

Kemiflevering uge 21

Kenneth Buchwald Johansen

18. maj 2008

Opgave 5

HI fyldes i en beholder der opvarmes til 490,6°C. Ved ligevægt findes $[I_2] = 2,60 \cdot 10^{-3} M$ og $[HI] = 17,63 \cdot 10^{-3} M$.

a. Hvor stor er $[H_2]$ ved ligevægt?

$$K_c = 45,8 = \frac{[HI]^2}{[I_2] \cdot [H_2]}$$
$$\Leftrightarrow [H_2] = \frac{[HI]^2}{[I_2] \cdot 45,8} = \frac{(17,63 \cdot 10^{-3} M)^2}{2,60 \cdot 10^{-3} M \cdot 45,8} = 2,61 \cdot 10^{-3} M.$$

b. Beregn værdien af brøken $\frac{[HI]^2}{[I_2] \cdot [H_2]}$.

$$\frac{[HI]^2}{[I_2] \cdot [H_2]} = \frac{(17,63 \cdot 10^{-3} M)^2}{2,60 \cdot 10^{-3} M \cdot 2,61 \cdot 10^{-3} M} = 45,8$$

c. Hvad var $[HI]$ ved starten af forsøget?

Der forsvinder jo ingen mol fra beholderen, så koncentrationen af HI ved start må nødvendigvis være den samlede koncentration ved ligevægt, altså

$$[HI] = 17,63 \cdot 10^{-3} M + 2,60 \cdot 10^{-3} M + 2,61 \cdot 10^{-3} M = 0,02284 M \approx 2,3 \cdot 10^{-2} M.$$

d. Hvorfor indstiller ligevægten sig meget hurtigere ved 490,6°C end ved 425,4°C?

Ligevægtskonstanten falder ved større temperaturer. Jo mindre ligevægtskonstant, jo hurtigere kommer ligevægten. Ved denne temperatur virker opvarmning altså som en katalysator.

Opgave 11

En beholder indeholder N_2O_4 og NO_2 ved 20°C. Følgende data er opgivet:

	$N_2O_4(g)$	\Leftrightarrow	$2 NO_2(g)$	$K_c = 0,0032 M (20^\circ C)$
ligevægt:	0,100M		0,0179M	
volumenhalvering:	0,200M		0,0358M	
ligevægt igen:	$0,200M + x$		$0,0358M - 2 \cdot x$	

a. Beregn reaktionsbrøken værdi med de koncentrationer, som står i første linie under reaktionsskemaet. Kommentér resultatet.

$$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0,0179 M)^2}{0,100 M} \approx 0,0032 M = K_c.$$

Brøken er lig ligevægtskonstanten - der er ligevægt.

b. Beregn reaktionsbrøken værdi lige efter volumenhalveringen og kommentér resultatet.

$$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(0,0358M)^2}{0,200M} \approx 0,0064M > K_c.$$

Brøken er større end ligevægtskonstanten - der er altså for meget stof på højre side af reaktionen. Der sker altså en forskydning mod venstre.

c. Opstil en ligning til beregning af x og find koncentrationerne i den nye ligevægtsblanding.

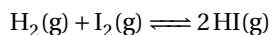
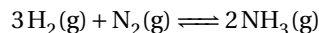
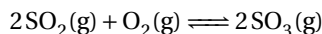
$$\begin{aligned} \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} &= 0,0032M = \frac{(0,0358M - 2x)^2}{0,200M + x} \\ \Leftrightarrow 0,0032M \cdot (0,200M + x) &= (0,0358M - 2x)^2 \\ \Leftrightarrow 0,00064M^2 + 0,0032M \cdot x &= 4x^2 + 0,00128164M^2 - 0,1432M \cdot x \\ \Leftrightarrow -4x^2 + 0,1464M \cdot x - 0,00064164M^2 &= 0. \end{aligned}$$

Ligningen løses vha. lommeregner, hvorved $x = 0,0050909122M \vee x = 0,0315090878M$. Den anden værdi af x kan ikke bruges, da $[\text{NO}_2]$ så ville blive negativ. Koncentrationerne ved ligevægt er da

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,205M \quad \text{og} \quad [\text{NO}_2] = 0,0256M.$$

Opgave 12

Vi ser på indgreb i tre forskellige ligevægte:



a. Systemernes volumen halveres. Hvad sker der med reaktionsbrøkernes værdi?

$$\frac{(2[\text{SO}_3])^2}{(2[\text{SO}_2])^2 \cdot 2[\text{O}_2]} = \frac{4}{8} \cdot \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{1}{2} K_c$$

$$\frac{(2[\text{NH}_3])^2}{(2[\text{H}_2])^3 \cdot 2[\text{N}_2]} = \frac{4}{16} \cdot \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]} = \frac{1}{4} K_c$$

$$\frac{(2[\text{HI}])^2}{2[\text{H}_2] \cdot 2[\text{I}_2]} = \frac{4}{4} \cdot \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} = K_c$$

b. I hvilke retninger sker der forskydninger?

Som det ses vil reaktion et og to blive forskudt mod højre, fordi der vil være for stor koncentration mod venstre. Den sidste reaktion forbliver i ligevægt.

c. Hvad sker der med antallet af molekyler ved forskydningerne?

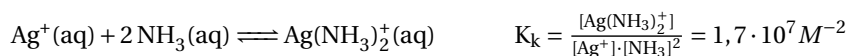
Ved reaktion et og to bliver 3 henholdsvis 4 molekyler til 2, når der sker en reaktion mod højre. Der vil altså være et fald i det samlede antal af molekyler. Ved den sidste reaktion forbliver systemet i ligevægt, og der vil altså ikke være en ændring i antallet af molekyler - de kommer blot til at ligge tættere på hinanden.

Opgave 87

Beregn opløseligheden af AgBr i 0,100M NH₃.

	AgBr(s)	+ 2 NH ₃ (aq)	⇌	Ag(NH ₃) ₂ ⁺ (aq)	+ Br ⁻ (aq)
start		0,100M		0M	0M
ligevægt		0,100M - 2x		x	x

Vi kender ikke reaktionens ligevægtskonstant, men den ligevægt, der indstiller sig, er en sum af følgende to ligevægte:



Vi kender ikke [Ag⁺], så vi beregner i stedet produktet af de to ligevægtsudtryk og indsætter værdierne fra ligevægten:

$$\begin{aligned} K_0 K_k &= \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] \cdot [\text{Br}^-]}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{x^2}{(0,100\text{M} - 2x)^2} \\ \Leftrightarrow \sqrt{K_0 K_k} &= \frac{x}{0,100\text{M} - 2x} \\ \Leftrightarrow x &= 0,100\text{M} \cdot \sqrt{K_0 K_k} - 2x\sqrt{K_0 K_k} \\ \Leftrightarrow x(1 + 2\sqrt{K_0 K_k}) &= 0,100\text{M}\sqrt{K_0 K_k} \\ \Leftrightarrow x &= \frac{0,100\text{M}\sqrt{K_0 K_k}}{1 + 2\sqrt{K_0 K_k}} = \frac{0,100\text{M}\sqrt{(5,3 \cdot 10^{-13} \text{ M}^2) \cdot (1,7 \cdot 10^7 \text{ M}^{-2})}}{1 + 2\sqrt{(5,3 \cdot 10^{-13} \text{ M}^2) \cdot (1,7 \cdot 10^7 \text{ M}^{-2})}} \\ &= 2,9838 \cdot 10^{-4} \text{ M} \approx 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}. \end{aligned}$$

Enheden *molær* betyder som bekendt mol pr. liter. Det betyder altså, at der kan opløses $3,0 \cdot 10^{-4}$ mol AgBr pr. liter 0,100M ammoniakvand. Det svarer til $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot 187,8 \text{ g/mol} = 0,056 \text{ g/L}$.