

Kemisk jämvikt

Kap 3

Vilken info ger en reaktionsformel?

- En reaktionsformel säger
 - *vilka ämnen* som reagerar,
 - vilka som bildas
 - samt *förhållandena* mellan ämnen som reagerar/bildas

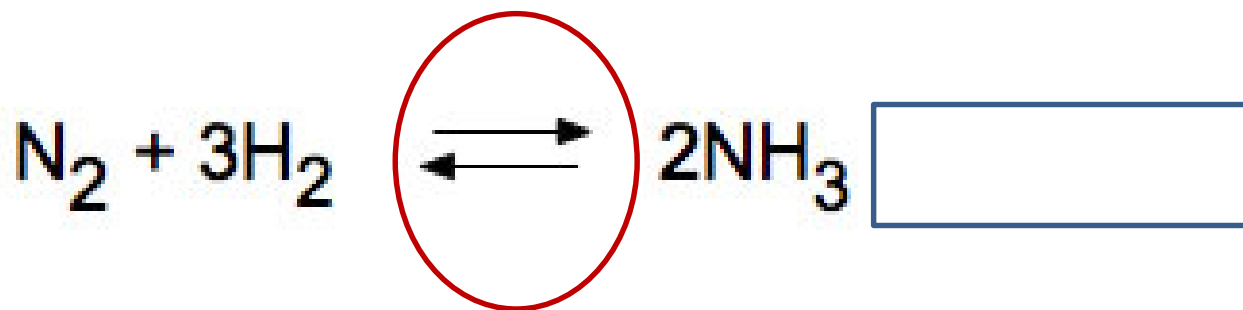


- En reaktionsformel säger *inte hur mycket* som reagerar/bildas

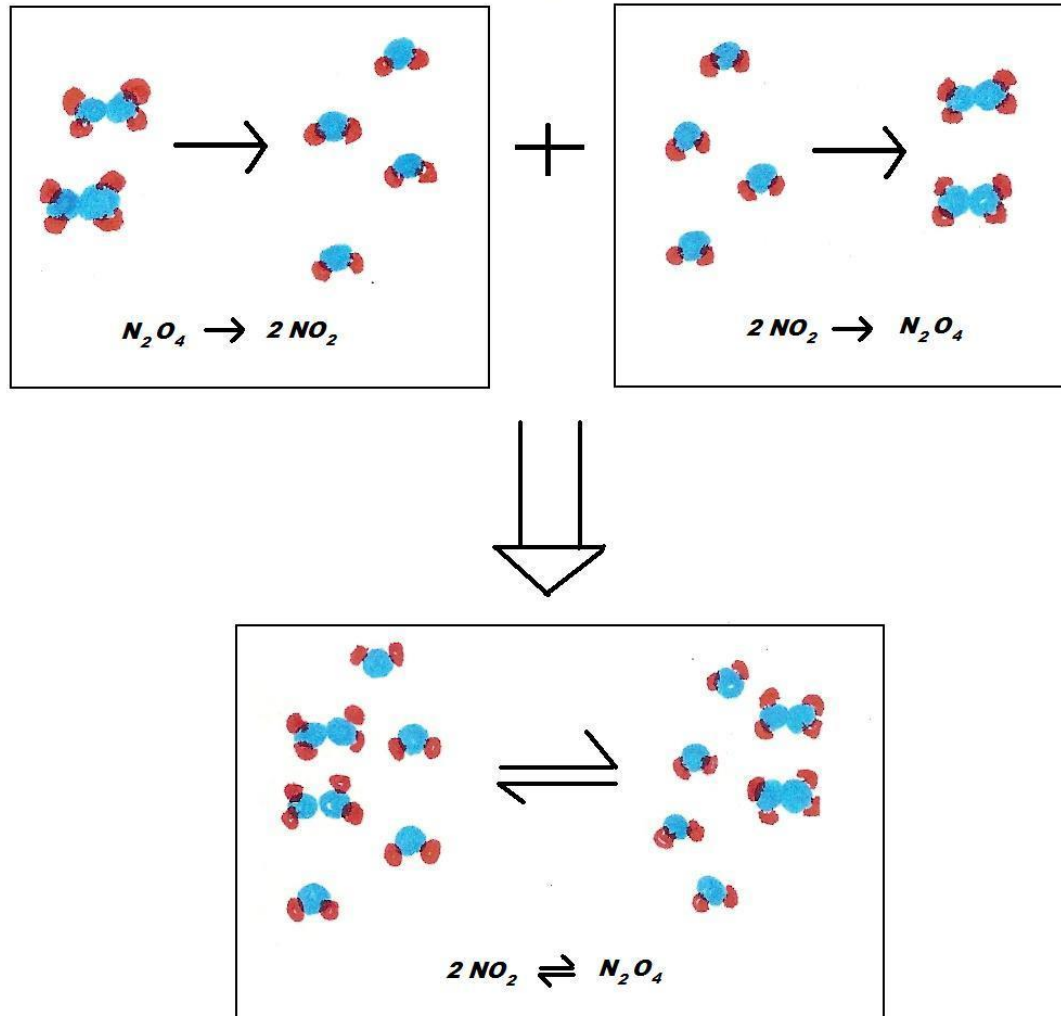
Reaktionerna är reversibel.

Reaktionen kan gå åt båda hållen

Visas med en *dubbel pil*.

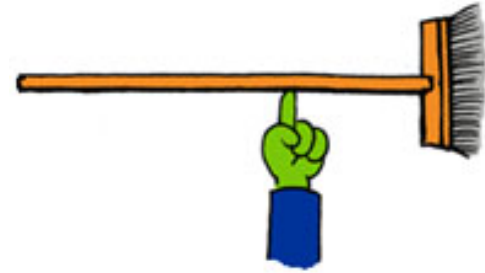


Reversibel reaktion - reaktionen kan gå åt båda hållen



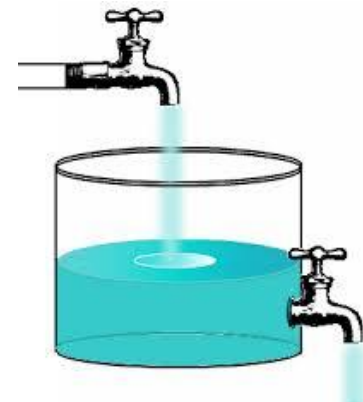
Jämvikter

Statisk jämvikt

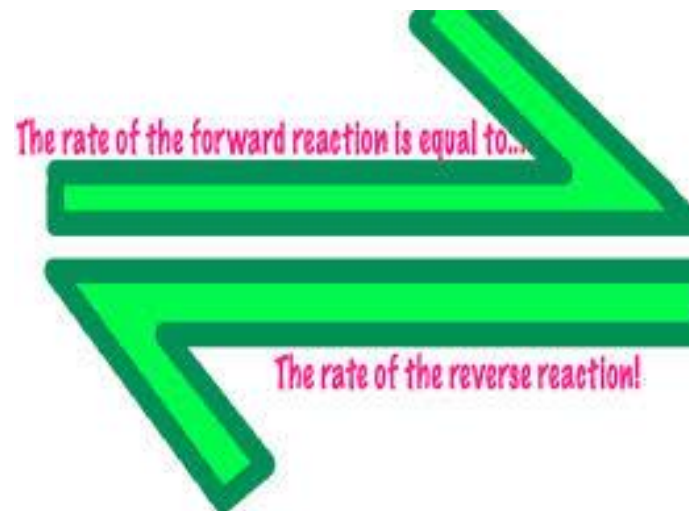
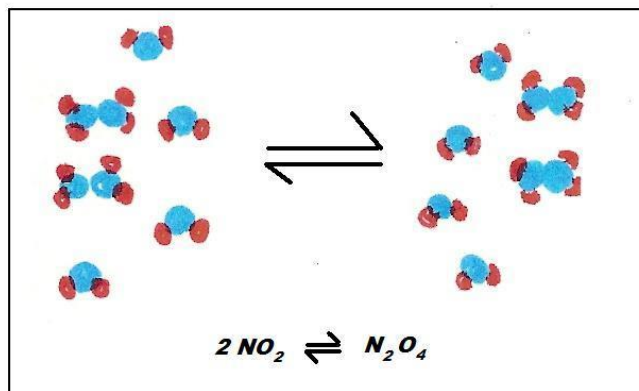
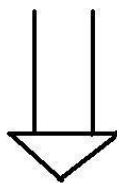
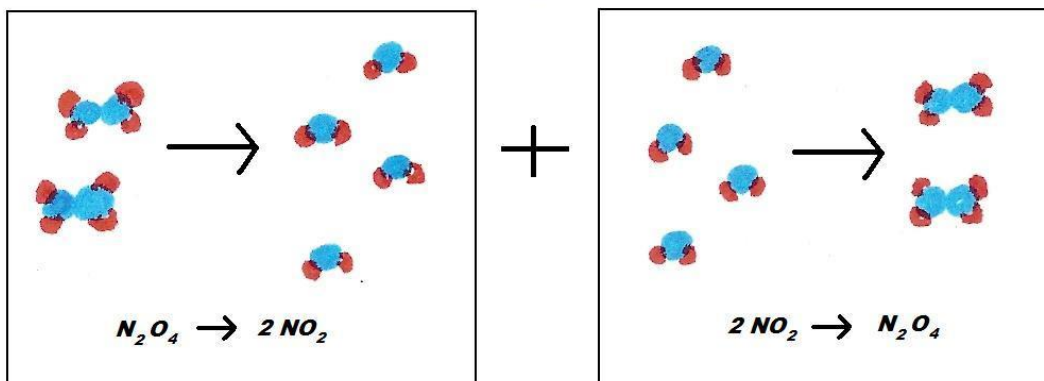


Dynamisk jämvikt

Balanstillstånd där två motverkande processer sker med samma hastighet



Många kemiska reaktioner är *dynamiska jämvikter*.



The rate of the forward reaction is equal to...

The rate of the reverse reaction!

Dynamisk jämvikt – ett exempel



Vatten förångas
respektive kondenserar
hela tiden

Det sker förändringar
men...

vattenvolymen är
konstant, ändras inte.

→ en dynamisk jämvikt

Dynamisk jämvikt

- https://www.youtube.com/watch?v=JsoawKg_uU6A (vatten o handduk)

Demo dynamisk jämvikt

Modell : "akvarieanalogin"

YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=C5jDmG4nVV8>

<https://www.youtube.com/watch?v=dUMmoPdwBy4>

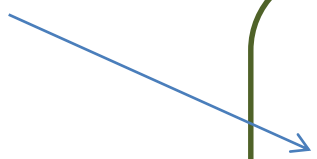
(TedEd)

En kemisk reaktion som är ett exempel på dynamisk jämvikt

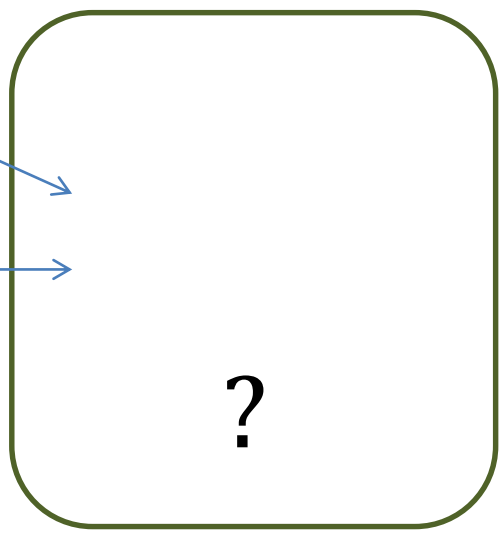


1. Vätgas och kvävgas blandas i en behållare (reaktionskärl)

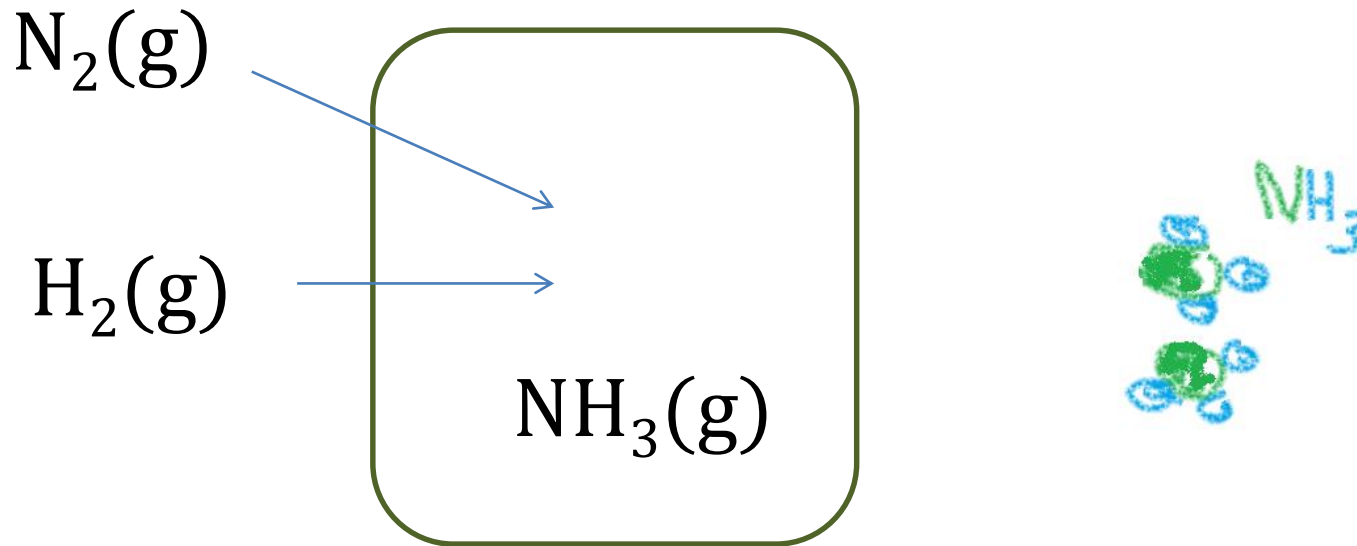
- $N_2(g)$



- $H_2(g)$



2. Kväve reagerar med väte till ammoniak



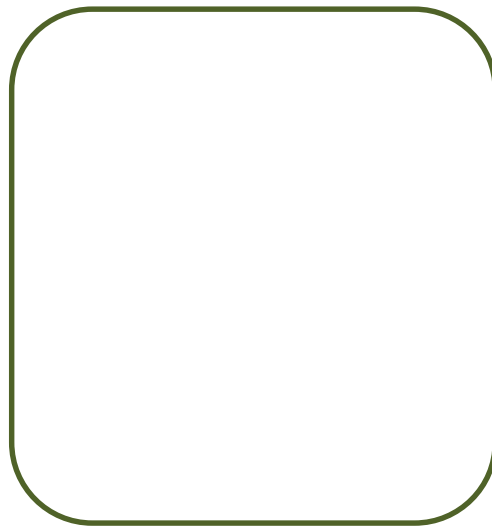
men....reaktionen är reversibel*

(*reaktionen kan ske åt andra hållet dvs ammoniak kan sönderdelas)



Efter det att reaktionen har startat..

- Vilka reaktioner sker i behållaren?
- Vilka ämnen finns i behållaren ?

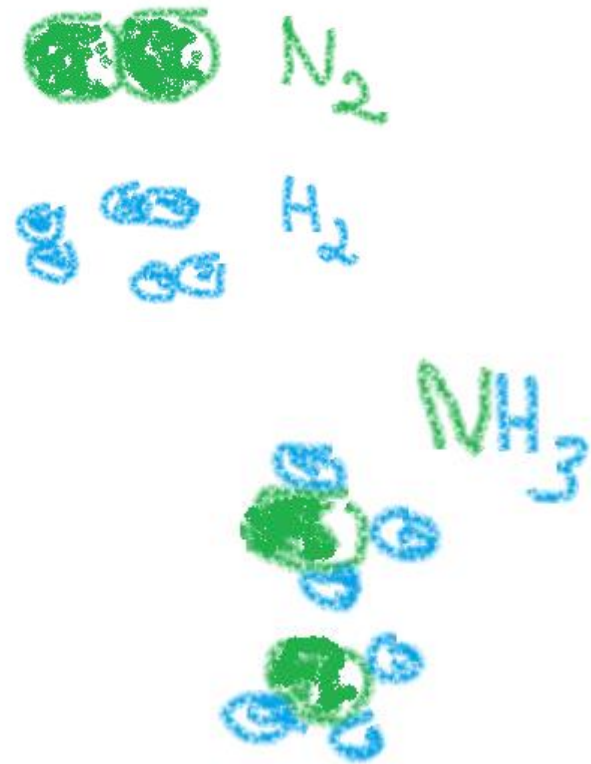


Ämnen i reaktionskärlet ...

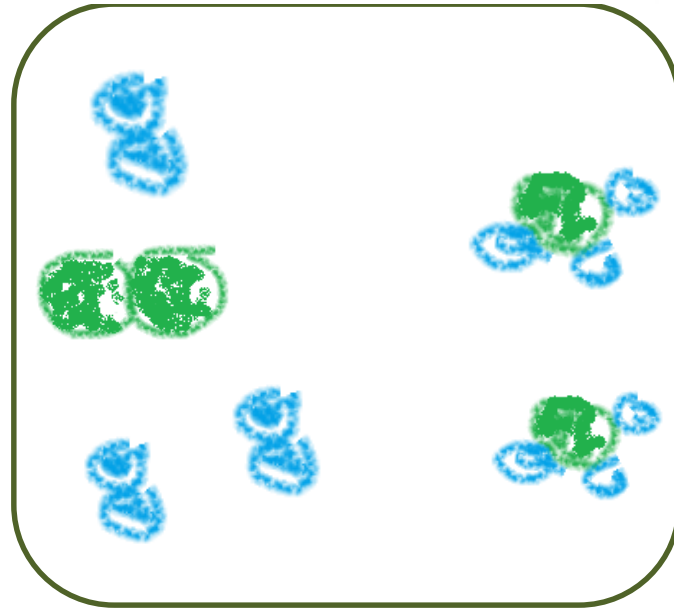
Före reaktion startat



Efter reaktionen startat

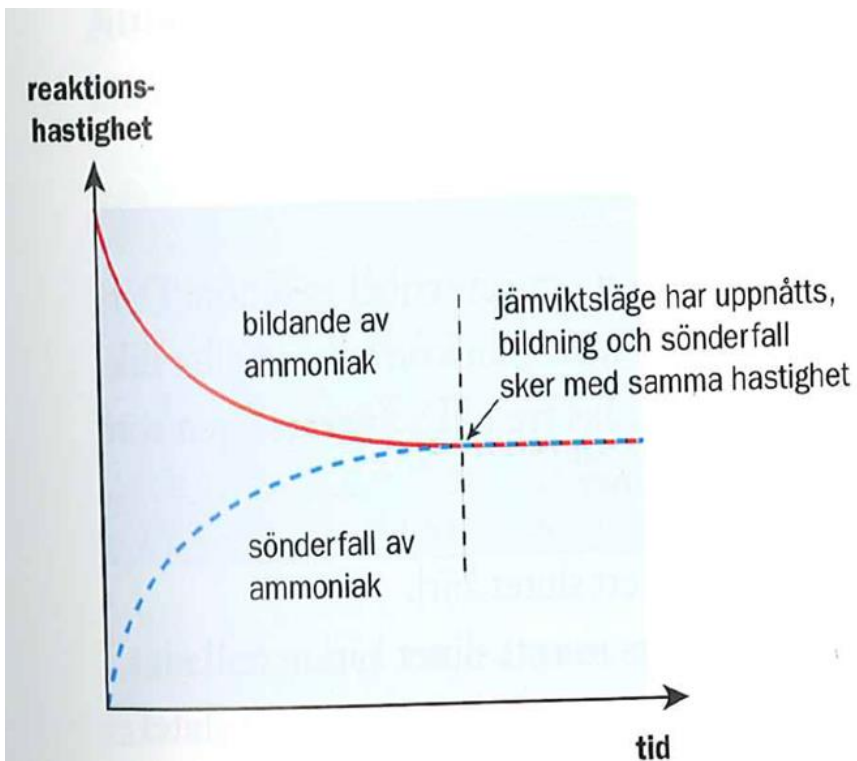


Ammoniakmolekyler bildas och sönderdelas
hela tiden.....



...tillslut uppnås ett *jämviktsläge* .

→ koncentrationen av ammoniak ändras inte

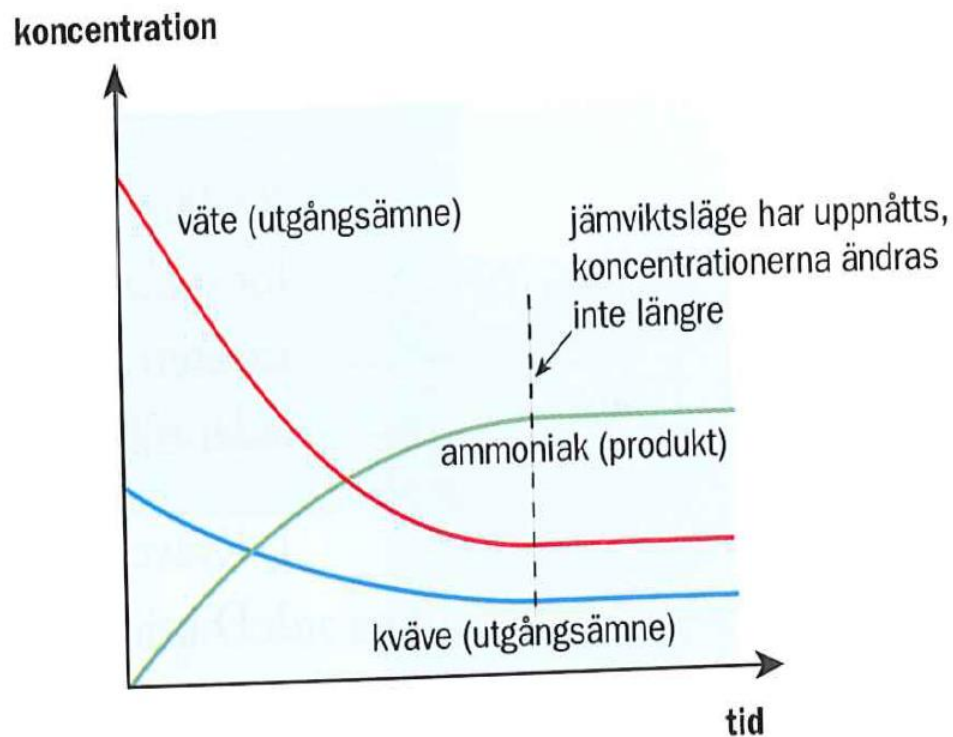


När reaktionshastigheterna är lika stora råder kemisk jämvikt i reaktionskärlet.



Kemisk jämvikt i reaktionskärlet

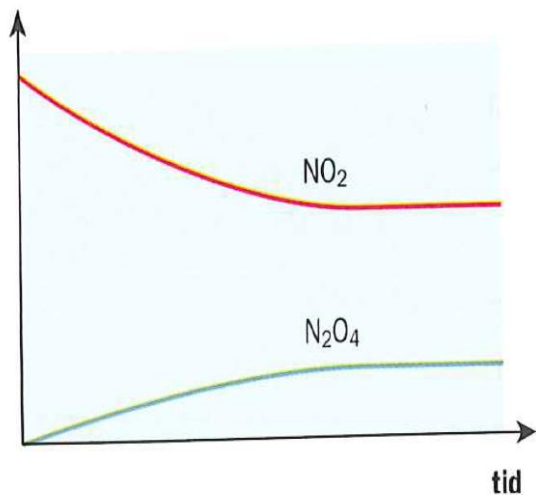
Koncentrationen av ämnena (H_2 , N_2 , NH_3) i reaktionskärlet vid olika tidpunkter efter starten (då gaserna sprutades in)



I början ändras koncentrationerna av väte, kväve och ammoniak. När jämviktsläget uppnås ändras koncentrationerna inte längre.

Titta på reaktionen $2 \text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 (\text{g})$
och tre olika experiment

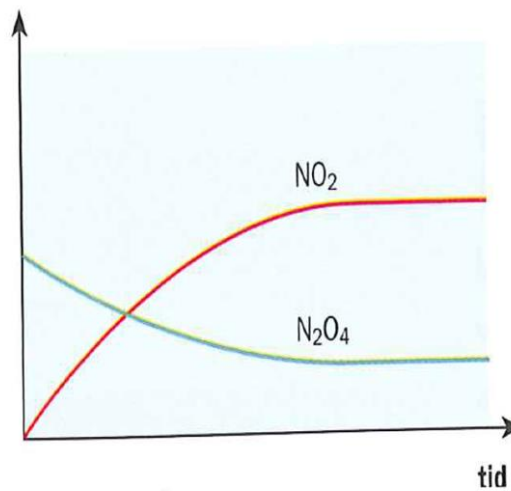
koncentration



Experiment 1.

Kvävedioxid, NO_2 , förs in i ett kärl.
I början är $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0 \text{ mol/dm}^3$.

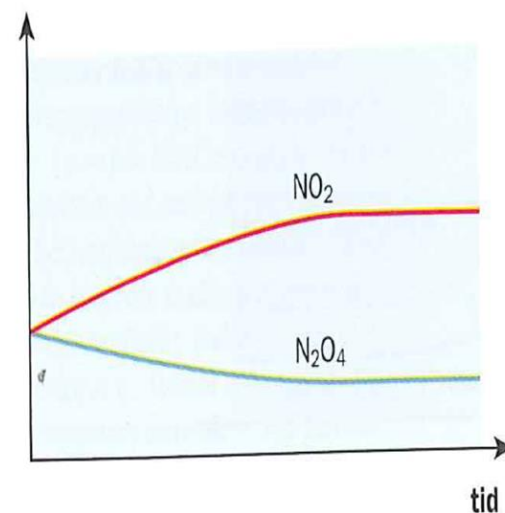
koncentration



Experiment 2.

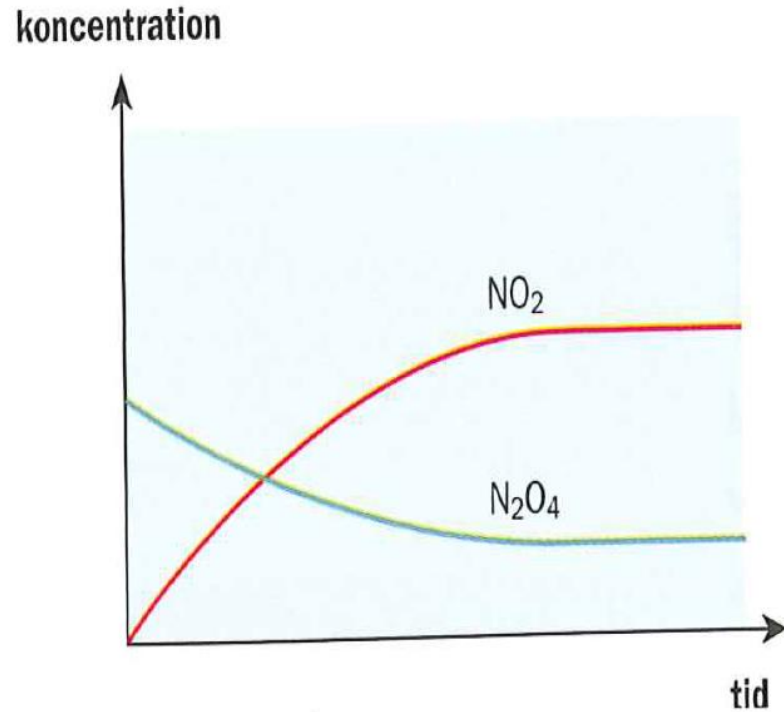
Dikvävetetraoxid, $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, förs in i ett kärl.
I början är $[\text{NO}_2] = 0 \text{ mol/dm}^3$.

koncentration



Experiment 3.

Vid start är $[\text{NO}_2] = [\text{N}_2\text{O}_4]$.

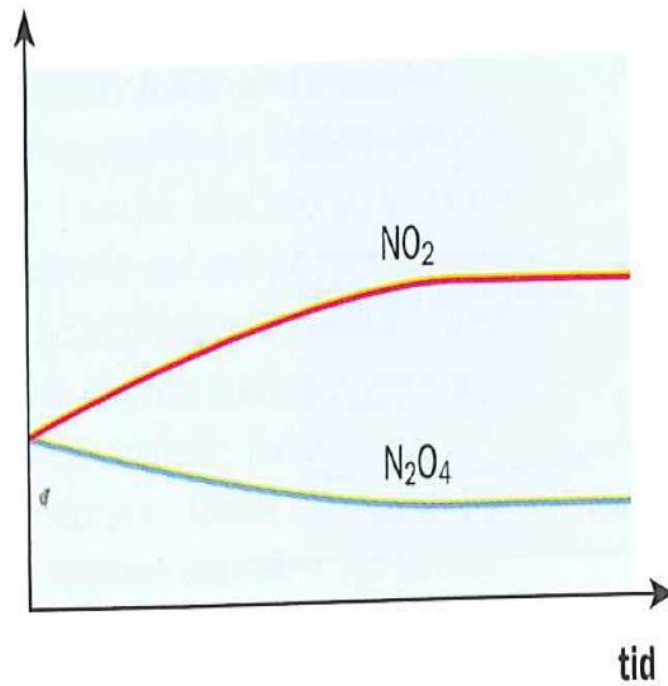


Experiment 2.

Dikvävetetraoxid, $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, förs in i ett kärl.

I början är $[\text{NO}_2] = 0 \text{ mol/dm}^3$.

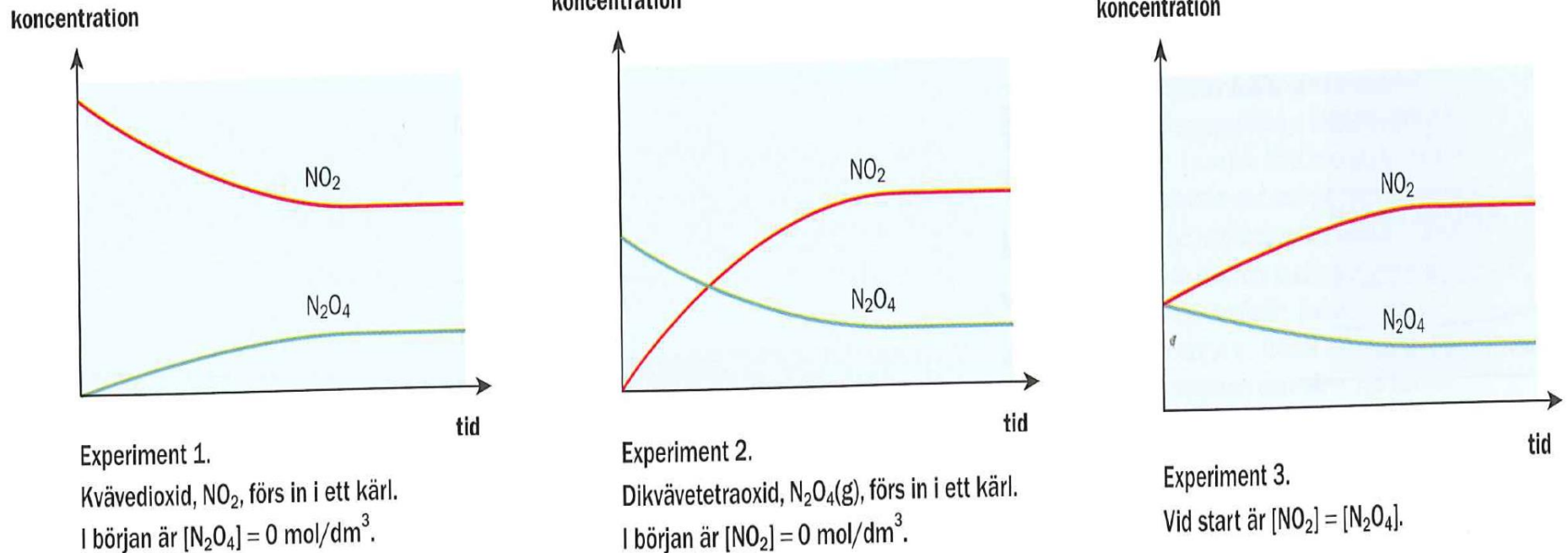
koncentration



Experiment 3.

Vid start är $[\text{NO}_2] = [\text{N}_2\text{O}_4]$.

Samma jämviktsläge, koncentration av ämnen, uppnås oberoende av vilket ämne man startar med i behållaren!



Det måste finnas ett samband, ett matematiskt samband..... 😊

- När ett "system" , reaktion, är i jämvikt ändras inte koncentrationerna
- Förhållandet mellan ämnens koncentrationer är *konstant (K)* då jämvikten "*ställt in sig*".
- Sambandet mellan ämnens koncentrationer och konstanten kallas för *jämviktsekvationen*

Jämviktsekvationen

(Guldberg-Waages lag, massverkans lag)

Betrakta följande system (reaktion): $A + B \leftrightarrow C + D$

När det nått jämvikt, är koncentrationerna $[A]$, $[B]$, $[C]$ och $[D]$ konstanta

Följande samband gäller vid jämvikt:

$[produkt] / [reaktant] = \text{konstant}$

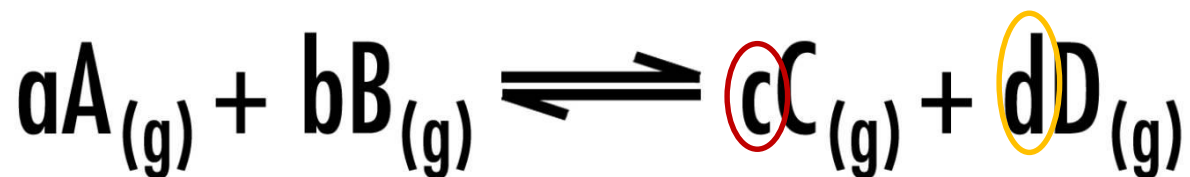
och uttryckt matematiskt: $[C] \times [D] / [A] \times [B] = K$

Detta är jämviktsekvationen för reaktionen $A + B \leftrightarrow C + D$

Konstanten, K , kallas för jämvikts konstanten

The Equilibrium Constant, K_c

Equilibrium constant

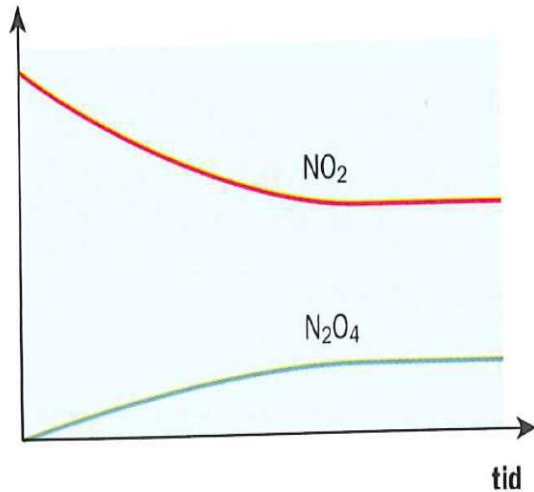


$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$



Hur ser jämviktsekvationen ut för denna reaktion?

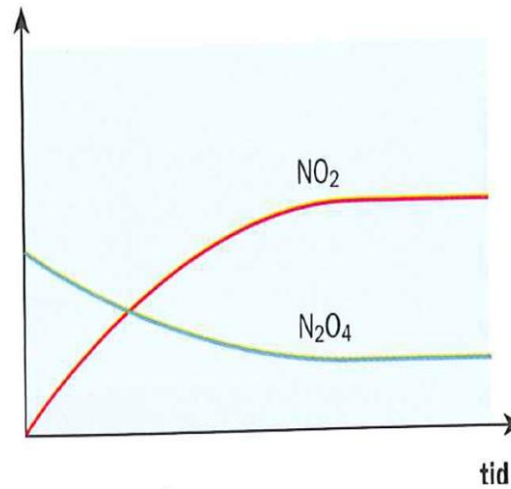
koncentration



Experiment 1.

Kvävedioxid, NO₂, förs in i ett kärl.
I början är [N₂O₄] = 0 mol/dm³.

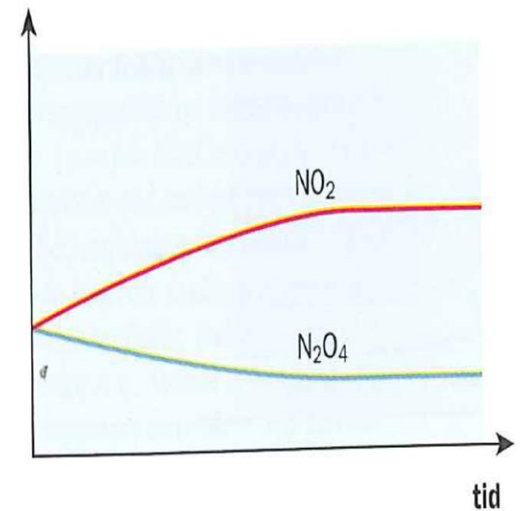
koncentration



Experiment 2.

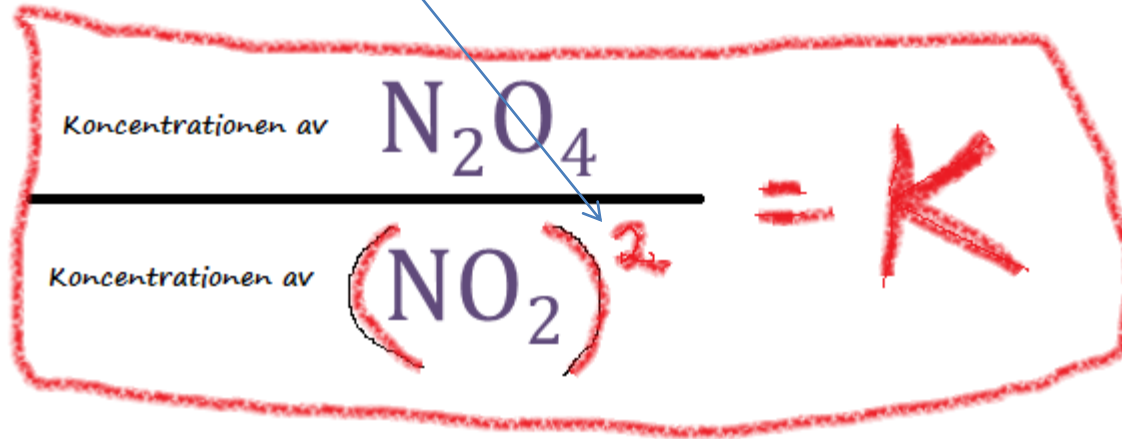
Dikvävetetraoxid, N₂O₄(g), förs in i ett kärl.
I början är [NO₂] = 0 mol/dm³.

koncentration



Experiment 3.

Vid start är [NO₂] = [N₂O₄].



Ett annat exempel/reaktion : $\text{H}_2 + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$

K (konstant)

Uppmätta mängder reaktanter/produkter i tre olika experiment

SUBSTANSMÄNGD I %					
Experiment	H ₂	CO ₂	H ₂ O	CO	$[\text{H}_2\text{O}] \cdot [\text{CO}] / [\text{H}_2] \cdot [\text{CO}_2]$
1	80,52	0,69	9,4	9,4	
2	46,93	7,15	22,96	22,96	
3	22,85	21,44	27,86	27,86	
4	12,68	34,43	26,43	26,43	

Jämviktsuttrycket/
jämviktsekvationen

SUBSTANSMÄNGD I %

Experiment	H ₂	CO ₂	H ₂ O	CO	$\frac{[\text{H}_2\text{O}] \cdot [\text{CO}]}{[\text{H}_2] \cdot [\text{CO}_2]}$
1	80,52	0,69	9,4	9,4	1,59
2	46,93	7,15	22,96	22,96	1,57
3	22,85	21,44	27,86	27,86	1,58
4	12,68	34,43	26,43	26,43	1,60

Hur ser jämviktsuttrycket (jämviktsekvationen) ut för reaktionen :





Jämviktskonstanten ger information om förhållandet mellan koncentrationen av reaktanter och koncentrationen av produkter.

Vad är det för skillnad om $K > 1$ jämfört med om $K < 1$?

$K > 1$ mer produkt
 $K < 1$ mer reaktant

$$\frac{\text{Koncentrationen av } \text{N}_2\text{O}_4}{\text{Koncentrationen av } (\text{NO}_2)^2} = K$$

Jämviktskonstanten *varierar med temperaturen*.

- *Ett visst värde på K gäller bara vid en viss temperatur.*
- *Enheten för jämviktskonstanten kan variera*

$$\text{Enhet: } \frac{\left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}{\frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = \frac{\cancel{\left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}}{\cancel{\left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}} = \text{enhetslös}$$

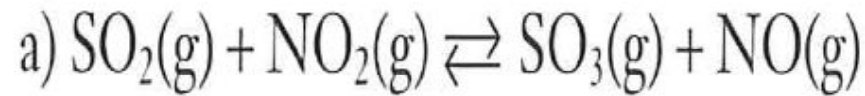
- Exempel sid 43

1. Svaveldioxid och kvävedioxid får reagera med varandra i ett slutet kärl. Det bildas svaveltrioxid och kvävemoxid. Efter en tid befinner sig systemet i dynamisk jämvikt. $K = 9,0$ vid $700\text{ }^\circ\text{C}$.

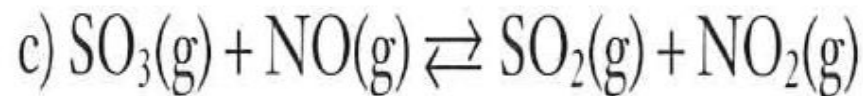
a) Skriv formeln för reaktionen.

b) Teckna jämviktsekvationen för reaktionen.

c) Vad blir K om reaktionen i stället skrivs omvänt?



$$\text{b) } K = \frac{[\text{SO}_3] \cdot [\text{NO}]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = 9,0$$



$$K = \frac{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]}{[\text{SO}_3] \cdot [\text{NO}]} = \frac{1}{9,0}$$

- Läs s37-44
- Uppgifter sid 76

3:1-3:4

3:5-3:6

Läxa!?

Är reaktionen/systemet i jämvikt eller inte....

Koncentrationskvot (Q) – ett sätt att undersöka

Om man inte vet om systemet (reaktionen) är i jämvikt räknar man ut Q och jämför med värdet på K.

$Q = K$ jämvikt

$Q < K$ eller $Q > K$ inte jämvikt

Ex 3 sid 45

3. I en behållare som rymmer $3,0 \text{ dm}^3$ finns $0,60 \text{ mol H}_2(\text{g})$, $0,60 \text{ mol I}_2(\text{g})$ och $1,50 \text{ mol HI}(\text{g})$. Jämviktskonstanten för reaktionen, när HI bildas ur grundämnena, är 49 vid $450 \text{ }^\circ\text{C}$. Har jämvikt hunnit inställa sig i systemet eller inte?

Reaktionsformeln är $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$.

....ex 3 sid 45

Lösning

Först beräknas koncentrationerna av väte, jod och vätejodid och därefter koncentrationskvoten Q .

$$[\text{H}_2] = \frac{0,60 \text{ mol}}{3,0 \text{ dm}^3} = 0,20 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{I}_2] = \frac{0,60 \text{ mol}}{3,0 \text{ dm}^3} = 0,20 \text{ mol/dm}^3$$

Ex 3 sid 45

$$[\text{HI}] = \frac{1,50 \text{ mol}}{3,0 \text{ dm}^3} = 0,50 \text{ mol/dm}^3$$

$$Q = \frac{(0,50 \text{ mol/dm}^3)^2}{0,20 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,20 \text{ mol/dm}^3} = 6,25$$

$Q = 6,25$. Eftersom $K = 49$,

- Jämvikt? Har reaktionen ställt in sig?
- Ingen jämvikt, $Q < K$
- Vart är reaktionen på väg?
- Reaktionen "på väg" åt höger

Läs/Uppgifter:

s37-44

3:1-3:6

Läs ev. sid 44-45

- Uppgift 3:7-3:8
- Extrauppgifter hemsidan: "övningsuppgifter kemisk jämvikt" 4.6-4.7; 4.11-4.13

Beräkning av koncentrationen av ämnen vid jämvikt

Jämviktskonstanten (K) för en reaktion kan användas för att räkna ut hur mycket av olika ämnen som finns i ett kärl vid jämvikt.

Ex 4 sid 46

4. I ett slutet kärl med volymen $1,00 \text{ dm}^3$ får $2,00 \cdot 10^{-3}$ mol svavel-dioxid och $2,00 \cdot 10^{-3}$ mol kvävedioxid reagera med varandra. Det bildas kvävemoxid och svaveltrioxid enligt reaktionsformeln

$\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$. $K = 9,0$ vid $700 \text{ }^\circ\text{C}$. Beräkna substansmängden kvävemoxid vid jämvikt.

Ex 4 sid 46 forts.

Gör en tabell!

	SO_2	+	NO_2	\rightleftharpoons	SO_3	+	NO
Substansmängd före jämvikt n/mol	$2,00 \cdot 10^{-3}$		$2,00 \cdot 10^{-3}$		0		0
Förändring av substansmängd n/mol	$-x$		$-x$		x		x
Substansmängd vid jämvikt n/mol	$2,00 \cdot 10^{-3} - x$		$2,00 \cdot 10^{-3} - x$		x		x
Koncentration vid jämvikt $c/(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})$	$(2,00 \cdot 10^{-3} - x)/1,00$		$(2,00 \cdot 10^{-3} - x)/1,00$		$x/1,00$		$x/1,00$

Ex 4 sid 46 forts.

Koncentrationerna sätts in i jämviktsekvationen.

$$K = \frac{[\text{SO}_3] \cdot [\text{NO}]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]}$$

$$K = \frac{\frac{x \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3} \cdot \frac{x \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3}}{\frac{(2,00 \cdot 10^{-3} - x) \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3} \cdot \frac{(2,00 \cdot 10^{-3} - x) \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3}}$$

$$K = 9,0 \text{ ger}$$

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

Ex 4 sid 46 forts •

Matte!

Ekvationen löses enklast genom att dra roten ur båda leden.

$$x_1 = 1,5 \cdot 10^{-3}, x_2 = 3,0 \cdot 10^{-3}$$

x_2 är orimlig eftersom $3,0 \cdot 10^{-3}$ mol är mer än $2,0 \cdot 10^{-3}$ mol. Det kan inte bildas mer kvävemonoxid än den kvävedioxid som fanns från början. x_2 förkastas därför. $x = 1,5 \cdot 10^{-3}$ är ett rimligt resultat.

Ex 5 sid 47

5. I en behållare som rymmer $3,0 \text{ dm}^3$ blandas $0,60 \text{ mol H}_2(\text{g})$, $0,60 \text{ mol I}_2(\text{g})$ och $1,50 \text{ mol HI}(\text{g})$. Jämviktskonstanten för reaktionen när HI bildas ur grundämnena är $K = 49$ vid $450 \text{ }^\circ\text{C}$. Beräkna substansmängden av respektive ämne när jämvikt har inträtt.

Reaktionsformeln är $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$

Ex 5 sid 47 forts.

Gör en tabell!

	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI
Substansmängd före jämvikt n/mol	0,60		0,60		1,50
Förändring av substansmängd n/mol	$-x$		$-x$		$+2x$
Substansmängd vid jämvikt n/mol	$0,60 - x$		$0,60 - x$		$1,50 + 2x$
Koncentration vid jämvikt $c/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	$\frac{0,60 - x}{3,0}$		$\frac{0,60 - x}{3,0}$		$\frac{1,50 + 2x}{3,0}$

Ex 5 sid 47 forts.

Dessa värden sätts in i jämviktsekvationen.

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

$$K = \frac{\left(\frac{1,50 + 2x}{3,0} \text{ mol/dm}^3 \right)^2}{\frac{0,60 - x}{3,0} \text{ mol/dm}^3 \cdot \frac{0,60 - x}{3,0} \text{ mol/dm}^3}$$

$$K = 49 \text{ ger } 49 = \frac{\left(\frac{1,50 + 2x}{3,0} \right)^2}{\left(\frac{0,60 - x}{3,0} \right)^2}$$

Det blir då en andragradsekvation. Ekvationen löses dra roten ur båda leden.

$$\frac{\frac{1,50 + 2x}{3,0}}{\frac{0,60 - x}{3,0}} = \pm \sqrt{49} \quad \Rightarrow \quad \frac{1,50 + 2x}{3,0} \cdot \frac{3,0}{0,60 - x} = \pm 7$$

$$x_1 = 0,30 \quad x_2 = 1,14$$

Ex 5 sid 47 forts.

x_2 är orimlig eftersom 1,14 mol är mer än 0,60 mol. brukas mer väte eller jod än det fanns från början. R därför.

$x = 0,30$ är däremot ett rimligt resultat och ger

$$n(\text{H}_2) = (0,60 - 0,30) \text{ mol} = 0,30 \text{ mol},$$

$$n(\text{I}_2) = (0,60 - 0,30) \text{ mol} = 0,30 \text{ mol och}$$

$$n(\text{HI}) = (1,50 + 2 \cdot 0,30) \text{ mol} = 2,10 \text{ mol}$$

Läs/Uppgifter (s77):

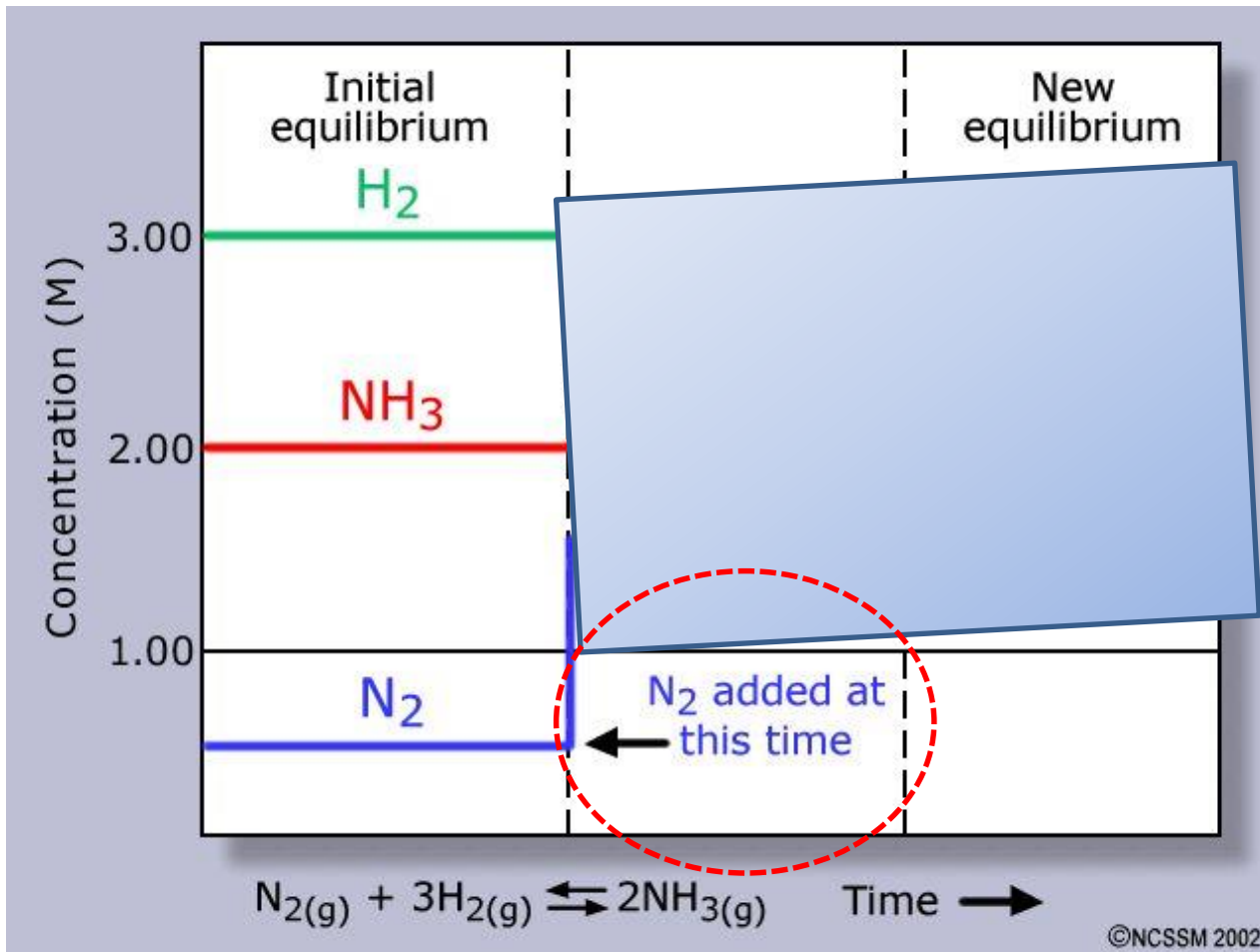
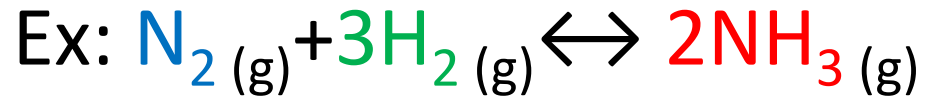
s46-47

1. 3:9-3:11

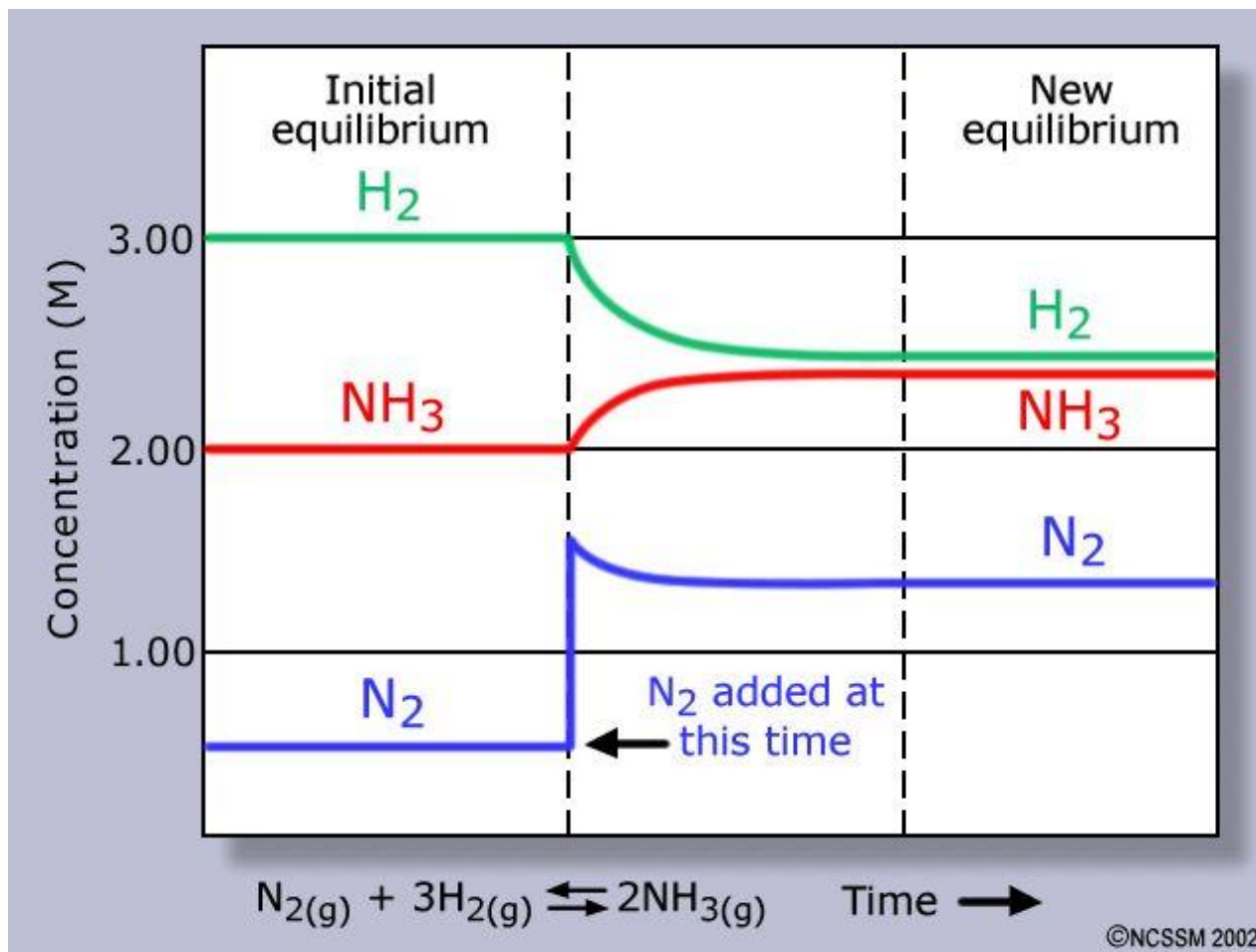
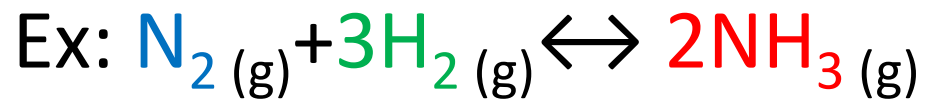
- 3:1-3:4
- 3:5-3:8

2. Övningsuppgifter (fil på hemsidan)

- 4.6-4.7, 4.11-4.13
- 4:8-4:10, 4.14, 4.17-4.18



? Hur ser
det ut
ungefär.
Rita en ny
graf



Förskjutning av jämviktsläget

→ *En förändring av sammansättningen* av ämnen i en jämviktsreaktion

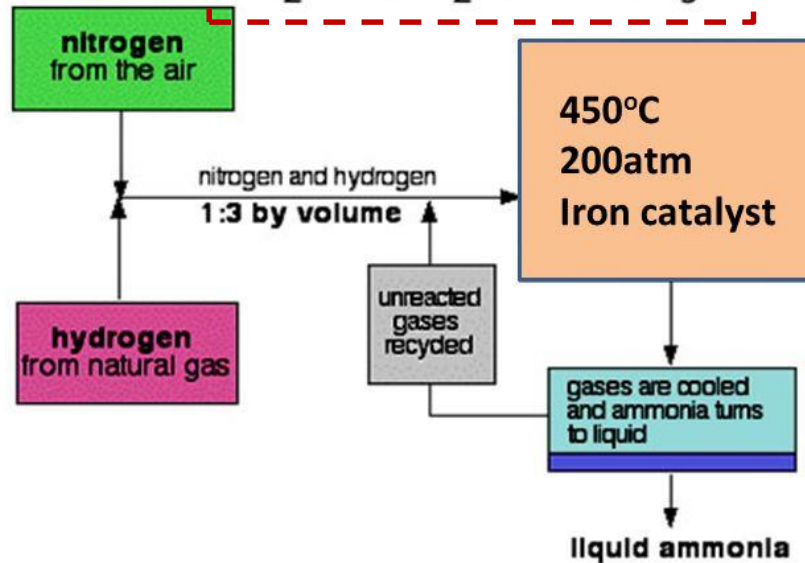
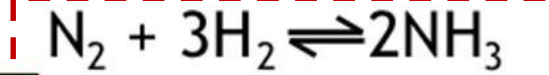
Kan en jämvikt påverkas så att ett jämviktsläge förändras?

Inom industrin kan det tex vara intressant att få ut så mkt produkt som möjligt

dvs att få jämvikten att förskjutas åt höger.

Ex på en industriell jämviktsreaktion

Making ammonia The Haber process

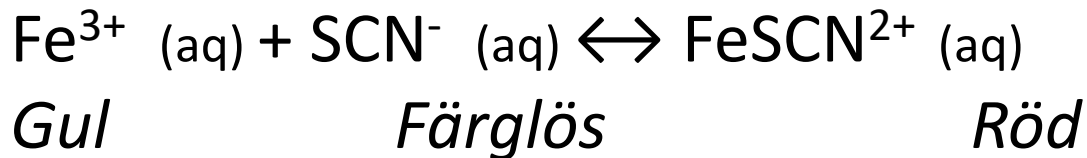


Tre faktorer kan påverka jämviktens läge:

1. Koncentrationerna av de ingående ämnena
2. Trycket
3. Temperaturen

1. Jämviktsförskjutning pga koncentrationsändring

Laborationen:



Vad händer om Fe^{3+} tillsätts ?

Jmv förskjuts åt höger

Vad händer om SCN^{-} tillsätts ?

Jmv förskjuts åt höger

Vad händer om Fe^{3+} plockas bort ?

Jmv förskjuts åt vänster

Förskjutning av jämvikt - samband

”Om man gör en förändring i ett system som befinner sig i jämvikt, kommer läget av *jämvikten att förskjutas så att ändringen motverkas*”

Le Chateliers princip (1800-talet)

2. Jämviktsförskjutning pga *tryckändring*

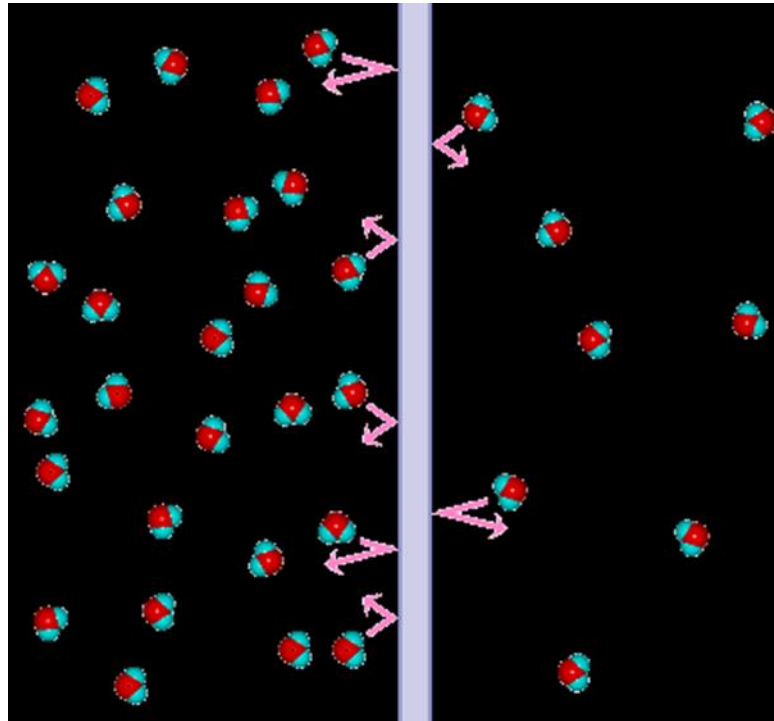
Allmänna gaslagen:

$$pV = nRT$$

- p = gasens tryck (i Pa)
- V = gasens *volym* (i m^3)
- n = *substansmängd* (i mol)
- R = gaskonstanten ($8,3145 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$)
- T = absoluta *temperaturen* (i Kelvin).

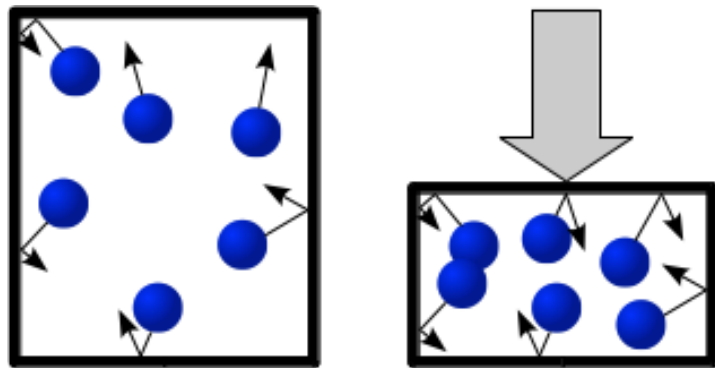
Gastryck

”partiklarnas krockar med kärlets väggar”

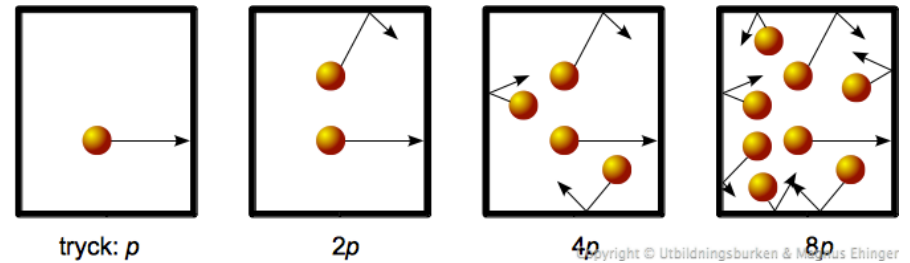


Gastrycket (p) påverkas av:
mängd partiklar och volymen på kärlet

$$p = nRT/V$$



p Copyright © Utbildningsburken & Magnus Ehinger



p = trycket (gastrycket, krockar mot kärlets väggar)

Vid samma tryck/temp har olika gaser ungefär samma *molvolym*.

(*molvolym* = volymen av en mol gaspartiklar)

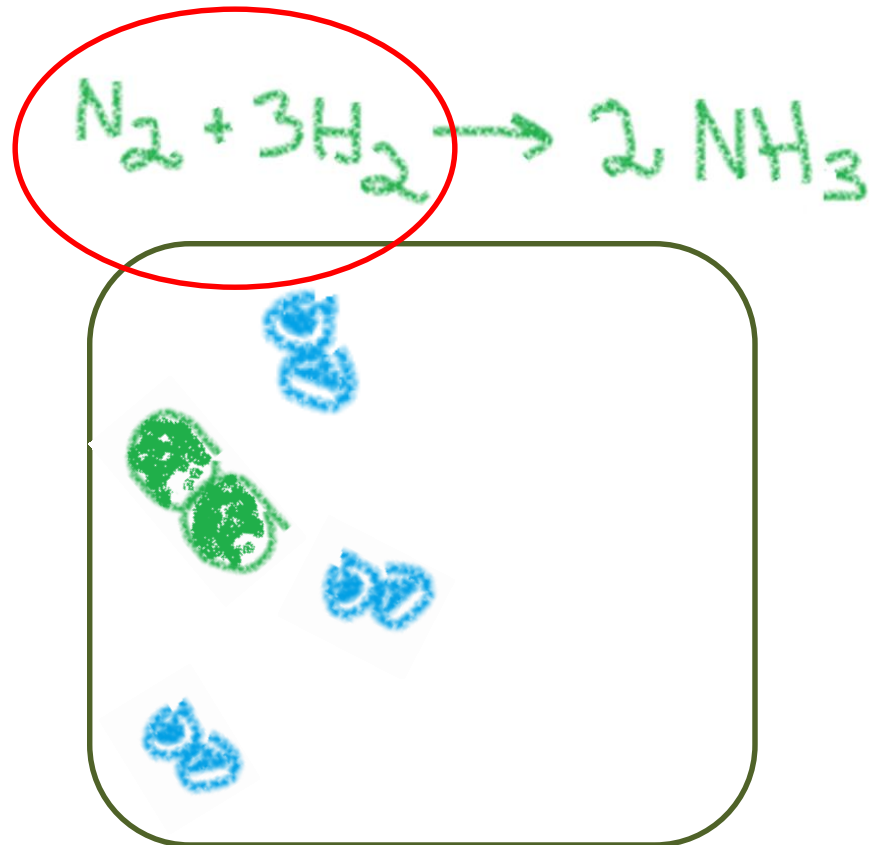


Vad händer med
gasblandningens volym när
ammoniak bildas?

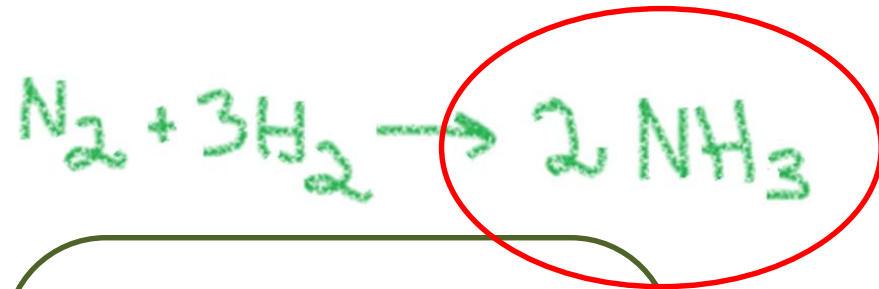
Vad händer med trycket?

Vid 25°C är jämvikten starkt
förskjuten åt höger ($K = 6,4 \times 10^2$)

Innan jmv ställt in sig:
4 mol gas (1 mol N_2 , 3 mol H_2)



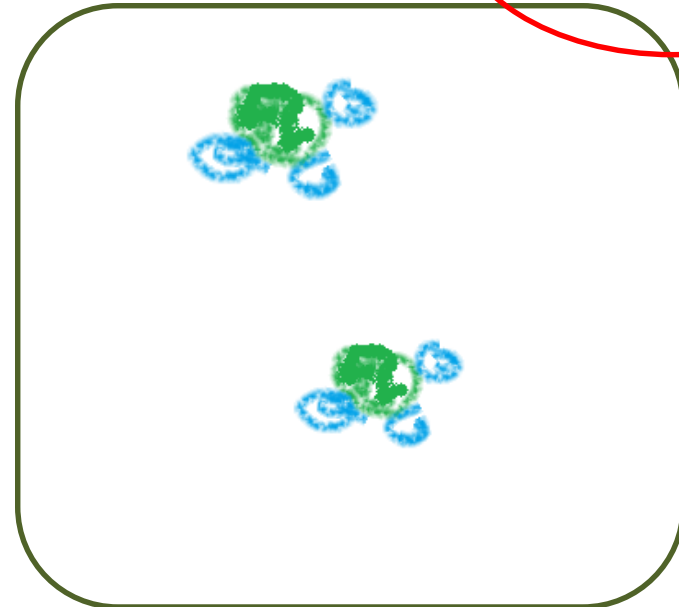
Vad händer med *gasblandningens volym* när ammoniak bildas?
Vad händer med trycket?



Innan jmv:
4 mol gas (1 mol N₂, 3 mol H₂)

Vid jmv:
2 mol gas (2 mol NH₃)

Vid 25C är jämvikten kraftigt
förskjuten åt höger ($K = 6,4 \times 10^2$)



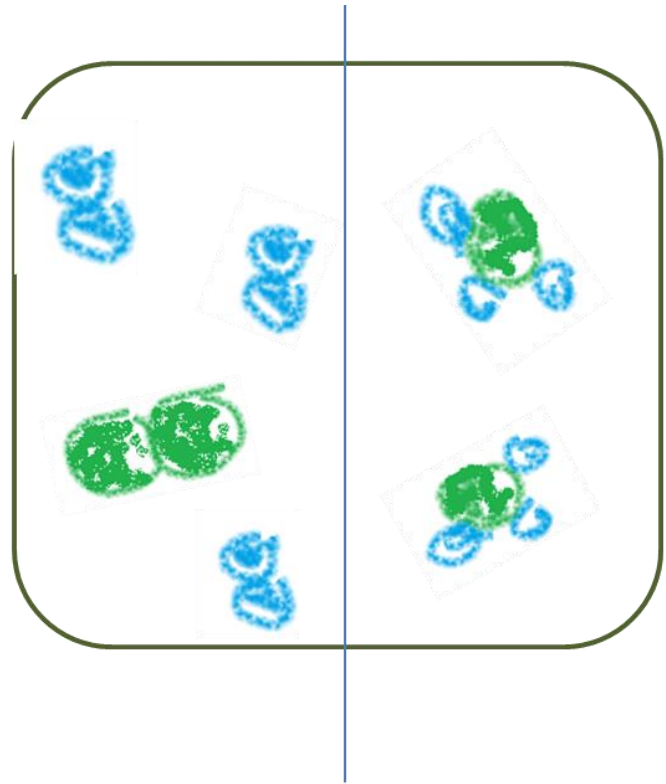
Vad händer med *gasblandningens volym* när ammoniak bildas? Vad händer med trycket?

Gasblandningens volym minskar

4 mol gas \rightarrow 2 mol gas

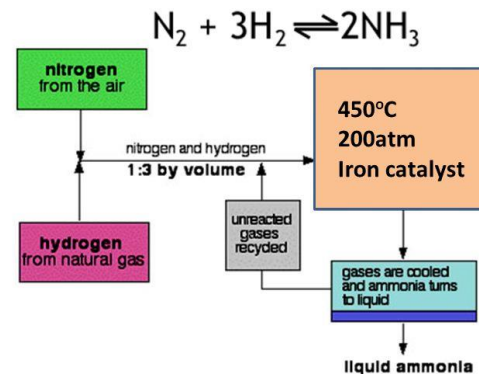
Trycket minskar ("färre molekyler som krockar mot väggen")

Principen: "Om man gör en förändring i ett system som befinner sig i jämvikt, kommer läget av jämvikten att förskjutas så att ändringen motverkas"



- Principen: "Om man gör en förändring i ett system som befinner sig i jämvikt, kommer läget av jämvikten att förskjutas så att ändringen motverkas"
- Vad skulle man kunna göra för att få så mycket produkt (NH₃) som möjligt?

Making ammonia The Haber process

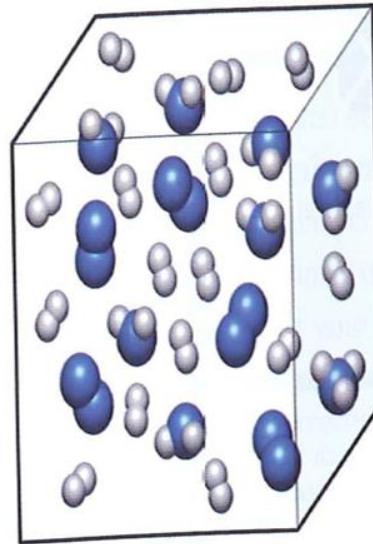


Vad skulle man kunna göra för att få så mycket produkt (NH_3) som möjligt?

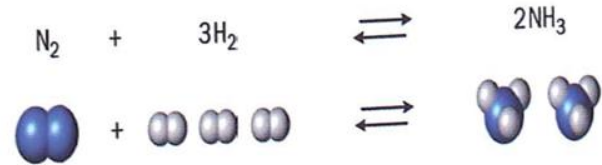
Höja trycket !
Reaktionen går åt höger (systemet "vill" minska på trycket)

Hur kan man i höja trycket?

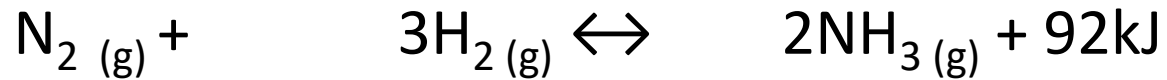
Tex genom att minska volymen på reaktionskärlet.



jämvikt



En tryckökning gynnar en reaktion som leder till minskning av substansmängden gas . I det här fallet reaktionen åt höger



Anta konc: b c a

Jämviktskonst: **$K = (a)^2 / (b) \times (c)^3$**

*Vad händer **matematiskt** med jämviktsuttrycket om trycket fördubblas genom att volymen på kärlet halveras → koncentrationen fördubblas*

Undersök: Blir Q större eller mindre än K

Jämviktsförskjutning pga *tryckändring*

Ex. trycket ökas till det dubbla genom att pressa ihop kärlet så att volymen halveras → varje ämnes koncentration fördubblas .

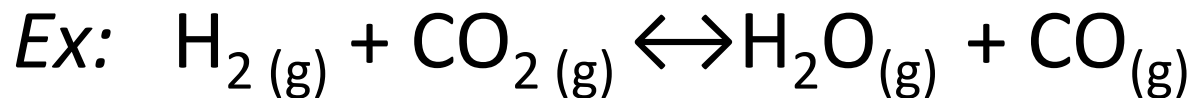
$$K = \frac{a^2}{b \cdot c^3}$$

$$Q = \frac{(2a)^2}{2b \cdot (2c)^3} =$$



Om den totala *substansmängden gas* är *oförändrad** vid en reaktion *påverkas jämviktsläget inte av en tryckändring.*

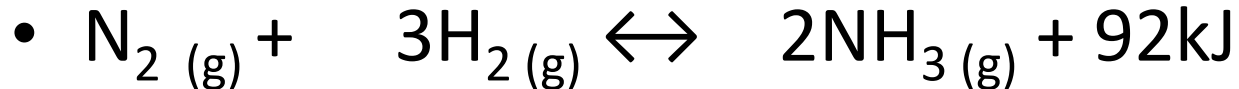
**Lika många gasmolekyler på båda sidorna av dubbelpilen.*



Övn.uppgifter förskjutning jmv sid 77:

- 3:17
- 3:15
- 3:13

3. Jämviktsförskjutning p g a temperaturändring



Reaktionen åt höger är exoterm (värme frigörs)

Reaktionen åt vänster är endoterm (värme tas upp)

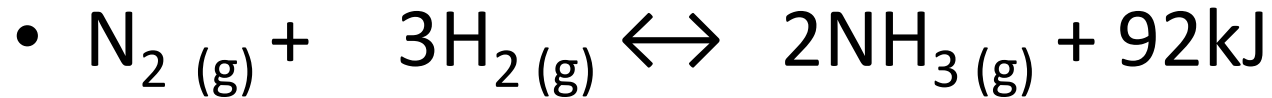
Principen: "Om man gör en förändring i ett system som befinner sig i jämvikt, kommer läget av *jämvikten* att *förskjutas* så att *ändringen motverkas*"

Hur påverkas reaktionen, vilket håll förskjuts jämvikten, om temperaturen höjs?

Reaktionen går åt vänster

Vilket håll förskjuts jämvikten, om temperaturen sänks?

Reaktionen går åt höger

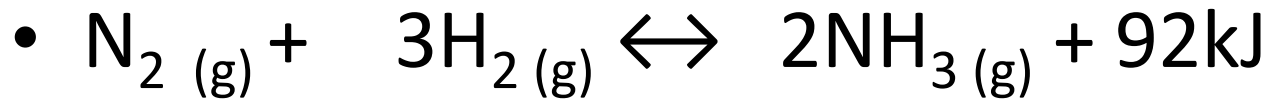


Tillförsel av värme gynnar den endoterma reaktionen

(Reaktionen ovan förskjuts åt vänster)

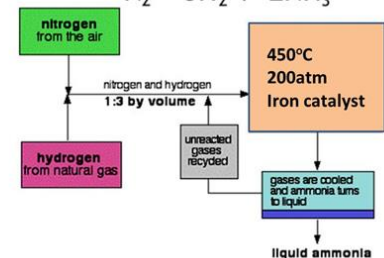
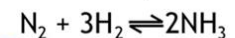
En *katalysator* påskyndar en reaktion, påverkar inte jämvikten

Vilka förhållanden för reaktionen är optimala för att få så stort utbyte (mkt produkt) som möjligt?



Högt tryck och låg temperatur

Making ammonia
The Haber process



Fortsatt övning reflektion om man förstår:

Fler uppgifter i boken sid 77 (förskjutning av jämvikt)

3:11a,b

3:13-3:18 (förskjutning av jämviktsläget)

3:12

Jämviktssystem i olika miljöer

- Jämvikter i sura och basiska lösningar

Rep. syror och baser

Vad är?

- en syra
- en bas
- en stark syra
- en svag syra
- pH, pOH
- en amfolyt
- vattnets autoprotolys

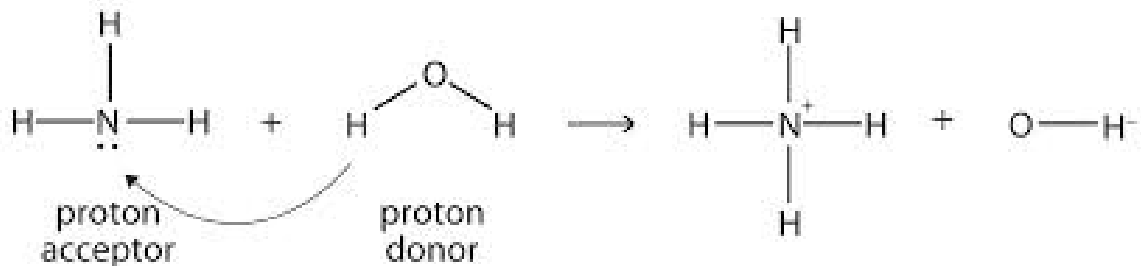
Vad är en syra?

- En syra är ett ämne som kan *avge vätejoner* (H^+ , protoner) i en vattenlösning.
- Syra = protongivare (En syra *protolyseras*)



Vad är en bas?

- En bas tar emot vätejoner (H^+ , protoner) i en vattenlösning
- Bas = protontagare



Starka syror / Svaga syror

Svaga syror, (tex ättiksyra (HAc), citronsyra, kolsyra mfl)

ca 1% av syramolekylerna avger sin proton

(ofullständigt protolyserade)

Starka syror, (tex HCl, HNO₃):

ca 100% av HCl-molekylerna avger sina protoner

(fullständigt protolyserade)

Surhetsgrad och pH

Surhetsgrad och pH

pH är ett mått på surhetsgraden. Mängden H^+ -joner (H_3O^+) per liter vatten

En surlösning innehåller överskott av H_3O^+ joner $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$

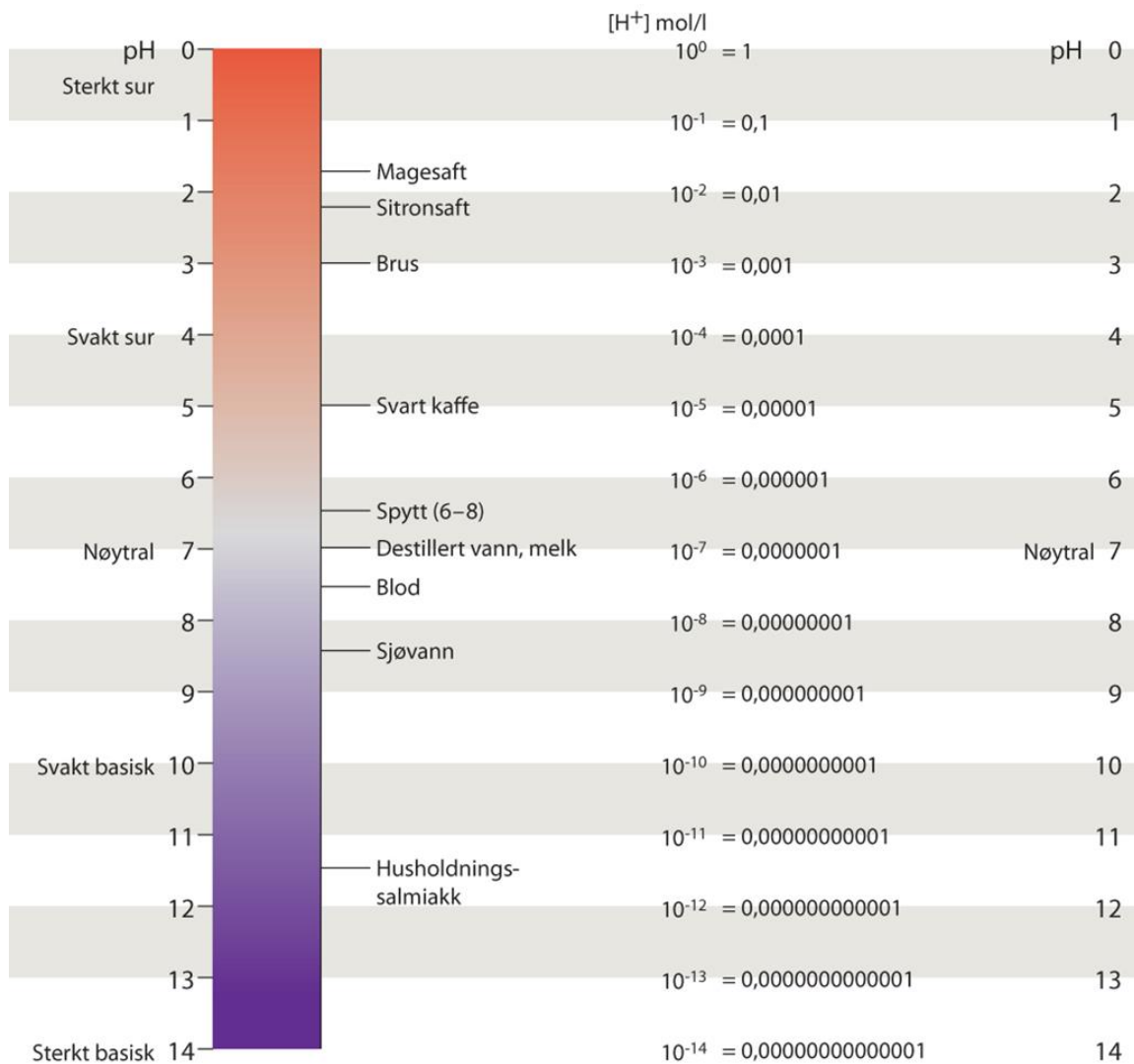
En basisklösning innehåller överskott av OH^- joner $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$

I en neutrallösning är $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$

Låga koncentrationer av vätejoner praktiskt med en logaritmiskskala

Magsaft	1×10^{-2}
Kaffe	1×10^{-5}
Havsvatten	1×10^{-8}
Maskindiskmedel	1×10^{-12}

pH-skalan



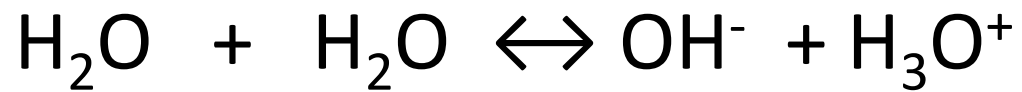
pH

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

(*p* betyder *– log*)

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/dm}^3$$

Vattnets autoprotolys



Vattnets *autoprotolys* en jämviktsreaktion



$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

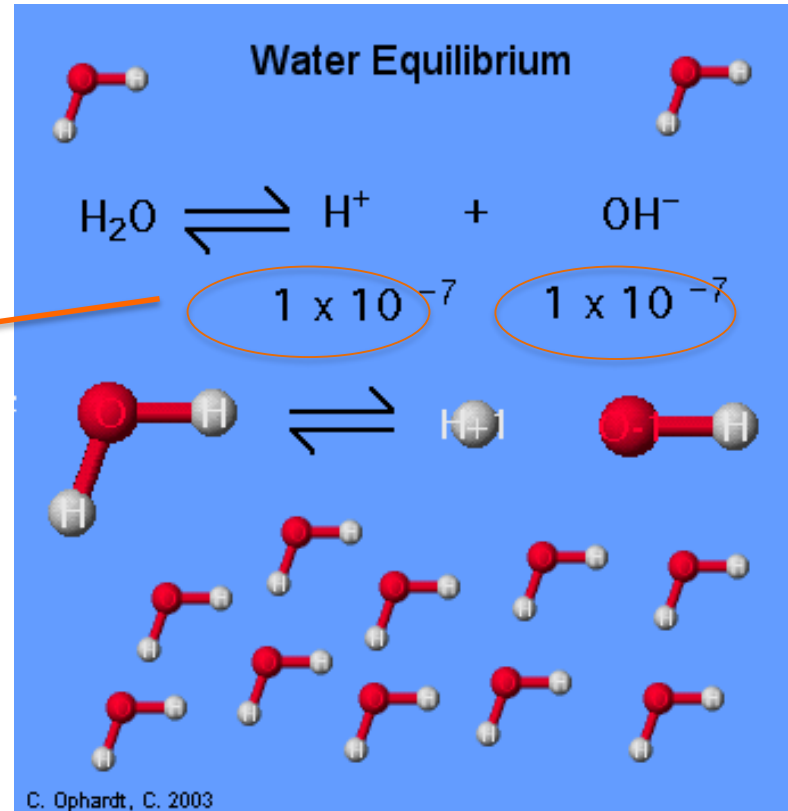
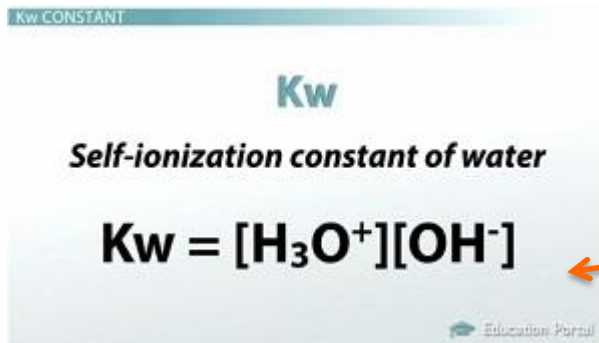
$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

Jättestort värde
(jämfört med
täljaren) kan anses
konstant oberoende
av protolysgrad

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{eq}} \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2$$

Ny konstant (**K_w**), kallas *vattnets jonprodukt*

”Vattenjämvikten” i rent vatten vid 25°C



$$[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 1 \cdot 10^{-14} \text{ (mol/dm}^3)^2$$

K_w - vattnets jonprodukt

$$pH + pOH = pK_w = 14$$

Vattnets jonprodukt (K_w) vid olika temperaturer

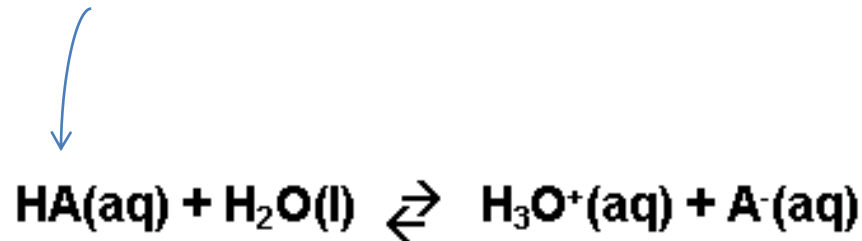
(olika jämviktskonstant vid olika temperaturer)

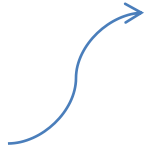
Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Jonprodukt ($(\text{mol}/\text{dm}^3)^2$)
0	$0,12 \cdot 10^{-14}$
20	$0,69 \cdot 10^{-14}$
25	$1,01 \cdot 10^{-14}$
60	$9,2 \cdot 10^{-14}$
100	$54,3 \cdot 10^{-14}$

En syra som protolyseras i vatten är en jämviktsreaktion

När en *syra blandas med vatten* uppstår en protolysreaktion och en *jämvikt ställer in sig*

HA =en generell syra (vilken som helst)





$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

K_a = syrakonstanten

Hur skiljer sig värdet på syra konstanten (K_a) mellan en stark- resp. svagsyra?

Stark syra – högt K_a -värde
Svag syra – lågt K_a -värde

Table Acids and Their Acid-Dissociation Constants

	Acid	K_a (M)	pK_a
Stronger Acid	HCl	2×10^6	-6.3
	HNO ₃	25	-1.4
	HF	3.5×10^{-4}	3.46
	CH ₃ COOH	1.8×10^{-5}	4.74
	NH ₄ ⁺	5.8×10^{-10}	9.24
Weaker Acid	H ₂ O	2×10^{-16}	15.7

I analogi med *jämvikter för syror* fungerar
jämvikter för baser

*Bas*konstanten (K_b) – anger basstyrkan (förmågan att ta
upp H^+)

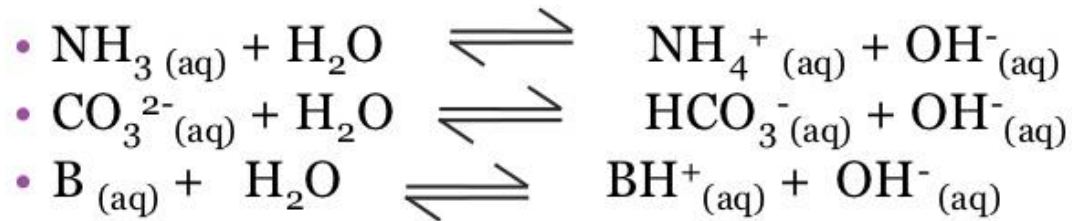
Stark bas - högt värde på K_b

Svag bas - lågt värde på K_b

Forts.

Baskonstanten (Kb)

Kb = Dissociation constant of a base



$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

Amfolyter i en vattenlösning fungerar de som syra eller bas?

Amfolyt – ett ämne som kan fungera som både syra och bas.

Vätekarbonatjonen (HCO_3^-) är en amfolyt.

Reagerar jonen som syra eller som bas om man blandar den med vatten?

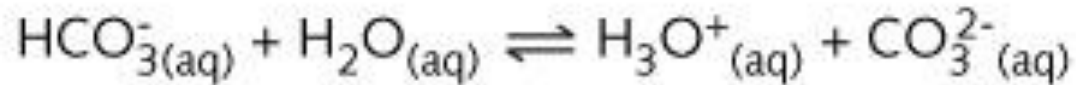
Vilka reaktioner är möjliga?

(Vilka är uttrycken för K_a resp. K_b ?)

Vilka är värdena på K_a resp. K_b (tab. syra-/baskonstanter sid 62)

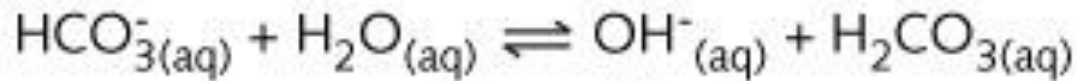
Möjliga reaktioner för vätekarbonatjonen i en vattenlösning:

Reagerar
som syra



$K_a = ?$

Reagerar
som bas

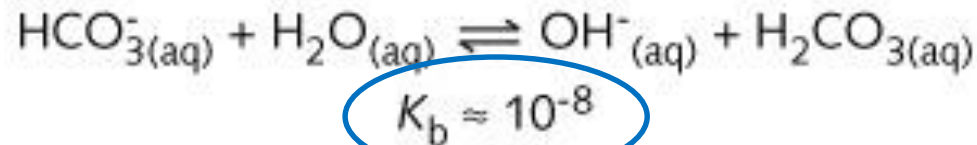
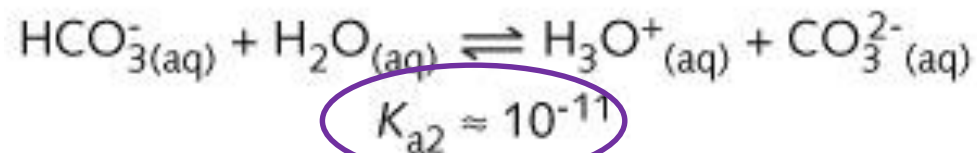


$K_b = ?$

$$K_b = 2,4 \times 10^{-8} > K_a = 4,7 \times 10^{-11} .$$

→ $K_b > K_a$

I en vattenlösning är HCO_3^- -jonen starkare som bas än syra



Protolys av flerprotoniga syror

Kolsyras protolys i vatten, protolyseras i *två steg*, varje protolys är en jämviktsreaktion.

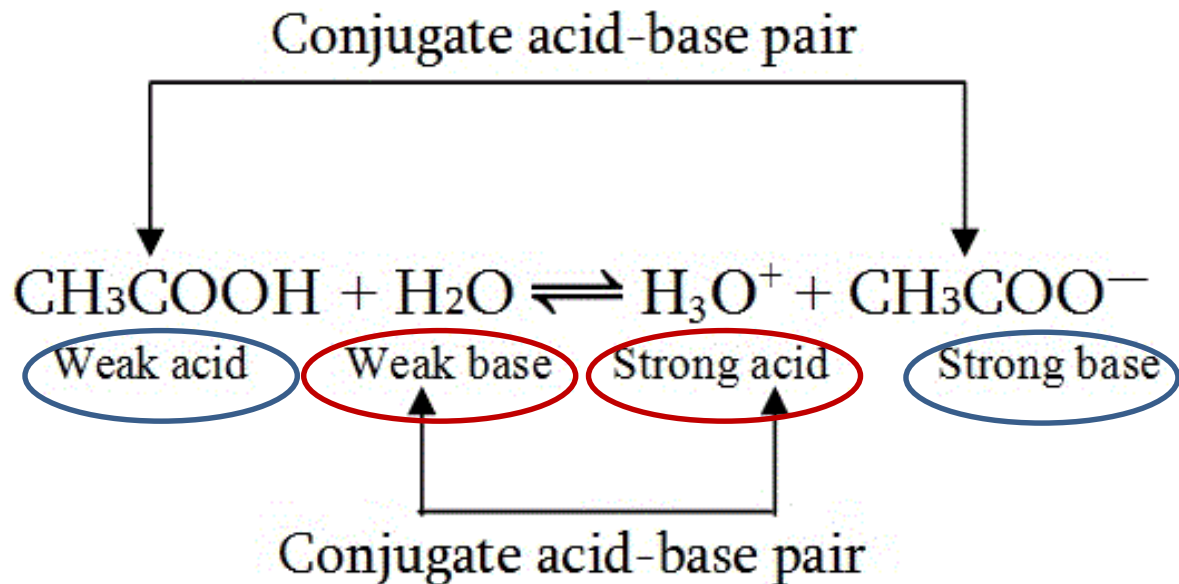


Det första protolyssteget är starkast, vätejonen avges lätt

Syra-baspar

Till varje syra hör en bas och vice versa.

Varje syra har en korresponderande (*conjugated*) bas.



Syra-baspar

En stark syra korresponderar med en svag bas,

En stark bas korresponderar mot en svag syra

	ACID	BASE	
100% ionized in H ₂ O	Strong	Negligible	
	HCl	Cl ⁻	
	H ₂ SO ₄	HSO ₄ ⁻	
	HNO ₃	NO ₃ ⁻	
Acid strength increases ↑	Weak	Weak	
	H ₃ O ⁺ (aq)	H ₂ O	
	HSO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	
	H ₃ PO ₄	H ₂ PO ₄ ⁻	
	HF	F ⁻	
	HC ₂ H ₃ O ₂	C ₂ H ₃ O ₂ ⁻	
	H ₂ CO ₃	HCO ₃ ⁻	
	H ₂ S	HS ⁻	
	H ₂ PO ₄ ⁻	HPO ₄ ²⁻	
	NH ₄ ⁺	NH ₃	
	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	
HPO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻		
	H ₂ O	OH ⁻	
Negligible	Strong	Strong	
	OH ⁻	O ²⁻	100% protonated in H ₂ O
	H ₂	H ⁻	
	CH ₄	CH ₃ ⁻	

↑ Base strength increases ↓

För ett syra-baspar gäller:

$$K_a \times K_b = K_w \quad (\text{se sid 63 i boken})$$

$$K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/dm}^3)^2 \quad (\text{konstant, vattnetsjonprodukt})$$

Vattnets protolyskonstant ($K_w K_a K_b$):

<http://www.youtube.com/watch?v=Yo1t-Y9AKg#t=57> (länk på hemsidan)

Exempel 6 sid 60

För att *bestäm* syrakonstanten, K_a , för propansyra, C_2H_5COOH , löstes 3,15 g av syran i vatten och späddes i en mätkolv till 1000 cm^3 .

Lösningens pH-värde mättes till 3,13.

Beräkna syrakonstantens (K_a) värde med hjälp av syrans koncentration och pH-värde.

Lösning

Syrans molmassa är 74,0 g/mol. Massan är 3,15 g.

$$n = \frac{3,15 \text{ g}}{74,0 \text{ g/mol}} = 0,0426 \text{ mol}$$

$$c = 0,0426 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = 3,13 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 7,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Uppgifter sid 77-78

pH, Kw, Ka, Kb (boken s56-63)

3:19, 3:20, 3:21, 3:22 (tab s 62),

3:25, 3:28, 3:34

3:31, 3:29*,

Lösta salter (jonföreningar) o vattnets pH, (boken s64-66):

3:32, 3:33

Prov kap2 och kap3 tom s 66. torsdag 12/10 13:20- 15:00

Fokus innehåll i pp,uppgifter,övningar

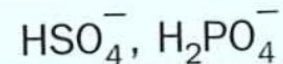
Lösta salter (jonföreningar) kan påverka en vattenlösningens pH

Fria joner av ett salt kan fungera som syror eller baser i en vattenlösning.

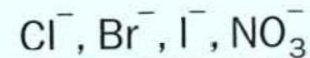
Man kan prata om "sura", "neutrala" och "basiska joner"

Om man tex utgår från syran som jonen är korresponderande till kan man få en uppfattning om jonens basstyrka. ($K_a K_b = K_w$)

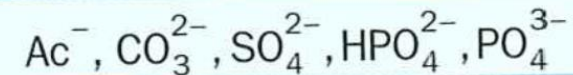
SURA



NEUTRALA



BASISKA



Syra-baseegenskaper hos några vanliga negativa joner i vattenlösning.

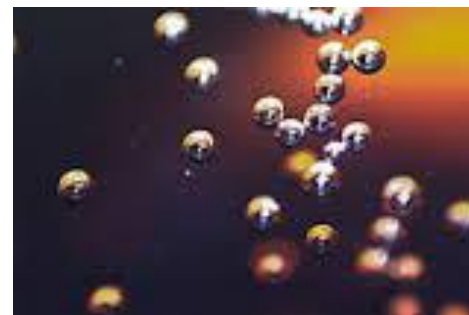
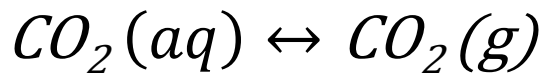
Jämviktsreaktioner i "verkligheten"

kap 4

- Uppgift, fördjupning, muntlig redovisning i mindre grupp

- Rep syror o baser
- Uppgifter 3:5-3:11,3:11-3:18 samt planera undersökning
- Läxa sid 56-62 i boken (läs) och/eller titta på :
Vattnets protolyskonstant ($K_w K_a K_b$):
<http://www.youtube.com/watch?v=Yo1t-Y9AKg#t=57> (länk på hemsidan)

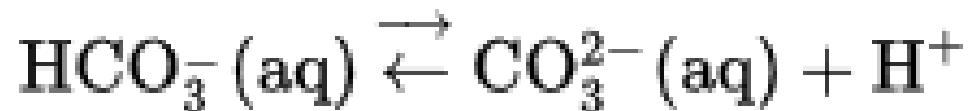
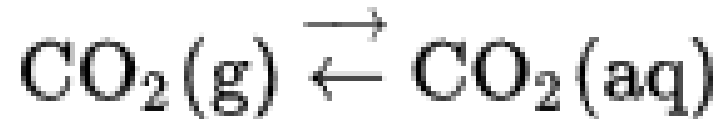
Dynamisk jämvikt i en läsk (med lock)



Vad händer om man skakar läsken?

Det bildas mer $CO_2(g)$

Jämvikter för koldioxid, kolsyra och dess joner i en vattenlösning



1. NH₄Cl



2. NaSO₃



4. ~~NaHCO₃~~ NaHCO₃



AMFOLYT



5. NaHSO₃



AMFOLYT

