

Oefenvraagstukken Hoofdstuk 13

Reactieomstandigheden

Drie leerlingen, Loes, Ruud en Frans, voeren de volgende proef uit:

Ze overgieten ieder 5,0 g calciumcarbonaat met overmaat 1,0 molair zoutzuur, vangen het ontstane gas op en meten de snelheid van de gasontwikkeling. Hierbij verloopt de volgende reactie:



Loes gebruikt brokjes calciumcarbonaat waarbij ze de temperatuur op 20 °C houdt.

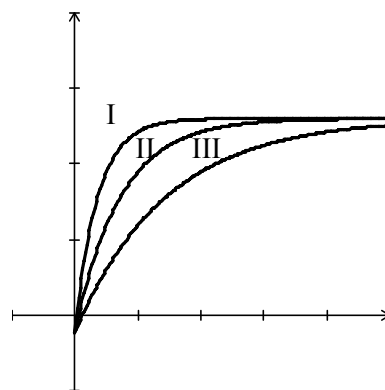
Ruud gebruikt gepoederd calciumcarbonaat waarbij hij de temperatuur op 20 °C houdt.

Frans gebruikt gepoederd calciumcarbonaat waarbij hij de temperatuur op 30 °C houdt.

- 1 Leg uit dat de leerlingen na afloop van de proef alle drie evenveel mol gas hebben opgevangen.

De meetresultaten van elk van de leerlingen worden in één diagram uitgezet. Men verkrijgt dan drie lijnen. (zie naaststaand diagram).

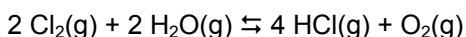
- 2 Leg uit welke lijn verkregen is uit de meetresultaten van achtereenvolgens Loes, Ruud en Frans.



Chloorgas en waterdamp

Chloorgas en waterdamp kunnen onder bepaalde omstandigheden met elkaar reageren.

Het volgende evenwicht stelt zich dan in:



In een afgesloten ruimte brengt men 2,0 mol chloorgas en en 2,0 mol waterdamp.

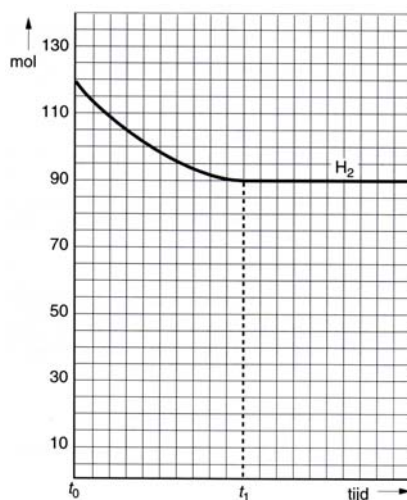
Als het evenwicht is ingesteld, blijkt nog 1,2 mol Cl_2 aanwezig te zijn.

- 3 Bereken hoeveel mol H_2 , HCl en O_2 in de evenwichtstoestand aanwezig is. Gebruik hiervoor een tabel (begin, omgezet/gevormd, evenwicht) zoals je dat ook hebt gedaan in opdracht 18 van hoofdstuk 13 (blz. 9 van het HAVO katern 2007).

Ammoniakevenwicht 1

Op het tijdstip t_0 brengt men in een vat 40 mol stikstof en een hoeveelheid waterstof waaruit ammoniak ontstaat.

- 4 Geef de reactievergelijking voor de vorming van ammoniak uit de niet-ontleedbare stoffen.
In onderstaand diagram is de hoeveelheid waterstof uitgezet tegen de tijd.



Vanaf t_1 loopt de lijn in het diagram horizontaal.

- 5 Volgt hieruit dat er vanaf t_1 geen reactie meer plaatsvindt? Licht je antwoord toe.
- 6 Bereken hoeveel mol stikstof op het tijdstip t_1 aanwezig is en schets in het diagram hoe de hoeveelheid stikstof verandert in de loop van de tijd.
- Bij kamertemperatuur ligt het evenwicht vrijwel geheel aan de kant van ammoniak. Dit betekent dat praktisch alle stikstof is omgezet in ammoniak.
Bij hogere temperatuur is in het evenwichtsmengsel minder ammoniak aanwezig. Toch werkt men bij de ammoniakfabricage met temperaturen tussen de 400 °C en 500 °C.
- 7 Verklaar dit werken bij hoge temperatuur.
- Het ammoniakevenwicht stelt zich pas in als er een geschikte katalysator aanwezig is.
- 8 Geef in het diagram aan hoe de afname van de hoeveelheid waterstof zou verlopen als er meer van de katalysator zou worden toegevoegd.

Ammoniakevenwicht 2

We bekijken nogmaals het ammoniakevenwicht.

Nu worden er 3,0 mol stikstof en 8,0 mol waterstof samengevoegd. Men laat het mengsel reageren en na 60 minuten heeft zich het evenwicht ingesteld. Men neemt een monster uit het reactievat en gaat door middel van een titratie bepalen hoeveel ammoniak er aanwezig is.

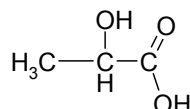
Eén van de aanwezige stoffen lost goed op in water en de andere niet.

- 9 Leg uit welke stof goed in water oplost en waarom de andere niet goed in water oplossen.
- 10 Geef de reactievergelijking van de titratie van ammonia met zoutzuur.
- 11 Welke indicator zou jij bij deze titratie gebruiken en welke kleur heeft deze bij het eindpunt?
10,0 ml van het gasmengsel wordt opgelost in water en voor de titratie is 11,12 mL 0,1080 M zoutzuur nodig.
- 12 Hoeveel mmol ammoniak is in 1 L van het gasmengsel aanwezig?
Uit verdere berekeningen blijkt dat er in het reactievat in totaal 25,5 g ammoniak aanwezig is.
- 13 Bereken hoeveel mol ammoniak dit is.
- 14 Bereken hoeveel mol van de andere gassen aanwezig is.
- 15 Hoe groot is de insteltijd van het evenwicht? Licht je antwoord toe..
- 16 Teken in een diagram de veranderingen van de hoeveelheden stikstof, waterstof en ammoniak.
- 17 Leg uit of de druk in de evenwichtssituatie hoger of lager is dan bij de start van de reactie.
Men maakt het evenwicht aflopend door voortdurend de gevormde hoeveelheid ammoniak te verwijderen.
- 18 Bereken of er, nadat alle gevormde ammoniak verwijderd is, nog gas in het reactievat aanwezig is.

Tandglazuur

Het eten van suikers kan leiden tot aantasting van het gebit. Uit de suikers wordt melkzuur gevormd. Hierdoor ontstaan ionen H^+ die met het tandglazuur reageren waardoor er gaatjes in het gebit ontstaan.

De structuurformule van melkzuur is:



Glucose, $C_6H_{12}O_6$, is één van de suikers die wordt omgezet in melkzuur. Bij deze omzetting wordt uitsluitend melkzuur gevormd.

- 19 Geef de vergelijking (in molecuulformules) van deze omzetting.
- Door de omzetting van suikers in melkzuur kan de concentratie van de ionen H^+ aan het tandoppervlak

vlak 100 maal zo groot worden.

- 20 Hoe verandert dan de pH? Geef, naast de grootte van de verandering, ook aan of de pH stijgt dan wel daalt.

Tandglazuur kan worden weergegeven met de formule $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$.

- 21 Geef de formule(s) van de in tandglazuur voorkomende ionsoort(en) waarmee ionen H^+ kunnen reageren.

Zuur voor een leerling

Een leerling krijgt de opdracht een onbekende, zuivere vloeistof te onderzoeken. Zij destilleert de vloeistof en meet daarbij regelmatig de temperatuur. Uit de temperatuurmetingen tijdens het destilleren concludeert zij dat de onbekende stof inderdaad een zuivere stof is.

- 22 Op grond waarvan kan de leerling uit de temperatuurmetingen deze conclusie trekken?

De leerling lost een beetje van de stof op in water. Met behulp van verschillende indicatoren onderzoekt zij de pH van de oplossing. Met thymolblauw krijgt de oplossing een gele kleur, met methylooranje een rode kleur.

- 23 Tussen welke grenzen ligt de pH van de oplossing?

Vervolgens lost de leerling verschillende hoeveelheden van de stof op. Van elke oplossing meet zij nauwkeurig de pH met behulp van een pH-meter. De resultaten van haar metingen staan in nevenstaande tabel.

Opgeloste hoeveelheid stof in gram L^{-1}	gemeten pH
10	2,00
1,00	2,55
0,100	3,18

- 24 Leg uit dat uit de waarden in de tabel blijkt dat de onbekende stof *geen* sterk zuur is.

Maagzuur

In de maag wordt zuur geproduceerd. Als teveel zuur wordt geproduceerd krijg je daar last van. Men spreekt in dat geval over 'brandend maagzuur'. Er zijn middelen in de handel tegen brandend maagzuur. In een aantal van die middelen zit magnesiumoxide. De werking van deze stof tegen brandend maagzuur kan met een reactievergelijking worden weergegeven.

- 25 Geef deze reactievergelijking.

Er worden ook middelen tegen brandend maagzuur verkocht die als werkzaam bestanddeel natriumwaterstofcarbonaat (NaHCO_3) bevatten. Een nadeel daarvan is dat bij de reactie van deze stof met het zuur in de maag een gas ontstaat waardoor men moet boeren.

- 26 Geef de reactievergelijking van vast natriumwaterstofcarbonaat met het zuur in de maag.

Zuur of basisch?

Men heeft 0,1 M oplossingen van achtereenvolgens kaliumhydroxide, salpeterzuur, kaliumnitraat, azijnzuur (ethaanzuur) en kaliumacetaat (kaliummethanoaat).

- 27 Rangschik de oplossingen naar opklimmende pH.

pH van oplossingen

Een oplossing van natriumacetaat heeft bij kamertemperatuur een pH groter dan 7

- 28 Verklaar dit aan de hand van een reactievergelijking.

Een oplossing van natriumchloraat (NaClO_3) heeft bij kamertemperatuur een pH = 7.

- 29 Leid uit dit gegeven of dat HClO_3 (chloorzuur) een sterk zuur is.

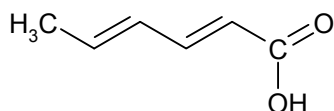
Men heeft twee oplossingen, aangeduid met A en B. Oplossing A bevat per liter 0,100 mol azijnzuur. Deze oplossing heeft een pH = 2,88. Oplossing B bevat per liter 0,100 mol chloorzuur.

- 30 Bereken van oplossing A de concentraties van de deeltjes in de evenwichtstoestand en de pH van oplossing B.

Sorbinezuur

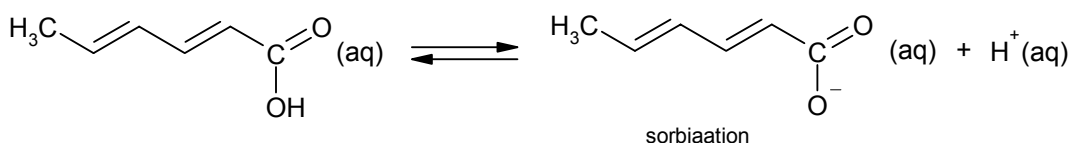
Sorbinezuur is een organisch zuur. Het wordt aan veel voedingsmiddelen toegevoegd om de groei van bacteriën en schimmels te vertragen. Daardoor wordt de houdbaarheid van die voedingsmiddelen vergroot.

In een artikel over sorbinezuur werd de structuurformule als volgt weergegeven:



- 31 Geef de molecuulformule van sorbinezuur.

Sorbinezuur is een zwak zuur; in oplossing heeft zich het volgende evenwicht ingesteld:



Een oplossing die gemaakt is door $1,3 \cdot 10^{-2}$ mol sorbinezuur in 1,0 liter water op te lossen heeft een pH van 3,32.

- 32 Bereken hoeveel procent van het sorbinezuur in deze oplossing is geïoniseerd.

De groeivertragende werking hangt af van de pH van het voedingsmiddel waaraan het sorbinezuur wordt toegevoegd. In voedingsmiddelen die een pH hoger dan 7 hebben, is het niet werkzaam.

- 33 Aan welke deeltjes moet de groeivertragende werking worden toegeschreven, aan de sorbinezuurmoleculen of aan de sorbinaaten? Geef een verklaring voor je antwoord.

Kolenvergassing (examen 2003-2)

In Buggenum bij Roermond heeft het bedrijf Demkolec in 1994 's werelds eerste en ook grootste kolenvergassingsinstallatie voor de productie van elektriciteit in bedrijf genomen. De installatie verbruikt per dag $2,0 \cdot 10^6$ kg steenkool. In een interview met een vaktijdschrift zegt de bedrijfsleider het volgende:

- 1 De elektriciteitsproducenten hadden de behoefte om naast aardgas en kernenergie
- 2 ook steenkool te kunnen blijven stoken. De wereldvoorraad steenkool is groot
- 3 genoeg om er nog meer dan tweehonderd jaar gebruik van te maken. Aardgas zal
- 4 veel eerder schaars en duur worden. Steenkool heeft dan nog steeds een lage en
- 5 stabiele prijs. Nadeel van steenkool is dat je er het hele Periodieke Systeem van
- 6 elementen in aantreft. Bij directe verbranding komen die elementen terecht in de as,
- 7 vliegashouders en rookgassen. Reiniging van deze rookgassen is kostbaar en de
- 8 milieueisen worden steeds strenger. Men zocht dus een andere technologie.
- 9 Door de steenkool eerst te vergassen, rafel je alle verbindingen uit elkaar en scheid
- 10 je de elementen al voor de verbranding. Het ontstane gasmengsel wordt in een
- 11 aantal stappen ontdaan van alle milieubezwarende verontreinigingen. Wat je
- 12 overhoudt is een schoon optimaal brandbaar gasmengsel van koolstofmono-oxide
- 13 en waterstof. Dat verbranden we in de gasturbine nog schoner dan aardgas. Uit de
- 14 schoorsteen komt dus voornamelijk koolstofdioxide en waterdamp en daarnaast een
- 15 geringe hoeveelheid zwaveldioxide.

naar: INSPANNING

- 34 Noem uit de tekst een argument waarom de elektriciteitsproducenten de behoefte hadden om steenkool te blijven stoken en, eveneens uit deze tekst, een argument waarom werd besloten de kolen eerst te vergassen in plaats van direct te verbranden. Noteer je antwoord als volgt:
argument voor gebruik van steenkool: ...
argument voor kolenvergassing: ...

Andere argumenten voor kolenvergassing staan op de website van Demkolec.

- 1 Het bedrijf Demkolec heeft als doel het opwekken van 'schone' elektriciteit door het
- 2 vergassen van steenkool. De kolenvergassing vindt plaats door fijn gepoederd
- 3 steenkool bij hoge temperatuur te laten reageren met zuivere zuurstof. Het eerst
- 4 vergassen van steenkool levert een aantal voordelen op ten opzichte van directe
- 5 verbranding. Zo is het rendement bij vergassing hoger, waardoor minder steenkool
- 6 nodig is per kWh stroom. Daardoor stoot Demkolec ook minder CO₂ uit. Bovendien
- 7 worden bij het vergassen weinig verzurende gassen (SO₂ en NO_x) in de lucht
- 8 gebracht.

naar: www.demkolec.com

- 35** Verklaar met behulp van het botsende-deeltjes-model welke invloed het verpoederen van de steenkool heeft op de reactiesnelheid in de vergasser.

Belangrijke milieuproblemen zijn:

- aantasting van de ozonlaag;
- ontstaan van zure regen;
- versterking van het broeikaseffect.

Twee van deze drie milieuproblemen worden volgens Demkolec door de nieuwe kolenvergasser gunstig beïnvloed.

- 36** Leg uit aan de hand van de tweede tekst welke twee milieuproblemen gunstig beïnvloed worden.

De samenstelling van een bepaalde soort steenkool is in de volgende tabel weergegeven:

element	massapercentage
C	85
H	5,0
N	1,9
S	0,96
O	7,0
overige elementen	< 0,1

Bij de kolenvergassing ontstaat een mengsel van koolstofmono-oxide en waterstof. Dit mengsel wordt ook wel synthesesgas genoemd.

- 37** Bereken hoeveel kg koolstofmono-oxide maximaal ontstaat bij de vergassing van $2,0 \cdot 10^6$ kg steenkool. Maak hierbij gebruik van bovenstaande tabel.

Het synthesesgas bevat nog een aantal verontreinigingen, waaronder ammoniak (NH₃). Om het ammoniakgas te scheiden van synthesesgas wordt het synthesesgas door water geleid. Ammoniak lost in water op en synthesesgas niet

- 38** Geef de naam van de gebruikte scheidingsmethode.

In een oplossing van ammoniak in water, reageert het ammoniak met water. Hierdoor ontstaat een basische oplossing.

- 39** Geef de vergelijking van de reactie van ammoniak met water.

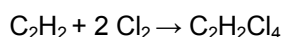
Het gezuiverde synthesesgas bevat koolstofmono-oxide en waterstof in de molverhouding 2 : 1. In de gasturbine wordt dit mengsel verbrand.

- 40** Geef de verbranding van synthesesgas in de gasturbine in één reactievergelijking weer.

Tri (examen 2006-1)

Tri is de verkorte naam van trichlooretheen (C₂HCl₃). Tri is een verbinding die veel wordt gebruikt bij het chemisch reinigen in een zogenoemde stomerij. Tri kan op verschillende manieren worden geproduceerd. Bij één daarvan maakt men gebruik van twee reactoren.

In de eerste reactor laat men ethyn (C₂H₂) reageren met chloor. Daarbij treedt de volgende reactie op:



(reactie 1)

- 41 Leg uit of ethyn een verzadigde of een onverzadigde verbinding is.

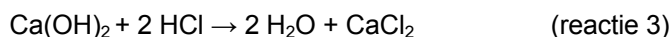
Er bestaan verschillende isomeren met de molecuulformule $C_2H_2Cl_4$.

- 42 Geef de structuurformules van de isomeren met de molecuulformule $C_2H_2Cl_4$.

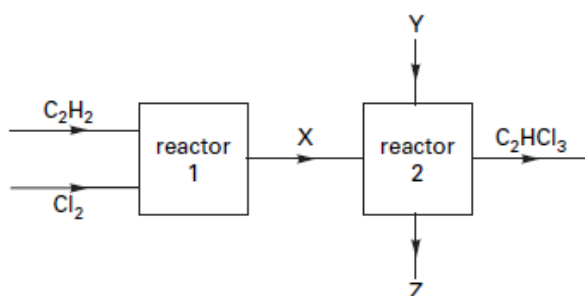
Onder normale omstandigheden is de reactiesnelheid tussen ethyn en chloor zo hoog, dat een explosie ontstaat. Om dit te voorkomen, heeft men de omstandigheden in de reactor aangepast.

- 43 Noem een aanpassing in de omstandigheden in de reactor die helpt om een explosieve reactie te voorkomen. Leg aan de hand van het botsende-deeltjes-model uit waarom deze aanpassing geschikt is.

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 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ treden in de tweede reactor achtereenvolgens twee reacties op:



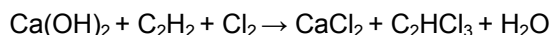
De hierboven beschreven bereiding van tri kan schematisch als volgt worden weergegeven:



In dit blokschema ontbreken de formules van een aantal stoffen die wel in de beschrijving zijn genoemd.

- 44 Geef de formules van de stoffen die bij de letters X, Y en Z moeten worden vermeld. Het is mogelijk dat er bij een letter meer dan één formule moet worden vermeld. Noteer je antwoord als volgt:
bij X: ...
bij Y: ...
bij Z: ...

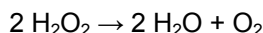
Het totale productieproces van tri kan in één reactievergelijking worden weergegeven. Hieronder zijn alle formules in de vergelijking gegeven, maar de coëfficiënten zijn weggelaten:



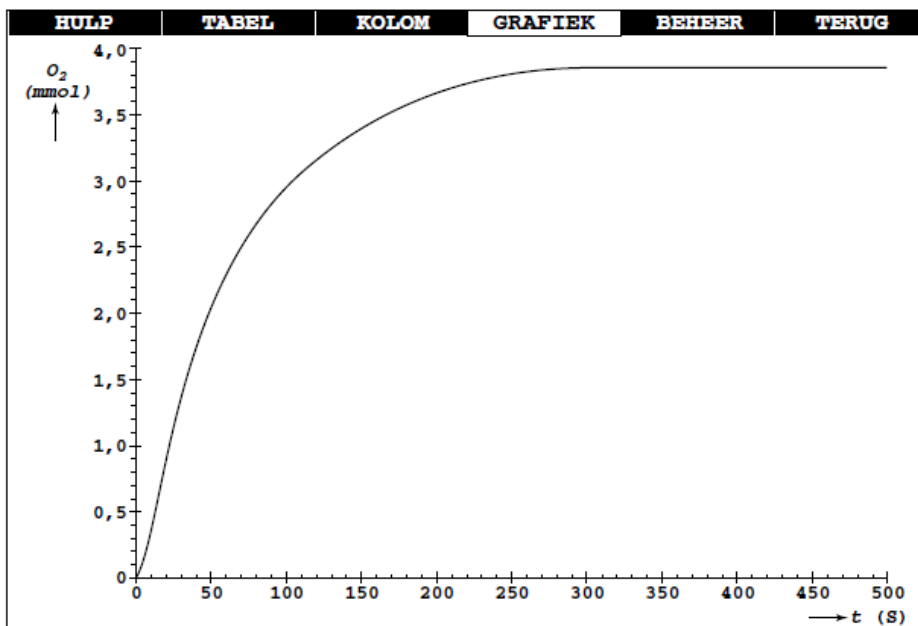
- 45 Geef de reactievergelijking van het totale productieproces van tri. Neem daartoe de bovenstaande vergelijking over en vul daarin de juiste coëfficiënten in.
- 46 Bereken hoeveel kg calciumhydroxide minimaal nodig is voor de productie van 1,0 kg tri volgens dit productieproces.

Waterstofperoxide (examen 2001-1)

De concentratie van waterstofperoxide (H_2O_2) in een oplossing van waterstofperoxide wordt langzaam lager. Dit wordt veroorzaakt door het optreden van de volgende ontledingsreactie:



Joske krijgt de opdracht om de ontleding van waterstofperoxide te onderzoeken. Zij doet een hoeveelheid van een waterstofperoxide-oplossing in een erlenmeyer die verbonden is met een gasmeetspuit. Vervolgens voegt ze een katalysator toe om de ontleding te versnellen. Met behulp van een computerprogramma wordt op het beeldscherm weergegeven hoeveel mmol zuurstof tijdens de ontleding is gevormd. Na afloop van de ontleding heeft Joske op het beeldscherm een diagram dat het verband aangeeft tussen de tijd (horizontaal) en de hoeveelheid zuurstof die ontstaan is (verticaal).



- 47 Geef aan hoe uit het diagram blijkt dat de reactiesnelheid tussen $t = 50$ s en $t = 100$ s groter is dan tussen $t = 100$ s en $t = 150$ s.

In het diagram is af te lezen dat na een bepaald tijdstip de hoeveelheid zuurstof niet meer toeneemt. Op dit tijdstip is alle waterstofperoxide ontleed.

- 48 Bereken het aantal gram waterstofperoxide dat in de onderzochte oplossing aanwezig was.