



NTNU
NORGES TEKNISK- VITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR MATERIALTEKNOLOGI

Faglig kontakt under eksamen:

Kjell Wiik; Tel.: 73594082/Mob. tel.: 922 65 039

Bokmål

EKSAMEN TMT4112 KJEMI Fredag 18. desember, 2009 Tid: kl. 0900 – 1300 (4 timer)

Hjelpemidler: B2-Typegodkjent kalkulator med tomt minne, i henhold til utarbeidet liste. Aylward & Findlay: SI-Chemical Data. (referert til som "SI-CD" i teksten)

Sensuren faller i uke 2 (2010).

Oppgave 1. (Elektrokjemi)

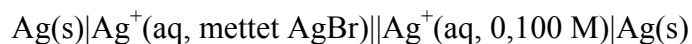
a) Følgende cellediagram beskriver en galvanisk celle:



Konsentrasjonen av metallioner er etablert ved å løse hhv. kopper- og sinkulfat i vann.

- Tegn den galvaniske cellen og angi hva som er anode og katode samt hvordan elektroner og ioner beveger seg. Oppgi også polaritet (+ eller -) på elektrodene.
- Skriv opp totalreaksjonen og beregn ΔG° for denne reaksjonen. Hva er standard celledispenning basert på beregnet fri energi?

b) For cellen:



Har man målt en celledispenning lik 0,305V ved 25°C.

- Beregn $[\text{Ag}^+]$ i den mettede AgBr-løsningen.

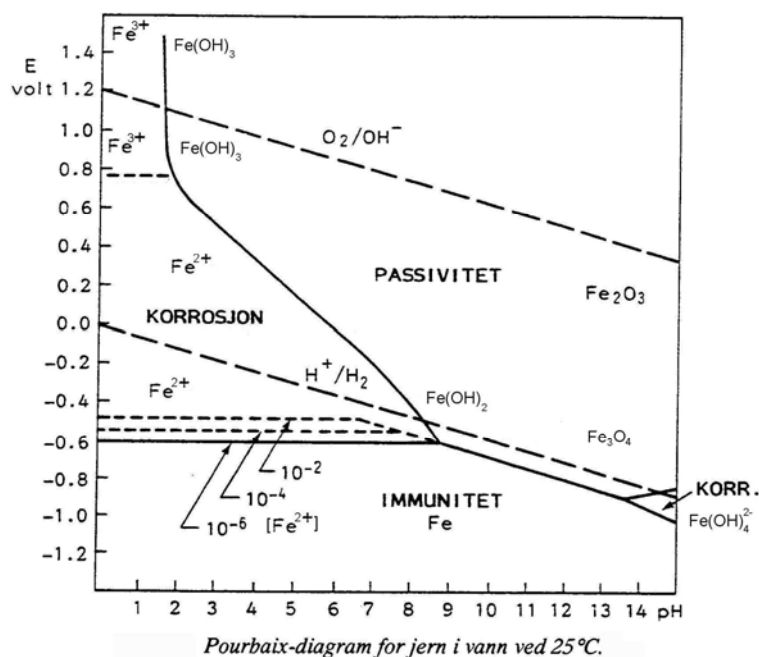
- ii) Beregn løselighetsproduktet, K_{sp} , for AgBr ved 25°C.
- c) Når et tradisjonelt bilbatteri (blyakkumulator) leverer strøm kan vi skrive totalreaksjonen som følger:



- i) Angi anode og katodereaksjonen og beregn standard cellepotensial ut fra data I SI-CD
- ii) For å starte en bil må bilbatteriet levere en strøm på 450 A i 10 sekunder. Beregn hvor mange gram bly (metall) som må oksideres til 2-verdige blyioner (i PbSO_4) i denne prosessen.

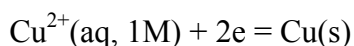
Oppgave 2. (Korrosjon)

- a) En lagertank av jern (Fe) er nedgravd i fuktig jord med rikelig tilgang på oksygen. Angi tre mulige måter å beskytte lagertanken mot korrosjon.
- b) Figuren nedenfor viser Pourbaix-diagrammet for jern i vann ved 25°C.



- i) Med utgangspunkt i diagrammet forklar meget kort hva begrepene "Passivitet" og "Immunitet" betyr.
- ii) Betong er et sprøtt materiale og må forsterkes med armeringsjern når det benyttes som bygningsmateriale. Anta at en eventuell katodereaksjon foregår uten tilgang på oksygen og gi et begrunnet svar på hvilket krav som må stilles til betongens pH-verdi dersom ikke armeringsjernet skal "tæres bort" av korrosjon.

- iii) To mulige katoderekasjoner er angitt i diagrammet, hhv. uten tilgang og med tilgang på oksygen. Angi halvreaksjonene (på reduksjonsform) som beskriver disse to katodereaksjonene.
- iv) Vis (kort) hvordan Nernst likning kan benyttes til å generere linjen for katodereaksjonen som finner sted ved tilgang på oksygen. (Tips: Du antar at aktiviteten av oksygen oppløst i H_2O er 1. Kfr. også Tabell 21 i SI-CD).
- v) Lag en skisse hvor du viser hvor linjen (potensialet) for halvcelle reaksjonen:



vil ligge i i forhold til de stiplede linjene H^+/H_2 og O_2/OH^- . Benytt så dette enkle Pourbaix diagrammet til å avgjøre hva som skjer når metallisk kopper (Cu) ligger i en løsning av 1 M $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ ved $\text{pH}=2$ og tilgang på oksygen.

- vi) Beskriv hva som skjer dersom det er fravær av oppløst oxygen i CuSO_4 -løsningen over. pH er fremdeles lik 2.

Oppgave 3. (Termodynamikk)

Vi tar utgangspunkt i følgende likevekt (dekomponering av $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$):



Termodynamiske data finner du i SI-CD og du kan anta at reaksjons-entalpier og -entropier er uavhengig av temperatur.

- a) Beregn likevektkonstanten for reaksjonen ved 25°C .
- b) Anta at totaltrykket er 1,00 atm og beregn ved hvilken temperatur ($^\circ\text{C}$) likevektsblandingen vil inneholde like mye av hver av de to gassene (tenk mol når du tenker mengde!).
- c) Anta at du ønsker å dekomponere så mye $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ som mulig, benytt Le Chateliers prinsipp og argumenter for hvilket trykk (høyt/lavt) og temperatur (høy/lav) du ville benytte.
- d) Beregn reaksjonsentalpien for reaksjon (1) ved 100°C ved også å ta hensyn til den spesifikke varmekapasiteten til de to gass-speciene. Benytt data fra SI-CD, du kan anta at varmekapasitetene er uavhengig av temperaturen i det aktuelle temperaturintervallet.

Oppgave 4. (Syrer/baser, titrering og buffere)

- a) Tegn en typisk titerkurve med utgangspunkt i titrering av en svak syre med en sterk base. (Kun ute etter den karakteristiske "signaturen" til kurven, du behøver ikke å angi noen tallverdier).
- b) Dersom en sterk syre titreres med en sterk base hva er da pH ved ekvivalenspunktet? (Begrunn svaret).
- c) I denne oppgaven skal du titrere eddiksyre ($\text{CH}_3\text{COOH} = \text{HAc}$) med den sterke basen NaOH(aq) . Konsentrasjonen til den sterke basen (titranden) er 0,10 M. Startvolumet til den svake syren er 50,0 mL og utgangskonsentrasjonen er 0,20 M.
- i) Beregn den svake syrens pH før tilsats av NaOH .
 - ii) Hvor mye (mL) NaOH må du tilsette for å komme til ekvivalenspunktet og hva er pH i dette punktet?
 - iii) Hvilken indikator vil du benytte til denne titreringen (kfr. SI-CD)? Begrunn svaret.
 - iv) Forklar kort hva en buffer er. Beregn pH hvor bufferkapasiteten er størst i denne titreringen.

Oppgave 5. (Kjemisk binding og organisk kjemi)

- a) Forklar kort forskjellen mellom kovalent binding og ionebinding.
- b) Med utgangspunkt i Paulings elektronegativitets-skala forklar hvorfor:
- i) Hovedgruppe I (alkalimetaller) og VII (halogener) danner stabile, ioniske forbindelser.
 - ii) Kokepunktet til HF(l) er vesentlig høyere (20°C) enn kokepunktet til HCl(l) (-85°C).
- c) Du skal ta utgangspunkt i følgende molekylære forbindelser: NH_3 , H_2O , CF_4 , N_2 , SF_4 .
- i) Tegn Lewisstruktur for alle molekylene.
 - ii) Forklar kort hva VSEPR-teorien går ut på og bestem molekylgeometrien til forbindelsene. Angi også bindingsvinklene.
 - iii) Hvilke av forbindelsene vil du forvente har et dipolmoment?
- d) Litt organisk kjemi:
- i) Tegn strukturformelen for hhv. sykloheksan og syklopropan. Argumenter for hvilken av disse to forbindelsene du forventer er mest stabil.

- ii) Tegn strukturformelen for følgende forbindelser: 2-fenyl propan, 3-metyl-1-penten, etyn, 4-metyl-2-pentyn, trans-2-buten og polyetylen.
- iii) Man skiller mellom to typer polyetylene, hhv. LDPE og HDPE. Forklar hva som er forskjellen mellom dem.
- iv) Forklar kort hvordan man framstiller teflon.

FORMELSAMLING

Formel	Kommentar
$PV = nRT$	Den ideelle gasslov
$P_i = n_iRT/V$; $P_i = X_i \cdot P_{\text{tot}}$; $P_{\text{tot}} = \sum P_i$	Partialtrykk av i; X_i er molbrøk av i.
$C_p = q / \Delta T$; $\Delta H = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$	C_p = varmekapasitet.
$\Delta E = q + w$	Pass på definisjon av fortegn for q og w.
$H = E + PV$	H = Entalpi.
$\Delta H = q$	q er her tilført varme.
$\Delta H^\circ = \sum \Delta_f H^\circ(\text{produkter}) - \sum \Delta_f H^\circ(\text{reaktanter})$	Husk støkiometriske faktorer.
$\Delta H^\circ_T \cong \Delta H^\circ_{298} + \Delta C_p^\circ \cdot \Delta T$	Eksakt hvis ΔC_p° er konstant.
$\ln K_1/K_2 = (-\Delta H/R) (1/T_1 - 1/T_2)$	van 't Hoff. ΔH og ΔS konstant.
$\ln P_1/P_2 = (-\Delta_{\text{vap}}H/R)(1/T_1 - 1/T_2)$	Clausius-Clapeyron for væskers damptrykk.
$dS = q_{\text{rev}}/T$	S = Entropi.
$\Delta S^\circ_T \cong \Delta S^\circ_{298} + \Delta C_p^\circ \cdot \Delta \ln T$	Eksakt hvis ΔC_p° er konstant.
$G = H - TS$; $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	Gibbs energi = - T $\cdot \Delta S_{\text{univers}}$
$\Delta G_T \cong \Delta H_{298} - T\Delta S_{298}$	Eksakt hvis ΔH og ΔS er konstant.
$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$	Q er reaksjonskvotienten.
$\Delta G^\circ = -RT \ln K$	Fordi $\Delta G = 0$ ved likevekt.
$\Delta G = -nFE$	E = celledspenning.
$q_{\text{el}} = It$	Sammenheng mellom elektrisk strøm (I), tid (t) og elektrisk ladning (q_{el})
$E = E^\circ - (RT/nF) \ln Q$; $E = E^\circ - (0,0592/n) \log Q$	Nernst ligning; ved 25°C.
$[H^+] \cdot [OH^-] = K_w = 10^{-14}$	pH + pOH = 14.
$e^{(a+b)} = e^a \cdot e^b$; $\ln e^a = a$; $\ln(a/b) = \ln a - \ln b$	Regneregler for logaritmer og eksponenter