



# Avdeling for allmenne fag

## EKSAMEN

### 4101-2 GENERELL KJEMI

09.12.08

Tid: 4 timer (09 – 13)

Målform: Bokmål / nynorsk

Sidetall: 6 + framside

Hjelpemiddel: Kalkulator

Merknader: Ingen

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

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

# BOKMÅLSTEKST

## OPPGAVE 1

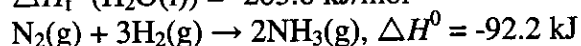
- a) Hva mener vi med begrepet standard dannelsesentalpi  $\Delta H_f^0$  for et stoff? Skriv opp dannelsesreaksjonen for vann,  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .
- b) Regn ut  $\Delta H^0$  for reaksjonen



Følgende er oppgitt:

$$\Delta H_f^0(\text{NO}(\text{g})) = 90.3 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285.8 \text{ kJ/mol}$$



- c) En brønn er blitt sterkt forurenset av veisalt, og vi vil bestemme mengden av NaCl i brønnvannet.

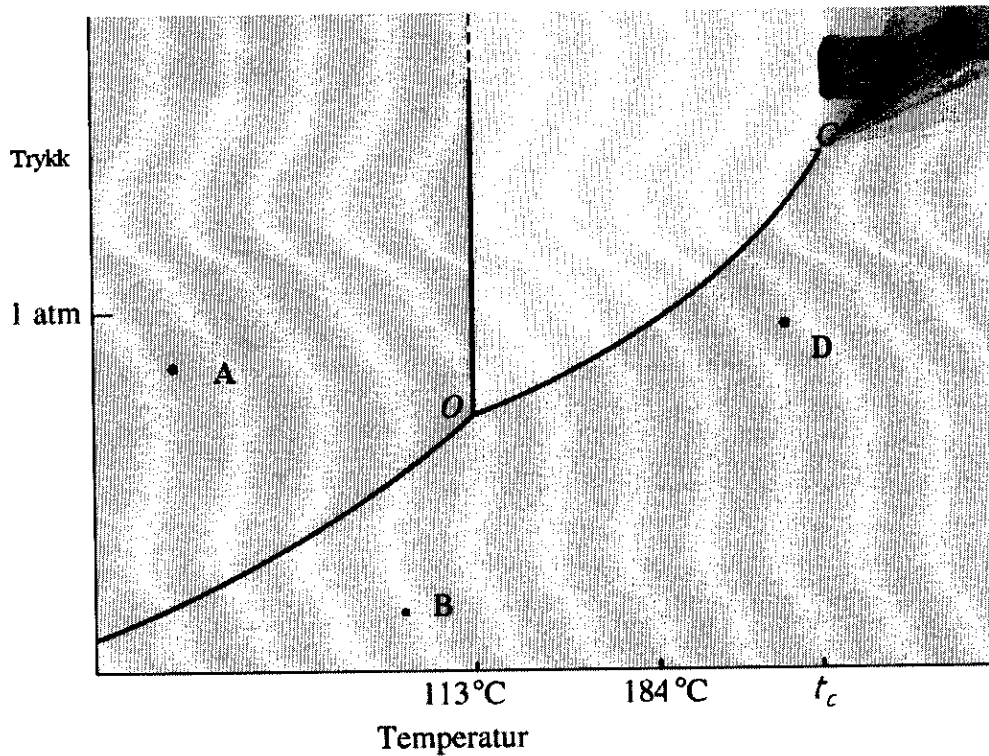
Vi pipetterer ut 20.0 mL av brønnvannet og fortynner dette til 100.0 mL i en målekolbe. Så pipetterer vi ut 25.0 mL av den fortynnete løsningen, og titrerer denne mot 0.100 M  $\text{AgNO}_3$ . Det går med 6.10 mL av  $\text{AgNO}_3$ -løsningen før ekvivalenspunktet er nådd.

Regn ut massen av NaCl per L av brønnvannet.

Hvilken indikator vil du bruke i denne analysen? Forklar hvordan indikatoren virker.

## OPPGAVE 2

- a) På neste side har vi vist fasediagrammet for jod ( $\text{I}_2$ ).



- 1) Forklar hvilke faser jod har i punktene A og B på diagrammet.
  - 2) Definer kokepunktet for en væske. Forklar hvorfor verdiene 113 °C og 184 °C er smeltepunktet og kokepunktet for jod.
- b)
- 1) Hva skjer med jod i punkt D dersom vi avkjøler under konstant trykk?
  - 2) Hva skjer med jod i punkt B dersom vi øker trykket mens temperaturen er konstant?
  - 3) Punkt C er det kritiske punktet for jod. Hva mener vi med den kritiske temperaturen for et stoff?
- c)
- Hvor mange gram fast  $\text{CaCl}_2$  må vi minst løse i 250 g vann for at løsningen skal tåle en temperatur på  $-5.0\text{ }^\circ\text{C}$  uten at den fryser?

### OPPGAVE 3

En elektrokjemisk celle er satt sammen av en sølvelektrode i 50 mL 0.0050 M  $\text{AgNO}_3$ -løsning og en sinkelektrode i 50 mL 2.0 M  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ -løsning.

- a) Tegn cellediagram for cella. Forklar hva som blir positiv og negativ pol, og hva som blir anode og katode i cella. Foreslå en passende elektrolytt til saltbrua, og forklar hvordan denne virker.
- b) Regn ut cellepotensialet til cella.
- c) Forklar hvorfor cellepotensialet vil minke dersom vi tilsetter en  $\text{NaCl}$ -løsning til glasset med  $\text{AgNO}_3$ .

Regn ut cellepotensialet dersom vi tilsetter 10 mL 0.080 M  $\text{NaCl}$  til  $\text{AgNO}_3$ -løsningen.

### OPPGAVE 4

- a) Regn ut pH-verdien i følgende løsninger:
  - 1) 0.076 M  $\text{HCl}$
  - 2) 0.0031 M  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
  - 3) En løsning av 60 mL 0.040 M  $\text{HCl}$ , der det er oppløst 0.080 g fast  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Volumet er ikke endret.
- b) Hva mener vi med korresponderende syrer og baser? Hva er den korresponderende syra til ammoniakk,  $\text{NH}_3$ ?

Vi blander sammen 100 mL 0.60 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  med 80 mL 0.80 M  $\text{NH}_3$ . Hva kaller vi en slik blanding, og hvilke egenskaper har den? Regn ut pH i blandingen.
- c) Tegn Lewisstruktur for bromationet  $\text{BrO}_3^-$ , og bruk VSEPR til å bestemme den romlige strukturen til ionet.

# NYNORSK TEKST

## OPPGÅVE 1

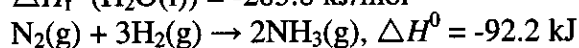
- a) Kva meiner vi med omgrepet standard danningsentalpi  $\Delta H_f^0$  for eit stoff? Skriv opp danningsreaksjonen for vatn,  $H_2O(l)$ .
- b) Rekn ut  $\Delta H^0$  for reaksjonen



Følgjande er oppgitt:

$$\Delta H_f^0 (NO(g)) = 90.3 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0 (H_2O(l)) = -285.8 \text{ kJ/mol}$$



- c) Ein brønn er blitt sterkt forureina av vegsalt, og vi vil bestemme mengda av NaCl i brønnvatnet.

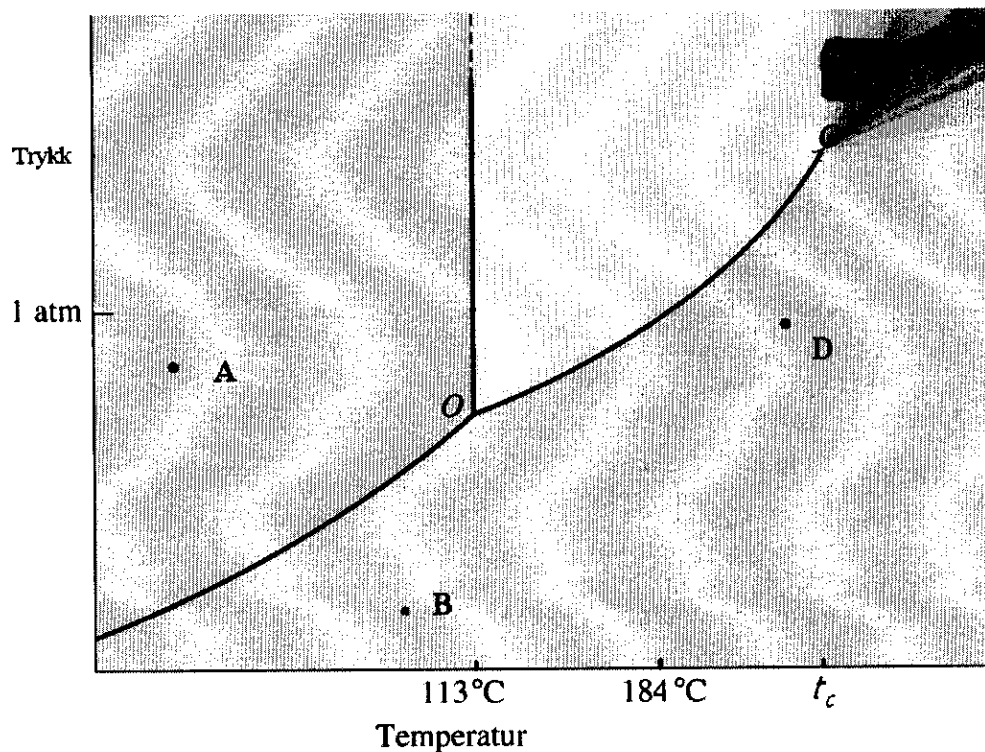
Vi pipetterer ut 20.0 mL av brønnvatnet, og fortynnar dette til 100.0 mL i ein målekolbe. Så pipetterer vi ut 25.0 mL av den fortynna løysninga, og titrerer denne mot 0.100 M  $AgNO_3$ . Det går med 6.10 mL av  $AgNO_3$ -løysninga før ekvivalenspunktet er nådd.

Rekn ut massen av oppløyst NaCl per L av brønnvatnet.

Kva for indikator vil du bruke i denne analysen? Forklar korleis indikatoren verkar.

## OPPGÅVE 2

- a) På neste side har vi vist fasediagrammet for jod ( $I_2$ ).



- 1) Forklar kva for fasar jod har i punkta A og B på diagrammet.
  - 2) Definer kokepunktet for ei væske. Forklar kvifor verdiane 113 °C og 184 °C er smeltepunktet og kokepunktet for jod.
- b)
- 1) Kva skjer med jod i punkt D dersom vi avkjøler under konstant trykk?
  - 2) Kva skjer med jod i punkt B dersom vi aukar trykket mens temperaturen er konstant?
  - 3) Punkt C er det kritiske punktet for jod. Kva meiner vi med den kritiske temperaturen for eit stoff?
- c) Kor mange gram fast  $\text{CaCl}_2$  må vi minst løyse i 250 g vatn for at løysninga skal tåle ein temperatur på  $-5.0\text{ °C}$  utan at den frys?

### OPPGÅVE 3

Ei elektrokjemisk celle er sett saman av ein sølvelektrode i 50 mL 0.0050 M  $\text{AgNO}_3$ -løysning og ein sinkelektrode i 50 mL 2.0 M  $\text{Zn(NO}_3)_2$ -løysning.

- a) Teikn cellediagram for cella. Forklar kva som blir positiv og negativ pol, og kva som blir anode og katode i cella. Foreslå ein passende elektrolytt til saltbrua, og forklar korleis denne verkar.
- b) Rekn ut cellepotensialet til cella.
- c) Forklar kvifor cellepotensialet vil minke dersom vi tilset ei  $\text{NaCl}$ -løysning til glaset med  $\text{AgNO}_3$ .

Rekn ut cellepotensialet dersom vi tilset 10 mL 0.080 M  $\text{NaCl}$  til  $\text{AgNO}_3$ -løysninga.

### OPPGÅVE 4

- a) Rekn ut pH-verdien i følgjande løysningar:
  - 4) 0.076 M  $\text{HCl}$
  - 5) 0.0031 M  $\text{Ba(OH)}_2$
  - 6) Ei løysning av 60 mL 0.040 M  $\text{HCl}$ , der det er oppløyst 0.080 g fast  $\text{Mg(OH)}_2$ . Volumet er ikkje endra.
- b) Kva meiner vi med korresponderande syrer og basar? Kva er den korresponderande syra til ammoniakk,  $\text{NH}_3$ ?

Vi blandar saman 100 mL 0.60 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  med 80 mL 0.80 M  $\text{NH}_3$ . Kva kallar vi ei slik blanding, og kva for eigenskapar har den? Rekn ut pH i blandinga.
- c) Teikn Lewisstruktur for bromationet  $\text{BrO}_3^-$ , og bruk VSEPR til å bestemme den romlege strukturen til ionet.





## 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	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	$K_1 = 1.8 \cdot 10^{-1}$
Maursyre	$\text{HCOOH}$	$K = 1.8 \cdot 10^{-4}$
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:  $K_w = 1.0 \cdot 10^{-14}$

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 vanddamp:

$t$ (°C)	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$p$ (mm Hg)	15	16	17	18	19	20	21	22	24