

## Facit til øveopgaver: Indgreb i ligevægte

### a)

For at kunne opstille ligevægtsbrøken skal vi først have identificeret reaktanterne og produkterne. Da NO og Br<sub>2</sub> er på venstre side af reaktionspilen, må de være reaktanterne. Da NOBr står på højre side af reaktionspilen, må det være produktet. Vi kan nu opstille ligevægtsbrøken med reaktanterne i nævneren og produktet i tælleren. Vi skal også huske, at både NO og NOBr har koefficienten 2 i reaktionsskemaet, og derfor skal deres reaktioner være i anden i ligevægtsbrøken. Dermed får vi følgende ligevægtsbrøk:

$$k_c = \frac{[NOBr]^2}{[NO]^2 * [Br_2]}$$

### b)

Når vi tilføjer mere af en af reaktanterne – i dette tilfælde Br<sub>2</sub> – laver vi et indgreb, der skaber et overskud på reaktantsiden. Derfor er der for meget reaktant, og reaktionen vil derfor omdanne noget af den overskydende reaktion til produkt for at komme tilbage til ligevægt. Reaktionsbrøken vil dermed igen være lig med ligevægtskonstanten, men koncentrationerne ved ligevægt vil dog ikke være de samme som før indgrebet.

### c)

Først opskriver vi reaktionsbrøken med de nye koncentrationer, efter vi har lavet indgrebet:

$$Y = \frac{[NOBr]^2}{[NO]^2 * [Br_2]} = \frac{(0,65 M)^2}{(2,3 M)^2 * (9 M)}$$

Fra spørgsmål b) ved vi, at reaktionen nu gerne vil bevæge sig tilbage mod ligevægt, og at den vil gøre det ved at forbruge noget af reaktanterne til at skabe noget produkt. Vi indfører x som en repræsentation af den ændring, der sker i koncentrationerne for at komme tilbage til ligevægt.

Nu skal vi finde ud af, hvilket fortegn x skal have. Fordi der kommer mindre af reaktanterne, må ændringen i deres koncentrationer være negativ, og fordi der kommer mere af reaktanterne, må ændringen i deres koncentrationer være positiv.

Vi skal også huske, at der skal dobbelt så meget NO og NOBr til hver reaktion, som der skal være Br<sub>2</sub>. Derfor må ændringen for NO og NOBr skulle ganges med 2.

Til sidst ved vi, at reaktionsbrøken skal være lig med ligevægtskonstanten ved ligevægt, og vi ved, at ligevægtskonstanten er  $2 \cdot 10^{-2} M^{-1}$ . Disse overvejelser fører os frem til følgende ligning med x som ubekendt:

$$k_c = \frac{(0,65 - 2 * x)^2}{(2,3 - 2 * x)^2 * (9 - x)}$$

For at finde ændringen i koncentrationerne løser vi med et regneprogram denne ligning for  $x$ , idet  $x$  netop er repræsentationen af ændringen i koncentrationerne.

$$2 * 10^{-2} = \frac{(0,65 + 2 * x)^2}{(2,3 - 2 * x)^2 * (9 - x)} \Leftrightarrow x = 0,11 \vee x = -1,58 \vee x = -37,2$$

Når vi løser ligningen, får vi tre mulige  $x$ -værdier, så nu er vi nødt til at bestemme hvilken  $x$ -værdi, der giver bedst mening. Vi kan teste de tre mulige  $x$ -værdier ved at se, om de giver et resultat, der giver mening, når de indsættes i et af leddene i ligningen, f.eks. leddet  $0,65 + 2 * x$ . Vi prøver at indsætte hver af de tre mulige  $x$ -værdier i dette led og beregne den nye ligevægtskoncentration for NOBr.

$$x = 0,11 \quad [NOBr]_{ligevægt,ny} = 0,65 M + 2 * 0,11 M = 0,87 M$$

$$x = -1,58 \quad [NOBr]_{ligevægt,ny} = 0,65 M + 2 * (-1,58)M = -2,51 M$$

$$x = -37,2 \quad [NOBr]_{ligevægt,ny} = 0,65 M + 2 * (-37,2)M = -73,75 M$$

Vi kan se ud fra ovenstående beregninger, at den nye ligevægtskoncentration af NOBr bliver negativ, hvis man vælger enten  $x=-1,58$  eller  $x=-37,2$ . Da man ikke kan have negative koncentrationer, er den eneste  $x$ -værdi, der giver mening,  $x=0,11$ . Denne værdi kan vi nu bruge til at beregne de nye ligevægtskoncentrationer af NO, Br<sub>2</sub> og NOBr.

$$[NO]_{ligevægt,ny} = 2,3 M - 2 * 0,11 M = 2,08 M$$

$$[Br_2]_{ligevægt,ny} = 9 M - 0,11 M = 8,89 M$$

$$[NOBr]_{ligevægt,ny} = 0,65 M + 2 * 0,11 M = 0,87 M$$

Nu har vi altså beregnet de tre nye ligevægtskoncentrationer efter et indgreb i koncentrationerne i en reaktion ved ligevægt.