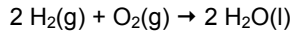


13 Evenwichten

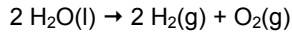
13.1 Omkeerbare reacties

1 a Schrijf beide reactievergelijkingen op.

Verbranden van waterstof:



Water ontleden:



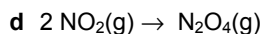
Deze twee reacties zijn precies elkaars omgekeerde.

b Voor de tweede reactie is elektrische stroom nodig of een zeer hoge temperatuur. De verbranding van waterstof verloopt gemakkelijk. De omstandigheden waarbij deze reacties verlopen, zijn dus heel verschillend.

2 a De temperatuur.

b Als de kleur minder bruin wordt, verdwijnt stikstofdioxide.

c Er ontstaat dan het kleurloze distikstoftetraoxide.



e Als het gasmengsel bruiner wordt, ontstaat stikstofdioxide en verdwijnt distikstoftetraoxide:
 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2(\text{g})$

f Deze twee reacties zijn precies elkaars omgekeerde. Ze verlopen onder vrijwel dezelfde omstandigheden.

3 Vragen bij de proef

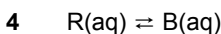
1 Tijdens het opwarmen: $\text{R}(\text{aq}) \rightarrow \text{B}(\text{aq})$

2 Tijdens het afkoelen: $\text{B}(\text{aq}) \rightarrow \text{R}(\text{aq})$

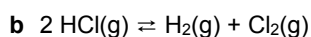
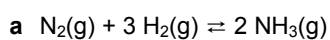
3 Waarschijnlijk verlopen beide reacties, waardoor een rode en een blauwe stof door elkaar ontstaan.

4 Zo te zien wel.

5 Het is zeer onwaarschijnlijk dat de reacties zomaar stoppen.
 Verklaring B lijkt daarom de meest logische.



5 Denk aan de dubbele pijl voor het evenwichtsteken.



6 Zie ook opdracht 1.

De twee reacties verlopen onder zeer verschillende omstandigheden.

Het is in de praktijk vrijwel onmogelijk om beide reacties tegelijk te laten verlopen.

7 a $\text{Roze} + n \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Blauw} \cdot n \text{H}_2\text{O}$

b Als het vochtig, regenachtig weer wordt, treedt een blauwe verkleuring op.

13.2 Dynamisch evenwicht

8 Statisch evenwicht:

alle fietsers maken steeds opnieuw een rondje. De fietsers verlaten de rotonde dus niet.

Dynamisch evenwicht:

er komen steeds evenveel nieuwe fietsers de rotonde op als er fietsers de rotonde verlaten.

9 a Bij een chemisch evenwicht verlopen twee tegengestelde reacties met dezelfde snelheid.

b De concentraties van de twee gassen veranderen blijkbaar niet meer.

c Bij een statisch evenwicht zou het kristal niet radioactief worden en onveranderd uit de oplossing gehaald worden.

Bij een dynamisch evenwicht verlopen twee processen: het oplossen van het kristal en het weer aangroeien van het kristal. Bij het aangroeien komt radioactief materiaal uit de oplossing in het kristal terecht.

10 a Op een gegeven moment gaat er evenveel water van bak A naar bak B als omgekeerd.

b Het waterniveau in beide bakken blijft constant.

c De reactiesnelheid is de hoeveelheid water die per keer wordt overgeschept.

d De hoeveelheid water in de bakken is synoniem met de concentratie.

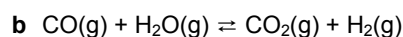
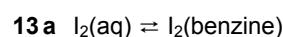
e Als de twee bekertjes een verschillende inhoud hebben, staat het water in de ene bak hoger dan in de andere bak.

Als per keer de hoeveelheid water van A naar B gelijk is aan die van B naar A, zijn de snelheden wel gelijk aan elkaar, maar de concentraties niet.

11 –

12 a Er zijn homogene evenwichten, heterogene evenwichten en verdelingsevenwichten.

b Bij een homogeen evenwicht zijn alle stoffen in dezelfde fase aanwezig.



- 14** Zie ook opdracht 12. Let goed op de fase en het oplosmiddel waarin de stoffen aanwezig zijn.

Bij **13a** is er een verdelingsevenwicht. De stof I₂ is over twee oplosmiddelen verdeeld.

Bij **13b** is er een homogeen evenwicht. Alle stoffen zijn in de gasfase.

Bij **13c** is er een heterogeen evenwicht. Er is een vaste stof en een opgeloste stof.

- 15** Bij de proef ontstaat waterstof, H₂(g). Dit ontstapt en is niet meer beschikbaar voor de terugreactie. Er kan zich dan geen evenwicht instellen.
- 16** Door één van de stoffen weg te halen, wordt de reactie met die stof onmogelijk gemaakt. Deze reactie stopt dan dus. De andere reactie verloopt dan nog als enige en wordt dus aflopend.

- 17a** Cement bestaat voor een groot gedeelte uit calciumoxide. Calciumoxide is een zout. Wat is dan de fase-aanduiding van calciumoxide?



- b** Bekijk nog eens de definitie van homogene en heterogene evenwichten.

Omdat de fasen van de stoffen niet allemaal dezelfde zijn, is hier sprake van een heterogeen evenwicht.

- c** Kijk nog eens goed naar de fase van de deelnemende stoffen.

Koolstofdioxide is een gas. Als je de ruimte niet zou afsluiten, zou koolstofdioxide ontsnappen. Er is dan geen evenwicht mogelijk. Je moet dus in een afgesloten ruimte werken.

- d** Je moet er dus voor zorgen dat de teruggaande reactie niet kan plaatsvinden.

Je kan deze omzetting voor 100% bereiken, door er voor te zorgen dat in de kalkoven het ontstane CO₂(g) verdwijnt. Dat kan bijvoorbeeld door in een oven te werken met een goede schoorsteen. Hierdoor kan de teruggaande reactie niet meer verlopen, waardoor al het calciumcarbonaat wordt omgezet in calciumoxide.

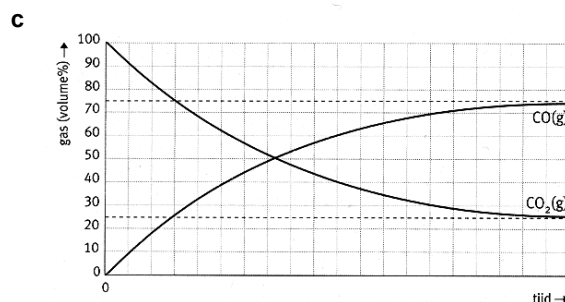
- 18a** $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl}(\text{g})$

- b** Jacqueline heeft gelijk. Er is zeker altijd chloor over (overmaat). Als er dus nog waterstof over is, heeft niet alle waterstof gereageerd. Dan is er ook nog chloor over. Dan zijn alle stoffen nog aanwezig en dat wijst op een evenwicht.

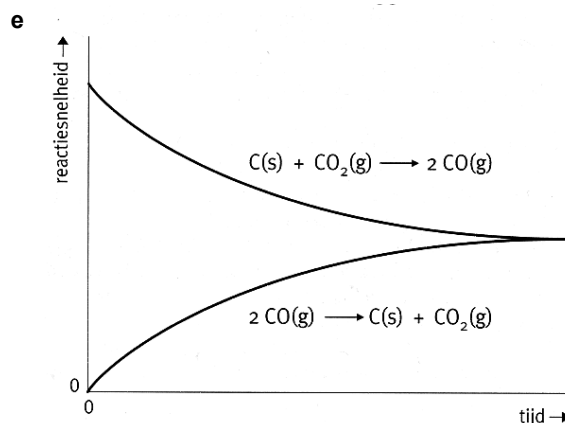
- c** Je kunt uit de gegevens afleiden hoeveel waterstofchloride is ontstaan. Je weet dan ook hoeveel waterstof en chloor gereageerd hebben.

	mol H ₂ (g)	mol Cl ₂ (g)	mol HCl(g)
begin	1,00	2,00	0,00
reactie	- 0,15	- 0,15	+ 0,30
eind (evenwicht)	0,85	1,85	0,30

- 19a** Uit het diagram lees je af dat bij 600 °C 85 volumeprocent CO₂(g) en 15 volumeprocent CO(g) aanwezig is.
- b** Uit het diagram lees je af dat bij 800 °C 25 volumeprocent CO₂(g) en 75 volumeprocent CO(g) aanwezig is.



- d** Zie de figuur bij opdracht c.



- f** Zie de figuur bij opdracht e.

- 20a** Volgens het artikel is een evenwichtsreactie een reactie die slechts verloopt tot de concentraties van de stoffen aan de linkerkant in evenwicht zijn met die aan de rechterkant.
- b** We spreken van chemisch evenwicht als er twee tegengestelde reacties zijn, die met gelijke snelheden verlopen. De concentraties van de stoffen aan de linkerkant en aan de rechterkant veranderen niet meer.
- c** Het evenwicht ligt aan de rechterkant: de concentraties van de stoffen aan de rechterkant van de evenwichtspijl zijn groter dan de concentraties van de stoffen aan de linkerkant.

Het evenwicht verschuift naar links: de reactie naar links verloopt tijdelijk sneller dan de reactie naar rechts. De hoeveelheden van de stoffen aan de linkerkant van de pijl nemen hierbij toe.

d Dat mag je zelf doen.

13.3 Sterke en zwakke zuren

21 a In alle zure oplossingen zijn H^+ ionen aanwezig.

b In alle basische oplossingen zijn OH^- ionen aanwezig.

22 *Let op: thymolblauw heeft twee omslagtrajecten.*

De kleuren zijn achtereenvolgens: rood, geel, geel, geel, groen, blauw.

23 a 1 M ethaanzuuroplossing geleidt de stroom minder goed dan 1 M zoutzuur. De ethaanzuuroplossing bevat dus minder vrije ionen dan zoutzuur.

b De pH van 1 M zoutzuur is veel lager dan die van de ethaanzuuroplossing. Dit betekent dat $[H^+]$ in zoutzuur groter is.

c Stel dat de docent een pH = 2,40 heeft gemeten.

d *Weet je nog wat de definitie van pH is? Zie hoofdstuk 7!*

Antwoord: $4,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

$$pH = -\log[H^+], \text{ dus } [H^+] = 10^{-pH}$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,40} = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

e *Je mag aannemen dat in zoutzuur alle HCl-moleculen in ionen zijn gesplitst. Vergelijk de $[H^+]$ van beide oplossingen. Maak een tabel.*

Antwoord: $4,0 \times 10^{-1}$ procent

In 1,0 M zoutzuur is $[H^+] = 1,0 \text{ mol L}^{-1}$
 In 1,0 M ethaanzuur is $[H^+] = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

ionen in zoutzuur	1,0	100%
ionen in ethaanzuur	$4,0 \times 10^{-3}$...

Dus $4,0 \times 10^{-1}$ procent van de ethaanzuurmoleculen in de oplossing is in ionen gesplitst.

24 *Een zwak zuur ioniseert veel minder goed dan een sterk zuur.*

- I niet
- II wel
- III wel

25 –

26 a *In tabel 49 zijn de zuren naar sterkte gerangschikt. Linksboven staan de sterke zuren.*

$HClO_3$ staat in tabel 49 boven H_3O^+ en behoort dus tot de sterke zuren. HCN staat onder H_3O^+ en behoort dus tot de zwakke zuren.

b *Wat is het verschil tussen een sterk en een zwak zuur?*

Bij een sterk zuur verloopt de reactie aflopend:
 $HClO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + ClO_3^-(aq)$

Bij een zwak zuur stelt zich een evenwicht in:
 $HCN(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)$

27 *Hoe hoger het zuur in tabel 49 staat, hoe sterker het zuur is.*

Naar afnemende zuursterkte: HBr , HF , $HCOOH$ en $HBrO$.

28 *Welke deeltjes zorgen voor stroomgeleiding in een oplossing? Welk van beide zuren is het sterkst?*

Een oplossing die meer vrije ionen bevat, geleidt de elektrische stroom beter dan een oplossing waarin minder vrije ionen voorkomen. Een oplossing van een sterk zuur zal de stroom beter geleiden dan een oplossing van een zwak zuur van dezelfde molariteit.

Waterstofjodide is een sterk zuur. In de oplossing zijn alle HI moleculen geïoniseerd. Bij fosforzuur, dat een zwak zuur is, is dat niet het geval. Dus geleidt de waterstofjodide-oplossing de stroom het best.

29 *Als je de namen van de zuren niet meer weet, maak dan gebruik van tabel 66B en van hoofdstuk 7.*

a De formule van fosforzuur is H_3PO_4 ; het is een zwak zuur. De notatie van een fosforzuuroplossing is: $H_3PO_4(aq)$.

b De formule van salpeterzuur is HNO_3 ; het is een sterk zuur. De notatie van een salpeterzuuroplossing is: $H^+(aq) + NO_3^-(aq)$.

c De formule van waterstofsulfide is H_2S ; het is een zwak zuur. De notatie van een waterstofsulfide-oplossing is: $H_2S(aq)$.

30 *Let op of het een zwak zuur is of een sterk zuur. Let ook op het verschil tussen onderdeel a en c.*

a Er is geen oplosmiddel aanwezig! Dus $H_2SO_4(l)$.

b Zwavelzuur is een sterk zuur, dat splitst in H^+ en HSO_4^- . Dit is geen sterk zuur, maar splitst gedeeltelijk in H^+ en SO_4^{2-} . Dus de notatie is: $H^+(aq)$, $HSO_4^-(aq)$ en $SO_4^{2-}(aq)$. Meestal wordt dit vereenvoudigd tot $2 H^+(aq)$ en $SO_4^{2-}(aq)$.

c Geconcentreerd zwavelzuur bevat wel water en is dus in ionen gesplitst, zie opdracht b.

- d** Verdund fosforzuur: fosforzuur, opgelost in water. Fosforzuur is een zwak zuur. De notatie is $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$.
- e** Geconcentreerd ethaanzuur is een oplossing van ethaanzuur in water. Ethaanzuur is een zwak zuur. De notatie is dus $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$.

31 a *Zoutzuur is een oplossing van HCl in water. HCl is een sterk zuur.*

Antwoord: $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,0} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

Er was dus ook $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}$ opgelost per L.

b *Ethaanzuur is een zwak zuur. Niet alle opgeloste ethaanzuur is in ionen gesplitst.*

De pH van de ethaanzuuroplossing is ook 2,0. Er is dus ook $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol H}^+$ aanwezig per liter. Er moet dus $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ethaanzuur per liter in ionen gesplitst zijn. Daarnaast is er een (grote) hoeveelheid ethaanzuur dat niet is geïoniseerd. Er is dus (veel) meer dan $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ethaanzuur per liter opgelost.

c *10 x verdunnen betekent dat het volume 10 x zo groot wordt.*

Antwoord: 3,0

Er was $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol H}^+$ per liter. Na 10 x verdunnen is er $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol H}^+$ per 10 liter.

$$\text{Dus } [\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{De pH} = -\log[\text{H}^+] = 3,0$$

d Bij verdunnen van een zuur zal de pH gaan stijgen. De pH wordt dus groter dan 2,0. De pH wordt niet 3,0 zoals in opdracht c. Hierbij speelt het evenwicht in de oplossing een rol. Hoe dat precies zit, hoef je niet te weten.

32 *Ga na wat de pH van een 1,0 M oplossing van een zuur is, als dit zuur sterk is en één H^+ kan afstaan.*

Als we uitgaan van een sterk zuur HZ dan is in $1,0 \text{ molair}$ oplossing $[\text{H}^+] = 1,0 \text{ mol L}^{-1}$.

Hierbij hoort dan een $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = 0,0$.

Omdat de $\text{pH} > 0$ is $[\text{H}^+] < 1,0 \text{ mol L}^{-1}$. Dit betekent dat het zuur niet volledig ioniseert. We hebben dus te maken met een zwak zuur.

Als het onbekende zuur sterk is en meer dan één H^+ kan afstaan, is $[\text{H}^+]$ nog groter. De pH zou dan nog lager zijn.

33 *Welke deeltjes zorgen voor de zure smaak?*

Je proeft alleen dat er veel H^+ ionen aanwezig zijn. Je kunt niet vaststellen of deze zich bevinden in een oplossing van een verdund sterk zuur of in een oplossing van een geconcentreerd zwak zuur.

34 a *Oxaalzuur is een moleculaire stof. Wanneer lost een moleculaire stof goed op in water?*

Of een stof oplost, is niet afhankelijk van de sterkte van het zuur. Aan de hand van de structuurformule kun je afleiden of een stof oplosbaar is in water.

In een molecuul oxaalzuur komen twee OH groepen voor. Er zijn dus waterstofbruggen mogelijk tussen de watermoleculen en de moleculen van oxaalzuur. Oxaalzuur is daardoor goed oplosbaar in water.

b Uit de formule is niet af te leiden of oxaalzuur een sterk zuur is of een zwak zuur.

c *Tel in de structuurformule alle atomen van één soort bij elkaar op.*

In een molecuul oxaalzuur zijn 2 H, 2 C en 4 O atomen aanwezig. De molecuulformule is dus $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

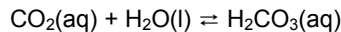
d *Alleen de zuren die in tabel 49 boven H_3O^+ staan, zijn sterk.*

De formule van oxaalzuur staat in tabel 49 onder H_3O^+ . Oxaalzuur is dus een zwak zuur.

e $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$

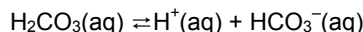
35 a $\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$

b *Geef de formules van de beginstoffen en de formule van het reactieproduct en maak de reactievergelijking kloppend.*

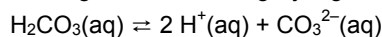


Zoals je ziet is het meteen een kloppende reactievergelijking.

c *Let op, koolzuur is een zwak zuur.*



De volgende reactievergelijking kan ook.



d *Een zwak zuur zal in water maar weinig geïoniseerd zijn.*

Je hebt dus veel moleculen $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ en heel weinig ionen H^+ en HCO_3^- . Ook CO_3^{2-} ionen zullen weinig voorkomen. Volgens het antwoord op opdracht b is er sprake van een evenwicht bij de reactie van koolstofdioxide met water. Er zullen dus ook moleculen CO_2 in de oplossing voorkomen.

e Er zijn twee mogelijkheden.

Als je er vanuit gaat dat er door het evenwicht dat je bij b hebt opgeschreven heel veel $\text{CO}_2(\text{aq})$ en maar heel weinig $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ aanwezig is, is het antwoord: $\text{CO}_2(\text{aq})$.

Ga je er vanuit dat door dit evenwicht bij b er juist heel veel $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ is, dan is de notatie: $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$.

36 –

■ 13.4 Sterke en zwakke basen

37 Ga na dat de volgende uitspraak waar is. Sterke basen kunnen in water niet voorkomen, omdat alle base-deeltjes van watermoleculen een H^+ ion opnemen.

De sterkste base die in water kan voorkomen, is dus het OH^- ion.

38 In tabel 49 in Binas staan de sterke basen rechts onder OH^- .

Het hydride-ion H^- , het oxide-ion O^{2-} , het amide-ion NH_2^- en het ethanolaation $CH_3-CH_2O^-$. Het oxide-ion ben je al eerder tegengekomen. Het zit in zouten zoals calciumoxide. Calciumoxide reageert aflopend met water, waarbij een oplossing van calciumhydroxide ontstaat.

39 Waar staan in tabel 49 de sterke basen?

Je moet van onderen naar boven werken. Onderin tabel 49 staan de sterkste basen.

Van zwak naar sterk: $C_6H_5NH_2$, HS^- , NH_3 en CO_3^{2-} .

40 Wat kun je zeggen over de pH van water en over de pH van een basische oplossing?

De pH van water is 7,0. De pH van een basische oplossing is groter dan 7,0. Als je een basische oplossing verdunt, voeg je water toe met $pH = 7,0$. De pH zal dus dalen en meer naar 7,0 toe gaan.

41 a Zie ook tabel 12 van Binas.



b Eigenlijk gaat het om het ammoniumion.



c Zie ook tabel 66A van Binas.

Ammonia is een oplossing van ammoniak in water: $NH_3(aq)$.

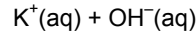
42 a – Je moet weten of je te maken hebt met een sterke of een zwakke base.
– Soms is de base aanwezig in de vorm van een negatief ion in een zout. Dat zout kan oplosbaar zijn, slecht of matig oplosbaar zijn of reageren met water.

b Natronloog is een oplossing van NaOH. NaOH is een oplosbaar zout. De notatie is dus: $Na^+(aq) + OH^-(aq)$
 Na_3PO_4 is een oplosbaar zout. Er ontstaan Na^+ en PO_4^{3-} ionen. PO_4^{3-} is een zwakke base. De notatie is dus: $3 Na^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$.

43 Zie ook opdracht 41.

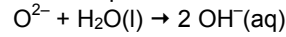
Nee, in beide gevallen is de notatie $NH_3(aq)$.

44 a Zoek dat op in tabel 66A van Binas.



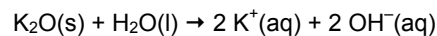
b Ga na of het oxide-ion een sterke of zwakke base is.

Het oxide-ion is een sterke base. Dat betekent dat alle oxide-ionen in water een H^+ ion van watermoleculen opnemen. Dit is een aflopende reactie.



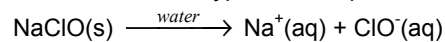
Naast de kaliumionen heb je in de oplossing dus hydroxide-ionen. Een oplossing die deze twee soorten ionen bevat, heet kaliloog.

c Geef de formules van de beginstoffen en de reactieproducten en maak de reactievergelijking klopend.

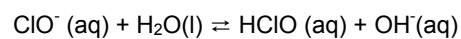


45 a Noteer eerst de vergelijking voor het oplossen en ga na of een van de deeltjes in de oplossing met water kan reageren waarbij $OH^-(aq)$ ontstaat.

Eerst lost natriumhypochloriet op in water:



ClO^- is een zwakke base:



b $Na^+(aq)$, $ClO^-(aq)$, $OH^-(aq)$ en $HClO(aq)$.

c Veel: $Na^+(aq)$ en $ClO^-(aq)$
Weinig: $HClO(aq)$ en $OH^-(aq)$, omdat ClO^- een zwakke base is.

d $Na^+(aq) + ClO^-(aq)$

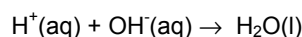
46 –

■ 13.5 Zuur-base reacties

47 Vragen bij de proef

1 zwavelzuuroplossing: $2 H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$
natronloog: $Na^+(aq) + OH^-(aq)$
bariumchloride-oplossing: $Ba^{2+}(aq) + 2 Cl^-(aq)$
magnesiumcarbonaat: $MgCO_3(s)$

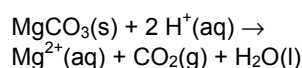
2 Er zijn in totaal vier soorten ionen. Ga na welke de sterkste base is. Die reageert met H^+ .



3 De kleur van de indicator blijft hetzelfde, dus de pH is niet veranderd: geen zuur-base reactie.

4 Er ontstaat een neerslag: het is dus een neerslagreactie. $Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$

5 Let op de waarnemingen:
Je ziet een gasontwikkeling bij deze proef.

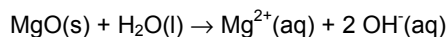


<48 Vragen bij de proef

- 1** Er ontstaat een zwarte suspensie.
Koperoxide is dus slecht oplosbaar in water.
- 2** Er ontstaat een blauwgroene oplossing en de zwarte suspensie verdwijnt. Deze kleurverandering wijst op een chemische reactie.
- 3** *Ga na welk deeltje de base is en hoeveel H^+ ionen met deze base kunnen reageren.*
De base is O^{2-} ion, dat in het CuO voorkomt. Ieder O^{2-} ion kan met twee H^+ ionen reageren.
 $CuO(s) + 2 H^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + H_2O(l)$
- 4** O^{2-} is een (sterke) base, die kan reageren met H^+ . Zoutzuur bevat een grote hoeveelheid H^+ en water niet.

<49 Vragen bij de proef

- 1** Je ziet een witte vaste stof in een lichtroze vloeistof. De roze kleur geeft aan dat de oplossing basisch is. Een (klein) deel van het magnesiumoxide heeft kennelijk gereageerd met water. Magnesiumoxide is dus wel slecht oplosbaar, maar niet onoplosbaar in water.
- 2** *Magnesiumoxide reageert op een overeenkomstige manier als calciumoxide. Denk aan de reactie van calciumoxide met water. Hierbij ontstaat kalkwater.*



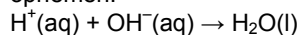
- 3** $CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$
- 4** Op de bodem ligt nog vast magnesiumoxide. Bij het schudden lost een deel hiervan op. Er komen weer OH^- ionen in de oplossing, waardoor de oplossing weer basisch wordt.
- 50** *Als het zuur of de base sterk is, verloopt de reactie aflopend. Als het zuur en de base zwak zijn, weet je niet zeker of een reactie verloopt.*

- a** OH^- is een sterke base: aflopende reactie.
- b** Het zuur en de base zijn zwak. Je weet niet of een reactie verloopt.
- c** H_3O^+ is een sterk zuur: aflopende reactie.
- d** BaO bevat de sterke base O^{2-} : aflopende reactie.

- 51** *Ga op de volgende manier te werk.*
- inventariseer welke deeltjes aanwezig zijn
 - zoek het zuur en de base op
 - ga bij een zwak zuur na hoeveel H^+ het zuur (per deeltje) kan afstaan en hoeveel H^+ de base (per deeltje) kan opnemen
 - schrijf de reactievergelijking op

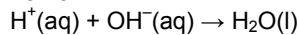
- a** aanwezig: $Na^+(aq)$, $OH^-(aq)$, $H^+(aq)$ en $Cl^-(aq)$.
zuur: $H^+(aq)$; base: $OH^-(aq)$.

Er is al H^+ aanwezig; de base kan één H^+ ion opnemen.



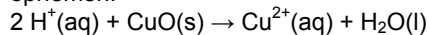
- b** aanwezig: $H^+(aq)$, $NO_3^-(aq)$, $Ca^{2+}(aq)$ en $OH^-(aq)$
zuur: $H^+(aq)$; base $OH^-(aq)$.

Er is al H^+ aanwezig; de base kan één H^+ ion opnemen.



- c** aanwezig: $H^+(aq)$, $SO_4^{2-}(aq)$ en $CuO(s)$
zuur: $H^+(aq)$; base: O^{2-} ion in $CuO(s)$

Er is al H^+ aanwezig; de base kan twee H^+ ionen opnemen.



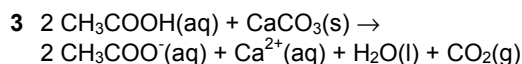
- 52 a** Het zuur H_2S kan twee H^+ ionen afstaan. De base OH^- kan één H^+ opnemen. Het zuur en de base zullen dus met elkaar reageren in de verhouding 1 : 2.
 $H_2S(g) + 2 OH^-(aq) \rightarrow S^{2-}(aq) + 2 H_2O(l)$

- b** Het zuur kan één H^+ afstaan. De base PO_4^{3-} kan drie H^+ ionen opnemen. Het zuur en de base zullen dus met elkaar reageren in de verhouding 3 : 1.
 $3 H^+(aq) + PO_4^{3-}(aq) \rightarrow H_3PO_4(aq)$

<53 Vragen bij de proef

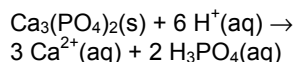
- 1** Azijn levert met methylrood een rode kleur op. Als je een beetje van deze azijn mengt met calciumcarbonaat, verandert de kleur naar geel. De pH stijgt dus er verdwijnen H^+ ionen. Bovendien ontstaat een gas.

- 2** Het gas dat ontstaat, is $CO_2(g)$. De base CO_3^{2-} heeft dus twee H^+ ionen opgenomen.



- 54 a** Calciumfosfaat bevat de base PO_4^{3-} , die met de H^+ ionen van het zoutzuur kan reageren.

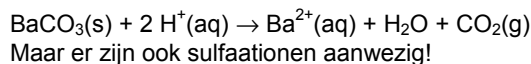
- b** *Zie ook de uitwerking bij opdracht 52b. Per mol calciumfosfaat is twee mol PO_4^{3-} aanwezig.*



- c** *Ga na wat er ontstaat als het carbonaation met H^+ ionen reageert. Zie ook tabel 49 van Binas.*

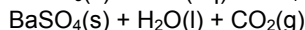
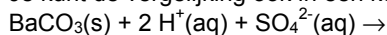
Het carbonaation, CO_3^{2-} , kan twee H^+ ionen opnemen. Er ontstaat dan koolzuur, H_2CO_3 . Dit ontleedt in water en koolstofdioxide, $CO_2(g)$.

- d** *Let op de ionen die na afloop van de zuur-base-reactie nog over zijn. Gebruik ook tabel 45.*



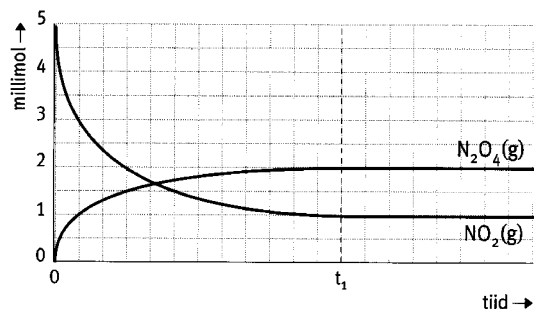
Maar er zijn ook sulfaationen aanwezig!
Dus: $Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$
Er ontstaat een neerslag, dat na afloop te zien is als een witte vaste stof.

Je kunt de vergelijking ook in één keer geven:



■ Op weg naar het proefwerk

- 1 a In de evenwichtstoestand zijn de reactiesnelheden aan elkaar gelijk.
- b De concentraties van de drie stoffen zijn dan constant. Ze veranderen dus niet meer. Dat betekent niet dat al die concentraties aan elkaar gelijk moeten zijn!
- c In de evenwichtstoestand zijn alle drie stoffen aanwezig. Als één van de stoffen zou verdwijnen, is er sprake van een aflopende reactie.
- 2 - dynamisch evenwicht: er is sprake van twee tegengestelde processen of reacties, waarvan de snelheden aan elkaar gelijk zijn.
 - insteltijd: de tijd die nodig is om na het mengen van de stoffen de evenwichtstoestand te bereiken.
 - aflopende reactie: één of meer beginstoffen reageren volledig. Die concentratie wordt dus nul.
 - heterogeen evenwicht: de stoffen hebben niet allemaal dezelfde fase.
- 3 Als een sterk zuur of een sterke base bij de reactie betrokken is, wordt het maximale aantal H^+ overgedragen. Als een zwak zuur en een zwakke base bij elkaar worden gevoegd, weet je niet zeker of een reactie verloopt.
- a H_3PO_4 is een zwak zuur; OH^- is een sterke base. Het maximale aantal H^+ wordt overgedragen. H_3PO_4 kan dus drie H^+ ionen overdragen.
 $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + 3 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O} + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$
- b CH_3COOH is een zwak zuur en NH_3 is een zwakke base. Als een reactie verloopt, wordt één H^+ ion overgedragen.
 $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{NH}_4^+(\text{aq})$
- c Zoutzuur is $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$. H^+ is een sterk zuur. CO_3^{2-} is een zwakke base. Het maximale aantal H^+ wordt dus overgedragen. CO_3^{2-} neemt dus twee H^+ ionen op.
 $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\text{g})$
- 4 a $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
- b - Er blijft een bruine kleur zichtbaar. Bij een evenwicht verdwijnt de beginstof niet volledig.
 - Na enige tijd blijft de hoeveelheid stikstofdioxide constant. De kleur verandert niet meer.
- c Wat weet je van de hoeveelheid stikstofdioxide als het evenwicht zich heeft ingesteld?



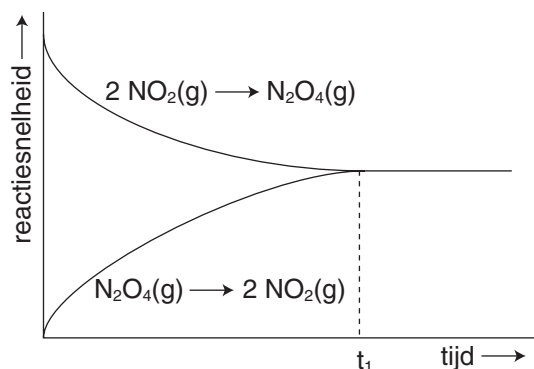
- d Van t_0 tot t_1 is 4,0 mmol $\text{NO}_2(\text{g})$ verdwenen. Dat is dan dus omgezet in $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$. Werk met een tabel.

	mmol $\text{NO}_2(\text{g})$	mmol $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
tijdstip t_0	5,00	0,00
reactie	- 4,00	+ 2,00
tijdstip t_1	1,00	2,00

- e Gebruik de gegevens uit bovenstaande tabel.

Zie het diagram bij c.

- f Denk eraan dat er in het begin alleen maar stikstofdioxide was. Wat weet je van de reactiesnelheden als er evenwicht is?



- 5 a Uit de pH kun je $[\text{H}^+]$ berekenen. $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$.

Uit de gegeven pH kun je $[\text{H}^+]$ berekenen.
 $\text{pH} = 3,32$, dus $[\text{H}^+] = 10^{-3,32}$
 Hieruit volgt $[\text{H}^+] = 4,79 \times 10^{-4} \text{ M}$.

- b Antwoord: 3,7 %

Geïoniseerd is dan $\frac{4,79 \times 10^{-4}}{1,3 \times 10^{-2}} \times 100 \% = 3,7\%$

- c Wat kun je zeggen over $[\text{H}^+(\text{aq})]$ bij $\text{pH} > 7$? Welke invloed heeft dit op het evenwicht?

Bij een pH hoger dan 7 zal geen $\text{H}^+(\text{aq})$ meer aanwezig zijn. In dit basische milieu zullen alle H^+ ionen gereageerd hebben. Alle sorbinezuurmoleculen zijn dan omgezet in sorbaationen. Als het middel dan niet werkzaam is, zal de werking toegeschreven moeten worden aan de sorbinezuurmoleculen.

- 6 a** Uit de pH kun je $[H^+]$ berekenen. $[H^+] = 10^{-pH}$.

$$pH = 3,4 \quad [H^+] = 10^{-3,4} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

- b** Met de indicator dimethylgeel ontstaat de mengkleur oranje. Daaruit blijkt dat de pH tussen 2,9 en 4,0 ligt.
Je kunt ook met de indicatoren thymolblauw en broomkresolgroen werken. Met thymolblauw ontstaat een gele kleur. Dit betekent dat de pH tussen 2,8 en 8,0 ligt. Met broomkresolgroen ontstaat ook een gele kleur. Dit betekent dat de pH kleiner moet zijn dan 3,8. Als je beide gegevens combineert, volgt hieruit dat de pH tussen 2,8 en 3,8 ligt.
- c** Kijk in tabel 66A van Binas.

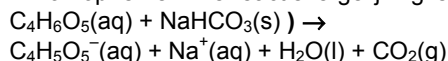
Zuiveringszout is natriumwaterstofcarbonaat.

- d** Gebruik de regels voor het opstellen van een vergelijking van een zuur-base reactie.

aanwezig: $C_4H_6O_5(aq)$ en $NaHCO_3(s)$

zuur: $C_4H_6O_5(aq)$; base HCO_3^- in zuiveringszout, $NaHCO_3(s)$

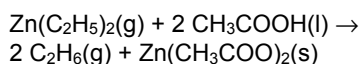
Het zuur kan één H^+ ion afstaan, de base kan één H^+ ion opnemen. De reactievergelijking is dan:



- 7 a** Hoe noemen we de C_2H_5 groep? Met welk telwoord geven we aan dat er twee groepen aanwezig zijn?

Diethylzink

- b** Vul de formules op de juiste plaats in de reactievergelijking in en maak kloppend.



- c** De reactievergelijking geeft weer welke stoffen verdwijnen en ontstaan. Bedenk dat gassen niet worden meegewogen.

Je moet dan de massa's van de stoffen voor de reactie vergelijken met de massa's van de stoffen na de reactie. Gassen worden daarbij niet meegewogen. Voor het behandelen is in de boeken azijnzuur, $CH_3COOH(l)$, aanwezig. Na behandeling is zinkacetaat, $Zn(CH_3COO)_2$, aanwezig. De massa van 2 mol CH_3COOH is $2 \times 60,05 = 120,1$ g en de massa van 1 mol $Zn(CH_3COO)_2$ is gelijk aan $65,38 + 4 \times 12,01 + 6 \times 1,008 + 4 \times 16,00 = 183,5$ g. Tijdens de reactie neemt de massa dus toe.

- d** Welke stof wordt tijdens dit proces in de boeken gevormd?

Er wordt tijdens dit proces ook $ZnO(s)$ gevormd dat in de boeken achterblijft. Dit zout bevat een (sterke) base. Hierdoor zijn de boeken langere tijd beschermd tegen verzuren, omdat deze zuren eerst reageren met de in het boek aanwezige $ZnO(s)$.