**Ke 2 Övningsuppgifter kemisk jämvikt**

**(ej förskjutning av jämvikten)**

**---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------**

**4.6.** Ammoniakjämvikten

N2(g) + 3H2(g) ↔2NH3(g)

har ställt in sig vid 400 oC.

Jämviktsblandningen innehåller 0,30 mol kvävgas, 0,20 mol vätgas och 0,070 mol ammoniak per dm3. Beräkna jämviktskonstanten.

**4.7.** När jämvikt ställt in sig i systemet

PCl5(g) ↔PCl3(g) + Cl2(g)

innehåller en 3,0 dm3 behållare 13,8 g fosfortri­klorid, 2,98 g klorgas och 5,00 g fosforpentaklorid.

Beräkna jämviktskonstanten vid den rådande temperaturen.

**4.8.** Jämviktskonstanten för reaktionen

H2(g) + I2(g) ↔2HI(g)

är 50,0 vid 450 oC.

Beräkna substansmängden vätejodid som är i jämvikt med 1,76 mol vätgas och 0,0200 mol jodgas vid 450 oC.

**4.9.** För jämvikten

2SO2(g) + O2(g) ↔2SO3(g)

är jämviktskonstanten 4,00 · 102 (mol/dm3)–1 vid en viss temperatur. Vilken koncentration har svavel­dioxiden vid jämvikt om koncentrationen av syrgas då är 8,0 · 10–3 mol/dm3 och av svaveltrioxid
4,0 · 10–4 mol/dm3?

**4.10.** För reaktionen

SO2(g) + NO2(g) ↔SO3(g) + NO(g)

är jämviktskonstanten 9,0 vid 700 oC. Man förde in 3,00 · 10–3 mol svaveldioxid och 3,00 · 10–3 mol kvävedioxid i en behållare på 1,00 dm3. Därefter fick jämvikt ställa in sig vid 700 oC. Vilken var substansmängden svaveltrioxid vid jämvikt?

**Koncentrationskvot Q**

**4.11.** I läroboken sidan 46 infördes storheten *Q*, koncentrationskvoten, och begreppet ”reaktion åt höger/ vänster”.

a) Definiera storheten *Q*.

b) Vad menas med att rektionen ” går åt vänster” ?

c) Redogör för sambandet mellan *Q*, *K* och vilket håll reaktionen går.

**4.12.** För jämvikten

H2(g) + I2(g) ↔2HI(g)

är *K* = 54 vid 425 oC.

Man för in de tre gaserna var för sig i en tom behållare så att

[H2] = [I2] = [HI] = 1,0 · 10–2 mol/dm3.

Temperaturen är 425 oC.

a) Vilket är värdet på koncentrationskvoten *Q*?

b) Är systemet i jämvikt vid de angivna koncentrationerna?

Om inte, åt vilket håll går nettoreaktionen?

**4.13.** Kväve och syre kan vid hög temperatur bilda bl.a. kvävemonoxid, NO. För jämvikten

N2(g) + O2(g) ↔2NO(g)

är *K* = 0,10 vid 2 000 oC.

Undersök om det råder jämvikt i följande blandningar som alla har volymen 2,9 dm3. Ange också åt vilket håll nettoreaktionen går om det inte är jämvikt i systemet.

a) 0,35 mol N2, 0,05 mol O2 och 0,10 mol NO

b) 0,40 mol N2, 0,0025 mol O2 och 0,010 mol NO

c) 0,40 mol N2 och 0,10 mol NO

**4.14.** Vattenånga reagerar med kolmonoxid under bildning av vätgas och koldioxid enligt reaktionsformeln

H2O(g) + CO(g) ↔H2(g) + CO2(g)

5,0 mol vattenånga och 4,0 mol kolmonoxid inför­des i ett tomt reaktionskärl med volymen 5,0 dm3. Blandningen upphettades till 1 000 oC som hölls konstant tills ämnenas koncentrationer inte längre ändrade sig. Då visade det sig att substansmängden koldioxid var 2,0 mol.

Beräkna

a) substansmängden vätgas vid jämvikt

b) substansmängden vattenånga vid jämvikt

c) jämviktskonstanten.

**4.17.** Jämviktskonstanten för den s.k. vattengas­jämvikten

CO2(g) + H2(g) ↔CO(g) + H2O(g)

är 0,53 vid 700 oC.

Man utgår från 18 kg vattenånga och 28 kg kolmon­oxid. Beräkna massan vätgas som bildats när jäm­vikt ställt in sig i systemet vid 700 oC.

**4.18.\*** När väte och jod upphettas till konstant temperatur i ett kärl ställer följande jämvikt in sig:

H2(g) + I2(g) ↔2HI(g)

Vid ett försök utgick man från 2,00 mol H2 och 1,00 mol I2. Vid jämvikt innehöll systemet
1,66 mol HI.

Beräkna substansmängden HI som skulle ha bildats under i övrigt samma betingelser om man utgått från 2,00 mol H2 och 2,00 mol I2.

**Facit Extrappgifter på Kemiskämvikt (inte jmv förskjutn)**

**4.6.** Jämviktsekvationen



*K* = 2,04 (mol/dm3)–2 ≈ **2,0 (mol/dm3)–2**

**4.7.** PCl5(g) ↔PCl3(g) + Cl2(g)

 PCl5 PCl3 Cl2

 Substansm.

 vid jämvikt

   mol

 Konc.

 vid jämvikt

   mol/dm3

Jämviktsekvationen



*K* = 0,0586 mol/dm3

***K*** **≈ 0,059 mol/dm3**

**4.8.** H2(g) + I2(g) ↔2HI(g)

Jämviktskonstanten *K* = 50,0. Volymen antas vara *V* dm3.

 H2 I2 HI

Substansmängd 1,76 0,0200 *x* mol

vid jämvikt

Konc. vid jämvikt 1,76/*V* 0,0200/*V* *x*/*V* mol/dm3

Jämviktsekvationen



Substansmängden vätejodid är **1,33 mol.**

**4.9.** 2SO2(g) + O2(g) ↔2SO3(g)

Jämviktskonstanten *K* = 4,0 · 102 (mol/dm3)–1.

 SO2 O2 SO3

Konc. vid jämvikt *x* 8,0 · 10–3 4,0 · 10–4 mol/dm3

Jämviktsekvationen

**

*x*2 = 5,0 · 10–8 ⇒ *x* = 2,24 · 10–4

**[SO2] = 2,2 · 10–4 mol/dm3**

**4.10.** Vi antar att *x* mol SO3 bildas. Volymen är 1,0 dm3.

Jämviktskonstanten *K* = 9,0.

 SO2 NO2  SO3 NO

Substansmängd 3,00 · 10–3 3,00 · 10–3 0 0 mol

från början

Substansmängd 3,00 · 10–3–*x* 3,00 · 10–3–*x* x *x* mol

vid jämvikt
Konc. vid 3,00 · 10–3–*x* 3,00 · 10–3–*x* *x* *x* mol/dm3jämvikt

Jämviktsekvationen



*x* = 2,25 · 10–3 Substansmängden SO3 var **2,2 · 10–3 mol.**

**4.11.** Systemet A + B ↔ C + D antas vara en gasjämvikt.

a) Oavsett om systemet är i jämvikt eller inte kan man skriva upp

följande uttryck för ämnenas koncentrationer:



Kvoten mellan produkterna [C] · [D] och [A] · [B] kallas för

koncentrationskvoten och betecknas *Q*. Om systemet är i jämvikt

är kvoten

*Q* lika med jämviktskonstanten *K*.

b) Nettoreaktionen är den reaktion som blir resultatet av de båda

 motsatta reaktionerna, alltså reaktionen →respektive ←. Vi antar att reaktionen → har hastigheten *v*1

och reaktionen ← hastigheten *v*2. Då går reaktionen åt samma håll

som den snabbaste reaktionen med en hastighet som är lika med

skillnaden mellan *v*1 och *v*2.

c) Om *q* = *K* är systemet i jämvikt.

Om *Q* < *K* går nettoreaktionen åt höger tills jämvikt har uppnåtts.

Om *Q > K* går nettoreaktionen åt vänster tills jämvikthar uppnåtts.



⇒ ***Q* = 1**

b) *K* = 54 och *Q* = 1. Systemet är inte i jämvikt.

Eftersom *Q* < *K* går nettoreaktionen åt höger tills jämvikt ställt in sig.



a) N2 O2 NO





*Q* = 0,56 och *K* = 0,10. Det är inte jämvikt i systemet.

Eftersom *Q* > *K* går nettoreaktionen åt vänster.

b) [N2] = 0,138 mol/dm3, [O2] = 0,000862 mol/dm3,
[NO] = 0,00345 mol/dm3



*Q* = 0,10 = *K*. Systemet är i jämvikt.

c) Syre saknas. Därför kan det inte råda jämvikt.

Nettoreaktionen går åt vänster.

**4.14.** Jämvikten: H2O + CO(g) ↔H2(g) + CO2(g)

1 mol H2O ⇔ 1 mol CO ⇔ 1 mol H2 ⇔ 1 mol CO2

 H2O CO H2 CO2

Substansmängd från början 5,0 4,0 0 0 mol

 ” vid jämvikt 5,0–2,0 4,0–2,0 2,0 2,0 mol

a) *n*(H2) = **2,0 mol**

b) *n*(H2O) = **3,0 mol**

c) H2O CO H2 CO2

Konc. 3,0/5,0 2,0/5,0 2,0/5,0 2,0/5,0 mol/dm3

vid jämvikt = 0,60 = 0,40 = 0,40 = 0,40 mol/dm3

Jämviktsekvationen:

**

 ⇒ ***K* = 0,67**

**4.17.** CO2(g) + H2(g) ↔CO(g) + H2O(g)

1 mol CO2 ⇔ 1 mol H2 ⇔ 1 mol CO ⇔ 1 mol H2O

Från början

*n*(H2O) = *m* / *M* = 18 kg / 18,0 kg · kmol–1 = 1,0 kmol

*n*(CO) = *m* / *M* = 1,0 kmol

Vi antar att volymen är *V* dm3.

 CO2 H2 CO H2O

Substansmängd 0 0 1,0 1,0 kmol

från början

Substansmängd *x* *x* 1,0–*x* 1,0–*x* kmol

vid jämvikt

Konc. vid jämvikt *x*/*V* *x*/*V* (1,0–*x*)/*V* (1,0–*x*)/*V* kmol/dm3

Jämviktsekvationen



 Vi drar roten ur båda leden



Det har alltså bildats 0,58 kmol vätgas.

*m*(H2) = *M* · *n* = 2,0 kg · kmol–1 · 0,58 kmol = 1,16 kg ≈ **1,2 kg**

**4.18.** H2(g) + I2(g) ↔2HI(g)

1 mol H2 ⇔ 1 mol I2 ⇔ 2 mol HI

Vi räknar först ut jämviktskonstanten. Volymen antas vara *V* dm3.

 H2 I2 HI

Substansmängd 2,00 1,00 0 mol

från början

Substansmängd 2,00–0,83 1,00–0,83 1,66 mol

vid jämvikt = 1,17 = 0,17 1,66 mol

Konc. vid jämvikt 1,17/*V* 0,17 /*V* 1,66/*V* mol/dm3

Jämviktsekvationen



*K* = 13,85 ≈ 13,9

Om man i stället haft 2,00 mol H2 och 2,00 mol I2:

 1 mol H2 ⇔ 1 mol I2 ⇔ 2 mol HI

 H2 I2 HI

Substansmängd 2,00 2,00 0 mol

från början

Substansmängd 2,00–0,5*x* 2,00–0,5*x* *x* mol

vid jämvikt

Konc. vid (2,00–0,5*x*)/*V* (2,00–0,5*x*)/*V* *x*/*V* mol/dm3

jämvikt

Jämviktsekvationen



Rotutdragning ger



Det skulle ha bildats **2,60 mol HI.**