

Basen

9.1 Basen in water

A 1

- a** Een ammoniakoplossing is een oplossing van een base. De pH van deze oplossing ligt dus boven de 7.
- b** Het OH^- -ion. Dit ion is in iedere basisch oplossing aanwezig.

B 2

- a** $\text{F}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{HF} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- b** $\text{KNH}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{K}^+ (\text{aq}) + \text{NH}_2^- (\text{aq})$
- c** $\text{NH}_2^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{NH}_3 (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
Het NH_3 -molecuul is een zwakke base, maar dat wordt in deze opdracht verder buiten beschouwing gelaten.

B 3

- a** $\text{KOH} (\text{s}) \rightarrow \text{K}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- b** $\text{OH}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
Voor en na de pijl staan dezelfde deeltjes. Er treedt een reactie op, maar netto verandert er niets.

B 4

- a** Lithium is een metaal met een lading 1+, het hydride-ion zal dus een lading hebben van 1-. De formule van het hydride-ion is H^- .
- b** $\text{LiH} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Li}^+ (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g}) + \text{OH}^- (\text{aq})$

B 5

- a** $\text{C}_{31}\text{H}_{42}\text{N}_2\text{O}_6 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{C}_{31}\text{H}_{43}\text{N}_2\text{O}_6^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- b** Het hangt van de dosis af. Bij een zeer lage dosis is de stof een medicijn.
- c** De molaire massa van $\text{C}_{31}\text{H}_{42}\text{N}_2\text{O}_6$ is 538,67 g. De dodelijke dosis is 200 μg per kg lichaamsgewicht. De dodelijke dosis voor iemand van 75 kg (dit verschilt dus per persoon) is $200 \times 75 = 15\,000\, \mu\text{g} = 15\, \text{mg}$.
Omgerekend naar mol wordt dit $\frac{0,015\, \text{g}}{538,67\, \text{g mol}^{-1}} = 2,8 \cdot 10^{-5}\, \text{mol}$.
Het volume van het bloed is 5,0 L. De molariteit is dus $\frac{2,8 \cdot 10^{-5}}{5,0} = 5,6 \cdot 10^{-6}\, \text{mol L}^{-1}$.

C 6 ★

- a** $\text{NaCN} (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CN}^- (\text{aq})$
- b** $\text{CN}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCN} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- c** In de oplossing zitten de deeltjes Na^+ , CN^- , HCN , OH^- en natuurlijk H_2O .
- d** $\text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2\, \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Cu} (\text{OH})_2 (\text{s})$
- e** Door de neerslagreactie worden de OH^- -ionen aan de oplossing onttrokken. Hierdoor zal het evenwicht bij b naar rechts aflopen. Er zullen dus heel weinig CN^- -ionen in de oplossing aanwezig zijn.

C 7 ⦿

- a** Het zuur geeft een H^+ aan het water af. Water neemt dus een H^+ op. Het opnemen van een H^+ is een eigenschap van een base.
- b** $\text{CH}_3\text{-NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{-NH}_3^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$

9.2 Formules van basen

A 8

- a** zwak
- b** zwak
- c** theoretisch
- d** sterk
- e** zwak
- f** zwak
- g** zwak

B 9

- a** eenwaardig
- b** eenwaardig
- c** Het I⁻-ion is een theoretische base en neemt dus geen H⁺-ion op.
- d** Tweewaardig; het NH₃-molecuul dat ontstaat als NH₂⁻ een H⁺-ion opneemt is een zwakke base en kan dus ook een H⁺-ion opnemen.
- e** eenwaardig
- f** Driewaardig; het HPO₄²⁻-ion en het H₂PO₄⁻-ion zijn ook in staat om H⁺-ionen op te nemen.
- g** Eenwaardig; het HSO₄⁻-ion is een theoretische base.

B 10

- a** $\text{CN}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCN} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- b** $\text{CH}_3\text{NH}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- c** I⁻ geeft geen reactie met water, omdat het een theoretische base is.
- d** $\text{NH}_2^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{NH}_3 (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- e** $\text{NH}_3 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- f** $\text{PO}_4^{3-} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- g** $\text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- b** Bij de onderdelen d en f ontstaan zwakke basen die in theorie verder reageren met water. Omdat er al veel OH⁻-ionen in de oplossing van de eerste reactie zijn, liggen deze evenwichten ver naar links, en worden ze daarom meestal weggelaten.

B 11

- a** Natriumfluoride is een goed oplosbaar zout, het fluoride-ion is een zwakke base. We maken dus onderscheid tussen het oplossen van het zout en de reactie van de base met water.
 $\text{NaF} (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{F}^- (\text{aq})$
 $\text{F}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{HF} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- b** Natriumhypobromiet is een goed oplosbaar zout, het hypobromietion is een zwakke base. We maken dus onderscheid tussen het oplossen van het zout en de reactie van de base met water.
 $\text{NaBrO} (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{BrO}^- (\text{aq})$
 $\text{BrO}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{HBrO} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- c** Magnesiumsulfaat is een goed oplosbaar zout, het sulfaation is een zwakke base. We maken dus onderscheid tussen het oplossen van het zout en de reactie van de base met water.
 $\text{MgSO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$
 $\text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- d** Calciumoxide reageert aflopend met water.
 $\text{CaO} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$
- e** Zilver sulfiet is een slecht oplosbaar zout. De zwakke base (SO₃²⁻) reageert dus niet met water.
 $\text{Ag}_2\text{SO}_3 (\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_3^{2-} (\text{aq})$
- f** Calciumchloride is een goed oplosbaar zout. Chloride-ionen zijn theoretische basen, er treedt dus geen reactie met water op.
 $\text{CaCl}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq})$

B 12

- a** $\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{F}^- (\text{aq})$
b $\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{BrO}^- (\text{aq})$
c $2 \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$
d $\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$
e $\text{Ag}_2\text{SO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ (Eigenlijk is dit geen oplossing.)
f $\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq})$

B 13

- a** $\text{Ba}(\text{OH})_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$
b barietwater
c Het zout bariumoxide reageert met water. Er ontstaan dan ook barium- en hydroxide-ionen.
 $\text{BaO} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$
d BaO heeft een kleinere molaire massa dan $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Bij eenzelfde massa heb je dus meer Ba^{2+} -ionen. In de oplossing heb je dan ook meer OH^- -ionen.
 Je kunt natuurlijk ook voor beide zouten de concentratie uitrekenen door eerst het aantal gram zout om te rekenen in het aantal mol. Vervolgens kun je het aantal mol hydroxide-ionen uitrekenen. Dit kun je ten slotte omrekenen naar het aantal mol per liter.

Bariumhydroxide:

hoeveelheid stof (mol)	1,00	x
massa (g)	171,34	1,00

$$x = \frac{1,00 \text{ mol} \times 1,00 \text{ g}}{171,34 \text{ g}} = 5,836 \cdot 10^{-3} \text{ mol bariumhydroxide. Er zijn twee keer zo veel hydroxide-ionen in de oplossing, dus } 1,167 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

De $[\text{OH}^-]$ is dan:

hoeveelheid stof (mol)	$1,167 \cdot 10^{-2}$	x
volume (L)	0,500	1,00

$$x = \frac{1,167 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 1,00 \text{ L}}{0,500 \text{ L}} = 2,335 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}. \text{ De } [\text{OH}^-] \text{ is dus } 2,34 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}.$$

Bariumoxide:

hoeveelheid stof (mol)	1,00	x
massa (g)	153,33	1,00

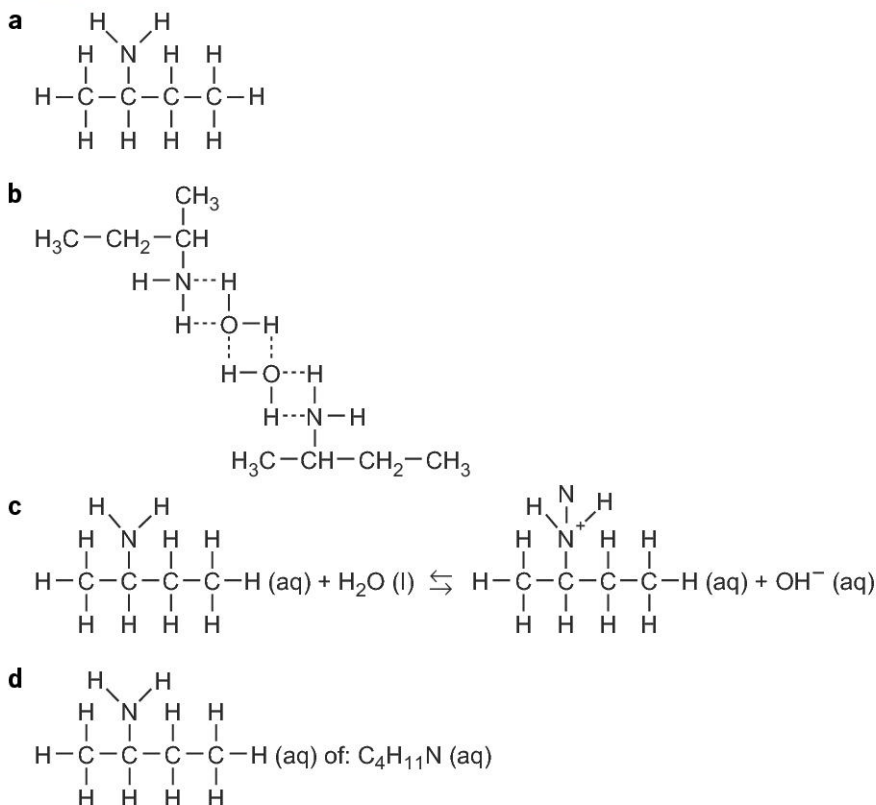
$$x = \frac{1,00 \text{ mol} \times 1,00 \text{ g}}{153,33 \text{ g}} = 6,522 \cdot 10^{-3} \text{ mol bariumhydroxide. Er zijn twee keer zo veel hydroxide-ionen in de oplossing, dus } 1,304 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

De $[\text{OH}^-]$ is dan:

hoeveelheid stof (mol)	$1,304 \cdot 10^{-2}$	x
volume (L)	0,500	1,00

$$x = \frac{1,304 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 1,00 \text{ L}}{0,500 \text{ L}} = 2,61 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}. \text{ De } [\text{OH}^-] \text{ is dus } 2,61 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}.$$

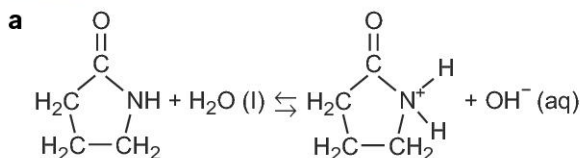
De $[\text{OH}^-]$ is dus het hoogst als je bariumoxide in water oplost.

B 14 ★**B 15**

- a** $\text{NaOH (s)} \rightarrow \text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{OH}^- \text{ (aq)}$
b natronloog
c Spanje werkt met automatische machines, China met handwerk.
d Na de reactie is de stof nog basisch ($\text{pH} > 7$), kennelijk is er nog natronloog aanwezig.
e Bij een hoge concentratie is de reactiesnelheid groot.
f $\text{Na}^+ \text{ (aq)}$, $\text{Cl}^- \text{ (aq)}$, carbonzuren en alcoholen (Geen H^+ en OH^- , want de oplossing is neutraal.)

C 16 ○

- a** $\text{Na}_3\text{PO}_4 \text{ (s)} \rightarrow 3 \text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{PO}_4^{3-} \text{ (aq)}$
b $\text{PO}_4^{3-} \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} \text{ (aq)} + \text{OH}^- \text{ (aq)}$
c Je kunt de fosfaationen laten neerslaan met een ion waarmee fosfaationen een slecht oplosbaar zout vormen. Je kunt hiervoor gebruikmaken van bijvoorbeeld calciumionen, maar er zijn veel meer mogelijkheden. Deze calciumionen krijg je in oplossing door een goed oplosbaar calciumzout toe te voegen aan het water waar de fosfaationen zich in bevinden. De ontstane neerslag kun je door middel van filtratie verwijderen. In het residu zit dan calciumfosfaat.
d Door het neerslaan van de fosfaationen zal het evenwicht bij b naar links schuiven. Er zullen dus nog maar heel weinig waterstoffosfaationen in de oplossing aanwezig zijn.
e $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \text{ (s)} \rightarrow 2 \text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{HPO}_4^{2-} \text{ (aq)}$
 $\text{HPO}_4^{2-} \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- \text{ (aq)} + \text{OH}^- \text{ (aq)}$
f $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \text{ (s)} \rightarrow \text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \text{ (aq)}$
 $\text{H}_2\text{PO}_4^- \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ (aq)} + \text{OH}^- \text{ (aq)}$
g $\text{H}_2\text{PO}_4^- \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)} + \text{HPO}_4^{2-} \text{ (aq)}$
h Blijkbaar kan het diwaterstoffosfaat niet alleen als zwak zuur, maar ook als zwakke base met water reageren.

C 17 ★

- b** $5 \text{ mg} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$
 $328 \text{ mg kg}^{-1} \times 5 \cdot 10^{-6} \text{ kg} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mg 2-pyrrolidon}$

9.3 pH berekenen van basen

A 18

- a** $\text{pOH} = -\log 1,0 \cdot 10^{-3} = 3,00$
 $\text{pOH} = -\log 5,0 \cdot 10^{-3} = 2,30$
 $\text{pOH} = -\log 4,2 \cdot 10^{-2} = 1,38$
b $\text{pH} = 14,00 - 3,00 = 11,00$
 $\text{pH} = 14,00 - 2,30 = 11,70$
 $\text{pH} = 14,00 - 1,38 = 12,62$

A 19

- a** $[\text{OH}^-] = 10^{-4,0} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$
b $[\text{OH}^-] = 10^{-1,52} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$
c $\text{pOH} = 14,0 - 12,6 = 1,4$
 $[\text{OH}^-] = 10^{-1,4} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

B 20

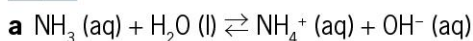
Eerst reken je 3,6 g NaOH om naar mol:

$$\frac{3,6 \text{ g}}{40,00 \text{ g mol}^{-1}} = 0,090 \text{ mol NaOH. Er is dus ook } 0,090 \text{ mol OH}^- \text{ in de oplossing.}$$

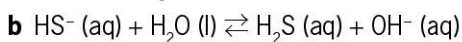
$$[\text{OH}^-] = \frac{0,090 \text{ mol}}{0,150 \text{ L}} = 0,60 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log 0,60 = 0,22$$

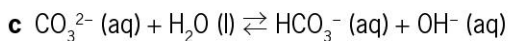
$$\text{pH} = 13,78$$

B 21

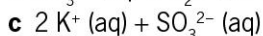
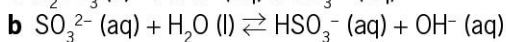
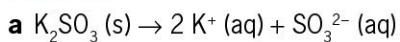
$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$



$$K_b = \frac{[\text{H}_2\text{S}][\text{OH}^-]}{[\text{HS}^-]}$$



$$K_b = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]}$$

B 22 ⦿

d $K_b = \frac{[\text{HSO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{SO}_3^{2-}]}$

B 23

- a** $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 $\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
 $\text{IO}^- + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HIO}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 $\text{F}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HF}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- b** O^{2-} , IO^- , NH_3 , F^-
- c** F^- , NH_3 , IO^- , O^{2-}
- d** F^- :

	$[\text{F}^-]$	$[\text{HF}]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	0,10	0	0
omgezet	-x	+x	+x
t_{ev}	$0,10 - x$	x	x

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{HF}]}{[\text{F}^-]}$$

$$1,6 \cdot 10^{-11} = \frac{x^2}{0,10 - x}$$

$$x = 1,3 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pOH} = -\log 1,3 \cdot 10^{-6} = 5,89$$

$$\text{pH} = 8,11$$

NH_3 :

	$[\text{NH}_3]$	$[\text{NH}_4^+]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	0,10	0	0
omgezet	-x	+x	+x
t_{ev}	$0,10 - x$	x	x

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,10 - x}$$

$$x = 1,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = -\log 1,3 \cdot 10^{-3} = 2,89$$

$$\text{pH} = 11,11$$

IO^- :

	$[\text{IO}^-]$	$[\text{HIO}]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	0,10	0	0
omgezet	-x	+x	+x
t_{ev}	$0,10 - x$	x	x

$$K_b = \frac{[\text{HIO}][\text{OH}^-]}{[\text{IO}^-]}$$

$$4,4 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{0,10 - x}$$

$$x = 6,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = -\log 6,6 \cdot 10^{-3} = 2,18$$

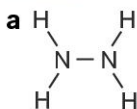
$$\text{pH} = 11,82$$

Na_2O :

$\text{O}^{2-} : \text{OH}^-$ als 1 : 2. De $[\text{OH}^-]$ is dus $0,20 \text{ mol L}^{-1}$.

$$\text{pOH} = -\log 0,20 = 0,70$$

$$\text{pH} = 13,30$$

B 24

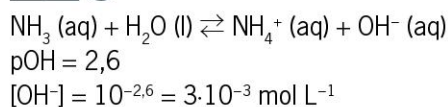
- b** Het is een tweewaardige base, er zijn twee aminogroepen in het molecuul aanwezig.
c Als hydrazine een eenwaardig sterke base zou zijn, dan zou de pOH gelijk zijn aan 1,00 (–log 0,10). De pH zou dan 13,00 zijn. Bij een meerwaardig sterke base is de pH nog hoger. Aangezien de pH lager is dan 13,00 is hydrazine een zwakke base.
d $\text{N}_2\text{H}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+(\text{aq}) + \text{OH}^-$
e $\text{pOH} = 3,26$
 $[\text{OH}^-] = 10^{-3,26} = 5,5 \cdot 10^{-4}$

	$[\text{N}_2\text{H}_4]$	$[\text{N}_2\text{H}_5^+]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	0,10	0	0
omgezet	$-5,5 \cdot 10^{-4}$	$+5,5 \cdot 10^{-4}$	$+5,5 \cdot 10^{-4}$
t_{ev}	$0,10 - 5,5 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$

$$K_b = \frac{[\text{N}_2\text{H}_5^+][\text{OH}^-]}{[\text{N}_2\text{H}_4]}$$

$$K_b = \frac{5,5 \cdot 10^{-4} \times 5,5 \cdot 10^{-4}}{0,10 - 5,5 \cdot 10^{-4}}$$

$$K_b = 3,0 \cdot 10^{-6}$$

B 25

	$[\text{NH}_3]$	$[\text{NH}_4^+]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	x	0	0
omgezet	$-3 \cdot 10^{-3}$	$+3 \cdot 10^{-3}$	$+3 \cdot 10^{-3}$
t_{ev}	$x - 3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$

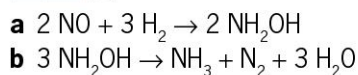
$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \times 3 \cdot 10^{-3}}{x - 3 \cdot 10^{-3}}$$

$$x - 3 \cdot 10^{-3} = \frac{9 \cdot 10^{-6}}{1,8 \cdot 10^{-5}}$$

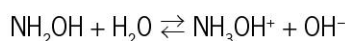
$$x = 0,5$$

De molariteit van de oplossing is dus $0,5 \text{ mol L}^{-1}$.

C 26

$$\text{c } \frac{4,3 \text{ g}}{33,03 \text{ g mol}^{-1}} = 0,130 \text{ mol NH}_2\text{OH is opgelost in 250 mL.}$$

$$\text{Per L is opgelost: } \frac{0,130 \text{ mol}}{0,250 \text{ L}} = 0,521 \text{ mol L}^{-1}.$$



	$[\text{NH}_2\text{OH}]$	$[\text{NH}_3\text{OH}^+]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	0,521	0	0
omgezet	-x	+x	+x
t_{ev}	$0,521 - x$	x	x

$$K_b = \frac{[\text{NH}_3\text{OH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_2\text{OH}]}$$

$$1,1 \cdot 10^{-8} = \frac{x^2}{0,521 - x}$$

$$x = 7,6 \cdot 10^{-5}$$

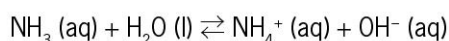
$$\text{pOH} = -\log 7,6 \cdot 10^{-5} = 4,12$$

$$\text{pH} = 9,88$$

$$\text{d } \frac{7,6 \cdot 10^{-5}}{0,521} \times 100\% = 1,5 \cdot 10^{-2}\%$$

C 27

$$\text{a } 8,5 \text{ g NH}_3 \triangleq \frac{8,5 \text{ g}}{17,031 \text{ g mol}^{-1}} = 0,499 \text{ mol NH}_3$$



	$[\text{NH}_3]$	$[\text{NH}_4^+]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	0,499	0	0
omgezet	-x	+x	+x
t_{ev}	$0,499 - x$	x	x

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,499 - x}$$

$$x = 3,0 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = -\log 3,0 \cdot 10^{-3} = 2,52$$

$$\text{pH} = 11,48$$

b Het ammoniak reageert tot stikstofoxides en uiteindelijk salpeterzuur. Het salpeterzuur verlaagt de pH.

c Het volume dat nat is geworden is $100 \times 100 \times 0,1 = 1000 \text{ m}^3 = 1,0 \cdot 10^6 \text{ L}$, je mag ervan uitgaan dat er dan ook zo veel liter water is gevallen.

$$\text{Bij pH} = 7,0 \text{ is de } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7,0} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}.$$

$$\text{Bij pH} = 5,5 \text{ geldt: } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5,5} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}.$$

$$\text{De } [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ is toegenomen met } 3 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-7} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}.$$

$$1 \text{ mol salpeterzuur levert } 1 \text{ mol H}_3\text{O}^+.$$

$$\text{Er is dus in de regen gevallen } 1,0 \cdot 10^6 \text{ L} \times 3 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1} = 3 \text{ mol salpeterzuur.}$$

$$\text{Dat is } 3 \times 63,013 = 189 \text{ g} = 2 \cdot 10^2 \text{ g salpeterzuur. (Eén significant cijfer omdat de pH in één decimaal is gegeven.)}$$

C 28 ★

a De molare massa van codeïne is $299,36 \text{ g mol}^{-1}$.

$$\frac{0,180 \text{ g}}{299,36 \text{ g mol}^{-1}} = 6,01 \cdot 10^{-4} \text{ mol is opgelost in } 250 \text{ mL.}$$

$$\frac{6,01 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,250 \text{ L}} = 2,41 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pOH is } 14,00 - 9,67 = 4,33$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-4,33} = 4,7 \cdot 10^{-5}$$

We gebruiken voor de stof codeïne de formule B.

	[B]	[BH ⁺]	[OH ⁻]
t_0	$2,41 \cdot 10^{-3}$	0	0
omgezet	$-4,7 \cdot 10^{-5}$	$+4,7 \cdot 10^{-5}$	$+4,7 \cdot 10^{-5}$
t_{ev}	$2,41 \cdot 10^{-3} - 4,7 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{-5}$

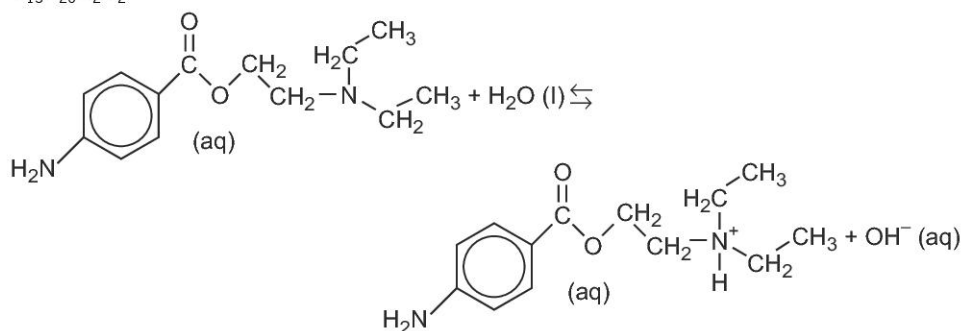
$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

$$K_b = \frac{(4,7 \cdot 10^{-5})^2}{2,41 \cdot 10^{-3} - 4,7 \cdot 10^{-5}}$$

$$K_b = 9,4 \cdot 10^{-7}$$

b $\text{C}_{13}\text{H}_{20}\text{O}_2\text{N}_2$

c



Je mag ook de NH_2 -groep nemen en deze een H^+ op laten nemen.

d Je kunt een oplossing van een zuur toevoegen aan het amine. Als je bijvoorbeeld zoutzuur toevoegt aan novocaïne zal het zuur een H^+ -ion aan het amine geven. Deze reactie zal veel beter verlopen omdat zoutzuur veel meer H_3O^+ -ionen bevat dan water.

9.4 Zuur-basereacties

A 29

a $\text{BaCl}_2 \text{ (s)}$

b $2 \text{ Al}^{3+} \text{ (aq)} + 3 \text{ SO}_4^{2-} \text{ (aq)}$

c HCl (g)

d $\text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{OH}^- \text{ (aq)}$

e $\text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)} + \text{NO}_3^- \text{ (aq)}$

f $\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ (aq)}$

g $\text{NH}_3 \text{ (g)}$

h $\text{NH}_3 \text{ (aq)}$

B 30

a één

b twee

c één

d drie

e één

B 31

- a** één
- b** twee
- c** één (HSO_4^- is een theoretische base!)
- d** drie
- e** twee

B 32

- a** Omdat waterstofchloride een sterk zuur is, is de stof in water volledig geïoniseerd. De juiste notatie is: $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$
- b** O^{2-} is een sterke base en zal aflopend reageren met water tot OH^- -ionen. De juiste notatie voor deze oplossing is: $\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- c** Waterstofcyanide is een zwak zuur. De juiste notatie is: $\text{HCN} (\text{aq})$

B 33

- a** $\text{HNO}_2 (\text{aq})$
- b** $\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$
- c** sterkste zuur: HNO_2 , sterkste base: OH^-
- d** $\text{HNO}_2 (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{NO}_2^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

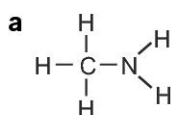
B 34

- a** $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{Br}^- (\text{aq})$
- b** $3 \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-} (\text{aq})$
- c** sterkste zuur: H_3O^+ , sterkste base: PO_4^{3-}
- d** PO_4^{3-} kan 3 H^+ -ionen opnemen. Omdat er een overmaat aan zuur aanwezig is, zal het ion dat ook daadwerkelijk doen.
- e** $3 \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-} (\text{aq}) \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{H}_3\text{PO}_4 (\text{aq})$

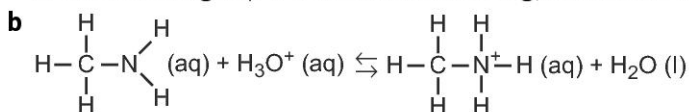
B 35

Gebruik steeds het stappenplan.

- a** $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- b** $\text{HF} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{F}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- c** $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{CN}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{HCN} (\text{aq})$

B 36

Er is een aminogroep in het molecuul aanwezig, dus de stof is een base.

**B 37**

- a** $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ gevolgd door (er is een overmaat natronloog):
 $\text{HSO}_4^- (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- b** $\text{K}_2\text{S} (\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{K}^+ (\text{aq}) + \text{H}_2\text{S} (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- c** $\text{H}_3\text{PO}_4 (\text{aq}) + 3 \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{PO}_4^{3-} (\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- d** $\text{FeO} (\text{s}) + 2 \text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2 \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq})$
- e** $\text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq}) + \text{CO}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{BaCO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
(Vergeet niet het ene watermolecuul links en rechts weg te strepen.)

C 38

- a** $\text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{HSO}_4^- (\text{aq}) \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{BaSO}_4 (\text{s})$

- b** Bij het toevoegen verdwijnen ionen uit de oplossing, dus zal het geleidingsvermogen ook afnemen. Als al het zwavelzuur gereageerd heeft, is het geleidingsvermogen bijna verdwenen. Als je dan zwavelzuur toe blijft voegen, zal het geleidingsvermogen geleidelijk weer toenemen door extra ionen.

C 39

- a** Batterijen kunnen gaan lekken en de agressieve chemicaliën kunnen het apparaat aantasten.
b $\text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
c $2 \text{K}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3(\text{s})$

C 40

- a** $\text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ gevolgd door:
 $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$
 Of in één keer:
 $\text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{AgCl}(\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
b $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2(\text{s})$

C 41

- a** Calciumcarbonaat reageert wel met zoutzuur omdat dit een veel sterker zuur is dan water. Water is blijkbaar niet in staat om de sterke ionbindingen in het ionrooster te verbreken.
b $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
c SO_4^{2-} -ion is een zeer zwakke base en er wordt heel weinig HSO_4^- gevormd. Het HSO_4^- is alleen in theorie een base en reageert dus niet met zuur.

C 42

- a** De pOH is bij zuiver water gelijk aan de pH, dus in dit geval ook 6,50. De $\text{p}K_w$ is dan 13,00.
b De pH is lager, dus er zijn meer H_3O^+ -ionen in de oplossing aanwezig.
c Bij het verhogen van de temperatuur schuift een reactie naar de endotherme kant. In dit geval verschuift de reactie bij het verhogen van de temperatuur naar rechts. De reactie naar rechts is dus endotherm.
d $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

	$[\text{NH}_3]$	$[\text{NH}_4^+]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	0,10	0	0
omgezet	-x	+x	+x
t_{ev}	0,10 - x	x	x

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$1,9 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,10 - x}$$

$$x = 1,4 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = 2,86$$

$$13,00 = \text{pH} + 2,86$$

$$\text{pH} = 10,14$$

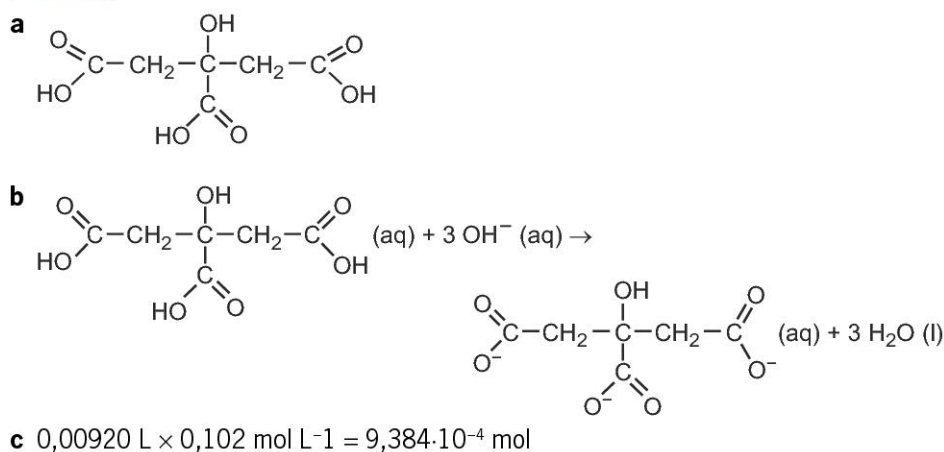
9.5 Zuur-basetitraties

A 43

- a** $24,72 - 12,45 = 12,27 \text{ mL}$
b $0,01227 \text{ L} \times 0,0945 \text{ mol L}^{-1} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
c $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
d Dit is ook $1,16 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, de molverhouding waarin de deeltjes reageren is 1 : 1.
e De molariteit is $\frac{1,16 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,02500 \text{ L}} = 4,64 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$.

B 44

- a** Ammonia is basisch, de pH zal boven de 7 liggen, de kleur is dan geel.
b oranje
c $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
d Omdat je hetzelfde meetsysteem hebt gebruikt is een uitbijter een toevallige fout.
e Gemiddeld heeft hij 12,115 mL toegevoegd.
 Dat is: $0,012115 \text{ L} \times 0,501 \text{ mol L}^{-1} = 6,0696 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ zoutzuur.
 Er was dus $6,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ammoniak in de oplossing aanwezig.
f $6,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 17,03 \text{ g mol}^{-1} = 0,1034 \text{ g}$ in 10,00 mL
 Er is dus $\frac{0,1034 \text{ g}}{0,01000 \text{ L}} = 10,3 \text{ g L}^{-1}$ ammoniak in ammonia.

B 45 ★

Er is dus $\frac{9,384 \cdot 10^{-4}}{3} = 3,128 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ citroenzuur.

De molaire massa van citroenzuur is $192,1 \text{ g mol}^{-1}$.

$3,128 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \times 192,1 \text{ g mol}^{-1} = 6,01 \cdot 10^{-2} \text{ g}$. Dit zit in 10,00 mL van een 100,0 mL maatkolf. In de maatkolf zit dus 10× zo veel citroenzuur, dat is $6,01 \cdot 10^{-1} \text{ g}$. Dit is afkomstig van 10,00 mL citroensap. Per liter is er dan 60,1 g citroenzuur aanwezig.

- d** Methylrood slaat bij een lagere pH om dan methylblauw. Je hoeft minder natronloog toe te voegen. Er reageert dan ook minder citroenzuur, je krijgt dus een lagere uitkomst.
e Hier is sprake van een ander meetsysteem, er is sprake van een systematische fout.

B 46 ●

- a** $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HSO}_4^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CaSO}_4(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
b $0,00930 \text{ L} \times 0,0996 \text{ mol L}^{-1} = 9,26 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
c Zwavelzuur is een tweewaardig zuur, dus $\frac{9,26 \cdot 10^{-4}}{2} = 4,63 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$.
d Er is in totaal $0,0500 \text{ L} \times 0,100 \text{ mol L}^{-1} = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ zwavelzuur toegevoegd.
 Hiervan heeft $4,63 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ niet met het calciumcarbonaat gereageerd.
 Er heeft $5,00 \cdot 10^{-3} - 4,63 \cdot 10^{-4} = 4,54 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ met calciumcarbonaat gereageerd.
 De molverhouding $\text{CaCO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 1 : 1$.
 Er heeft $4,54 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ calciumcarbonaat gereageerd.
e $4,54 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 100,1 \text{ g mol}^{-1} = 0,454 \text{ g}$ calciumcarbonaat.
 Het massapercentage calciumcarbonaat in krijt is $\frac{0,454 \text{ g}}{0,722 \text{ g}} \times 100\% = 62,9\%$.

C 47

- a** $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
b $3 \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{BO}_3(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{BO}_3^{3-}(\text{aq})$
c $3 \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{BO}_3(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{BO}_3^{3-}(\text{aq})$

d Er reageert $42,82 \text{ mL} \times 0,850 \text{ mol L}^{-1} = 36,397 \text{ mmol}$ natronloog.

Deze hoeveelheid reageert met $\frac{36,397}{3} = 12,132 \text{ mmol}$ boorzuur.

Er was $50,00 \times 0,500 = 25,0 \text{ mmol}$ boorzuur.

Met ammoniak heeft dus gereageerd $25,0 - 12,132 = 12,868 \text{ mmol}$ boorzuur.

$12,868 \text{ mmol}$ boorzuur reageert met $12,868 \times 3 = 38,603 \text{ mmol}$ NH_3 .

Hierin zit dus ook $38,603 \text{ mmol}$ N-atomen.

De massa van deze stikstof is $38,603 \times 14,01 = 541 \text{ mg} = 0,541 \text{ g}$.

Het massapercentage stikstof in de melk is $\frac{0,541 \text{ g}}{98,5 \text{ g}} \times 100\% = 0,549\%$.

C 48 ★

a $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

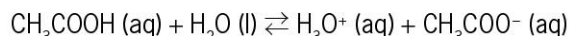
b $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

c Bij de titratie van natronloog met zoutzuur neemt $[\text{OH}^-]$ af; OH^- -ionen zijn zeer beweeglijk. Daarvoor in de plaats komen Cl^- -ionen; het totaal aantal ionen blijft constant. Aangezien Cl^- minder beweeglijk is dan OH^- , neemt het elektrisch geleidingsvermogen af.

Bij de titratie van natronloog met azijnzuuroplossing geldt een soortgelijk verhaal. Tot het equivalentiepunt neemt het elektrisch geleidingsvermogen af, omdat de ontstane CH_3COO^- -ionen een veel kleinere beweeglijkheid bezitten dan OH^- -ionen.

d Na het equivalentiepunt vindt geen reactie meer plaats. Toevoegen van zoutzuur betekent eenvoudig een toename van het aantal geladen deeltjes in de oplossing en een duidelijke toename in het elektrisch geleidingsvermogen.

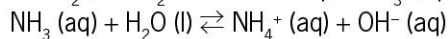
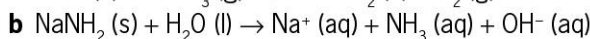
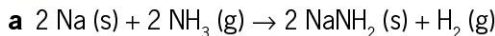
Bij de titratie van natronloog met azijnzuuroplossing blijft het elektrisch geleidingsvermogen na het equivalentiepunt vrijwel constant. Dit komt doordat azijnzuur een zwak zuur is, zodat het evenwicht:



vrij ver naar links ligt. De aanwezigheid van de CH_3COO^- -ionen die vóór het bereiken van het equivalentiepunt werden gevormd door de reactie van CH_3COOH met OH^- , zullen het bovenstaande evenwicht nog meer naar links doen verschuiven. Een overmaat CH_3COOH -oplossing kan daardoor geen merkbare bijdrage leveren aan het elektrisch geleidingsvermogen.

Afsluiting

1



c De hoeveelheid natriumamide is $\frac{3,4 \text{ g}}{39,02 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0871 \text{ mol NaNH}_2$.

Er ontstaat dus ook 0,0871 mol OH^- en NH_3 .

De molariteit is $\frac{0,0871 \text{ mol}}{0,450 \text{ L}} = 0,194 \text{ mol L}^{-1}$.

	$[\text{NH}_3]$	$[\text{NH}_4^+]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	0,194	0	0,194
omgezet	-x	+x	+x
t_{ev}	$0,194 - x$	x	$0,194 + x$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{(x) \times (0,194 + x)}{0,194 - x}$$

$$x = 1,80 \cdot 10^{-5}$$

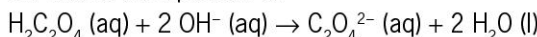
$$[\text{OH}^-] = 0,194 + 1,80 \cdot 10^{-5} = 0,19 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log 0,19 = 0,71$$

$$\text{pH} = 13,29$$

2

De reactie die optreedt is:



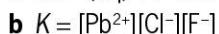
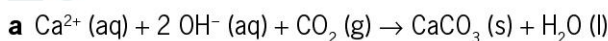
Er wordt in totaal $0,02271 \text{ L} \times 0,0950 \text{ mol L}^{-1} = 2,157 \cdot 10^{-3} \text{ mol OH}^-$ gebruikt.

Er is dus $\frac{2,157 \cdot 10^{-3}}{2} = 1,0787 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ in 25,00 mL van de oplossing aanwezig.

Per liter oplossing is er $\frac{1,0787 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,02500 \text{ L}} = 0,04315 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ aanwezig.

Dit is $0,04315 \text{ mol L}^{-1} \times 90,04 \text{ g mol}^{-1} = 3,89 \text{ g L}^{-1}$.

3



c Door toevoegen van overmaat NaCl en $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ worden de $[\text{Cl}^-]$ en de $[\text{Pb}^{2+}]$ groot.

Omdat het product $[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-][\text{F}^-]$ constant moet blijven, zal de $[\text{F}^-]$ dus zeer klein moeten worden.

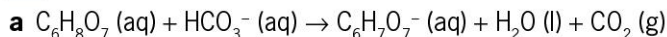
d De hoeveelheid neerslag PbClF is $7,5836 - 7,1842 = 0,3994 \text{ g}$.

De molecuulmassa van PbClF is 261,7 u.

De hoeveelheid fluoride in dit neerslag is $\frac{19,00 \text{ u}}{261,7 \text{ u}} \times 0,3994 \text{ g} = 2,900 \cdot 10^{-2} \text{ g}$.

Het massapercentage fluor is $\frac{2,900 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{20,0143 \text{ g}} \times 100\% = 0,1449\%$.

4



b De tablet lost sneller op. Acetylsalicylzuur komt dan zeker in opgeloste toestand in de maag, waardoor het sneller in het bloed wordt opgenomen. Bovendien ontstaan geen plaatselijk hoge concentraties die kleine maagbloedingen kunnen veroorzaken.

c $\text{pH} = 5,60$, dan is $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$.

$$\frac{[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-]}{[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7]} = \frac{7,1 \cdot 10^{-4}}{2,5 \cdot 10^{-6}} = 2,8 \cdot 10^2$$

$$\frac{[\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7^{2-}]}{[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-]} = \frac{1,7 \cdot 10^{-5}}{2,5 \cdot 10^{-6}} = 6,8$$

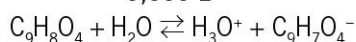
$$\frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}]}{[\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7^{2-}]} = \frac{4,1 \cdot 10^{-7}}{2,5 \cdot 10^{-6}} = 0,16$$

Hieruit volgt dat de concentratie van $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-$ het grootst is.

d $\text{p}K_z = 3,48$ dus $K_z = 3,3 \cdot 10^{-4}$

$$\text{De hoeveelheid } \text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4 = \frac{0,500 \text{ g}}{180,15 \text{ g mol}^{-1}} = 2,775 \cdot 10^{-3} \text{ mol in } 50 \text{ mL.}$$

$$\text{Dat is } \frac{2,775 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,050 \text{ L}} = 5,55 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}.$$



	$[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4]$	$[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-]$	$[\text{H}_3\text{O}^+]$
t_0	$5,55 \cdot 10^{-2}$	0	
omgezet	-x	+x	
t_{ev}	$5,55 \cdot 10^{-2} - x$	x	$2,5 \cdot 10^{-6}$

$$K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-]}{[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4]}$$

$$3,3 \cdot 10^{-4} = \frac{2,5 \cdot 10^{-6} \times x}{5,55 \cdot 10^{-2} - x}$$

$$x = 5,51 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-] = 5,51 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = 5,55 \cdot 10^{-2} - x = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

5

a $K = [\text{Pb}^{2+}][\text{OH}^-]^2$

b $\text{pOH} = 14,00 - 9,60 = 4,40$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-4,40} = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$1,4 \cdot 10^{-20} = [\text{Pb}^{2+}] \times (4,0 \cdot 10^{-5})^2$$

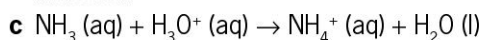
$$[\text{Pb}^{2+}] = 8,8 \cdot 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$$

6



a Het mengsel in de capsule is basisch, dus de pH is boven de 7. Indicatoren die dan rood kleuren zijn fenolrood, kresolrood, fenolftaleïne en alizarinegeel-R. Fenolftaleïne kleurt paars-rood, deze mag worden weggelaten.

b Werkwijze: aan de vloeistof uit de capsule eerst een zuur toevoegen en daarna weer een base. Waarneming: als de rode kleur verandert door het toevoegen van een zuur en weer terugkomt door het toevoegen van een base, is er sprake van een indicator.



d $8,6 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 0,40 \text{ mol L}^{-1} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_3\text{O}^+$

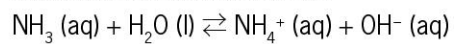
Er is dus $3,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol NH}_3$ in de capsule aanwezig.

Deze hoeveelheid bevindt zich in $0,33 \cdot 10^{-3} \text{ L}$.

$$\text{De molariteit van de ammonia in de capsule is } \frac{3,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,33 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 10 \text{ mol L}^{-1}.$$

- e De molariteit van de ammonia in de capsule is 10 mol L^{-1} .

Ammonia is een zwakke base:



	$[\text{NH}_3]$	$[\text{NH}_4^+]$	$[\text{OH}^-]$
t_0	10	0	0
omgezet	-x	+x	+x
t_{ev}	$10 - x$	x	x

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{10 - x}$$

$$x = 1,3 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{pOH} = -\log 1,3 \cdot 10^{-2} = 1,89$$

$$\text{pH} = 12,11$$