

Rekenen aan evenwichten

Leerdoelen

- Je kunt met meetgegevens van een evenwicht de evenwichtsconstante berekenen.
- Je kunt met meetgegevens en een (in binas) gegeven evenwichtsconstante berekenen of een evenwicht zich heeft ingesteld.
- Bij het rekenen met zwakke zuren of basen rekenen aan evenwichten gebruiken (zie ook bij rekenen aan zwakke zuren en basen).

In binas tabel 51/ScienceData 9.1h staan de evenwichtsconstanten van veel evenwichten bij verschillende temperaturen. Als de concentratiebreuk gelijk is aan de evenwichtsconstante, is het evenwicht ingesteld.

[Uitlegfilmpje](#)



[uitlegfilmpje BOE-tabel](#)

[Voorbeeldexamenopgave](#)



[nog een examenopgave](#)



Voorbeeld

In een vat van 30 L doet Sjakie 10 L zuurstof en 20 L stikstofmonoxide ($T=298\text{ K}$ en $p=p_0$). Na 10 minuten is er 1,0 L stikstofdioxide ontstaan. Leg met een berekening uit of het evenwicht dan al is ingesteld.

Er is op $t = 0$:

$10/24,5 = 0,408\text{ mol O}_2$ en $20/24,5 = 0,816\text{ mol NO}$.

Op het eind (na 10 minuten hier) is er $1,0/24,5=0,041\text{ mol NO}_2$.

	2 NO	+	O ₂	↔	2 NO ₂
begin (mol)	0,816		0,408		0
omgezet (mol)					
eind (mol)					0,041

Nu kun je de tabel verder invullen:

	2 NO	+ O ₂	↔	2 NO ₂
begin (mol)	0,816	0,408		0
omgezet (mol)	-0,041	-0,0204		+0,041
eind (mol)	0,775	0,388		0,041
concentratie (mol/L)	0,0775	0,0388		0,0041

De getallen uit de onderste regel vul je in de concentratiebreuk in:

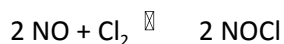
$$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]} = \frac{0,0041^2}{0,0775^2 \times 0,0388} = 0,072$$

$$[\text{NO}]^2[\text{O}_2] = 0,0775^2 \times 0,0388$$

Dit is niet gelijk aan de evenwichtsconstante K bij T=298 K van $1,6 \cdot 10^{12}$ (binas tabel 51/ScienceData 9.1h), dus heeft het evenwicht zich nog niet ingesteld.

Opgave 1

Stikstofmonoxide en chloor kunnen met elkaar reageren onder vorming van nitrosylchloride, NOCl. Het volgende evenwicht stelt zich in:



De reactie naar rechts is exotherm.

Men heeft 0,200 mol NO en 0,100 mol Cl₂ samengevoegd in een afgesloten ruimte van 1,0 dm³. Toen het evenwicht zich had ingesteld, bleek 85% van het Cl₂ te zijn omgezet. De temperatuur was 500 K. Bij deze temperatuur zijn alle bij het evenwicht betrokken stoffen gasvormig.

- a. Bereken de waarde van de evenwichtsconstante van het evenwicht $2 \text{ NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2 \text{ NOCl}$ bij 500 K.

Men herhaalt het bovenbeschreven experiment bij 750 K.

- b. Leg uit of dan in de evenwichtstoestand ook 85% van het Cl₂ zal zijn omgezet of dat er meer of minder dan 85% van het Cl₂ is omgezet.

Opgave 2

In een vat van 20 L doet Sjakeline 10 gram calciumcarbonaat. Dit ontleedt in calciumoxide en koolstofdioxide. Bereken de concentratie koolstofdioxide als het evenwicht zich heeft ingesteld (T=500 K).

Opgave 3

Bereken met binas 46 $[\text{OH}^-]$ in een verzadigd kalkwater. Het oplosbaarheidsproduct is de evenwichtsconstante als een vast zout in evenwicht is met een verzadigde oplossing ($T=298\text{K}$).

Antwoorden

Opgave 1

a.	2 NO	$+$	Cl_2	$\rightleftharpoons$	2 NOCl
begin	0,200		0,100		0
omgezet	-0,170		-0,085		+0,170
eind/concentratie	0,030		0,015		0,170

$$[\text{NOCl}]^2 = 0,170^2$$

$$K = \frac{[\text{NOCl}]^2}{[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]} = \frac{0,170^2}{0,030^2 \times 0,015} = 2,1 \cdot 10^3$$

$$[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2] = 0,030^2 \times 0,015$$

Omdat het volume $1,0 \text{ dm}^3$ is, is de hoeveelheid in mol gelijk aan de concentratie in mol/L.

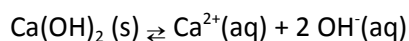
b. Bij een hogere temperatuur is de endotherme in het voordeel. Dus wordt minder dan 85% van het Cl_2 omgezet.

Opgave 2



$$K = [\text{CO}_2] = 9,9 \cdot 10^{-11} \text{ (zie binas 51/ScienceData 9.1h)}$$

Opgave 3



$$K = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 5,0 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Stel } [\text{OH}^-] = x \text{ dan } [\text{Ca}^{2+}] = 0,5x$$

$$0,5x \cdot x^2 = 5,0 \cdot 10^{-6}$$

$$x^3 = 1,0 \cdot 10^{-5}$$

$$x = 0,022$$

$$\text{Dus } [\text{OH}^-] = 0,022 \text{ M}$$