

Kapitel 4

Här hittar du svar och lösningar till de övningsuppgifter som hänvisas till i inledningen. I vissa fall har lärobokens avsnitt *Svar och anvisningar* bedömts vara tillräckligt fylliga varför enbart hänvisning till dessa finns.

4.1 Se lärobokens svar och anvisningar

4.2 För reaktionen
 $2\text{ICl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ gäller att

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{ICl}]^2} = 4,8 \cdot 10^{-6}$$

För reaktionen

$\text{I}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ICl}(\text{g})$ gäller

$$K_2 = \frac{[\text{ICl}]^2}{[\text{I}_2] \cdot [\text{Cl}_2]}$$

Som du ser är K_2 inverterade värdet av K_1 dvs $K_2 = 1/4,8 \cdot 10^{-6} = 2,1 \cdot 10^5$

Svar: $K_2 = 2,1 \cdot 10^5$

4.3 Se lärobokens svar och anvisningar

4.4 Se lärobokens svar och anvisningar

4.5 Uttrycket för jämviktskonstanten är $K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]}$

För varje experiment beräknas K.

Experiment nr	K
1	$\frac{(17,7 \cdot 10^{-3})^2}{1,83 \cdot 10^{-3} \cdot 3,13 \cdot 10^{-3}} = 54,69$
2	$\frac{(16,5 \cdot 10^{-3})^2}{2,91 \cdot 10^{-3} \cdot 1,71 \cdot 10^{-3}} = 54,71$
3	$\frac{(3,66 \cdot 10^{-3})^2}{0,50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,50 \cdot 10^{-3}} = 53,58$
4	$\frac{(8,41 \cdot 10^{-3})^2}{1,14 \cdot 10^{-3} \cdot 1,14 \cdot 10^{-3}} = 54,42$

Då man skall behandla ett sådant här litet material är det bättre att använda medianvärdet framför medelvärdet. Det gör man därför ett enskilda avvikande resultat skulle ge alltför stor inverkan på resultatet. Eftersom det i detta exempel är ett jämt antal mätningar får man ta medelvärdet av de två i storleksordning mittersta värdena.

$$K = \frac{54,42 + 54,69}{2} = 54,55$$

Svar: K = 55 (i läroboken har man tagit medelvärdet av alla fyra mätresultaten, i vilket fall som helst inte mer än två värdesiffror skall anges)

4.6

	2SO ₂	+	O ₂	⇌	2SO ₃
antal mol vid jämvikt	0,040		0,060		0,12
konc. Vid jämvikt (M)	$\frac{0,040}{0,40}$		$\frac{0,060}{0,40}$		$\frac{0,12}{0,40}$

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]} = \frac{\left(\frac{0,12}{0,40}\right)^2}{\left(\frac{0,040}{0,40}\right)^2 \cdot \frac{0,060}{0,40}} \cdot \frac{M^2}{M^2 \cdot M} = 60 M^{-1}$$

Svar: K = 60 M⁻¹

4.7

	PCl ₅ (g)	⇌	PCl ₃ (g) +	Cl ₂ (g)
Antal mol före jämvikt	1,0		0	0
Ändring	-0,2		+0,2	+0,2
Antal mol vid jämvikt	0,8		0,2	0,2
Konc vid jämvikt (M)	$0,8/5,0 = 0,16$		$0,2/5,0 = 0,04$	$0,2/5,0 = 0,04$

$$K = \frac{[PCl_3] \cdot [Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{0,04 \cdot 0,04}{0,16} = 0,01$$

Av ovanstående framgår att påstående b) är fel.

4.8

Enligt formeln bildas 1 mol N₂ och 3 mol H₂ då 2 mol NH₃ sönderdelas. Det bildas alltså 1/3 så mycket N₂ som H₂. I detta fall bildades 0,6 mol H₂ och då måste det sålunda ha bildats 0,2 mol N₂. För att det skall bildats 0,2 mol N₂ förbrukas 0,4 mol NH₃. Vid jämvikt återstår 0,5-0,4 mol = 0,1 mol NH₃

	2NH ₃	⇌	N ₂ +	3H ₂
Antal mol före jämvikt	0,5		0	0
antal mol vid jämvikt	0,1		0,2	0,6

konc. vid jämvikt (M)	0,1		0,2	0,6
-----------------------	-----	--	-----	-----

$$K = \frac{0,2 \cdot 0,6^3}{0,1^2} = 4,32$$

Svar K = 4,3 M²

4.9

	CO(g) +	2H ₂ (g)	⇌	CH ₃ OH(g)
antal mol före jämvikt	1,00	3,40		0
Ändring	-0,40	-2·0,40 = -0,80		+0,40
antal mol vid jämvikt	0,60	2,60		0,40
konc. vid jämvikt (M)	0,60/50 = 0,012	2,60/50,0 = 0,052		0,40/50,0 = 0,0080

$$K = \frac{0,0080}{0,012 \cdot 0,052^2} = 246$$

Svar: K = 250 M⁻² (Svaret i boken är fel)

4.10 Se lärobokens svar och anvisningar. Kom ihåg att då använder massverkans lag så är det koncentrationer och inte substansmängder som räknar med. Om inte systemets volym är känd så måste vi anta att det har en viss volym. I lärobokens lösning av uppgiften har man satt den till a dm³.

4.11 Se lärobokens svar och anvisningar.

4.12

	SO ₂ +	NO ₂	⇌	SO ₃ +	NO
antal mol före jämvikt	3,00 · 10 ⁻³	3,00 · 10 ⁻³		0	0
antal mol vid jämvikt	3,00 · 10 ⁻³ - x	3,00 · 10 ⁻³ - x		x	x
konc. vid jämvikt (M)	$\frac{3,00 \cdot 10^{-3} - x}{1,0}$	$\frac{3,00 \cdot 10^{-3} - x}{1,0}$		$\frac{x}{1,0}$	$\frac{x}{1,0}$

$$9,0 = \frac{\frac{x}{1,0} \cdot \frac{x}{1,0}}{\frac{3,00 \cdot 10^{-3} - x}{1,0} \cdot \frac{3,00 \cdot 10^{-3} - x}{1,0}}$$

$$9,0 = \frac{x^2}{(3,00 \cdot 10^{-3})^2}$$

Dra roten ur båda leden. Detta ger upphov till två lösningar.

Lösning 1

$$\frac{x}{3,00 \cdot 10^{-3} - x} = 3$$

$$x = 9,00 \cdot 10^{-3} - 3x$$

$$4x = 9,00 \cdot 10^{-3}$$

$$x = 2,25 \cdot 10^{-3}$$

Lösning 2

$$\frac{x}{3,00 \cdot 10^{-3} - x} = -3$$

$$x = -9,00 \cdot 10^{-3} + 3x$$

$$-2x = -9,00 \cdot 10^{-3}$$

$$x = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ (omöjligt kan inte bli större än } 3,0 \cdot 10^{-3}\text{)}$$

Svar: substansmängden SO₃ är 2,2 · 10⁻³ mol

4.13

	H ₂	+	CO ₂	⇌	H ₂ O	+	CO
antal mol	0,50		1,0		1,5		2,0
konc.(M)	$\frac{0,50}{100}$		$\frac{1,0}{100}$		$\frac{1,5}{100}$		$\frac{2,0}{100}$

$$Q = \frac{\frac{1,5}{100} \cdot \frac{2,0}{100}}{\frac{0,5}{100} \cdot \frac{1,0}{100}} = 6,0$$

$Q > K \Rightarrow$ reaktionen går åt vänster

4.14 Se lärobokens svar och anvisningar och jämför med lösningen till 4.13

4.15 Insättning i massverkans lag visar

$$Q = \frac{\frac{1,0}{3,0} \cdot \frac{1,0}{3,0}}{\frac{1,0}{3,0} \cdot \frac{1,0}{3,0}} = 1 < K \quad \Rightarrow \text{ej jämvikt reaktion åt höger}$$

	H ₂ +	CO ₂	⇌	H ₂ O +	CO
Antal före jämvikt	1,0	1,0		1,0	1,0
antal mol vid jämvikt	1,0 - x	1,0 - x		1,0 + x	1,0 + x
konc. vid jämvikt (M)	$\frac{1,0 - x}{3,0}$	$\frac{1,0 - x}{3,0}$		$\frac{1,0 + x}{3,0}$	$\frac{1,0 + x}{3,0}$

$$\frac{\frac{1,0 + x}{3,0} \cdot \frac{1,0 + x}{3,0}}{\frac{1,0 - x}{3,0} \cdot \frac{1,0 - x}{3,0}} = 4,40$$

Dra roten ur båda leden. Detta ger upphov till två lösningar.

Lösning 1

$$\frac{1,0 + x}{1,0 - x} = \sqrt{4,4}$$

$$x = 0,35$$

Lösning 2

$$\frac{1,0 + x}{1,0 - x} = -\sqrt{4,4}$$

$$x = 2,8 \text{ (omöjligt kan inte vara större än 1,0)}$$

Svar: Substansmängden H₂O och CO = 1,35 mol och substansmängden H₂ och CO₂ = 0,65 mol

4.16 Antag att volymen är V (Det är viktigt att du tar hänsyn till volymen därför massverkans lag är härledd just för koncentrationer)

	SO ₂ +	NO ₂	⇌	SO ₃ +	NO
antal mol vid jämvikt	0,40	0,050		0,30	0,20
konc. vid jämvikt (M)	$\frac{0,40}{V}$	$\frac{0,050}{V}$		$\frac{0,30}{V}$	$\frac{0,20}{V}$

$$K = \frac{\frac{0,30}{V} \cdot \frac{0,20}{V}}{\frac{0,40}{V} \cdot \frac{0,050}{V}} = 3,0$$

	SO ₂ +	NO ₂	⇌	SO ₃ +	NO
antal mol vid jämvikt	0,40 + 0,25 = 0,65	0,050 + 0,25 = 0,30		0,30 - 0,25 = 0,05	x
konc. vid jämvikt (M)	$\frac{0,65}{V}$	$\frac{0,30}{V}$		$\frac{0,05}{V}$	$\frac{x}{V}$

$$\frac{\frac{0,05}{V} \cdot x}{\frac{0,65}{V} \cdot 0,30} = 3,0$$

$$\frac{0,05x}{0,65 \cdot 0,30} = 3,0$$

$$0,05x = 0,585$$

$$x = 11,7$$

Om mängden NO som måste tillföras betecknas med y så gäller att:
 $y + 0,20 - 0,25 = 11,7$ (0,20 mol fanns från början och 0,25 mol förbrukas)

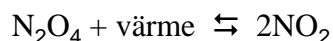
$$y = 11,75 \text{ mol}$$

4.17 Se lärobokens svar och anvisningar.

4.18 Se lärobokens svar och anvisningar.

4.19 Se lärobokens svar och anvisningar.

4.20 Eftersom reaktionen sker på så sätt att koncentrationen NO_2 ökar då temperaturen stiger, skulle man kunna skriva reaktionsformeln på följande sätt:



a) reaktionen är höger sker genom upptagande av värme, varför reaktionen är endoterm åt höger.

b) Eftersom koncentrationen NO_2 ökar med stigande temperatur m samtidigt kvoten $K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$ öka.

4.21 Reaktionsformeln kan skrivas
 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) + 13 \text{ kJ}$

Då den nya jämvikten inställt sig har koncentrationen av HI ökat medan de övriga har minskat (enligt diagrammet)..

Eftersom antal partiklar gas på ömse sidor om jämviktspilen är den samma så är reaktionen oberoende av trycket.

Om mer vätejodid tillförs går reaktion åt vänster och koncentrationen av vätegas och jod skulle öka vilket ej är fallet.

En katalysator påverkar inte jämviktsläget.

Eftersom reaktionen är exoterm så innebär det att om temperaturen höjs förskjuts jämvikten åt vänster men här har den gått åt höger dvs temperaturen har sänkts.

4.22 Kvoten $K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3}$ är konstant om temperaturen är konstant och reglerar koncentrationerna av de ingående ämnena.

K påverkas inte av ursprungsmängderna (a), koncentrationerna (c) eller trycket (e). Likaså påverkas inte värdet av K av närvaro av katalysator. Denna får endast jämvikten att ställa in sig snabbare. Däremot ändras K med temperaturen (se uppgift 4.20)

4.23 Se lärobokens svar och anvisningar.