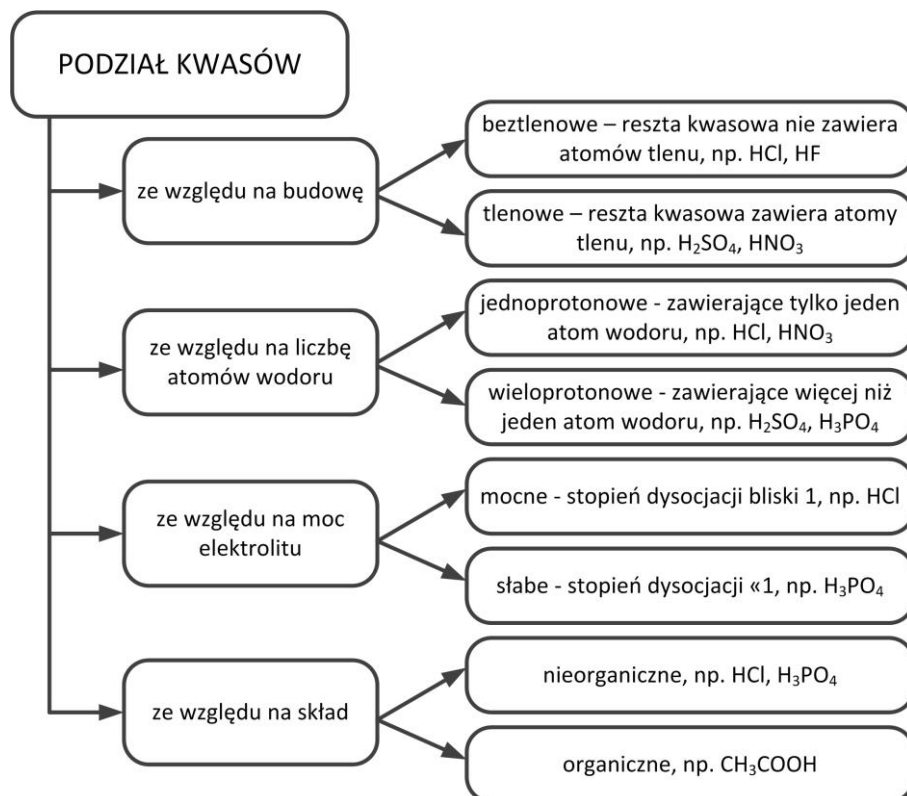


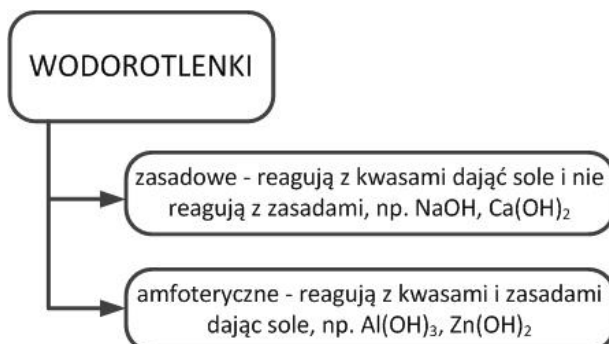
Własności kwasów i zasad

Większość związków nieorganicznych możemy podzielić na pięć grup: tlenku, wodorotlenku, kwasy, sole i inne (wodorki, węgliki, azotki). Kwasy możemy zdefiniować jako związki chemiczne zbudowane z atomów wodoru i atomów wchodzących w skład reszty kwasowej. Podział kwasów ze względu na budowę, liczbę atomów wodoru, moc oraz skład pierwiastkowy przedstawiono na rysunku nr 1.



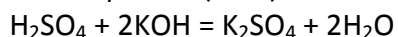
Rys. 1. Podział kwasów.

Wodorotlenki są to związki chemiczne zbudowane z kationów metali i anionów wodorotlenowych (hydroksylowych). Ze względu na ich charakter chemiczny możemy je podzielić na zasadowe oraz amfoteryczne (rys. 2).

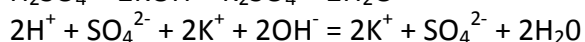


Rys. 2. Podział wodorotlenków.

Kwas i zasada reagując ze sobą tworząc sól i wodę. Reakcja ta nosi nazwę reakcji zobojętnienia. Możemy ją przedstawić na przykładzie reakcji kwasu siarkowego(VI) oraz wodorotlenku potasu (KOH):



zapis cząsteczkowy reakcji



zapis jonowy reakcji

Reakcja zobojętnienia stanowi podstawę jednej z metod analizy ilościowej jaką jest alkacymetria. Alkacymetria należy do metod opartych na analizie objętościowej i obejmuje alkalimetrię oraz acydymetrię. Alkalimetria to metoda oznaczania zawartości kwasów w roztworach poprzez miareczkowanie mianowanym roztworem zasad, natomiast w acydymetrii mianowanym roztworem jest kwas a oznaczaną substancją jest zasada. W zależności od typu soli powstającej w reakcji zobojętniania, może mieć miejsce reakcja odwrótne do zobojętniania, a mianowicie reakcja hydrolizy wytworzonej soli. Dobierając barwnik organiczny stosowany jako wskaźnik punktu równoważnikowego¹, należy rozpatrzyć obydwa procesy biegnące równocześnie.

Procedura postępowania w trakcie wykonywania oznaczenia jest następująca: do roztworu zawierającego pewną nieokreśloną ilość składnika nieoznaczonego, dodajemy mianowanego² roztworu odczynnika miareczkującego (za pomocą biurety z dokładnością do 0,05 ml), który z substancją oznaczaną stechiometrycznie wchodzi w określoną reakcję chemiczną. Czynność tę nazywamy miareczkowaniem. Roztwór użyty do miareczkowania ma ściśle określone stężenie, a wkrapla się go w ilości chemicznie równoważnej składnikowi oznaczanemu w roztworze. W czasie miareczkowania ważna jest: dokładna znajomość stężenia odczynnika miareczkującego, właściwe rozpoznanie punktu równoważnego w toku miareczkowania, a także znajomość równania stechiometrycznego reakcji zachodzącej podczas tego procesu pomiędzy substancją oznaczaną a użytym odczynnikiem. Z odczytanej na biurecie objętości danego roztworu oraz jego miana oblicza się, jaka ilość odczynnika przereagowała z oznaczaną ilością analizowanej substancji. Na tej podstawie, znając przebieg reakcji, określa się ilość tej substancji.

Alkacymetrii nie stosuje się, gdy reakcja biegnie pomiędzy słabym kwasem i słabą zasadą, ponieważ w tym przypadku nie udaje się precyzyjnie określić punktu równoważnikowego. Podczas miareczkowania silnego kwasu silną zasadą lub na odwrót pH roztworu w punkcie równoważnikowym wynosi 7 i jako wskaźnik (indykator) stosuje się czerwień metylową, która w środowisku kwaśnym ma zabarwienie czerwone, a w zasadowym żółte. Kolejnym indykatorem jest błękit bromotymolowy, który w środowisku kwaśnym jest żółty a w zasadowym – niebieski. W przypadku miareczkowania słabego kwasu silną zasadą, np. kwasu octowego zasadą sodową, pH w punkcie równoważnikowym jest większe niż 7 i jako wskaźnik końca miareczkowania stosuje się fenoloftaleinę, która w środowisku kwaśnym jest bezbarwna a w zakresie pH = 8 – 10,2 staje się różowa. W przypadku, gdy słabą zasadę miareczkuje się silnym kwasem, pH roztworu w punkcie równoważnikowym jest mniejsze niż 7, jako wskaźnik stosuje się oranż metylowy, który z czerwonego w środowisku kwaśnym zmienia się na pomarańczowy w środowisku alkalicznym.

Przygotowanie roztworu mianowanego polega na rozpuszczeniu w wodzie destylowanej określonej liczby gramorównoważników danej substancji i rozcieńczeniu otrzymanego roztworu do odpowiedniej objętości. W przypadku odczynnika zawierającego domieszki

¹ Osiągnięcie punktu równoważnikowego jest jednoznaczne z zakończeniem procesu miareczkowania.

² Miano roztworu w analizie chemicznej to masa substancji rozpuszczonej zawarta w 1 cm³ roztworu. Miano roztworu wyraża się najczęściej w gramach (lub miligramach) na 1 cm³ roztworu.

Ćwiczenie 1. Własności kwasów i zasad

trudne do oddzielenia, sporządza się roztwór o stężeniu zbliżonym do żądanego i następnie eksperymentalnym ustaleniem miana roztworu. Do mianowania roztworu używa się tzw. substancji podstawowych, które:

- są łatwe do otrzymania w stanie czystym i suchym
- skład substancji nie powinien się zmieniać w czasie przechowywania
- substancja nie może być higroskopijna ani nie może pochłaniać CO_2 z powietrza
- wskazany jest duży ciężar właściwy, który minimalizuje błąd względny związany ze sporządzeniem naważki
- reakcja substancji podstawowej z roztworem, którego miano się oznacza, musi przebiegać stechiometrycznie

Cel ćwiczenia:

Zapoznanie się właściwościami kwasów i zasad, metodami ich otrzymywania oraz reakcjami charakterystycznymi.

Zagadnienia do przygotowania:

1. Co to są kwasy i zasady w teorii Arrheniusa oraz Brönsteda?
2. Jaki powinien być odczyn roztworu kwasu oraz wodorotlenku?
3. Co to jest alkacymetria?
4. W jaki sposób wykonuje się miareczkowanie roztworu?
5. Dokonaj obliczeń ilości stężonego kwasu solnego (36% o gęstości $1,19 \text{ g/cm}^3$) jaką należy odmierzyć i rozpuścić w kolbie na 250 cm^3 , aby otrzymać roztwór HCl o stężeniu $0,1 \text{ mol/dm}^3$.
6. Proszę zapisać równania poniższych reakcji:
 $\text{HCl} + \text{NaOH} =$
 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 $\text{Cu} + \text{HNO}_3 =$
 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} =$

Wykonanie ćwiczenia:

1. Sprawdzenie odczynu roztworu kwasu oraz wodorotlenku

Do 3 probówek nalej po 2 cm^3 roztworu kwasu solnego (HCl), a do kolejnych 3 po 3 cm^3 roztworu wodorotlenku sodu (NaOH), a następnie za pomocą wskaźników zbadaj odczyn obu związków. W tym celu do każdej probówki dodaj po 2-3 krople innego wskaźnika i zanotuj obserwacje.

Tabela 1. Barwy roztworów

wskaźnik	Barwa wskaźnika	Barwa roztworu kwasu	Barwa roztworu zasady
fenoloftaleina			
oranż metylowy			
błękit bromotymolowy			

2. Otrzymywanie wodorotlenku żelaza (III)

Do probówki wprowadź około 1 cm^3 roztworu chlorku żelaza(III) (FeCl_3), a następnie dodaj roztwór wodorotlenku sodu (NaOH). Co zaobserwowano?

3. Badanie własności amfoterycznych $\text{Al}(\text{OH})_3$

Do probówki wprowadź 10 – 15 kropli roztworu siarczanu(VI) glinu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ i taką samą objętość roztworu NaOH (aż do wytrącenia osadu). Po dokładnym wymieszaniu zawartość probówki rozdziel na dwie równe części i następnie do jednej dodawaj kroplami roztwór NaOH , a do drugiej roztwór HCl . Czy osady ulegają rozpuszczeniu w obu odczynnikach? O czym to świadczy?

4. Reakcja zobojętnienia

Do probówki zawierającej około 1 cm^3 roztworu NaOH dodaj 2-3 krople fenoloftaleiny, a następnie dodaj około 1 cm^3 roztworu HCl . Zapisz obserwacje.

5. Sporządzanie 250 cm^3 roztworu HCl o stężeniu $0,1\text{ mol/dm}^3$

Kwas solny o stężeniu ok. $0,1\text{ mol/dm}^3$ sporządza się przez rozcieńczenie wodą destylowaną odpowiedniej ilości stężonego kwasu solnego. W tym celu należy obliczyć w jakiej objętości stężonego HCl (ok. 36 % o gęstości $1,19\text{ g/cm}^3$) znajduje się odpowiednia ilość moli HCl . Obliczoną objętość stężonego HCl należy odmierzyć za pomocą pipety (**pod dygestorium !**), a następnie wlać do kolby miarowej o objętości 250 cm^3 napełnionej do $\frac{1}{2}$ objętości wodą destylowaną, po czym uzupełnić wodą destylowaną do kreski i dokładnie wymieszać. Stężenie otrzymanego roztworu kwasu jest równe w przybliżeniu $0,1\text{ mol/dm}^3$. Dokładne stężenie ustala się przez zmianowanie go za pomocą substancji wzorcowej, którą w tym przypadku jest węglan sodu (Na_2CO_3).

7. Mianowanie roztworu kwasu solnego za pomocą węglanu sodowego

Najczęściej stosowaną substancją podstawową do nastawiania miana, czyli dokładnego wyznaczenia stężenia kwasów jest bezwodny węglan sodu Na_2CO_3 . Do zmianowania wystarczy przygotować 100 cm^3 $0,05\text{ mol/dm}^3$ roztworu Na_2CO_3 . W tym celu należy obliczyć jaką ilość Na_2CO_3 ($M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106\text{ g/mol}$) należy odważyć w celu sporządzenia wspomnianej ilości roztworu.

Na wadze analitycznej odważa się w zamkniętym naczyniu wagowym obliczoną porcję węglanu. Naważkę należy rozpuścić w niewielkiej ilości wody destylowanej i przenieść ilościowo do kolby miarowej o pojemności 100 cm^3 , uzupełnić wodą destylowaną do kreski i dokładnie wymieszać.

Z tak przygotowanego roztworu węglanu sodu należy odpipetować trzy próbki po 25 cm^3 do kolbek stożkowych i miareczkować przygotowanym wcześniej roztworem HCl w obecności oranżu metylowego jako wskaźnika. Zakończenie miareczkowania wskazuje zmiana barwy wskaźnika z żółtej na czerwoną. Na skali biurety należy odczytać objętość HCl zużytą do miareczkowania. Wyniki trzech równoległych próbek mogą się różnić maksymalnie o $0,05\text{ cm}^3$ (1 kropla).

8. Oznaczanie wodorotlenku sodu

Otrzymany do analizy roztwór wodorotlenku sodowego NaOH należy rozcieńczyć wodą destylowaną do objętości ok. 100 cm^3 , a następnie miareczkować mianowanym roztworem

HCl w obecności fenoloftaleiny (3 krople) jako wskaźnika. Punkt końcowy miareczkowania określa zmiana barwy wskaźnika z malinowej na bezbarwną. Na skali biurety należy odczytać objętość HCl zużytą do miareczkowania.

Opracowanie wyników:

1. Należy opisać wszystkie obserwacje i podać barwy wskaźników.
2. Proszę napisać równanie reakcji chlorku żelaza z wodorotlenkiem sodu. Proszę podać nazwę produktu i narysować wzór strukturalny. Jakie są inne metody otrzymywania wodorotlenków?
3. Proszę napisać równania wszystkich reakcji. Jakie wodorotlenki wykazują podobne własności jak wodorotlenek glinu? Podaj przykłady.
4. Zapisz równanie reakcji zobojętniania w formie cząsteczkowej oraz jonowej. Podaj 2 inne przykłady reakcji zobojętniania.
5. Napisz wszystkie obliczenia niezbędne do sporządzenia roztworu kwasu solnego oraz węgla sodu.
6. Napisz równania reakcji zachodzące podczas miareczkowania i na ich podstawie oblicz jakie jest stężenie roztworu kwasu solnego (z dokładnością do $0,0001 \text{ mol/dm}^3$)
7. Na podstawie równania reakcji i uzyskanych wyników (V_{HCl}) należy obliczyć masę NaOH zawartego w próbce (z dokładnością do $\pm 0,001 \text{ g}$).

Bibliografia:

1. *Chemia ogólna*, Bogusława Jasińska, Wydawnictwo AGH, 1998.
2. *Chemia ogólna dla metalurgów*, M. Saternus, A. Fornalczyk, J. Danmeyer-Łączny, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2007
3. *Podstawy chemii nieorganicznej*, A. Bielański, Wydawnictwo PWN, 2010