Zuren en basen volgens Brønsted-Lowry

De chemici **Brønsted en Lowry** hebben in 1923 onafhankelijk van elkaar getracht een indeling van stoffen te maken op basis van de mogelijkheid om een proton op te nemen dan wel af te geven. Dat leidt tot volgende definitie van zuur en base:

Een **zuur** HZ is een **protondonor**, een deeltje dat de mogelijkheid heeft om een proton af te geven:

$$\mathrm{HZ} \rightleftharpoons \mathrm{Z^-} + \mathrm{H^+}$$

Een **base** B is een **protonacceptor**, een deeltje dat de mogelijkheid heeft om een proton op te nemen:

$$\mathrm{B} + \mathrm{H^+} \rightleftharpoons \mathrm{BH^+}$$

Een proton is een éénwaardig positief geladen kerndeeltje, meestal genoteerd als $\mathrm{p^+}$. Als je van een waterstofatoom het enige elektron wegneemt, dan blijft een proton over, en in deze context van zuren en basen wordt een proton meestal genoteerd als $\mathrm{H^+}$.

Zowel moleculen als positieve en negatieve ionen kunnen dus optreden als zuur of als base. Als zuur volstaat het dat het beschikt over een waterstofatoom dat als proton $\mathrm{H^+}$ kan worden afgegeven. Elk deeltje dat door middel van een vrij elektronenpaar een proton in zijn structuur kan opnemen, komt in aanmerking als base.

Waterstoffluoride HF is een protondonor, dus een zuur: $\mathrm{HF} \rightleftharpoons \mathrm{F^-} + \mathrm{H^+}$

Ammoniak $\mathrm{NH_3}$ is een protonacceptor, dus een base: $\mathrm{NH_3} + \mathrm{H^+} \rightleftharpoons \mathrm{NH_4{}^+}$

Zuur-basereactie

Een zuur kan slechts een proton afstaan in aanwezigheid van een base en omgekeerd kan een base slechts een proton opnemen in aanwezigheid van een zuur. Als een zuur deeltje samen met een basisch deeltje in oplossing voorkomt, dan zullen deze onderling een proton uitwisselen. De **zuur-basereactie** of **protontransferreactie** komt neer op een (gedeeltelijke) neutralisatie van de reagerende deeltjes, en we spreken dan ook van een **neutralisatiereactie**:

Een **zuur-basereactie**, ook wel een **protontransferreactie** genoemd, is een reactie waarbij een proton wordt overgedragen van het zuur naar de base:

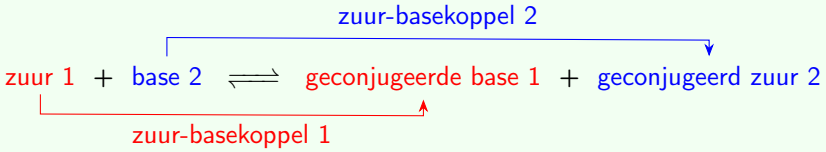
$$\mathrm{HZ} + \mathrm{B} \rightleftharpoons \mathrm{BH^+} + \mathrm{Z^-}$$

De combinatie van de baserest $\mathrm{BH^+}$ en de zuurrest $\mathrm{Z^-}$ vormt een **zout**.

De **zuurrest** $\mathrm{Z^-}$ kan opnieuw een proton opnemen, en is de **geconjugeerde base** van het zuur HZ. De geconjugeerde base heeft één proton minder dan het zuur. HZ en $\mathrm{Z^-}$ vormen samen een **zuur-basekoppel**.

De **baserest** $\mathrm{BH^+}$ kan opnieuw een proton afgeven is het **geconjugeerd zuur** van de base B. Het geconjugeerde zuur heeft één proton meer dan de base. B en $\mathrm{BH^+}$ vormen samen een **zuur-basekoppel**.

In een zuur-basereactie komen steeds twee zuur-basekoppels voor:



Omdat het geconjugeerde zuur opnieuw een proton kan geven aan de geconjugeerde base zijn zuur-basereacties evenwichtsreacties. De ligging van het evenwicht zal afhangen van de relatieve sterkte van

CC BY-NC-SA 4.0

beide zuur-basekoppels.

De reactie tussen waterstoffluoride en ammoniak is een zuur-basereactie of protontransfer reactie:

$$\begin{array}{ccccccc} \mathrm{HF} & + & \mathrm{NH_3} & \rightleftharpoons & \mathrm{F^-} & + & \mathrm{NH_4^+} \\ \text{zuur 1} & + & \text{base 2} & & \text{geconj base 1} & + & \text{geconj zuur 2} \end{array}$$

Ammoniumfluoride $\mathrm{NH_4F}$ is het zout bestaande uit de baserest $\mathrm{NH_4^+}$ en de zuurrest $\mathrm{F^-}$

Voor een hydroxidebase is het proces complexer. Hydroxidenbasen zijn ionverbindingen die splitsen in een metaalkation en $\mathrm{OH^-}$-ionen bij oplossen in water. De $\mathrm{OH^-}$-ionen treden als base op en kunnen een proton opnemen.

We beschouwen de neutralisatiereactie tussen de hydroxidebase NaOH en het zuur HCl. De globale reactie kan geschreven worden als:

$$\begin{array}{ccccccc} \mathrm{NaOH} & + & \mathrm{HCl} & \longrightarrow & \mathrm{NaCl} & + & \mathrm{H_2O} \\ \text{zuur} & + & \text{base} & & \text{zout} & + & \text{water} \end{array}$$

In werkelijkheid gebeurt deze reactie in heel wat stappen:

(a) De dissociatie van NaOH in water:

$$\mathrm{NaOH} \longrightarrow \mathrm{Na^+ + OH^-}$$

(b) De reactie van het zuur HCl met water:

$$\mathrm{HCl + H_2O} \longrightarrow \mathrm{H_3O^+ + Cl^-}$$

(c) De neutralisatiereactie tussen het zure hydroxonium-ion $\mathrm{H_3O^+}$ en het basische hydroxide $\mathrm{OH^-}$:

$$\mathrm{H_3O^+ + OH^-} \longrightarrow \mathrm{H_2O + H_2O}$$

(d) De vorming van een zout uit het kation van de hydroxidebase en de zuurrest:

$$\mathrm{Na^+ + Cl^-} \longrightarrow \mathrm{NaCl}$$

De laatste stap zal in de praktijk niet steeds optreden. Enkel slecht oplosbare zouten zullen als neerslag teruggevonden worden na de reactie. Een goed oplosbaar zout zoals NaCl blijft voorkomen als ionen in oplossing.
Een correctere globale reactievergelijking voor dit voorbeeld is dus:

$$\mathrm{NaOH + HCl} \longrightarrow \mathrm{H_2O + Na^+ + Cl^-}$$

CC BY-NC-SA 4.0