

FACIT: KEMISK JÄMVIKT DEL 3 – BERÄKNINGAR PÅ JÄMVIKTSREAKTIONER

1. Fosgen är en otrevlig gas som har använts som stridsgas. Den kan framställas genom att kolmonoxid får reagera med klorgas: $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$. Vi har en behållare på 2,0 dm³. Vid jämvikt har vi 0,20 mol CO, 0,40 mol Cl₂ och 0,80 mol COCl₂. Vilket är värdet på jämviktskonstanten?

Lösning:

- 1) Ställ upp

jämviktsekvationen:

$$K = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}$$

- 2) Gör en tabell med alla kända värden och beräkna konc. vid jämvikt: →

	CO(g)	+	Cl ₂ (g)	⇌	COCl ₂ (g)
n (vid jämvikt) =	0,20 mol		0,40 mol		0,80 mol
V =	2,0 dm ³		2,0 dm ³		2,0 dm ³
c (vid jämvikt) =	n/V = 0,20/2,0 = 0,1 M		n/V = 0,40/2,0 = 0,2 M		n/V = 0,80/2,0 = 0,4 M

- 3) Sätt in koncentrationerna i jämviktsekvationen och räkna ut K: →

$$K = \frac{0,4 \text{ M}}{(0,1 \text{ M} \cdot 0,2 \text{ M})} = 20 \text{ M}^{-1} \quad \text{Svar: Värdet på K är } 20 \text{ M}^{-1}.$$

2. Kolmonoxid kan reagera med vatten vid en viss temperatur. Då bildas koldioxid och vätgas enligt följande: $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$. För den här reaktionen är jämviktskonstanten $K = 5,0$. Vid jämvikt hade man 0,090 mol koldioxid, 0,060 mol vatten och 1,1 mol vätgas i ett kärl med volymen 2,5 dm³. Vilken var halten kolmonoxid?

Lösning:

- 1) Ställ upp jämviktsekvationen:

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$$

- 2) Gör en tabell med alla kända värden och beräkna konc. vid jämvikt: →

	CO(g)	+	H ₂ O(g)	⇌	CO ₂ (g)	+	H ₂ (g)
n (vid jämvikt) =	?		0,060 mol		0,090 mol		1,1 mol
V =	2,5 dm ³		2,5 dm ³		2,5 dm ³		2,5 dm ³
c (vid jämvikt) =	x M		c = n/V = 0,060/2,5 = 0,024 M		c = n/V = 0,090/2,5 = 0,036 M		c = n/V = 1,1/2,5 = 0,44 M

- 3) Sätt in jämviktskonstanten och de kända koncentrationerna i jämviktsekvationen och beräkna halten kolmonoxid: →

$$5 = \frac{(0,036 \text{ M} \cdot 0,44 \text{ M})}{(x \text{ M} \cdot 0,024 \text{ M})} \rightarrow x = 0,132 \text{ M} \quad \text{Svar: Halten kolmonoxid var } 0,13 \text{ M}.$$

Så här kan x lösas ut:

$$\begin{aligned}
 5 &= \frac{0,036 \cdot 0,44}{x \cdot 0,024} \\
 &\downarrow \\
 x \cdot 5 &= \frac{0,060 \cdot 0,090}{x \cdot 0,024} \cdot x \\
 &\downarrow \\
 5x &= \frac{0,036 \cdot 0,44}{0,024} \\
 &\downarrow \\
 5x &= 0,18 \\
 &\downarrow \\
 x &= 0,036 \text{ M}
 \end{aligned}$$

FACIT: KEMISK JÄMVIKT DEL 3 – BERÄKNINGAR PÅ JÄMVIKTSREAKTIONER

3. Vätgas kan reagera med jodgas och bilda vätejodid: $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$. En behållare på $5,0 \text{ dm}^3$ fylldes med $0,40 \text{ mol}$ vätgas och $0,25 \text{ mol}$ jodgas. Vid jämvikt fanns det $0,30 \text{ mol}$ vätejodid. Vilken är jämviktskonstanten för reaktionen?

Lösning:

- 1) Ställ upp jämviktsekvationen:

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

- 2) Gör en tabell med alla kända värden och beräkna konc. vid jämvikt:

	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI
MF =	1		1		2
n (vid start) =	0,40 mol		0,25 mol		0,00 mol
n (vid jämvikt) =	0,40-0,15 = 0,25 mol		0,25-0,15 = 0,10 mol		0,30 mol
V =	5,0 dm ³		5,0 dm ³		5,0 dm ³
c (vid jämvikt) =	c = n/v = 0,25/5,0 = 0,05 M		c = n/v = 0,10/5,0 = 0,02 M		c = n/v = 0,30/5,0 = 0,06 M

- 3) Sätt in koncentrationerna i jämviktsekvationen och beräkna K:

$$K = \frac{(0,06 \text{ M})^2}{(0,05 \text{ M} \cdot 0,02 \text{ M})} \approx 3,6$$

Svar: Jämviktskonstanten är 3,6.

4. En behållare på $10,0 \text{ dm}^3$ fylldes med $0,40 \text{ mol}$ svaveltrioxid, SO_3 . Efter ett tag ställde följande jämvikt in sig: $2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$. Då mätte man mängden svaveldioxid, SO_2 , och fann att det hade bildats $0,34 \text{ mol}$. Beräkna reaktionens jämviktskonstant.

Lösning:

- 1) Ställ upp jämviktsekvationen:

$$K = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2}$$

- 2) Gör en tabell med alla kända värden och beräkna konc. vid jämvikt:

	2SO_3	\rightleftharpoons	2SO_2	+	O_2
MF =	2		2		1
n (vid start) =	0,40 mol		0,00 mol		0,00 mol
n (förändring) =	-0,34 mol		0,34 mol		0,17 mol
n (vid jämvikt) =	0,40-0,34 = 0,06 mol		0,34 mol		0,17 mol
V =	10,0 dm ³		10,0 dm ³		10,0 dm ³
c (vid jämvikt) =	c = n/V = 0,06/10,0 = 0,006 M		c = n/V = 0,34/10,0 = 0,034 M		c = n/V = 0,17/10,0 = 0,017 M

- 3) Sätt in koncentrationerna i jämviktsekvationen och beräkna K:

$$K = \frac{(0,034 \text{ M})^2 \cdot 0,017 \text{ M}}{(0,006 \text{ M})^2} \approx 0,55 \text{ M}$$

Svar: Jämviktskonstanten är 0,55 M.

FACIT: KEMISK JÄMVIKT DEL 3 – BERÄKNINGAR PÅ JÄMVIKTSREAKTIONER

5. I en behållare fanns vid reaktionens start kolmonoxid (2,0 M) och vattenånga (2,0 M). Dessa upphettades till 500 grader ($K = 5,9$). Efter en stund ställde följande jämvikt in sig: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$. Beräkna koncentrationen vätgas vid jämvikt.

Lösning:

- 1) Ställ upp jämviktsekvationen:

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$$

- 2) Gör en tabell med alla kända värden och skriv in koncentrationerna vid jämvikt: →

	CO	+ H ₂ O	⇌	CO ₂	+ H ₂
MF =	1	1		1	1
c (vid start) =	2,0 M	2,0 M		0,0 M	0,0 M
c (förändring) =	-x M	-x M		+x M	+x M
c (vid jämvikt) =	(2,0-x) M	(2,0-x) M		x M	x M

- 3) Sätt in koncentrationerna i jämviktsekvationen och beräkna vätgaskoncentrationen:

$$5,9 = \frac{x \cdot x}{(2,0-x) \cdot (2,0-x)} \quad \Rightarrow \quad x \approx 1,417$$

Svar: Koncentrationen vätgas vid jämvikt är 1,4 M.

Så här kan x lösas ut:

$$\begin{aligned}
 5,9 &= \frac{x \cdot x}{(2,0-x) \cdot (2,0-x)} && 2,0 \cdot x \cdot \frac{x}{2,0-x} \approx 2,429 \cdot (2,0-x) \\
 \downarrow &&& \downarrow \\
 5,9 &= \frac{x^2}{(2,0-x)^2} && x \approx 4,858 - 2,429x \\
 \downarrow &&& \downarrow \\
 \sqrt{5,9} &= \sqrt{\frac{x^2}{(2,0-x)^2}} && x + 2,429x \approx 4,858 - 2,429x + 2,429x \\
 \downarrow &&& \downarrow \\
 \frac{x}{2,0-x} &\approx 2,429 && 3,429x \approx 4,858 \\
 &&& \downarrow \\
 &&& x \approx 4,858 / 3,429 \approx 1,417
 \end{aligned}$$

Svar: Koncentrationen vätgas vid jämvikt är 1,4 M.

FACIT: KEMISK JÄMVIKT DEL 3 – BERÄKNINGAR PÅ JÄMVIKTSREAKTIONER

6. I en sluten behållare infördes 0,5 mol kvävgas och 0,5 mol syrgas. Behållaren värmdes sedan upp till 2500 grader varvid följande jämvikt ställde in sig: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g})$. Beräkna mängden NO i behållaren när jämvikten inträtt. $K = 7,9 \cdot 10^{-3}$.

Lösning:

- 1) Ställ upp jämviktsekvationen:

$$K = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]}$$

- 2) Gör en tabell med alla kända värden och skriv in substansmängderna och koncentrationerna vid jämvikt: ➡
- 3) Sätt in koncentrationerna i jämviktsekvationen (obs. V försvinner). Beräkna substansmängden NO (alltså x):

	N_2	+	O_2	\rightleftharpoons	2NO
MF =	1		1		2
n (vid start) =	0,5 mol		0,5 mol		0,0 mol
n (förändring) =	-0,5x mol		-0,5x mol		+x mol
n (vid jämvikt) =	(0,5-0,5x) mol		(0,5-0,5x) mol		x mol
c (vid jämvikt) =	(0,5-0,5x)/V M		(0,5-0,5x)/V M		x/V M

$$7,9 \cdot 10^{-3} = \frac{x^2}{(0,5-0,5x) \cdot (0,5-0,5x)} \quad \text{➡} \quad x \approx 0,0426$$

Svar: Mängden NO vid jämvikt är 0,04 mol.

Så här kan x lösas ut:

$$7,9 \cdot 10^{-3} = \frac{x \cdot x}{(0,5-0,5x) \cdot (0,5-0,5x)}$$

$$7,9 \cdot 10^{-3} = \frac{x^2}{(0,5-0,5x)^2}$$

$$\sqrt{7,9 \cdot 10^{-3}} = \sqrt{\frac{x^2}{(0,5-0,5x)^2}}$$

$$\frac{x}{0,5-0,5x} \approx 0,0889$$

$$0,5-0,5x \cdot \frac{x}{0,5-0,5x} \approx 0,0889 \cdot (0,5-0,5x)$$

$$x \approx 0,0445 - 0,0445x$$

$$x + 0,0445x \approx 0,0445 - 0,045x + 0,045x$$

$$1,0445x \approx 0,0445$$

$$x \approx 0,0445/1,0445 \approx 0,0426$$

n(NO) vid jämvikt \approx **0,04 mol**