

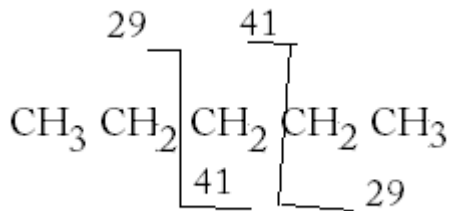
Løsningsforslag del 1 og del 2. Kjemi 2 – Eksamen høsten 2009

DEL 1

Oppgave 1

- a) A er riktig svar. $[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{[\text{svak syre}]}{[\text{korresponderende base}]}$ i en buffer.
 $pH = pK_a$ når $c(\text{syre}) = c(\text{base})$
- b) D er riktig svar. Har vi en svak syre HA og tilsetter litt NaOH, vil den korresponderende basen dannes. Reaksjon: $HA(aq) + NaOH(s) \rightarrow NaA(aq) + H_2O(l)$
NaA er løst i vann og foreligger som Na^+ og A^- . Vi vil ha svak syre og dens korresponderende base i en løsning, og da har vi en bufferløsning. Forutsetningen er at vi tilsetter mindre NaOH enn vi har av den svake syra.
- c) B er riktig kombinasjon. Oppgave b viser hvordan en kan danne buffer ved å tilsette NaOH til eddiksyre (= svak syre). Ved lik konsentrasjon av syre og korresponderende base er $pH = pK_a$ som i dette tilfellet er ca. 4,7. pH vil ikke endre seg mye om vi tilsetter litt NaOH. Forholdet vil forandre seg litt. Det dannes mer acetat, og det minker noe på syra. Dette viser reaksjonen i oppgave b. Men selv om dette forholdet halveres, vil $pH < 7$.
Vi ser at $[H_3O^+] = 0,5 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5} M = 9,0 \cdot 10^{-6} M$. Og $pH = -\log 9,0 \cdot 10^{-6} \approx 5,0$. Altså fortsatt en sur buffer.
- d) D er riktig. Oksidasjonstillene skal være slik at når de summeres for alle atomene i forbindelsen, skal en få null. Dette stemmer om Br sitt oksidasjonstill er V.
- e) A er riktig svar. Jern blir oksidert når det korroderer. Da avgir jernatomene elektroner i det første trinnet. $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$
- f) B er riktig svar. Hensikten med galvanisering er å hindre jern å ruste. Da må en galvanisere med et metall som blir oksidert lettere enn jern. Dermed tilsettes sink, som i tillegg til å bli oksidert lettere enn jern, danner en beskyttende kappe av sinkoksid.
- g) D er riktig svar. Elektroner overføres til anoden gjennom den ytre lederen, og det avgis elektroner til for eksempel kobberionene i løsningen som anoden står i. I et galvanisk element er katoden den positive elektroden. Strømretningen er definert fra positiv til negativ pol. Det er motsatt retning av det elektronene går i strømkretsen.
- h) B er riktig svar. Kloridionet i HCl avgir elektroner og gir Cl_2 .
- i) B er riktig. Jod tar opp elektroner og blir redusert til jodid (I). Li er meget reaktivt og vil reagere med vann og danne hydrogengass. Derfor må det ikke komme vann i cellen (III).
- j) C er riktig. I reaksjonen reduseres mangan i permanganationet til Mn^{2+} . Oksalationet oksideres til CO_2 . Som vist i alternativ C.
- k) A er riktig. Siden løsningen er sur, må det skyldes ammoniumionene som saltene inneholder. Ag^+ danner tungtløselige salter med klorid, $AgCl$. $BaSO_4$ felles ut ved tilsetting av natriumsulfat.

- l) C er riktig svar. Konsentrasjonen av den fortynnete løsningen må være halvparten av konsentrasjonen av sølvnitratløsningen siden den fortynnete løsningen inneholder 2 mol Cl^- -ioner per mol CaCl_2 . Den fortynnete løsningen av CaCl_2 har konsentrasjonen 0,0500 mol/L. Men kloridionekonsentrasjonen er 0,100 mol/L som i sølvnitratløsningen.
- m) D er riktig svar. Både natriumhydroksid og natriumacetat gir basisk løsning og dermed blå farge med BTB. Begge vil gi lettløselige salter med Ba^{2+} , og dermed får vi ingen felling når bariumnitrat tilsettes.
- n) C er riktig. Det kjemiske skiftet på ca. 2 ppm er CH_3 , mens det lille skiftet på ca. 11,6 ppm er RCOOH .
- o) C er riktig svar. Massen er 70 u på C_5H_{10} . Den største massen svarer til massen av hele molekylet. 70 u er den største massen som vises. Massen på 41 og 29 svarer til at molekylet fragmenterer omtrent på midten. Se figuren.

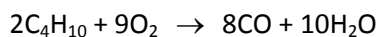


- p) A er riktig. Væsker med forskjellig kokepunkt egner seg å skille ved hjelp av destillasjon. Propanon og butanon har 24 graders forskjell i kokepunkt.
- q) B er riktig. Vann adderes til dobbeltbindingen.
- r) D er riktig. Vann spaltes av mens flere og flere glukosemolekyler reagerer til polymeren cellulose. Det er en kondensasjonsreaksjon.
- s) B er riktig svar. A er alanin, C er cystein og D er serin. B er ikke en α -aminosyre.
- t) A er riktig. Nitrogenet blir her redusert ved at det tar opp et elektron fra hydrogen.
- u) A): Galt. Bare A kan addere brom.
 B): Galt. Summeformelen er $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$.
 C): Riktig. Kan oksideres til keton
 D): Riktig. Eliminering av vann fra sykloheksanol vil gi forbindelsen A.

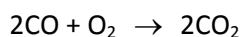
- v) A): Galt. Polymeren er polypropen.
B): Galt. Dette er en termoplast. Den vil mykne ved oppvarming.
C): Galt. Denne polymeren er PVC og har kloreten som monomer.
D): Riktig. Dietylftalat er en "mykner" og vil gjøre PVC myk.
- w) A): Riktig. Stearinsyre er fast for det er mettet fettsyre, mens linolensyre er umettet og flytende ved romtemperatur.
B): Riktig. Dette er måten en lager såpe på.
C): Galt. Det er hydrogen som adderes til dobbelt- og trippelbindinger i fettene når det herdes.
D): Galt. Lettmargarin inneholder umettede fettsyrer fra planter. Eksempel på dette er for eksempel soyaolje.
- x) A): Riktig. Aminosyrene er faste stoffer og ioniske. Det er ionebindinger mellom molekylene i aminosyrene. Av utseende likner de på salter.
B): Galt. De er polare og løser seg lett i vann.
C): Riktig. Den har ikke speilbildeisomeri fordi karbonatomet inneholder to like grupper, hydrogen.
D): Galt. De reagerer ved å spaltes av vann. Altså en kondensasjonsreaksjon.

Oppgave 2

- a) Med ufullstendig forbrenning menes at butan ikke forbrennes til karbondioksid og vann. For at dette skal finne sted, må det tilføres nok oksygen.

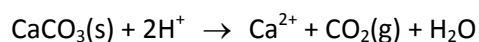


Reduksjonsmiddelet blir alltid selv oksidert. Når CO forbrennes til CO_2 , er dette en oksidasjon. CO er derfor reduksjonsmiddelet her og reduserer oksygen.



- b) Både sølvklorid og kalsiumkarbonat er tungtløselige i vann, mens alle nitratsalter løser seg lett. Tilsetter vi vann, vil bunnfallet være $\text{AgCl}(s)$ og $\text{CaCO}_3(s)$. Disse filtreres fra løsningen som nå bare vil inneholde kobbernitratt.

De faste stoffene kan skilles ved å tilsette litt syre. Kalsiumkarbonat vil da løse seg fordi karbonationen reagerer med syra.

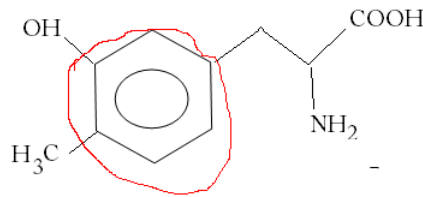


Bunnfallet vil nå bare inneholde rent sølvklorid som vi filtrerer fra og tørker. Dermed har vi fått rent $\text{AgCl}(s)$.

Løsningen med kobbernitratt kan stå og dampe sakte inn ved romtemperatur, og vi vil få dannet krystaller av rent kobbernitratt.

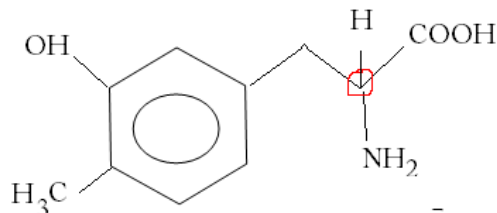
c)

- Gruppene er OH: hydroksylgruppe, CH₃: metylgruppe og NH₂: aminogruppe.



- De funksjonelle gruppene er OH, hydroksylgruppen, som gir forbindelsen egenskaper som en alkohol. Siden det også er en benzenring, vil forbindelsen ha fenolegenskaper. COOH som er karboksylgruppe, gjør at forbindelsen også er en syre. Aminogruppen, NH₂, gir forbindelsen basiske egenskaper da denne kan ta opp protoner. Sammen med syregruppen ser vi at forbindelsen får egenskaper som en aminosyre.

•



For at molekylet skal være kiralt, må molekylet inneholde et karbonatom som er bundet til fire forskjellige atomer/grupper. Når vi tegner inn hydrogen, ser vi at dette er tilfelle der vi har markert.

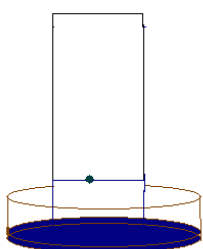
d)



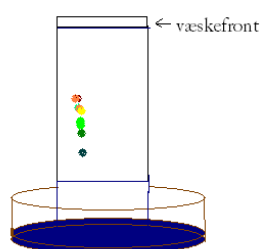
- Figuren viser en tyynsjiktplate der vi har satt fire stoffer på en linje. Som løpemiddel kan vi bruke en væskeblanding av butan-1-ol, etanol og ammoniakk for eksempel. Denne væsken vil ta med seg stoffene når den trekker seg opp i tyynsjiktet (stasjonære fasen).

I vårt tilfelle vil vi bare sette av ett stoff som er fargestoffet fra grønne blader.

Etter en stund vil en se at fargestoffet er en blanding av flere. Siden karotenoidene har størst R_F-verdi, vil dette stoffet ligge øverst. Deretter følger de andre stoffene på rekke og rad.



1



2

Skissen viser hvordan stoffet settes av ved starten av kromatograferingen (1) og etter endt kromatografering. (2).

Det rødbrune stoffet vil da være et karotenoid. Men her kan det være flere typer av hver stoffgruppe. Kanskje begge de øverste er karotenoider.

DEL 2**Oppgave 3**

a)

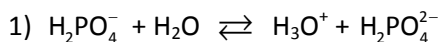
I en buffer er $[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{[syre]}{[base]}$, der *syre* er en svak syre og *base* er syras

korresponderende base.

Dersom $[base] = [syre]$ vil $[H_3O^+] = K_a$. Da er $pH = -\log K_a = pK_a$.

Dette betyr at dersom Karl velger en syre med $pK_a = 6,5$, kan han blande like molmengder av syre og base og få en buffer med $pH = 6,5$. Dette gir også størst mulig bufferkapasitet.

b)



Her er $H_2PO_4^-$ den svake syra og $H_2PO_4^{2-}$ den korresponderende basen.

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{[H_2PO_4^-]}{[H_2PO_4^{2-}]}$$

pH skal reduseres fra 7,3 til 7,0. Nina vil lage en litt surere løsning der $[H_3O^+]$ øker. Da må $[H_2PO_4^-]$ økes slik at telleren i uttrykket øker. (Av likevekten over ser vi at når mer $H_2PO_4^-$ tilsettes, forskyves likevekten til høyre. Både $[H_3O^+]$ og $[H_2PO_4^{2-}]$ vil øke, men $[H_2PO_4^-]$ vil øke mer enn $[H_2PO_4^{2-}]$ siden $[H_3O^+]$ øker).

Nina må altså tilsette mer NaH_2PO_4 .

$$2) \underline{pH = -\log K_a = pK_a = -\log 6,2 \cdot 10^{-8} = 7,2}$$

$$3) [H_3O^+] = K_a \cdot \frac{[H_2PO_4^-]}{[H_2PO_4^{2-}]} \Rightarrow \frac{[H_2PO_4^-]}{[H_2PO_4^{2-}]} = \frac{[H_3O^+]}{[K_a]} = \frac{10^{-7}}{6,2 \cdot 10^{-8}} = \frac{10 \cdot 10^{-8}}{6,2 \cdot 10^{-8}} = \frac{10}{6,2} \approx \underline{1,61}$$

Forholdet mellom den sure og den basiske komponenten er 1,61. Forholdet mellom den basiske og den sure komponenten er da $6,2/10 = 0,62$.

c)

1) Buffere lages av en svak syre og syras korresponderende base. HSO_4^- er ikke en svak syre, og dens korresponderende base SO_4^{2-} er knapt en base i forhold til vann og vil i liten grad kunne hindre at pH forandrer seg om vi tilsetter en sterk syre. (Skillet mellom sterke og svake syrer går på hvor stor grad av syra som dissosierer i vann. Er dissosiasjonsgraden mindre enn 1 %, regnes syra som svak. HSO_4^- er en middels sterk syre).

2) $K_a = 7,9 \cdot 10^{-9}$ M er et godt utgangspunkt for å lage en buffer med $pH = 7,6$.

Han trenger 0,100 mol av den basiske komponenten per liter bufferløsning.

Av bufferlikningen finner vi konsentrasjonen av syra.

$$[syre] = \frac{[H_3O^+] \cdot [base]}{K_a} = \frac{10^{-7,6} \text{ M} \cdot 0,100 \text{ M}}{7,9 \cdot 10^{-9} \text{ M}} \approx 0,318 \text{ M}$$

Han trenger 0,318 mol syre per liter.

Anders bør bruke $(HOCH_2)_3CNH_2$ med $K_a = 7,9 \cdot 10^{-9}$ M og $NaOCH_2(HOCH_2)_2CNH_2$ som er natriumsaltet til den korresponderende basen. Saltet er et alkalisalt og derfor lett løselig i vann. Han må ha 0,100 mol av basen (saltet) og 0,318 mol av syra. Dette fortynnes med vann til 1 L løsning. Han må da veie inn

$0,318 \text{ mol} \cdot 3 \cdot ((1,01 + 16,0 + 12,0 + 2,02) + 12,0 + 14,0 + 2,02) \text{ g/mol} = 38,53 \text{ g}$ av syra.

Han må veie inn $0,100 \text{ mol} \cdot (120,11 + 23,00) \text{ g/mol} = 14,31 \text{ g}$ av natriumsaltet.

3) Vi har mer syre enn base i bufferen og kan derfor tilsette mindre sterk syre enn sterk base for å "bruke opp" bufferen. Siden bufferområdet er $pK_a \pm 1$ ($pK_a = 8,1$), vil bufferen virke fra $pH = 7,1$ til $pH = 9,1$. Siden pH i bufferen er $7,6$, ser vi også her at vi kan sette til mindre mengder sterk syre enn base. Det er kortere avstand til $7,1$ enn til $9,1$.

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{0,318 \text{ mol/L}}{0,100 \text{ mol/L}} = K_a \cdot \frac{0,318 \text{ mol}}{0,100 \text{ mol}} = 10^{-7,6} \text{ M}$$

Vi må sette til x mol sterk syre for at pH skal bli $7,1$ som igjen betyr at $[H_3O^+] = 10^{-7,1} \text{ M}$.

$$\text{Forholdet mellom syre og base er } \frac{0,318 \text{ mol}}{0,100 \text{ mol}} = \frac{[H_3O^+]}{K_a} = \frac{10^{-7,6}}{10^{-8,1}} \approx 3,18.$$

$$\text{Dette forholdet skal endre seg til } \frac{10^{-7,1}}{10^{-8,1}} = 10.$$

Reaksjon: $A^- + HCl \rightarrow HA + Cl^-$. Her er HA syra i bufferen og A^- basen. Vi tilsetter x mol HCl . Det dannes da x mol syre samtidig som det forsvinner x mol base.

$$\text{Dette gir } \frac{0,318 \text{ mol} + x}{0,100 \text{ mol} - x} = 10.$$

$$\Rightarrow 0,318 \text{ mol} + x = 1,0 \text{ mol} - 10x$$

$$\Rightarrow 11x = 1,0 \text{ mol} - 0,318 \text{ mol}$$

Dette gir $x = 0,062 \text{ mol}$.

Det kan settes til $0,062 \text{ mol}$ sterk syre før bufferen er "brukt opp".

Bufferkapasiteten er $0,062 \text{ mol}$.

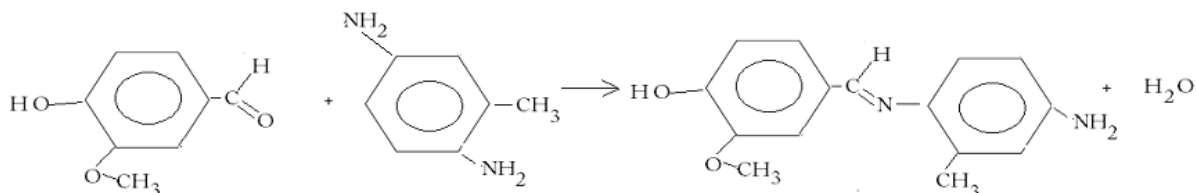
Oppgave 4

a)

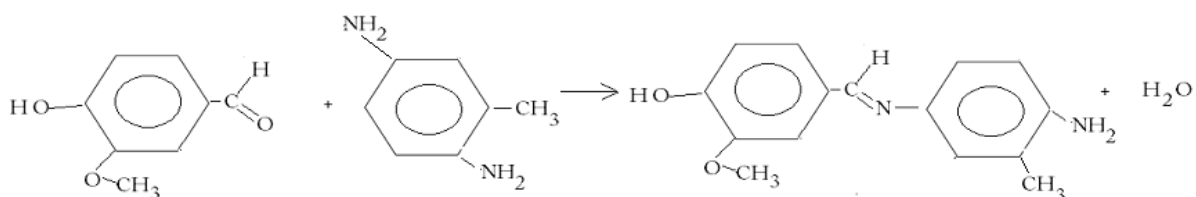
1) Vanilin er et aldehyd, og posisjonen til de andre gruppene på benzenringen blir da i forhold til aldehydgruppen. Aldehydgruppen står i posisjon 1, mens metoksy-gruppen ($-O-CH_3$) står i posisjon 3 og hydroksylgruppen i posisjon 4. Gruppene blir ramset opp i alfabetisk rekkefølge. Derfor -hydroksy foran metoksy. Derfor 4-hydroksy – 3-metoksy-benzaldehyd.

2) Vann spaltes av når molekylene reagerer med hverandre og danner et nytt molekyl. Dette er derfor en kondensasjonsreaksjon. (En eliminasjon har vi når et molekyl forandrer seg ved å spalte av for eksempel et molekyl, som for eksempel når etanol spalter av vann og danner eten.)

3) Her blir det dannet 2 forbindelser alt etter hvilken aminogruppe som reagerer



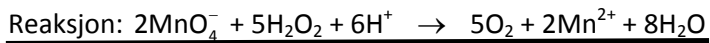
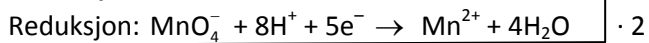
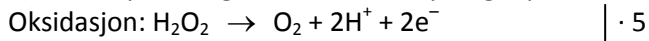
eller



b)

1) H_2O_2 tar opp elektroner i reaksjon (I) og blir da redusert, og avgir elektroner i reaksjon (II) og blir da oksidert. (Reaksjon (I) skal for øvrig ha $2e^-$ og ikke $5e^-$ som i oppgaven.)

2) Kaliumpermanganat oksiderer hydrogenperoksid:



17,1 mL svarer til $0,020 \text{ mol/L} \cdot 0,0171 \text{ L} = 3,42 \cdot 10^{-4} \text{ mol MnO}_4^-$.

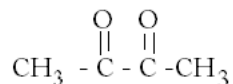
Dette svarer til $3,42 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 5/2 = 8,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol H}_2\text{O}_2$.

Massen av H_2O_2 blir da $8,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 34 \text{ g/mol} = 2,91 \cdot 10^{-2} \text{ g}$.

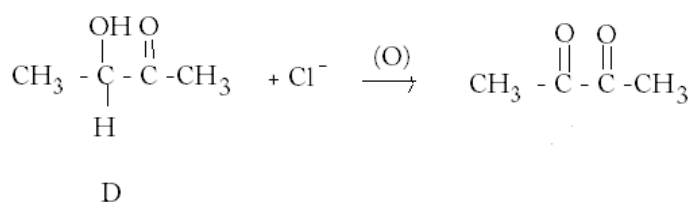
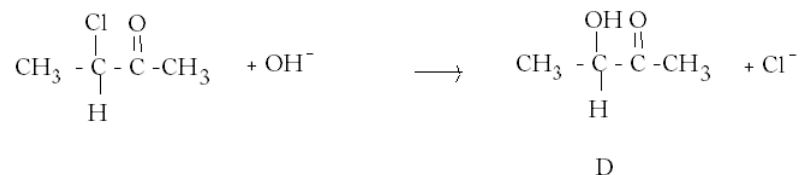
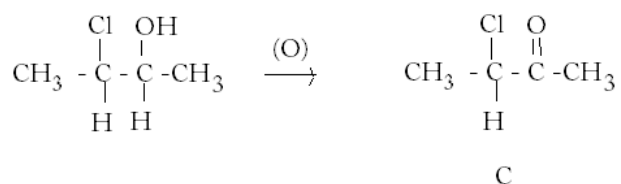
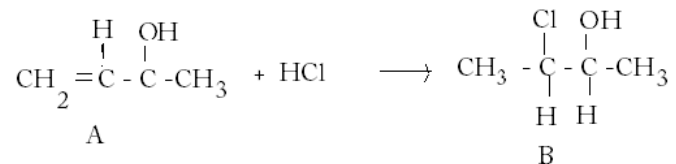
I prosent blir dette $\frac{100\% \cdot 2,91 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{0,486 \text{ g}} = \underline{\underline{6,0\%}}$.

c)

Butan-2,3-dion ser ut som på figuren.



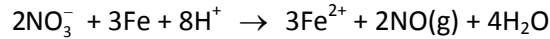
Reaksjonene kan vi beskrive slik:



b)

1) Fett vil smelte når det varmes opp. Siden løsningen er basisk, vil det også dannes såpe (basisk hydrolyse). Såpen vil løse seg i vann slik at når en skyller med vann, vil en fjerne såpen og dermed fett.

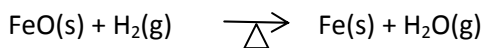
2) Salpetersyre, HNO_3 , er en oksiderende syre siden den inneholder en nitratgruppe. Dermed vil denne oksidere. Saltsyre er ikke oksiderende. HNO_3 kan oksidere jern slik:



Jern kan også oksideres videre til Fe^{3+} .

HCl gjør at det dannes lettløselige $[\text{FeCl}_4]^-$ -ioner som blir vasket bort ved skylling med vann.

3) $\text{H}_2(\text{g})$ virker reduserende. $\text{H}_2(\text{g})$ vil reagere med jernoksid og danne vann.



c)

1) 455 g ZnCl_2 svarer til $\frac{455 \text{ g}}{(65,4 + 2 \cdot 35,45) \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3,34 \text{ mol}$.

100 mL løsning med $\text{Ba}(\text{OH})_4^-$ titreres ned i en løsning med HCl der volumet er 25 mL og konsentrasjonen er 0,500 mol/L.

Det går med 17,8 mL løsning med $\text{Ba}(\text{OH})_4^-$.

Det vil si at 17,8 mL prøveløsning inneholder $0,025 \text{ L} \cdot 0,500 \text{ mol/L} = 0,0125 \text{ mol Ba}(\text{OH})_4^-$.

100 mL prøveløsning inneholder $\frac{0,0125 \text{ mol} \cdot 100}{17,8} = 0,0702 \text{ mol}$.

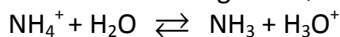
100 mL prøveløsning svarer til 10 mL FLUX-løsning. Dette medfører at 1 L FLUX-løsning inneholder 7,02 mol NH_4Cl .

$$\frac{\text{antall mol NH}_4\text{Cl}}{\text{antall mol ZnCl}_2} = \frac{7,02}{3,34} \approx 2,1$$

Dette betyr at det er ca. 2 ganger så mye NH_4Cl som sinkklorid i FLUX-løsningen.

2) Det er altså ca. dobbelt så mye NH_4Cl i FLUX-løsningen som det skulle være.

Ammoniumionet gir sur løsning.



Det er mulig at FLUX-løsningen her blir litt for sur til at prosessen går bra. Både jern og Zn er hydrogendrivende metaller. Det kan dannes små gassbobler på overflaten av metallene som hindrer galvaniseringen å skje som planlagt.