



# Avdeling for allmenne fag

## EKSAMEN

### 4101 GENERELL KJEMI

15.12.09

Tid: 4 timer (09 – 13)

Målform: Bokmål / nynorsk

Sidetall: 6 + framside

Hjelpemiddel: Kalkulator

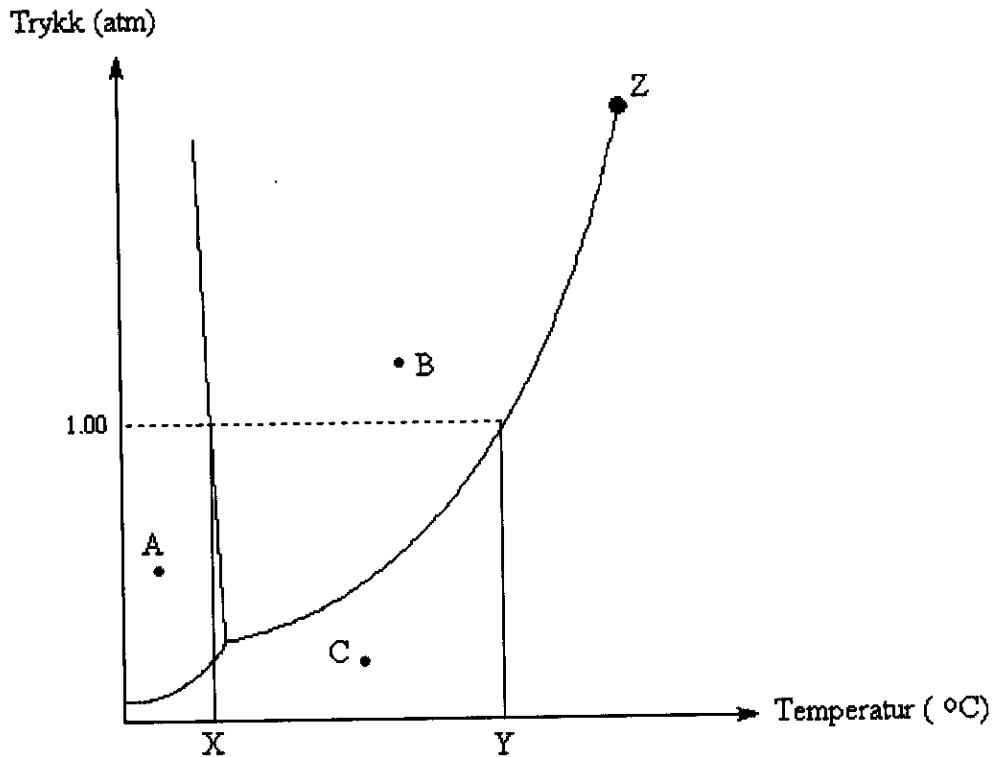
Vedlegg: Det periodiske system, spenningsrekka, løselighetsprodukter, syrekonstanter, indikatorer, noen konstanter og formler

Eksamensresultata blir offentliggjort på følgende internettadresse:  
<http://www-bo.hit.no/af/eplanidx.htm>

# BOKMÅLSTEKST

## OPPGAVE 1

I figuren under har vi tegnet fase-diagrammet for vann.



- a) Hvilke faser har vann i punktene merket A, B og C i diagrammet?
- Hvilke temperaturer leser vi av på  $x$ -aksen i punktene X og Y? Gi grunn for svaret.
- Hva skjer dersom vi varmer opp stoffet i fasen i punkt A ved konstant trykk?
- Hva skjer dersom vi øker trykket på stoffet i fasen i punkt C ved konstant temperatur?
- b) Punktet Z er det kritiske punktet for vann. Hva mener vi med den kritiske temperaturen for et stoff?
- Hvilket stoff av vann og metan ( $\text{CH}_4$ ) vil ha den høyeste kritiske temperaturen? Gi grunn for svaret ditt.
- c) Vi løser 30 g fast  $\text{FeCl}_3$  i 100 g vann. Hvilket frysepunkt får løsningen?

## OPPGAVE 2

a) Tegn Lewisstrukturer for følgende ioner:



Gjør greie for eventuelle resonansstrukturer.

Bruk VSEPR-teorien til å bestemme den romlige strukturen til ionene.

b) En brønn er blitt forurensset av veisalt ( $\text{CaCl}_2$ ), og vi vil bestemme innholdet av klorid i brønnen. Vi gjør da følgende forsøk:

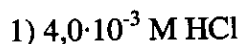
Vi pipetterer ut 100 mL av brønnen, tilsetter indikator og titrerer mot 0,0100 M  $\text{AgNO}_3$ -løsning. Det går med 9,0 mL av løsningen til titreringen. Regn ut  $[\text{Cl}^-]$  i brønnen, og finn massen av  $\text{CaCl}_2$  per liter brønnen.

Hvilken indikator vil du bruke til titreringen? Forklar hvordan indikatoren virker.

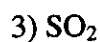
c) Regn ut massen av  $\text{PbI}_2$  som maksimalt kan løses i 300 mL  $\text{H}_2\text{O}$ .

## OPPGAVE 3

a) Regn ut pH-verdien i følgende løsninger:



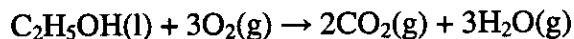
b) Vi løser følgende stoffer i vann. Forklar om løsningene blir sure, nøytrale eller basiske:



Regn ut pH-verdien i 0,20 M KCN-løsning.

- c) Hva mener vi med dannelsesentalpien  $\Delta H_f^0$  for et stoff?  
Hvor stor er dannelsesentalpien for  $O_2(g)$ ?

Når etanol forbrenner, får vi reaksjonen



Regn ut  $\Delta H^0$  for reaksjonen. Oppgitte verdier:

$$\Delta H_f^0(C_2H_5OH(l)) = -277,6 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0(CO_2(g)) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0(H_2O(g)) = -241,8 \text{ kJ/mol}$$

### OPPGAVE 4

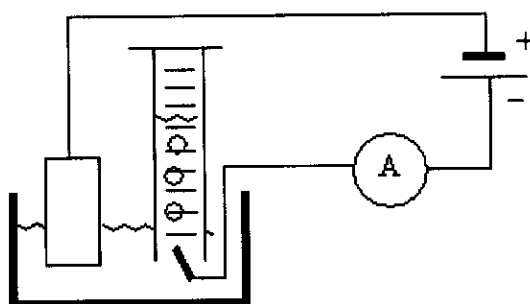
- a) Vi blander sammen følgende stoffer:

1) 100 mL 1,0 M  $ZnSO_4$  og 2,0 g Cu

2) 100 mL 1,0 M  $AgNO_3$  og 2,0 g Zn

Forklar i hvilken løsning vi får reaksjon. Regn ut massen av metallet som lages.

- b) Et elektrolysekar består av to elektroder av platina som er dyppet ned i en løsning av kaliumjodid, KI, i vann. A er et amperemeter.



Vi setter på strømmen. Forklar hva som lages ved anoden og katoden i elektrolysen. Skriv halvreaksjoner for det som skjer ved hver av elektrodene.

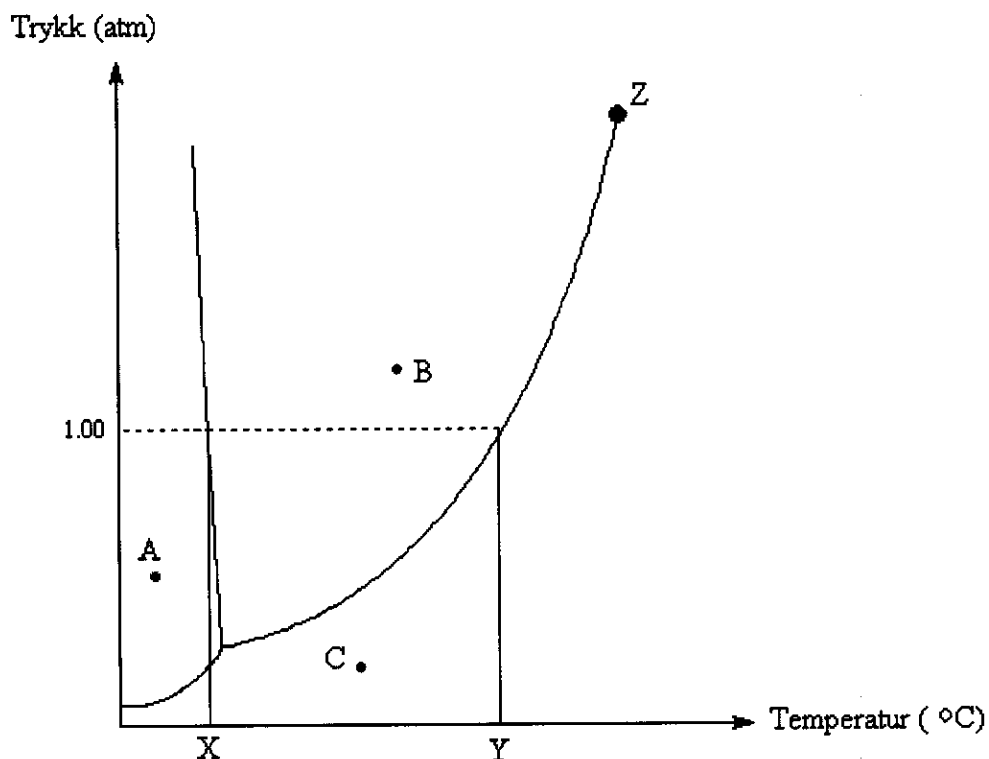
Vi elektrolyserer løsningen ved å la en strøm på 4,0 A gå i 30 minutter. Regn ut massen som skilles ut ved anoden i løpet av denne tida.

- c) Gassen som kommer ved katoden, samles opp under vann. Regn ut volumet av denne gassen når lufttrykket er 750 mm Hg og temperaturen 20 °C. Etter reaksjonen blander vi løsningen godt. Hva blir pH i løsningen nå? Vi regner at volumet av løsningen er 150 mL.

# NYNORSK TEKST

## OPPGÅVE 1

I figuren under har vi teikna fasediagrammet for vatn.



a) Kva for fasar har vatn i punkta merka A, B og C i diagrammet?

Kva for temperaturar les vi av på x-aksen i punkta X og Y? Gi grunn for svaret.

Kva skjer dersom vi varmar opp stoffet i fasen i punkt A ved konstant trykk?

Kva skjer dersom vi aukar trykket på stoffet i fasen i punkt C ved konstant temperatur?

b) Punktet Z er det kritiske punktet for vatn. Kva meiner vi med den kritiske temperaturen for eit stoff?

Kva for stoff av vatn og metan ( $\text{CH}_4$ ) vil ha den høgste kritiske temperaturen? Gi grunn for svaret ditt.

c) Vi løyser 30 g fast  $\text{FeCl}_3$  i 100 g vatn. Kva for frysepunkt får løysninga?

## OPPGÅVE 2

a) Teikn Lewisstrukturar for følgjande ion:



Gjer greie for eventuelle resonansstrukturar.

Bruk VSEPR-teorien til å bestemme den romlege strukturen til iona.

b) Ein brønn er blitt forureina av vegsalt ( $\text{CaCl}_2$ ), og vi vil bestemme innhaldet av klorid i brønnvatnet. Vi gjer da følgjande forsøk:

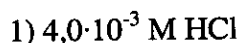
Vi pipetterer ut 100 mL av brønnvatnet, tilset indikator og titrerer mot 0,0100 M  $\text{AgNO}_3$ -løysning. Det går med 9,0 mL av løysninga til titreringa. Rekn ut  $[\text{Cl}^-]$  i brønnvatnet, og finn massen av  $\text{CaCl}_2$  per liter brønnvatn.

Kva for indikator vil du bruke til titreringa? Forklar korleis indikatoren verkar.

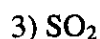
c) Rekn ut den maksimale massen av  $\text{PbI}_2$  som kan bli løyst i 300 mL  $\text{H}_2\text{O}$ .

## OPPGÅVE 3

a) Rekn ut pH-verdien i følgjande løysningar:



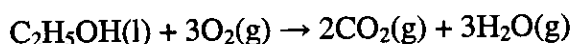
b) Vi løysjer følgjande stoff i vatn. Forklar om løysningane blir sure, nøytrale eller basiske:



Rekn ut pH-verdien i 0,20 M KCN-løysning.

- c) Kva meiner vi med danningsentalpien  $\Delta H_f^0$  for eit stoff?  
Kor stor er danningsentalpien for  $O_2(g)$ ?

Når etanol forbrenn, får vi reaksjonen



Rekn ut  $\Delta H^0$  for reaksjonen. Oppgitte verdier:

$$\Delta H_f^0 (C_2H_5OH(l)) = -277,6 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0 (CO_2(g)) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0 (H_2O(g)) = -241,8 \text{ kJ/mol}$$

### OPPGÅVE 4

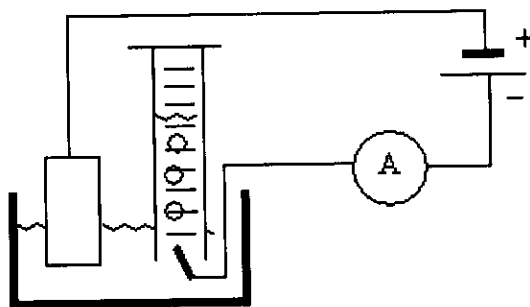
- a) Vi blandar saman følgjande stoff:

1) 100 mL 1,0 M  $ZnSO_4$  og 2,0 g Cu

2) 100 mL 1,0 M  $AgNO_3$  og 2,0 g Zn

Forklar i kva for løysning vi får reaksjon. Rekn ut massen av metallet som blir laga.

- b) Eit elektrolysekar er sett saman av to elektrodar av platina som er dyppa ned i ei løysning av kaliumjodid, KI, i vatn. A er et amperemeter.



Vi set på straumen. Forklar kva som blir laga ved anoden og katoden i elektrolysen. Skriv halvreaksjonar for det som skjer ved kvar av elektrodane.

Vi elektrolyserer løysninga ved å la ein straum på 4,0 A gå i 30 minutt. Rekn ut massen som blir skilt ut ved anoden i løpet av denne tida.

- c) Gassen som kjem ved katoden, blir samla opp under vatn. Rekn ut volumet av denne gassen når lufttrykket er 750 mm Hg og temperaturen  $20^\circ C$ . Etter reaksjonen blandar vi løysninga godt. Kva blir pH i løysninga nå? Vi reknar at volumet av løysninga er 150 mL.

## SPENNINGSREKKA

oksform	+ne <sup>-</sup>	⇌	redform	standard- potensial
F <sub>2</sub>	+2e <sup>-</sup>	⇌	2F <sup>-</sup>	2.87 V
O <sub>3</sub> + 2H <sup>+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	2.07 V
S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2.05 V
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 2H <sup>+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	2H <sub>2</sub> O	1.77 V
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 8H <sup>+</sup>	+5e <sup>-</sup>	⇌	Mn <sup>2+</sup> + 4H <sub>2</sub> O	1.51 V
Au <sup>3+</sup>	+3e <sup>-</sup>	⇌	Au	1.50 V
Cl <sub>2</sub>	+2e <sup>-</sup>	⇌	2Cl <sup>-</sup>	1.36 V
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> + 14H <sup>+</sup>	+6e <sup>-</sup>	⇌	2Cr <sup>3+</sup> + 7H <sub>2</sub> O	1.33 V
MnO <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Mn <sup>2+</sup> + 2H <sub>2</sub> O	1.23 V
O <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup>	+4e <sup>-</sup>	⇌	2H <sub>2</sub> O	1.23 V
Br <sub>2</sub>	+2e <sup>-</sup>	⇌	2Br <sup>-</sup>	1.09 V
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 4H <sup>+</sup>	+3e <sup>-</sup>	⇌	NO + 2H <sub>2</sub> O	0.96 V
Hg <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Hg	0.85 V
Ag <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	⇌	Ag	0.80 V
Fe <sup>3+</sup>	+ e <sup>-</sup>	⇌	Fe <sup>2+</sup>	0.77 V
I <sub>2</sub>	+2e <sup>-</sup>	⇌	2I <sup>-</sup>	0.62 V
Cu <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Cu	0.34 V
Sn <sup>4+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Sn <sup>2+</sup>	0.15 V
S + 2H <sup>+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	H <sub>2</sub> S	0.14 V
2H <sup>+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	H <sub>2</sub>	0.00 V
Pb <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Pb	-0.13 V
Ni <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Ni	-0.24 V
Fe <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Fe	-0.44 V
Zn <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Zn	-0.76 V
2H <sub>2</sub> O	+2e <sup>-</sup>	⇌	H <sub>2</sub> + 2OH <sup>-</sup>	-0.83 V
Zn(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Zn + 4NH <sub>3</sub>	-1.04 V
Mn <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Mn	-1.18 V
Al <sup>3+</sup>	+3e <sup>-</sup>	⇌	Al	-1.66 V
Mg <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Mg	-2.37 V
Na <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	⇌	Na	-2.71 V
Ca <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Ca	-2.87 V
Ba <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Ba	-2.90 V
K <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	⇌	K	-2.93 V
Li <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	⇌	Li	-3.05 V



## LØSELIGHETSPRODUKTER

<u>Navn</u>	<u>Formel</u>	<u><math>K_{sp}</math></u>
Aluminiumhydroksid	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$2.0 \cdot 10^{-32}$
Bariumkarbonat	$\text{BaCO}_3$	$8.1 \cdot 10^{-9}$
Bariumkromat	$\text{BaCrO}_4$	$2.4 \cdot 10^{-10}$
Bariumfluorid	$\text{BaF}_2$	$1.7 \cdot 10^{-6}$
Bariumhydroksid	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$2.4 \cdot 10^{-4}$
Bariumsulfat	$\text{BaSO}_4$	$1.1 \cdot 10^{-10}$
Blybromid	$\text{PbBr}_2$	$3.9 \cdot 10^{-5}$
Blyjodid	$\text{PbI}_2$	$7.1 \cdot 10^{-9}$
Blyklorid	$\text{PbCl}_2$	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Blykromat	$\text{PbCrO}_4$	$1.8 \cdot 10^{-14}$
Blyulfat	$\text{PbSO}_4$	$1.6 \cdot 10^{-8}$
Blyulfid	$\text{PbS}$	$8.0 \cdot 10^{-28}$
Jern(II)hydroksid	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$8.0 \cdot 10^{-16}$
Jern(III)hydroksid	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$4.0 \cdot 10^{-38}$
Jern(II)sulfid	$\text{FeS}$	$1.0 \cdot 10^{-17}$
Kadmiumhydroksid	$\text{Cd}(\text{OH})_2$	$5.9 \cdot 10^{-15}$
Kadmiumsulfid	$\text{CdS}$	$7.8 \cdot 10^{-27}$
Kalsiumfluorid	$\text{CaF}_2$	$4.0 \cdot 10^{-11}$
Kalsiumfosfat	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$2.0 \cdot 10^{-29}$
Kalsiumhydroksid	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$5.5 \cdot 10^{-6}$
Kalsiumoksalat	$\text{CaC}_2\text{O}_4$	$2.6 \cdot 10^{-9}$
Kalsiumsulfat	$\text{CaSO}_4$	$1.9 \cdot 10^{-4}$
Kobberhydroksid	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$6.0 \cdot 10^{-17}$
Kobbersulfid	$\text{CuS}$	$9.0 \cdot 10^{-36}$
Krom(III)hydroksid	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$6.0 \cdot 10^{-31}$
Kvikksølv(I)klorid	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$	$1.3 \cdot 10^{-18}$
Kvikksølv(II)sulfid	$\text{HgS}$	$4.0 \cdot 10^{-53}$
Magnesiumfluorid	$\text{MgF}_2$	$6.5 \cdot 10^{-9}$
Magnesiumhydroksid	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$1.2 \cdot 10^{-11}$
Magnesiumkarbonat	$\text{MgCO}_3$	$1.0 \cdot 10^{-5}$
Manganhydroksid	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$1.9 \cdot 10^{-13}$
Nikkelhydroksid	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$6.5 \cdot 10^{-18}$
Nikkelkarbonat	$\text{NiCO}_3$	$6.6 \cdot 10^{-9}$
Nikkelsulfid	$\text{NiS}$	$3.0 \cdot 10^{-19}$
Sinkcyanoferrat	$\text{Zn}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$	$4.1 \cdot 10^{-16}$
Sinkhydroksid	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$1.2 \cdot 10^{-17}$
Sinkkarbonat	$\text{ZnCO}_3$	$1.4 \cdot 10^{-11}$
Sinksulfid	$\text{ZnS}$	$1.0 \cdot 10^{-21}$
Strontiumfluorid	$\text{SrF}_2$	$2.8 \cdot 10^{-9}$
Strontiumsulfat	$\text{SrSO}_4$	$3.8 \cdot 10^{-10}$
Sølvbromid	$\text{AgBr}$	$5.3 \cdot 10^{-13}$
Sølvfosfat	$\text{Ag}_3\text{PO}_4$	$1.3 \cdot 10^{-20}$
Sølvjodid	$\text{AgI}$	$8.3 \cdot 10^{-17}$
Sølvklorid	$\text{AgCl}$	$1.8 \cdot 10^{-10}$
Sølvkromat	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4$	$2.5 \cdot 10^{-12}$
Sølvulfat	$\text{Ag}_2\text{SO}_4$	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Sølvulfid	$\text{Ag}_2\text{S}$	$2.0 \cdot 10^{-49}$
Tinn(II)sulfid	$\text{SnS}$	$1.0 \cdot 10^{-25}$
Vismutsulfid	$\text{Bi}_2\text{S}_3$	$1.0 \cdot 10^{-97}$

## SYREKONSTANTER FOR SVAKE SYRER

<u>Navn</u>	<u>Formel</u>	<u><math>K_a</math></u>
Ammoniumion	$\text{NH}_4^+$	$K = 5.6 \cdot 10^{-10}$
Benzosyre	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$K = 6.3 \cdot 10^{-5}$
Blåsyre	$\text{HCN}$	$K = 7.2 \cdot 10^{-10}$
Borsyre	$\text{H}_3\text{BO}_3$	$K_1 = 6.4 \cdot 10^{-10}$
Eddiksyre	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$K = 1.8 \cdot 10^{-5}$
Flussyre	$\text{HF}$	$K = 6.7 \cdot 10^{-4}$
Fosforsyre	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$K_1 = 7.5 \cdot 10^{-3}$
Hydrogenfosfation	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$K_2 = 6.2 \cdot 10^{-8}$
Dihydrogenfosfation	$\text{HPO}_4^{2-}$	$K_3 = 4.8 \cdot 10^{-13}$
Hydrogensulfid	$\text{H}_2\text{S}$	$K_1 = 9.1 \cdot 10^{-8}$
Hydrogensulfidion	$\text{HS}^-$	$K_2 = 1.2 \cdot 10^{-15}$
Karbonsyre	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$K_1 = 4.5 \cdot 10^{-7}$
Hydrogenkarbonation	$\text{HCO}_3^-$	$K_2 = 4.7 \cdot 10^{-11}$
Kromsyre	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	$K_1 = 1.8 \cdot 10^{-1}$
Maurisyre	$\text{HCOOH}$	$K = 1.8 \cdot 10^{-4}$
Melkesyre	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$	$K = 1.4 \cdot 10^{-4}$
Oksalsyre	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	$K_1 = 6.5 \cdot 10^{-2}$
Hydrogenoksalation	$\text{HC}_2\text{O}_4^-$	$K_2 = 6.1 \cdot 10^{-5}$
Propansyre	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	$K = 1.3 \cdot 10^{-5}$
Salpetersyring	$\text{HNO}_2$	$K = 5.1 \cdot 10^{-4}$
Svovelsyre	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$K_1 \gg 1$
Hydrogensulfation	$\text{HSO}_4^-$	$K_2 = 1.2 \cdot 10^{-2}$
Svovelsyring	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$K_1 = 1.7 \cdot 10^{-2}$
Hydrogensulfittion	$\text{HSO}_3^-$	$K_2 = 6.5 \cdot 10^{-8}$
Underbromsyrling	$\text{HBrO}$	$K = 2.1 \cdot 10^{-9}$
Underklorsyring	$\text{HClO}$	$K = 1.1 \cdot 10^{-8}$

## SYRE-BASEINDIKATORERS OMSLAGSOMRÅDE

<u>Indikator</u>	<u>"Sur" farge</u>	<u>"Basisk" farge</u>	<u>Omslagsområde (pH)</u>
Bromfenolblått	Gul	Blå	3.0 - 4.6
Metylorange	Rød	Gul	3.1 - 4.4
Bromkresolgrønt	Gul	Blå	3.8 - 5.4
Metylrødt	Rød	Gul	4.2 - 6.2
Bromtymolblått	Gul	Blå	6.0 - 7.6
Fenolrødt	Gul	Rød	6.7 - 8.4
Fenolftalein	Fargeløs	Rød	8.0 - 9.6
Tymolftalein	Fargeløs	Blå	9.3 - 10.6

## NOEN KONSTANTER OG FORMLER

Gasskonstanten:  $R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

Ioneproduktet for vann:  $K_w = 1.0 \cdot 10^{-14}$

Molvolumet av en gass ved STP:  $22.4 \text{ L/mol}$

Vannets molale frysepunktsnedsetting:  $K_f = 1.86 \text{ K} / (\text{mol/kg})$

Vannets molale kokepunktshøyning:  $K_b = 0.51 \text{ K} / (\text{mol/kg})$

Nernsts likning:  $E = E^0 - \frac{0.059 \text{ V}}{n} \cdot \log Q$

Faradays konstant:  $F = 96500 \text{ A} \cdot \text{s} / \text{mol}$

Metningstrykket for vanndamp:

$t \text{ (}^\circ\text{C)}$	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$p \text{ (mm Hg)}$	15	16	17	18	19	20	21	22	24

2. gradslikningen  $ax^2 + bx + c = 0$  har løsningene  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$