Kurs zadaniowy z chemii

Maturalis i Kamil Kaznowski

Lekcja 20/25 – 31 marca 2023 r.

Temat: Chemia Nieorganiczna 3

Zadanie 1.

Tlenek manganu(IV) w reakcjach utleniania-redukcji może pełnić funkcję reduktora lub utleniacza.

W reakcjach tlenku manganu(IV) z kwasami powstają sole manganu(II).

Podaj wzory wszystkich <u>produktów</u> reakcji tlenku manganu(IV):

- **z kwasem solnym**

$$\overset{IV}{MnO_2} + \overset{-I}{HCl} \longrightarrow \overset{II}{MnCl_2} + \overset{0}{Cl_2}\uparrow + H_2O$$

- **z kwasem siarkowym(VI).**

$$MnO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + O_2\uparrow + H_2O$$

Tlenek manganu(IV) reaguje z tlenem w środowisku zasadowym. W reakcji powstają sole manganu(VI).

$$2MnO_2 + 1O_2 + 4OH^- \longrightarrow 2MnO_4^{2-} + 2H_2O$$

Napisz <u>w formie jonowej</u> z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równania procesów redukcji i utleniania zachodzących podczas reakcji tlenku manganu(IV) z tlenem w środowisku zasadowym (NaOH). Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> sumaryczne równanie zachodzącej reakcji.

Równanie procesu redukcji:

$$2H_2O + O_2 + 4e^- \longrightarrow \overset{-II}{2H_2O} + 4OH^-$$

Równanie procesu utlenienia:

$$\overset{IV}{MnO_2} + 4OH^- \longrightarrow \overset{VI}{MnO_4^{2-}} + 2e^- + 2H_2O \quad /\cdot 2$$

Sumaryczne równanie reakcji:

$$2MnO_2 + O_2 + 4NaOH \rightarrow 2Na_2MnO_4 + 2H_2O$$

Zadanie 2.

Ołów praktycznie nie roztwarza się w rozcieńczonym kwasie jodowodorowym ani w rozcieńczonym kwasie bromowodorowym. Metal ten roztwarza się natomiast całkowicie w rozcieńczonym kwasie azotowym(V), a także w kwasie octowym. W reakcji ołowiu z rozcieńczonym kwasem azotowym(V) powstają azotan(V) ołowiu(II), tlenek azotu(II) oraz woda. W reakcji tego metalu z kwasem octowym wydziela się wodór i powstaje kompleks ołowiu(II) o wzorze $[Pb(CH_3COO)_4]^{2-}$.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna. Podstawy teoretyczne i analiza jakościowa*, Warszawa 2001.

Na podstawie informacji wprowadzającej, szeregu elektrochemicznego metali oraz tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków wybierz poprawne wyjaśnienie zachowania ołowiu wobec rozcieńczonego kwasu jodowodorowego i kwasu bromowodorowego. Zaznacz P przy poprawnym wyjaśnieniu.

1.	Ołów praktycznie nie roztwarza się w rozcieńczonym kwasie jodowodorowym ani w rozcieńczonym kwasie bromowodorowym, ponieważ nie wypiera on wodoru z kwasów.	
2.	Ołów praktycznie nie roztwarza się w rozcieńczonym kwasie jodowodorowym ani w rozcieńczonym kwasie bromowodorowym, ponieważ w tych roztworach powierzchnia ołowiu pokrywa się pasywną warstwą trudno rozpuszczalnej soli.	**P**
3.	Ołów praktycznie nie roztwarza się w rozcieńczonym kwasie jodowodorowym ani w rozcieńczonym kwasie bromowodorowym, ponieważ te kwasy są słabe i beztlenowe.	

$Pb + H_3O^+ + NO_3^- \rightarrow Pb^{2+} + NO_3^- + NO + H_2O$

Napisz w formie jonowej z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy):

- **równanie procesu redukcji zachodzącego podczas reakcji ołowiu z rozcieńczonym kwasem azotowym(V).**

$4\,H_3O^+ + \overset{V}{N}O_3^- + 3e^- \rightarrow \overset{II}{N}O + 6H_2O$

- **równanie procesu utleniania w reakcji ołowiu z kwasem octowym. Uwzględnij powstawanie jonu kompleksowego tego metalu.**

$4CH_3COOH + Pb + 4H_2O \rightarrow [Pb(CH_3COO)_4]^{2-} + 2e^- + 4H_3O^+$

$\overset{0}{Pb} + CH_3COOH \rightarrow [\overset{II}{Pb}(CH_3COO)_4]^{2-} + H_2$

COOH
|
COOH

Zadanie 3.

Kwas szczawiowy (etanodiowy) to najprostszy kwas dikarboksylowy o wzorze sumarycznym $H_2C_2O_4$. Szczawian magnezu MgC_2O_4 jest bezbarwnym krystalicznym ciałem stałym, które trudno rozpuszcza się w wodzie. Kationy magnezu mają zdolność tworzenia z anionami szczawianowymi jonów kompleksowych o wzorze $[Mg(C_2O_4)_2]^{2-}$. Sole zawierające ten jon są rozpuszczalne w wodzie.

W poniższej tabeli przedstawiono informacje o rozpuszczalności w wodzie szczawianów wybranych metali w temperaturze pokojowej.

CaC_2O_4	$Na_2C_2O_4$	$K_2C_2O_4$	BaC_2O_4
praktycznie nierozpuszczalny	rozpuszczalny	rozpuszczalny	praktycznie nierozpuszczalny

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna. Podstawy teoretyczne i analiza jakościowa*, Warszawa 2001 oraz W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 1997.

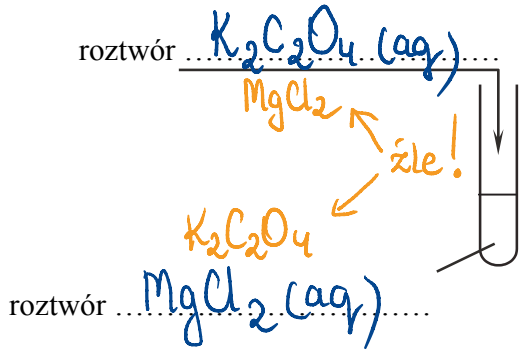
Sformułuj hipotezę na temat zachowania szczawianu magnezu w kontakcie z roztworem zawierającym jony szczawianowe. Uwzględnij wytrącanie lub roztwarzanie związków magnezu.

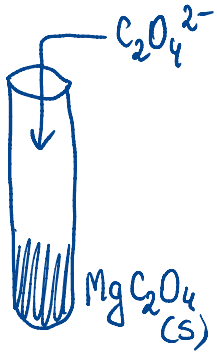
Praktycznie niemrozpuszczalny w wodzie MgC_2O_4 rozpuszcza się w obecności jonów szczawianowych

Zaprojektuj doświadczenie, którego przebieg potwierdzi sformułowaną hipotezę. Uzupełnij poniższy schemat – wpisz wzory soli wybranych spośród następujących:

- ~~CaC_2O_4~~
- **$K_2C_2O_4$**
- **$MgCl_2$**
- ~~$MgCO_3$~~

Schemat doświadczenia:





Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równania reakcji zachodzących w czasie doświadczenia.

$Mg^{2+} + C_2O_4^{2-} \rightarrow MgC_2O_4\downarrow$

$MgC_2O_4 + C_2O_4^{2-} \rightarrow [Mg(C_2O_4)_2]^{2-}$

Zadanie 4.

Poniżej podano symbole czterech metali różniących się aktywnością, a zatem także zachowaniem względem wody i kwasów: ▫ Ag ▫ Ba ▫ Ni ▫ Au

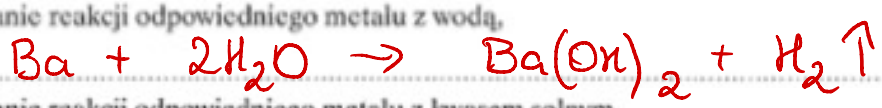
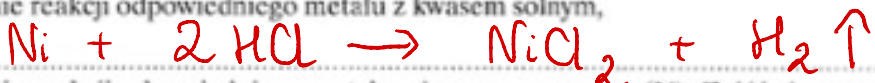
Korzystając z danych zawartych w tablicach chemicznych dołączonych do zbioru, uporządkuj metale, których symbole wymieniono w informacji wprowadzającej, według wzrastającej aktywności. Zapisz w odpowiedniej kolejności symbole tych metali.

Au, Ag, Ni, Ba

Wśród metali, których symbole wymieniono w informacji wprowadzającej, wskaż te, które spełniają opisane niżej warunki. Podaj ich symbole.

1. Metal reagujący z wodą. Ba
2. Metal, który nie reaguje z wodą, ale reaguje z kwasem solnym. Ni
3. Metal, który nie reaguje z wodą ani z kwasem solnym, ale reaguje z kwasem azotowym(V). Ag

Zapisz (w formie cząsteczkowej) równania reakcji, o których mowa w poprzednim zadaniu.

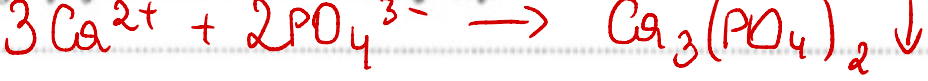
1. Równanie reakcji odpowiedniego metalu z wodą,

$Ba + 2H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 + H_2\uparrow$
2. Równanie reakcji odpowiedniego metalu z kwasem solnym,

$Ni + 2HCl \rightarrow NiCl_2 + H_2\uparrow$
3. Równanie reakcji odpowiedniego metalu z kwasem azotowym(V). Załóż, że zastosowano stężony roztwór kwasu azotowego(V).

$Ag + 2HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + NO_2\uparrow + H_2O$

Zadanie 5.

Twardość przemijającą wody spowodowaną obecnością w niej np. wodorowęglanu wapnia można usunąć, gotując wodę. Twardość trwałą spowodowaną np. obecnością chlorku wapnia można usunąć środkiem zmiękczającym, np. fosforanem(V) sodu.

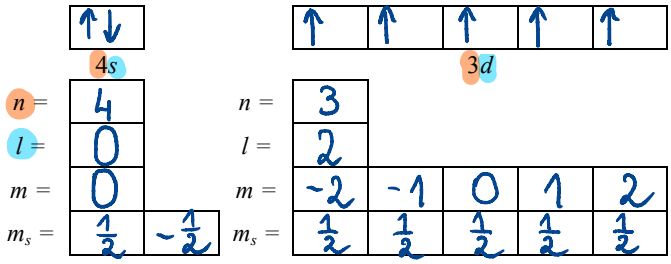
1. Zapisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji zachodzącej w trakcie opisanego wyżej usuwania twardości przemijającej wody.

$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{T} CaCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O$
2. Zapisz w formie jonowej (tzw. zapis jonowy skrócony) równanie reakcji zachodzącej w trakcie opisanego wyżej usuwania twardości trwałej wody.

$3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow$

Zadanie 6.

Elektrony walencyjne manganu mają następującą konfigurację: $4s^2\ 3d^5$.
Przedstaw konfigurację elektronów walencyjnych w zapisie klatkowym. Wpisz wartości liczb kwantowych, które opisują stan każdego z elektronów walencyjnych atomu tego pierwiastka chemicznego.

l=0 s
l=1 p
l=2 d
l=3 f



Oblicz stopnie utlenienia manganu i uzupełnij tabelę.

	MnO_2	K_2MnO_4	$KMnO_4$	$MnSO_4$
Nazwa systematyczna	tlenek manganu(IV)	manganian(VI) potasu	manganian(VII) potasu	siarczan(VI) manganu(II)
Stopień utlenienia manganu	IV	VI	VII	II
Barwa związku w postaci stałej				

Mangan tworzy trzy podstawowe tlenki, w których występuje na różnych stopniach utlenienia.

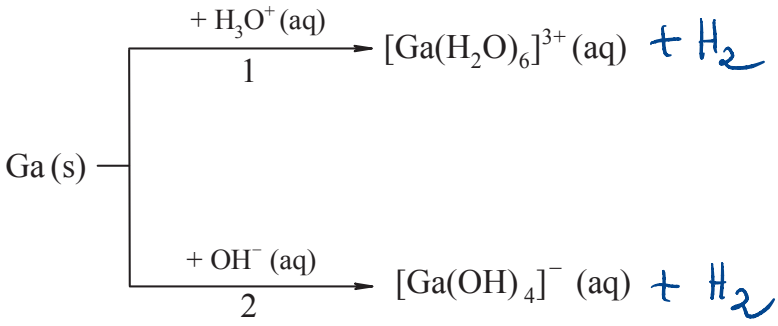
a) Tlenek X otrzymuje się przez termiczny rozkład węglanu manganu(II).
b) Tlenek Y powstaje podczas redukcji $KMnO_4$ siarczanem(IV) potasu w środowisku obojętnym.
c) Tlenek Z powstaje podczas ostrożnego działania stężonym roztworem H_2SO_4 na stały manganian(VII) potasu. Mangan w tej reakcji nie zmienia stopnia utlenienia.

Napisz w formie cząsteczkowej równania reakcji otrzymywania tlenków oznaczonych symbolami X, Y, Z oraz ich nazwy. Współczynniki w równaniu reakcji otrzymywania tlenku Y dobierz metodą bilansu elektronowego.

Symbol tlenku	**Równanie reakcji chemicznej otrzymywania tlenku**	**Nazwa tlenku**
X	$MnCO_3 \xrightarrow{T} MnO + CO_2\uparrow$	tlenek manganu(II)
Y	$2KMnO_4 + 3K_2SO_3 + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 3K_2SO_4 + 2KOH$	tlenek manganu(IV)
	Bilans elektronowy: $2H_2O + Mn^{VII}O_4^- + 3e^- \rightarrow Mn^{IV}O_2 + 4OH^-$ /·2 $SO_3^{2-} + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2e^- + H_2O$ /·3	
Z	$H_2SO_4 + 2KMnO_4 \rightarrow Mn_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$	tlenek manganu(VII)

Zadanie 7.

Gal jest metalem, który roztwarza się w mocnych kwasach oraz mocnych zasadach. W reakcjach tych tworzy sole, przechodząc na stopień utlenienia III. Drugi produkt tych reakcji jest taki sam jak w reakcjach glinu z mocnymi kwasami i zasadami. Poniżej przedstawiono schemat reakcji galu z mocnymi kwasami i zasadami.



Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równania reakcji oznaczonych numerami 1 i 2.

1: $2Ga + 6H_3O^+ + 6H_2O \rightarrow 2[Ga(H_2O)_6]^{3+} + 3H_2$

2: $2Ga + 2OH^- + 6H_2O \rightarrow 2[Ga(OH)_4]^- + 3H_2$

Zadanie 8.

Jedną z metod usuwania tlenku siarki(IV) z gazów spalinowych w instalacjach przemysłowych jest odsiarczanie, zachodzące w dwóch etapach. W etapie I przepuszcza się gazy spalinowe przez zawiesinę węglanu wapnia. W wyniku reakcji powstaje, również w formie zawiesiny, siarczan(IV) wapnia. Etap II tego procesu ma na celu otrzymanie takiego produktu, który można łatwo usunąć z instalacji przemysłowej. W tym celu przepuszcza się przez zawiesinę siarczanu(IV) wapnia powietrze i przemywa powstającą w tym procesie gęstniejącą porowatą masę wodą. Końcowym produktem w opisanej metodzie jest gips krystaliczny – sól o wzorze $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

Na podstawie: www.rafako.com.pl/produkty/575 [dostęp w dniu 24.01.2013]

Etap I procesu odsiarczania gazów spalinowych przebiega zgodnie z równaniem:

$$CaCO_3 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + CO_2$$

Przez zawiesinę zawierającą 100 g $CaCO_3$ przepuszczono 20 dm^3 SO_2 (w przeliczeniu na warunki normalne).

Oblicz, o ile gramów wzrosła masa zawiesiny, jeśli w gazach opuszczających naczynie z $CaCO_3$ znajdowało się 10% początkowej objętości SO_2. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej.

Obliczenia:

$20\,dm^3 \cdot 0{,}1 = 2\,dm^3\ SO_2$ opuściło układ

$M_{SO_2} = 64\,g/mol$

$64\,g\ SO_2 \text{ — } 22{,}4\,dm^3\ SO_2$

$x \text{ — } 18\,dm^3\ SO_2$

$x = 51{,}4\,g\ SO_2$

$64\,g\ SO_2 \text{ — } 44\,g\ CO_2$

$51{,}4\,g\ SO_2 \text{ — } x$

$x = 35{,}3\,g\ CO_2$

$m = 100\,g + 51{,}4 - 35{,}3 = 116{,}1\,g$

wzrosła o 16 g

maturalis kaznowski.maturalnie maturalis.pl

Zapisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji zachodzącej w etapie II procesu odsiarczania gazów spalinowych.

$CaSO_3 + \frac{1}{2}O_2 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$

Siarczan(VI) wapnia może tworzyć uwodnione kryształy (hydraty). W tabeli podano liczbę moli cząsteczek wody przypadających na jeden mol siarczanu(VI) wapnia (liczbę hydratacji soli) w zależności od zakresu temperatur, w których krystalizuje siarczan(VI) wapnia.

Zakres temperatur	poniżej 120 °C	120 °C – 180 °C	powyżej 180 °C
Liczba hydratacji $CaSO_4$	2	$\frac{1}{2}$	0 (sól bezwodna)

Otrzymany w opisanej metodzie $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ został wyprażony w temperaturze 140 °C.

Podaj wzór produktu, który otrzymano po wyprażeniu.

Wzór ……$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$……

Zadanie 9.

Cynk, magnez i glin w opisanych poniżej doświadczeniach ulegają przemianom zilustrowanym następującymi schematami:

$$Zn \xrightarrow{H^+} Zn^{2+} \xrightarrow{OH^-} Zn(OH)_2\downarrow \xrightarrow{OH^-} [Zn(OH)_4]^{2-}$$

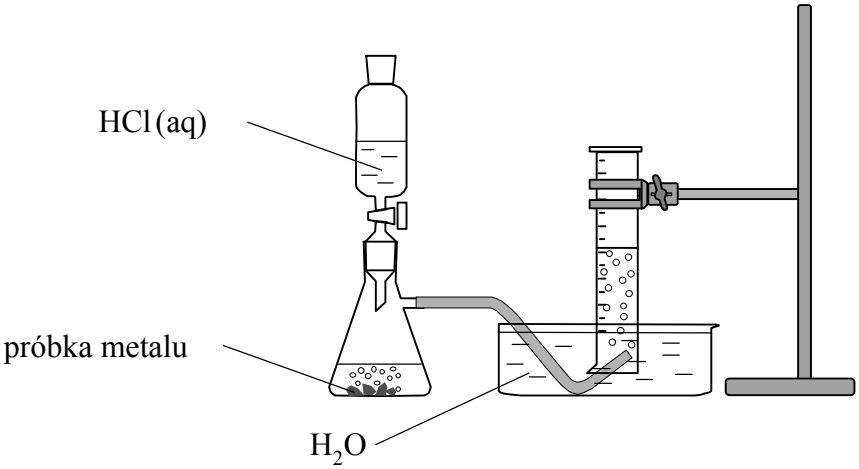
$$Zn(OH)_2 \xrightarrow{NH_3\,(aq)} [Zn(NH_3)_4]^{2+}$$

$$Mg \xrightarrow{H^+} Mg^{2+} \xrightarrow{OH^-} Mg(OH)_2\downarrow$$

$$Al \xrightarrow{H^+} Al^{3+} \xrightarrow{OH^-} Al(OH)_3\downarrow \xrightarrow{OH^-} [Al(OH)_4]^-$$

$$Al(OH)_3 \xrightarrow{NH_3\,(aq)} \text{nie obserwuje się roztwarzania osadu}$$

W kolbach oznaczonych numerami I, II i III umieszczono w przypadkowej kolejności próbki cynku, magnezu i glinu. W każdej kolbie była próbka innego metalu. Na te metale podziałano kwasem solnym. Opisane doświadczenie zilustrowano poniższym schematem.



Podczas opisanego doświadczenia w każdej kolbie metal uległ całkowitemu roztworzeniu i powstały klarowne, bezbarwne roztwory chlorków badanych metali. Przebiegowi wszystkich reakcji towarzyszyło wydzielanie się bezbarwnego gazu.

Spośród czynności, których nazwy podano poniżej, wybierz tę, którą należy wykonać jako pierwszą w celu wyodrębnienia z każdej mieszaniny poreakcyjnej (powstałej podczas opisanego doświadczenia) jonowego produktu reakcji. Podkreśl jej nazwę.

sól

sączenie odwirowanie odparowanie pod wyciągiem

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji glinu z kwasem solnym.

$Al + 6H_3O^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2\uparrow + 6H_2O$

W celu identyfikacji roztworów chlorków otrzymanych w kolbach I, II i III przeprowadzono dwa doświadczenia. W pierwszym z nich jako odczynnika użyto wodnego roztworu wodorotlenku sodu, a w drugim – wodnego roztworu amoniaku.

Podczas pierwszego doświadczenia próbki roztworów z kolb I, II i III umieszczono w probówkach oznaczonych tymi samymi numerami i do każdej z nich dodawano kroplami roztwór wodorotlenku sodu. We wszystkich probówkach zaobserwowano wytrącenie się białego osadu. Podczas dodawania kolejnych porcji odczynnika zaobserwowano roztworzenie się osadów w probówkach I i III, natomiast osad w probówce II pozostał niezmieniony. Mg

Podkreśl symbol metalu, którego jony zidentyfikowano podczas opisanego (pierwszego) doświadczenia. Uzasadnij swój wybór.

Metal, którego jony zidentyfikowano podczas opisanego doświadczenia, to (Al / Mg / Zn).

Uzasadnienie wyboru: Tworzący się $Mg(OH)_2$ nie jest amfoteryczny i nie rozpuszcza się pod wpływem nadmiaru NaOH.

Podczas drugiego doświadczenia próbki roztworów z kolb I i III umieszczono w probówkach oznaczonych tymi samymi numerami i do każdej z nich dodawano kroplami roztwór amoniaku. Najpierw w obu probówkach wytrącił się biały osad, ale przy dodawaniu kolejnych porcji odczynnika zaobserwowano roztworzenie się osadu w probówce I. Zn

Napisz:

- **<u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji, w wyniku której w probówce III wytrącił się biały osad;**

$$Al^{3+} + 3(NH_3 \cdot H_2O) \rightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3NH_4^+$$

- **<u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji, w wyniku której nastąpiło roztworzenie białego osadu w probówce I.**

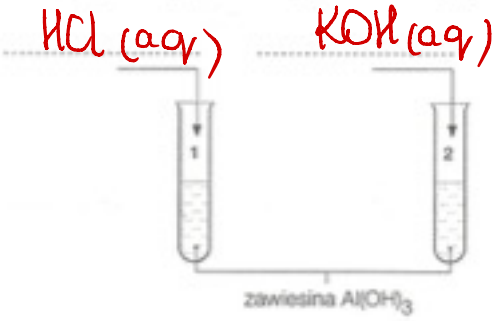
$$Zn(OH)_2 + NH_3 \rightarrow [Zn(NH_3)_4]^{2+} + 2OH^-$$

Zadanie 10.

Wykonano doświadczenie, którego celem było wykazanie amfoterycznych właściwości wodorotlenku glinu.

a) Uzupełnij schemat doświadczenia chemicznego, wpisując wzory sumaryczne substancji. Odczynniki niezbędne do przeprowadzenia doświadczenia chemicznego wybierz spośród wymienionych poniżej związków chemicznych.

$NaCl_{(aq)}$, $HCl_{(aq)}$, $KOH_{(aq)}$, $KMnO_{4(aq)}$



b) Napisz obserwacje, które potwierdzą amfoteryczny charakter wodorotlenku glinu.

W obu probówkach zawiesina rozpuszcza się

c) Zapisz równania reakcji chemicznych zachodzących w obu probówkach w formie jonowej skróconej, wiedząc, że w jednej z nich produktem jest jon kompleksowy o liczbie koordynacyjnej 6.

Probówka 1.: $Al(OH)_3 + 3H^+ \rightarrow Al^{3+} + 3H_2O$

Probówka 2.: $Al(OH)_3 + 3OH^- \rightarrow [Al(OH)_6]^{3-}$

$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{T} CaCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O$

$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{T} Mg(OH)_2\downarrow + 2CO_2$

kamień kotłowy

Zadanie 11.

Soda, czyli węglan sodu, jest stosowany jako składnik proszku do prania zmniejszający twardość wody.

A. Napisz jonowe skrócone równanie reakcji przedstawiające usuwanie twardości wody spowodowanej obecnością kationów wapnia.

$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow$

B. Twardość wody można wyrażać w tzw. stopniach niemieckich. Jeden stopień niemiecki (°N) odpowiada 10 mg CaO przypadającym na 1 dm^3 wody. Ile gramów sody potrzeba dodać do 1 dm^3 wody o twardości 5°N, aby całkowicie usunąć z niej twardość? Wykonaj odpowiednie obliczenia.

$1°N \rightarrow 10\,mg\,CaO / 1\,dm^3\,H_2O$

$5°N \rightarrow 50\,mg\,CaO / 1\,dm^3\,H_2O$

$CaO \rightarrow Ca^{2+}$?

$M_{CaO} = 56\,g/mol$

$56\,g\,CaO$ — $1\,mol\,Ca^{2+}$

$0{,}05\,g\,CaO$ — x

$x = 8{,}9 \cdot 10^{-4}\,mola\,Ca^{2+}$

$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow$

$8{,}9 \cdot 10^{-4}\,mola\,CO_3^{2-}$

$M_{Na_2CO_3} = 106\,g/mol$

$106\,g$ — $1\,mol$

x — $8{,}9 \cdot 10^{-4}\,mol$

$x = 0{,}094\,g \rightarrow 94\,mg$

$8{,}9 \cdot 10^{-4}\,mola\,Na_2CO_3$