

## Oefenvraagstukken 5 HAVO Hoofdstuk 13 Antwoordmodel

### Reactieomstandigheden

1 + 2

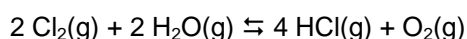
Het zuur was in overmaat aanwezig dus de hoeveelheid  $\text{CO}_2$  is afhankelijk van de hoeveelheid  $\text{CaCO}_3$ . Alle drie gaan uit van dezelfde hoeveelheid  $\text{CaCO}_3$  dus wordt er ook steeds evenveel  $\text{CO}_2$  gevormd.

De snelheid van de reactie is hoger als de temperatuur hoger is en als de verdelingsgraad beter is. Dus bij gepoederd  $\text{CaCO}_3$  is de snelheid hoger.

Dus I Frans gepoederd bij  $30^\circ\text{C}$   
 II Ruud gepoederd bij  $20^\circ\text{C}$   
 III Loes vast bij  $20^\circ\text{C}$

### Chloorgas en waterdamp

3



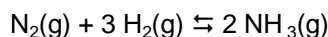
molverhouding: 2 mol  $\text{Cl}_2 \equiv 2$  mol  $\text{H}_2\text{O} \equiv 4$  mol  $\text{HCl} \equiv 1$  mol  $\text{O}_2$

omgezet/gevormd: (2,0 – 1,2) mol  $\text{Cl}_2 = 0,8$  mol  $\text{Cl}_2 \equiv 0,8$  mol  $\text{H}_2\text{O} \equiv 1,6$  mol  $\text{HCl} \equiv 0,4$  mol  $\text{O}_2$

molverhouding	2 mol $\text{Cl}_2$	2 mol $\text{H}_2\text{O}$	4 mol $\text{HCl}$	1 mol $\text{O}_2$
begin	2,0	2,0	0,0	0,0
omgezet/gevormd	-0,8	-0,8	1,6	0,4
evenwicht	1,2	1,2	1,6	0,4

### Ammoniakevenwicht 1

4



5

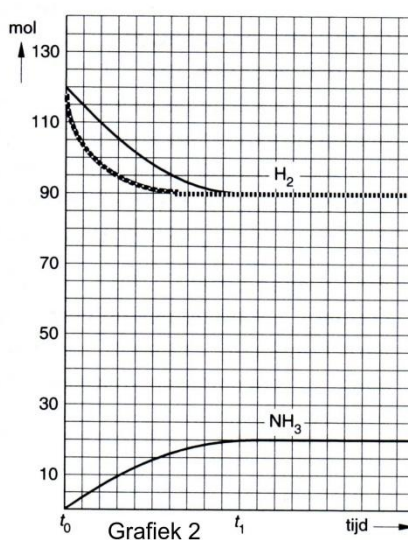
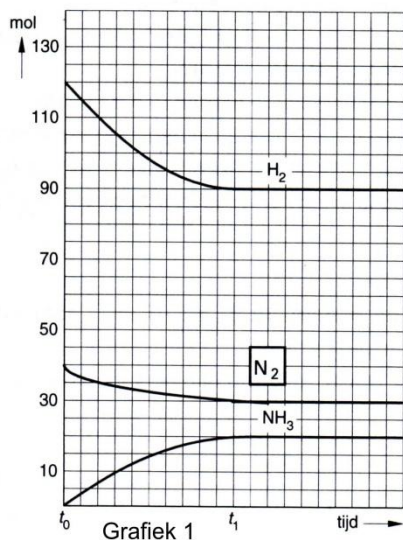
Er vindt zowel een heen- als teruggaande reactie plaats, maar in de evenwichtstoestand (vanaf  $t_1$ ) zijn de snelheden hiervan aan elkaar gelijk. Daardoor blijven de hoeveelheden  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  en  $\text{NH}_3$  constant.

6

Uit de grafiek volgt dat er 90 mol  $\text{H}_2$  over is in de evenwichtssituatie van de in het begin aanwezige 120 mol, dus er is 30 mol  $\text{H}_2$  omgezet. Uit de molverhouding: 1 mol  $\text{N}_2 \equiv 3$  mol  $\text{H}_2 \equiv 2$  mol  $\text{NH}_3$  volgt voor de omgezette en gevormde hoeveelheden: 30 mol  $\text{H}_2 \equiv 10$  mol  $\text{N}_2 \equiv 20$  mol  $\text{NH}_3$ .

In tabelvorm:

molverhouding	1 mol $\text{N}_2$	3 mol $\text{H}_2$	2 mol $\text{NH}_3$
begin	40	120	0
omgezet/gevormd	-10	-30	20
evenwicht $\square t_1$	30	90	20



De hoeveelheid  $\text{NH}_3$  stijgt van 0 tot 20 mol (zie grafiek 1)

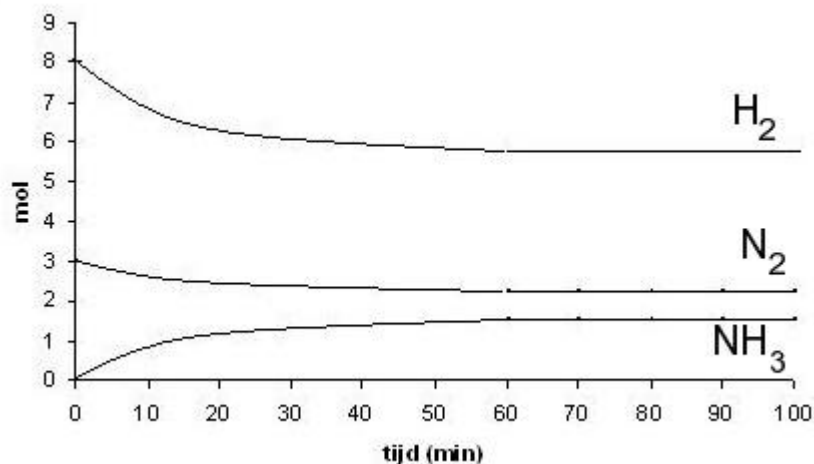
- 7 De hogere temperatuur is nodig om een grotere reactiesnelheid te krijgen. (Denk aan het botsende-deeltjesmodel: een hogere temperatuur leidt tot meer effectieve botsingen, dus tot een grotere reactiesnelheid en dus tot een snellere instelling van het evenwicht. Per keer kan maar weinig ammoniak worden afgescheiden, maar dat kan wel vaak, dus een grotere opbrengst.)
- 8 Zie grafiek 2. (De stippelijijn is de afname van waterstof met meer katalysator).

## Ammoniakevenwicht 2

- 9 Ammoniak lost goed op in water omdat het een polair molecuul is (zie tabel 55A) en waterstofbruggen kan vormen met watermoleculen. Waterstof en stikstof kunnen dit niet; het zijn beide apolaire stoffen.
- 10  $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- 11 De pH gaat van hoog ( $> 8$ ) naar laag ( $< 4$ ). De indicator moet dus bij een pH  $< 7$  omslaan. Kies je bijvoorbeeld dimethylgeel, dan slaat de kleur om van geel naar rood. Dit geldt ook voor methylrood. Methyloranje slaat om van oranjegeel naar rood.
- 12 Uit de RV volgt:  $1 \text{ mmol H}^+ \equiv 1 \text{ mmol HCl} \equiv 1 \text{ mmol NH}_3$   
 Nodig  $11,12 \text{ mL} \times 0,1080 \text{ mmol HCl}/10 \text{ mL} = 1,201 \text{ mmol H}^+$   
 $1,201 \text{ mmol H}^+ \equiv 1,201 \text{ mmol NH}_3$  Deze hoeveelheid is aanwezig in 10 mL, dus in 1L aanwezig:  
 $100 \times 1,201 \text{ mmol NH}_3 = 120,1 \text{ mmol NH}_3$
- 13  $25,5 \text{ g NH}_3 = 25,5 \text{ g} : 17,03 \text{ g/mol} = 1,50 \text{ mol NH}_3$
- 14 Omgezet/gevormd:  $1,50 \text{ mol NH}_3 \equiv 3/2 \times 1,50 \text{ mol H}_2 \equiv 1/2 \times 1,50 \text{ mol N}_2$

molverhouding	1 mol $\text{N}_2$	3 mol $\text{H}_2$	2 mol $\text{NH}_3$
begin	3,0	8,0	0,0
omgezet/gevormd	- 0,75	- 2,25	+ 1,50
evenwicht	2,25	5,75	1,50

- 15 De insteltijd is de tijd die het mengsel nodig heeft om de evenwichtstoestand te bereiken. In de tekst staat dat dit 60 minuten is.
- 16



- 17 Voor het instellen van het evenwicht zijn er  $3 + 8 = 11$  mol gas aanwezig (zie gegevens). Na instellen van het evenwicht zit er in dezelfde ruimte  $2,25 + 5,75 + 1,5 = 9,5$  mol gas (zie antw. vraag 14). Dit is minder dan 11 mol, dus is de druk lager.
- 18 Na het verwijderen van het ammoniak gaat het evenwicht zich opnieuw instellen, waarna het ammoniak weer wordt verwijderd enz. Dit gaat door tot er geen ammoniak meer gevormd kan worden en dit kan niet meer als stikstof of waterstof op is.  
 Om 3 mol stikstof volledig te laten reageren zijn  $3 \times 3 = 9$  mol waterstof nodig. Er is slechts 8 mol waterstof aanwezig, dus waterstof bepaalt hoeveel ammoniak er gevormd kan worden, omdat stik-

stof in overmaat aanwezig is.

molverhouding	1 mol N <sub>2</sub>	3 mol H <sub>2</sub>	2 mol NH <sub>3</sub>
begin	3,0	8,0	0,0
omgezet/gevormd	- 2,67	- 8,0	+ 5,33
evenwicht	0,33	5,75	1,50

Dus over 0,33 mol stikstof en geen waterstof.

### Tandglazuur

19 De moleculeformele van melkzuur is: C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>, dus: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> → 2 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>

20  $\text{pH}_{\text{na verdunnen}} = -\log 0,01 \cdot [\text{H}^+]_{\text{voor verdunnen}} = -\log 10^{-2} \cdot [\text{H}^+]_{\text{voor verdunnen}} = -\log 10^{-2} - \log [\text{H}^+] = \text{pH} + 2$

Bij elke factor 10 verandert de logaritme dus met 1. Bij een toename van de concentratie met een factor 100 is de pH dus met 2 eenheden gedaald.

21 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> en OH<sup>-</sup> zijn basen (zie BINAS tabel 49). Ze kunnen een H<sup>+</sup> ion kunnen opnemen (OH<sup>-</sup> + H<sup>+</sup> → H<sub>2</sub>O en PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> + H<sup>+</sup> ⇌ HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> en eventueel verdere reactie tot H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> en H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

### Zuur voor een leerling

22 De leerling constateert dat bij het destilleren de temperatuur van de ontstane damp constant blijft. Dit wijst erop dat de stof een kookpunt heeft, want een mengsel heeft een kooktraject.

23 In Binas tabel 52 is te vinden dat thymolblauw geel is tussen pH = 2,8 en pH = 8,0 en dat methyloranje rood is beneden pH = 3,1. De oplossing voldoet alleen aan beide voorwaarden als de pH tussen de 2,8 en 3,1 in ligt.

24 De pH zou bij elke tienvoudige verdunning van een sterk zuur met 1 eenheid moeten toenemen. In werkelijkheid blijkt de pH veel minder toe te nemen (met 0,55 en 0,63), dus is de stof geen sterk zuur.

### Maagzuur

25 MgO(s) + 2 H<sup>+</sup>(aq) → Mg<sup>2+</sup>(aq) + H<sub>2</sub>O(l) (O<sup>2-</sup> in MgO is een base die 2 H<sup>+</sup> ionen kan opnemen onder vorming van H<sub>2</sub>O).

26 NaHCO<sub>3</sub>(s) + H<sup>+</sup>(aq) → Na<sup>+</sup>(aq) + CO<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>O(l) (In eerste instantie ontstaat H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(s) dat instabiel is en uiteenvalt in H<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub>.)

### Zuur of basisch?

27 In volgorde van opklimmende pH:

salpeterzuur, azijnzuur, kaliumnitraat, kaliumacetaat, kaliumhydroxide.

Toelichting:

Salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>) is een sterk zuur, dus volledig in ionen gesplitst:

$[\text{H}^+] = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 1,0$ .

Azijnzuur (CH<sub>3</sub>COOH) is een zwak zuur, dus onvolledig in ionen gesplitst:

pH is kleiner dan 7 maar groter dan 1.

Kaliumnitraat (KNO<sub>3</sub>) in oplossing bestaat uit K<sup>+</sup> en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ionen. K<sup>+</sup> is geen zuur of base en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> is het zuurrestion van een sterk zuur, dus dit reageert niet met water (tot HNO<sub>3</sub> en OH<sup>-</sup>) ⇒ pH = 7.

Kaliumacetaat (CH<sub>3</sub>COOK) in oplossing bevat de zwakke base CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>:

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

De oplossing bevat meer OH<sup>-</sup> dan H<sup>+</sup> ionen ⇒ pH is groter dan 7 maar kleiner dan 14.

Kaliumhydroxide (KOH) is water volledig in ionen gesplitst:

$[\text{OH}^-] = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow \text{pOH} = 1,0 \Rightarrow \text{pH} = 14,0 - 1,0 = 13,0$ .

### pH van oplossingen

28 Een oplossing van natriumsulfiet bevat natrium- en sulfietionen. De sulfietionen zijn een zwakke base (zie BINAS tabel 49). In oplossing stel zich het volgende evenwicht in:

$\text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HSO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

- 29  $\text{NaClO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{ClO}_3^-$ . Als  $\text{pH} = 7$  levert  $\text{ClO}_3^-$  met water blijkbaar geen  $\text{OH}^-$  ionen. Bovendien is  $\text{HClO}_3$  een sterk zuur en dat betekent dat  $\text{ClO}_3^-$  met water geen  $\text{OH}^-$  ionen vormt.
- 30 Oplossing A:  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$   
omgezet/gevormd: 1 mol  $\text{CH}_3\text{COOH} \equiv 1$  mol  $\text{CH}_3\text{COO}^- \equiv 1$  mol  $\text{H}^+$   
 $\text{pH} = 2,88 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2,88} = 1,32 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \Rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- = 1,32 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ;

	$\text{CH}_3\text{COOH}$ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{H}^+$ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
begin	0,100	0	0
omgezet/gevormd	$1,32 \times 10^{-3}$	$1,32 \times 10^{-3}$	$1,32 \times 10^{-3}$
evenwicht	$9,86 \times 10^{-2}$	$1,32 \times 10^{-3}$	$1,32 \times 10^{-3}$

### Sorbinezuur



32  $\text{pH} = 3,32 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,32} = 4,8 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$$\% \text{ ionisatie} = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2]} \times 100\% = \frac{4,8 \times 10^{-4}}{1,3 \times 10^{-2}} \times 100\% = 3,7\%$$

- 33  $\text{pH} > 7$ . Er is sprake van basisch voedingsmiddel. In een basische omgeving worden sorbinezuurmoleculen omgezet in sorbaationen (je kunt ook zeggen dat het ionisatie-evenwicht naar rechts is verschoven). In de vorm van sorbaationen blijkt de stof dus niet werkzaam. De groeiremmende werking moet dus aan de sorbinezuurmoleculen worden toegeschreven.

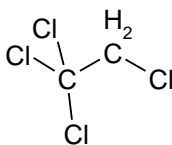
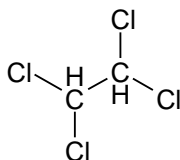
### Kolenvergassing (examen 2003-2)

- 34 Argument voor gebruik van steenkool: er is een grote wereldvoorraad, waardoor steenkool ook in de toekomst tegen een lage stabiele prijs te krijgen is.  
Argument voor kolenvergassing: Het reinigen van het gas dat door kolenvergassing ontstaat is goedkoper en gemakkelijker dan het reinigen van de rookgassen die bij de directe verbranding van steenkool vrijkomen.
- 35 Door het verpoederen van de steenkool wordt het reactie-oppervlak vergroot waardoor er per seconde meer botsingen en dus ook meer effectieve botsingen plaatsvonden tussen koolstof en zuurstof zodat de reactiesnelheid groter wordt.
- 36 Omdat er minder  $\text{SO}_2$  en  $\text{NO}_x$  wordt uitgestoten, zal er minder zure regen ontstaan. Het hogere rendement, betekent dat er minder  $\text{CO}_2$  wordt uitgestoten waardoor het broeikas effect minder wordt versterkt.
- 37  $2,0 \times 10^6 \text{ kg steenkool bevat } 2,0 \times 10^6 \text{ kg} \times 0,85 = 1,7 \times 10^6 \text{ kg C}$   
 $2 \text{ C} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO} \Rightarrow 1 \text{ mol C} \equiv 1 \text{ mol CO} \Rightarrow 1,7 \times 10^6 \text{ kg} / 12,01 \text{ kg/kmol C} \equiv 1,7 \times 10^6 \text{ kg} / 12,01 \text{ kg/kmol CO} = 1,7 \times 10^6 / 12,01 \text{ kmol} \times 28,01 \text{ kg/kmol} = 4,0 \times 10^6 \text{ kg CO}$ .
- 38 Extractie (extraheren berust op het verschil in oplosbaarheid).
- 39  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-$
- 40  $4 \text{ CO}(\text{g}) + 2 \text{ H}_2(\text{g}) + 3 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{ CO}_2(\text{g}) + 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$

### Tri (examen 2006-1)

- 41 Ethyn is een onverzadigde verbinding, omdat er tussen de koolstofatoom meer dan één bindend elektronenpaar aanwezig is; in dit geval zijn er drie bindende elektronenparen tussen de C-atomen.

42



1,1,2,2-tetramethylethaan

1,1,1,2-tetramethylethaan

**43** De temperatuur van de reactor verlagen. Bij lagere temperatuur bewegen de deeltjes minder snel. De kans op botsingen tussen de reagerende deeltjes, dus ook de kans op effectieve botsingen per seconde wordt kleiner waardoor de reactiesnelheid afneemt.

De verbinding die in de eerste reactor is gevormd, wordt in een tweede reactor geleid. In deze reactor wordt ook calciumhydroxide geleid. Bij een temperatuur van 300 °C treden in de tweede reactor achtereenvolgens twee reacties op:

**44** bij X:  $C_2H_2Cl_4$

bij Y:  $Ca(OH)_2$

bij Z:  $CaCl_2$  en  $H_2O$

**45**  $Ca(OH)_2 + 2 C_2H_2 + 4 Cl_2 \rightarrow CaCl_2 + 2 C_2HCl_3 + 2 H_2O$

**46**  $1 \text{ mol } C_2HCl_3 \equiv \frac{1}{2} \text{ mol } Ca(OH)_2 \Leftrightarrow 1,0 \times 10^3 \text{ g} : 131,4 \text{ g/mol} = 7,61 \text{ mol } C_2HCl_3$

$7,61 \text{ mol } C_2HCl_3 \equiv \frac{1}{2} \times 7,61 \text{ mol } Ca(OH)_2 = \frac{1}{2} \times 7,61 \text{ mol} \times 74,1 \text{ g/mol} = 282 \text{ g} = 0,28 \text{ kg } Ca(OH)_2$ .

#### **Waterstofperoxide** (examen 2001-1)

**47** De curve is tussen de 50 en 100 s steiler (er wordt meer  $O_2$  gevormd) dan tussen de 100 en 150 s.

**48** Uit de grafiek is vanaf  $t = 285 \text{ s}$  af te lezen dat er maximaal 3,85 mmol  $O_2$  wordt gevormd.

Uit de reactievergelijking volgt:  $1 \text{ mol } O_2 \equiv 2 \text{ mol } H_2O_2$

Er was dus  $2 \times 3,85 \text{ mmol } H_2O_2$  aanwezig. Dit is  $2 \times 3,85 \text{ mmol} \times 34,02 \text{ mg/mmol} = 262 \text{ mg} = 0,262 \text{ g} = 2,62 \times 10^{-1} \text{ g}$