

## Løsningsforslag Kjemi 2 – Vår 2015

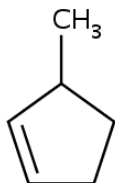
### OPPGAVE 1

Oppgave	Svar	Forklaring
a)	C	Ingen felling med klorid, derfor kan ingen av saltene være med bly. Felling med sulfat, kan ikke være A. Må være C, som gir felling av bariumsulfat.
b)	A eller C	Forutsetter at vi løser jordprøven i vann, reduserer nitrat til nitritt, tilsetter indikator og fortynner. C er en mulighet, selv om den ikke er kjent i kjemi 2 for de fleste.
c)	C	Svak base gir buffer med sterk syre.
d)	C	Løsningen blir litt surere.
e)	D	Reagerer med aldehyder og ketoner.
f)	A	Oksidasjonsmiddelet er det som gjør at noe annet blir oksidert når det selv blir redusert. $\text{Cu}^{2+}$ blir redusert når det oksiderer aldehyd, og er derfor oksidasjonsmiddelet.
g)	C	Kun $\text{MnO}_2$ er uløselig i vann, og vil ikke være løst i filtratet. NB: Vi vet ikke om alt som ikke er løst er $\text{MnO}_2$ , men der trenger vi heller ikke vite...
h)	B	A er den første og fjerde, D er den andre
i)	D	De tre digitoxemolekylene er den gjentakende enheten til venstre i digoxin. Når det skjer en hydrolyse vil eterbindingen løses opp til to hydroksylgrupper. Et digitoxosemolekyl har 6 karbon, 4 oksygen og 12 hydrogen. Husk at det er et hydrogen på hver «ledige» karbonbinding i ringen.
j)	A	Du må ha fire ulike grupper koblet til et kiralt C-atom, og da kan du ikke ha en dobbeltbinding. Litt uvant at sirkelen regnes som to grupper, men det blir på samme måte som vanlig (bytt plass på H-atomet og den nedre biten på molekylet fra B, så får du en stereoisomer).
k)	A	Senker aktiveringsenergien, derfor øker reaksjonshastigheten, og likevekten innstilles raskere. Brukes ikke opp i reaksjonen.
l)	C	Stoff 1 og 2 er ikke isomere, men stoff 3 er det reduserte stoff 2.
m)	D	Det må spaltes av $\text{CO}_2$ i den første reaksjonen. I den andre reaksjonen blir et aldehyd redusert, så stoff B er $\text{NADH}+\text{H}^+$ (som selv oksideres til $\text{NAD}^+$ ).
n)	D	A er fullstendig forbrenning. B er penten. C er ikke balansert.
o)	B	A og C er reduksjon. D er en fellingsreaksjon.
p)	B	H er +I og O er -II. 6 H og 3 O gir sum på 0. Fotnote: C-atomene har ulike oksidasjonstall, men her skal vi bare finne summen.
q)	C	Kan hjelpe å spalte saltene A, B og C til ioner først. $\text{K}^+$ har oksidasjonstall +I.
r)	A	B og C ved kondensasjon, D ved addisjon.
s)	C	Tenk galvanisering. Slå evt opp i tabellen for std. reduksjonspotensiale. Kobber er over jern, sink er under.
t)	B	Husk at klorid oksideres lettere av vann pga overspenning! Det ene unntaket vi nevner i kjemi 2. Klor blir redusert.

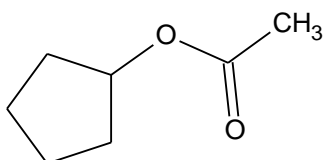
## OPPGAVE 2

a)

- 1) Syklopentanol oksideres til syklopentanon. For å påvise at produktet er dannet kan vi bruke 2,4-dinitrofenylhydrazin, som gir positiv reaksjon (gulrødt bunnfall).
- 2) Ved eliminasjonsreaksjonen kan dobbeltbindingen like gjerne oppstå på andre siden av hydroksylgruppen, fordi hydroksylgruppen spaltes av med hydrogenmolekylet fra karbonnummer 2.



- 3) Alkohol og karboksylsyre katalysert av svovelsyre er kondensasjonsreaksjon, som gir en ester.



b)

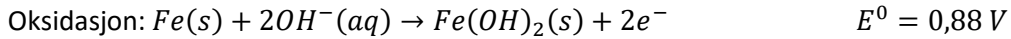
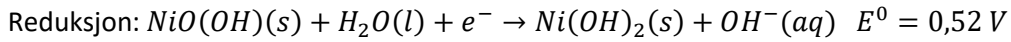
- 1) Pentan-2-ol er det eneste stoffet med kokepunkt innenfor fraksjon 2. Vi kan påvise en sekundær alkohol ved å teste med kromsyre reagens. Alkoholen vil bli oksidert til et keton, som vi eventuelt kan påvise med positiv 2,4-dinitrofenylhydrazin og negativ Tollens reagens.
- 2) 2,4-dinitrofenylhydrazin reagerer med ketoner og aldehyder. Kun aldehyder reagerer med Tollens reagens. Vi vet derfor at vi har et keton, og i fraksjon 1 kan det være pentan-2-on eller pentan-3-on.
- 3) Kun pentan-3-on vil gi to topper, fordi to og to av de fire konfigurasjonene av hydrogenatomer vil falle på samme kjemisk skift (symmetrisk molekyl). Hvis vi ser nøye etter kan den første toppen ved 2,5 ppm se ut som en kvartett, som stemmer med de to CH<sub>2</sub>-gruppene som hver er koblet til et nabo-C-atom med tre H-atomer, og den andre toppen ved 1 ppm ser ut som en tripplett, som stemmer med de to CH<sub>3</sub>-gruppene som er koblet til et nabo-C-atom med to H-atomer. Det relative arealet til de to toppene ser også ut til å være 2:3, altså 2 hydrogenatomer på den ene typen C-atom, og 3 hydrogenatomer på den andre typen C-atom.

c)

- 1) Kobberioner gjør løsningen svakt blåfarget, men ved små konsentrasjoner vil denne fargen være ubetydelig, og vanskelig å måle. Ved å tilsette cuprizon får vi en farge vi kan måle absorbansen av også ved lave konsentrasjoner.
- 2) Ved å tilsette buffer og cuprizon til vannprøven vår, og deretter sammenlikne fargen i løsningen med fargen i standardløsningene våre, vil vi kunne finne en tilnærming til konsentrasjonen.
- 3) Vi leser av standardkurven. Absorbansen på 0,55 tilsvarer en konsentrasjon av kobberioner på ca. 2,75 mg/L.

## OPPGAVE 3

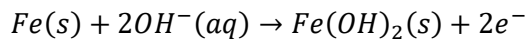
- a) KOH fungerer som elektrolytt i batteriet, og utjevner ladningsforskjellene som oppstår når redoksreaksjonene går ved anoden og katoden. OH<sup>-</sup> fungerer også som reaktant i halvreaksjonene.
- b) Det er den andre halvreaksjonen som har høyest reduksjonspotensiale, derfor vil dette være reduksjonen. Den første reaksjonen vil være oksidasjonen.



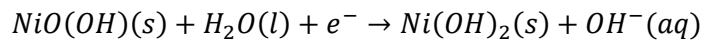
$$E_{\text{celle}}^0 = 0,52 \text{ V} + 0,88 \text{ V} = 1,40 \text{ V}$$

- c) I galvanisk element (batteri):

A: Fe oksideres til Fe(OH)<sub>2</sub>, og det frigjøres elektroner som går fra anode til katode. Jernet reagerer med hydroksidionene i saltbrua.

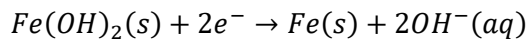


B: NiO(OH) blir redusert sammen med vann til nikkeldhydroksid ved katoden, og det frigjøres hydroksid til saltbrua.

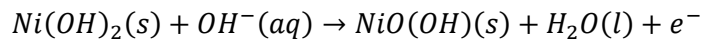


I elektrolyse:

C: Jern(ii)hydroksid blir redusert tilbake til Fe når elektronene dyttes andre vei av spenningskilden, hydroksid går tilbake til saltbrua. Dette er nå katoden.



D: Nikkeldhydroksid oksideres tilbake til NiO(OH) og vann, dette er nå anoden.



- d) Vi antar at alt jernet kan reagere i batteriet.

1250 Ah tilsvarer i antall mol elektroner:

$$n(e^-) = \frac{1250 \text{ A} \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}}{96500 \text{ A} \cdot \text{s/mol}} = 46,63 \text{ mol}$$

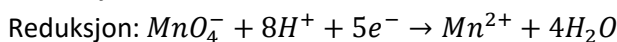
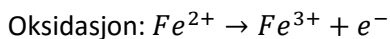
Forholdet mellom Fe og elektroner er 1:2.

$$n(\text{Fe}) = \frac{1}{2} n(e^-) = 23,32 \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}) = n \cdot M_m = 23,32 \text{ mol} \cdot 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1302 \text{ g} = 1,3 \text{ kg}$$

Massen til jern i batteriet var 1,3 kg.

- e) Når vi løses jern i svovelsyre blir jern oksidert til Fe<sup>2+</sup>. Vi må finne reaksjonslikningen mellom Fe<sup>2+</sup> og permanganat, og kan f.eks. slå dette opp i tabell.



Forholdet mellom jern og permanganat er 5:1.

$$n(\text{MnO}_4^-) = c \cdot V = 0,025 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 17,9 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Dette tilsvarer i antall mol jern(ii) (i 25 mL i erlenmeyerkolben):

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

I den fortynnede prøveløsningen på 100 mL har vi fire ganger mer jern(ii):

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 4 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

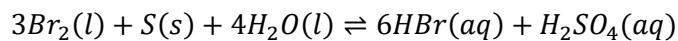
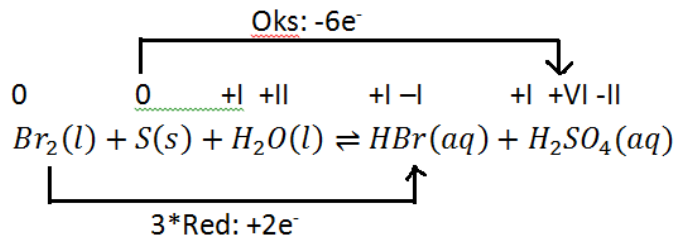
I klumpen som var løst i svovelsyre befant det seg opprinnelig:

$$m(\text{Fe}) = m(\text{Fe}^{2+}) = n \cdot M_m = 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,50 \text{ g}$$

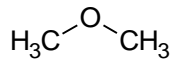
Vi konkluderer med at klumpen med jern består av 100 % jern.

#### OPPGAVE 4

a)



- b) Dette er en substitusjonsreaksjon, der vi substituerer hydroksylgruppen og bromgruppen. Vi tilsetter konsentrert svovelsyre fordi dette er sterkt vanntiltrekkende, og likevekten blir forskjøvet mot høyre jf. Le Châtelier.
- c) To metylmolekyler kan reagere i en kondensasjonsreaksjon til en eter, dimetyleter. Det spaltes av vann i denne reaksjonen.



- d) A – 15 u, metylgruppe (CH<sub>3</sub>)  
 B – 79 u, en isotop av brom  
 C – 81 u, den andre isotopen av brom  
 D – 94 u, molekylionet med isotopen av brom på 79 u  
 E – 96 u, molekylionet med isotopen av brom på 81 u  
 D og E har relativt lik forekomst fordi brom finnes som halvparten av hver isotop (50,69/49,31 %) ute i naturen. Det samme gjelder toppene B og C.
- e) Vi må først finne tilsvarende stoffmengde brommetan fra 1,0 kg:

$$n(\text{CH}_3\text{Br}) = \frac{m}{M_m} = \frac{1,0 \cdot 10^3 \text{ g}}{94,934 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 10,53 \text{ mol}$$

Vi vet at vi får 95 % utbytte, så stoffmengde metanol er gitt ved:

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{10,53 \text{ mol}}{0,95} = 11,09 \text{ mol}$$

Massen til metanolen vi må starte med må altså være:

$$m(\text{CH}_3\text{OH}) = n \cdot M_m = 11,09 \text{ mol} \cdot 32,042 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 355 \text{ g} = 0,36 \text{ kg}$$

## OPPGAVE 5

- a) Natriumhydrogenkarbonat løses til den svake syra hydrogenkarbonat i vann. Denne har  $pK_a=10,3$ . Når vil tilsetter NaOH, som er en sterk base, vil hydrogenkarbonat omdannes til sin korresponderende base, karbonat. Hvis vi tilsetter NaOH i en slik mengde at ikke alt av hydrogenkarbonat omdannes til karbonat, får vi en buffer av hydrogenkarbonat/karbonat. Denne bufferen vil være god i området rundt  $pK_a \pm 1$ , altså innenfor det området vi ønsker.
- b) I bufferen vil vi finne  $\text{Na}^+$  fra både natriumhydrogenkarbonat og natriumhydroksid, dessuten bufferparet  $\text{HCO}_3^-$  og  $\text{CO}_3^{2-}$ . Det vil alltid finnes små mengder  $\text{H}_3\text{O}^+$  og  $\text{OH}^-$  på grunn av vannets egenprotolyse, og i dette tilfellet vil det være et lite overskudd av  $\text{OH}^-$ , grunnet pH over 7.
- c) Dersom vi har lik konsentrasjon av basisk og sur komponent av bufferen, vil pH være lik  $pK_a$ , altså 10,3. Vi kan se dette av bufferlikningen:

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[\text{base}]}{[\text{syre}]}\right)$$

Ved lik konsentrasjon legger vi til  $\log(1)=0$ . Da kan ikke pH være 10,6.

- d) For å forenkle, regner vi om til stoffmengder i bufferlikningen. Ettersom det skal være samme volum etter likevekt mellom base og syre i bufferen, kan vi sette inn stoffmengde direkte i formelen:

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{\frac{n(\text{base})}{V}}{\frac{n(\text{syre})}{V}}\right)$$

$$10,6 = 10,3 + \log\left(\frac{n(\text{base})}{n(\text{syre})}\right)$$

$$0,3 = \log\left(\frac{0,125 \text{ mol}}{n(\text{syre})}\right)$$

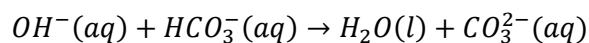
$$n(\text{syre}) = \frac{0,125 \text{ mol}}{10^{0,3}} = 0,0626 \text{ mol}$$

Forslag til fremgangsmåte: Vi trenger 0,1876 mol natriumhydrogenkarbonat og 0,125 mol NaOH, som løses vann og fortynnes til 500 mL.

$$m(\text{NaHCO}_3) = n \cdot M_m = 0,1876 \text{ mol} \cdot 84,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 15,8 \text{ g}$$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M_m = 0,125 \text{ mol} \cdot 39,998 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5,00 \text{ g}$$

Vi starter med å løse 5,00 g NaOH i 400 mL destillert vann. Tilsetter 15,8 gram natriumhydrogenkarbonat, som vil reagere med NaOH og danne karbonat:



Fortynner denne løsningen til 500 mL med destillert vann. Det vil nå befinne seg 0,125 mol karbonat og 0,0626 mol hydrogenkarbonat i bufferløsningen, og pH vil være 10,6.

- e) Bufferen når kapasiteten sin for syre når stoffmengden av syre er 10 ganger større stoffmengden av base:

$$n(\text{syre}) = 10 \cdot n(\text{base})$$

$$0,0626 + x = 10(0,125 - x)$$

$$0,0626 + x = 1,25 - 10x$$

$$11x = 1,1874$$

$$x = 0,108$$

Vi kan tilsette 0,108 mol sterk syre til denne bufferen (som altså er 0,5 L), noe som vil tilsvarer 108 mL 1,0 mol/L HCl.