

## Oefentoets scheikunde VWO 4 H1 t/m 6

De filmpjes over de stof die in de toets terug komt:

[evenwichtsvoorwaarde: hoe stel je die op bij scheikunde?  \$K =\$  concentratiebreuk \(youtube.com\)](#)

[oplosbaarheidsproduct - YouTube](#)

[verdelingsconstante, rekenen aan een verdelingsevenwicht - YouTube](#)

[Evenwichten verstoren/verschuiven bij scheikunde, welke reactie is in het voordeel?](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=Q6Rbrp4axuU>

[waterstofbruggen \(youtube.com\)](#)

[BOE schema, hoe gebruik je een omzettingstabel bij scheikunde? - YouTube](#)

[esters scheikunde \(youtube.com\)](#)

[https://www.youtube.com/watch?v=rw2l\\_Wu0hHI](https://www.youtube.com/watch?v=rw2l_Wu0hHI)

<https://www.youtube.com/watch?v=fIH5PJ94DV8> ( de eerste 5 minuten)

<https://www.youtube.com/watch?v=Ukpt9p67WyU>

<https://www.youtube.com/watch?v=6FtTibMxCSY>

[30 dagen challenge scheikunde rekenen vwo - YouTube](#)

[Chemisch evenwicht, wat moet je hiervan weten op het vwo scheikunde examen 2024?](#)

[\(youtube.com\)](#)

Vragen op niveau, zodat je kunt zien hoe iets gevraagd kan worden:

<https://youtu.be/-ndcJRWsjnE?si=6adgO8CjH7Z9nWgd&t=216> (vraag 2)

<https://youtu.be/UBgI8be9cGY?t=98> (vraag 2 t/m 6)

<https://youtu.be/OT-H588Ozl4?t=15>

[https://youtu.be/rINc\\_1cYRns?t=878](https://youtu.be/rINc_1cYRns?t=878) (vraag 10+11)

<https://youtu.be/ySgDaqZpU1E?t=222>

<https://www.youtube.com/watch?v=i76EXVaFJgo> (behalve vraag 26)

<https://youtu.be/eUGEq6LBQmM?t=240>

Ga bij alle opgaven uit van  $T=298\text{ K}$  en  $p=p_0$ .

### Opgave 1

In een open vat wordt marmer (calciumcarbonaat) verhit tot  $800\text{ K}$ .

Er ontstaat onder andere koolstofdioxide; de hoeveelheid hiervan kan bepaald worden uit de afname van de massa van het residu in het reactievat. Aan het begin ( $t=0$ ) was er  $100\text{ gram CaCO}_3$ .

In onderstaande tabel is de hoeveelheid  $\text{CaCO}_3$  na een aantal minuten aangegeven.

tijd (min)	$\text{CaCO}_3$ (g)
0,5	70
1,0	50
2,0	20
3,0	10

- Bereken hoeveel liter  $\text{CO}_2$  gas na 1 minuut is ontstaan. Het molair volume bij  $800\text{ K}$  en de heersende druk is  $65\text{ dm}^3\text{ mol}^{-1}$ .
- Teken in een diagram het verloop van de reactie. Zet op de y-as de hoeveelheid  $\text{CaCO}_3$  (maximaal  $1,0\text{ mol}$ ) uit en op de x-as de tijd (maximaal  $5,0$  minuten).
- Bepaal uit het diagram zo nauwkeurig mogelijk de reactiesnelheid op  $t = 1$  minuut. Geef een eenheid voor de reactiesnelheid; je mag deze zelf kiezen.
- Bepaal uit de tabel in welke molverhouding  $\text{CaCO}_3$  en  $\text{CaO}$  in het residu voorkomen na 2 minuten.

Dezelfde proef wordt nog eens uitgevoerd. Alle omstandigheden zijn dezelfde, alleen is het vat nu gesloten. Er stelt zich een evenwicht in:



- e Waaron kan zich alleen in een gesloten vat een evenwicht instellen?
- f Leg uit van welk soort dynamisch evenwicht hier sprake is.
- g Zal het evenwicht zich langzamer, sneller of even snel instellen als het gebruikte calciumcarbonaat eerst wordt fijngestampt? Licht het antwoord toe met behulp van het botsende deeltjes model.

### Opgave 2

In lucht wordt bij kamertemperatuur 1,0 liter benzeen,  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$ , volledig verbrand. Lucht bevat 21 volume-% zuurstof.

- a Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van benzeen.
- b Bereken hoeveel dm<sup>3</sup> lucht er nodig is voor de genoemde verbranding.
- c Bereken het volumepercentage koolstofdioxide in de verbrandingsgassen ( $T > 373\text{K}$ ).

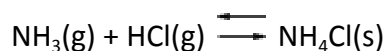
### Opgave 3

In een vat van 10,0 liter doet Sjaak 2,0 mol CO (g) en 3,0 mol H<sub>2</sub>O (g). De temperatuur in het vat is 750 K. CO en H<sub>2</sub>O reageren in een evenwichtsreactie tot koolstofdioxide en waterstofgas. Na 3 seconden is er 1,4 mol CO<sub>2</sub> gevormd. Gegevens over dit evenwicht kun je vinden in tabel 51 van binas.

- a. Geef de evenwichtsvoorwaarde voor deze reactie.
- b. Bereken de concentraties van de verschillende stoffen na 3 seconden.
- c. Leg uit of het evenwicht zich na 3 seconden al heeft ingesteld.

### Opgave 4

Salmiak zit in veel soorten drop. In het scheikundeboek voor de derde klas staat een demonstratieproef voor het maken van salmiak (NH<sub>4</sub>Cl). Deze reactie vindt plaats in een afgesloten cilinder met een volume van 3,0 liter. In werkelijkheid is dit een evenwichtsreactie die je met de volgende vergelijking weer kunt geven:



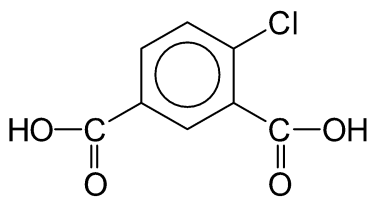
- a. Geef de evenwichtsvoorwaarde voor deze reactie.
- b. Twee leraren willen dezelfde demonstratieproef uitvoeren in twee derde klassen. Hierdoor moet één van de docenten de proef uitvoeren in een kleinere cilinder, die een volume heeft van 2,0 liter. Hij gebruikt evenveel HCl en NH<sub>3</sub> als de docent met de grote cilinder.  
Leg uit of deze docent met de kleine cilinder meer of minder salmiak heeft aan het eind van de proef. Neem aan dat het in beide klaslokalen even warm is.
- c. Uit onderzoek blijkt dat voor deze reactie bij 298 K geldt:  $K = 1,4 \cdot 10^{16}$ , Bij 1000 K geldt:  $K = 2,4 \cdot 10^{-6}$ . Leg uit of de vorming van salmiak uit waterstofchloridegas en ammoniak endotherm of exotherm is.
- d. Bereken hoeveel J nodig is of vrijkomt bij het vormen van 10 gram ammoniumchloride volgens deze reactie.

### Opgave 5

Sjakie en Jacqueline hebben een heftige discussie. Sjakie vindt dat bariumcarbonaat slechter oplosbaar is dan bariumsulfaat. Jacqueline denkt dat bariumsulfaat slechter oplosbaar is. Om hun discussie te beëindigen besluiten ze een experiment te doen. Ze nemen allebei 1,00 liter water. Sjakie voegt telkens porties van 1,0 mg bariumcarbonaat toe en roert vervolgens goed. Jacqueline voegt telkens porties van 1,0 mg bariumsulfaat toe en roert tussendoor ook goed. Bereken wie het minste porties toe moet voegen om een neerslag te krijgen. Gebruik binas tabel 46. Het oplosbaarheidsproduct ( $K_s$ ) is de evenwichtsconstante van een vast zout dat in evenwicht is met een verzadigde oplossing van dat zout.

### Opgave 6

a geef de naam van de stof met de volgende structuurformule:



Deze stof kan via een evenwichtsreactie reageren met ethaan-1,2-diol. Er wordt een oplosmiddel gebruikt waarin alle beginstoffen en reactieproducten kunnen oplossen. We gaan er vanuit dat 1 mol van de getekende stof reageert met 2 mol ethaan-1,2-diol. Hierbij ontstaan water en  $C_{12}H_{13}O_6Cl$ .

b Geef de vergelijking van deze reactie in molecuulformules.

c Leg uit of het rendement van deze reactie hoger of lager wordt als je meer oplosmiddel toevoegt.

Het rendement blijkt hoger te worden als je het mengsel verwarmt.

d Leg uit of de vorming van het reactieproduct endotherm of exotherm is.

Uit 2,0 gram van de getekende stof en 4,0 mL ethaan-1,2-diol (dichtheid is  $1,03 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ) blijkt 1,5 gram reactieproduct te ontstaan.

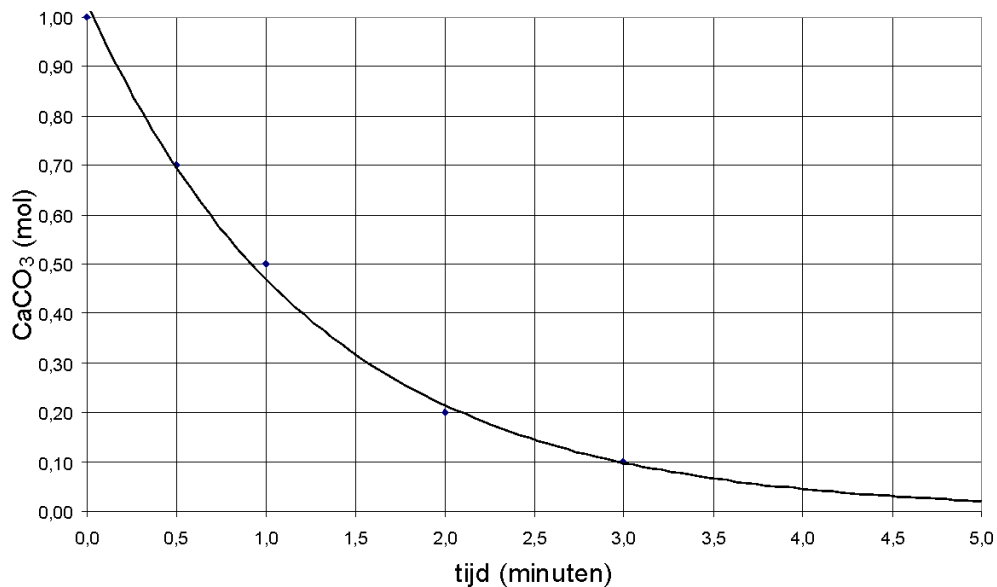
e Bereken het rendement van deze reactie. Het rendement is hoeveel % van de in theorie mogelijk gevormde reactieproducten in werkelijkheid ontstaat.

## Antwoorden

### Opgave 1

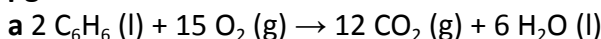
- a Na 1 minuut is er nog 50 gram  $\text{CaCO}_3$  over, dat is 0,50 mol (50,0 gram/100,1 gram/mol); er is dan dus 0,50 mol  $\text{CO}_2$  ontstaan en dat komt overeen met  $0,50 \text{ mol} \times 65 \text{ L/mol} = \mathbf{33 \text{ L}}$ .

B



- c Een raaklijn aan de kromme op  $t = 1$  minuut snijdt de x-as bij 0,83 mol en de y-as bij 2,3 minuten. De snelheid is dus  $0,83 \text{ mol} / 2,3 \text{ min} = \mathbf{0,36 \text{ mol min}^{-1}}$ .
- d Na 2 minuten is er nog 0,20 mol  $\text{CaCO}_3$  over; er is dan dus 0,80 mol  $\text{CaO}$  ontstaan. De molverhouding  $\text{CaCO}_3 : \text{CaO}$  is dan  $0,20 : 0,80 = \mathbf{1 : 4}$ .
- e In een gesloten vat blijft het  $\text{CO}_2$  aanwezig en is de terugreactie mogelijk; in een open vat verdwijnt het  $\text{CO}_2$  is geen terugreactie mogelijk.
- f Hier is sprake van een (dynamisch) heterogeen evenwicht. Er zijn vaste stoffen en een gas, de stoffen die meedoen aan de reactie zijn dus meerdere fasen.
- g Als het calciumcarbonaat is fijngestampt, is het reagerende oppervlak groter; de snelheid waarmee  $\text{CaCO}_3$  ontleedt, is dan groter. Daardoor neemt de  $\text{CO}_2$ -concentratie sneller toe, zodat ook de terugreactie sneller gaat. Dus het evenwicht stelt zich **sneller** in.

### Opgave 2



- b benzeen heeft een dichtheid van  $0,88 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 = 0,88 \text{ kg/dm}^3$ .

1,0 liter benzeen heeft dus een massa van  $0,88 \text{ kg} = 8,8 \cdot 10^2 \text{ g}$ .

benzeen heeft een molaire massa van  $6 \times 12,01 + 6 \times 1,008 = 78,11 \text{ g/mol}$ .

$8,8 \cdot 10^2 \text{ g}$  komt overeen met  $8,8 \cdot 10^2 : 78,11 = 11,3 \text{ mol}$ .

11 mol benzeen reageert met  $11,3 \times 7,5 = 84,5 \text{ mol O}_2$ .

$84,5 \text{ mol O}_2$  heeft een volume van  $84,5 \times 24,5 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ dm}^3$ .

Er is dus  $2,1 \cdot 10^3 : 0,21 = 9,9 \cdot 10^3 \text{ dm}^3$  lucht.

- c De verhouding  $\text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O}$  die ontstaat is 12:6 of 2:1. Het volumepercentage  $\text{CO}_2$  is dus 67 %.

### Opgave 3

a. De reactievergelijking is:  $\text{CO (g)} + \text{H}_2\text{O (g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$

Hieruit volgt de evenwichtsvoorwaarde:  $K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$

b. Er wordt 1,4 mol  $\text{CO}_2$  gevormd en dus ook 1,4 mol  $\text{H}_2$ . Er is nog  $2,0 - 1,4 = 0,6$  mol CO over en nog  $3,0 - 1,4 = 1,6$  mol  $\text{H}_2\text{O}$  over. Alle stoffen zit in een vat van  $10,0 \text{ dm}^3$  dus zijn de concentraties:  $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 0,14 \text{ M}$ .  $[\text{CO}] = 0,06 \text{ M}$  en  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,16 \text{ M}$ .

c.  $K = (0,14 \times 0,14) / (0,06 \times 0,16) = 2,0$ . In tabel 51 vind je voor 750 K:  $K = 4,5$ . Het evenwicht heeft zich na 3 seconden dus nog niet ingesteld.

### Opgave 4

a.  $K = 1 / ([\text{NH}_3] \times [\text{HCl}])$

b. Bedenk dat in de evenwichtsvoorwaarde concentraties staan. De waarde van K is alleen afhankelijk van de temperatuur. In beide gevallen zullen de concentraties  $\text{NH}_3$  en HCl even groot zijn als het evenwicht zich heeft ingesteld.

In de grote cilinder geldt  $[\text{NH}_3] = \text{aantal mol NH}_3 / 3,0$ .

In de kleine cilinder geldt  $[\text{NH}_3] = \text{aantal mol NH}_3 / 2,0$ .

In beide gevallen is  $[\text{NH}_3]$  uiteindelijk gelijk. In de grote cilinder is er dus meer mol  $\text{NH}_3$  (en dus ook meer mol HCl) en dus minder salmiak.

c. K wordt kleiner als de temperatuur groter wordt. Dat betekent dat  $[\text{NH}_3]$  en  $[\text{HCl}]$  groter worden als de temperatuur hoger wordt. Als de temperatuur hoger wordt is de endotherme reactie in het voordeel. De reactie naar links is dus endotherm. De reactie naar rechts, dit is de vorming van salmiak, is dus exotherm.

	Vormingswarmte	in deze reactie
$\text{NH}_3$	$-0,459 \times 10^5 \text{ J/mol}$	$+ 0,459 \times 10^5 \text{ J}$
HCl	$-0,923 \times 10^5 \text{ J/mol}$	$+ 0,923 \times 10^5 \text{ J}$
$\text{NH}_4\text{Cl}$	$-3,14 \times 10^5 \text{ J/mol}$	$-3,14 \times 10^5 \text{ J}$

Totaal:  $-1,758 \times 10^5 \text{ J/mol}$  ammoniumchloride

10 gram / 53,491 = 0,187 mol ammoniumchloride

$0,187 \text{ mol} \times 1,785 \times 10^5 \text{ J/mol} = 0,33 \times 10^5 \text{ J}$  ( $3,3 \times 10^4 \text{ J}$ ) komt vrij

### Opgave 5

In binas tabel 98 kun je vinden: voor  $\text{BaCO}_3$   $M_w = 197,34 \text{ gmol}^{-1}$   $K_s = 2,6 \cdot 10^{-9}$

voor  $\text{BaSO}_4$   $M_w = 233,39 \text{ gmol}^{-1}$   $K_s = 1,1 \cdot 10^{-10}$

Als je x mg  $\text{BaCO}_3$  oplost in 1,00 liter water geldt:

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = x \cdot 10^{-3} / 197,34$$

Als de oplossing verzadigd is geldt  $[\text{Ba}^{2+}] \times [\text{CO}_3^{2-}] = 2,6 \cdot 10^{-9}$

Hieruit volgt:  $(x \cdot 10^{-3} / 197,34)^2 = 2,6 \cdot 10^{-9}$

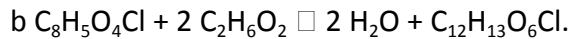
Daaruit bereken je:  $x = 10 \text{ mg}$ .

Zodra Sjakie meer dan 10 mg  $\text{BaCO}_3$  heeft toegevoegd ontstaat er een neerslag.

Op vergelijkbare manier bereken je dat Jacqueline een neerslag krijgt als ze meer dan 2,4 mg toevoegt. Jacqueline hoeft dus het minst toe te voegen.

### Opgave 6

a 4-chloorbenzeen-1,3-dicarbonzuur



c de concentraties van de stoffen wordt dan lager, de teller wordt hierdoor meer kleiner dan de noemer van de concentratiebreuk, hierdoor is de reactie naar links tijdelijk in het voordeel en wordt het rendement dus lager. Je kunt ook zeggen: bij verdunnen verschuift het evenwicht naar de kant van de meeste deeltjes.

d bij hogere temperatuur is de endotherm reactie in het voordeel. Bij hogere temperatuur wordt er meer reactieproduct gevormd, dus is de reactie naar rechts, het vormen van het reactieproduct, endotherm.

e de molaire massa van 4-chloor-benzeen-1,3-dicarbonzuur is  $35,45 + 8 \times 12,01 + 4 \times 16,00 + 5 \times 1,008 = 200,6$  gram per mol

er is dus  $2,0 / 200,6 = 0,00997$  mol 4-chloorbenzeen-1,3-dicarbonzuur

er is  $4,0 \text{ mL} \times 1,03 \text{ g/mL} = 4,12$  gram ethaan-1,2-diol

de molaire massa van ethaan-1,2-diol is  $2 \times 12,01 + 6 \times 1,008 + 2 \times 16,00 = 62,07$  gram per mol

er is  $4,12 / 62,07 = 0,0664$  mol 1,2-ethaandiol, dat kan reageren met  $0,0664 / 2 = 0,0332$  mol 4-chloor-benzeen-1,3-dicarbonzuur en is dus in overmaat.

Er ontstaat maximaal 0,0997 mol van het reactieproduct, dat heeft een molaire massa van  $12 \times 12,01 + 35,45 + 6 \times 16,00 + 11 \times 1,008 = 286,7$  gram/mol

De theoretische opbrengst is dus  $0,00997 \text{ mol} \times 286,7 \text{ gram/mol} = 2,86$  gram

Het rendement is  $1,5 / 2,86 \times 100 \% = 52 \%$ .