

NORGES TEKNISK-  
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET  
INSTITUTT FOR MATERIALTEKNOLOGI

Faglig kontakt under eksamen:  
Institutt for materialteknologi, Gløshaugen  
Førsteamanuensis Hilde Lea Lein, tlf. 73 55 08 80

**EKSAMEN I EMNE TMT4110 KJEMI - bokmålsutgave**

Mandag 25. mai 2009  
Tid: kl 0900 – 1300.

Hjelpemidler: B2-Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i henhold til utarbeidet liste.  
Aylward & Findlay: SI Chemical Data

Sensuren faller i uke 25

**Oppgave 1.**

Det er kun ett riktig svar for hver deloppgave. Sett derfor kun ett kryss. Dersom to eller flere svar avgis, bedømmes denne deloppgaven med null poeng.

i) Hva er elektronkonfigurasjonen til  $\text{Mg}^{2+}$ ?

- a)  $[\text{Ar}]$  ..... ☐  
 b)  $[\text{Ar}] 3s^2$  ..... ☐  
 c)  $[\text{Ne}]$  ..... ☐  
 d)  $[\text{Ne}] 3s^2$  ..... ☐

ii) Fra hvilken reaksjon beskrives gitterentalpien ( $\Delta H_L^\circ$ ) for et krystallsystem?

- a)  $\text{A}^+(\text{s}) + \text{B}^-(\text{s}) \rightarrow \text{AB}(\text{s})$  ..... ☐  
 b)  $\text{A}(\text{s}) + \text{B}(\text{s}) \rightarrow \text{AB}(\text{s})$  ..... ☐  
 c)  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{AB}(\text{s})$  ..... ☐  
 d)  $\text{A}^+(\text{g}) + \text{B}^-(\text{g}) \rightarrow \text{AB}(\text{s})$  ..... ☐

iii) Hva sier Hess lov?

- a) Summen av  $\Delta H$  for et sett delreaksjoner =  $\Delta H$  for totalreaksjonen..... ☐  
 b) Summen av partialtrykk til gassene i en gassblanding = totaltrykket ..... ☐  
 c) Partialtrykket er lik molbrøk ganger totaltrykket ..... ☐  
 d) Aktiviteten er lik partialtrykket delt på et referansetrykk ..... ☐

iv) Et hypervalent atom er:

- a) et atom som oppfyller oktettregelen eksakt ..... ☐
- b) et atom som kan ha flere valenselektroner enn 8 ..... ☐
- c) en edelgass ..... ☐
- d) et atom som må bindes til et annet ved minst en dobbeltbinding ..... ☐

v) En Brønsted –Lowry base er:

- a) et stoff som kan ta opp protoner (proton akseptor) ..... ☐
- b) et stoff som kan gi fra seg protoner (proton donor) ..... ☐
- c) et stoff som kan ta opp elektroner (elektron akseptor) ..... ☐
- d) et stoff som kan gi fra seg elektroner (elektron donor) ..... ☐

vi) Hvilken reaksjon beskriver Haber-Bosch-prosessen?

- a)  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  ..... ☐
- b)  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  ..... ☐
- c)  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g})$  ..... ☐
- d)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$  ..... ☐

vii) Saltet NaF(s) tilsettes i en vandig løsning av KF. Hvordan vil løseligheten til saltet være sammenlignet med å løse det i rent vann?

- a) Løseligheten vil være større ..... ☐
- b) Løseligheten vil være mindre ..... ☐
- c) Løseligheten er upåvirket ..... ☐
- d) Ingenting av saltet kan løses uansett løsemiddel ..... ☐

viii) Hvordan kan  $\text{Ni}^{2+}$  bestemmes ved kvalitativ analyse?

- a) Ved utfelling med klorid (gruppe 1) ..... ☐
- b) Ved utfelling med sulfid og lav pH (gruppe 2) ..... ☐
- c) Ved utfelling med sulfid og høy pH (gruppe 3) ..... ☐
- d) Ved utfelling med karbonat (gruppe 4) ..... ☐

ix) Hva sier termodynamikkens første lov?

- a) Energien i universet er konstant ..... ☐
- b) Entropien til en perfekt krystall er null ved 0 K ..... ☐
- c) Entropien i universet er konstant ..... ☐
- d) Entropien i universet øker ..... ☐

x) Ved konstant volum; hvilket uttrykk er riktig?

- a)  $\Delta E = q - P\Delta V$  ..... ☐
- b)  $\Delta E = q$  ..... ☐
- c)  $\Delta H = q$  ..... ☐
- d) Ingen av disse ..... ☐

xi) Hvilken er ikke en tilstandsfunksjon?

- a) Gibbs fri energi ..... ☐
- b) Entropi ..... ☐
- c) Entalpi ..... ☐
- d) Arbeid ..... ☐

xii) Hvilken av følgende reaksjoner beskriver en elektrolysecelle?

- a)  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$  ..... ☐  
 b)  $\text{Pb}^{2+} + \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{PbCO}_3$  ..... ☐  
 c)  $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$  ..... ☐  
 d)  $2 \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 4 \text{Al} + 3 \text{CO}_2$  ..... ☐

xiii) Grunnstoffet X danner eksplosive blandinger med halogengass og oksyngengass. Det er i seg selv ikke giftig, men inngår i svært mange giftige forbindelser. Finnes i tre naturlige isotoper hvorav den ene er radioaktiv og en annen er brukt i atomkraftverk. Kan danne ionene  $\text{X}^+$  og  $\text{X}^-$ . Oksidet har et mye høyere kokepunkt enn sulfidet, noe som forklares med spesielle bindinger mellom molekylene. Hvilket grunnstoff er X?

- a) Cl ..... ☐  
 b) H ..... ☐  
 c) C ..... ☐  
 d) Na ..... ☐

xiv) Den viktigste bruken av grunnstoffet X er i stållegeringer da det gir stålet en helt spesiell egenskap. Forbindelsene med dette grunnstoffet er oftest fargede, blant annet gir det opphav til fargen i Norges nasjonalstein. Det rene grunnstoffet fås fra reduksjon med C.  $\text{XO}_4^-$  er et kraftig oksidasjonsmiddel. Hvilket grunnstoff er X?

- a) Cr ..... ☐  
 b) Fe ..... ☐  
 c) Mn ..... ☐  
 d) Co ..... ☐

xv) Koke- og smeltepunktet til dette ikke-metalliske grunnstoffet X 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.  $\text{X}_2\text{H}_6$ . Hvilket grunnstoff er X?

- a) C ..... ☐  
 b) Li ..... ☐  
 c) F ..... ☐  
 d) B ..... ☐

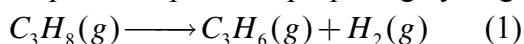
**Oppgave 2.**

En galvanisk celle har en halvcelle hvor en kobberstav er plassert i en kobbersulfatløsning (0,5 M), mens den andre halvcellen består av en sølvstav i en sølvnitratløsning (0,1 M). Kamrene er forbundet med en saltbro av kaliumnitrat.

- a)
  - i) Tegn den galvaniske cellen og indiker hvordan ionene og elektronene beveger seg.
  - ii) Skriv opp halvcellereaksjonene og totalreaksjonen.
  - iii) Hva blir standard cellepotensial og cellepotensialet for cella med de gitte konsentrasjonene?
  - iv) Hva blir Gibbs fri energi og standard Gibbs fri energi for cellereaksjonen?
- b) Den galvaniske cellen i a) går til likevekt er innstilt. Beregn likevektskonstanten.
- c) Ta utgangspunkt i kammeret fra cella i a) hvor oksidasjonen foregår (før likevekten omtalt i b) innstilles). Denne halvcellen byttes ut med en sølvelektrode i en sølvnitratløsning med konsentrasjon på 0,5 M. Hva blir nå totalreaksjonen, standard cellepotensial og cellepotensialet for cella?
- d) Hvordan virker en ioneselektiv elektrode (feks pH-elektroden)? Forklar kort.

**Oppgave 3.**

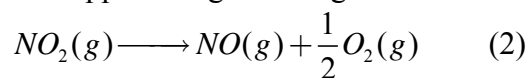
Propan kan spaltes til propen og hydrogen som gitt i ligningen



- a)
  - i) Beregn  $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$  og  $\Delta G^\circ$  for reaksjonen (1) ved 25°C.
  - ii) Er reaksjonen endoterm eller eksoterm? Hvordan vil likevektskonstanten endres med økende temperatur? Forklar.
  - iii) Hvis du ikke hadde regnet ut tallverdien for  $\Delta S^\circ$ ; hvordan ville du forventet at fortegnet på denne verdien var? Forklar hvorfor.
- b) Beregn likevektskonstanten for reaksjonen ved 25°C.
- c) Beregn likevektskonstanten for reaksjonen ved 800°C hvis vi antar at entropien og entalpieren er uavhengig av temperaturen.
- d) Likevektskonstanten beregnet i c) er basert på trykk av gassene ( $K_p$ ). Ved 25°C fylles en beholder med konstant volum med propan med et trykk på 3,00 atm. Beholderen lukkes og varmes opp til 800°C. Hva blir likevektstrykkene til de ulike gassene ved 800°C? Hvis du ikke har funnet en verdi på  $K_p$  i c) så anta at  $K_p = 1,5$ .
- e) For å få best mulig utbytte; ved hvilke betingelser (trykk og temperatur) bør prosessen kjøres? Forklar kort.

**Oppgave 4.**

Ved oppvarming av nitrogendioksid vil nitrogenmonoksid og oksygen dannes ifølge ligningen



- a) Eksperimentelt er det funnet at reaksjonen følger hastighetsloven:

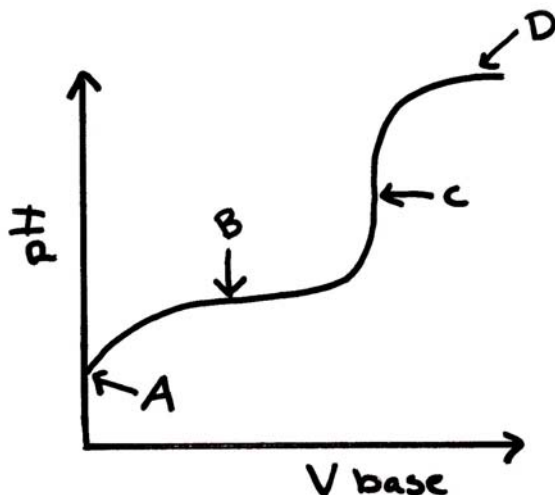
$$-\frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = k[\text{NO}_2]^2$$

Angi den integrerte hastighetsligningen.

- b) Ved 300°C er hastighetskonstanten  $k = 0,468 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Anta at et forsøk starter med et  $\text{NO}_2$ -trykk på 1.00 atm ved 300°C. Beregn hvor lang tid det tar før  $\text{NO}_2$ -trykket er halvert.
- c) Ved 485°C er hastighetskonstanten  $k = 3,975 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Beregn reaksjonens aktiveringsenergi.
- d) Hvis generelt to molekyler skal reagere for å danne nye produkter; hvilke to krav er de viktigste for at reaksjonen skal kunne skje (kinetisk sett)?
- e) Anta at reaksjonen (2) går til likevekt i en lukket beholder. Hvordan vil likevekten forskyves utfra Le Chateliers prinsipp dersom følgende endringer blir gjort:
- $\text{NO}(g)$  tilføres
  - Volumet halveres
  - En inert gass tilsettes
- f) Hvordan fungerer en katalysator? Forklar kort.

**Oppgave 5.**

- a) En typisk titreringskurve av en svak syre (HA) med en sterk base (f. eks. NaOH) er gitt i figuren under. Beskriv hva som skjer i punktene A, B, C og D og indiker hva som bestemmer pH i de fire tilfellene.



**Oppgave 5 (forts.)**

- b) Til titreringen brukes den svake syra maursyre (formic acid,  $\text{HCOOH}$ , 0,1 M) som titreres med 0,15 M  $\text{NaOH}$ .
- i) Bestem pH i syra før noe base er tilsatt.
  - ii) Det pipetteres ut 25 ml av syra. Hva er pH ved ekvivalenspunktet?
  - iii) Foreslå en egnet indikator for titreringa.
  - iv) Hvordan vil en syre-base titreringsanalyse påvirkes dersom det er løst  $\text{CO}_2$  tilstede?
- c) Hva er en buffer og hvordan virker den? Hvor i titerkurven i a) er bufferkapasiteten størst? Forklar hvorfor.

**Oppgave 6.**

- a)
- i) Beskriv kort forskjellen på kovalente bindinger og ionebindinger.
  - ii) Hva mener vi med elektronegativitet?
  - iii) Hvordan kan vi enkelt bruke elektronegativitet til å skille mellom kovalent binding og ionebinding i en forbindelse?
- b)
- i) Hva er hovedprinsippene for VSEPR-teorien?
  - ii) Tegn Lewisstrukturen til følgende molekyler/ioner:  $\text{ICl}_2^-$ ,  $\text{HClO}_3$  og  $\text{SO}_3$ . Husk at minst ett har resonansstruktur.
  - iii) Hvilke av molekylene/ionene i ii) har et dipolmoment?
  - iv) Bestem molekylstrukturen til molekylene/ionene ved hjelp av VSEPR-modellen. Angi også bindingsvinklene.
- c) På laboratoriet lagde dere en ustøkiometrisk forbindelse av Cu og S. Forklar hva vi mener med en ustøkiometrisk forbindelse.
- d)
- i) Hva er generelt forskjellen på alkoholer, aldehyder, ketoner og etere?
  - ii) Hva er forskjellen på sykliske og aromatiske hydrokarboner?
  - iii) Tegn følgende organiske molekyler:  
2,3-dimetylbutan, 3-etyl-2-heksen, 1-isopropyl-3-metylsykloheksan, metylpropyleter, 2-pentanon
- e) Hva menes med kolorimetri? Forklar kort hvordan kolorimetri kan benyttes til å bestemme konsentrasjon til et ion i en løsning.

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, $E_a$