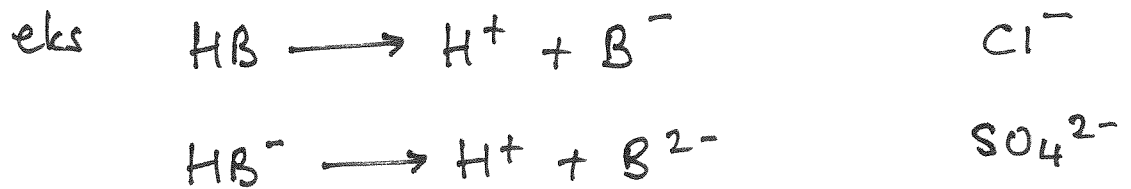


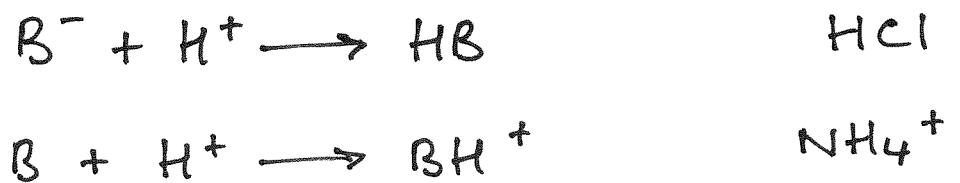
# KAP 8: SYRER OG BASER

Syre - et stoff som kan spalte av protoner,  $H^+$



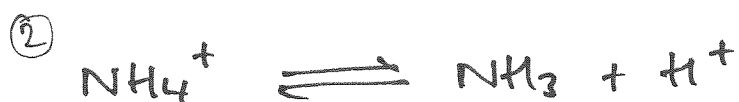
Husk:  $H^+ \equiv H_3O^+$  i vannløsning

Base - et stoff som kan ta opp protoner



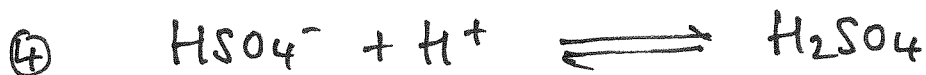
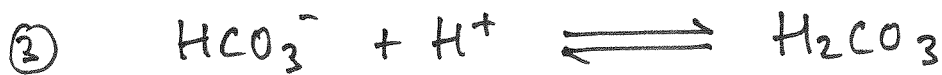
Husk: syrer og baser kan være molekyler eller ioner

Eksempler: ①  $HCN \longrightarrow H^+ + CN^-$  syanid ionet



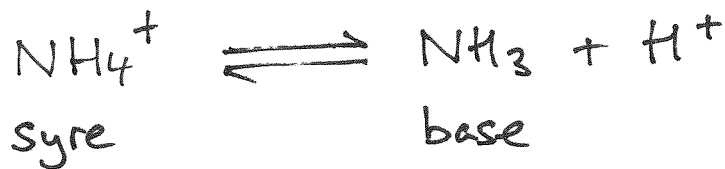


### Base - eksempler



OBS!  $\text{HCO}_3^-$  og  $\text{HSO}_4^-$  kan være både syrer og base. De er AMFOTERISKE

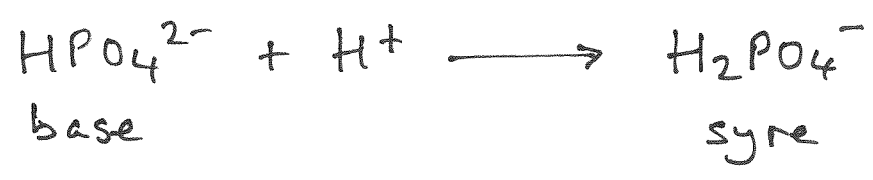
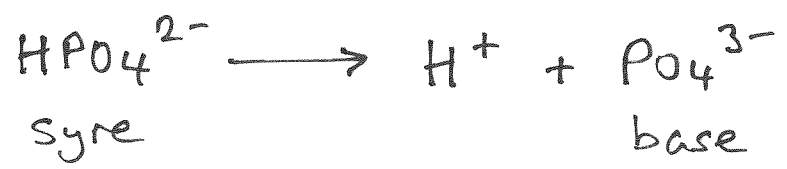
PROTOLYSE REAKSJON — protoner blir tatt opp / avgitt



Altid en syre og en base i reaksjonslikningen

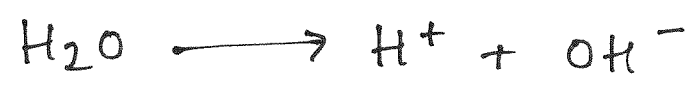
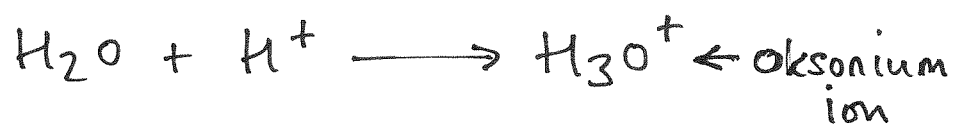
Oppgave

Vis at  $\text{HPO}_4^{2-}$  er amfoterisk

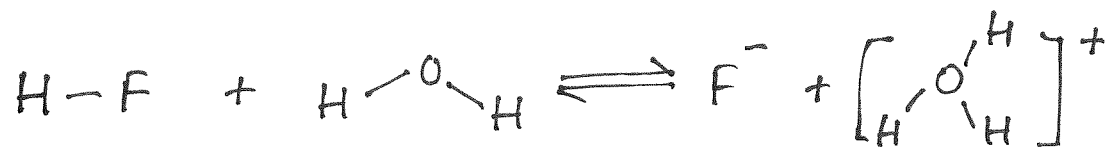


Oppgave

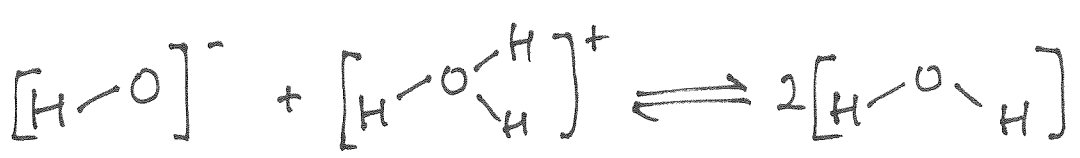
Vis at vann er amfoterisk



Syrer i vann



Baser i vann



Navn	Syre	$K_a$	Korr. base	$K_b^*$
Svovelsyrling	$H_2SO_3$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$HSO_3^-$	$7,7 \cdot 10^{-13}$
Hydrogensulfation	$HSO_4^-$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$SO_4^{--}$	$8,3 \cdot 10^{-13}$
Fosforsyre	$H_3PO_4$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$H_2PO_4^-$	$1,3 \cdot 10^{-12}$
Flussyre	HF	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$F^-$	$1,4 \cdot 10^{-11}$
Maursyre	HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$HCOO^-$	$5,7 \cdot 10^{-11}$
Eddiksyre	$CH_3COOH$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$CH_3COO^-$	$5,6 \cdot 10^{-10}$
Karbonsyre	$H_2CO_3$	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$HCO_3^-$	$2,4 \cdot 10^{-8}$
Hydrogensulfid	$H_2S$	$1 \cdot 10^{-7}$	$HS^-$	$1 \cdot 10^{-7}$
Ammoniumion	$NH_4^+$	$5,6 \cdot 10^{-10}$	$NH_3$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Blåsyre	HCN	$4,0 \cdot 10^{-10}$	$CN^-$	$2,5 \cdot 10^{-5}$
Hydrogenkarbonation	$HCO_3^-$	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$CO_3^{--}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$

\*  $K_b$  vil bli forklart senere.

Tabell 8.2 Syre- og basekonstanter for en del svake syrer og baser.

# Syre styrke

Sterk syre - stor evne til å spalte  $H^+$



Svak syre - lite evne til å spalte  $H^+$

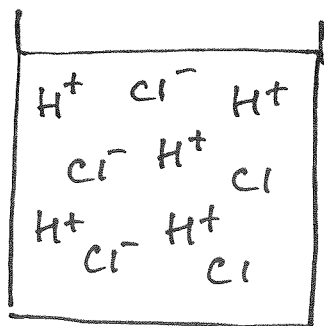


Reaksjon forskjøvet mot venstre

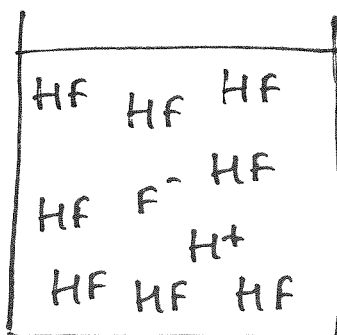
- vi bruker likevekstsymbolet  $\rightleftharpoons$

- Syrekonstant  $K_a = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]}$

-  $K_a$  alltid  $< 1$  for svake syrer



sterk syre  
HCl



svak syre  
HF

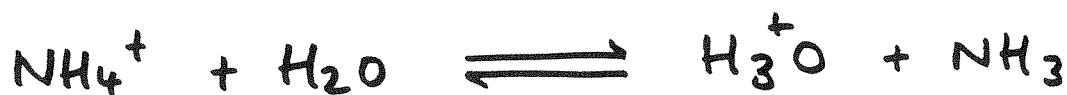
a) Skriv syrekonstantene for de svake syrer



SVAR



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]} = 7 \times 10^{-4}$$



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 5.6 \times 10^{-10}$$



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} = 1.2 \times 10^{-2}$$

b) Hvilken av syrene er sterkest/svakest ?

SVAR

$\text{HSO}_4^-$  er den sterkeste,  $\text{NH}_4^+$  er den svakeste

## Base styrke

sterk base - stor evne til å ta opp  $H^+$



svak base - lite evne til å ta opp  $H^+$



Reaksjonen sterkt til venstre

$$\text{Base konstant } K_B = \frac{[HB][OH^-]}{[B]}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]}$$

$$\Rightarrow K_a \cdot K_B = \frac{[H_3O^+][B^-][HB][OH^-]}{[HB][B^-]}$$

$$= [H_3O^+][OH^-]$$

$$= K_w = 1 \times 10^{-14} \text{ ved } 25^\circ C$$

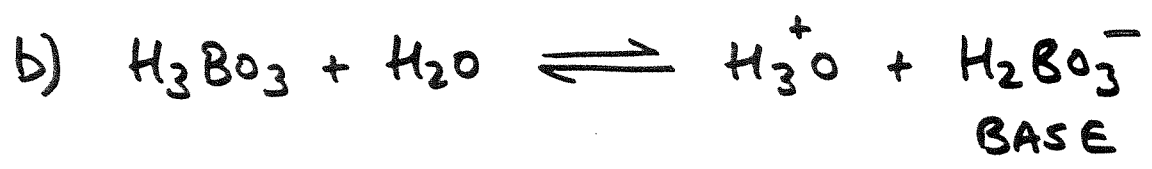
Eks. 3

Borsyre  $H_3BO_3$   $K_a = 5.8 \times 10^{-10}$

- a) Er dette en svak syre?
- b) Finn denne syras korresponderende base  
Skriv ligningen for basens reaksjon med vann
- c) Skriv uttrykket for  $K_b$  og beregn verdien  $K_b$

SVAR

a)  $K_a$  er svært liten  $\Rightarrow$  Borsyre er en svak syre



c)  $K_b = \frac{[H_3BO_3][OH^-]}{[H_2BO_3^-]}$

$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5.8 \times 10^{-10}} = \underline{1.7 \times 10^{-5}}$



# Reaksjon mellom sterke syre og sterke base

sterk syre — mange  $\text{H}_3\text{O}^+$

sterk base — mange  $\text{OH}^-$



$$K = \frac{1}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]} = \frac{1}{K_w} = 1 \times 10^{14}$$

$$K \gg 1$$

Reaksjonen går nesten fullstendig til høyre

Nesten alle  $\text{OH}^-$  ioner tilsatt reagerer med  $\text{H}_3\text{O}^+$  ioner

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad \text{fra målinger}$$

$$\boxed{\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$$

$$\boxed{\text{pH} + \text{pOH} = 14}$$

$$\text{pK}_a + \text{pK}_b = 14$$

Oppgave

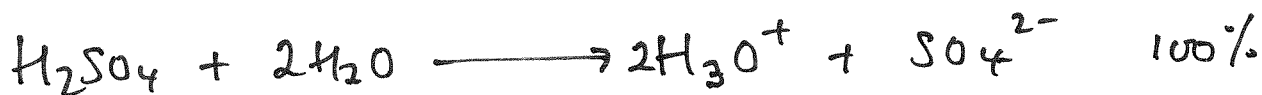
Jeg løser 0,0588 g svovelsyre ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) i vann, og fortynner til 200 ml. Hva blir pH?

$$\text{mol } n = \frac{m}{F_m} = \frac{0,0588}{98} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 + 32 + (4 \times 16) \end{array}$$

$$n = V \times c$$

$$\Rightarrow c = \frac{n}{V} = \frac{6 \times 10^{-4}}{200/1000} = 0,003 \text{ mol/l}$$



$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 0,003 = 0,006 \text{ mol/l}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 0,006$$

$$= \underline{\underline{2,2}}$$

## Oppgave

Hva blir pH når 1 liter 0,03 M HCl blir  
tilsatt 0,7 liter 0,05 M  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ?



1 liter 0,03 M HCl inneholder  $1 \times 0,03 = 0,03 \text{ mol H}_3\text{O}^+$



0,7 liter  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  inneholder  $2 \times 0,7 \times 0,05 = 0,07 \text{ mol OH}^-$

1,7 liter blanding inneholder  $0,07 - 0,03 = 0,04 \text{ mol OH}^-$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{0,04}{1,7} = 0,0235 \text{ mol/l}$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg 0,0235 = 1,62$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,62 = \underline{\underline{12,4}}$$

Sur løsning  $[\text{H}_3\text{O}^+] > 1 \times 10^{-7} \quad \text{pH} < 7$

Basisk løsning  $[\text{H}_3\text{O}^+] < 1 \times 10^{-7} \quad \text{pH} > 7$

Neutral løsning  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \quad \text{pH} = 7$

pH varierer mellom 0-14 vanligvis

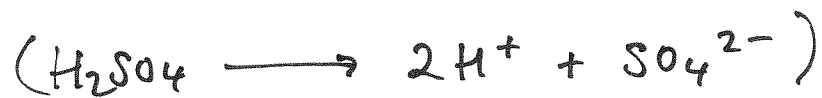
## Oppgaver

Hvor mye 0,01 M KOH må bli tilsatt  
1 liter 0,01 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for å oppnå en nøytral  
løsning?

$$\text{mol } n = V \times c$$

$$\Rightarrow \text{mol H}_2\text{SO}_4 = 1 \times 0,01 = 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{mol H}_3\text{O}^+ = 2 \times 0,01 = 0,02 \text{ mol}$$



Vi trenger 0,02 mol OH<sup>-</sup>, altså 0,02 mol KOH

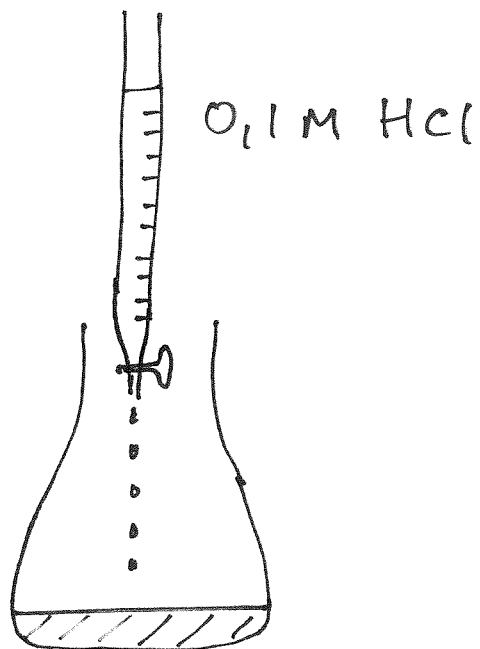
$$0,02 = V \times 0,01$$

$$\text{Vol KOH løsning} = V = \frac{0,02}{0,01} = 2 \text{ liter}$$



pH Indikatorer – lakmus, tymolblå      kunstig  
– rødkol, hortensia      naturlig

# Titreering



KOH + tymolblå

En ukjent masse KOH  
blir tilsatt vann

Tilsette (titrer) HCl løsning

Når blå  $\rightarrow$  grønn er  
løsningen nøytral

Hvis 24,2 ml HCl blir brukt,  
hvor mye KOH hadde vi ?

$$\text{mol } n = V \times c = \frac{24,2}{1000} \times 0,1$$

$$= 0,00242 \text{ mol HCl}$$

$$= 0,00242 \text{ mol H}_3\text{O}^+$$

$$\Rightarrow \text{Vi hadde } 0,00242 \text{ mol OH}^- = \text{KOH}$$

$$\text{mol } n = \frac{m}{F_m}$$

$$m = F_m \times n = 56 \times 0,00242$$

$$= \underline{\underline{0,136 \text{ g KOH}}}$$

## Oppgave

Finn  $K_a$  for 0,01M eddiksyre (HAc)  
gitt at  $\text{pH} = 3,38$



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

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,38$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,38} = 4,17 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

fra likningen  $[\text{Ac}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,17 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$

$$[\text{HAc}] = 0,01 - 4,17 \times 10^{-4} = 0,00958$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{4,17 \times 10^{-4} \times 4,17 \times 10^{-4}}{0,00958}$$

$$= \underline{1,8 \times 10^{-5}}$$

Oppgave

Finn pH av 0,1 M margsyre ( $\text{HCOOH}$ ) $K_a = 1,8 \times 10^{-4}$  (tabell og formelsamling)

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

Vi må finne  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  for å finne pH

$$\text{La } [\text{H}_3\text{O}^+] = x$$

$$\Rightarrow [\text{HCOO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = x$$

$$[\text{HCOOH}] = 0,1 - x$$

$\text{H}_3\text{O}^+$  fra  
spalting av  $\text{H}_2\text{O}$   
kan glemmes

$$K_a = \frac{x \cdot x}{0,1 - x} = 1,8 \times 10^{-4}$$

$$x^2 + 1,8 \times 10^{-4} x - 1,8 \times 10^{-5} = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = 4,2 \times 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\lg 4,2 \times 10^{-3} = \underline{\underline{2,4}}$$

Du kan bruke en tilnærming:  $0,1 - x \approx 0,1$

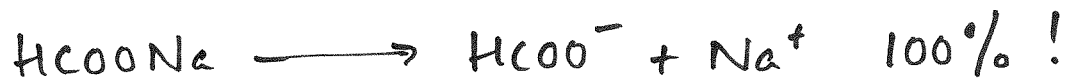
## Fellesion effekt



Hva skjer hvis vi tilsette  $\text{HCOONa}$  til  $\text{HCOOH}$

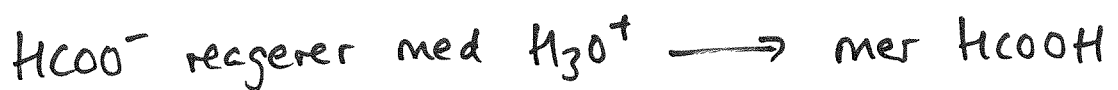
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$$

$\text{HCOONa}$  er en vanlig lettloslig salt



$\Rightarrow$  Vi har økt  $[\text{HCOO}^-]$  i den opprinnelig  $\text{HCOOH}$  løsning

I følge Le Chatelier's Prinsipp, hvis vi øker  $[\text{HCOO}^-]$  går reaksjonen til venstre



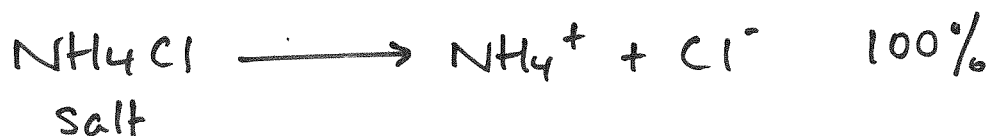
$\Rightarrow$  mindre  $\text{H}_3\text{O}^+$

$\Rightarrow$  pH øker

$\text{HCOO}^-$  er et felles ion og har et fellesion effekt



Eksempel Ammoniak er tilsatt vann. Hvilken effekt har videre tilsetning av  $\text{NH}_4\text{Cl}$  på pH?



Vi øker  $[\text{NH}_4^+]$

- ⇒ Reaksjonen går mot venstre
- ⇒  $[\text{OH}^-]$  avtar
- ⇒  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  øker
- ⇒ pH synker (mindre basisk)

Oppgave

0,1 mol  $\text{HCOOH}$  + 0,1 mol  $\text{HCOONa}$  løst i vann til 1 liter

Finne pH gitt at  $K_a[\text{HCOOH}] = 1,8 \times 10^{-4}$



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

$K_a$  er konstant, selv om vi tilsette  $\text{HCOONa}$

Siden  $\text{HCOOH}$  er en svak syre

$$[\text{HCOO}^-] \approx 0,1 \text{ M} \quad \text{tilnærming}$$

$$[\text{HCOOH}] \approx 0,1 \text{ M}$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][0,1]}{[0,1]} = 1,8 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,8 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = \underline{3,7}$$

## Buffer løsninger

pH lite endret ved tilsetning av moderate mengder syre eller base

Eks. 1. Svak syre + korresp. svak base

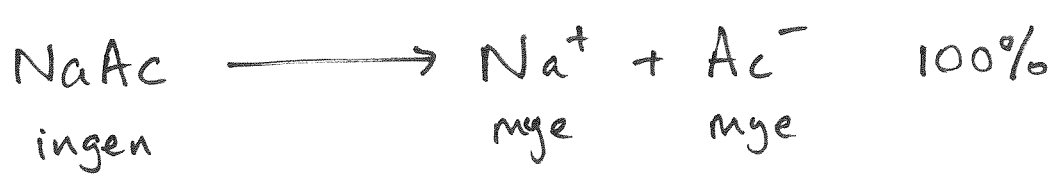


2. Svak base + korresp. svak syre



Blodet ditt er en buffer  $\text{pH} = 7,35 - 7,45$

Hvordan virker en buffer ?



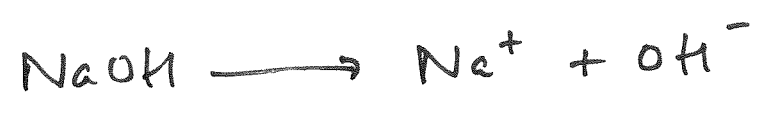
1. Vi tilsette litt sterk saltsyre HCl



Ac<sup>-</sup> blir som en svamp for H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> - holder pH konstant



2. Vi tilsette litt sterk base, NaOH



HAc blir som en svamp for OH<sup>-</sup> - ta H<sup>+</sup>  
- holder pH konstant



Vi får en lignende effekt med bruk av en svak base (NH<sub>3</sub>) og korresponderende svak syre (NH<sub>4</sub>Cl)

Vanlig Buffer: svak syre + salt av syren



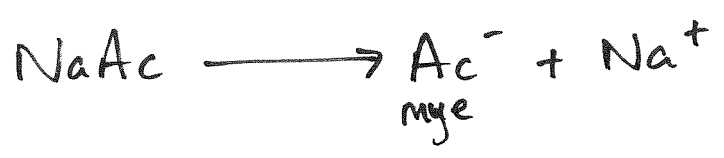
$$K_a = \frac{[B^-][H_3O^+]}{[HB]}$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[HB]}{[B^-]}$$

$$\Rightarrow pH = -\lg K_a + \lg \frac{[B^-]}{[HB]}$$

Oppgave

hva er pH til en blanding av 0,1 mol HAc og 0,1 mol NaAc?  $K_a$  for HAc =  $1,8 \times 10^{-5}$



Vi kan se bort fra den lite andelen  $Ac^-$  fra HAc

$$\Rightarrow [Ac^-] \approx 0,1 \text{ mol}$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[HAc]}{[Ac^-]} = 1,8 \times 10^{-5} \cdot \frac{0,1}{0,1}$$

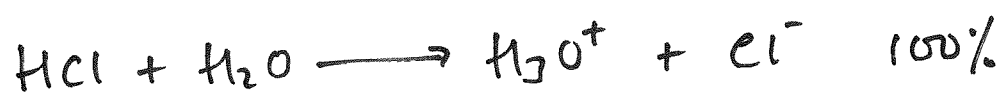
$$pH = -\lg [H_3O^+] = \underline{4,745}$$

Hvor mye forandres pH når vi tilsette litt sterk syre til en buffer?

Del 1 1 ml 1,0 M HCl tilsatt 1 liter vann.  
(Vann har  $\text{pH} = 7$ ). Hva blir pH?

$$\text{mol } n = V \times C = \frac{1}{1000} \times 1 = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[\text{HCl}] \text{ i en liter vann} = \frac{n}{V} = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3} \text{ mol/l}$$



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

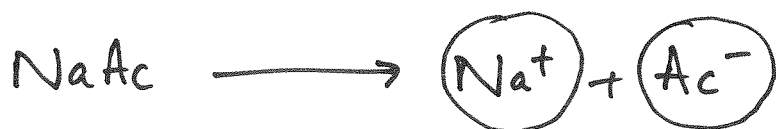
$$\Rightarrow \Delta \text{pH} = 7 - 3 = 4$$

Del 2 1 ml 1,0 M HCl blir tilsatt en <sup>liter</sup> buffer  
av 0,1 mol HAc og 0,1 mol NaAc.

Hva blir pH?

pH til bufferløsningen fant vi tidligere = 4,745

Vi tilsette  $10^{-3}$  mol  $\text{H}_3\text{O}^+$  som før



Vi tilsette HCl:



$10^{-3}$  mol  $\text{Ac}^-$  blir brukt,  $10^{-3}$  mol  $\text{HAc}$  ble dannet

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] (0,1 - 10^{-3}) / V}{(0,1 + 10^{-3}) / V}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{1,001}{0,099}$$

$$= 1,836 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 1,836 \times 10^{-5}$$

$$= 4,736$$

$$\Delta \text{pH} = 4,745 - 4,736$$

$$= \underline{\underline{0,009!}}$$

$\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$  er en buffer i sjøen



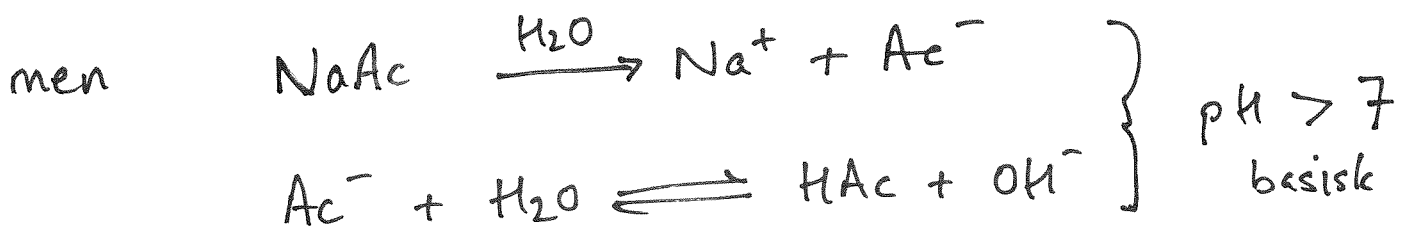
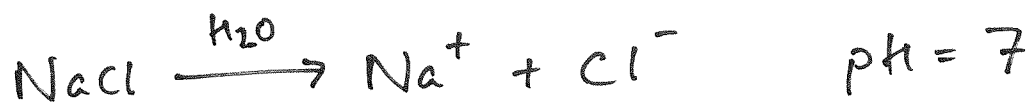
$$K_a = 4,2 \times 10^{-7}$$

Tilsett litt syre, så vil reaksjonen flytte til venstre

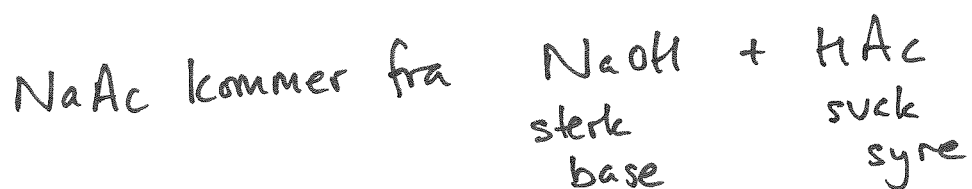
Tilsett litt base:



Salter i Vann og pH



Hvorfor lager NaAc en basisk løsning?



NaCl kommer fra  $\text{NaOH}$  +  $\text{HCl}$   
 sterk base                      sterk syre

Bli  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sur eller basisk i vann?



$\Rightarrow$  sur løsning  
 $\text{pH} < 7$

Bli  $\text{NaHSO}_4^-$  sur eller basisk i vann?



$\Rightarrow$  sur løsning  
 $\Rightarrow \text{pH} < 7$

Men hvorfor ikke



↑  
sterk syre

