

Oefenopgaven

ENERGIE en REACTIESNELHEID

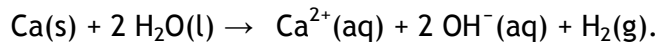
havo

Verwijzingen naar tabellen betreft BINAS 7^e druk.

De naamgeving van zouten is overeenkomstig tabel 66G van BINAS.

OPGAVE 1

Wanneer calcium in water wordt gebracht treedt de onderstaande reactie op:



Een leerlinge vermoedt dat deze reactie exotherm is.

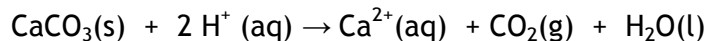
- 01 Beschrijf met welke waarneming het vermoeden van deze leerlinge bevestigd wordt.

Het ontstane waterstofgas kan opgevangen worden. Bij zeer lage temperatuur wordt waterstof vloeibaar.

- 02 Leg uit of de faseovergang van gas naar vloeistof een exotherm of endotherm proces is.

OPGAVE 2

Ketelsteen (calciumcarbonaat) kan verwijderd worden door het te overgieten met een overmaat zuur. De vergelijking van de reactie die daarbij optreedt luidt:



De reactie wordt eerst uitgevoerd met azijn. Dit is een oplossing van azijnzuur (CH_3COOH) in water. Een leerling krijgt de opdracht van deze reactie te laten zien dat de snelheid gedurende de reactie afneemt. In een diagram moet dit duidelijk gemaakt worden.

- 03 Beschrijf de handelingen die de leerling moet verrichten om zo'n diagram te kunnen maken.
04 Leg uit hoe uit het diagram volgt dat de snelheid gedurende de reactie afneemt.

Het experiment wordt herhaald met dezelfde hoeveelheid calciumcarbonaat, maar nu met zoutzuur in plaats van azijn. Zoutzuur is een oplossing van HCl in water. Zoutzuur en de azijn hebben dezelfde molariteit. Calciumcarbonaat reageert sneller met zoutzuur dan met azijn.

- 05 Leg uit dat het voor het eerlijk vergelijken van beide proeven niet uitmaakt of de gebruikte volumes van de zuren gelijk zijn.
06 Leg uit hoe het diagram dat van de proef met zoutzuur is gemaakt verschilt met het diagram dat van de proef met azijn is gemaakt.

OPGAVE 3

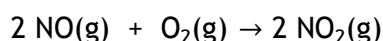
Waterstofperoxide ontleedt onder invloed van licht: $2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$.

De ontleding verloopt veel sneller wanneer je wat bruinsteen (MnO_2) toevoegt.

- 07 Welke functie heeft het bruinsteen hier?
08 Hoe kun je deze functie van het bruinsteen controleren?
09 Leg uit of het voor de reactiesnelheid uitmaakt of je het bruinsteen wel of niet fijn verdeeld toevoegt. Maak bij de uitleg gebruik van het botsende-deeltjesmodel.

OPGAVE 4

In een afgesloten vat van 10,0 liter brengt men 7,00 mol stikstofmonoxide en 5,00 mol zuurstof. De temperatuur wordt constant gehouden. Het volgende evenwicht stelt zich in:



Op tijdstip t_1 blijkt er 4,50 mol stikstofdioxide aanwezig te zijn.

- 10 Uit hoeveel mol stikstofmonoxide en zuurstof is 4,50 mol stikstofdioxide ontstaan?
11 Bereken de concentratie in mol per liter van de drie aanwezige stoffen op tijdstip t_1 .
12 Bereken voor de reactie naar rechts de energieverandering met behulp van tabel 57 van BINAS in joule per mol NO.

OPGAVE 5

In een geïsoleerde opstelling wordt een bepaalde hoeveelheid aceton (C_3H_6O) verbrand. De verbrandingswarmte van aceton bedraagt $-18,2 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

- 13 Geef de vergelijking voor de volledige verbranding van aceton.

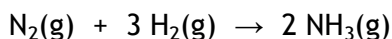
Met de vrijgekomen warmte wordt 200 gram water verwarmd. De temperatuurstijging bedraagt 23,4 graden.

- 14 Bereken hoeveel warmte, uitgedrukt in J, door het water is opgenomen. Neem hierbij aan dat er 4,18 J nodig is om één gram water één graad in temperatuur te laten stijgen.
- 15 Bereken hoeveel gram aceton er verbrand is. Neem aan dat er geen warmteverlies is opgetreden.
- 16 Bereken de vormingswarmte van aceton in J per mol uit de gegeven verbrandingswarmte en uit gegevens van tabel 57.

OPGAVE 6

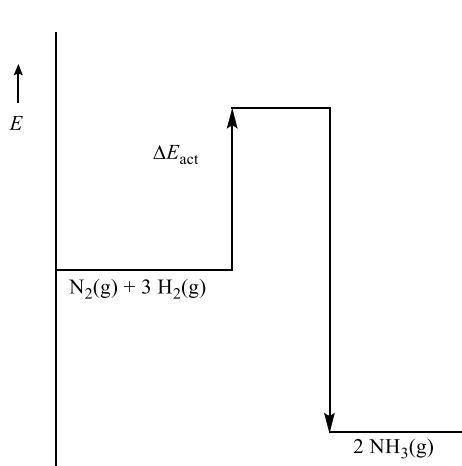
Ammoniak wordt onder andere gebruikt bij de bereiding van ammonia en van kunstmest.

In een afgesloten vat wordt ammoniak gevormd uit stikstof en waterstof:

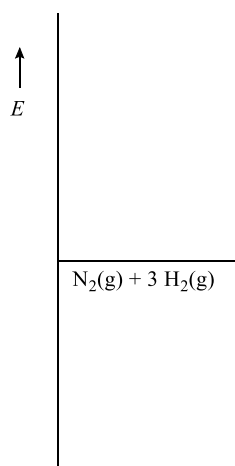


- 17 Leg uit dat verkleining van het volume van het reactievat er voor zorgt dat er sneller ammoniak gevormd wordt. Gebruik in je uitleg het botsende-deeltjesmodel.

Hieronder is in figuur 1 een energiediagram getekend voor de vorming van ammoniak.



Figuur 1.



Figuur 2.

- 18 Leg aan de hand van dit energiediagram uit of de vorming van ammoniak een exotherm of een endotherm proces is.

In figuur 2 staat een gedeeltelijk getekend energiediagram. Dit energiediagram hoort bij de vorming van ammoniak uit stikstof en waterstof *waarbij gebruik wordt gemaakt van een katalysator*.

- 19 Neem figuur 2 over en maak het energiediagram compleet.

Oefenopgaven havo

ENERGIE en REACTIESNELHEID

UITWERKINGEN

Verwijzingen naar tabellen betreft BINAS 7^e druk.

OPGAVE 1

- 01** De reactie is exotherm, dus wordt er warmte aan de omgeving afgestaan. De leerlinge kan dit waarnemen door de temperatuur van het water te meten. De temperatuur zal stijgen.
- 02** Om af te koelen moet er warmte aan de omgeving worden afgestaan. Het proces is dus exotherm.

OPGAVE 2

- 03** *Eerste manier*
De leerling kan het CO₂(g) opvangen (in een gasmeetspuit of omgekeerde maatcilinder gevuld met water) en om de zoveel seconden meten hoeveel mL gas er ontstaan is.
- Tweede manier*
De leerling plaatst de opstelling op een weegschaal en meet om de zoveel seconden de massa van het geheel. De massa zal afnemen omdat het ontstane CO₂(g) niet meer meegewogen wordt.
- 04** *Eerste manier*
De grafiek stijgt eerst snel, maar daarna steeds langzamer. Per tijdseenheid wordt dus steeds minder CO₂(g) gevormd wat duidt op een afnemende reactiesnelheid.
- Tweede manier*
De grafiek daalt eerst vrij snel, maar daarna steeds langzamer. Per tijdseenheid verdwijnt dus steeds minder CO₂(g) uit de opstelling wat duidt op een afnemende reactiesnelheid.
- 05** Het gaat bij dit experiment om reactiesnelheid. Deze wordt onder andere bepaald door de concentratie van het zuur en niet door de hoeveelheid zuur. Die hoeveelheid is overigens bij beide proeven een overmaat.
- 06** Bij de eerste manier zie je dat de grafiek van de proef met zoutzuur sneller stijgt en ook eerder horizontaal loopt (een aanwijzing dat dan de reactie afgelopen is). Bij de tweede manier zie je dat de grafiek van de proef met zoutzuur sneller daalt en ook eerder horizontaal loopt.
- Opmerking: Dat de reactie met zoutzuur sneller verloopt dan met azijnzuur heeft te maken met het feit dat zoutzuur en sterk zuur is en azijnzuur een zwak zuur. Een sterk zuur is volledig gesplitst in ionen waardoor de concentratie H⁺ groter is.*

OPGAVE 3

- 07** Bruinsteen is hier de katalysator.
- 08** Een katalysator wordt niet verbruikt. Als de reactie afgelopen is en je voegt nog wat waterstofperoxide toe, dan verloopt de reactie weer even snel als in het begin.
- 09** Bij fijn verdeeld bruinsteen heb je een groter oppervlak. Er kunnen dan meer deeltjes tegelijkertijd botsen. De reactie zal dan nog sneller verlopen.

OPGAVE 4

- 10** Volgens de molverhouding ontstaat 4,50 mol NO₂(g) uit 4,50 mol NO(g) en $\frac{1}{2} \times 4,50 = 2,25$ mol O₂(g).
- 11** Van NO(g) blijft over: $7,00 - 4,50 = 2,50$ mol in 10,0 L \rightarrow [NO] = 0,250 M.
Van O₂(g) blijft over: $5,00 - 2,25 = 2,75$ mol in 10,0 L \rightarrow [O₂] = 0,275 M.
Van NO₂(g) ontstaat 4,50 mol in 10,0 L \rightarrow [NO₂] = 0,450 M.
- 12** $\Delta E = E_{\text{product(en)}} - E_{\text{beginstof(fen)}} = (0,332 - 0,913) \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1} = -0,581 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

OPGAVE 5

- 13 $2 \text{ C}_3\text{H}_8\text{O} + 9 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 8 \text{ H}_2\text{O}$
- 14 $Q = 200 \text{ g} \times 23,4 \text{ K} \times 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} = 1,96 \cdot 10^4 \text{ J}$.
- 15 Aantal mol aceton: $\frac{1,96 \cdot 10^4 \text{ J}}{18,2 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}} = 0,0107 \text{ mol}$.

Molaire massa $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$: $58,079 \text{ g mol}^{-1}$

Aantal g aceton: $0,0107 \text{ mol} \times 58,079 = 0,624 \text{ gram}$

- 16 $2 \text{ C}_3\text{H}_8\text{O} + 9 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 8 \text{ H}_2\text{O}$ mag je voor energieberekeningen omschrijven naar:
 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O} + 4\frac{1}{2} \text{ O}_2 \rightarrow 3 \text{ CO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$, zodat er een coëfficiënt 1 staat voor $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.
- $\Delta E_{\text{verbranding}} = E_{\text{product(en)}} - E_{\text{beginstof(fen)}} =$
 $(3 \times -3,935 + 4 \times -2,86) - (\Delta E_{\text{vorming}}) \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1} = -18,2 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.
- $\Delta E_{\text{vorming}} = -5,05 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

Opmerking: Als je de reactievergelijking zonder breuk gebruikt, moet je na afloop het antwoord door 2 delen. Er staat immers een 2 voor $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ en het antwoord moet worden gegeven in J per één mol.

OPGAVE 6

- 17 Verkleining van volume betekent een vergroting van de concentratie. Hierdoor meer effectieve botsingen, dus een snellere reactie.
- 18 Het eindniveau ligt lager dan het beginniveau. Dus exotherm.
- 19 Eindniveau op zelfde hoogte als linker diagram, want de producten zijn hetzelfde.
In figuur 2 een kleinere ΔE_{act} getekend, want het kenmerk van een katalysator is dat het de activeringsenergie verlaagt.

Vragen of opmerkingen over de opgaven / uitwerkingen via [mjwbeck\(at\)hotmail.com](mailto:mjwbeck@hotmail.com).