrostem stopnia utlenienia (liczby atomów tlenu w cząsteczce tlenku niektórych **mata**li bloku d spada udział wiązań jonowych a **wzrasta udział wiązań kowalencyjnych**) charakter tlenków z reguły zmienia się **od właściwości zasadowych** poprzez **amfoteryczne** do **kwasowych**.

Zasadowy	Amfoteryczny	Kwasowy
CrO	Cr ₂ O ₃	CrO ₃
MnO; Mn ₂ O ₃	MnO ₂	Mn ₂ O ₇

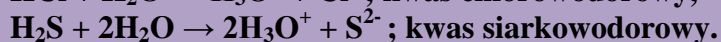
II. **WODORKI** - są to dwuskładnikowe związki **wodoru** z innymi **pierw**istkami



Podział wodorków ze względu na **charakter chemiczny (w reakcji z wodą)**

Kwasowe - dobrze rozpuszczają się w wodzie dając kwasy beztlenowe:

HF - fluorowodór, HCl - chlorowodór, HBr - bromowodór, HI - jodowodór, H₂S, - siarkowodór, H₂Se - selenowodór, H₂Te - tellurowodór



Zasadowe - reagują z wodą dając wodorotlenki : LiH - wodorek litu, NaH - wodorek sodu, KH - wodorek potasu, RbH - wodorek rubidu, BeH₂ - wodorek berylu, MgH₂ - wodorek magnezu, CaH₂ - wodorek wapnia, a także NH₃ - amoniak, PH₃ - fosfina (bardzo słabe).

KH + H₂O → KOH + H₂ ; wodorotlenek potasu + wodór,

CaH₂ + 2H₂O → Ca(OH)₂ + 2H₂ ; wodorotlenek wapnia + wodór

NH₃ + H₂O → NH₃·H₂O ; woda amoniakalna (wodny roztwór amoniaku)

Obojętne - nie rozpuszczają się w wodzie i nie reagują z nią:

CH₄ - metan; SiH₄ - monosilan

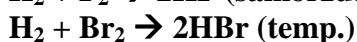
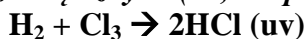
Amfoteryczne - w zależności rodzaju substratu może być kwasem lub zasadą : H₂O

Właściwości fizyczne wodorków :

a) **Wodorki metali** są **związkami typu soli**, tworzą **kryształy jonowe**, w węzłach sieci krystalicznej znajdują się **kationy metalu** i **aniony wodorowe H⁻**, tego typu wodorki tworzą metale grupy 1, 2 oraz metale bloku d i f,

b) **Wodorki pierwiastków grupy 14, 15, 16, 17** są **związkami kowalencyjnymi** lub **o wiązaniach kowalencyjnych spolaryzowanych**, przede wszystkim gazy, **stan ciekły H₂O, HF**.

Otrzymywanie wodorków - synteza z pierwiastków w określonych warunkach zewnętrznych (uv, temp., ciśnienie, katalizator itp.), np.:



III. WODOROTLENKI - to związki chemiczne zbudowane z **kationu metalu** i **jednej lub kilku grup wodorotlenowych (-OH)**

- ogólny wzór wodorotlenku ($m = 1$) **MeOH**, gdzie m to wartościowość metalu,

- ogólny wzór wodorotlenku ($m \neq 1$) **Me(OH)_m**, **Me** - kation metalu

1. Wodorotlenki grupy 1: **MeOH** ($m = 1$)

* **LiOH** - wodorotlenek litu;



2. Wodorotlenki grupy 2: **Me(OH)₂** ($m = 2$)

* **Ca(OH)₂** - wodorotlenek wapnia;



3. Wodorotlenki grupy 13: **Me(OH)₃** ($m = 3$)

* **Al(OH)₃** - wodorotlenek glinu

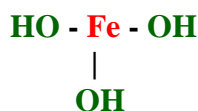


4. Metale pozostałych grup u.o.p. chem. mogą posiadać różną wartościowość i tworzyć kilka różnych wodorotlenków, w związku z tym w ich nazwie należy podać wartościowość metalu (stopień utlenienia);

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ - wodorotlenek żelaza(II)



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ - wodorotlenek żelaza(III)



1. Otrzymywanie wodorotlenków

1. Aktywny metal + woda \rightarrow wodorotlenek + wodór

☐ $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2$, (zapis cząsteczkowy) wodorotlenek potasu

☐ $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2$, (zapis jonowy)

☐ $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$, (zapis cząsteczkowy) wodorotlenek wapnia

☐ $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2$, (zapis jonowy)

2. Tlenek aktywnego metalu + woda \rightarrow wodorotlenek

☐ $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$, (zapis cząsteczkowy) wodorotlenek sodu

☐ $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^-$ (zapis jonowy)

☐ $\text{SrO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2$ (zapis cząsteczkowy) wodorotlenek strontu

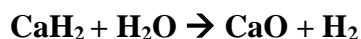
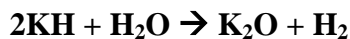
☐ $\text{SrO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sr}^{2+} + 2\text{OH}^-$ (zapis jonowy)

3. Wodorek zasadowy + woda \rightarrow wodorotlenek + wodór

☐ $\text{KH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{H}_2$ (zapis cząsteczkowy) wodorotlenek potasu

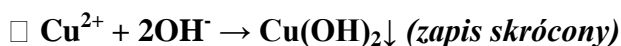
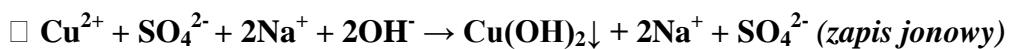
☐ $\text{KH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_2$ (zapis jonowy)

Uwaga: w zależności od stosunków stechiometrycznych powyższe równania reakcji wodoroków metali grupy 1 i 2: można zapisać również:



4. Sól metalu mało aktywnego + zasada \rightarrow wodorotlenek nierozpuszczalny w wodzie + sól metalu aktywnego

☐ $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (zapis cząsteczkowy)
wodorotlenek miedzi(II) + siarczan(VI) sodu

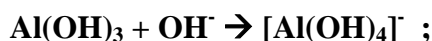
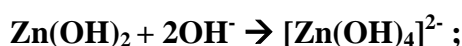


2. Podział wodorotlenków

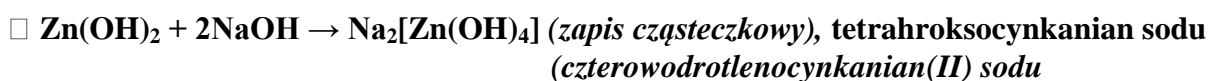
a) **Zasadowe** - reagują z kwasami lub tlenkami kwasowymi \rightarrow sól + woda (patrz otrzymywanie soli),

b) **Amfoteryczne** - reagują zarówno z zasadami i kwasami, ważniejsze wodorotlenki amfoteryczne i ich liczby koordynacyjne: $\text{Be}(\text{OH})_2$ (4); $\text{Al}(\text{OH})_3$ (4 lub 6) ; $\text{Zn}(\text{OH})_2$ (4) ; $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (najczęściej 6); $\text{Mn}(\text{OH})_4$ (6).

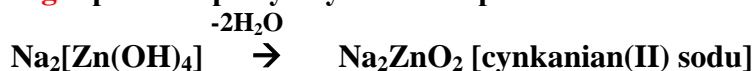
W przypadku przytoczonych wodorotlenków liczba koordynacyjna jest równoznaczna z liczbą grup OH^- połączonych z atomem centralnym, czyli kationem metalu, liczba ta jest większa od wartościowości metalu, natomiast ładunek ujemny anionu kompleksowego z kationem metalu jest równy liczbie dodatkowych grup OH^- połączonych z kationem metalu, np.:



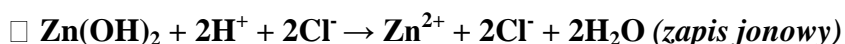
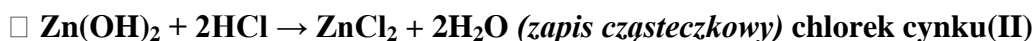
*reakcja silną zasadą



Uwaga: produkt powyższy można zapisać:



*reakcja z kwasem

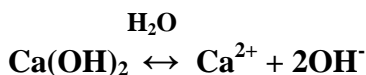
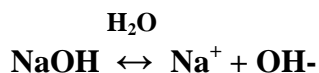


3. Właściwości wodorotlenków

Substancje stałe o budowie krystalicznej, sieć krystaliczną tworzą kationy metalu i aniony wodorotlenowe, mają z reguły wysokie temp. topnienia, w stanie stałym nie przewodzą prądu elektrycznego, rozpuszczalne w wodzie (zasady) lub stopione są przewodnikami prądu elektrycznego.

a) **Wodorotlenki litowców i berylowców (z wyjątkiem wodorotlenku berylu i magnezu)** dobrze rozpuszczają się w wodzie tworząc mocne zasady (wodorotlenki

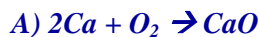
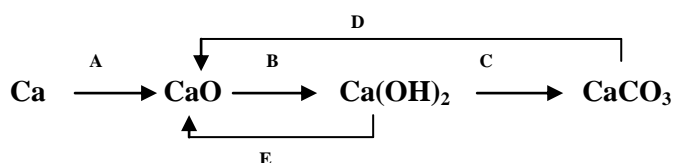
nierozpuszczające się w wodzie nie są zasadami), rozpuszczając się w wodzie ulegają dysocjacji elektrolitycznej (jonowej):



b) Zasadowość wodorotlenków wzrasta w grupie wraz ze wzrostem liczby atomowej Z metalu, natomiast maleje w okresie wraz ze wzrostem liczby atomowej Z metalu.

Przykładowe zadania i *proponowane rozwiązania*

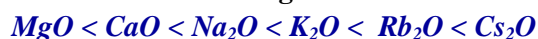
1. Zapisz równania reakcji chemicznych w formie cząsteczkowej przemian chemicznych przedstawionych na poniższym schemacie, dobierając ewentualnie drugi substrat reakcji, produktom nadaj nazwy systematyczne:



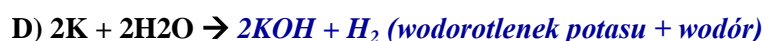
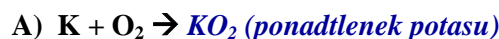
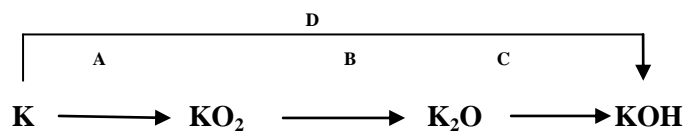
2. Ze zbioru tlenków: SO_3 , SiO , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , SiO_2 , NO , SrO , SiO wybierz: a) reagujący z wodą i zasadą, b) reaguje z wodą i tlenkiem kwasowym, c) reaguje zarówno z kwasem jak i zasadą d) reaguje wyłącznie z mocną zasadą, e) reaguje wyłącznie z kwasem, f) nie reaguje z wodą, ani kwasem, z zasadą. Zapisz odpowiednie równania reakcji chemicznych tych tlenków.



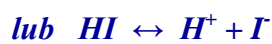
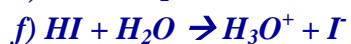
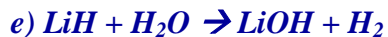
3. Poniższy zbiór tlenków: Na_2O , Cs_2O , MgO , K_2O , CaO , Rb_2O uszereguj wg wzrastającego charakteru zasadowego.



4. Polecenie jak wyżej:



5. Poniższy zbiór wodorków podziel na grupy wg charakteru chemicznego w reakcji z wodą: a) kwasowe, b) zasadowe, c) obojętne, d) amfoteryczne: NH_3 , CH_4 , CaH_2 , HCl , H_2O , LiH , SiH_4 , H_2S , HI . Zapisz po jednym równaniu reakcji chemicznej wodorku amfoterycznego z e) wodorkiem zasadowym oraz f) wodorkiem kwasowym:



6. Z tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków dobierz substraty, które w wyniku reakcji ich wodnych roztworów dadzą wodorotlenek chromu(III) - zapisz równania reakcji w formie cząsteczkowej, jonowej, jonowej skróconej, zaproponuj metodę rozdzielania produktów reakcji

Wybrana substraty: CrI_3 oraz NaOH



Przesączenie reagentów przez bibułę filtracyjną oraz przepłukanie osadu wodorotlenku chromu(III) nierozpuszczalnego w wodzie, wodą destylowaną na bibule, pozostałości substratów i drugi produkt są w roztworze i przejdą do przesączu.

7. Zapisz równania reakcji chemicznych (w formie cząsteczkowej) wodorotlenku glinu wskazujące na jego charakter amfoteryczny (przyjmij liczbę koordynacyjną 6), produktom reakcji nadaj nazwy systematyczne:



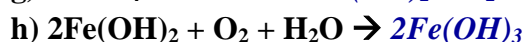
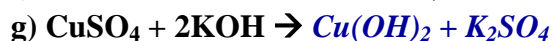
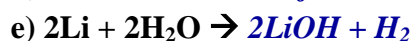
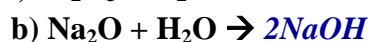
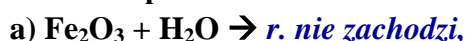
sześciorowodrotlenoglinian potasu

(heksahydroksoglinian potasu)



chlorek glinu + woda

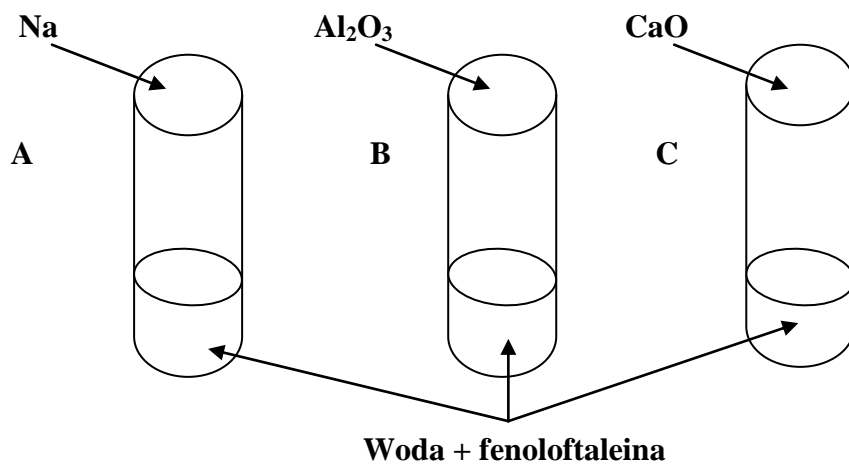
8. Dokończ poniższe równania reakcji chemicznych lub zapisz, że reakcja nie zachodzi:



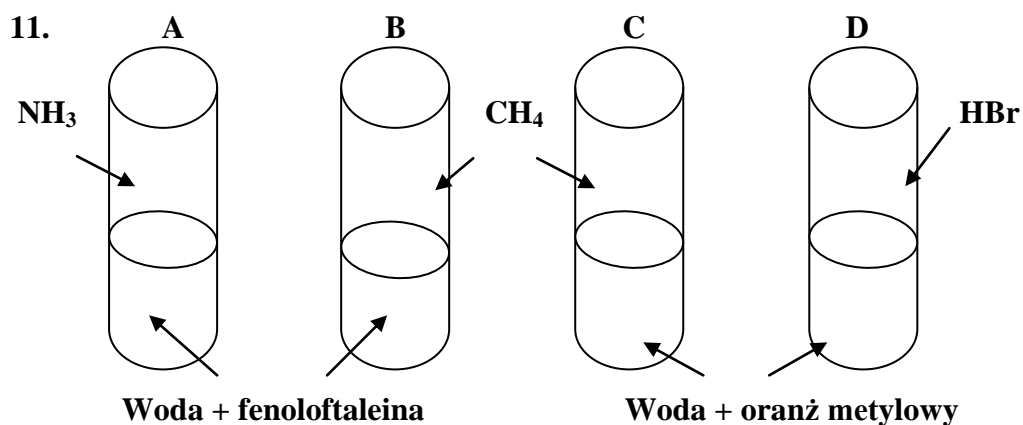
9. Dysponując wodorem, tlenem i węglanem(IV) wapnia, zaproponuj cykl przemian prowadzących od otrzymania wodorotlenku wapnia:



10. Zapisz obserwacje w probówkach A, C, D doświadczenia przedstawionego na rys.



- a) zawartość probówki A i C przyjmie barwę malinową,
b) w probówce B nie obserwuje się żadnych zmian.



Polecenie jak w zadaniu 7:

- a) zawartość probówki A przyjmie barwę malinową,
b) w probówkach B i C nie obserwuje się zmian,
c) zawartość probówki D zmieni się z barwy żółtej (pomarańcz.) na barwę czerwoną.