

EKSAMEN I EMNE TMT4110 KJEMI

Lørdag 20. mai 2006  
kl. 0900-1300

Hjelpemidler: C  
Trykte hjelpemidler: Aylward & Findlay: "SI Chemical Data"  
Formelark (siste ark i oppgaveteksten).

---

Sensuren faller uke 24 2006.

Skriv kort! Angi fremgangsmåte og vesentlig mellomregning ved løsning av regneoppgaver.  
Nødvendige data hentes fra "SI Chemical Data" dersom annet ikke er angitt.

**Oppgave 1 (Tilsvarende deleksamen 1)**

- a) - Skriv reaksjonsligningen når hvert av metallene Al(s) og Zn(s) reagerer med HCl (aq).  
- En metallpulverblanding består av Al(s) og Zn(s). 4,36 g av blandingen tilsettes saltsyre. Når alt metall har reagert, er det utviklet 2,81 L hydrogengass. Gassen samles opp over løsningen ved 20°C og 756 Torr. (Damptrykket av saltsyreløsningen antas tilnærmet lik damptrykket over rent vann.) Hvor mange mol H<sub>2</sub>(g) inneholder gassen?  
- Beregn molbrøken av henholdsvis Al(s) og Zn(s) i den opprinnelige metallpulverblanding.
- b) Konsentrasjonen av løsninger angis oftest i molaritet, molalitet, molbrøk (molprosent) eller vektprosent.  
- Definer hver av disse begrepene.  
- Når er det aktuelt å bruke molalitet fremfor molaritet?

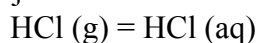
**Oppgave 2 (Tilsvarende deleksamen 2)**

- a) - Beregn pH i 0,75 M CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH (propionic acid)  
- Hva er en bufferløsning?
- b) - Du skal lage 1 L bufferløsning med pH=5,5 ved å blande 0,75 M CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH og 1,0 M NaOH. Hvor mange mL må du bruke av hver av de opprinnelige løsninger?

**Oppgave 3 (Tilsvarende deleksamen 3)**

- a) - Rent karbon forbrenner med støkiometriske mengder ren O<sub>2</sub> (g) til CO<sub>2</sub> (g). Hvor mye varme utvikles når 1 mol C forbrenner?  
- Hvilken temperatur får produktet hvis all reaksjonsvarmen blir igjen i reaksjonsproduktet?

- b) - Beregn  $\Delta H^\circ$  ved 25 °C for reaksjonen



- Hva blir temperaturen i vannet når 1 mol HCl (g) løses i 1 L vann og utgangstemperaturen er 0 °C? Gå ut fra at varmekapasiteten i saltsyreløsningen er den samme som for rent vann.

#### Oppgave 4 (Tilsvarende deleksamen 4)

- a) - Kompletter og balansér følgende reaksjonsligninger:  
 I sur løsning  $\text{ClO}_3^- + \text{Sb (s)} \rightarrow \text{HClO}_2 \text{ (aq)} + \text{SbO}^+$   
 I basisk løsning  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{O}_2 \text{ (g)} + \text{MnO}_4^{2-}$
- b) - En konsentrasjonscelle består av to halvceller med en sinkelektrode i hver. Hver av elektrolyttene er i likevekt med fast  $\text{Zn(OH)}_2$ . pH i elektrolyttene er henholdsvis 5,83 og 8,76. Beregn cellepotensialet.

#### Oppgave 5

- a) - Kvikksølvhydroksid,  $\text{Hg(OH)}_2$ , er et tungtløselig stoff. Skriv opp løselighetsproduktet,  $K_{\text{sp}}(\text{Hg(OH)}_2)$ , og den reaksjonsligning løselighetsproduktet gjelder for.  
 -  $\text{Hg(OH)}_2$  vil løse seg til en viss grad i en kloridløsning idet følgende reaksjon skjer:  

$$\text{Hg(OH)}_2 \text{ (s)} + 4 \text{Cl}^- = \text{HgCl}_4^{2-} + 2 \text{OH}^- \quad (1)$$
  
 Finn likevektskonstanten for reaksjon (1) ut fra data du finner i "SI Chemical Data".  
 - Hva er  $\Delta G^\circ$  for reaksjon (1)?
- b) - Hvor mange gram NaCl (s) må man tilsette 1,0 L vann for at 0,20 g  $\text{Hg(OH)}_2$  skal løse seg ved likevekt ved 25 °C? (Løsningens volum antas å forbli konstant.)  
 - Dersom man i stedet ville løse  $\text{Hg(OH)}_2$  i en vandig HCl-løsning med samme kloridkonsentrasjon som i NaCl-løsningen, ville mye mer  $\text{Hg(OH)}_2$  være løst ved likevekt. Forklar årsaken til dette. (1 setning.)

#### Oppgave 6

- a) - Kvikksølv(II)sulfid forekommer i to modifikasjoner,  $\alpha\text{-HgS(s)}$  og  $\beta\text{-HgS(s)}$ . Av disse er  $\alpha\text{-HgS(s)}$  termodynamisk mest stabil ved 25 °C? Hvorledes kan du se det ut fra foreliggende tabelldata?  
 - Kvikksølv kan fremstilles fra sulfidet etter reaksjonen  

$$\alpha\text{-HgS(s)} + \text{O}_2 \text{ (g)} = \text{Hg(g)} + \text{SO}_2 \text{ (g)} \quad (1)$$
  
 Beregn  $\Delta H^\circ$  og  $\Delta S^\circ$  for reaksjonen ved 25 °C. (Pass på benevning!)  
 - Kommenter fortegnet og størrelsen av  $\Delta S^\circ$ .
- b) - Anta at  $\Delta H^\circ$  og  $\Delta S^\circ$  er uavhengige av temperaturen, og beregn  $\Delta G^\circ$  for reaksjonen ved 900 K.  
 - Hvorfor kan du ikke benytte tabellverdien for  $\Delta G^\circ$  i denne beregningen?  
 - Beregn likevektskonstanten for reaksjon (1).

#### Oppgave 7

- a) - Hva mener vi med begrepet "annen ordens reaksjon"?

- Forklar kort (1 setning) hva vi mener med begrepet ”aktiveringsenergi”.
  - Hvordan kan aktiveringsenergien for en reaksjon reduseres?
  - Gi et eksempel på en reaksjon der aktiveringsenergien er redusert.
- b) - Det er påvist at reaksjonen
- $$\text{CH}_4 (\text{g}) + 2 \text{S}_2 (\text{g}) = \text{CS}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{S} (\text{g}) \quad (1)$$
- er en annen ordens reaksjon. Hastighetskonstanten ved to forskjellige temperaturer er gitt i tabellen:

Temp./°C	Hastighetskonstant $k / (\text{mol/L})^{-1} \text{s}^{-1}$
550	1,1
625	6,4

Beregn aktiveringsenergien for reaksjonen.

### Oppgave 8

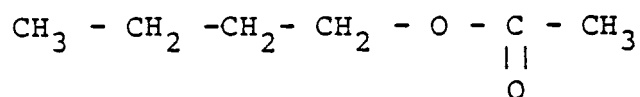
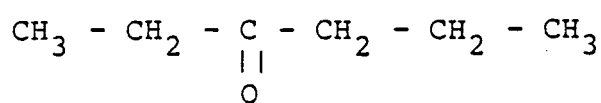
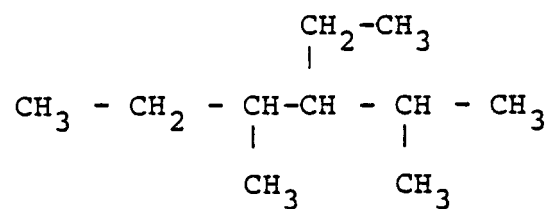
- a) - Den såkalte ”oktettregelen” er et nyttig hjelpemiddel for å foreslå molekylstrukturer. Forklar kort hva regelen går ut på.
- Vis lewisstrukturen til følgende molekyler:  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SeF}_4$ . (En eller flere av disse har resonansstruktur.)
  - Hvilke av molekylene har dipolmoment?
- b) - Gjør kort rede for elektronparfrastøtningsmodellen for molekylstrukturer. (VSEPR.) (2-3 setninger.)
- Foreslå molekylgeometri og bindingsvinkler for  $\text{NF}_3$  og  $\text{SO}_2$  ved hjelp av denne modellen.

### Oppgave 9

- a) - Hva mener vi med begrepet ”elektronegativitet”?
- Hvorledes kan verdiene for grunnstoffenes elektronegativitet benyttes til å forutsi bindingenes natur i en forbindelse?
  - Hva mener vi med begrepet ”van der Waalske bindinger”?
- b) - Beskriv kort bindingsforholdene i følgende forbindelser:  $\text{Na}$  (s),  $\text{LiF}$  (s),  $\text{CO}_2$  (g),  $\text{HCl}$  (l),  $\text{SiO}_2$  (s).
- Forklar kort hva vi mener med ”hydrogenbinding”? (Maks. 2 setninger.)
  - Nevn typiske eksempler på forbindelser der vi finner hydrogenbinding.

**Oppgave 10**

- a) - Gi navn til følgende 3 organiske stoffer:



- b) - Tegn formelen og gi navn til tre isomere med bruttoformel  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$  der dobbeltbinding  $\text{C}=\text{C}$  ikke forekommer.

FORMEL	KOMMENTAR
$PV = nRT$	Ideell gass
$P_i = n_i RT/V \quad (P_T = \sum_i P_i)$	Partialtrykk av i
$C = q / \Delta T$	Varmekapasitet
$\Delta E = q + w$	Endring i indre energi
$H = E + PV$	Entalpi
$\Delta H = q_p$	Konstant $P$ . Bare volumarb.
$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{produkter}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{reaktanter})$	Husk støkiometriske koeffisienter
$\Delta H_T^\circ = \Delta H_{298}^\circ + \Delta C_p^\circ \times \Delta T$	$\Delta C_p^\circ$ konstant
$\ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right) = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$	$\Delta H$ og $\Delta S$ konstant
$dS = \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$	Entropiendring
$\Delta S_T^\circ = \Delta S_{298}^\circ + \Delta C_p^\circ \ln\left(\frac{T}{298,15}\right)$	$\Delta C_p^\circ$ konstant
$G = H - TS$	Gibbs energi. Fri energi.
$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	Endring i fri energi ved konstant $T$
$\Delta G_T^\circ = \Delta H_{298}^\circ - T\Delta S_{298}^\circ$ $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$	$\Delta C_p^\circ \approx 0$ Reaksjonskvotient, $Q$
$G = G^\circ + RT \ln a$	Aktivitet (relativ), $a$
$\Delta G^\circ = -RT \ln K$	Likevektskonstant, $K$
$\Delta G = -nFE$	Cellepotensial, $E$
$Q = It = n_e F$	Elektrisk ladning
$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q = E^\circ - \frac{0,0592}{n} \log Q, \quad 25^\circ \text{C}$	Nernsts ligning
$r = -\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{c} \frac{d[C]}{dt} = k[A]^l [B]^m [C]^n [D]^p$	Reaksjonshastighet for $aA + bB \rightarrow cC + dD$
Total orden = $l + m + n + p$	
$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$	Hastighetskonstant, $k$ Aktiveringsenergi, $E_a$