



Høgskolen i Telemark

## 2. DELEKSAMEN

4101 – GENERELL KJEMI

16.12.2014

Tid: 9-13

Målform: Bokmål / Nynorsk

Sidetall: 3 (inkludert denne forsiden)

Hjelpemidler: Kalkulator

Vedlegg: *Det periodiske systemet, spenningsrekka, løselighetsprodukter, syrekonstanter for svake syrer, indikatorers omslagsområde, noen konstanter og formler*

Eksamensresultata blir offentliggjort på Studentweb.



Fakultet for allmennvitenskaplige fag.

# BOKMÅLSTEKST

## OPPGAVE 1

- a) Hvorfor er vann et svært godt løsningsmiddel for mange salter?  
Vi løser saltet kalsiumklorid,  $\text{CaCl}_2$ , i vann. Forklar hvilke to delprosesser vi deler denne løsningsprosessen i.  
Hva er det som bestemmer om løsningsprosessen er eksoterm eller endoterm?
- b) Metallhydroksider er ofte tungtløselige forbindelser, men løseligheten av hydroksider i vann varierer mye. Vi tar for oss de tre hydroksidene natriumhydroksid, magnesiumhydroksid og aluminiumhydroksid.  
Skriv formlene for disse tre hydroksidene og forklar hvorfor løseligheten av disse tre stoffene i vann er svært ulik.
- c) Forklar hvordan damptrykkkurven for en vandig løsning av et stoff ligger i forhold til damptrykkkurven for reint vann. Forklar videre hvilke følger dette har for frysepunktet og kokepunktet for løsningen sammenliknet med frysepunktet og kokepunktet for reint vann.  
Regn ut frysepunktet for en løsning av 30 g  $\text{CaCl}_2$  i 300 g vann.

## OPPGAVE 2

- a) Tegn Lewisstrukturer for ionene/molekylene  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{CS}_2$  og  $\text{SiO}_3^{2-}$ . Gjør greie for eventuelle resonansstrukturer.  
Bruk VSEPR og bestem den romlige strukturen til disse ionene/molekylene.
- b) Vi blander sammen 50 mL 0,0020 M  $\text{BaCl}_2$ -løsning med 50 mL 0,00050 M  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -løsning. Hvilket bunnfall kan eventuelt dannes i denne blandingen?  
Undersøk om vi får dannet dette bunnfallet i forsøket over.
- c) Hvilke faktorer påvirker reaksjonsfarten til en kjemisk reaksjon?

### OPPGAVE 3

Vi lager oss en elektrokjemisk celle som består av en magnesiumstav i 100 mL 3,0 M  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -løsning og en sølvstav i 100 mL 0,040 M  $\text{AgNO}_3$ -løsning. Løsningene er forbundet med en saltbru.

- Tegn cellediagram. Forklar hva som blir positiv og negativ pol i cella og hva som blir anode og katode. Skriv halvreaksjoner for det som skjer når cella avgir elektrisk strøm. Hvilket stoff vil du foreslå til saltbrua? Forklar hvordan denne virker.
- Regn ut cellepotensialet til cella.
- Vi tilsetter 40 mL 0,090 M  $\text{KBr}$ -løsning til glasset med  $\text{AgNO}_3$ -løsningen. Forklar først om cellepotensialet vil stige eller synke. Regn deretter ut cellepotensialet etter denne tilsetningen.

### OPPGAVE 4

- Regn ut pH-verdien i følgende løsninger:
  - 0,0075 M  $\text{HCl}$
  - 0,0040 M  $\text{Sr}(\text{OH})_2$
  - En blanding av 40 mL 0,0075 M  $\text{HCl}$  og 100 mL 0,0040 M  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ .
- En konsentrert løsning av flussyre,  $\text{HF}$ , skal analyseres. Vi pipetterer ut 10,0 mL av den konsentrerte flussyra og overfører dette til en 1000 mL målekolbe. Så pipetterer vi ut 15,0 mL av den fortynnete syra og titrerer denne løsningen mot 0,200 M  $\text{NaOH}$ . Det går med 20,7 mL av luten før vi når ekvivalenspunktet.

Skriv reaksjonslikning for titreringen og regn ut konsentrasjonen av den konsentrerte flussyra. Regn også ut masseprosenten av  $\text{HF}$  i den konsentrerte syra når massetettheten av syra er 1,15 g/mL.
- Foreslå en passende indikator til titreringen. Gi grunn for forslaget ditt.
- Regn ut pH-verdien i løsningen når det er tilsatt 10,0 mL av luten.

# NYNORSK TEKST

## OPPGÅVE 1

- a) Kvifor er vatn eit svært godt løysningsmiddel for mange salt?  
Vi løyser saltet kalsiumklorid,  $\text{CaCl}_2$ , i vatn. Forklar kva for to delprosessar vi deler denne løysningsprosessen i.  
Kva er det som bestemmer om løysningsprosessen er eksoterm eller endoterm?
- b) Metallhydroksid er ofte tungtløselege sambindingar, men løysingsevna av hydroksid i vatn varierer mykje. Vi tar for oss dei tre hydroksida natriumhydroksid, magnesiumhydroksid og aluminiumhydroksid.  
Skriv formlane for desse tre hydroksida og forklar kvifor løysingsevna av desse tre stoffa i vatn er svært ulik.
- c) Forklar korleis damptrykkkurva for ei vassløysning av eit stoff ligg samanlikna med damptrykkkurva for reint vatn. Forklar vidare kva for følgjer dette har for frysepunktet og kokepunktet for vassløysninga samanlikna med frysepunktet og kokepunktet for reint vatn.  
Regn ut frysepunktet for ei løysning av 30 g  $\text{CaCl}_2$  i 300 g vatn.

## OPPGÅVE 2

- a) Teikn Lewisstrukturar for iona/molekyla  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{CS}_2$  og  $\text{SiO}_3^{2-}$ . Gjer greie for eventuelle resonansstrukturar.  
Bruk VSEPR og bestem den romlege strukturen til desse iona/molekyla.
- b) Vi blandar saman 50 mL 0,0020 M  $\text{BaCl}_2$ -løysning med 50 mL 0,00050 M  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -løysning. Kva for botnfall kan eventuelt bli danna i denne blandinga?  
Undersøk om vi får danna dette botnfallet i forsøket over.
- c) Kva for faktorar påverkar reaksjonsfarten til ein kjemisk reaksjon?

### OPPGÅVE 3

Vi lagar oss ei elektrokjemisk celle som er samansett av ein magnesiumstav i 100 mL 3,0 M  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -løysning og ein sølvstav i 100 mL 0,040 M  $\text{AgNO}_3$ -løysning. Løysningane er bundne saman med ei saltbru.

- Teikn cellediagram. Forklar kva som blir positiv og negativ pol i cella og kva som blir anode og katode. Skriv halvreaksjonar for det som skjer når cella gir frå seg elektrisk straum. Kva for stoff vil du foreslå til saltbrua? Forklar korleis denne verkar.
- Rekn ut cellepotensialet til cella.
- Vi tilset 40 mL 0,090 M  $\text{KBr}$ -løysning til glaset med  $\text{AgNO}_3$ -løysninga. Forklar fyrst om cellepotensialet vil gå opp eller ned. Rekn deretter ut cellepotensialet etter denne tilsetjinga.

### OPPGÅVE 4

- Rekn ut pH-verdien i følgjande løysningar:
  - 0,0075 M  $\text{HCl}$
  - 0,0040 M  $\text{Sr}(\text{OH})_2$
  - Ei blanding av 40 mL 0,0075 M  $\text{HCl}$  og 100 mL 0,0040 M  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ .
- Ei konsentrert løysning av flussyre,  $\text{HF}$ , skal bli analysert. Vi pipetterer ut 10,0 mL av den konsentrerte flussyra og overfører dette til ein 1000 mL målekolbe. Så pipetterer vi ut 15,0 mL av den fortynna syra og titrerer denne løysninga mot 0,200 M  $\text{NaOH}$ . Det går med 20,7 mL av luten før vi når ekvivalenspunktet.

Skriv reaksjonslikning for titreringa og rekn ut konsentrasjonen av den konsentrerte flussyra. Rekn også ut masseprosenten av  $\text{HF}$  i den konsentrerte syra når massetettleiken av syra er 1,15 g/mL.
- Foreslå ein passende indikator til titreringa. Grunngi forslaget ditt.
- Rekn ut pH-verdien i løysninga når det er tilsett 10,0 mL av luten.

## 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
Co <sup>2+</sup>	+2e <sup>-</sup>	⇌	Co	-0.28 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	Al(OH) <sub>3</sub>	$2.0 \cdot 10^{-32}$
Bariumkarbonat	BaCO <sub>3</sub>	$8.1 \cdot 10^{-9}$
Bariumkromat	BaCrO <sub>4</sub>	$2.4 \cdot 10^{-10}$
Bariumfluorid	BaF <sub>2</sub>	$1.7 \cdot 10^{-6}$
Bariumhydroksid	Ba(OH) <sub>2</sub>	$2.4 \cdot 10^{-4}$
Bariumsulfat	BaSO <sub>4</sub>	$1.1 \cdot 10^{-10}$
Blybromid	PbBr <sub>2</sub>	$3.9 \cdot 10^{-5}$
Blyjodid	PbI <sub>2</sub>	$7.1 \cdot 10^{-9}$
Blyklorid	PbCl <sub>2</sub>	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Blykromat	PbCrO <sub>4</sub>	$1.8 \cdot 10^{-14}$
Blyulfat	PbSO <sub>4</sub>	$1.6 \cdot 10^{-8}$
Blyulfid	PbS	$8.0 \cdot 10^{-28}$
Jern(II)hydroksid	Fe(OH) <sub>2</sub>	$8.0 \cdot 10^{-16}$
Jern(III)hydroksid	Fe(OH) <sub>3</sub>	$4.0 \cdot 10^{-38}$
Jern(II)sulfid	FeS	$1.0 \cdot 10^{-17}$
Kadmiumhydroksid	Cd(OH) <sub>2</sub>	$5.9 \cdot 10^{-15}$
Kadmiumsulfid	CdS	$7.8 \cdot 10^{-27}$
Kalsiumfluorid	CaF <sub>2</sub>	$4.0 \cdot 10^{-11}$
Kalsiumfosfat	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	$2.0 \cdot 10^{-29}$
Kalsiumhydroksid	Ca(OH) <sub>2</sub>	$5.5 \cdot 10^{-6}$
Kalsiumoksalat	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$2.6 \cdot 10^{-9}$
Kalsiumsulfat	CaSO <sub>4</sub>	$1.9 \cdot 10^{-4}$
Kobberhydroksid	Cu(OH) <sub>2</sub>	$6.0 \cdot 10^{-17}$
Kobbersulfid	CuS	$9.0 \cdot 10^{-36}$
Krom(III)hydroksid	Cr(OH) <sub>3</sub>	$6.0 \cdot 10^{-31}$
Kvikksølv(I)klorid	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	$1.3 \cdot 10^{-18}$
Kvikksølv(II)sulfid	HgS	$4.0 \cdot 10^{-53}$
Magnesiumfluorid	MgF <sub>2</sub>	$6.5 \cdot 10^{-9}$
Magnesiumhydroksid	Mg(OH) <sub>2</sub>	$1.2 \cdot 10^{-11}$
Magnesiumkarbonat	MgCO <sub>3</sub>	$1.0 \cdot 10^{-5}$
Manganhydroksid	Mn(OH) <sub>2</sub>	$1.9 \cdot 10^{-13}$
Nikkelhydroksid	Ni(OH) <sub>2</sub>	$6.5 \cdot 10^{-18}$
Nikkelkarbonat	NiCO <sub>3</sub>	$6.6 \cdot 10^{-9}$
Nikkelsulfid	NiS	$3.0 \cdot 10^{-19}$
Sinkcyanoferat	Zn <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	$4.1 \cdot 10^{-16}$
Sinkhydroksid	Zn(OH) <sub>2</sub>	$1.2 \cdot 10^{-17}$
Sinkkarbonat	ZnCO <sub>3</sub>	$1.4 \cdot 10^{-11}$
Sinksulfid	ZnS	$1.0 \cdot 10^{-21}$
Strontiumfluorid	SrF <sub>2</sub>	$4.3 \cdot 10^{-9}$
Strontiumsulfat	SrSO <sub>4</sub>	$3.8 \cdot 10^{-10}$
Sølvbromid	AgBr	$5.3 \cdot 10^{-13}$
Sølvfosfat	Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	$1.3 \cdot 10^{-20}$
Sølvjodid	AgI	$8.3 \cdot 10^{-17}$
Sølvklorid	AgCl	$1.8 \cdot 10^{-10}$
Sølvkromat	Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	$2.5 \cdot 10^{-12}$
Sølvulfat	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Sølvulfid	Ag <sub>2</sub> S	$2.0 \cdot 10^{-49}$
Tinn(II)sulfid	SnS	$1.0 \cdot 10^{-25}$
Vismutsulfid	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	$1.0 \cdot 10^{-97}$

## 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	$\text{HBrO}$	$K = 2.1 \cdot 10^{-9}$
Underklorsyrling	$\text{HClO}$	$K = 1.1 \cdot 10^{-8}$

## 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:  $R = 0,0821 \text{ L} \cdot \text{atm} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

Tilstandslikningen for en ideell gass:  $pV = nRT$

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

Molvolumet av en gass ved STP: 22,4 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:

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

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

