

V. KWASY

1. KWASY I METODY ICH OTRZYMYWANIA

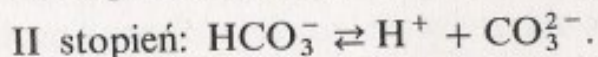
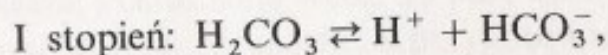
Kwasy są to związki chemiczne, które w roztworach dysocjują na kationy wodorowe i aniony reszty kwasowej.

Oznaczając przez **R** resztę kwasową, a przez *n* liczbę atomów wodoru, które mogą oddysocjować od cząsteczki kwasu, wzór ogólny kwasów można zapisać następująco:



Kwasy, których cząsteczki zawierają więcej niż jeden zdolny do oddysocjowania proton nazywa się kwasami **wieloprotonowymi** (dawniej nazywano również wielozasadowymi).

Dysocjacja kwasów wieloprotonowych przebiega wielostopniowo. Dowolny kwas dwuprotonowy, np. kwas węglowy H_2CO_3 , dysocjuje dwustopniowo:



Ze względu na moc, tj. wartość stopnia dysocjacji, kwasy, podobnie jak zasady, dzieli się na kwasy mocne, których stopień dysocjacji α jest bliski 1 i kwasy słabe, których stopień dysocjacji jest dużo mniejszy od 1.

Do częściej używanych kwasów mocnych należą: kwas azotowy(V) (kwas azotowy)* — HNO_3 , kwas chlorowodorowy (kwas solny) — HCl ,

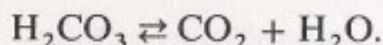
kwas chlorowy(VII) (kwas nadchlorowy) — HClO_4 , i kwas siarkowy(VI) (kwas siarkowy) — H_2SO_4 .

Słabymi kwasami są np. kwas węglowy — H_2CO_3 , kwas siarkowy(IV) (kwas siarkawy) — H_2SO_3 , kwas azotowy(III) (kwas azotawy) — HNO_2 , kwas siarkowodorowy — H_2S , kwas cyjanowodorowy — HCN .

Ze względu na skład reszty kwasowej rozróżnia się kwasy beztlenowe, np. kwas solny — HCl , kwas azotowodorowy HN_3 , kwas tetrachlorozłotowy — HAuCl_4 i inne, oraz kwasy tlenowe, np. kwas chlorowy(V) — HClO_3 , kwas azotowy(V) — HNO_3 , kwas ortofosforowy(V) — H_3PO_4 , kwas borowy — H_3BO_3 .

Od budowy cząsteczek kwasów zależą w wielu przypadkach ich właściwości utleniające lub redukujące. **Właściwości utleniające** mają kwasy tlenowe, takie jak kwas azotowy(V) — HNO_3 kwas manganowy(VII) — HMnO_4 , kwas chromowy(VI) — H_2CrO_4 , czy kwas siarkowy(VI) — H_2SO_4 . **Redukujące właściwości** mają natomiast cząsteczki lub aniony takich kwasów, jak kwas siarkowy(IV), kwas azotowy(III), kwas jodowodorowy, kwas solny.

Kwasy wykazują różną trwałość cząsteczek. **Nietrwale** są takie kwasy jak kwas węglowy H_2CO_3 czy kwas siarkowy(IV) H_2SO_3 , które istnieją tylko w rozcieńczonych roztworach wodnych. Zatężenie takiego roztworu powoduje rozpad cząsteczki kwasu na tlenek kwasowy (dawniej nazywany również bezwodnikiem kwasowym) i wodę. Na przykład:



Kwasy trwałe mogą tworzyć roztwory bardzo stężone, jak np. kwas ortofosforowy(V) — H_3PO_4 , bądź można je otrzymać w stanie stałym, np. kwas borowy H_3BO_3 , kwas siarkowy(VI) $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}^*$ lub H_3PO_4 i inne kwasy fosforowe.

Ze względu na temperaturę wrzenia rozróżnia się **kwasy mało lotne**, do których należą: kwas siarkowy(VI) — H_2SO_4 , kwas ortofosforowy(V) — H_3PO_4 , oraz **kwasy lotne**, jak np. kwas solny — HCl , kwas bromowodorowy — HBr , kwas azotowy(V) — HNO_3 , kwas cyjanowodorowy — HCN .

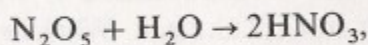
Metody otrzymywania kwasów zależą od ich właściwości fizycznych i chemicznych, jak: lotność, trwałość, moc itp. Spośród metod otrzy-

* Przy różnych stosunkach molowych w układzie $\text{SO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ po ochłodzeniu występuje jako $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$, $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

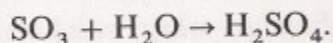
wania kwasów na uwagę zasługują te, które są łatwe do wykonania i pozwalają otrzymać produkt o dużej czystości.

Otrzymywanie kwasów przez działanie wodą na tlenki kwasowe

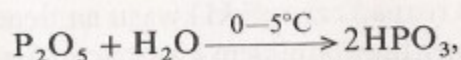
Metoda ta polega na przyłączeniu cząsteczek wody do cząsteczek tlenku kwasowego, np. przez przyłączenie cząsteczki wody do cząsteczki tlenku azotu(V) otrzymuje się kwas azotowy(V):



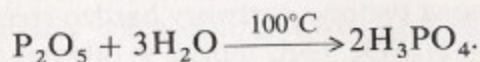
a przez przyłączenie wody do tlenku siarki(VI) — kwas siarkowy(VI):



Niekiedy liczba cząsteczek wody przyłączonych do cząsteczki tlenku zależy od warunków prowadzenia reakcji, co pozwala otrzymać dwa związki. Przykładem tego jest działanie wodą na tlenek fosforu(V). W niskiej temperaturze powstaje kwas metafosforowy(V):

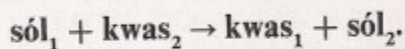


natomiast na gorąco kwas ortofosforowy(V):

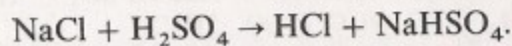


Otrzymywanie kwasów z ich soli przez działanie innym kwasem

Metoda ta polega na reakcji wymiany:



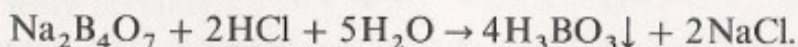
Tą metodą można otrzymać np. kwas solny, działając na chlorek sodu kwasem siarkowym(VI), który jest mniej lotny od kwasu solnego. Zachodzi wówczas reakcja:



Wydzielający się chlorowódor jest pochłaniany w wodzie, z którą tworzy kwas solny.

W podobny sposób można otrzymać kwas borowy działając na czteroboran dwusodu (boraks) stężonym kwasem solnym.

Zachodzi wówczas reakcja:

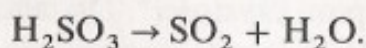


Kwas borowy jest tu kwasem słabym i najtrudniej rozpuszczalnym w wodzie związkami, wobec tego wytrąca się w postaci osadu.

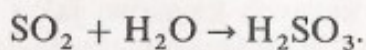
Innym przykładem jest otrzymywanie kwasu siarkowego(IV) działaniem kwasu solnego na siarczan(IV) sodu:



Tworzący się słaby kwas siarkowy(IV) jest związkiem nietrwałym, wobec czego rozpada się na dwutlenek siarki i wodę:



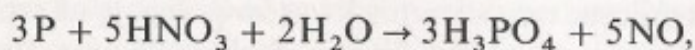
Wydzielający się dwutlenek siarki można odprowadzić do innego naczynia zawierającego wodę, gdzie zajdzie reakcja odwrotna:



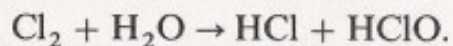
W rezultacie otrzymuje się roztwór kwasu siarkowego(IV).

Otrzymywanie kwasów w wyniku reakcji utleniania i redukcji

Utleniając czerwony fosfor kwasem azotowym(V) rozcieńczonym wodą w stosunku 1:1 można otrzymać kwas ortofosforowy(V):

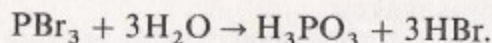


natomiast przez działanie chlorem na wodę można otrzymać mieszaninę kwasu solnego i kwasu chlorowego(I) (kwasu podchlorawego):



Otrzymywanie kwasów przez hydrolizę odpowiednich związków

Przykładem tej metody otrzymywania kwasów jest hydroliza trójbromku fosforu:



Metodą tą można otrzymać kwas bromowodorowy przez oddestylowanie go z mieszaniny poreaekcyjnej, gdyż powstający obok bromowodoru kwas fosfonowy jest kwasem nielotnym.

Oczyszczanie kwasów

Technologia produkcji kwasów, a więc metody ich otrzymywania, stosowane surowce i aparatura nie zawsze zapewniają uzyskanie produktów o wymaganym stopniu czystości*. Dlatego w zależności od przeznaczenia kwasy są poddawane procesom oczyszczania w celu usunięcia zawartych w nich zbędnych lub szkodliwych substancji.

Metody oczyszczania kwasów zależą od właściwości fizycznych i chemicznych zarówno samych kwasów, jak i występujących w nich zanieczyszczeń. Ponieważ kwasy najczęściej są stosowane w postaci roztworów o różnym stężeniu, większość metod oczyszczania dotyczy oczyszczania wodnych roztworów kwasów.

Ogólnie metody oczyszczania kwasów można podzielić na metody fizyczne i metody chemiczne.

Metody fizyczne, które najczęściej są stosowane, to: sączenie (filtrowanie), destylacja, krystalizacja oraz adsorpcja, ekstrakcja i chromatografia.

Metody chemiczne oczyszczania kwasów polegają na wprowadzeniu substancji, które reagując z zanieczyszczeniami tworzą z nimi związki łatwe do usunięcia metodami fizycznymi, przy czym nadmiar odczynnika wiążącego zanieczyszczenia powinien być również łatwy do usunięcia z roztworu.

Ze względu na rodzaj zanieczyszczeń roztworów kwasów można rozróżnić kilka zasadniczych metod postępowania.

* Np. odczynniki są produkowane w postaci substancji o następujących stopniach czystości: techniczny, czysty, czysty do analizy i chemicznie czysty (PN-52/C-06501).

Zanieczyszczenia nierozpuszczalne, stałe, usuwa się z roztworów kwasów przez sączenie. Jeżeli roztwór kwasu jest rozcieńczony, najwyżej kilkumolowy i nie ma właściwości utleniających, można go przesączyć przez zwykły sączonek, z bibuły filtracyjnej. Bardziej stężone roztwory kwasów sączy się przez lejek z płytką z porowatego szkła lub przez warstwę waty szklanej.

Roztwór kwasu zanieczyszczony substancją bardziej lotną (o niższej temperaturze wrzenia niż kwas) można oczyścić przez ogrzewanie, w czasie którego lotny składnik oddestyluje.

Podobnie można oddestylować lotny kwas od nielotnych zanieczyszczeń.

Zanieczyszczenia lepiej rozpuszczalne niż sam kwas można usunąć przez jednorazową lub wielokrotną krystalizację kwasu. Jeśli zanieczyszczenia są trudniej rozpuszczalne niż kwas, można je usunąć przez zagęszczenie roztworu i wykryształizowanie, a następnie odsączenie wydzielonych zanieczyszczeń.