



Institutt for materialteknologi

## **Eksamensoppgave i TMT4110 Kjemi**

**Faglig kontakt under eksamen: Førsteamanuensis Hilde Lea Lein**

**Tlf.: 735 50880**

**Eksamensdato: 28. mai 2013**

**Eksamenstid (fra-til): 09:00-13:00**

**Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:**

**C – Bestemt, enkel kalkulator, med tomt minne.  
Aylward & Findlay: SI Chemical Data**

**Annen informasjon:**

**Målform/språk: Bokmål**

**Antall sider: 5 inkludert forside og formelliste**

**Antall sider vedlegg: -**

Kontrollert av:

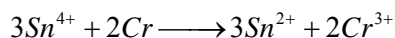
---

Dato

Sign

**Oppgave 1.**

En galvanisk celle er gitt av totalreaksjonen:



- Tegn den galvaniske cellen, og angi spesielt elektrodematerialer og retning for elektron- og ionebevegelse (også i saltbroa).
- Angi delreaksjonene i cella, beregn  $E^0$ ,  $\Delta G^0$  og  $K$  for totalreaksjonen ved  $25^\circ\text{C}$ .

Et annet batteri er gitt ved:  $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}(0,50\text{M})||\text{Ag}^+(2,1\text{M})|\text{Ag}$ . Massen av hver elektrode er 100,0 g og volumet til hver halvcelle er 1,0 L.

- Angi delreaksjoner og totalreaksjonen.
- Beregn reelt cellepotensial ved de gitte betingelsene.
- Beregn cellepotensialet etter at en strøm på 5,0 A har gått gjennom cellen i en time.
- Hva blir massen til hver av elektrodene etter den timen hvor strømmen på 5,0 A har gått?
- Hva hadde skjedd dersom løsningene i cellekammerne ikke hadde vært adskilt av en saltbro? Forklar kvalitativt.

**Oppgave 2.**

Ammoniumklorid i fast form føres inn i en lukket beholder på 1,0 L. Deretter evakueres beholderen. Ved oppvarming vil ammoniumkloridet kunne spaltes, og ammoniakk og hydrogenklorid (begge i gassfase) vil kunne dannes.

- Skriv reaksjonsligning.
- Beregn  $\Delta H^0$  og  $\Delta S^0$  for denne reaksjonen. Kommenter verdien for  $\Delta S^0$ .
- Beregn likevektstrykkene ved  $25^\circ\text{C}$ .
- Ved hvilken temperatur vil systemet være i likevekt med et totaltrykk på 2,0 atm?
- Hvor mange mol gass er da dannet? Tenk at samme reaksjon skjer i et åpent kammer og at samme antall mol gass dannes. Hvor stort arbeid er gjort på omgivelsene under denne reaksjonen? Anta ideell oppførsel.
- Ved hvilke betingelser (trykk og temperatur) bør prosessen kjøres ved for å få størst mulig utbytte?

**Oppgave 3.**

- a)  $\text{KMnO}_4$  er et kraftig oksidasjonsmiddel. Skriv balansert nettoligning når denne reagerer med  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  og danner  $\text{CO}_2$  i tillegg til toverdig Mn.
- b) Mn sammen med blant annet Cu, Co og Ni kan danne ikke-støkiometriske oksider og sulfider. Hva kjennetegner en ikke-støkiometrisk forbindelse? Hvorfor er det oftest overgangsmetaller som danner slike forbindelser?
- c) Hvis en lyseblå løsning av  $\text{Cu}^{2+}$  tilsettes en dråpe  $\text{NH}_3$ , felles det ut et lyseblått bunnfall. Dersom man tilsetter mer  $\text{NH}_3$  løses bunnfallet og løsningen blir knallblå. Dersom man deretter tilsetter nok HCl vil løsningen bli lyseblå igjen. Hvordan kan disse tre trinnene forklares? Skriv reaksjonsligninger.
- d) Forklar kort bakgrunnen for VSEPR-modellen.
- e) Bruk VSEPR-modellen til å gi molekylstrukturene for følgende molekyler:  
 $\text{SF}_4$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{IF}_4^-$   
Har noen av molekylene et dipolmoment? Tegn i tilfelle inn dipolmomentene.
- f) Angi hvordan ioniseringsenergier og elektronaffiniteter defineres (ved reaksjonsligning), og angi generelt hvordan disse varierer i det periodiske system.
- g) Hva mener vi med et primært, sekundært og tertiært amin? Tegn generelle eller konkrete eksempler.
- h) Angi de to generelle typene mekanismer for en polymerisasjonsreaksjon.

**Oppgave 4.**

- a) Beregn løseligheten av sølvacetat,  $\text{AgCH}_3\text{COO(s)}$  eller forkortet  $\text{AgAc(s)}$ , i rent vann og i 0,15 M NaAc (se her bort fra  $\text{Ac}^-$ 's videre reaksjon med vann). Kommenter og begrunn denne forskjellen.
- b) Bestem pH i 0,15M NaAc.
- c) 25 ml av basen i b) titreres med 0,15M HCl. Skisser titrerkurven, og angi hvor på kurven bufferkapasiteten er størst og hvor ekvivalenspunktet er. Beregn pH i ekvivalenspunktet og foreslå en egnet indikator.
- d) i) På lab'en gjorde dere en papirkromatografisk separasjon og påvisning av fire kationer av overgangsmetaller. Beskriv kort bakgrunnen for metoden og hvordan de ulike ionene ble separert.  
ii) Skriv nettoligninger når  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ -ioner i forsøket fuktes med  $\text{Na}_2\text{S}$ .

- e) Koke- og smeltepunktet til dette ikke-metalliske grunnstoffet er ekstremt høyt. Grunnstoffet er lett og hardt, og danner den svake syren  $\text{H}_3\text{XO}_3$ . Viktigste bruk er i varmebestandig glass, for eksempel PYREX-glass. Grunnstoffet danner særegne forbindelser med hydrogen, bl.a.  $\text{X}_2\text{H}_6$ .
- i) Hvilket grunnstoff er dette?
  - ii) Elementet kan danne det stabile  $\text{XCl}_3$ . Hva er det som er særegent med forbindelsen og hvorfor oppstår dette?
- f) Den viktigste bruken av grunnstoffet er i stållegeringer da det gir stålet en helt spesiell egenskap. Forbindelsene med dette grunnstoffet er oftest fargede. Det rene grunnstoffet fås fra reduksjon med C.  $\text{XO}_4^-$  er et kraftig oksidasjonsmiddel.
- i) Hvilket grunnstoff er dette?
  - ii) Hvilken egenskap i stålet er det snakk om?

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, $E_a$