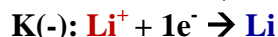
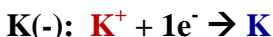
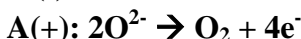
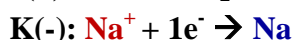
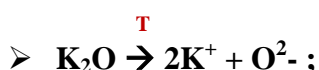
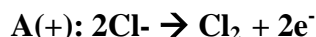
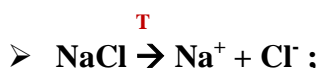


Material powtórzeniowy do sprawdzianu: litowce, berylowne i glin + przykładowe zadania oraz rozwiązania

I. Litowce - ogólna charakterystyka;

- metale grupy 1 u.o.p. chem, 1 elektron na powłoce walencyjnej ns^1 , w związkach przyjmują **wartościowość 1** (stopień utlenienia +I),
- aktywność metali w grupie wzrasta wraz ze wzrostem **liczby atomowej Z**,
- posiadają niską elektroujemność, są elektronodawcami,
- tworzą kryształy metaliczne, w węzłach sieci krystalicznej znajdują się **kationy Me^+** , pomiędzy nimi swobodnie przemieszcza się chmura elektronowa (elektrony zdecentralizowane) równoważąc ładunek na kationach,
- typowe związki litowców:
 - **Tlenki** - Me_2O , **spalane** tworzą również:
 - **nadtlenki $Me^+_2O_2^-$** , np. Na_2O_2 :
 - **ponadtlenki $Me^+O_2^{-1/2}$** , np. KO_2 , (z wyjątkiem litu)
 - **Wodorki** - MeH ,
 - **Wodorotlenki** - $MeOH$,
 - **Sole** - Me_nR (n liczba atomów wodoru w cząsteczce kwasu)
- gęstość litu i sodu jest mniejsza od gęstości wody,
- kationy litowców barwią płomień palnika gazowego na charakterystyczne kolory:
 - Lit - **karminowy**,
 - Sód - **jasnożółty**,
 - Potas - **różowofioletowy**,
 - Rubid - **jasnofioletowy**,
 - Cez - **niebieskofioletowy**
- metale posiadają niskie temperatury topnienia.
- **otrzymywanie litowców** - elektroliza stopionych chlorków, wodorotlenków lub tlenków metali



1. Sód

a) właściwości fizyczne

- ❖ Metal miękki, o gęstości mniejszej od gęstości wody,
- ❖ Barwa srebrzysta o metalicznym połysku,
- ❖ Temp. topnienia ok. $98^\circ C$,
- ❖ Bardzo dobry przewodnik ciepła (stosowany jako czynnik chłodzący w reaktorach atomowych),
- ❖ Bardzo dobry przewodnik prądu elektrycznego (w osłonkach polietylenowych stosowany jest w energetyce jako przewody elektryczne).

b) właściwości chemiczne (typowe reakcje litowców)

❖ Reakcja z tlenem:

$2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$ (nadtlenek sodu)	$\text{K} + \text{O}_2 \rightarrow \text{KO}_2$ (ponadtlenek potasu)
$\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O}$ (tlenek sodu)	$\text{KO}_2 + 3\text{K} \rightarrow 2\text{K}_2\text{O}$ (tlenek potasu)

❖ Reakcje z wodorem (*w podwyższonej temp.*)

$2\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NaH}$ (wodorek sodu)	$2\text{Rb} + \text{H} \rightarrow 2\text{RbH}$ (wodorek rubidu)
--	--

❖ Reakcje z niemetalami (grupa 17 fluorowce, siarka), *powstają sole kwasów beztlenowych:*

$2\text{Li} + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{LiF}$ (fluorek litu)	$2\text{Na} + \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$ (siarczek sodu)
$2\text{K} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{KBr}$ (bromek potasu)	$2\text{Cs} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{CsCl}$ (chlorek cezu)

❖ Reakcje z wodą (*powstaje odpowiedni wodorotlenek i wodór*)

$2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} + \text{H}_2$	wodorotlenek litu
$2\text{Cs} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CsOH} + \text{H}_2$	wodorotlenek cezu

2. Ważniejsze związki litowców i ich właściwości

a) **wodorki** - związki typu soli Me^+H^- , tworzą kryształy jonowe, reagują z wodą dając odpowiednie wodorotlenki i wodór (**charakter zasadowy**) :

❖ Reakcja z wodą (*powstają odpowiednie wodorotlenki*)

$\text{KH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{H}_2$	wodorotlenek potasu
$\text{RbH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{RbOH} + \text{H}_2$	wodorotlenek rubidu

b) **tlenki, nadtlenki i ponadtlenki** - związki jonowe Me^+O^{2-} (tlenki), o charakterze zasadowym, reagujące z wodą, kwasami i tlenkami kwasowymi:

❖ Reakcja z wodą (*powstają odpowiednie wodorotlenki*)

$\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH}$	wodorotlenek potasu
$\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH}$	wodorotlenek litu
$\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$	wodorotlenek sodu + nadtlenek wodoru
$2\text{KO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$	Wodorotlenek potasu + nadtlenek wodoru + tlen

❖ Reakcje z kwasami (*powstają odpowiednie sole*)

$\text{Na}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	chlorek sodu + woda
$\text{Cs}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cs}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	siarczan(VI) cezu + woda
$3\text{K}_2\text{O} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 2\text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	ortofosforan(V) potasu + woda

❖ Reakcje z tlenkami kwasowymi (*powstają sole kwasów tlenowych*)

$6\text{K}_2\text{O} + \text{P}_4\text{O}_{10} \rightarrow 4\text{K}_3\text{PO}_4$	ortofosforan(V) potasu
$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$	węglan(IV) sodu + tlen
$\text{Li}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{LiNO}_3$	azotan(V) litu

- c) **wodorotlenki Me^+OH^-** - związki jonowe, bardzo dobrze rozpuszczalne w wodzie - wodne roztwory są silnymi zasadami, moc zasad litowców wzrasta wraz ze wzrostem liczby atomowej Z metalu:



- ❖ **Rozpuszczanie w wodzie:** $\text{MeOH} \leftrightarrow \text{Me}^+ + \text{OH}^-$

H_2O $\text{KOH} \leftrightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$	zasada potasowa
H_2O $\text{CsOH} \leftrightarrow \text{Cs}^+ + \text{OH}^-$	zasada cezowa

- ❖ **Rekcje z kwasami (powstają odpowiednie sole):**

$\text{LiOH} + \text{HBr} \rightarrow \text{LiBr} + \text{H}_2\text{O}$	bromek litu
$\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	ortofosforan(V) potasu
$2\text{RbOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Rb}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$	siarczek rubidu
$\text{CsOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CsNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	Azotan(V) cezu

- ❖ **Reakcje z tlenkami kwasowymi (powstają odpowiednie sole):**

$2\text{RbOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Rb}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	węglan(IV) rubidu
$2\text{LiOH} + \text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{LiNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	azotan(III) litu
$2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	metakrzemian(IV) sodu

- ❖ **Reakcje z tlenkami, wodorotlenkami i metalami o charakterze amfoterycznym [np. Al_2O_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, Al , ZnO , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, Zn]: w reakcjach w roztworach wodnych powstają odpowiednie związki kompleksowe rozpuszczalne w wodzie, spiekane z tlenkami lub wodorotlenkami dają odpowiednie sole cynkianiny lub gliniany:**

$2\text{Al} + 2\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$	tetrahydroksoglinian potasu
$2\text{Al} + 6\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2$	heksahydroksoglinian sodu
$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{T}} \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	metaglinian sodu
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{KOH} \xrightarrow{\text{T}} 2\text{K}_3\text{AlO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	ortoglinian potasu
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$	heksahydroksoglinian potasu
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	tetrahydroksoglinian potasu
$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	tetrahydroksoglinian sodu
$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$	heksahydroksoglinian sodu

- d) **sole litowców** - związki jonowe, bardzo dobrze rozpuszczalne w wodzie:



- ❖ **Dysocjacja elektrolityczna (jonowa)**

H_2O $\text{NaCl} \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	H_2O $\text{Na}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
H_2O $\text{K}_3\text{PO}_4 \leftrightarrow 3\text{K}^+ + \text{PO}_4^{3-}$	H_2O $\text{LiNO}_3 \leftrightarrow \text{Li}^+ + \text{NO}_3^-$

❖ Termiczny rozkład soli litowców

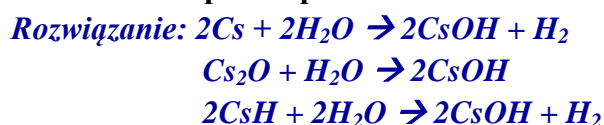
$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{T}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	węglan(IV) sodu + tlenek węgla(IV) + woda
Wodorowęglan(IV) sodu jest składnikiem proszku do pieczenia, jego rozkład z wydzielaniem CO_2 i wody w postaci pary wodnej powoduje spulchnienia ciasta	

3. Znaczenie ważniejszych związków litowców:

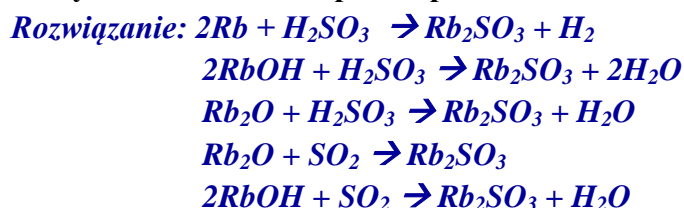
Związek i jego nazwa	Zastosowanie
NaOH - wodorotlenek sodu	Produkcja mydła i środków piorących, produkcja celulozy i papieru, sztucznego jedwabiu, barwników, odczynnik chemiczny
NaCl - chlorek sodu	Składnik pokarmowy, konserwujący żywność, stosowany do odśnieżania dróg, 0,9% wodny roztwór stosowany jest jako sól fizjologiczna, surowiec do otrzymywania chloru, sodu, wodorotlenku sodu, węglanu sodu,
NaNO_3 - azotan(V) sodu	Saletra chilijska - nawóz azotowy, stosowany do peklowania mięs,
KNO_3 - azotan(V) potasu	Saletra indyjska - produkcja materiałów wybuchowych, utleniacz, nawóz potasowo-azotowy
NaHCO_3 - wodorowęglan(IV) sodu	Soda oczyszczona - składnik gaśnic proszkowych, proszków do pieczenia
Na_2CO_3 - węglan(IV) sodu	Soda kalcynowana - produkcja szkła, mydeł, środków piorących i czyszczących, papieru, barwników, do zmiękczenia wody (usuwania twardości wody)
KCl - chlorek potasu	Kainit - nawóz potasowy

4. Przykładowe zadania + rozwiązania

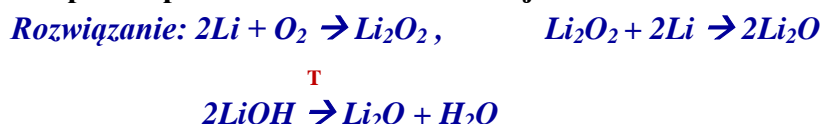
- 1) Dobierz substraty i zaproponuj otrzymywanie wodorotlenku cezu trzema różnymi metodami - zapisz odpowiednie równania reakcji.



- 2) Dobierz substraty i zaproponuj otrzymywanie siarczanu(IV) rubidu pięcioma różnymi metodami - zapisz odpowiednie równania reakcji.



- 3) Dobierz substraty i zaproponuj otrzymywanie tlenku litu dwoma różnymi metodami - zapisz odpowiednie równania reakcji



- 4) Wyjaśnij, dlaczego wodnych roztworów wodorotlenków litowców nie można przechowywać w szklanych naczyniach?

Rozwiązanie: szkło jest stopionym i skryształizowanym tlenkiem krzemu(IV), który jest tlenkiem kwasowym, który reaguje z mocnymi zasadami, powstające ortokrzemiany(IV) litowców są rozpuszczalne w wodzie:



- 5) Dobierz odpowiednie związki potasu, które mogą mieć zastosowanie do:

- zmniejszenia stężenia tlenku węgla(IV) wydalanego przez przechowywane owoce w hermetycznej komorze
- regeneracji powietrza atmosferycznego w hermetycznym pomieszczeniu, w którym przebywają ludzie wydychają CO_2 a pobierają tlen.

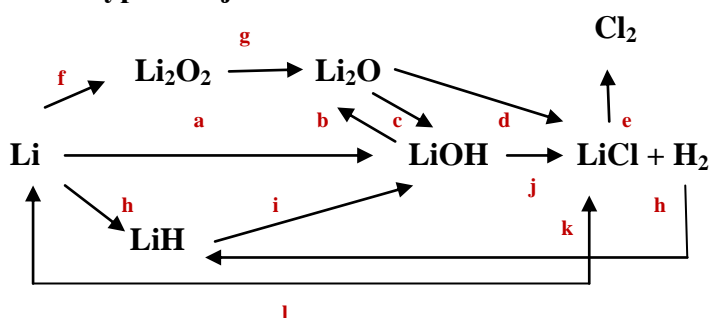
Rozwiązanie:

a) przepuszczenie powietrza przez płuczkę zawierającą wodny roztwór wodorotlenku potasu: $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

b) przepuszczenie powietrza przez filtry zawierające nadtlenek potasu:



- 6) Zapisz równania reakcji chemicznych przedstawionych na poniższym schemacie dobierając ewentualnie drugi substrat, produktom nadaj nazwy systematyczne oraz określ typ reakcji:



Rozwiązanie:

a) $2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{H}_2$ (wodorotlenek litu + wodór), r. wymiany pojedynczej

b) $2\text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ (tlenek litu + woda), r rozkładu (analizy)

c) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH}$ (wodorotlenek litu), r syntezy (łączenia)

d) $\text{Li}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{LiCl} + \text{H}_2\text{O}$ (chlorek litu + woda), r. wymiany podwójnej

e + l) $\text{LiCl} \xrightarrow{T} \text{Li}^+ + \text{Cl}^-$:

l) $\text{K}(-)$; $\text{Li}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Li}$ (lit), elektroliza

e) $\text{A}(+)$: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (chlor), elektroliza

f) $2\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{O}_2$ (nadtlenek litu), r. syntezy

g) $\text{Li}_2\text{O}_2 + 2\text{Li} \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$ (tlenek litu), r. syntezy

h) $2\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{LiH}$ (wodorek litu), r. syntezy

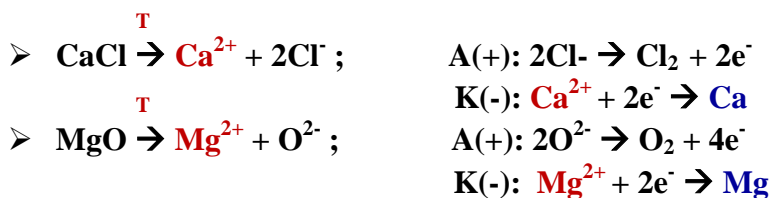
i) $\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} + \text{H}_2$ (wodorotlenek litu + wodór), r. wymiany pojedynczej

j) $\text{LiOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{LiCl} + \text{H}_2\text{O}$ (chlorek litu + woda), r, wymiany podwójnej

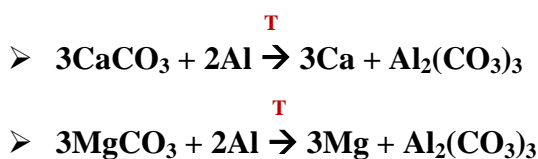
k) $2\text{Li} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{LiCl} + \text{H}_2$ (chlorek litu + wodór), r. wymiany pojedynczej.

II. Berylowce - ogólna charakterystyka

- metale grupy drugiej posiadają 2 elektrony walencyjne na powłoce ns^2 , w związkach przybierają wartościowość 2 (stopień utlenienia +II),
- aktywność metali w grupie wzrasta wraz ze wzrostem **liczby atomowej Z**,
- posiadają niską elektroujemność, są elektronodawcami,
- tworzą kryształy metaliczne, w węzłach sieci krystalicznej znajdują się **kationy Me^{2+}** , pomiędzy nim swobodnie przemieszcza się chmura elektronowa (elektrony zdelokalizowane) równoważąc ładunek na kationach,
- typowe związki berylowców:
 - **Tlenki** - $Me^{2+}O^{2-}$, **spalane** tworzą również:
- **nadtlenki $Me^{2+}O_2^{2-}$** , np. **CaO_2**
 - **Wodorki** - MeH_2 ,
 - **Wodorotlenki** - $Me(OH)_2$,
 - **Sole** - Me_nR_m (n liczba atomów wodoru w cząsteczce kwasu, m = 2, jeżeli n = 2, to MeR)
- kationy berylowców z wyjątkiem berylu i magnezu barwią płomień palnika gazowego na charakterystyczne kolory:
 - stront- **karminowy**,
 - wapń - **ceglastoczerwony**,
 - bar - **zielony**,
- metale posiadają wyższe niż litowce temperatury topnienia,
- **otrzymywanie berylowców:**
elektroliza stopionych chlorków, wodorotlenków lub tlenków metali



redukcja glinem węglanów(IV)



1. Wapń

a) właściwości fizyczne

- ❖ Metal szaroszary, twardy, kruchy o srebrzystym połysku,
- ❖ Gęstość większa o gęstości wody,
- ❖ Temp. topnienia ok. 840°C.

b) właściwości chemiczne wapnia (typowe reakcje berylowców)

- ❖ **Reakcje z tlenem i azotem** (reakcje zachodzą w temp pokojowej) - powstają odpowiednie tlenki lub nadtlenki, w przypadku azotu - azotki

$2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$	Tlenek wapnia
$3Ca + N_2 \rightarrow Ca_3N_2$	Azotek wapnia

- ❖ **Reakcje z wodorem w podwyższonej temp.** - powstają odpowiednie wodorki

$\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2$	Wodorek wapnia
$\text{Mg} + \text{H}_2 \rightarrow \text{MgH}_2$	Wodorek magnezu

- ❖ **Reakcje z wodą** - powstają odpowiednie wodorotlenki i wodór

$2\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{H}_2$	Wodorotlenek magnezu (r. zachodzi b. powoli)
$\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$	Wodorotlenek wapnia (r. zachodzi szybko)

- ❖ **Reakcje z kwasami** - powstają odpowiednie sole i wodór

$\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$	Chlorek magnezu
$\text{Ca} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + \text{H}_2$	Azotan(V) wapnia
$6\text{Sr} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2$	Ortofosforan(V) strontu
$\text{Ba} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2$	Siarczan(VI) baru

- ❖ **Reakcje z niemetalami** - powstają odpowiednie sole beztlenowe

$\text{Ca} + \text{I}_2 \rightarrow \text{CaI}_2$	Jodek wapnia
$\text{Mg} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2$	Chlorek magnezu
$\text{Sr} + \text{S} \rightarrow \text{SrS}$	Siarczek strontu

Berylownice wykazują bardzo podobne właściwości chemiczne - wyjątek stanowi beryl, który nie reaguje z wodą, z tlenem reaguje w wysokich temperaturach w stanie rozdrobnionym. Jego tlenek i wodorotlenek mają charakter amfoteryczny (reaguje zarówno z wodnymi roztworami silnych zasad oraz kwasami)

2. Ważniejsze związki berylownic

- a) **tlenki i nadtlenki** - mają charakter zasadowy, związki jonowe reagujące z wodą, kwasami i tlenkami kwasowymi:

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$	Wodorotlenek wapnia
$\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2$	Wodorotlenek magnezu
$\text{SrO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{SrCO}_3$	Węglan(IV) strontu
$\text{BaO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_4$	Siarczan(VI) baru
$\text{BaO}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$	Chlorek baru + nadtlenek wodoru
$\text{MgO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	Azotan(V) magnezu
$3\text{SrO} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	Ortofosforan(V) strontu + woda

- b) **wodorki** - związki jonowe (z wyjątkiem BeH_2 i MgH_2) $\text{Me}^{2+}\text{H}_2^-$ o charakterze zasadowym, **reagują z wodą dając odpowiednie wodorotlenki i wodór**

$\text{SrH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sr(OH)}_2 + 2\text{H}_2$	Wodorotlenek strontu + wodór
$\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2$	Wodorotlenek wapnia + wodór

- c) **wodorotlenki** - związki jonowe, Mg(OH)_2 jest bardzo trudno rozpuszczalny w wodzie, Ca(OH)_2 rozpuszcza się trudno w wodzie, ale tak jak pozostałe wodorotlenki tworzy mocne zasady, wodorotlenki mają charakter zasadowy (wyjątek Be(OH)_2):

- ❖ **Dysocjacja elektrolityczna zachodzi dwustopniowo**

I stopień dysocjacji	II stopień dysocjacji
$\text{Ca(OH)}_2 \leftrightarrow \text{CaOH}^+ + \text{OH}^-$	$\text{CaOH}^+ \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^-$

❖ Reagują z kwasami i tlenkami kwasowymi - *powstają odpowiednie sole i woda*

$\text{Ba(OH)}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	Siarczan(VI) baru + woda
$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	Węglan(IV) wapnia + woda
$\text{Sr(OH)}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SrS} + 2\text{H}_2\text{O}$	Siarczek strontu + woda
$\text{Ba(OH)}_2 + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Ba(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	Azotan(V) baru + woda

3. Ważniejsze związki wapnia i ich właściwości oraz zastosowanie

Związek i jego nazwa systematyczna	Właściwości i zastosowanie
CaCO_3 - węglan(IV) wapnia	Kreda - związek stały, barwy białej, stosowany jako biały pigment do farb, materiał budowlany, nawóz odkwaszający gleby, surowiec do produkcji wapna palonego (tlenku wapnia) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{T}} \text{CaO} + \text{CO}_2$
CaO - tlenek wapnia	Wapno palone - związek barwy białej, stosowany jako biały pigment do farb, nawóz wapniowy, materiał budowlany - do otrzymywania wapna gaszonego (wodorotlenku wapnia) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
Ca(OH)_2 - wodorotlenek wapnia	Wapno gaszone - biała farba, stosowany do oczyszczania soku buraczanego, papieru kredowego, w płuczkach wapiennych do usuwania CO_2 z powietrza, składnik zapraw murarskich i tynkarskich, w zaprawie tęższej pod wpływem CO_2 zawartym w powietrzu: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, nawóz wapniowy, do otrzymywania wapna chlorowanego - $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca(OH)}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - jako środka odkażającego
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - dwuwodny siarczan(VI) wapnia	Gips utwardzony (alabaster - gips krystaliczny) składnik marmurów - kamienia stosowanego w rzeźbiarstwie i do wyrobu okładzin ściennych i posadzek
$(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Gips palony - substancja stała barwy białej lub szarej, stosowany jako zaprawa hydrauliczna, stosowany w medycynie - usztywnianie złamań, w sztukaterii, w domieszkę zaprawą wapienną stanowi materiał, do wykonywania odlewów, modeli artystycznych budowlany, pod wpływem wody twardnieje (krystalizuje) $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
MgCO_3 - węglan(IV) magnezu	Zielony stanowi nawóz magnezowy

4. Twardość wody i metody jej usuwania

Rozpuszczone w wodzie sole magnezowe i wapniowe powodują zmianę właściwości wody - nadają jej tzw. twardość, w trakcie podgrzewania twardej wody powstaje kamień kotłowy, który może być przyczyną awarii instalacji, ponadto utrudniają mycie i zmniejszają efekty prania, w zależności od źródła kationów wapnia i magnezu wyróżnia się:

❖ **Twardość przemijająca (węglanowa)** - nadają kationy z rozpuszczalnych w wodzie wodorowęglanów wapnia i magnezu, wodorowęglany powstają w procesie krasu - erozji skał pod wpływem CO_2 i H_2O

- $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$
- $\text{MgCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$
- ❖ **Twardość nieprzemijająca (trwała)** - nadają kationy rozpuszczalnych w wodzie siarczanów, chlorków wapnia i magnezu
- ❖ **Metody usuwania twardości węglanowej;**
 - **Gotowanie wody:** $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 - $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \downarrow \text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 - **Gotowanie dalsze:** $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \downarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{CO}_2$
 - **Metoda wapienna:** $\text{Ca(OH)}_2 \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \downarrow 2\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + \downarrow \text{MgCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- ❖ **Metody usuwania twardości węglanowej i nieprzemijającej**
 - **Metoda sodowa:** $\text{Na}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} \leftrightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{Na}^+$
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} \leftrightarrow \downarrow \text{MgCO}_3 + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{Na}^+$
 - **Metoda fosforanowa:** $\text{Na}_3\text{PO}_4 \leftrightarrow 3\text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-}$
 $3\text{Ca}^{2+} + 6\text{Cl}^- + 6\text{Na}^+ + 2\text{PO}_4^{3-} \leftrightarrow \downarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{Cl}^- + 6\text{Na}^+$
 $3\text{Mg}^{2+} + 6\text{HCO}_3^- + 6\text{Na}^+ + 2\text{PO}_4^{3-} \leftrightarrow \downarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{Na}^+ + 6\text{HCO}_3^-$
 - **Za pomocą mydła:** $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa} \leftrightarrow \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- + \text{Na}^+$
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- + 2\text{Na}^+ \leftrightarrow \downarrow (\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Mg} + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+$
 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- + 2\text{Na}^+ \leftrightarrow \downarrow (\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Ca} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{Na}^+$

5. Przykładowe zadania + rozwiązania

- 1) Dobierz odczynniki zapisz równania reakcji otrzymywania siarczanu(VI) magnezu czterema różnymi metodami, dla każdego równania określ typ reakcji

Rozwiązanie:



- 2) W dwóch nieoznakowanych probówkach znajdują się dwa związki magnezu w stałym stanie skupienia, koloru białego. Z pośród odczynników: NaOH, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, H_2O i oranż metylowy wybierz te, które umożliwią identyfikację tlenku magnezu i węglanu(IV) magnezu, zapisz odpowiednie równania reakcji oraz obserwacje

Rozwiązanie: wybrany odczynnik kwas chlorowodory



- 3) W dwóch nieoznakowanych probówkach znajdują się wodne roztwory chlorków magnezu, wapnia i baru. Dysponując palnikiem gazowym zaproponuj metodę identyfikacji tych soli.

Rozwiązanie: wapniowce z wyjątkiem berylu i magnezu barwią płomień palnika na charakterystyczne kolory:

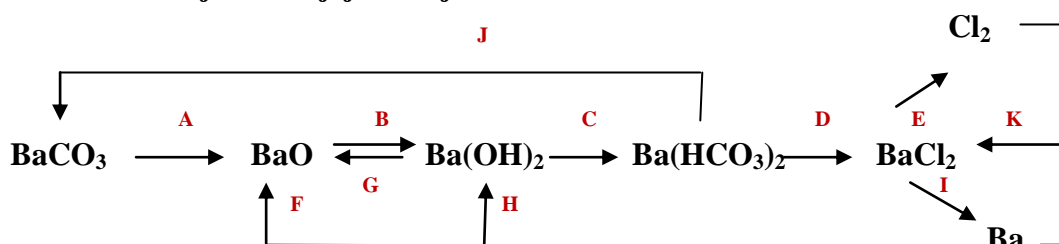
- jony magnezu nie barwią; jony wapnia zabarwią płomień na kolor

ceglastoczerwony, jony baru zabarwią płomień na kolor zielony.

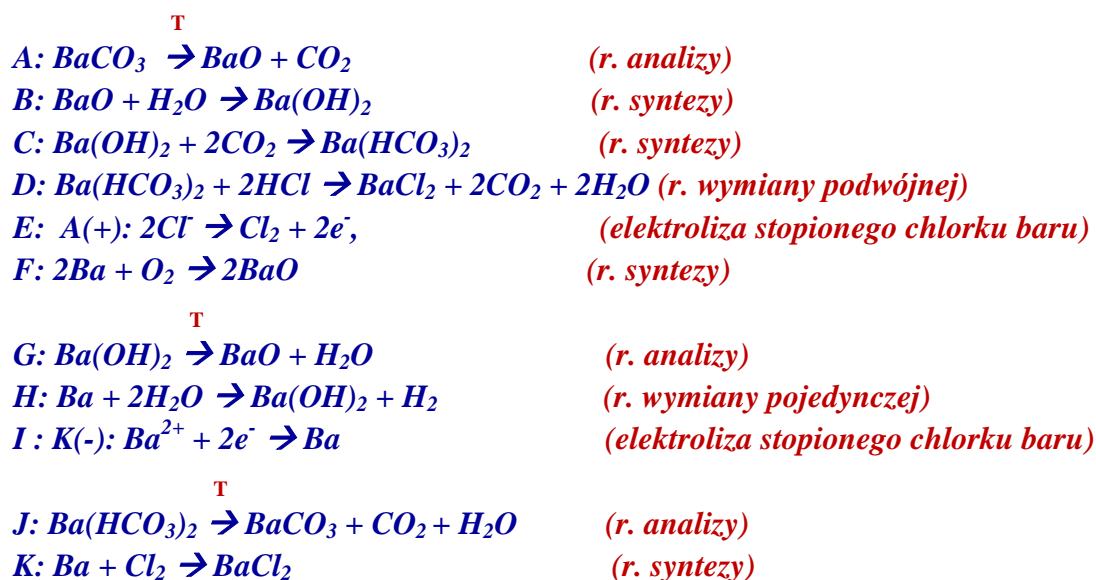
- 4) Zaproponuj trzy różne metody prowadzące do wytrącenia z roztworu wodnego kationów magnezu w procesie zmiękczenia wody, zapisz odpowiednie równania reakcji chemicznych .

Rozwiązanie: - patrz metody usuwania twardości pkt. 4.

- 5) Zapisz równania reakcji chemicznych przemian chemicznych na poniższym Schemacie, dobierając warunki oraz ewentualnie substraty, dla każdego równania reakcji określ jej rodzaj.



Rozwiązanie:



III. Glin - aluminium

1. Właściwości fizyczne

- ❖ metal grupy 13, konfiguracja powłoki elektronowej $3s^2 3p^1$, w związkach przyjmuje wartościowość 3 (stopień utlenienia +III), glin jest mniej aktywny od sodu i magnezu,
- ❖ srebrzystobiał, ciągliwy, kowalny metal o małej wytrzymałości, bardzo dobry przewodnik ciepła i prądu elektrycznego,
- ❖ gęstość $2,7 \text{ g/cm}^3$, $T_p = \text{ok. } 660^\circ\text{C}$.

2. Właściwości chemiczne

- ❖ pod wpływem tlenu atmosferycznego ulega pasywacji warstewką Al_2O_3 , która zabezpiecza głębsze warstwy metalu przed dalszym utlenianiem,

- ❖ Reaguje z kwasami stężonymi i rozcieńczonymi z wyjątkiem stężonego HNO_3 , i stężonego kwasu etanowego (octowego) wobec których ulega pasywacji:

$2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$	Chlorek glinu
$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$	Siarczan(VI) glinu

- ❖ Reakcje z niemetalami - w temp. pokojowej reaguje z chlorem, bromem, jodem i siarką, w podwyższonej również z węglem:

$2\text{Al} + 3\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{AlBr}_3$	Bromek glinu
$2\text{Al} + 3\text{I}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2\text{AlI}_3$	Bromek glinu
$2\text{Al} + 3\text{S} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$	Siarczek glinu
$4\text{Al} + 3\text{C} \xrightarrow{\text{T}} \text{Al}_2\text{C}_4$	Węglik glinu (metylenek)

- ❖ Reaguje z wodnymi roztworami silnych zasad

$2\text{Al} + 2\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$	tetrahydroksoglinian potasu
$2\text{Al} + 6\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2$	heksahydroksoglinian sodu

3. Otrzymywanie glinu - elektroliza stopionego Al_2O_3 (w celu obniżenia temp. topnienia tlenku z 2500°C do 900°C dodaje się kriolit (Na_3AlF_6))

- $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Al}_3 + 3\text{O}_2$.
- $\text{A}(+): 2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{e}^-$
- $\text{K}(-): \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$.

4. Ważniejsze związki glinu

- ❖ **Tlenek glinu - Al_2O_3** - otrzymuje się przez spalanie sproszkowanego glinu, nie reaguje z wodą, reaguje z kwasami i silnymi zasadami, ma charakter amfoteryczny:

$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HBr} \rightarrow 2\text{AlBr}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	Bromek glinu
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	Azotan(V) glinu
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	Siarczan(VI) glinu
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	Tetrahydroksoglinian sodu
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$	Heksahydroksoglinian potasu

- ❖ **Wodorotlenek glinu - $\text{Al}(\text{OH})_3$** - bardzo słabo rozpuszczalny w wodzie, otrzymuje się w reakcji rozpuszczalnych soli glinu z wodnym roztworem zasady:

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$
- $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 6\text{Na}^+ + 6\text{OH}^- \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 6\text{Na}^+ + 3\text{SO}_4^{2-}$
- $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$

Wodorotlenek glinu reaguje z roztworami mocnych zasad i kwasami - ma charakter amfoteryczny.

$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	Chlorek glinu
$2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$	Siarczan(VI) glinu
$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$	heksahidroksoglinian sodu
$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	tetrahydroksoglinian sodu

- ❖ **Siarczan(VI) glinu - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$** - bezbarwny, krystaliczny związek stosowany w przemyśle papierniczym, farbiarskim, garbarskim, do strącania osadów w oczyszczalniach ścieków, z metalami grupy pierwszej oraz kationem amonowym NH_4^+ tworzy sole podwójne uwodnione - aluny $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$, które mają właściwości ścinania (koagulacji) białek, stąd zastosowanie do tamowania niewielkich krwotoków i jako środek dezynfekcyjny.
- ❖ **Chlorek glinu - AlCl_3** - otrzymuje się w syntezie z pierwiastków:
 - $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AlCl}_3$ lub
 - $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$

Sól jest silnie higroskopijna, bardzo dobrze rozpuszczalna w wodzie, w stanie stałym pod wpływem wilgoci ulega rozkładowi z wydzieleniem chlorowodoru:



5. Zastosowanie glinu i jego związków

Glin	Sproszkowany gwałtownie reaguje z tlenem, stosowany jest w aluminotermii - redukcji tlenków metali: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$, proces ten jest wykorzystywany do otrzymywania chromu, wanadu, w spawalnictwie, jest składnikiem termitu w bombach zapalających. Produkcja przewodów elektrycznych, blach aluminiowych, naczyń, aparatury chemicznej, folii aluminiowej.
Stopy glinu	Duraluminium, silumin, magnalium, elektron - lekkie stopy posiadają większą odporność mechaniczną i chemiczną niż czysty glin, stosuje się do produkcji elementów samolotów, stopy z metalami kolorowymi - brązy aluminiowe
Glinokrzemiany	Stosuje się do produkcji ceramiki (porcelany, klinkieru, kamionki) nieprzepuszczalnej dla gazów i wody, ceramiki budowlanej - porowatej (dachówki, cegły, szamot) - przepuszczalnej dla gazów i częściowo wody,

6. Zadania

- 1) Zapisz równanie reakcji otrzymywania chromu z tlenku chromu(III) oraz manganu z tlenku manganu(II) manganu(III) w procesie aluminotermii.

Rozwiązanie:

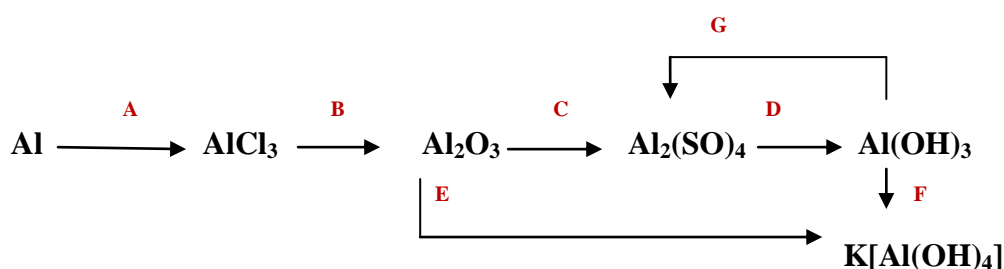
- $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$
- $3\text{MnO} \cdot \text{Mn}_2\text{O}_3 + 8\text{Al} \rightarrow 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Mn}$

- 2) Siarczan(VI) glinu ulega termicznemu rozkładowi na dwa tlenki, sproszkowany glin spala się wybuchowo, wodorotlenek ogrzewany ulega rozkładowi na dwa tlenki, zapisz równania reakcji otrzymywania wodorotlenku glinu.

Rozwiązanie:



- 3) Zapisz równania reakcji przemian chemicznych przedstawionych na poniższym schemacie, dobierając ewentualne drugi substrat, nadaj nazwy systematyczne produktom reakcji, dla każdej reakcji określ jej rodzaj.



Rozwiązanie:

- A) $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AlCl}_3$,
(chlerek glinu, r. syntezy)
- B) $2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$,
(tlenek glinu + chlorowódor, r. analizy)
- C) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
(siarczan(VI) glinu + woda, r. wymiany podwójnej)
- D) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$,
(wodorotlenek glinu + siarczan(VI) potasu, r. wymiany podwójnej)
- E) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K[Al(OH)}_4]$
(tetrahydroksoglinian potasu, r. syntezy)
- F) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K[Al(OH)}_4]$
(tetrahydroksoglinian potasu, r. syntezy)
- G) $2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$
(siarczan(VI) glinu + woda, r. wymiany podwójnej)