

## VI – Vi lager buffer med pH = 4,7 og lager titreringskurve

### Problemstillinger

- Hvordan vil du lage en buffer som bufrer optimalt ved pH = 4,7?
- Hvordan vil du illustrere at bufferkapasiteten avhenger av forholdet mellom bufferkomponentene?

### Hvilket stoff kan vi bruke?

$$pH = pK_a + \log \frac{[base]}{[syre]}$$

Ved optimal bufring må konsentrasjonen/stoffmengden av komponentene være like.

$$pH = pK_a + \log 1$$

$$pK_a = pH - 0$$

$$pK_a = pH$$

$$-\log K_a = pH$$

$$\log K_a = -pH$$

$$10^{\log K_a} = 10^{-pH}$$

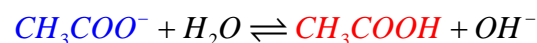
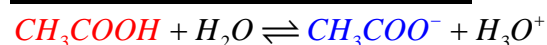
$$K_a = 10^{-pH} = 10^{-4,7} = 2 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{eller } K_b = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-5}} = 5 \cdot 10^{-10}$$

Eddiksyre har  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

Vi foreslår å bruke eddiksyre som har en syrekonstant som ligger veldig nær den ideelle syrekonstanten vi har regnet ut.

### Hva blir pH i bufferen vi vil lage?



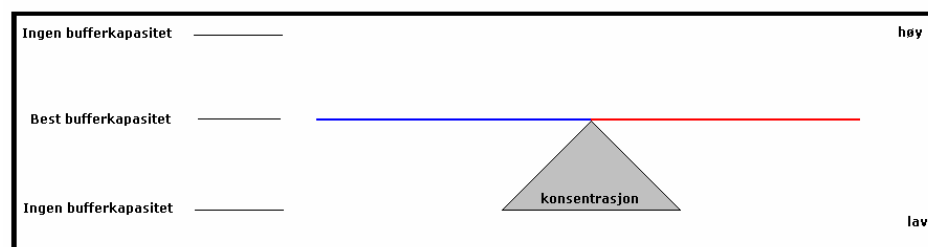
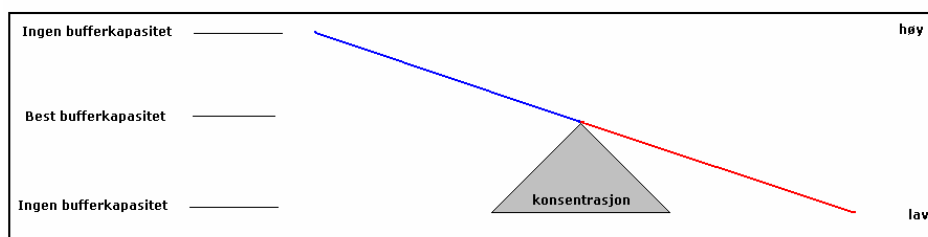
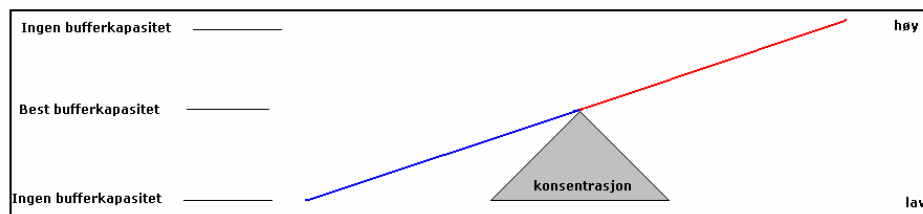
Bruker vi  $[syre] = [base] = [CH_3COOH] = [CH_3COO^-]$  får vi:

$$pH = -\log(2 \cdot 10^{-5}) + \log 1 = -\log(2 \cdot 10^{-5}) = 4,69 \approx 4,7$$

Vi får bekreftet at vi oppnår en pH på 4,7 ved bruk av eddiksyre.

### Hvordan kan vi lage bufferen?

Vi må bruke stoffene eddiksyre ( $CH_3COOH$ ) og acetat ( $CH_3COO^-$ ). Disse stoffene utgjør den sure og den basiske komponenten i bufferen vår. Vi kan bruke eddiksyre ( $CH_3COOH$ ) og et lettløslige salt av syren som for eksempel natriumacetat ( $CH_3COONa$ ), **men vi kan også** bruke eddiksyre ( $CH_3COOH$ ) og en sterk base fordi acetat ( $CH_3COO^-$ ) inngår i eddiksyrelikevekten. Eddiksyre blir så lite protolysert at vi i bufferregning modellerer konsentrasjonen lik null. Her kan vi bruke en sterk base, for eksempel



natriumhydroksid (NaOH) eller kaliumhydroksid (KOH), til å forskyve likevekten halvveis mot høyre. Vi oppnår da like stor konsentrasjon av bufferkomponentene  $CH_3COOH$  og  $CH_3COO^-$ . (Forøvring illustrert av figur 2 og 3.)

### Hvor mye av reagensene trenger vi?

Vi vil lage 500mL bufferløsning, og vil bruke 80mL 0,1 M  $CH_3COOH$ . Vi må da bruke 40mL 0,1 M énprotisk sterk base (f.eks.  $NaOH$ ,  $KOH$ ) eller 20mL 0,1 M toprotisk sterk base (f.eks.  $Cu(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$ ) for å oppnå like stor konsentrasjon og likt antall mol.

La oss anta at vi bruker  $CH_3COOH$  og  $NaOH$ :

Vi har 80mL 0,1 M  $CH_3COOH$ -løsning i et begerglass.

Vi husker på at vi modellerer null protolyse. (Ingen  $CH_3COOH$ -molekyler reagerer med vann.)

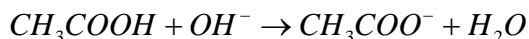
$$n_{CH_3COOH} = v \cdot c = 0,08L \cdot 0,1 \frac{mol}{L} = \underline{0,008mol}$$

Så har vi 40mL 0,1 M  $NaOH$ -løsning i begerglasset.

$NaOH$ -løsningen inneholder  $Na^+(aq)$  og  $OH^-(aq)$ .

$$n_{OH^-} = v \cdot c = 0,04L \cdot 0,1 \frac{mol}{L} = \underline{0,004mol}$$

Hydroksidionene (sterk base) vil reagere fullstendig.



Det er hydroksidionene som er den begrensende reaktanten, 0,004mol vil derfor reagere.

$$n_{CH_3COOH} = 0,008mol - 0,004mol = \underline{0,004mol}$$

$$n_{CH_3COO^-} = 0mol + 0,004mol = \underline{0,004mol}$$

$$n_{OH^-} = 0,004mol - 0,004mol = \underline{0mol}$$

Vi har en optimal buffer hvor  $n_{sur\ komponent} = n_{basisk\ komponent}$ .

### Fremgangsmåte for laging av buffer

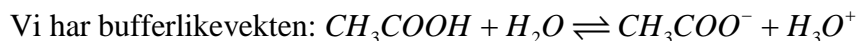
Det er nødvendig for oss å ha nøyaktive volumer/konsentrasjoner når vi jobber med pH og buffere, og særlig når vi skal lage en titreringskrue. Vi pipetterer ut 80mL 0,1M eddiksyre og 40mL lut. Vi husker på å forsyne oss av nok stoff, til også å skylle pipetten. Vi begynner med den svakeste løsnigen først som her er eddiksyre. Vi skyller pipetten, suger opp stoff til over streken og tømmer ut unødvendig stoff i flasken eller annet begerglass. Vi overfører stoffene ( $CH_3COOH$  og  $NaOH$ ) til et stort begerglass og fortynner med vann til 500mL. I teorien da 380mL vann.

### Hva vil vi gjøre etter vi har laget bufferen?

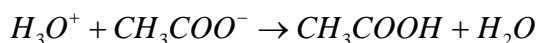
Vi ønsker å lage en titreringskurve med [tilsatt volum] eller [tilsatt mol] (av sterk syre eller sterk base) langs x-aksen og [pH] langs y-aksen. Vi ønsker å ha med pH-ændring fra vi ikke har tilsatt bufferen noe og til litt over sprenning av bufferkapasiteten. Vi bruker en byrette for å tilsette stoff litt etter litt.

Vår buffer kan i teorien nøytralisere 0,004mol  $OH^-$ -ioner eller  $H_3O^+$ -ioner. Det vil si 40 mL 0,1 M énprotisk sterk syre eller base eller 20 mL 0,1 M toprotisk sterk syre eller base. Så vi forventer en meget

slakk kurve helt til vi kommer til punktet hvor bufferkapasiteten sprenges. Vi kan for eksempel bruke et pH-meter og måle pH i løsningen når vi har tilsatt 0mL, 10mL, 20mL, 30mL, 35mL, 37, mL, 39mL, 40mL, 41mL, 43mL, 45mL, 50mL (og eventuelt 60mL, 70mL og 80mL etc...) enprotisk sterk syre eller base, og notere resultatene i et koordinatsystem. Da får vi en ganske nøyaktig kurve, særlig rundt vendepunktet, som er ekstra interessant.



Når vi så har *HCl*-løsning i begerglasset vil  $H_3O^+(aq)$  fra løsningen reagere fullstendig med acetationene.



Vi har nå 0,004 mol  $CH_3COO^-$  og 0,004 mol i  $CH_3COOH$ ,

hvis vi da tilsetter x mol vil antall mol forholde seg slik,

så lenge vi ikke har noen begrensende reaktanter:

$$n_{CH_3COO^-} = 0,004 - x$$

$$n_{CH_3COOH} = 0,004 + x$$

$$n_{H_3O^+} = x - x = 0$$

Vi kan som sagt bruke både sterke syrer og sterke baser for å lage denne titreringskurven, men for å få litt variasjon velger vi å bruke *HCl*. Det hadde ikke vært noe problem med å fortsette med å bruke *NaOH*. Hvis vi da bruker en sterk syre som *HCl*, har vi nå en kurve som uttrykker pH ved volum eller mol av tilsatt sterk syre. Det er ikke nødvendig å gjøre noe praktisk for å lage disse titreringskurvene, men vi kan gjøre det allikevel:

1. en kurve som uttrykker pOH ved volum eller mol av tilsatt syre
2. en kurve som uttrykker pH ved volum eller mol av tilsatt base
3. en kurve som uttrykker pOH ved volum eller mol av tilsatt base

Nummer 3 vil i teorien være identisk med den vi noterer, og det samme ville nummer 1 og 2 være. Kurven vi lager er motsatt av kurve nummer 1. Dette er fordi  $pH + pOH = 14$ .

### Hva trenger vi av utstyr? (oppsummering)

Utstyr

- Briller og frakk
- Pipetter
- 3 100mL begerglass
- 1 500mL begerglass
- Byrette
- pH-meter
- Reagenser

Reagenser

Trivialnavn	Molekylformel	Systematisk navn	Konsentrasjon	Volum (totalt)
eddiksyre	$CH_3COOH(aq)$	etansyre	0,1 M	80mL + litt til skylling
lut	$NaOH(aq)$	natriumhydroksid (løst i vann)	0,1 M	40mL + litt til skylling
saltsyre	$HCl(aq)$	hydrogenklorid (løst i vann)	0,1 M	50 mL

**Praksis mot teori – en umulig kamp – men hvor nært kom vi?**

Teoretisk pH i buffer: 4,7

Omtrentlig målt pH i buffer:

Omtrentlig avvik:

Titreringskurve

