



Faglig kontakt under eksamen:  
Institutt for materialteknologi, Gløshaugen  
Sigrid Hakvåg, tlf.: 73594079, (mob) 47633624

## EKSAMENSOPPGAVE I TMT4110 KJEMI

### LØSNINGSFORSLAG

Torsdag 24. mai 2012

Tid: 09.00-13.00

Hjelpemidler: B2-Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i henhold til utarbeidet liste.  
Aylward & Findlay: SI Chemical Data  
Formelark (siste ark i oppgaveteksten).

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.

<b>i. En reell gass avviker mest fra en ideell gass ved følgende betingelser</b>	
a) lavt trykk og høy temperatur	
b) høyt trykk og lav temperatur	x
c) lavt trykk og lav temperatur	
d) høyt trykk og høy temperatur	

<b>ii. Hva sier Daltons lov?</b>	
a) Summen av partialtrykk for gassene i en gassblanding = totaltrykket	x
b) Summen av $\Delta H$ for et sett delreaksjoner = $\Delta H$ for totalreaksjonen	
c) For en gitt mengde gass er produktet av trykk og volum konstant, ved konstant T	
d) Aktiviteten er lik partialtrykket delt på et referansetrykk	

<b>iii. Hva er riktig for en brenselcelle:</b>	
a) Strøm benyttes for å lage et reaksjonsprodukt	
b) Oksidasjonen skjer ved katoden	
c) Elektrolytten må være et fast stoff	
d) En brenselcelle er en galvanisk celle hvor reaktantene blir kontinuerlig tilført	x

<b>iv. Hva angir koordinasjonstallet i ett kompleks?</b>	
a) Antall sentralioner	<input type="checkbox"/>
b) Romlig struktur	<input type="checkbox"/>
c) Konsentrasjonen til komplekset	<input type="checkbox"/>
d) Antall ligander	<input checked="" type="checkbox"/>

<b>v. Hvilken av følgende beskriver en likevektssituasjon?</b>	
a) $\Delta G = 0$	<input checked="" type="checkbox"/>
b) $\Delta G^\circ = 0$	<input type="checkbox"/>
c) $Q = 1$	<input type="checkbox"/>
d) $\Delta H^\circ = T\Delta S^\circ$	<input type="checkbox"/>

<b>vi. Gassen er luktfri og fargeløs ved STP (standard trykk og temperatur). Den er lettere en luft, og ble brukt for å gi oppdrift i luftfartøyet 'Hindenburg'. Gassen produseres for det meste fra naturgass. Elementet var ett av tre som ble dannet under Big Bang, men er i ren form relativt sjelden i naturlig tilstand på jorda. Hvilket element?</b>	
a) Li	<input type="checkbox"/>
b) He	<input type="checkbox"/>
c) H	<input checked="" type="checkbox"/>
d) O	<input type="checkbox"/>

<b>vii. Hva er elektronkonfigurasjonen til Ca?</b>	
a) [Ar]	<input type="checkbox"/>
b) [Ar] $4s^2$	<input checked="" type="checkbox"/>
c) [Kr] $4s^2$	<input type="checkbox"/>
d) [Kr] $2s^4$	<input type="checkbox"/>

<b>viii. Hva er en amfolytt?</b>	
a) En forbindelse med både syre- og baseegenskaper	<input checked="" type="checkbox"/>
b) En løsning som kan lede elektrisk strøm	<input type="checkbox"/>
c) En syre hvor $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_a + \text{pK}_w)$	<input type="checkbox"/>
d) En elektrisk isolator (leder ikke elektrisk strøm)	<input type="checkbox"/>

<b>ix. Hvilken monomer er teflon bygd opp av?</b>	
a) $\text{C}_2\text{H}_4$	<input type="checkbox"/>
b) $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_2$	<input type="checkbox"/>
c) $\text{C}_2\text{Cl}_4$	<input type="checkbox"/>
d) $\text{C}_2\text{F}_4$	<input checked="" type="checkbox"/>

<b>x. Hvilket av følgende utsagn er ikke en av termodynamikkens lover?</b>	
a) Den totale energien i universet er konstant	
b) En spontan prosess er en prosess som bidrar til at entropien i universet øker	
c) En reaksjon er spontan hvis $\Delta G > 0$	x
d) Entropien for en perfekt krystall ved 0 K er null	

<b>xi. Hvorfor forskes det på å benytte inerte elektroder i forbindelse med produksjon av aluminium?</b>
Begrense CO <sub>2</sub> -belastningen. (CO <sub>2</sub> -utslipp ved bruk av C-anoder) Mer energieffektivt

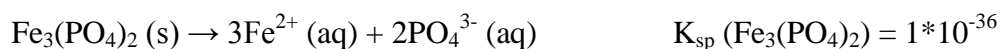
<b>xii. Sjøvann injiseres i oljereservoarer for å få ut mer olje. Nevn noen av problemene knyttet opp mot dette:</b>
Energikrevende (drive pumper og prosessanlegg) Utfelling i rør/dannelse av scale Forsuring

## Oppgave 2

- a) En student finner at løseligheten av  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  (s) i vann ved 25 °C er  $2,47 \cdot 10^{-8}$  mol/L. Beregn løselighetsproduktet for stoffet ved samme temperatur, og sammenlign med data fra SI Chemical Data (SI-CD)

Løselighetsproduktet til  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  (s) kan finnes fra tabell 19 i SI-CD.

Om x mol  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  løser seg, vil x tilsvare løseligheten, og vi vil ved likevekt få:



$$\text{LV:} \quad \quad \quad 3x \quad \quad \quad 2x \quad \quad \quad x = 2,47 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$\begin{aligned} K_{\text{sp}} (\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2) &= [\text{Fe}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2 \\ &= [3x]^3 [2x]^2 \\ &= 27x^3 \cdot 4x^2 = 108x^5 = \underline{\underline{9,9 \cdot 10^{-37} \text{ mol/L}}} \end{aligned}$$

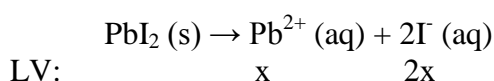
b) Finn løselighetsproduktet,  $K_{sp}$  til  $PbI_2(s)$  ved 298 K ved hjelp av SI-CD.

- Det er mulig å beregne  $K_{sp}$  fra løseligheten av  $PbI_2(s)$  gitt i tabell 5 i SI-CD.  
Vis hvordan du isteden kan benytte termodynamiske data i SI-CD til å beregne løselighetsproduktet til  $PbI_2(s)$



{Løseligheten til  $PbI_2$  er i SI-CD tabell 5 oppgitt til å være 0,076 g/ 100g. (= 0,76g/L)

Dette tilsvarer  $0,76 \text{ (g/L)} / 461 \text{ (g/mol)} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$



$$K_{sp}(PbI_2) = [Pb^{2+}] \cdot [I^{-}]^2 = [x] \cdot [2x]^2 = 4x^3 \quad \text{der } x = \text{løselighet} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$
$$\underline{K_{sp} = 1,79 \cdot 10^{-8}} \}$$

Løselighetsproduktet kan beregnes via  $\Delta G^{\circ}$  for reaksjonen som følger:

$$\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \cdot \ln Q \quad \Delta G = 0 \text{ ved likevekt}$$
$$\rightarrow \Delta G^{\circ} = -RT \cdot \ln K \quad K = [Pb^{2+}] \cdot [I^{-}]^2 = K_{sp}$$

$$\Delta G^{\circ} = \Delta_f G^{\circ}(Pb^{2+}(aq)) + 2 \cdot \Delta_f G^{\circ}(I^{-}(aq)) - \Delta_f G^{\circ}(PbI_2(s)) = -24 + 2 \cdot (-52) - (-174) = 46 \text{ kJ}$$

$$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

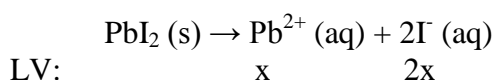
$$T = 25 \text{ }^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$\underline{K_{sp}} = e^{(\Delta G^{\circ} / -RT)} = e^{-(46 \cdot 10^3 / 8,314 \cdot 298)} = \underline{8,64 \cdot 10^{-9}}$$

c) Benytt  $K_{sp}$  til å beregne løseligheten av  $PbI_2(s)$  (i g/L) ved 298 K i

- rent vann
- 0,01 M KI

i) I rent vann:



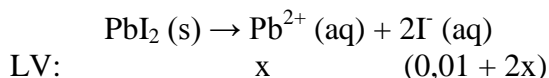
$$K_{sp}(PbI_2) = [Pb^{2+}] \cdot [I^{-}]^2 = [x] \cdot [2x]^2 = 4x^3 = 8 \cdot 10^{-9} \quad \Rightarrow x = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Løseligheten til  $PbI_2$  tilsvarer x, da ett mol  $PbI_2$  gir ett mol  $Pb^{2+}$ .

$$M_{PbI_2} = 461,0 \text{ g/mol} \quad \underline{\text{Løselighet } PbI_2} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot 461,0 \text{ g/mol} = \underline{\underline{0,58 \text{ g/L}}}$$

ii) 1 0,01 M KI

Må ta hensyn til effekten av felles ion i løsningen.  $KI(s) \rightarrow K^+(aq) + I^-(aq)$   $[I^-]_0 = 0,01$



$$K_{sp}(PbI_2) = [Pb^{2+}][I^-]^2 = [x][0,01+2x]^2 = 8 \cdot 10^{-9}$$

Antar, basert på K-verdi at  $x \ll 0,01 \rightarrow (0,01 + 2x) \approx (0,01) \Rightarrow x = 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$

Undersøker antagelse:  $2x \cdot 100 / 0,01 = 1,6 \% < 5 \%$ . Antagelse OK.

Løseligheten til  $PbI_2$  i 0,01M KI tilsvarer x, da ett mol  $PbI_2$  gir ett mol  $Pb^{2+}$ .

$$\underline{\text{Løselighet } PbI_2} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \cdot 461,0 \text{ g/mol} = \underline{\underline{0,037 \text{ g/L}}}$$

d) 1,5 gram  $PbI_2(s)$  og 10,5 gram  $PbBr_2(s)$  tilsettes samme flaske med 1,00 liter vann ved 298 K. Blandingen ristes sammen til likevekt er innstilt.

- i. Beregn konsentrasjonen av de ulike ionene ( $Pb^{2+}$ ,  $I^-$  og  $Br^-$ ) i denne situasjonen. Benytt  $K_{sp}$ -verdier oppgitt i SI-CD i beregningene (Se bort fra evt. hydrolyse av  $Pb^{2+}$ )

Fra oppgave 2c) i. har vi at løseligheten av  $PbI_2$  i rent vann er 0,58 gram. Ved å tilsette 1,5 gram  $PbI_2$  vil det derfor være overskudd  $PbI_2$  i løsningen.

Løseligheten til  $PbBr_2$  i rent vann er gitt av følgende ligning:

$$K_{sp}(PbBr_2) = [Pb^{2+}][Br^-]^2 = [x][2x]^2 = 4x^3 = 2,1 \cdot 10^{-6} \Rightarrow x = 8,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$M_{PbBr_2} = 367,0 \text{ g/mol} \quad \underline{\text{Løselighet } PbBr_2} = 8,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot 367,0 \text{ g/mol} = \underline{\underline{2,97 \text{ g/L}}}$$

Også  $PbBr_2$  vil være i overskudd, og det er fast stoff tilstede i likevekt med ionene. (Likevekt er innstilt også om en beregner fra løselighet gitt i tabell 5 i SI-CD)

Felles ion er  $Pb^{2+}$  og konsentrasjonene av  $I^-$  og  $Br^-$  vil derfor kunne uttrykkes som funksjoner av  $Pb^{2+}$ .  $2[Pb^{2+}] = [I^-] + [Br^-]$

$$2[Pb^{2+}] = \sqrt{\frac{K_{sp}(PbI_2)}{[Pb^{2+}]}} + \sqrt{\frac{K_{sp}(PbBr_2)}{[Pb^{2+}]}}$$

$$[Pb^{2+}]^3 = \frac{1}{4} (\sqrt{K_{sp}(PbI_2)} + \sqrt{K_{sp}(PbBr_2)})^2$$

$$\underline{[Pb^{2+}] = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}}$$

$$\underline{[I^-]} = \sqrt{\frac{K_{sp}(PbI_2)}{[Pb^{2+}]}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^{-9}}{0,0084}} = \underline{\underline{9,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}}} \quad (\text{tilsvarende } 0,225 \text{ gram } PbI_2 \text{ løst})$$

$$\underline{[Br^-]} = \sqrt{\frac{K_{sp}(PbBr_2)}{[Pb^{2+}]}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^{-6}}{0,0084}} = \underline{\underline{0,016 \text{ mol/L}}}$$

Ser at løseligheten av  $PbI_2$  reduseres, da  $PbBr_2$  er mer løselig enn  $PbI_2$ .

- ii. Hvordan ville løseligheten av  $\text{PbI}_2(\text{s})$  endres (øke, minke, forbli uforandret) om  $\text{PbBr}_2(\text{s})$  ble byttet ut med  $\text{PbS}(\text{s})$ ? Forklar.

Løseligheten av  $\text{PbS}$  er gitt av:

$$K_{\text{sp}}(\text{PbS}) = [\text{Pb}^{2+}][\text{S}^{2-}] = [\text{x}][\text{x}] = \text{x}^2 = 3 \cdot 10^{-28} \quad \Rightarrow \text{x} = 1,7 \cdot 10^{-14} \text{ mol/L}$$

$$M_{\text{PbS}} = 239,27 \text{ g/mol} \quad \underline{\text{Løselighet PbS}} = 1,7 \cdot 10^{-14} \text{ mol/L} \cdot 239,27 \text{ g/mol} = \underline{4,1 \cdot 10^{-12} \text{ g/L}}$$

Ser at  $\text{PbS}$  er mye mindre løselig enn  $\text{PbI}_2$ . Løseligheten av fast blyjodid vil derfor øke i forhold til i blanding med  $\text{PbBr}_2$  (oppgave 2d i.), og være omtrent lik løseligheten av  $\text{PbI}_2$  i rent vann.

### Oppgave 3

- a) Beregn pH i 0,01 M  $\text{HCl}$  og 0,75 M  $\text{HF}$



$\text{HCl}$  er en sterk syre og dissosierer fullstendig, slik at  $[\text{HCl}]_0 = [\text{H}^+] = 0,01\text{M}$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\underline{\text{pH}} = -\log [0,01] = \underline{2,0}$$

$\text{HF}$  er en svak syre,  $\text{pK}_a = 3,17$ , og vil bare delvis dissosiere

	$\text{HF}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$		
Før	0,75	0	0
LV	0,75-x	x	x

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]} = \frac{x \cdot x}{0,75-x} = 10^{-3,17} \quad \text{Antar, basert på K-verdi: } 0,75-x \approx 0,75$$

$$K_a = \frac{x^2}{0,75} = 10^{-3,17} \quad \Rightarrow x = 2,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} \quad (x \cdot 100/0,75 = 3 \% < 5 \% ; \text{OK})$$

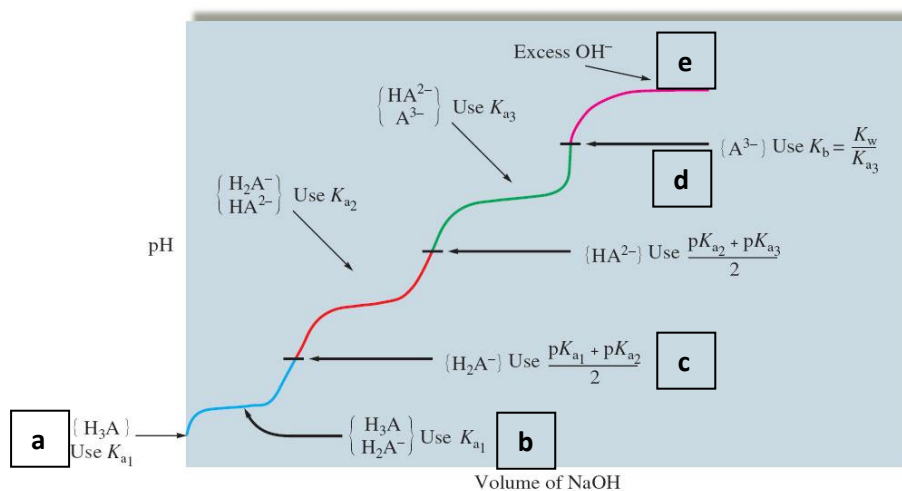
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\underline{\text{pH}} = -\log [2,25 \cdot 10^{-2}] = \underline{1,65}$$

Samme svar om løser som 2. gradsligning.

b) Angi for punktene a til e i figur 3-1:

- Hva representerer de ulike punktene
- Hvilke specier dominerer
- Sett opp de aktuelle likevektsuttrykkene og vis hvordan disse kan benyttes til å beregne pH i punktene **b**, **c** og **d**



**a:** ren syre

**b og d:** 1. og 3. halvveispunkt

**c og d:** 1. og 3. ekvivalenspunkt

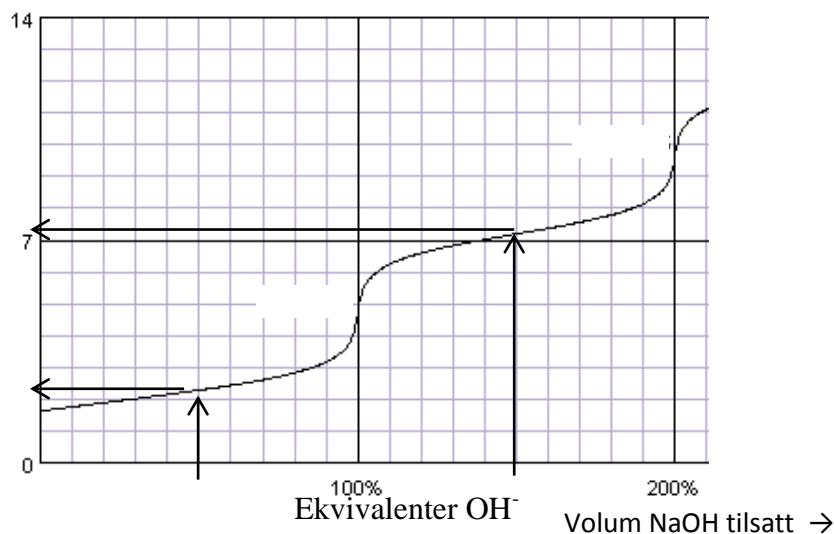
**e:** Overskudd base

Uttrykk løses mhp pH. Likevektene settes opp.

c) pH-kurve for titrering av hvilken triprotisk syre er vist i figur 3-2? Begrunn svaret

Verdiene  $pK_{a1} = 2,15$ ,  $pK_{a2} = 7,2$  ( $pK_{a3} = 12,38$ ), kan avleses ved 1. og 2. halvveispunkt.

Den titrerte syra er fosforsyre,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .



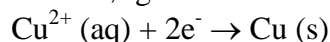
Figur 3-2. pH-kurve for titrering av 0,1 M triprotisk syre med NaOH fram til 2. ekvivalenspunkt.

## Oppgave 4

En pyntegjenstand med overflateareal på  $85 \text{ cm}^2$  skal belegges med kobber (kobberpletteres). Elektrolysen gjennomføres med en totalstrøm på  $100 \text{ mA}$ , i en elektrolytt med  $\text{Cu}^{2+}$ -ioner.

a) Hvor tykt belegg har en fått etter en time? Angi svaret i  $\mu\text{m}$ .

På gjenstanden får vi følgende katodereaksjon:



Strøm og tid  $\rightarrow$  ladning (C)  $\rightarrow$  mol elektroner  $\rightarrow$  mol metall  $\rightarrow$  gram metall  $\rightarrow$  tykkelse metall-lag

Ladning overført er gitt av  $q = I \cdot t = n_e \cdot F = 2 \cdot n_{\text{Cu}} \cdot F$

Her:  $q = I \cdot t = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 60 \text{ C} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{s} = 360 \text{ C}$

$q = n_e \cdot F \rightarrow n_e = 360 \text{ C} / 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$n_{\text{Cu}} = \frac{1}{2} n_e = 0,5 \cdot 3,7 \cdot 10^{-3} = 1,86 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$\rho(\text{Cu}) = 8,96 \text{ g/cm}^3$ ,  $M_{\text{Cu}} = 63,55 \text{ g/mol}$

$$\underline{d} = \frac{n \cdot M}{\rho \cdot A} = \frac{1,86 \cdot 10^{-3} \cdot 63,55}{8,96 \cdot 85} = 1,56 \cdot 10^{-4} \text{ cm} = \underline{\underline{1,56 \mu\text{m}}}$$

En elektrokjemisk celle har følgende totalreaksjon:  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$

b) Beregn  $E^\circ$  for cella ved

- i.  $25^\circ\text{C}$  og
- ii.  $70^\circ\text{C}$

$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$ , der  $n$  er antall elektroner overført, og  $F$  er Faradays konstant.

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ_{298} &= \Delta_f G^\circ(\text{Cu}(\text{s})) + 2 \cdot \Delta_f G^\circ(\text{H}^+(\text{aq})) - \Delta_f G^\circ(\text{Cu}^{2+}(\text{aq})) - \Delta_f G^\circ(\text{H}_2(\text{g})) \\ &= 0 + 2 \cdot 0 - 65 - 0 = -65 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\underline{E^\circ_{298}} = \frac{-\Delta G^\circ}{n \cdot F} = \frac{65 \cdot 10^3}{2 \cdot 96485} = \underline{\underline{0,34 \text{ V}}}$$

$E^\circ$  ved  $70^\circ\text{C}$  ( $E^\circ_{343}$ ) kan også beregnes fra  $\Delta G^\circ$ .  $\Delta G^\circ$  er temperaturavhengig, men kan beregnes fra  $\Delta H^\circ$  og  $\Delta S^\circ$  som er tilnærmet uavhengig av temperaturen.

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_{298} &= \Delta_f H^\circ(\text{Cu}(\text{s})) + 2 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{H}^+(\text{aq})) - \Delta_f H^\circ(\text{Cu}^{2+}(\text{aq})) - \Delta_f H^\circ(\text{H}_2(\text{g})) \\ &= 0 + 2 \cdot 0 - 65 - 0 = -65 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta S^\circ_{298} &= S^\circ(\text{Cu}(\text{s})) + 2 \cdot S^\circ(\text{H}^+(\text{aq})) - S^\circ(\text{Cu}^{2+}(\text{aq})) - S^\circ(\text{H}_2(\text{g})) \\ &= 33 + 2 \cdot 0 - (-98) - 131 = 0 \text{ J/K} \quad (\text{vil mao være uavhengig av temperaturen})\end{aligned}$$

$$\Delta G^\circ_{343} \approx \Delta H^\circ_{298} - T \Delta S^\circ_{298}$$

$$\Delta G^\circ_{343} = -65 \cdot 10^3 - 343 \cdot 0 = -65 \text{ kJ}$$

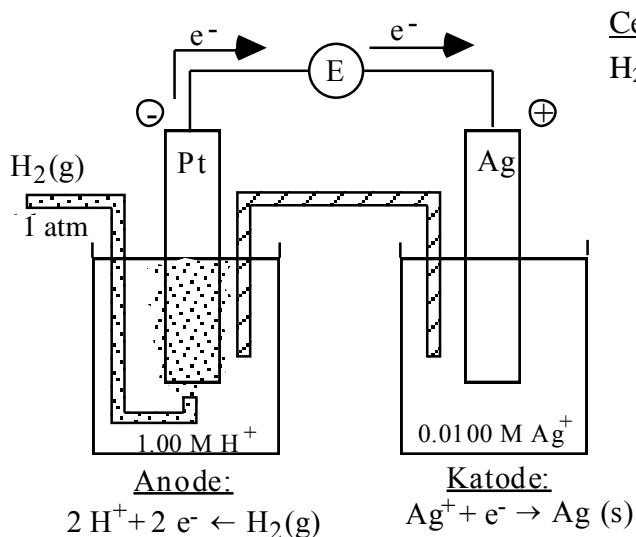
$$\underline{E^\circ_{343}} = \frac{-\Delta G^\circ}{n \cdot F} = \frac{65 \cdot 10^3}{2 \cdot 96485} = \underline{\underline{0,34 \text{ V}}}$$



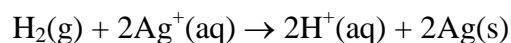
Gitt følgende galvaniske celle ved 25° C:



- c) Lag en skisse av cellen. Angi katode og anode og vis i hvilken retning elektronene transporteres (i den ytre kretsen) når cellen leverer strøm. Skriv opp halvcellereaksjonene og cellereaksjonen.



Cellereaksjon:



- d) Beregn  $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta G$ ,  $E^\circ$  og  $E$  for cellen. Benytt data fra SI-CD.

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ &= 2 \cdot \Delta_f G^\circ(\text{Ag(s)}) + 2 \cdot \Delta_f G^\circ(\text{H}^+(\text{aq})) - 2 \cdot \Delta_f G^\circ(\text{Ag}^+(\text{aq})) - \Delta_f G^\circ(\text{H}_2(\text{g})) \\ &= 2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 - 2 \cdot 77 - 0 = \underline{\underline{-154 \text{ kJ}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G &= \Delta G^\circ + RT \ln Q = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[\text{H}^+]^2}{P_{\text{H}_2}[\text{Ag}^+]^2} \\ &= -154 \cdot 10^3 + 8,314 \cdot 298 \cdot \ln \frac{1^2}{1 \cdot 0,0100^2} = \underline{\underline{-131,2 \text{ kJ}}} \end{aligned}$$

$\Delta G^\circ$  og  $\Delta G$  kan også beregnes fra cellereaksjon basert på  $\frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g})$ . Da blir verdiene halvert.

$$E^\circ = \frac{-\Delta G^\circ}{n \cdot F} = \frac{154 \cdot 10^3}{2 \cdot 96485} = \underline{\underline{0,798 \text{ V}}}$$

$$E = \frac{-\Delta G}{n \cdot F} = \frac{131,2 \cdot 10^3}{2 \cdot 96485} = \underline{\underline{0,68 \text{ V}}}$$

## Oppgave 5

- a) Hva menes med elektronegativitet?  
Et atoms evne til å trekke på et elektronpar
- b) Hvor i det periodiske system finner en de mest elektronegative elementene?  
Generelt kan en si at elektronegativiteten øker fra venstre mot høyre i en periode og avtar ovenfra og nedover i en gruppe. De mest elektronegative elementene ligger derfor øverst til høyre i det periodiske system.
- c) Hvordan kan elektronegativiteten benyttes til å avgjøre om en forbindelse har metallisk, ionisk, polar kovalent eller kovalent binding?  
Bindingstypen i en forbindelse kan avgjøres ved hjelp av elektronegativiteten til grunnstoffene i forbindelsen

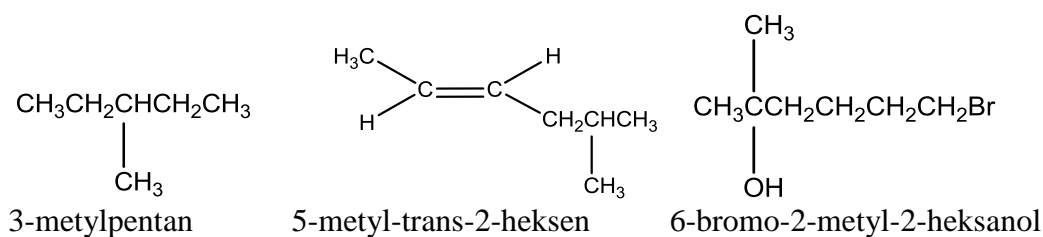
Stor forskjell i elektronegativitet fører til fullstendig ladningsoverføring fra det ene atomet til det andre. En får da dannet ioner. Atomene bindes sammen ved tiltrekningskreftene mellom de ulike ladningene, og en får ionebinding.

Om det er lite, eller ingen forskjell i elektronegativitet (for eksempel mellom like atomer), vil elektronene deles likt mellom atomene. Tiltrekning mellom elektroner og protoner. En har da kovalent binding.

Polar kovalent binding oppstår når forskjellen i elektronegativitet er en mellomting mellom det en ser for ionisk- og kovalent binding.

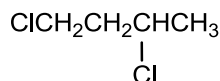
Metallisk binding er ikke-polar, og det er lite (for legeringer) eller ingen forskjell i elektronegativitet. Elektronene er delokalisert over hele strukturen.

- d) Sett navn på følgende forbindelser:

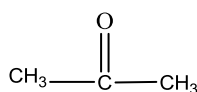


- e) Tegn, og skriv formelen til følgende forbindelser:

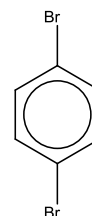
i. 1,3-diklorbutan



ii. 2-propanon



iii. p-dibromobenzen



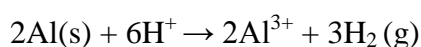
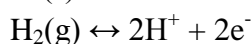
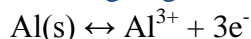
## Oppgave 6

På laboratoriet undersøker studenten Sara reaksjonen mellom metallet Al (s) og HCl (aq), som gir gassutvikling. Gassen samles opp over løsningen ved 20 °C og 756 Torr (Damptrykket av saltsyreløsningen antas tilnærmet lik damptrykket over rent vann.) Når alt metallet har reagert er det utviklet 2,5 liter gass.

- a) Hvilken gass dannes?

Hydrogengass

- b) Skriv ligningen for reaksjonen mellom metallet og syra.



- c) Hvor mange mol gass er dannet, og hvor mange gram metall har reagert?

$$n_{\text{H}_2} = ? \quad \rightarrow \text{Må finne } P_{\text{H}_2}$$

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{H}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} \quad \text{Finner vanndamptrykket ved 20 °C fra tabell 30 i SI-CD}$$
$$P_{\text{H}_2} = 756 - 17,53 \text{ Torr} = 738,5 \text{ Torr} = (738,5/760) \text{ atm} = 0,97 \text{ atm}$$

$$PV = nRT \quad \underline{n_{\text{H}_2}} = P_{\text{H}_2} V / RT = \frac{0,97 \cdot 2,5}{0,0820 \cdot 293} = \underline{\underline{0,101 \text{ mol}}}$$

$$n_{\text{Al}} = n_{\text{H}_2} \cdot (2/3) = 0,101 \cdot (2/3) = 0,067 \text{ mol} \quad \underline{m_{\text{Al}}} = 0,067 \cdot 26,98 = \underline{\underline{1,81 \text{ g}}}$$

Studenten Sara undersøker 6,8 gram legering som skal bestå av 50 vekt% aluminium og 50 vekt% kobber. Når reaksjonen mellom legeringen og saltsyre har stanset ser Sara at det ligger noe metall igjen i løsningen og at det er dannet totalt 4,7 liter gass ved 20 °C og 756 Torr.

- d) Har Petter blitt lurt? Begrunn svaret

Kobber er et edelt metall og vil ikke reagere med saltsyre. Kobberet vil derfor ligge igjen ureagert. Gassen dannes fra reaksjonen mellom aluminium og HCl som tidligere.

Det må avgjøres hvorvidt mengde gass tilsvarende den forventede mengden ut fra reaksjonen med 3,4 g aluminium (6,8 g \* 50%).

Regner som i oppgave 6 a).  $n_{\text{H}_2} = ? \quad \rightarrow \text{Må finne } P_{\text{H}_2}$

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{H}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} \quad P_{\text{H}_2} = 0,97 \text{ atm}$$

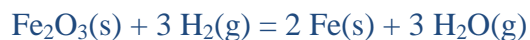
$$PV = nRT \quad \underline{n_{\text{H}_2}} = P_{\text{H}_2} V / RT = \frac{0,97 \cdot 4,7}{0,0820 \cdot 293} = \underline{\underline{0,19 \text{ mol}}}$$

$$n_{\text{Al}} = n_{\text{H}_2} \cdot (2/3) = 0,19 \cdot (2/3) = 0,127 \text{ mol} \quad \underline{m_{\text{Al}}} = 0,127 \cdot 26,98 = \underline{\underline{3,41 \text{ g}}}$$

Ser at mengde gass dannet tilsvarende reaksjon med 3,41 gram aluminium, noe som tyder på at legeringen inneholdt det den skulle.

## Oppgave 7

Gitt følgende reaksjon:      Beregn  $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$  og  $\Delta G^\circ$  for reaksjonen ved 298 K



$\Delta_f H^\circ$	-824	0	0	-242	$\text{kJ mol}^{-1}$
$S^\circ$	87	131	27	189	$\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
$\Delta_f G^\circ$	-742	0	0	-229	$\text{kJ mol}^{-1}$

$$\Delta H_r^\circ = 2 \cdot 0 + 3 \cdot (-242) - (-824) - 3 \cdot 0 = \underline{\underline{98 \text{ kJ}}}$$

$$\Delta S_r^\circ = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 189 - 87 - 3 \cdot 131 = \underline{\underline{141 \text{ J K}^{-1}}}$$

$$\Delta G_r^\circ = 2 \cdot 0 + 3 \cdot (-229) - (-742) - 3 \cdot 0 = \underline{\underline{55 \text{ kJ}}}$$

$\Delta G_r^\circ$  kan også beregnes fra  $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \Delta S_r^\circ$ , slik som tidligere. Får da  $\Delta G_r^\circ = \underline{\underline{56 \text{ kJ}}}$ .

b) Er reaksjonen endoterm eller eksoterm?

$\Delta H_r^\circ = 98 \text{ kJ}$ .  $\Delta H_r^\circ > 0$  gir at reaksjonen er endoterm.

c) I hvilken retning er likevekten forskjøvet ved 298 K?

$\Delta G_r^\circ = 55 \text{ kJ}$ .  $\Delta G_r^\circ > 0$  gir at reaksjonen er spontan mot venstre.  $\Delta G_r^\circ$  er negativ for en spontan reaksjon.

d) Finn den laveste temperatur der likevekten (standard tilstand) er spontan mot høyre. Verdiene for  $\Delta H^\circ$  og for  $\Delta S^\circ$  for denne reaksjonen kan anses tilnærmet uavhengige av temperaturen.

Fra ligningen  $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \Delta S_r^\circ$  framgår det at ved å øke temperaturen vil  $\Delta G_r^\circ$  gå fra å være positiv til å bli negativ (spontan mot høyre).

Endringen skjer ved  $\Delta G_r^\circ = 0$ .

Setter  $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \Delta S_r^\circ > 0$ , og løser mhp T

$$T > \frac{\Delta H_r^\circ}{\Delta S_r^\circ} = \frac{98 \cdot 10^3}{141} > \underline{\underline{695 \text{ K}}}$$

Dvs: Reaksjonen er spontan mot høyre for temperaturer OVER 695 K