



NTNU
NORGES TEKNISK- VITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR MATERIALTEKNOLOGI

Faglig kontakt under eksamen:

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

Bokmål
(Nynorsk tekst s. 5-8)

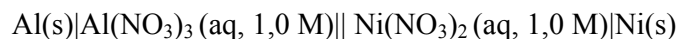
EKSAMEN
TMT4112 KJEMI
Tirsdag 18. desember, 2012
Tid: kl. 0900 – 1300 (4 timer)

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

Sensur i uke 3 (2013).

Oppgave 1. (Elektrokjemi)

a) Følgende cellediagram beskriver en galvanisk celle:

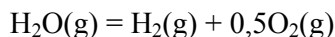


- i) Tegn den galvaniske cellen og angi hva som er anode og katode samt hvordan elektroner og ioner beveger seg. Oppgi også polaritet (+ eller -) på elektrodene.
 - ii) Skriv opp totalreaksjonen og beregn standard cellespenning ved 25°C.
- b)** Den galvaniske cellen leverer strøm og etter 2 dager (48 timer) er konsentrasjonen til nikkel i høyre halvcelle endret til 0,1M. Væskevolumene i både høyre og venstre halvcelle er 1 L hver og konstant.
- i) Beregn den gjennomsnittlige strøm (enhet Ampere) som cellen leverer i løpet av 2 dager.
 - ii) Beregn hva cellepotensialet vil være etter 2 dager.

- c) Vi går nå tilbake til utgangspunktet slik cellen er beskrevet i a) og bytter ut høyre halvcelle med en mettet vannløsning av $\text{Ni}(\text{OH})_2$ (nikkelhydroksid). $\text{Ni}(\text{s})$ elektroden beholdes. Det målte cellepotensialet viser nå $E_{\text{celle}} = 1,284\text{V}$. Beregn løselighetsproduktet til nikkelhydroksid basert på måling av cellepotensialet. Sammenlikn verdien med den du finner i SI-CD og kommenter (kort!).

Oppgave 2. (Termodynamikk)

- a) Følgende reaksjon skal studeres (merk at vann foreligger som gass/vanndamp)



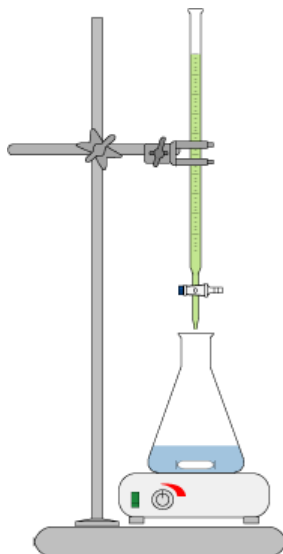
- i) Beregn ΔH° og ΔS° for reaksjonen ved 25°C .
- ii) Beregn likevektskonstanten ved 25°C . I hvilken retning er likevekten forskjøvet?
- iii) Anta at du varmer opp ren $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ved konstant trykk (1 bar) til en gitt temperatur T . Etter en viss tid er likevekt innstilt og det observeres at 2% av opprinnelig $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ er dissosiert (spaltet) til hydrogen og oksygen som angitt ved reaksjonen over. Beregn totaltrykket (2 desimaler) ved likevekt samt temperaturen T vanndampen ble varmet opp til. Du kan anta at reaksjonsentalpier og –entropier er uavhengig av temperaturen.
- b) Magnesiumkarbonat dekomponer i luft til karbondioksid og magnesiumoksid (magnesia) ved $T > 139^\circ\text{C}$:



- Beregn partialtrykket til CO_2 i atmosfæren (enhet bar). Du kan igjen anta at reaksjonsentalpier og –entropier er uavhengig av temperaturen.
- c) Ved beregninger hvor gasser inngår antar vi vanligvis at de oppfører seg ideelt og benytter den ideelle gasslov. Nevn 2 kriterier som må være oppfylt for at en gass skal oppføre seg ideelt.

Oppgave 3. (Syrer/baser, titrering og buffere)

Figuren nedenfor viser et tradisjonelt oppsett for titrering med byrette (titrant) og erlenmeyerkolbe.



a) Du skal titrere en sterk base med en sterk syre.

- i) Angi hvilken reaksjon som beskriver titreringen.
- ii) I byretten har du HCl(aq) med konsentrasjon 0,10M mens i erlenmeyerkolben har du en ukjent mengde NaOH(aq) . Du måler pH kontinuerlig mens du tilsetter HCl (aq) dråpevis og ved $\text{pH}=7,0$ har du tilsatt nøyaktig 50 ml av den sterke syren. Beregn hvor mange mol NaOH(aq) det var i erlenmeyerkolben.

b) I denne oppgaven skal en svak syre (Eddiksyre= $\text{HAc}=\text{CH}_3\text{COOH}$) titreres med en sterk base (NaOH(aq)). Utgangskonsentrasjonene er hhv. $[\text{HAc}]=0,20 \text{ M}$ og $[\text{NaOH}]=0,10 \text{ M}$ og volumet av den svake syren ved start er 25 ml.

- i) Beregn pH i den svake syren før titreringen begynner
- ii) Hvor mange ml NaOH må tilsettes for at HAc skal få maks bufferkapasitet.
- iii) Beregn pH i ekvivalenspunktet.

Oppgave 4. (Kjemisk binding og organisk kjemi)

a) Ta utgangspunkt i følgende molekyler: CF_4 , PCl_3 , H_2S , og besvar spørsmålene nedenfor

- i) Tegn Lewisstrukturen for alle molekylene.
- ii) Benytt VSEPR-teorien og tegn molekylgeometrien (inkludert "lone pair") til alle molekylene inkludert navnsetting av strukturene.
- iii) Ranger vinklene ($\angle\text{Cl-P-Cl}$, $\angle\text{H-S-H}$ og $\angle\text{F-C-F}$) etter stigende tallverdi og grunngi rangeringen.

b) Bindingsentalpien til et to atomig molekyl, XY(g) , er definert ved reaksjonen: $\text{XY(g)} \rightarrow \text{X(g)} + \text{Y(g)}$. Jo større entalpi (positivt tall) dess sterkere X-Y-binding. Beregn bindingsentalpien pr. C-F binding i CF_4 basert på dannelsesentalpier tabulert i Tabell 5 i SI-CD (Tips: Hess' lov). Sammenlikn svaret med verdier tabulert i Tabell 11 i SI-CD og beregn eventuelt % avvik.

c) Skisser molekylstrukturen til forbindelsene angitt nedenfor:

- i) Butan og 2-metyl propan. Hva har disse to forbindelsene felles?
- ii) 4-metyl-trans-2-heksen og 5-etyl-3-heptyn

d) Skisser strukturformelen til hhv. polyetylen og teflon. Hva er årsaken til at teflon er vesentlig mer inert enn polyetylen?

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 = cellespenning.
$q_{\text{el}} = It$	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



NTNU
NORGES TEKNISK- VITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR MATERIALTEKNOLOGI

Fagleg kontakt under eksamen:

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

Nynorsk

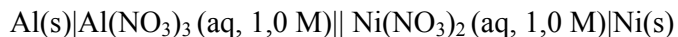
EKSAMEN
TMT4112 KJEMI
Tirsdag 18. desember, 2012
Tid: kl. 0900 – 1300 (4 timer)

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

Sensur i veke 3 (2013).

Oppgave 1. (Elektrokjemi)

a) Følgjande cellediagram skildrar ein galvanisk celle:

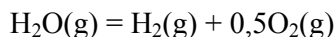


- i) Teikn den galvaniske cellen og angje kva som er anode og katode og dessutan korleis elektron og ion rører seg. Oppgje òg polaritet (+ eller -) på elektrodane.
 - ii) Skriv opp totalreaksjonen og berekn standard cellespenning ved 25°C.
- b)** Den galvaniske cellen leverer straum og etter 2 dagar (48 timar) er konsentrasjonen til nikkel i høgre halvcelle endra til 0,1M. Væskevoluma i både høgre og venstre halvcelle er 1 liter kvar og konstant.
- i) Berekn den gjennomsnittlege straumen (eining Ampere) som cellen leverer i løpet av 2 dagar.
 - ii) Berekn kva cellepotensialet vil vere etter 2 dagar.

- c) Vi går no tilbake til utgangspunktet slik cellen er skildra i a) og byter ut høgre halvcelle med ein metta vannløsning av $\text{Ni}(\text{OH})_2$ (nikkelhydroksid). $\text{Ni}(\text{s})$ elektroden endrast ikkje. Cellepotensialet viser no $E_{\text{celle}}=1,284\text{V}$. Berekn løselighetsproduktet til nikkelhydroksid basert på måling av cellepotensialet. Samanlikn verdet med han du finn i SI-CD og kommenter (kort!).

Oppgåve 2. (Termodynamikk)

- a) Følgjande reaksjon skal studerast (merk at vann finst som gass/vassdamp)



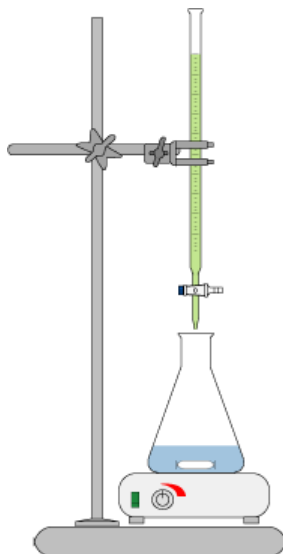
- i) Berekn ΔH° og ΔS° for reaksjonen ved 25°C .
- ii) Berekn likevektskonstanten ved 25°C . I kva for ei retning er likevekta forskove?
- iii) Anta at du varmar opp rein $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ved konstant trykk (1 bar) til ein gjeven temperatur T . Etter ein viss tid er likevekt innstilt og det vert observert at 2% av opphavleg $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ er dissosiert (spalta) til hydrogen og oksygen som angjeve ved reaksjonen over. Berekn totaltrykket (2 desimalar) ved likevekt og dessutan temperaturen T vassdampen vart varma opp til. Du kan anta at reaksjons-entalpier og –entropier er uavhengig av temperaturen.
- b) Magnesiumkarbonat dekomponer i luft til karbondioksid og magnesiumoksid (magnesia) ved $T > 139^\circ\text{C}$:



- Berekn partialtrykket til CO_2 i atmosfæren (eining bar). Du kan igjen anta at reaksjons-entalpier og –entropier er uavhengig av temperaturen.
- c) Ved berekningar kor gassar inngår antek vi vanlegvis at dei oppfører seg ideelt og nyttar den ideelle gasslov. Nemn 2 kriterium som må vere oppfylt for at ein gass skal oppføre seg ideelt.

Oppgåve 3. (Syrar/baser, titrering og buffere)

Figuren nedenfor visar eit tradisjonelt oppsett for titrering med byrette og erlenmeyerkolbe.



a) Du skal titrere ein sterk base med ein sterk syre.

- i) Angje kva for ein reaksjon som skildrar titreringen.
- ii) I byretten har du HCl(aq) med konsentrasjon 0,10M medan i erlenmeyerkolben har du ei ukjend mengde NaOH(aq) . Du måler pH kontinuerleg medan du tilset HCl(aq) dropevis og ved $\text{pH}=7,0$ har du tilsatt nøyaktig 50 ml av den sterke syren. Berekn kor mange mol NaOH(aq) det var i erlenmeyerkolben.

b) I denne oppgåva skal ein svak syre (Eddiksyre= $\text{HAc}=\text{CH}_3\text{COOH}$) titrerast med ein sterk base (NaOH(aq)). Utgangskonsentrasjonene er hhv. $[\text{HAc}]=0,20 \text{ M}$ og $[\text{NaOH}]=0,10 \text{ M}$ og volumet av den svake syren ved start er 25 ml.

- i) Berekn pH i den svake syren før titreringa byrjar.
- ii) Kor mange ml NaOH må tilsetjast for at HAc skal få maks bufferkapasitet.
- iii) Berekn pH i ekvivalenspunktet.

Oppgåve 4. (Kjemisk binding og organisk kjemi)

a) Ta utgangspunkt i følgjande molekyl: CF_4 , PCl_3 , H_2S , og besvar spurnadene nedanfor

- i) Teikn Lewisstrukturen for alle molekyla.
- ii) Nytt VSEPR-teorien og teikn molekylgeometrien (inkludert "lone pair") til alle molekyla inkludert navnsetting av strukturane.
- iii) Ranger vinklane ($\angle\text{Cl-P-Cl}$, $\angle\text{H-S-H}$ og $\angle\text{F-C-F}$) etter stigande talverde og grunngje rangeringa.

b) Bindingsentalpien til eit to-atomig molekyl, XY(g) , er definert ved reaksjonen: $\text{XY(g)} \rightarrow \text{X(g)} + \text{Y(g)}$. Jo større entalpi (positivt tal) dess sterkare X-Y-binding. Berekn bindingsentalpien pr. C-F binding i CF_4 basert på dannelsesentalpier tabulert i Tabell 5 i SI-CD (Tips: Hess sin lov). Samanlikn svaret med verd tabulert i Tabell 11 i SI-CD og berekn eventuelt % avvik.

c) Skisser molekylstrukturen til forbindingane angjevne nedanfor:

- i) Butan og 2-metyl propan. Kva har desse to forbindingane felles?
- ii) 4-metyl-trans-2-heksen og 5-etyl-3-heptyn

d) Skisser strukturformelen til hhv. polyetylen og teflon. Kva er årsaka til at teflon er vesentleg meir inert enn polyetylen?

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 = cellespenning.
$q_{\text{el}} = It$	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