

Del 1

Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarskjema i vedlegg 2.
(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

a) Bufferløsninger

pH i en bufferløsning er 8,9. Hvilket syre-base-par kan være i bufferen?

- A. $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$
- B. $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$
- C. $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$
- D. $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$

b) Oksidasjonstall

I hvilken forbindelse har krom oksidasjonstall +3?

- A. CrCl_3
- B. K_2CrO_4
- C. CrO_3
- D. CrCl_2

c) Bufferløsning

Hvilken av disse stoffblandingene løst i 1,0 L vann blir en bufferløsning?

- A. 1,0 mol H_3PO_4 og 0,5 mol HCl
- B. 1,0 mol NaH_2PO_4 og 0,5 mol HCl
- C. 1,0 mol Na_2HPO_4 og 0,5 mol NaCl
- D. 1,0 mol Na_3PO_4 og 0,5 mol NaOH

d) Uorganisk analyse

Hvilket salt løst i vann gir en sur løsning?

- A. CaCl_2
- B. KOH
- C. AgNO_3
- D. NaHSO_4

e) Galvanisk celle

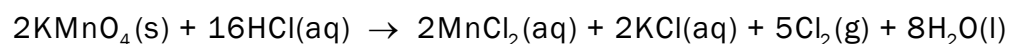
Den ene halvcellen i en galvanisk celle er nikkelmetall i en løsning av nikkeltlorid. Den andre halvcellen er en elektrode av grafitt i en løsning av ett salt.

Hvilket salt er det i løsningen?

- A. NaOH
- B. CaCl_2
- C. CuSO_4
- D. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

f) Balansere likninger med halvreaksjoner

Den balanserte reaksjonslikningen for reaksjonen mellom fast kaliumpermanganat og konsentrert saltsyre skrives slik:



Hvordan skal halvreaksjonen for oksidasjonsreaksjonen skrives?

- A. $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- B. $\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^-$
- C. $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$
- D. $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$

g) Elektrolyse

Natrium kan framstilles ved elektrolyse fra smeltet NaCl ved ca. 800 °C.

Hva skjer ved anoden?

- A. $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- B. $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$
- C. $\text{Na}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Na}$
- D. $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + 2\text{e}^-$

h) Analyse

For å bestemme innholdet av kloridioner i en løsning kan man titrere med en løsning av AgNO_3 med kjent konsentrasjon. Indikatoren i denne titreringen er kromationer, CrO_4^{2-} , som felles med sølvioner ved endepunktet for titreringen.

Hvilke av disse stoffene/ionene er til stede i titreringskolben ved halvtitreringspunktet? (Se bort fra ioner som ikke deltar i reaksjonen.)

- A. $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$, $\text{Ag}^+(\text{aq})$ og $\text{Cl}^-(\text{aq})$
- B. $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$, $\text{AgCl}(\text{s})$ og $\text{Cl}^-(\text{aq})$
- C. $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$ og $\text{AgCl}(\text{s})$
- D. $\text{Ag}^+(\text{aq})$ og $\text{Cl}^-(\text{aq})$

i) Elektrolyse

Ved elektrolyse av smeltet blyjodid, PbI_2 , blir det dannet jod, I_2 , ved en av elektrodene.

Under følger to påstander om denne elektrolysen.

- i) Jodidioner, I^- , blir oksidert.
- ii) Det blir dannet metallisk bly ved katoden.

Er noen av påstandene riktige?

- A. Ja, begge er riktige.
- B. Ja, men bare i).
- C. Ja, men bare ii).
- D. Nei, begge er gale.

j) Reaksjoner

Figur 1 viser hva som kan skje når en metalltråd legges ned i en saltløsning.



Figur 1

Hva slags metall og hva slags salt vil gi denne reaksjonen?

- A. Metallet er gull, og løsningen er $\text{FeCl}_2(\text{aq})$.
- B. Metallet er sølv, og løsningen er $\text{CuCl}_2(\text{aq})$.
- C. Metallet er natrium, og løsningen er $\text{HCl}(\text{aq})$.
- D. Metallet er kobber, og løsningen er $\text{AgNO}_3(\text{aq})$.

k) Organisk analyse

Butanon blir redusert i en syntesereaksjon.

Hvilket reagens kan vi bruke til å påvise den funksjonelle gruppen i **produktet**?

- A. FeCl_3
- B. kromsyre reagens
- C. mettet $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$
- D. 2,4-dinitrofenylhydrazin

l) Organisk analyse

$^1\text{H-NMR}$ til en forbindelse har kjemisk skift ved ppm lik 1,20 (dublett), 2,58 (septett) og 11,88 (singlett).

Hvilken av disse forbindelsene kan gi dette spekteret?

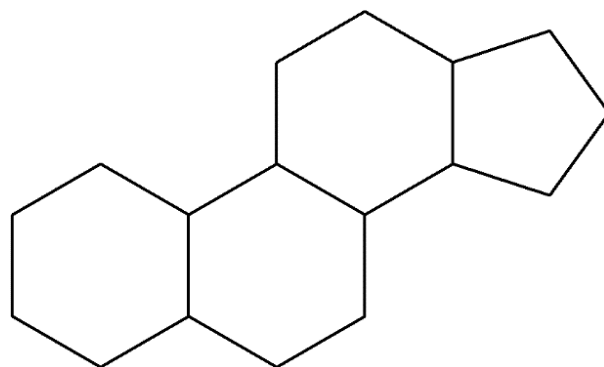
- A. butan-1-al
- B. butan-2-on
- C. 2-metylpropan-2-ol
- D. 2-metylpropansyre

m) Isomeri

Figur 2 viser lipidet gonan.

Hvor mange kirale sentre har gonan?

- A. 5
- B. 6
- C. 7
- D. 8



Figur 2

n) Organisk analyse

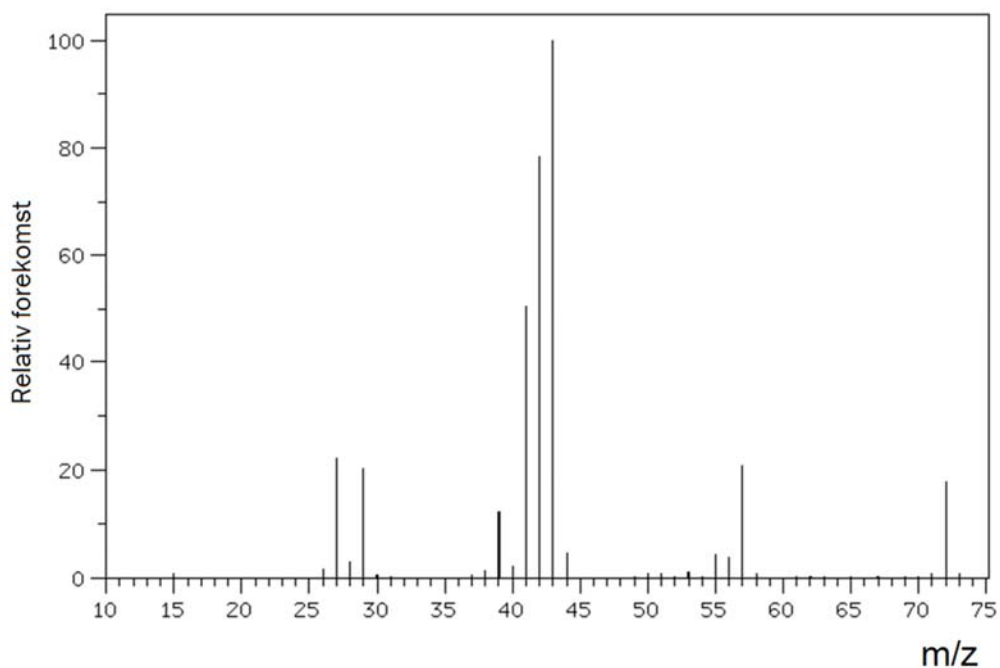
$^1\text{H-NMR}$ til en forbindelse med kjemisk formel $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ viser bare et signal, en singlett, ved ppm = 2,21.

Hvilken av disse forbindelsene er det?

- A. 1,1-diklorpropan
- B. 1,2-diklorpropan
- C. 1,3-diklorpropan
- D. 2,2-diklorpropan

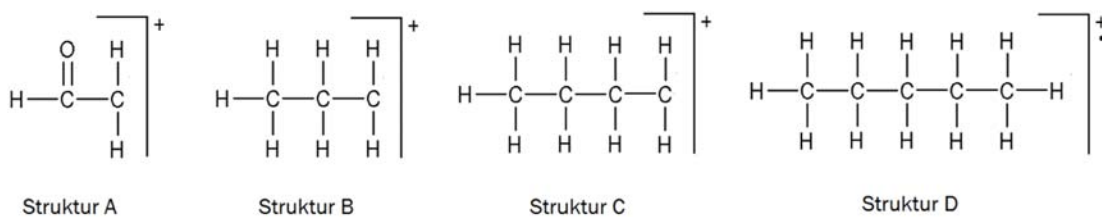
o) Organisk analyse

Figur 3 viser massespekteret til et alkan med kjemisk formel C_5H_{12} .



Figur 3

Hvilken av strukturene vist i figur 4 viser det fragmentet som gir opphav til hovedtoppen i spekteret?



Figur 4

- A. Struktur A
- B. Struktur B
- C. Struktur C
- D. Struktur D

p) Organisk syntese

En reaksjonsblanding består av 1,5 mol metanol og 1,0 mol propansyre. Til denne reaksjonsblandingen tilsettes litt konsentrert svovelsyre. Det skjer en kondensasjonsreaksjon.

Hvor mange mol metylpropanat kan maksimalt bli dannet i denne reaksjonen?

- A. 2,5 mol
- B. 1,5 mol
- C. 1,0 mol
- D. 0,5 mol

q) Aminosyrer

Hvilken av disse aminosyrene har en upolar R-gruppe?

- A. asparagin
- B. serin
- C. valin
- D. treonin

r) Enzymer

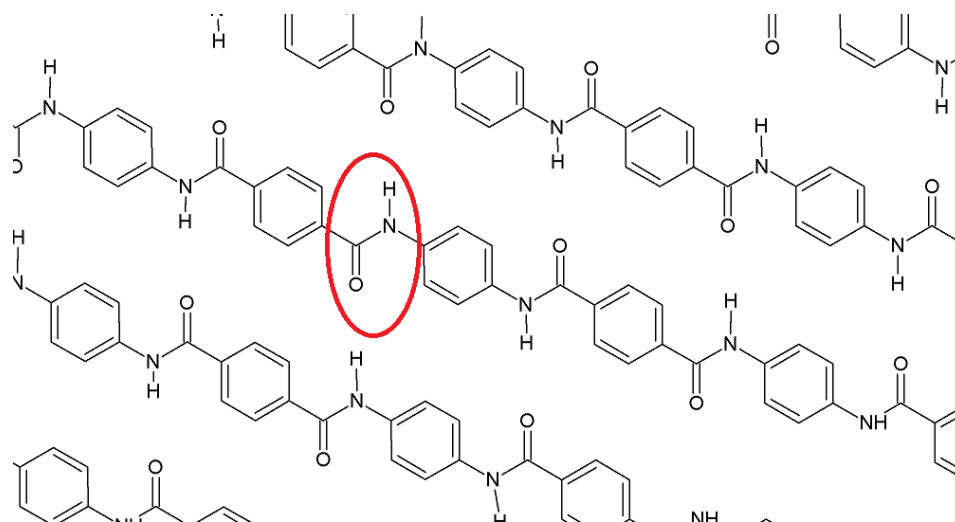
Hvordan begynner en enzymkatalysert reaksjon?

- A. Substratet binder seg til det aktive setet i enzymet.
- B. Enzymet binder seg til det aktive setet i substratet.
- C. Produktet binder seg til det aktive setet i enzymet.
- D. Enzymet binder seg til det aktive setet i produktet.

s) Polymerer, materiale

Figur 5 viser utsnitt av polymeren Kevlar. Kevlar er en polymer som har ekstrem styrke.

Denne polymeren er bygd opp av to typer monomerer som er bundet sammen med amidbindinger. En amidbinding er markert på figuren med en rød ring. Mellom polymerkjedene er det svake bindinger.



Figur 5

Under følger tre påstander om denne polymeren.

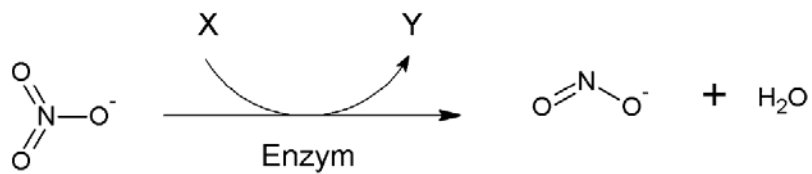
- i) Polymeren er en kondensasjonspolymer.
- ii) Den ene monomeren er 4-aminobenzosyre.
- iii) Mellom polymerkjedene er det hydrogenbindinger.

Er noen av påstandene riktige?

- A. Nei, alle er gale.
- B. Ja, men bare i) og ii).
- C. Ja, men bare i) og iii).
- D. Ja, alle er riktige.

t) Biokjemiske reaksjoner

I røttene til planter blir nitrat omdannet til ammoniakk. Først blir nitrat omdannet til nitritt, se figur 6. Denne reaksjonen er katalysert av et enzym.



Under følger to påstander om denne reaksjonen:

- i) Dette enzymet er en oksidase.
- ii) X kan være $\text{NADH} + \text{H}^+$

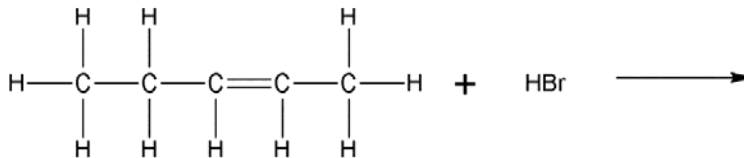
Er noen av påstandene riktige?

- A. Nei, begge er gale.
- B. Ja, men bare i).
- C. Ja, men bare ii).
- D. Ja, begge er riktige.

Oppgave 2

a)

1) Når HBr adderes til *cis*-pent-2-en, kan det dannes ulike produkter.



- Tegn strukturformelen til to ulike produkter, og marker tydelig på figuren atomene som er addert.
 - Forklar hvorfor det kan dannes ulike produkter.
- 2) Reaksjonen er en hydrolyse av en ester.
Tegn strukturformel til forbindelsene A og B.



- 3)
- Tegn strukturformelen til en kjemisk forbindelse med formel C_3H_6O som kan oksideres.
 - Gi ett eksempel på et påvisningsreagens som oksidasjonsproduktet fra reaksjonen i punktet ovenfor kan reagere med.

b)

- 1) Hva består en bufferløsning av? Hvilke egenskaper har en buffer?
- 2) Du skal lage en buffer med $pH = 5,0$. Forklar hvorfor en eddiksyre/acetatbuffer er et godt valg.
- 3) Du skal lage 1 liter eddiksyre/acetatbuffer med $pH = pK_a$. Forklar hvilke to av de fire reagensene under du må velge for å få størst mulig bufferkapasitet.
- NaOH(s)
 - NaCH₃COO(s)
 - 1 mol/L HCl(aq)
 - 0,5 mol/L CH₃COOH(aq)

c)

Du har en blanding av to salter. Saltene er hentet fra listen under. Alle saltene er løselige i vann. Saltblandingen består av en blanding av hvitt salt og salt med grønnaktig farge.

- FeSO_4
- NiSO_4
- CuSO_4 ,
- $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- Na_2CO_3
- NaI

- 1) Når du prøver å løse litt av saltblandingen i vann, blir det dannet et bunnfall, selv om alle saltene er løselige hver for seg.

Skriv to mulige reaksjonslikninger for denne fellingsreaksjonen.

- 2) Til litt av den faste saltblandingen tilsetter du litt 6M HNO_3 . Du kjenner en skarp lukt, men du observerer ingen gassbobler.

Forklar hva du nå vet om saltblandingen. Skriv reaksjonslikning.

- 3) Du tilsetter litt av saltblandingen til to små begerglass med vann. Til hvert av begerglassene tilsetter du et reagens og gjør disse observasjonene:

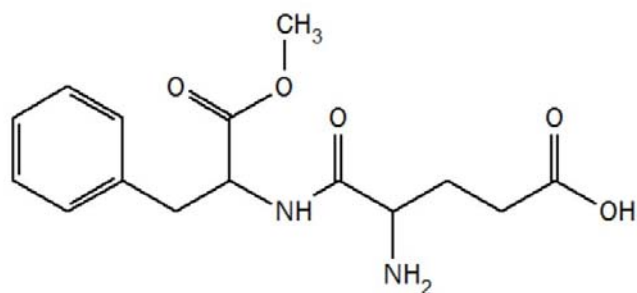
- 1 % dimetylglyksim gir en sterk rosa farge.
- $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ gir en brun løsning.

Forklar ut fra disse observasjonene hvilke salter som sannsynligvis finnes i saltblandingen.

Del 2

Oppgave 3

Aspartam er et kunstig søtningsmiddel og blir brukt i sukkerfrie drikkevarer. Strukturen til aspartam er vist i figur 7. Aspartam er satt sammen av tre ulike komponenter: metanol og de to aminosyrene fenylalanin og asparaginsyre.



Aspartam, $C_{14}H_{18}N_2O_5$
Molar masse: 294,3 g/mol

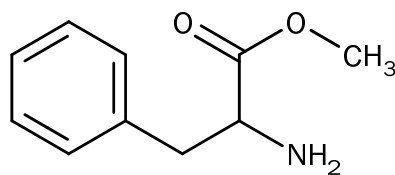
Figur 7

- Hovedtoppen i massespekteret til aspartam er et fragment med $m/z = 91$ u. Tegn av strukturformelen til aspartam, og marker tydelig hvilken del av molekylet som kan gi opphav til dette fragmentet.
- Aspartam blir i fordøyelseskanalen brutt ned til de tre komponentene. Det er fordi vi har enzymer i fordøyelseskanalen som kan spalte aspartam til de tre komponentene. Forklar hva slags type bindinger disse enzymene spalter.
- Det er en del uenighet rundt bruken av aspartam. Noen mener at langtidsbruk fører til forskjellige helseskader. Øvre grense for daglig inntak uten helseeffekt er i Europa satt til 40 mg per kg kroppsvekt.

En type lettbrus inneholder 530 mg aspartam per liter.

- Hvor mye av denne typen lettbrus kan en person på 60 kg drikke per dag ifølge europeiske helsemyndigheter?
- Hvor mange mg metanol tilsvarer det?

- d) Første trinn i syntese av aspartam er å lage metylesteren av fenylalanin, slik figur 8 viser.



Figur 8

Reaksjon mellom forbindelsen som er vist i figur 8, og asparaginsyre kan gi to ulike produkter.

- Skisser strukturformelen til disse produktene.
 - Forklar hvorfor det kan dannes ulike produkter.
- e) Tabell 1 inneholder opplysninger om sukrose og aspartam.

Tabell 1

	Sukrose	Aspartam
Molar masse	342,30 g/mol	294,31 g/mol
Tetthet	1,587 g/cm ³	1,347 g/cm ³
Smeltepunkt	Dekomponerer ved 186 °C	246-247 °C
Kokepunkt	-	Dekomponerer
Løselighet i vann	Ca. 2000 g/L ved 25 °C	Ca. 10 mg/L ved 25 °C
pK _a	12,62	4,5

En blanding inneholder om lag 10 g sukrose og 1 g aspartam. En elev har fått i oppgave å separere aspartam fra sukrose, der produktet skal være fast aspartam.

- Vurder hva som er den beste metoden for å skille disse stoffene på skolelaboratoriet.
- Forklar kort hvordan eleven i praksis kan gå fram for å få størst mulig utbytte av ren aspartam.

Oppgave 4

12. august 2015 eksploderte et kjemikalielager i Tianjin i Kina. I etterkant fant man høye konsentrasjoner av det *svært giftige* stoffet natriumcyanid. Stoffet stammet fra et ulovlig lager av stoffet.

Natriumcyanid er den korresponderende basen til den svake syren hydrogencyanid. HCN er løselig i vann.

Hentet fra HMS datablad om NaCN(s)



Signalord: Fare

Henvisninger om fare:

H300+H310+H330 Dødelig ved svelging, hudkontakt eller inhalering.

H410 Meget giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann.

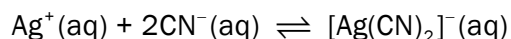
EUH032 Ved kontakt med syrer utvikles den meget giftige gassen HCN.

Konsentrasjonen til cyanidioner, CN^- , i en løsning kan bestemmes ved titrering. Fra byretten tilsettes en løsning med sølvioner, Ag^+ , med kjent konsentrasjon.

- a) Indikator ved denne titreringen er jodidioner, I^- . Endepunktet for titreringen er når løsningen får en varig og ugjennomsiktig gul farge.

Forklar hvilket gult stoff som blir dannet i titreringskolben ved endepunktet av titreringen.

- b) Sølvioner reagerer med cyanidioner i titreringskolben og danner et kompleksion:



Verken karbon eller nitrogen endrer oksidasjonstall i denne reaksjonen.

- Bruk denne informasjonen, og finn oksidasjonstallet til sølv i kompleksionet $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^{-}$.
- Forklar om denne reaksjonen er en redoksreaksjon.

c) Konsentrasjonen til cyanidioner i en løsning ble bestemt slik:

- 25,00 mL av løsningen ble fortynnet 20 ganger med destillert vann.
- 25,00 mL av den fortynnete løsningen ble overført til en erlenmeyerkolbe og tilsatt ca. 75 mL destillert vann, indikator og litt 6 mol/L NH_3 . Dette er prøveløsningen.
- Prøveløsningen ble titrert med 0,0103 mol/L løsning av sølvnitrat, AgNO_3 . Forbruket av sølvnitratløsning var 13,70 mL.

Beregn konsentrasjonen til cyanidioner i den ufortynnete løsningen.

d) For å forhindre utfelling av sølvcyanid, $\text{AgCN}(s)$, i løpet av titreringen blir prøveløsningen tilsatt NH_3 .

En laborant som skulle utføre titreringen, var klar til å tilsette en løsning med NH_4Cl i stedet for NH_3 , men ble stoppet i tide.

Bruk informasjonen i innledningen til Oppgave 4 og annen relevant informasjon, og vurder om tilsetning av NH_4Cl til prøveløsningen kunne medført en sikkerhetsrisiko.

e) Enzymet cytokrom c oksidase, i elektrontransportkjeden, inneholder en kofaktor med Fe^{3+} . CN^- binder seg sterkt til Fe^{3+} og er derfor en inhibitor for cytokrom c oksidase.

- Hvilken effekt har dette for konsentrasjon av H^+ og forbruk av O_2 i mitokondriene?
- Forklar hvorfor dette er spesielt kritisk for aktive muskler, slik som hjertemuskelen.

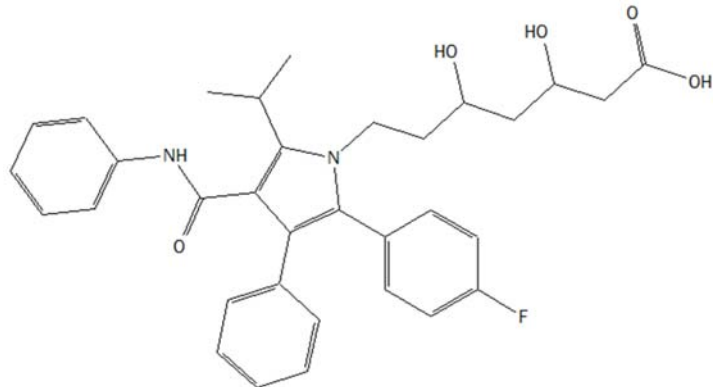
Oppgave 5

For å rense avløpsvann for legemidler og skadelige organismer kan man behandle med et oksidasjonsmiddel. Et slikt oksidasjonsmiddel er ferrationer, FeO_4^{2-} .

a) Vis at oksidasjonstallet til jern i ferrationet er +VI.

b) Figur 9 viser legemiddelet Lipitor. Lipitor kan oksideres.

Velg og tegn et utsnitt av strukturen i figur 9 som viser en form av oksidert Lipitor.



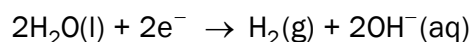
Figur 9

c) Ferrationer kan produseres ved elektrolyse. Da blir metallisk jern, $\text{Fe}(s)$, oksidert til ferrationer.

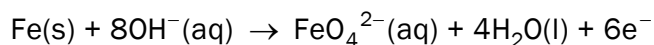
Hvor mange gram ferrationer kan maksimalt bli dannet i løpet av et døgn dersom strømstyrken i elektrolysen er 5,0 A?

d) Ferrationer kan produseres i renseanlegget ved elektrolyse. Reaksjonen foregår i en vannløsning av KOH .

Ved katoden blir vann redusert til hydrogengass og hydroksidioner:



Ved anoden reagerer jern med hydroksidioner og danner ferrationer og vann:



- Bruk halvreaksjonene til å skrive den balanserte reaksjonslikningen for reaksjonen. Forklar framgangsmåten.
- Bruk den balanserte reaksjonslikningen til å svare på om konsentrasjonen av hydroksidioner vil endre seg i løpet av elektrolysen.

- e) Når kaliumferrat, K_2FeO_4 , løses i en sur løsning, reagerer ferrationer med H^+ -ioner i løsningen, og jern blir redusert. Produktene i denne reaksjonen er jernioner, en fargeløs gass og vann.

Dersom litt av løsningen som inneholder jernioner etter reaksjonen, blir tilsatt litt $KSCN$, blir løsningen blodrød. Ved tilsetning av litt $K_4Fe(CN)_6$ blir løsningen mørkeblå.

Bruk resultatet av påvisningsreaksjonene, og skriv reaksjonslikningen med tilstandssymboler for reaksjonen som skjer når ferrationer reagerer med H^+ -ioner.