

# Oplossingen van zuren/basen; zuur-basereacties

Dit document helpt je bij het beantwoorden van onderstaande vragen over zuren en/of basen:

- Welke reactie treedt op als een bepaald zuur of base wordt opgelost in water?
- Wat is de notatie van de ontstane oplossing?
- Wat is de reactievergelijking voor de reactie tussen een gegeven zuur en base?

## Definities van zuren en basen

Zuur op microniveau: deeltje dat een of meer  $H^+$  ionen af kan staan  
Zuur op macroniveau: stof die, wanneer opgelost in water, een oplossing met  $pH < 7$  geeft  
Base op microniveau: deeltje dat een of meer  $H^+$  ionen op kan nemen  
Base op macroniveau: stof die, wanneer opgelost in water, een oplossing met  $pH > 7$  geeft

## Sterke en zwakke zuren/basen

Bij zuren en basen wordt onderscheid gemaakt tussen **sterke** zuren/basen en **zwakke** zuren/basen. Een sterk zuur/base reageert in een vrijwel aflopende reactie met water, terwijl een zwak zuur/base een evenwichtsreactie met water aangaat. Dit wordt verderop met voorbeelden verduidelijkt.

In Binas 49 kun je opzoeken of je met een sterk of zwak zuur/base te maken hebt:

- Zuren: linksboven ( $HClO_4$  t/m  $H_3O^+$ ) staan de sterke zuren, daaronder ( $CCl_3-COOH$  t/m  $H_2O$ ) een groot aantal zwakke zuren. De deeltjes daaronder ( $HS^-$  t/m  $OH^-$ ) worden zeer zwakke zuren of theoretische zuren genoemd; zeer zwakke zuren staan geen  $H^+$  af.
- Basen: rechtsonder ( $O^{2-}$  t/m  $OH^-$ ) staan de sterke basen en daarboven ( $PO_4^{3-}$  t/m  $H_2O$ ) een groot aantal zwakke basen. De deeltjes daarboven ( $ClO_3^-$  t/m  $ClO_4^-$ ) worden zeer zwakke basen of theoretische basen genoemd; zeer zwakke basen nemen geen  $H^+$  op.

## Reactie die optreedt bij het oplossen van zuren/basen in water

Een handig stappenplan:

1. Schrijf de **formule** van de stof op. Is het een zout? Ga dan naar stap 2. Ga anders naar stap 3.
2. Is het zout goed oplosbaar (een "g" in Binas 45A)? Schrijf dan de oplosvergelijking eerst op. Is het zout een oxide dat met water reageert (een "r" in Binas 45A)? Ga dan naar stap 3c.
3. Zoek in Binas 49 op of de stof een sterk zuur, zwak zuur, sterke base of zwakke base is. Nu kun je de reactievergelijking opstellen:
  - a. Sterk zuur: reageert aflopend met  $H_2O$  (en produceert  $H_3O^+$ )<sup>1</sup>
  - b. Zwak zuur: reageert in een evenwichtsreactie met  $H_2O$  (en produceert  $H_3O^+$ )<sup>1</sup>
  - c. Sterke base: reageert aflopend met  $H_2O$  (en produceert  $OH^-$ )
  - d. Zwakke base: reageert in een evenwichtsreactie met  $H_2O$  (en produceert  $OH^-$ )

Opmerking bij optie 3c: alle sterke basen zijn negatieve ionen en bestaan dus in de vorm van een zout. Je schrijft dan links van de pijl de hele zoutformule op en niet alleen het negatieve ion.

Slecht oplosbare oxides/sulfides zoals  $PbO$ ,  $FeS$ , etc. vormen geen basische oplossingen.

---

<sup>1</sup> Op de havo wordt de reactie van zuren iets anders opgeschreven. Zie het einde van dit document voor een gedetailleerde beschrijving.

### Voorbeeldopgave

Geef de reacties die met water optreden bij het oplossen van: (a) salpeterzuur, (b) azijnzuur, (c) natriumcarbonaat, (d) kaliumoxide.

- (a) 1. De formule van salpeterzuur is  $\text{HNO}_3$ . Dit is geen zout.  
3. Salpeterzuur is een sterk zuur (Binas 49).  
Reactievergelijking:  $\text{HNO}_3(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
- (b) 1. De formule van azijnzuur is  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Dit is geen zout.  
3. Azijnzuur is een zwak zuur (Binas 49).  
Reactievergelijking:  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$
- (c) 1. De formule van natriumcarbonaat is  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Dit is een zout.  
2. Het is goed oplosbaar (Binas 45A). Oplosvergelijking:  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$   
3. Het carbonaation is een zwakke base (Binas 49).  
Reactievergelijking:  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$
- (d) 1. De formule van kaliumoxide is  $\text{K}_2\text{O}$ . Dit is een zout.  
2. Het is een oxide dat met water reageert (Binas 45A).  
3. Reactievergelijking:  $\text{K}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{K}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$

### Notaties van oplossingen van zuren/basen

Voor oplossingen van zuren/basen worden vaak **notaties** gebruikt. Deze notaties zijn beknopter dan de gehele reactievergelijkingen die hierboven zijn gegeven. Bij een oplossing van een sterk zuur/base bestaat de notatie uit de deeltjes aan de rechterkant van de pijl. Bij een oplossing van een zwak zuur/base is de notatie het opgeloste zuur/base.

### Voorbeeldopgave

Geef de notaties van de oplossingen die zijn verkregen bij de vorige opgave.

- (a) Notatie van salpeterzuuroplossing:  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$   
(b) Notatie van azijnzuuroplossing:  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$   
(c) Notatie van natriumcarbonaatoplossing:  $2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$   
(d) Notatie van kaliumoxide-oplossing:  $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

Bij (c) worden ook de natriumionen genoteerd, omdat de notatie elektrisch neutraal moet zijn. Bij (d) hoeft niet  $2 \text{K}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$  genoteerd te worden (een 2:2 verhouding is een 1:1 verhouding).

### Notaties van veelgebruikte oplossingen

Het is handig om triviale namen en notaties van veelgebruikte zure en basische oplossingen hieronder uit je hoofd te leren. Deze triviale namen kun je ook terugvinden in Binas 66A.

| opgeloste stof    | triviale naam oplossing | notatie oplossing  |
|-------------------|-------------------------|--|
| waterstofchloride | zoutzuur                | $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ |
| natriumhydroxide  | natronloog              | $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$          |
| kaliumhydroxide   | kaliloog                | $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$           |
| calciumhydroxide  | kalkwater               | $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$     |
| bariumhydroxide   | barietwater             | $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$     |

## Zuur-basereacties opstellen

Aangezien een zuur  $H^+$ -ionen af kan staan en een base  $H^+$ -ionen op kan nemen, zal er een reactie plaatsvinden als je een zuur en een base mengt. Het zuur zal  $H^+$ -ionen overdragen naar de base. Dat is een **zuur-basereactie**.

Een mogelijk stappenplan om een zuur-basereactievergelijking op te stellen:

1. Maak een deeltjesinventarisatie met behulp van de notaties voor de gegeven oplossingen/stoffen<sup>2</sup>
2. Identificeer het sterkste zuur en de sterkste base m.b.v. Binas 49
3. Ga na hoeveel  $H^+$ -ionen het zuur af kan staan en de base op kan nemen
4. Stel de reactievergelijking op. De reactie is aflopend als het zuur en/of de base sterk is; de reactie tussen een zwak zuur en een zwakke base is in principe een evenwichtsreactie.

Als een carbonaathoudend zout met een overmaat zuur reageert, ontstaat eerst koolzuur ( $H_2CO_3$ ), wat vervolgens ontleedt in  $CO_2(g)$  en  $H_2O(l)$ .

### Voorbeeldopgave

Geef de reactievergelijkingen voor de reacties van (a) oxaalzuuroplossing met een overmaat natronloog, (b) calciumcarbonaat met een overmaat zoutzuur, (c) waterstofcyanide-oplossing met ammonia.

(a) Oxaalzuur (ethaandizuur),  $H_2C_2O_4$ , is een zwak zuur. De notatie van een oxaalzuuroplossing is dus  $H_2C_2O_4(aq)$ . Natronloog is een oplossing van natriumhydroxide in water. Notatie:  $Na^+(aq) + OH^-(aq)$ .

1. Deeltjesinventarisatie:  $H_2C_2O_4(aq)$ ,  $Na^+(aq)$ ,  $OH^-(aq)$ ,  $H_2O(l)$
2. Het sterkste zuur is  $H_2C_2O_4$  en de sterkste base is  $OH^-$
3.  $H_2C_2O_4$  is een tweewaardig zwak zuur en  $OH^-$  is een eenwaardige sterke base
4. Reactievergelijking:  **$H_2C_2O_4(aq) + 2 OH^-(aq) \rightarrow 2 H_2O(l) + C_2O_4^{2-}(aq)$**

(b) Zoutzuur is een oplossing van waterstofchloride in water. Notatie:  $H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$ .

Calciumcarbonaat is  $CaCO_3$ ; een slecht oplosbaar zout. Notatie:  $CaCO_3(s)$ .

1. Deeltjesinventarisatie:  $H_3O^+(aq)$ ,  $Cl^-(aq)$ ,  $H_2O(l)$ ,  $CaCO_3(s)$
2. Het sterkste zuur is  $H_3O^+$  en de sterkste base is het carbonaation in  $CaCO_3$
3.  $H_3O^+$  is een eenwaardig sterk zuur en  $CaCO_3$  is een tweewaardige zwakke base
4. Reactievergelijking:  **$2 H_3O^+(aq) + CaCO_3(s) \rightarrow 3 H_2O(l) + CO_2(g) + Ca^{2+}(aq)$**

(c) Waterstofcyanide, HCN, is een zwak zuur. De notatie van een waterstofcyanide-oplossing is dus  $HCN(aq)$ . Ammonia is een oplossing van ammoniak, een zwakke base, in water. Notatie:  $NH_3(aq)$ .

1. Deeltjesinventarisatie:  $HCN(aq)$ ,  $NH_3(aq)$ ,  $H_2O(l)$
2. Het sterkste zuur is HCN en de sterkste base is  $NH_3$
3. HCN is een eenwaardig zwak zuur en  $NH_3$  is een eenwaardige zwakke base
4. Reactievergelijking:  **$HCN(aq) + NH_3(aq) \rightleftharpoons CN^-(aq) + NH_4^+(aq)$**

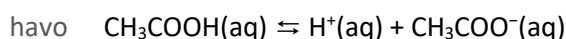
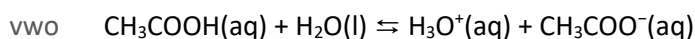
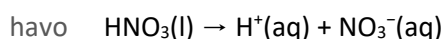
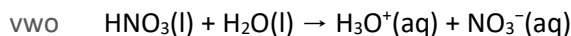
---

<sup>2</sup> Lees de opgave voorzichtig: de notatie van een *schepje* natriumcarbonaat is  $Na_2CO_3(s)$ , die van een natriumcarbonaatoplossing is  $2 Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ . Bij oplossingen is ook  $H_2O$  onderdeel van de inventarisatie.

## Zuren zoals behandeld op de havo

### Het afstaan van H<sup>+</sup>-ionen in water

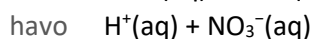
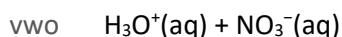
De manier waarop een zuur H<sup>+</sup>-ionen afstaat in water wordt op het vwo en de havo iets anders beschreven. Zie de voorbeelden hieronder.



Op het vwo laat de reactievergelijking zien dat een H<sup>+</sup>-ion wordt overgedragen aan een H<sub>2</sub>O-molecuul om het oxoniumion (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) te produceren. De reactievergelijking op de havo laat het H<sub>2</sub>O-molecuul achterwege; daarom staat rechts van de pijl niet H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> maar H<sup>+</sup>. Let er wel op dat de vorming van H<sup>+</sup>-ionen alleen maar kan gebeuren als het zuur is opgelost in water.

### Notatie oplossing sterk zuur

Vanwege het verschil in reactievergelijkingen hierboven, verschilt de notatie van een oplossing van een sterk zuur op het vwo en de havo.<sup>3</sup> Voorbeeld: de notatie van een salpeterzuuroplossing.



### Zuur-basereactievergelijkingen voor reacties met oplossingen van sterke zuren

Bij het opstellen van een zuur-basereactievergelijking waaraan een oplossing van een sterk zuur meedoet, wordt op de havo het H<sup>+</sup>-ion in plaats van het H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>-ion gebruikt. Als voorbeeld volgt hieronder de uitwerking van opgave (b) van de vorige bladzijde.

(b) Geef de reactievergelijking voor de reactie van calciumcarbonaat met een overmaat zoutzuur.

Zoutzuur is een oplossing van waterstofchloride, een sterk zuur, in water. Notatie: H<sup>+</sup>(aq) + Cl<sup>-</sup>(aq). Calciumcarbonaat is CaCO<sub>3</sub>; een slecht oplosbaar zout. Notatie: CaCO<sub>3</sub>(s).

1. Deeltjesinventarisatie: H<sup>+</sup>(aq), Cl<sup>-</sup>(aq), H<sub>2</sub>O(l), CaCO<sub>3</sub>(s)
2. Het sterkste zuur is H<sup>+</sup> en de sterkste base is het carbonaation in CaCO<sub>3</sub>
3. H<sup>+</sup> is een eenwaardig sterk zuur en CaCO<sub>3</sub> is een tweewaardige zwakke base
4. Reactievergelijking:  **$2 \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq})$**

---

<sup>3</sup> Notaties van oplossingen van zwakke zuren zijn wel identiek op het vwo en de havo. Een azijnzuuroplossing wordt in beide gevallen genoteerd als CH<sub>3</sub>COOH(aq).