

Eksamen høsten 2014 – Løsninger

DEL 1

Oppgave 1

a D

Det dannes en buffer av det sure ammoniumionet og den korresponderende basen ammoniakk (som blir dannet når ammoniumioner reagerer med hydroksidionene).

b B

Dihydrogenfosfationet har $pK_a = 7,2$ og kan derfor brukes til å lage en bufferløsning med $pH = 7,0$.

c A

Både kalsiumklorid og natriumkarbonat er hvite salter som er lettløselige i vann, og når vannløsningene blandes dannes et hvitt bunnfall av kalsiumkarbonat. Ingen av de andre alternative kombinasjonene vil gi felling.

d C

Dobbeltbindingen kan dannes på den ene eller den andre siden av hydroksylgruppen. Både pentan-3-ol og pentan-2-ol kan danne pent-2-en, men pentan-2-ol kan danne også pent-1-en.

e C

Hverken kalium- eller bariumioner reagerer med saltsyre, men ved tilsetning av svovelsyre vil det felles ut bariumsulfat. D passer ikke fordi bly(II)ioner vil gi felling av blyklorid ved tilsetning av saltsyre.

- f B**
Metanol og etan-1,2-diol har kokepunkt som står lengst fra hverandre (hhv. 65 °C og 198 °C) og skilles derfor lett ved destillasjon. Metanol har lavt kokepunkt pga. kort kjedelengde og kun én hydroksylgruppe. Etan-1,2-diol har høyt kokepunkt pga. litt lenger kjedelengde og to hydroksylgrupper.
- g B**
ii) stemmer. i) stemmer ikke fordi klor her er et reduksjonsmiddel og reduserer brom.
iii) stemmer ikke fordi klor står over brom i spenningsrekken.
- h B**
But-2-en, $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$, er riktig monomer. De to C-atomene som er involvert i dobbeltbindingen vil bindes videre til andre monomerer, mens de to metylgruppene i endene danner sidegrupper i kjeden.
- i A**
Aldehydgruppen gir positiv reaksjon både med 2,4-dinitrofenyldydrazin og Fehlings væske.
- j D**
Tiosulfationet har ladning 2−, og de tre oksygenatomene (−II) har til sammen ladning 6−. De to svovelatomene må da til sammen ha ladning 4+, og hver av dem oksidasjonstall +II.
- k C**
Dikromationet er oksidasjonsmiddelet siden det selv blir redusert. Krom går fra oksidasjonstall +VI til +III.
- l A**
Ved pH = 2 vil lysin foreligge på mest mulig protonert form, slik som på figuren.
- m A**
 Fe^{2+}/Fe ligger under Sn^{2+}/Sn i spenningsrekken og Fe vil derfor kunne redusere Sn^{2+}

n B

Kaliumnitrat er egnet til bruk i saltbroen. Hverken kaliumionet eller nitrationset vil reagere med noen av utgangsstoffene eller produktene her, og nitrationser er allerede tilstede i begge halvcellene.

o A

$$E_{\text{celle}} = E_{\text{red}} + E_{\text{oks}} = (0,34 + 0,76)V = 1,10V$$

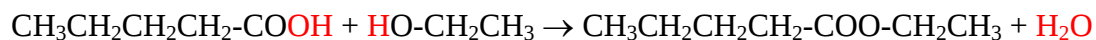
p A

ii) og v) stemmer

q C

Mo endrer oksidasjonstall fra +IV til +VI.

r D



s C

Når tre glukoseenheter bindes sammen spaltes det av to vannmolekyler slik at formelen blir $\text{C}_{18}\text{H}_{36-4}\text{O}_{18-2} = \text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_{16}$.

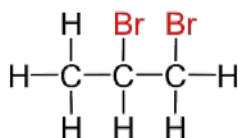
t B

For at bufferen skal ha god kapasitet med hensyn på både syre og på base, må pH være nær pK_a -verdien til syren. Dihydrogensitrat har $\text{pK}_a = 4,8$, som er nær 4,9 (De andre to har pK_a -verdier ved 3,1 og 6,4).

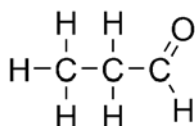
Oppgave 2

a1 Omdanningen av propan-1-ol til propen er en eliminasjonsreaksjon. Utgangsstoffet propan-1-ol er en primær alkohol (C_3H_7OH), og produktet propen er et alken (C_3H_6). Ut fra molekylformlene kan vi se at det er spaltet av H_2O . Det er typisk for eliminasjonsreaksjoner at det spaltes av et lite molekyl fra et større molekyl, samtidig som det dannes en dobbeltbinding.

a2 Når propen reagerer med brom, Br_2 , skjer det en addisjonsreaksjon. Det er typisk for alkener å reagere med halogener som Br_2 ved at molekylet bindes i sin helhet til dobbeltbindingen i alkenet. I reaksjonen brytes dobbeltbindingen, og de to bromatomene bindes til hvert sitt karbonatom. Det blir da dannet 1,2-dibrompropan. Strukturformel:



a3 Propan-1-ol er en primær alkohol og kan derfor oksideres til aldehyd, som igjen kan oksideres til en karboksylsyre. Oksidasjonsproduktet som reagerer med 2,4-dinitrofenylhydrazin vil være aldehydet, propanal. Strukturformelen til denne:



b1 Halvreaksjonen som skjer ved elektrode B er en oksidasjon. B er den positive elektroden, og den vil tiltrekke seg anionet (Br^-) i smelten. Reaksjonen her blir derfor:
 $2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e^-$

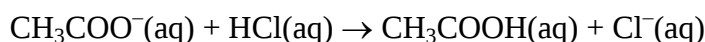
b2 Siden reduksjon skjer ved anode A, må anode A være negativ elektrode. Elektrode A avgir elektroner til bly(II)-ioner som reduseres til metallisk bly.

- b3** Cellepotensialet: $E_{celle}^0 = E_{red}^0 + E_{oks}^0 = (-0,13 + (-1,09)) \text{ V} = -1,22 \text{ V}$.

Den teoretiske spenningen som må til for at reaksjonen skal finne sted, må derfor være høyere enn 1,22 V.

- c1** Bufferen lages ved at den svake syra eddiksyre, CH_3COOH , blir tilsatt saltet natriumacetat, NaCH_3COO . Dette er et lettløselig salt, som spaltes i ionene Na^+ og CH_3COO^- . Da ser vi at vi har både en svak syre (CH_3COOH) og dens korresponderende base (CH_3COO^-) til stede i løsningen. Den basiske bufferkomponenten er acetationet, CH_3COO^- .

- c2** Når det tilsettes saltsyre, HCl , til bufferen, vil den reagere med den basiske komponenten, CH_3COO^- :



I denne reaksjonen forbrukes den basiske komponenten, samtidig dannes det mer av den sure komponenten. Dette får betydning for bufferkapasiteten. Siden stoffmengden av den basiske komponenten har gått ned, tåler bufferen mindre tilsetning av sterk syre, og kapasiteten mot sure side blir derfor dårligere. Stoffmengden av den sure komponenten har økt, slik at bufferen tåler en større mengde tilsatt sterk base, og bufferkapasiteten mot basisk side har økt.

- c3** Bufferområdet for en buffer er innenfor pH-intervallet gitt ved $\text{pH} = \text{pK}_a \pm 1$. Eddiksyre-acetatbuffer har bufferområde innenfor $\text{pH} = 4,74 \pm 1$, dvs 3,74 – 5,74. Den er derfor ikke egnet til å lage en buffer med $\text{pH} = 7,0$, siden det er utenfor bufferområdet, og løsningen vil ikke ha bufferegenskaper.

- d1** Antall mol sølvioner tilsatt prøveløsningen idet endepunktet er nådd:

$$n(\text{Ag}^+) = 0,100 \text{ mol/L} \cdot 0,0125 \text{ L} = 0,00125 \text{ mol} = \underline{\underline{1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}}$$

- d2** Konsentrasjonen av kloridioner i løsningen:

$$n(\text{Cl}^-) = n(\text{Ag}^+) = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[Cl^-] = \frac{n}{V} = \frac{1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{25,00 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = \underline{\underline{0,0500 \text{ mol/L}}}$$

d3 Cl^- -ioner er fortsatt til stede i løsningen når halvparten er brukt opp, dvs. bundet opp i $AgCl(s)$

Ag^+ vil være til stede i veldig små mengder som følge av at lite løselig $AgCl(s)$ er i likevekt med sine respektive ioner.

Ag_2CrO_4 er mindre løselig enn $AgCl$, og vil ikke dannes så lenge det fortsatt er Cl^- -ioner til stede i løsningen. Denne forbindelsen er derfor ikke i titrerkolben på dette tidspunktet.

$AgCl$ er tilstede som følge av at halvparten av kloridionene har reagert med tilsatte sølvioner.

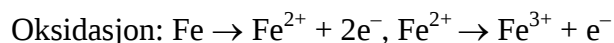
CrO_4^{2-} er til stede i løsningen, og vil ikke reagere med Ag^+ før alle Cl^- -ionene er fjernet (utfelt) fra løsningen.

DEL 2

Oppgave 3

- a Irr, $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$, er et dobbeltsalt. Kobber har oksidasjonstall +II i både hydroksiddelen og karbonatdelen av saltet, så gjennomsnittlig oksidasjonstall er også +II. (Cu^{2+} og 2OH^- , Cu^{2+} og CO_3^{2-})

- b Grunnen til at reisverket i jern må beskyttes mot fuktighet i luft er at kombinasjonen av luft og vann får jern til å ruste.

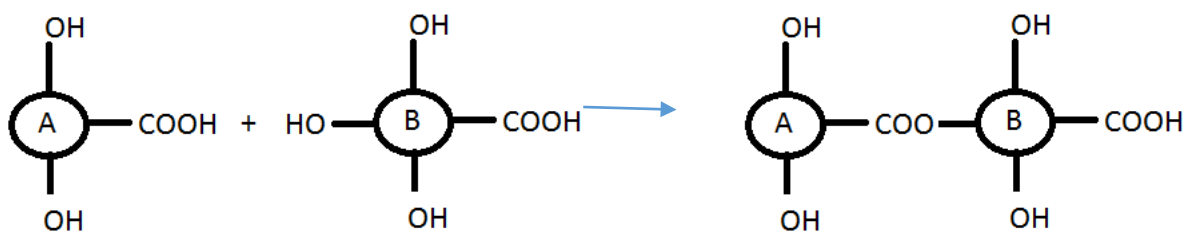


Jernionene reagerer med hydroksidionene og danner jern(II)- og jern(III)hydroksid.

Jern(III)hydroksid kan spalte av vann og danne $\text{FeO}(\text{OH})(\text{s})$ og $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$. Det er de jern(III)forbindelsene som kalles rust.

Grunnen til at reisverket også må beskyttes mot sjøvann er at det får jernet til å ruste fortere. Kloridionene i saltvannet kan føre til dannelse av lettløselige $[\text{FeCl}_4]^-$ -ioner, som hindrer dannelsen av et beskyttende $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -belegg på overflaten av jernet.

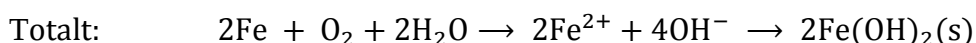
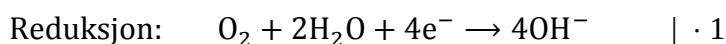
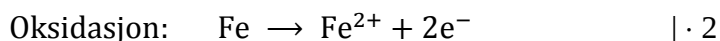
c



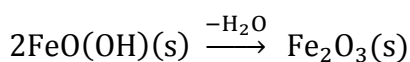
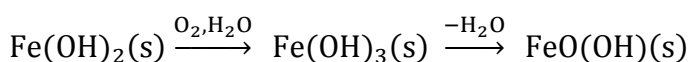
Syregruppen på den ene monomeren kan reagere med en hydroksylgruppe på den andre og danne esterbinding, eller to hydroksylgrupper kan reagere med hverandre og danne eterbinding.

- d** Når jernet kommer i kontakt med kobberplater, i tillegg til sjøvann, skjer korrosjonsprosessen enda raskere. Kobber har høyere reduksjonspotensial enn jern, og det vil lede elektronene vekk fra jernet slik at dette oksideres enda raskere.

I selve rustprosessen oksideres jern først til toverdige jernioner. Disse reagerer med hydroksidioner som blir dannet i reduksjonsreaksjonen, og danner et grønnaktig belegg av jern(II)hydroksid:



Toverdige jern kan også oksideres videre. Det blir dannet rust, som er en blanding av jern(III)forbindelser. (Fe(OH)_3 , FeO(OH) og Fe_2O_3)



- e** Polypropen kan være egnet til belegg ved korrosjonsområdene.

Kondensasjonspolymerer kan brytes ned ved hydrolyse. En del bakterier har dessuten enzymer som katalyserer hydrolysen, og kondensasjonspolymerer er dermed biologisk nedbrytbare.

Polypropensyre har en fri syregruppe som kan reagere med andre stoffer. I tillegg kan surt miljø fremme korrosjon. Beskyttende lag av jern(III)hydroksid løses opp i surt miljø. I tillegg reduseres oksygen lettere i surt miljø: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (har høyere reduksjonspotensial) enn i vann, $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$.

Oppgave 4

- a Ved dannelse av melkesyre fra pyrodruesyre ser vi at C-2 går fra å være i en keto-gruppe (karbonylgruppe) til å få bundet til seg en OH-gruppe og et H-atom (det blir tilført to H-atomer). Dette kjennetegner en reduksjonsreaksjon i organisk kjemi. Oksidasjonstallet for dette karbonatomet endres fra +2 i pyrodruesyre til 0 i melkesyre. Dette viser at karbonatomet er redusert.
- b Pyrodruesyre har to ulike hydrogengrupper som vil gi to hovedtopper i et NMR-spekter, mens melkesyre har fire ulike hydrogengrupper som vil gi fire hovedtopper. Spekteret som er vist har to topper, noe som indikerer at det er pyrodruesyre som har gitt spekteret. Det blir ytterligere bekreftet av at begge toppene er singletter, og det passer godt med at ingen av de to hydrogengruppene i pyrodruesyre har hydrogenatomer på nabokarbonatomene.
- c Polymeren polymelkesyre er en kondensasjonspolymer. Den er dannet ved en kondensasjonsreaksjon mellom karboksylsyrer i et melkesyremolekyl og hydroksylgruppe i et annet melkesyremolekyl, og det blir dannet en esterbinding. Nedbrytning av polymeren krever spalting av denne bindingen gjennom en hydrolysereaksjon. Da blir det dannet melkesyre.
- d $\text{Pyruvat} + \text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{laktat} + \text{NAD}^+$
- Reduksjon: $\text{Pyruvat} \rightarrow \text{laktat}$ $E_{\text{red}}^0 = -0,19 \text{ V}$
- Oksidasjon: $\text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{NAD}^+$ $E_{\text{oks}}^0 = 0,32 \text{ V}$
- Cellepotensialet: $E^0 = E_{\text{red}}^0 + E_{\text{oks}}^0 = (-0,19 + 0,32) \text{ V} = \underline{0,13 \text{ V}}$
- Siden cellepotensialet er positivt, vil reaksjonen være spontan.
- e Vi ser at det er tre aminosyrer som er med på å binde pyruvat til det aktive setet; to argininmolekyler og et histidinmolekyl. Den negative ladningen på pyruvat kan danne ionebindinger til den positivt ladde sidegruppen på begge argininene. Dessuten kan karbonyloksygenet på C-2 i pyruvat danne hydrogenbinding til NH-gruppa på

histidinenheten. Det samme kan karbonylgruppa på C-1 i pyruvat gjøre til NH_2 -gruppa på argininenheten til venstre. Det kan også oppstå ion-dipolinteraksjon mellom den negative ladningen på pyruvat til NH_2 -gruppa på den andre argininenheten (til høyre).

Oppgave 5

- a** I denne reaksjonen blir en NO_2 -gruppe redusert til en NH_2 -gruppe. Oksidasjonstallet til nitrogen endres fra +IV til –II.
- b** 4-nitrofenol har tre hovedtopper i ^1H -NMR, en fra OH-gruppen, en fra de to CH-gruppene nærmest denne og en fra de to CH-gruppene nærmest NO_2 -gruppen.
- De to CH-gruppene nærmest OH-gruppen har like kjemiske omgivelser fordi dobbeltbindingene egentlig er delokaliserte. Tilsvarende gjelder for de to CH-gruppene nærmest NO_2 -gruppen.
- 4-aminofenol har fire hovedtopper i ^1H -NMR, en fra OH-gruppen, en fra de to CH-gruppene nærmest denne, en fra de to CH-gruppene nærmest NH_2 -gruppen og en topp fra H-atomene i NH_2 -gruppen.
- c** $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CONH-C}_6\text{H}_4\text{-OH} + \text{H}_2\text{O}$
Det dannes et amid.
- d** Tabletten inneholder 500 mg paracetamol. I 10 mL varmt vann vil alt løses.
Ved 25 °C løses: $14,9 \text{ mg/mL} \cdot 10 \text{ mL} = 149 \text{ mg}$
- Antall mg paracetamol som maksimalt kan isoleres ved denne metoden er:
 $500 \text{ mg} - 149 \text{ mg} = \underline{351 \text{ mg}}$
- e** I 25,0 mL løsning:
- $$n(\text{Ce}^{4+}) = 0,100 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,0112 \text{ L} = 1,12 \text{ mmol}$$
- $$n(4\text{-aminofenol}) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Ce}^{4+}) = 0,560 \text{ mmol}$$

I 100,0 mL løsning:

$$n(4 - \text{aminofenol}) = 0,560 \text{ mmol} \cdot \frac{100,0 \text{ mL}}{25,0 \text{ mL}} = 2,24 \text{ mmol}$$

$$n(\text{paracetamol}) = n(4 - \text{aminofenol}) = 2,24 \text{ mmol}$$

$$m(\text{paracetamol}) = 151,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,00224 \text{ mol} = 0,339 \text{ g}$$

Elevene fant at det var 339 mg paracetamol i tabletten utfra bare titreringen. Hvis de tok hensyn til at 149 mg var gått tapt i omkrystalliseringen, kunne de anslå at det var $339 \text{ mg} + 149 \text{ mg} = 488 \text{ mg}$ paracetamol i tabletten.