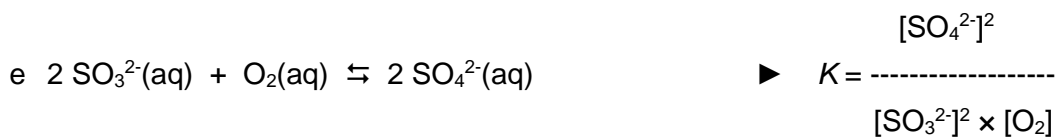
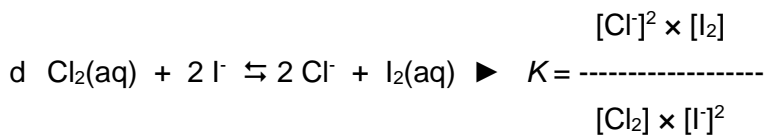
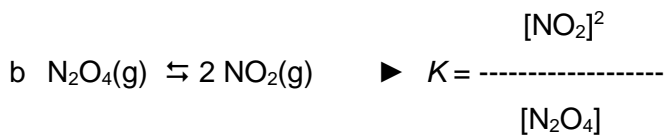
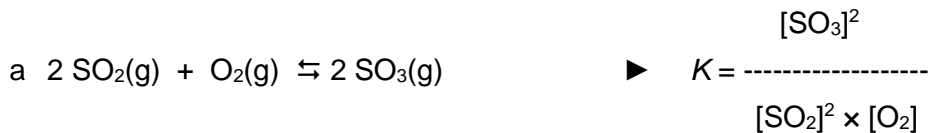


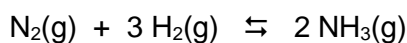
Opgave 1

Hoe luidt de evenwichtsvoorwaarde voor de volgende evenwichtsreacties?



Opgave 2

Stel dat in afbeelding hierboven in het evenwichtsmengsel de aantallen moleculen de hoeveelheden in mol per liter voorstellen. Bereken dan de evenwichtsconstante.



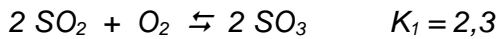
$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \times [\text{H}_2]^3}$$

$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \times [\text{H}_2]^3}$	$[\text{NH}_3] = 4 \text{ mol/L}$	$K = \frac{4^2}{3 \times 9^3}$
	$[\text{N}_2] = 3 \text{ mol/L}$	
	$[\text{H}_2] = 9 \text{ mol/L}$	

$$K_{ev} = 7,3 \times 10^{-3}$$

Opgave 3

De evenwichtsconstante (bij 1000 K) voor het onderstaande evenwicht is 2,3.

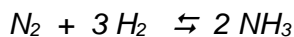


Hoe groot is bij dezelfde temperatuur de evenwichtsconstante van onderstaand evenwicht?



Opgave 4

We hebben een vat met NH_3 , N_2 en H_2 , drie gassen. De gassen verkeren met elkaar in evenwicht:



Hoe verandert de concentratie van NH_3 als we:

a extra N_2 toevoegen?

Dan is de concentratiebreuk kleiner geworden, de reactie gaat naar rechts verlopen en dus **wordt $[\text{NH}_3]$ groter.**

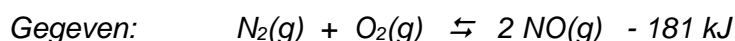
b waterstof wegnemen?

Dan is de concentratiebreuk groter geworden, de reactie gaat naar links verlopen en dus **wordt $[\text{NH}_3]$ kleiner.**

c het volume verkleinen zodat alle concentraties groter worden?

Doordat het volume wordt verkleind, worden alle concentraties groter. De concentratiebreuk is daardoor kleiner geworden. Want: onder de streep staan 4 factoren en er boven 2. De reactie gaat naar rechts verlopen en dus **wordt $[\text{NH}_3]$ nog groter.**

Opgave 5



Bij de reactie naar rechts neemt het systeem warmte op.

Hoe verschuift het evenwicht bij:

a toevoeging van O_2

Dwang: $[\text{O}_2]$ vergroten.

Reactie van het evenwicht: $[\text{O}_2]$ verkleinen, dus reactie **naar rechts.**

- b *toevoeging van NO*
Dwang: [NO] vergroten.
Reactie van het evenwicht: [NO] verkleinen, dus reactie **naar links**.
- c *temperatuurverhoging*
Dwang: T omhoog.
Reactie van het evenwicht: T omlaag, dus naar de endotherme kant: **rechts**.
- d *samenpersen*
Dwang: alle concentraties omhoog.
Reactie van het evenwicht: alle concentraties omlaag, maar aan beide kanten staan evenveel deeltjes dus het aantal deeltjes links en rechts blijft gelijk. Het evenwicht **schuift niet**.

Opgave 6

Gegeven: $2 \text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3 \text{O}_2(\text{g}) + 285 \text{ kJ}$

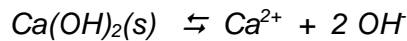
Bij de reactie naar rechts komt warmte vrij.

Hoe verschuift het evenwicht bij:

- a *toevoeging van O₂*
Dwang: concentratie O₂ omhoog.
Reactie van het evenwicht: concentratie O₂ verlagen. Dat kan door de reactie **naar links** te laten verlopen.
- b *toevoeging van O₃*
Dwang: concentratie O₃ omhoog.
Reactie van het evenwicht: concentratie O₃ verlagen. Dat kan door de reactie **naar rechts** te laten verlopen.
- c *temperatuurverhoging*
Dwang: T omhoog.
Reactie van het evenwicht: T omlaag, dus naar de endotherme kant: **naar links**.
- d *samenpersen*
Dwang: alle concentraties omhoog, aantal deeltje per volume-eenheid neemt toe.
Reactie van het evenwicht: alle concentraties omlaag, aantal deeltjes per volume-eenheid omlaag brengen. Dat kan door van drie deeltjes O₂ twee deeltjes O₃ te maken, dus: het evenwicht schuift **naar links**.

Opgave 7

Bij de bereiding van kalkwater lost een deel van het Ca(OH)_2 op. Een deel blijft als vaste stof over:



Na enige tijd is er evenwicht, uit metingen bij 20 °C blijkt: $[\text{Ca}^{2+}] = 7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ en $[\text{OH}^-] = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$.

a Hoe luidt de evenwichtsvoorwaarde?

$$K = [\text{Ca}^{2+}] \times [\text{OH}^-]^2$$

b Bereken de waarde van K_{ev} .

$$K = [\text{Ca}^{2+}] \times [\text{OH}^-]^2 = 7 \cdot 10^{-3} \times (1,4 \cdot 10^{-2})^2 = 1,4 \cdot 10^{-6}$$

Opgave 8

Jood (I_2) lost goed op in water als er ook I^- -ionen in de oplossing aanwezig zijn. Er ontstaat dan I_3^- . De reactie van het evenwicht luidt:



a Hoe luidt de evenwichtsvoorwaarde?

$$K = \frac{[\text{I}_2] \times [\text{I}^-]}{[\text{I}_3^-]}$$

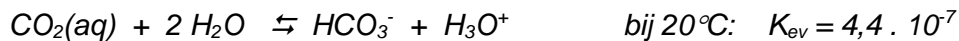
Op een zeker moment is $[\text{I}^-] = 0,10 \text{ mol/L}$, terwijl $[\text{I}_2] = 0,00050 \text{ mol/L}$. Er is evenwicht.

b Hoe groot is dan $[\text{I}_3^-]$?

$$0,0014 = \frac{0,00050 \times 0,10}{[\text{I}_3^-]} \quad [\text{I}_3^-] = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Opgave 9

Leiden we CO_2 in water, dan ontstaat het volgende evenwicht:



Men meet de H_3O^+ -concentratie: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$

a Hoe luidt de evenwichtsvoorwaarde?

$$a \quad K = \frac{[\text{HCO}_3^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CO}_2]}$$

b Hoe groot is $[\text{HCO}_3^-]$?

HCO_3^- ontstaat tegelijk met, en evenveel als H_3O^+ , dus: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCO}_3^-]$

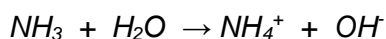
$$[\text{HCO}_3^-] = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

c Bereken de concentratie opgelost CO_2 .

$$4,4 \times 10^{-7} = \frac{6,3 \times 10^{-5} \times 6,3 \times 10^{-5}}{[\text{CO}_2]} \quad [\text{CO}_2] = 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Opgave 10

We lossen 100 mmol NH_3 in water op, zodat er 500 mL oplossing ontstaat. Er stelt zich het volgende evenwicht in:



Volgens een meting is de hydroxide-ionenconcentratie $[\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.

a Hoe groot is dan $[\text{NH}_4^+]$?

Er ontstaat evenveel NH_4^+ als OH^- , dus: $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

b Hoe groot is dan $[\text{NH}_3]$?

Bij de start: 0,100 mol NH_3 in 0,500 L = 0,100 / 0,500 = 0,20 mol/L

Er reageert $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ tot NH_4^+ . Over blijft dan: 0,20 – 0,0018 = 0,198 mol/L.

Als we afronden toch weer: **0,20 mol/L**

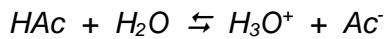
c Bereken K_{ev} .

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+] \times [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \quad K = \frac{1,8 \cdot 10^{-3} \times 1,8 \cdot 10^{-3}}{0,20}$$

$$K = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

Opgave 11

We lossen 0,10 mol azijnzuur (HAc) op tot een oplossing van 1000 ml. Er ontstaat een evenwicht:



De H_3O^+ -concentratie blijkt $1,3 \cdot 10^{-3}$ mol/L te worden.

a Hoe groot is dan $[\text{Ac}^-]$ geworden?

Er ontstaat evenveel Ac^- als H_3O^+ , dus: $[\text{Ac}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,3 \cdot 10^{-3}$ mol/L

b Hoe groot is $[\text{HAc}]$ nu?

Er was 0,10 mol/L; er reageert tot Ac^- : $1,3 \cdot 10^{-3}$ mol/L

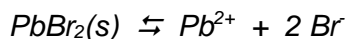
Er blijft dus HAc over: $0,10 - 1,3 \cdot 10^{-3} = 0,0987$ mol/L

c Bereken de waarde van K_{ev} .

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} \times 1,3 \cdot 10^{-3}}{0,0987} = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

Opgave 12

De oplosbaarheid van PbBr_2 berust op het volgende evenwicht:



Dus: er ligt vast PbBr_2 op de bodem van het bekglas en er lossen ionen op. Bij 25°C blijkt er een concentratie van Pb^{2+} - ionen te bestaan van $1,05 \cdot 10^{-2}$ mol/L.

a Hoe groot is dan $[\text{Br}^-]$?

Er ontstaan 2 broomionen voor elke Pb^{2+}

dus $[\text{Br}^-] = 2 \times 1,05 \cdot 10^{-2} = 2,1 \cdot 10^{-2}$ mol/L

b Bereken de waarde van K_{ev} .

$$K = [\text{Pb}^{2+}] \times [\text{Br}^-]^2 = 1,05 \times 10^{-2} \times 2,1 \times 10^{-2} = 4,6 \cdot 10^{-6}$$

Uitwerkingen van de opgaven uit:

Basisscheikunde voor het hbo ISBN 9789491764196 1^e druk Uitgeverij Syntax media

Hoofdstuk 6 Chemisch evenwicht

bladzijde 7
