

Skriftlig årsprøve
Kemi A

Kevin Zhou

3. juni 2024

Note:

Ved besvarelsen er anvendt Databogen 11. udgave 2007

Opgave 1

Løsning:

a. Vi ser på titrerkurven, at ækvivalenspunktet ligger omkring $pH = 9,00$. Vi vil altså gerne bruge en indikator, hvis omslagsområde er deromkring. Phenolphthalein ville da være en egnet indikator til en kolorimetrisk titrering af syren med natriumhydroxidopløsningen, da dens omslagsområde ligger i $pH \in [8,2; 10,0]$.

b. Det tilsatte volumen natriumhydroxidopløsning ved ækvivalenspunktet aflæses til at være 25,25 mL. Vi beregner nu stofmængden af tilsat natriumhydroxid.

$$\begin{aligned}n(\text{NaOH}) &= V \cdot c(\text{NaOH}) \\&= 25,25 \text{ mL} \cdot 0,0986 \text{ M} \\&= 2,48965 \text{ mmol}\end{aligned}$$

Ved titrering af syre med base er reaktionsforholdet mellem disse 1:1.

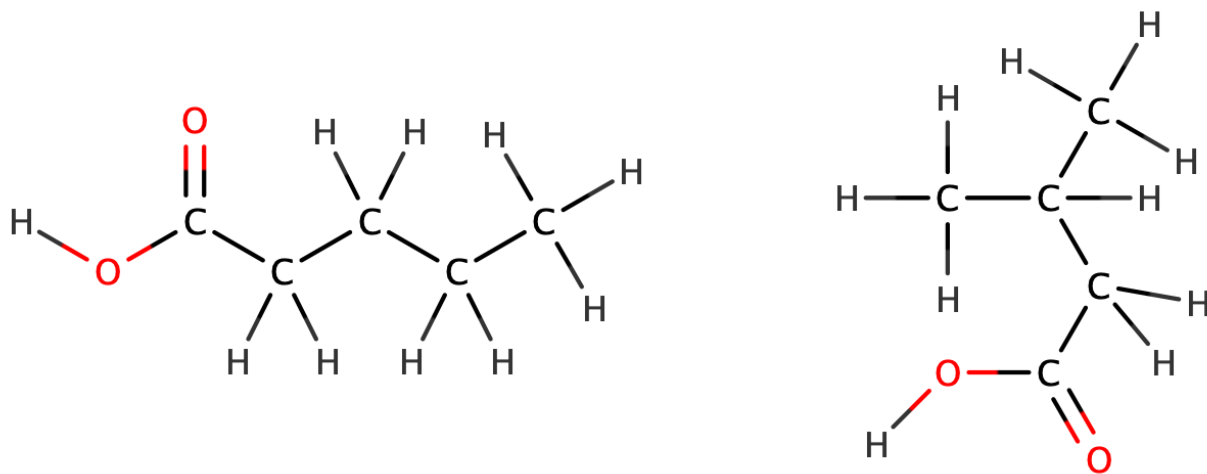
$$\begin{aligned}n(\text{syre}) &= n(\text{NaOH}) \\&\approx 2,49 \text{ mmol}\end{aligned}$$

Da vi både kender massen og stofmængden af carboxylsyren kan vi udregne dens molare masse.

$$\begin{aligned}M(\text{syre}) &= \frac{m(\text{syre})}{n(\text{syre})} \\&= \frac{0,254 \text{ g}}{2,48965 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} \\&\approx 102 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

Altså er stofmængden af den monohydrone carboxylsyre 2,49 mmol og dens molare masse 102 g/mol.

c. Nedenfor i fig. 1 ses 2 forskellige strukturformler for carboxylsyrer med strukturformlen $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$.



Figur 1: To forskellige strukturformler tegnet i MarvinSketch

Opgave 2

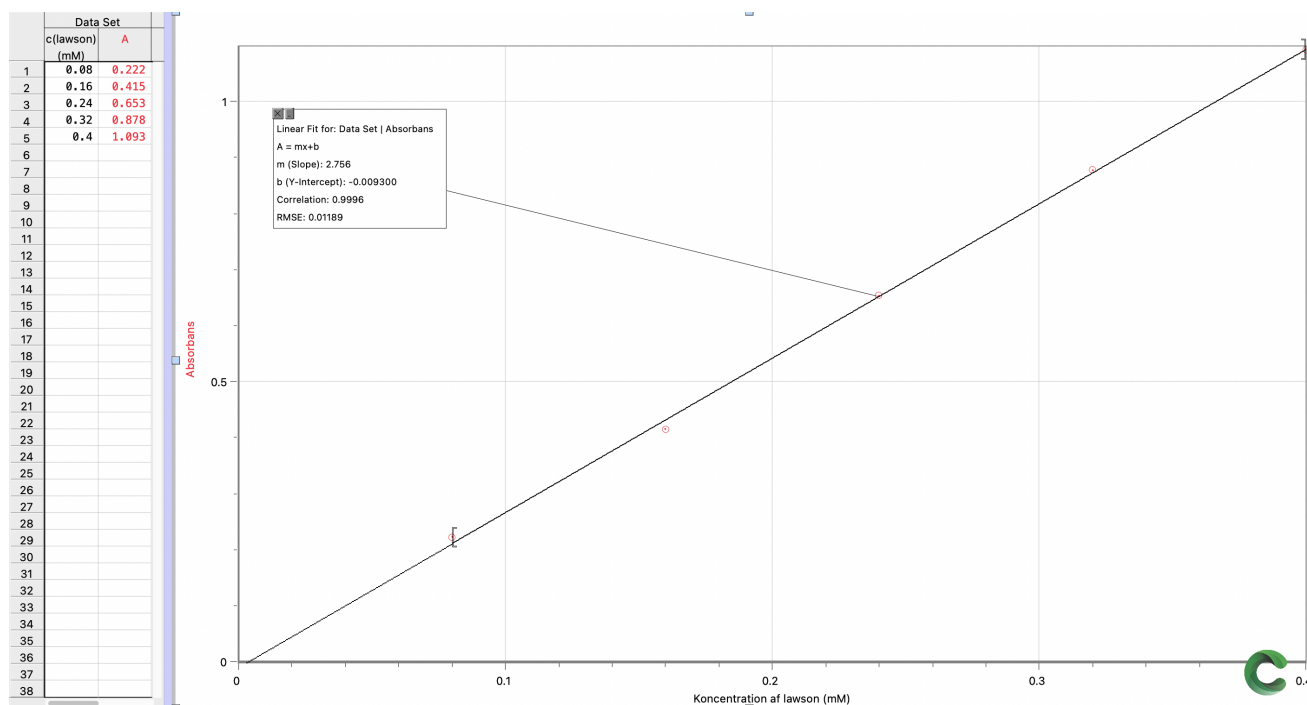
Løsning:

a. Både lawson og stof A kan addere dibrom. Siden det kun er reagensglas 2, der er farvet, så må det være stoffet B, der er anbragt i glas 2. Carbonylforbindelser bliver påvist af 2,4-dinitrophenylhydrazin, idet der dannes tungtopløselige hydrazone, der er gule/orange. Da lawson og B begge er ketoner, hvor A ikke indeholder carbonylgruppen, samt at der dannes bundfald i glas 2 og glas 3, så må lawson være anbragt i glas 3 og A må være anbragt i glas 1.

b. Man bør måle absorbansen for opløsningerne af lawson ved 452 nm, hvor der er maksimal absorbans, da en lille ændring i $c(\text{lawson})$ kun ville give en relativt lille ændring i absorbansen. Altså ville usikkerheder have den mindste betydning der.

Der er maksimal absorbans ved 452 nm, hvilket er bølglængden på farven blå. Da stoffets farve vil være komplementærfarven af den farve, den absorberer, så vil en opløsning af lawson have farven orange.

c. Standardkurven for lawson ses tegnet i fig. 2.



Figur 2: Standardkurven for lawson tegnet i LoggerPro

Siden målepunkterne ligger på en ret linje, der tilnærmelsesvist går gennem (0,0), tyder det på, at absorbansen er proportional med koncentrationen af lawson. Altså følger absorbansen Lambert-Beers lov for lawson i standardopløsningerne.

d. Fra c. har vi, at

$$A = 2,756 \cdot \frac{c(\text{lawson})}{\text{mM}} - 0,0093 \iff c(\text{lawson}) = \frac{A + 0,0093}{2,756} \text{ mM}$$

Vi kan nu regne stofmængdekonzentrationen af lawson ud i 50 mL målekolben.

$$\begin{aligned} c(\text{lawson}) &= \frac{A + 0,0093}{2,756} \text{ mM} \\ &= \frac{0,262 + 0,0093}{2,756} \text{ mM} \\ &\approx 0,0984 \text{ mM} \end{aligned}$$

Vi bestemmer nu indholdet af lawson i hennapulveret.

$$\begin{aligned}\frac{m(\text{lawson})}{m(\text{henna})} &= \frac{c(\text{lawson}) \cdot V}{m(\text{henna})} \\ &= \frac{c(\text{lawson}) \cdot 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ L}}{0,121 \text{ g}} \\ &\approx 4,1 \cdot 10^{-2} \text{ mg/g}\end{aligned}$$

Altså har vi fået stofmængdekonzentrationen af lawson i målekolben til at være 0,0984 mM og indholdet af lawson i hennapulveret til at være $4,1 \cdot 10^{-2}$ mg/g.

Opgave 3

Løsning:

a. Syregruppen er den højest prioriterede funktionelle gruppe, som glycolsyren indholder. Derfor får det systematiske navn suffikset -syre, og vi nummererer C-atomerne fra højre side (hvor syregruppen sidder). Da den længste kæde af C-atomer er 2, så skal ethan være i navnet. Derudover sidder en hydroxygruppe på 2. C-atom. Det angives med præfikset 2-hydroxy. Altså må det systematiske navn være 2-hydroxyethansyre.

b. Den formelle stofmængdekonzentration af mælkesyre i opløsning A må være

$$\begin{aligned}c(\text{mælkesyre}) &= \frac{n(\text{mælkesyre})}{V} \\ &= \frac{\frac{m(\text{mælkesyre})}{M(\text{mælkesyre})}}{V} \\ &= \frac{\frac{3,00 \text{ g}}{90,08 \text{ g/mol}}}{0,100 \text{ L}} \\ &\approx 0,333 \text{ M}\end{aligned}$$

Hvilket var det, der skulle vises.

c. Vi regner K_s for mælkesyre ud.

$$\begin{aligned}K_s &= 10^{-pK_s} \text{ M} \\ &= 10^{-3,86} \text{ M} \\ &= 1,38038 \cdot 10^{-4} \text{ M}\end{aligned}$$

Siden mælkesyre er en middelstærk syre, hvor der gælder, at

$$K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c_s - [\text{H}_3\text{O}^+]}$$

så har vi, at

$$\begin{aligned}[\text{H}_3\text{O}^+] &= \frac{-K_s^2 + \sqrt{K_s^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-c(\text{mælkesyre}) \cdot K_s)}}{2 \cdot 1} \\ &= \frac{-(1,38038 \cdot 10^{-4} \text{ M})^2 + \sqrt{(1,38038 \cdot 10^{-4} \text{ M})^2 - 4 \cdot (-0,333 \text{ M} \cdot 1,38038 \cdot 10^{-4} \text{ M})}}{2} \\ &= 0,006780223 \text{ M}\end{aligned}$$

Vi regner nu pH ud.

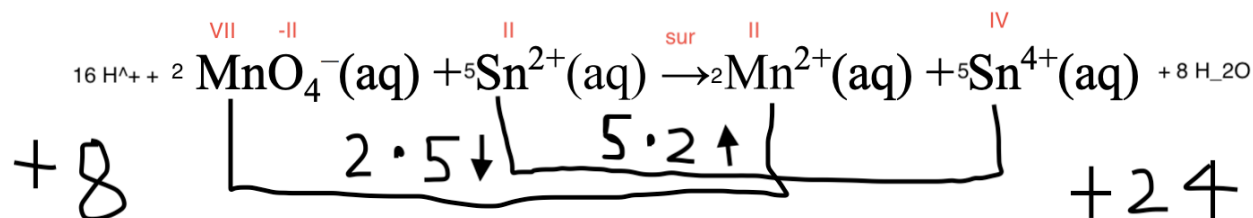
$$\begin{aligned}pH &= -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{M}}\right) \\ &= -\log\left(\frac{0,006780223 \text{ M}}{\text{M}}\right) \\ &\approx 2,17\end{aligned}$$

Altså har vi regnet at $K_s = 1,38 \cdot 10^{-4}$ M og pH i opløsning A til at være 2,17.

Opgave 4

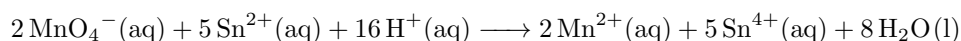
Løsning:

a. En grim afstemning af redoxreaktionen ses i fig. 3.



Figur 3: Redoxreaktionen afstemt med tegneværktøjer

Det afstemte reaktionsskema ville altså se således ud:



Opgave 5

Løsning:

a. Da opløsningsmidlet indgår i reaktionsbrøken med stofmængdebrøken, er ligevægtsloven for ligevægten

$$\frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]^2} = K$$

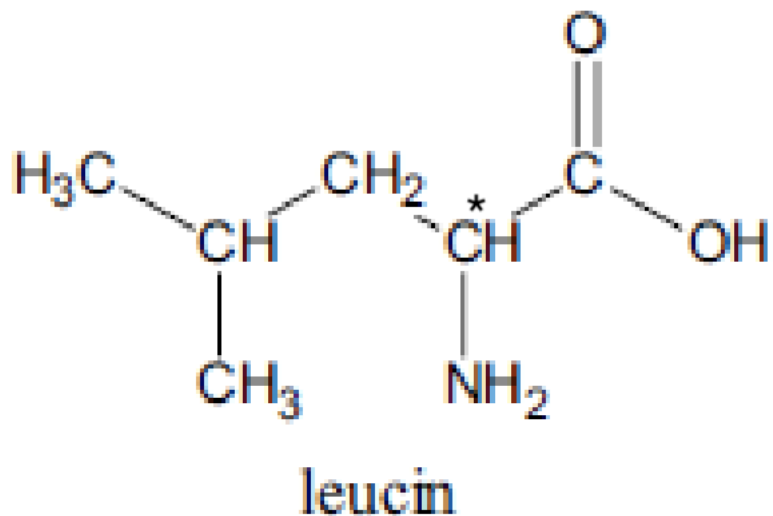
b. Ved tilsætning af koncentreret saltsyre bliver $[\text{H}_3\text{O}^+]$ større. Dette gør reaktionsbrøken mindre end K , og en forskydning mod højre følger. Den større koncentration af dichromat gør opløsningen mere orange:

$$\frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]^2} < K \longrightarrow$$

Opgave 6

Løsning:

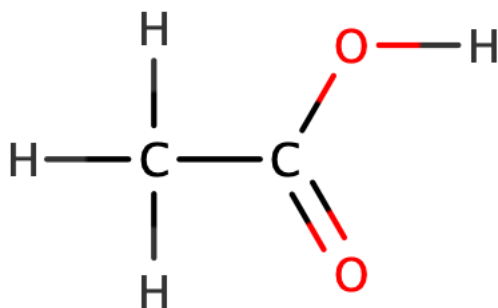
a. I fig. 4 ses, at der er ét asymmetrisk C-atom i leucin.



Figur 4: Strukturformel for leucin, hvor det assymetriske C-atom er markeret

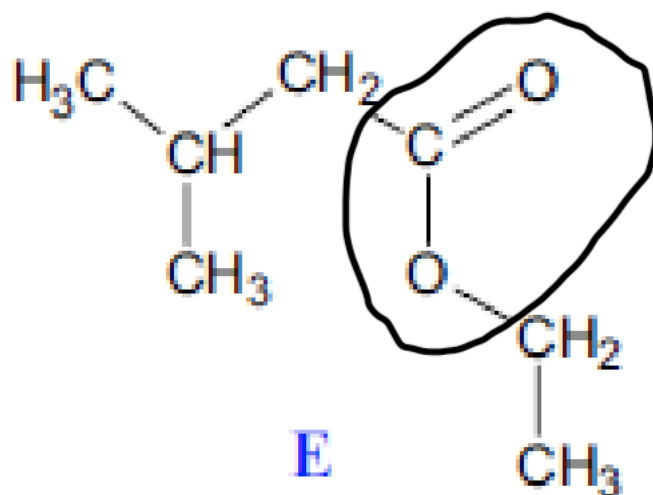
Da leucin indeholder ét assymetrisk C-atom, så må der findes 2 spejlbilledisomere former for det.

b. Reaktionstypen for reaktion I er en oxidationsreaktion. Der er tale om en oxidation, da vi ser et aldehyd blive oxideret til en carboxylsyre. Reaktionstypen for reaktion V er en kondensationsreaktion, hvor en sammenbinding sker af to organiske molekyler under fraspaltning af et vandmolekyle sker. Der fremkommer da en ether. Reaktanten i fig. 5 skal reagere med stof C for at fremstille stof F. Dette er tilfældet, da etheren i stof F fremkommer, når de to stoffer kondenserer.



Figur 5: Strukturformlen for ethansyre

c. Stof E er en ester. Estergruppen kan ses markeret i fig. 6.



Figur 6: Estergruppen markeret i strukturformlen for E

Vi ser, at stof E indholder 1 hydrofil gruppe (carbonylgruppen), mens den indholder 6 C-atomer med hydrofobe grupper. Siden tommelfingerreglen er, at 4 carbonatomer med hydrofobe grupper ophæver virkningen af en hydrofil gruppe, så er stof E så godt som uopløselig i vand.