Kurs zadaniowy z chemii

Maturalis i Kamil Kaznowski

Lekcja 19/25 – 24 marca 2023 r.

Temat: Chemia Nieorganiczna 2

Zadanie 1.

Na zdjęciu obok pokazano dwuetapowe doświadczenie, podczas którego do probówki wprowadzono kilka cm^3 chloroformu ($CHCl_3$) oraz wodę bromową (etap 1.), a następnie ciecze wymieszano i pozostawiono na pewien czas (etap 2.).



etap 1. etap 2.

Przedstaw wniosek z pokazanego doświadczenia dotyczący porównania gęstości wody bromowej i chloroformu. Nazwij proces, który spowodował zmianę wyglądu zawartości probówki po wymieszaniu i ponownym rozdzieleniu się cieczy.

Gęstość chloroformu jest ..... niż gęstość wody bromowej.

Nazwa procesu: .....

Jedna z metod wykrywania obecności jonów bromkowych albo jodkowych w roztworze polega na utlenieniu ich do wolnego bromu albo jodu.

Rozstrzygnij, czy zarówno jony bromkowe, jak i jony jodkowe można utlenić za pomocą kwasu azotowego(V). Uzasadnij swoją odpowiedź. W uzasadnieniu odnieś się do wartości odpowiednich potencjałów standardowych.

Rozstrzygnięcie: jony bromkowe: ..... jony jodkowe: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

.....

Zadanie 2.

Przeprowadzono doświadczenie, w którym na podstawie zachodzącej reakcji chemicznej można stwierdzić, że wolny chlor jest silniejszym utleniaczem niż wolny brom.

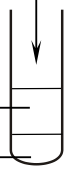
Uzupełnij schemat przeprowadzonego doświadczenia – zaznacz po jednym wzorze odczynnika w zestawach I i II.

Schemat doświadczenia:

Zestaw II: $Br_2\,(aq)$ / $Cl_2\,(aq)$ / $KBr\,(aq)$ / $KCl\,(aq)$

Zestaw I: $KBr\,(aq)$ / $KCl\,(aq)$

CCl_4



Do probówki zawierającej kilka cm^3 bezbarwnego rozpuszczalnika CCl_4 wlano podobną objętość odczynnika, który został wybrany z zestawu I, a następnie zawartość probówki energicznie wstrząsano. Zaobserwowano rozdzielenie się cieczy na dwie warstwy (etap 1.). Następnie do probówki dodano odczynnik wybrany z zestawu II, ponownie wstrząsano zawartość probówki i zaobserwowano rozdzielenie się cieczy na dwie warstwy (etap 2.).

Zaznacz numer zdjęcia, na którym zilustrowany jest wynik po etapie 1., oraz numer zdjęcia przedstawiającego wynik po etapie 2. doświadczenia.

Po etapie 1.:



zdjęcie 1.



zdjęcie 2.



zdjęcie 3.

Po etapie 2.:



zdjęcie 4.



zdjęcie 5.



zdjęcie 6.

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji zachodzącej podczas przeprowadzonego doświadczenia.

.....

Zadanie 3.

Jod bardzo słabo rozpuszcza się w wodzie i jego nasycony roztwór, nazywany wodą jodową, w temperaturze 25 °C ma stężenie ok. $1{,}3 \cdot 10^{-3}$ mol·dm^{-3}. Dużo lepiej jod rozpuszcza się (roztwarza) w roztworze zawierającym jony jodkowe, gdyż przebiega tam reakcja opisana równaniem:

$$I_2 + I^- \rightleftarrows I_3^-$$

Stężeniowa stała tej równowagi w temperaturze 25 °C jest równa 700.

W niektórych schorzeniach tarczycy stosuje się tzw. płyn Lugola, który można przyrządzić, jeśli wymiesza się 1 g jodu i 2 g jodku potasu z 97 g wody.

Oblicz masę jodu rozpuszczonego w 100 g nasyconego wodnego roztworu w temperaturze 25 °C. Oblicz, ile razy masa jodu, który rozpuszczono, aby przygotować 100 g płynu Lugola, jest większa niż masa jodu w 100 g wody jodowej. Przyjmij, że gęstość wody jodowej jest równa 1,0 g·cm^{-3}.

Obliczenia:

Oblicz równowagowe stężenie jonów jodkowych (I^-) w płynie Lugola w temperaturze 25 °C. Przyjmij, że gęstość tego roztworu w temperaturze pokojowej jest równa 1,05 g·cm^{-3}.

Obliczenia:

Jon trijodkowy I_3^- ma budowę liniową.

Narysuj wzór elektronowy jonu trijodkowego. Zaznacz kreskami wszystkie wspólne i wolne pary elektronowe atomów.

.....

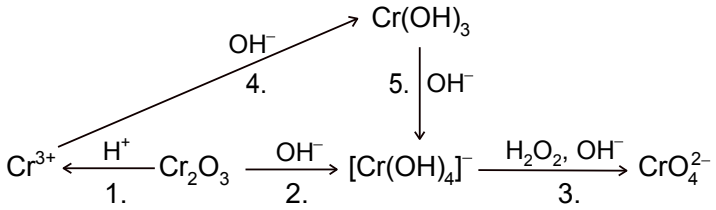
W roztworze wodnym o odczynie zasadowym cząsteczki jodu ulegają reakcji dysproporcjonowania, w wyniku czego tworzą się jony jodkowe i jony jodanowe(I). Jodany(I) są tak nietrwałe, że łatwo ulegają kolejnej przemianie, której produktami są jodki i jodany(V).

Napisz <u>w formie jonowej</u> sumaryczne równanie reakcji zachodzącej po wprowadzeniu jodu do wodnego roztworu wodorotlenku sodu.

.....

Zadanie 5.

Poniższy schemat ilustruje przemiany 1.–5., którym ulegają związki chromu(III).



Napisz:

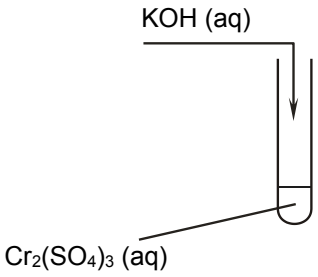
- **<u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji tlenku chromu(III) z kwasem siarkowym(VI) (przemiana 1.)**

.....

- **wzór soli, której roztwór powstaje w reakcji tlenku chromu(III) z wodorotlenkiem potasu (przemiana 2.).**

.....

Do probówki z wodnym roztworem siarczanu(VI) chromu(III) dodawano wodny roztwór wodorotlenku potasu. Opisane doświadczenie zilustrowano na poniższym rysunku.



Na podstawie zaobserwowanych efektów stwierdzono, że reakcja zachodzi w dwóch etapach:

- po dodaniu niewielkiej ilości roztworu wodorotlenku potasu do probówki z roztworem siarczanu(VI) chromu(III) (przemiana 4.)
- przy dalszym dodawaniu roztworu wodorotlenku potasu (przemiana 5.).

Napisz, co zaobserwowano w pierwszym etapie tego doświadczenia (przemiana 4.). Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji, która była przyczyną zaobserwowanej zmiany.

Obserwacja: .....

Równanie reakcji: .....

Napisz, co zaobserwowano w drugim etapie tego doświadczenia (przemiana 5.). Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji, która była przyczyną zaobserwowanej zmiany.

Obserwacja: .....

Równanie reakcji: .....

Do probówki z wodnym roztworem soli zawierającej jony $[Cr(OH)_4]^-$ dodano – w środowisku zasadowym – wodny roztwór H_2O_2 (przemiana 3.).

Opisz zmianę świadczącą o zajściu reakcji w tej probówce. Uwzględnij barwę zawartości probówki po reakcji.

.....

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji, która była przyczyną obserwowanej zmiany (przemiana 3.).

.....

Zadanie 6.

Antymon roztwarza się na gorąco w stężonym kwasie siarkowym(VI). W tej przemianie tworzy się m.in. zdysocjowany w wodnym roztworze siarczan(VI) antymonu(III) oraz wydziela się bezbarwny gaz o charakterystycznym ostrym zapachu, w którym siarka stanowi 50% masowych.

Antymon reaguje także na gorąco ze stężonym kwasem azotowym(V). W tej przemianie wydziela się bezbarwny gaz, który w kontakcie z powietrzem zabarwia się na kolor czerwonobrunatny, i powstaje trudno rozpuszczalny jednoprotonowy kwas antymonowy(V). W cząsteczce tego kwasu stosunek liczby atomów wodoru do liczby atomów tlenu jest równy 1 : 3.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna*, Warszawa 2004.

Napisz <u>w formie jonowej</u> z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równania reakcji redukcji i utleniania zachodzących podczas opisanego procesu roztwarzania antymonu na gorąco w stężonym kwasie siarkowym(VI). Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> sumaryczne równanie opisanej przemiany.

Równanie reakcji redukcji:

.....

Równanie reakcji utleniania:

.....

Sumaryczne równanie reakcji:

.....

Napisz <u>w formie jonowej</u> sumaryczne równanie opisanego procesu roztwarzania antymonu na gorąco w stężonym <u>kwasie azotowym(V)</u>.

.....

Zadanie 7.

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 produktów reakcji tlenku manganu(IV):

- **z kwasem solnym**

.....

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

.....

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

Napisz w formie jonowej 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 w formie cząsteczkowej sumaryczne równanie zachodzącej reakcji.

Równanie procesu redukcji:

.....

Równanie procesu utlenienia:

.....

Sumaryczne równanie reakcji:

.....

Zadanie 8.

Większość kationów metali występuje w roztworze wodnym w postaci jonów kompleksowych, tzw. akwakompleksów, w których cząsteczki wody otaczają jon metalu, czyli są ligandami. Dodanie do takiego roztworu reagenta, który z kationami danego metalu tworzy trwalsze kompleksy niż woda, powoduje wymianę ligandów. Kompleksy mogą mieć różne barwy, zależnie od rodzaju ligandów, np. jon Fe^{3+} tworzy z jonami fluorkowymi F^- kompleks bezbarwny, a z jonami tiocyjanianowymi (rodankowymi) SCN^- – krwistoczerwony.

W dwóch probówkach znajdował się wodny roztwór chlorku żelaza(III). Do pierwszej probówki wsypano niewielką ilość stałego fluorku potasu, co poskutkowało odbarwieniem żółtego roztworu, a następnie do obu probówek dodano wodny roztwór rodanku potasu (KSCN). Stwierdzono, że tylko w probówce drugiej pojawiło się krwistoczerwone zabarwienie.

W badanych roztworach występowały jony kompleksowe żelaza(III):

I rodankowy II fluorkowy III akwakompleks

Uszereguj <u>wymienione</u> jony kompleksowe zgodnie ze wzrostem ich trwałości. Napisz w odpowiedniej kolejności numery, którymi je oznaczono.

.....

najmniejsza trwałość największa trwałość

Zadanie 9.

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.	**P**
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.	**P**

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).**

.....

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

.....

Zadanie 10.

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.

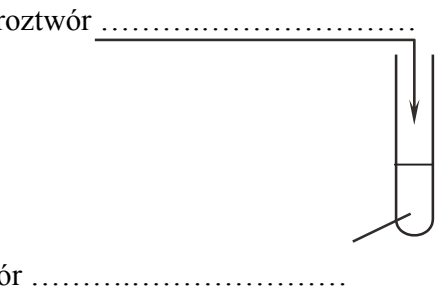
.....

.....

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.

.....

.....

Zadanie 11.

Przygotowano dwie identyczne próbki oznaczone numerami I i II: w każdej próbce zmieszano 2,8 g wiórków żelaznych i 2,4 g rozdrobnionej siarki.

Próbkę I wprowadzono do probówki i ogrzano w płomieniu palnika. Stwierdzono, że żelazo całkowicie przereagowało z siarką, w wyniku czego powstał produkt, w którym stosunek masowy $m_{Fe} : m_S \approx 7 : 4$ (reakcja 1.). Po zakończeniu reakcji zawartość probówki ostudzono, a następnie poddano działaniu kwasu solnego użytego w nadmiarze. Zaobserwowano, że mieszanina poreakcyjna częściowo roztworzyła się w kwasie, czemu towarzyszyło wydzielanie bezbarwnego gazu o nieprzyjemnym zapachu (reakcja 2.).

Próbkę II wprowadzono – bez uprzedniego ogrzewania – do zlewki z kwasem solnym. Stwierdzono, że próbka częściowo roztworzyła się w nadmiarze kwasu z wydzieleniem bezbarwnego i bezwonnego gazu (reakcja 3.).

Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równania reakcji, które zaszły po poddaniu obu próbek działaniu kwasu solnego użytego w nadmiarze (reakcja 2. i reakcja 3.).

Równanie reakcji 2.:

.....

Równanie reakcji 3.:

.....

Podaj nazwę substancji, która pozostała nieroztworzona w kwasie solnym w obu naczyniach, i podaj nazwę metody, którą należy zastosować, aby wyodrębnić tę substancję z mieszaniny poreakcyjnej otrzymanej po dodaniu nadmiaru kwasu solnego do obu próbek.

Nazwa substancji: .....

Nazwa metody: .....

Ustal, ile gramów substancji, która pozostała nieroztworzona w kwasie solnym w obu naczyniach, zawierały próbki.

Próbka I: .....

Próbka II: .....

Zadanie 12.

Jednym z tlenowych kwasów siarki jest kwas trioksotiosiarkowy (nazwa zwyczajowa: kwas tiosiarkowy) o wzorze $H_2S_2O_3$. Anion $S_2O_3^{2-}$ (tiosiarczanowy) ma strukturę analogiczną do struktury jonu siarczanowego(VI), z tą różnicą, że zamiast jednego atomu tlenu zawiera atom siarki. Centralnemu atomowi siarki w jonie $S_2O_3^{2-}$ odpowiada stopień utlenienia (VI), a skrajnemu – stopień utlenienia (–II). Kwas tiosiarkowy jest substancją nietrwałą, trwałe są natomiast sole tego kwasu – tiosiarczany. Spośród tych soli największe znaczenie ma tiosiarczan sodu – zwykle występujący jako pentahydrat o wzorze $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$. Znajduje on zastosowanie w przemyśle włókienniczym jako substancja służąca do usuwania resztek chloru używanego do bielenia tkanin. Podczas zachodzącej reakcji chlor utlenia jony $S_2O_3^{2-}$ do jonów siarczanowych(VI). W przemianie tej udział bierze również woda.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej,* Warszawa 2004.

Napisz <u>w formie jonowej</u> z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równanie reakcji redukcji i równanie reakcji utleniania zachodzących podczas procesu usuwania resztek chloru użytego do bielenia tkanin za pomocą jonów tiosiarczanowych. Uwzględnij, że w przemianie bierze udział woda.

Równanie reakcji redukcji:

.....

Równanie reakcji utleniania:

.....

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> sumaryczne równanie opisanej reakcji usuwania chloru.

.....

Zadanie 13.

Aby potwierdzić zasadowy charakter tlenku baru, przeprowadzano reakcję tego tlenku z pewnym odczynnikiem w obecności wskaźnika pH, którym była czerwień bromofenolowa. Wskaźnik ten w roztworach o pH < 5,2 ma barwę żółtą, a w roztworach o pH > 6,8 przyjmuje barwę czerwoną. W roztworach o 5,2 < pH < 6,8 barwi się na kolor pośredni między żółtym a czerwonym (różne odcienie barwy pomarańczowej).

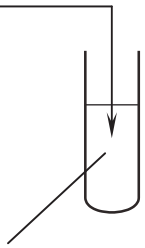
Do probówki wprowadzono wybrany odczynnik z dodatkiem czerwieni bromofenolowej, a następnie dodano nadmiar stałego tlenku baru, dokładnie mieszając jej zawartość. Zaobserwowano, że dodany tlenek baru roztworzył się całkowicie, a powstały w probówce klarowny roztwór zmienił zabarwienie.

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

Uzupełnij poniższy schemat wykonania doświadczenia. Wpisz wzór odczynnika wybranego spośród następujących:

$HCl\,(aq)$ $H_2SO_4\,(aq)$ $H_3PO_4\,(aq)$ $NaOH\,(aq)$

nadmiar BaO (s)



…….. + czerwień bromofenolowa

Napisz, jakie było zabarwienie zawartości probówki przed wprowadzeniem tlenku baru i po jego wprowadzeniu do roztworu znajdującego się w probówce.

Barwa zawartości probówki	
przed wprowadzeniem BaO	po wprowadzeniu BaO

Zadanie 14.

W celu określenia składu jakościowego dwuskładnikowego stopu glinu i metalu Me przeprowadzono dwuetapowe doświadczenie.

Etap 1.: Do 10,0 g stopu dodano nadmiar stężonego roztworu wodorotlenku sodu i zaobserwowano, że część stopu uległa roztworzeniu, przy czym w reakcji wydzielał się palny gaz, o gęstości mniejszej od gęstości powietrza. Masa nieprzereagowanej części stopu wynosiła 8,1 g. Otrzymany po oddzieleniu roztworu metal Me poddano dalszym badaniom.

Etap 2.: Do nieprzereagowanego składnika dodano nadmiar roztworu HNO_3 i zaobserwowano wydzielenie bezbarwnego gazu, który u wylotu probówki zmieniał barwę na brązową. W powstałym roztworze były obecne jony Me^+. Po ustaniu wydzielania się gazu do roztworu dodano nadmiar wodnego roztworu wodorotlenku sodu i zaobserwowano pojawienie się osadu.

Zapisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji zachodzącej po dodaniu stężonego roztworu wodorotlenku sodu do glinu, jeżeli w reakcji powstaje anion tetrahydroksoglinianowy.

.....

Uzupełnij poniższe zdania dotyczące 2. etapu doświadczenia. Wybierz i podkreśl jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Bezbarwny gaz wydzielający się w reakcji metalu Me z roztworem HNO_3 to (NO / NO_2). Oznacza to, że do reakcji użyto (stężonego / rozcieńczonego) roztworu kwasu. Zmiana barwy gazu u wylotu probówki jest spowodowana reakcją tego gazu z (O_2 / H_2).

Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia postawiono hipotezę:
Metal tworzący z glinem opisany stop musi być metalem leżącym w szeregu napięciowym za wodorem. Metalem tym może być miedź.

Oceń poprawność hipotezy. Uzasadnij swoją opinię przez podkreślenie właściwego zwrotu w każdym nawiasie i dokończenie zdania 1. i 2.

Hipoteza (jest / nie jest) poprawna.

1. Metal tworzący z glinem stop (musi / nie musi) być metalem leżącym w szeregu napięciowym za wodorem, gdyż

.....

.....

2. Metalem tym (może / nie może) być miedź, gdyż

.....

.....

W etapie 2. doświadczenia zachodzą procesy opisane schematem:

$$Me \rightarrow Me^{+} \rightarrow Me_2O$$

Otrzymany osad (Me_2O) wysuszono w podwyższonej temperaturze i uzyskano 8,7 g suchej masy. **Oblicz masę molową metalu wchodzącego w skład stopu aluminiowego.**

Obliczenia:

Zadanie 15.

Krzem ulega reakcji z roztworami wodorotlenków litowców, w wyniku czego tworzy krzemiany litowców o wzorze ogólnym Me_2SiO_3. Krzem tworzy z wodorem związki zwane silanami, których struktura jest analogiczna do struktury węglowodorów nasyconych i wyraża się ogólnym wzorem Si_nH_{2n+2}. Cząsteczka najprostszego silanu zawiera jeden atom krzemu. Wszystkie silany są nietrwałe w obecności tlenu – ich pary zapalają się w zetknięciu z powietrzem.

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

Napisz <u>w formie jonowej</u> równanie reakcji krzemu z zasadą sodową.

.....

Napisz wzór sumaryczny najprostszego silanu. Określ typ hybrydyzacji walencyjnych orbitali atomowych atomu krzemu w cząsteczce tego związku.

Wzór: ..... Typ hybrydyzacji: .....