

EKSAMEN I EMNE TMT4110 KJEMI

Lørdag 11. august 2007  
kl. 0900-1300

Hjelpemidler: C

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

---

Sensuren faller uke 36 2007.

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**

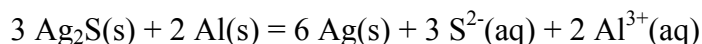
- a) - Definer begrepene pH og  $pK_a$ .  
- 0,020 mol eddiksyre, kjemisk formel  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , forkortet HAc, løses i vann og fortynnes til 1 liter. Beregn hydrogenionkonsentrasjonen og pH i løsningen.  
- Beregn også pH i en løsning som er fremstilt ved å løse 0,020 mol HAc og 0,010 mol NaOH i vann og fortynne til 1 liter.
- b) - Forklar kort hva vi mener med en bufferløsning (1-2 setninger).  
- Hva blir pH i en løsning som er laget ved å løse 1 mol eddiksyre og 1 mol natriumacetat, NaAc, i 1 liter vann? (Løsning b1.)  
- Hva blir pH i en løsning laget ved å løse opp 0,1 mol NaOH i 1 liter vann?  
- Hva blir pH i en løsning laget ved å løse opp 0,1 mol NaOH i 1 liter av løsning b1?  
- Kommenter pH-verdiene i de tre siste løsningene. (2-3 setninger.)

**Oppgave 2**

- a) - Definer begrepet løselighetsprodukt.  
- Skriv opp løselighetsproduktet for  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , og den tilhørende likevektsligningen.  
- Beregn konsentrasjonen av  $\text{Ca}^{2+}$  i vann i likevekt med fast kalsiumhydroksid.  
- Beskriv hvorledes likevekten endres når ammoniumioner,  $\text{NH}_4^+$ , tilsettes løsningen. Er ammoniumionet surt eller basisk?  
- Beregn likevektskonstanten for reaksjonen  
$$\text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{s}) + 2 \text{NH}_4^+ = \text{Ca}^{2+} + 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- b) - Noen ioner har sure eller basiske egenskaper når de løses i vann. Andre er nøytrale. Forklar de sure egenskapene hos et positivt ion (kation). (3-4 setninger.)  
- Forklar hva som gir negative ioner (anioner) basiske egenskaper. (2-3 setninger.)  
- Angi om saltene nedenfor gir sur, basisk eller nøytral løsning når de løses i vann: NaCl, NaAc,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , KCl,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

### Oppgave 3

- a) Sort  $\text{Ag}_2\text{S(s)}$  som dannes på overflaten av sølvgjenstander, kan fjernes ved å legge gjenstanden i en varm natriumkarbonatløsning i en aluminiumkasserolle. Reaksjonen som finner sted, er



- Beregn  $\Delta G^\circ$ , likevektskonstanten  $K$  og  $E^\circ$  for reaksjonen ved 25 °C.
- b) Troutons regel sier at forholdet mellom den molare fordampningsvarmen til en væske ( $\Delta H_{\text{vap}}$ ) og kokepunktet i kelvin er omtrent  $90 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .
- Bruk dataene i tabellen nedenfor til å vise at regelen stemmer her, og gi en forklaring på hvorfor den gjør det. (1-2 setninger.)

	$t_{\text{kp}}/^\circ\text{C}$	$\Delta H_{\text{vap}}/(\text{kJ mol}^{-1})$
Benzen	80,1	31,0
Heksan	68,7	30,8
Kvikksølv	357	59,0
Toluen	110,6	35,2

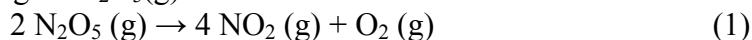
- Beregn det samme forholdet for etanol og vann. (Slå opp de aktuelle verdier i "SICD".)
- Gi en forklaring på hvorfor Troutons regel ikke gjelder like godt for disse stoffene som for væskene i tabellen. (1-2 setninger.)

### Oppgave 4

- a) Kompletter og balansér følgende reaksjonsligninger:
- $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{SO}_3^{2-} + \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Cr}(\text{OH})_4^- + \text{OH}^-$
  - Angi endring av oksidasjonstall ved reaksjonene. Bruk formularet:  
Grunnstoff \_\_\_\_\_ oksideres/redueres fra oksidasjonstall \_\_\_\_ til \_\_\_\_
  - Hva er forskjellen mellom en galvanisk celle og en elektrolysecelle? Hvorfor bruker vi likestrøm ved elektrolyse?
  - Et produksjonsanlegg for aluminium drives med en strømstyrke på 305 000 A. Hvor mye aluminiummetall kan det teoretisk produseres pr. døgn?
- b) En galvanisk celle består av en halvcelle der en strimmel kadmiummetall står i en 1 M løsning av  $\text{CdSO}_4$ , og en annen halvcelle der en platinatråd står i en løsning som inneholder 0,1 M  $\text{FeSO}_4$  og 0,05 M  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ . (Det vil si at  $[\text{Fe}^{2+}] = [\text{Fe}^{3+}] = 0,1 \text{ M}$ .) Temperaturen er 25 °C.
- Skisser cellen, og angi de to halvcellereaksjonene med tilhørende standard reduksjonspotensial.
  - Skriv balansert ligning for cellereaksjonen, og angi standard cellepotensial. Vis på skissen hvilken elektrode som er positiv pol.
  - Vi lar strømmen gå så lenge at forholdet  $[\text{Fe}^{3+}]/[\text{Fe}^{2+}]$  i den ene halvcellen avtar til 0,001 mens  $[\text{Cd}^{2+}]$  i den andre halvcellen øker til 1,05 M. (Vi antar at volumet er like stort i begge halvceller.) Hvor stort er cellepotensialet nå?

**Oppgave 5**

- a) Du studerer dekomponering av
- $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$



ved konstant temperatur. Dette er en reaksjon av første orden med hensyn på  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ , og hastighetskonstanten har du bestemt til å være  $k = 6,93 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

- Hva kjennetegner en første ordens reaksjon?
  - Beskriv hvordan du ville gå frem for å bevise at reaksjonen er av første orden, når du kjenner data for konsentrasjonen av  $\text{N}_2\text{O}_5$  som funksjon av tiden.
  - Utled et uttrykk for halveringstiden for reaksjon (1).
- b) - Hva mener vi med aktiveringsenergien for en reaksjon?
- Skriv opp en ligning som gir sammenhengen mellom en reaksjons hastighetskonstant og aktiveringsenergi

Reaksjon (1) ble studert ved flere temperaturer, og følgende verdier for  $k$  ble bestemt:

$k (\text{s}^{-1})$	$T (^\circ\text{C})$
$2,0 \times 10^{-5}$	20
$7,3 \times 10^{-5}$	30
$2,7 \times 10^{-4}$	40
$9,1 \times 10^{-4}$	50
$2,9 \times 10^{-3}$	60

- Beregn aktiveringsenergien,  $E_a$ , for denne reaksjonen.

**Oppgave 6**

- a) - Gjennom studiet av tallrike kjemiske forbindelser har det vist seg at elektronkonfigurasjonen i atomene nesten alltid følger visse enkle regler. Hva går disse regler ut på? (5-6 setninger.)
- Skriv opp lewisstrukturen for molekylene  $\text{AsH}_3$  og  $\text{OF}_2$ , samt de negative ionene  $\text{AlCl}_4^-$  og  $\text{CO}_3^{2-}$ .
  - Bruk elektronparfrastøtnings-modellen for molekylstrukturer (VSEPR) og foreslå molekylgeometri og bindingsvinkler for de samme spesier.
- b) - Beskriv med skisse de tre hybridiseringsmåtene for karbonatomet.
- Hvilke tre typer organiske forbindelser danner de?
  - Tegn de to konformasjonene for sykloheksan. Hvilken er mest stabil? Gi en forklaring.

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, $E_a$