



# **Avdeling for allmenne fag**

## **EKSAMEN**

**4400-3 KJEMI NETTKURS**

**22.06.09**

Tid: 4 timer (09 – 13)

Målform: Bokmål

Sidetall: 3 + framside

Hjelpemiddel: Kalkulator

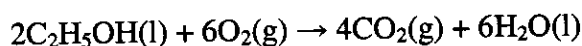
Vedlegg: Det periodiske system, spenningsrekka, løselighetsprodukter, syrekonstanter, indikatorer, noen konstanter

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

## OPPGAVE 1

a) Hva mener vi med dannelsesentalpien for et stoff? Skriv dannelsesreaksjonen for etanol,  $C_2H_5OH(l)$ .

b) Etanol forbrenner etter reaksjonslikningen



Regn ut  $\Delta H^0$  for reaksjonen.

Oppgitte data:  $\Delta H_f^0(C_2H_5OH(l)) = -277.6 \text{ kJ/mol}$

$\Delta H_f^0(CO_2(g)) = -393.5 \text{ kJ/mol}$

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l), \Delta H^0 = -571.6 \text{ kJ}$

c) Salting av veier kan føre til forurensing av drikkevannskilder. For å undersøke om en brønn er påvirket av veisalt ( $CaCl_2$ ), ble følgende forsøk gjort:

100 mL av brønnen vannet ble tilsatt litt salpetersyre og indikator og deretter titrert mot 0.0100 M  $AgNO_3$ . Det gikk med 13.5 mL av løsningen før ekvivalenspunktet ble nådd. Regn ut hvor mange mg  $Cl^-$  100 mL av brønnen vannet inneholdt, og massen av  $CaCl_2$  per liter brønnen vann.

Hvilken indikator brukes til denne analysen? Forklar hvordan indikatoren virker.

## OPPGAVE 2

a) Tegn Lewisstruktur for følgende molekyler / ioner:

1)  $CO_2$       2)  $SO_3$       3)  $BrO_3^-$       4)  $ClO_2$

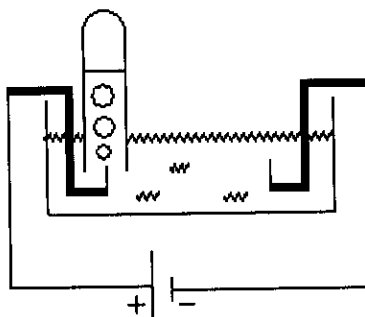
Gjør greie for eventuelle resonansstrukturer og unntak fra oktettregelen.

b) Bruk VSEPR-teorien, og gjør greie for den romlige strukturen av disse molekylene / ionene.

c) Regn ut frysepunktet for en løsning der det er oppløst 42 g  $MgCl_2$  i 500 g  $H_2O$ .

### OPPGAVE 3

En strømkrets ser ut som på tegningen under:



I karet har vi en løsning av  $\text{ZnSO}_4$  i vann. Vi setter på strømmen, og elektrolyserer i 30 minutter med en strømstyrke på 0.50 A. Ved den positive elektroden samler vi opp gassen som kommer.

- Forklar hva som er katode og anode i denne elektrolysen. Skriv likningene for halvreaksjonene som skjer ved hver elektrode.
- Regn ut massen av metallet som lages i elektrolysen. Regn også ut volumet av gassen som lages ved den negative elektroden. Temperaturen i løsningen er  $22^\circ\text{C}$  og lufttrykket er 770 mm Hg. Væsknivået inne i glasset til venstre er like høyt som væsknivået i karet når elektrolysen er over.
- Hva ville elektrolyseproduktene ha blitt dersom vi hadde byttet ut løsningen av  $\text{ZnSO}_4$  med en løsning av  $\text{MgBr}_2$  i vann?

### OPPGAVE 4

- Skriv opp Brønstedts definisjoner på en syre og en base. Bruk syredefinisjonen til å skrive protolyser for karbonsyre,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , i vann. Forklar hvorfor  $K_{a1}$  alltid er større enn  $K_{a2}$ .

Hvilke baser er sterkest av  $\text{HCO}_3^-$  og  $\text{CO}_3^{2-}$ ? Gi grunn for svaret ditt.

- Regn ut pH-verdien i følgende løsninger:

- 0.032 M NaOH
- En blanding av 50 mL 0.050 M HCl og 30 mL 0.030 M  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- En blanding av 200 mL 1.00 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$  og 12.3 g  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Ingen volumendring.
- Blandingen i 3) tilsatt 2.0 g  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$ . Ingen volumendring.

c) Forklar hvilke av følgende løsninger som har bufferegenskaper:

1) 2 M HCl + 2 M KCl

2) 2 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>

3) 2 M Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

4) 100 mL 1.0 M CH<sub>3</sub>COOH + 60 mL 0.80 M NaOH

## 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	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	$3.0 \cdot 10^{-19}$
Sinkcyanoferrat	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>	$2.8 \cdot 10^{-9}$
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	$\text{HBrO}$	$K = 2.1 \cdot 10^{-9}$
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 vanddamp:

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



