

2-chlor-2-methylpropan

2.b kemi B

Kevin Zhou

November 2023



Formål

Formålet med eksperimentet er fremstilling af 2-chlor-2-methylpropan ved sammenblanding af 2-methylpropan-2-ol med koncentreret saltsyre, hvorefter produktet isoleres gennem forskellige processer, herunder en destillation.

Teori

Ved blandingen af 2-methylpropan-2-ol og koncentreret saltsyre sker reaktionen i fig. 1. Denne er en substitutionsreaktion. Substitutionsreaktioner defineres ved, at der udskiftes et atom eller en atomgruppe med et andet atom eller atomgruppe. Siden en forudsætning for dette er, at bindinger brydes, kræver det som regel tilførsel af energi i form af eksempelvis lys eller varme.

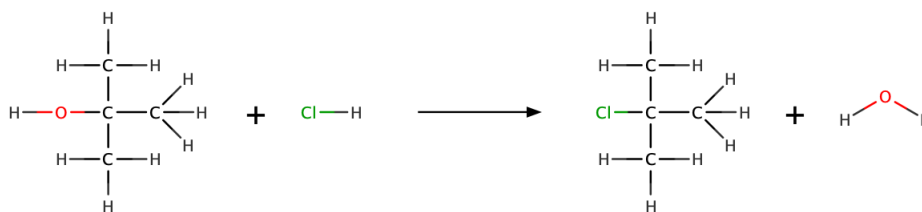


Figure 1: Substitutionsreaktion tegnet i MarvinSketch

Kogepunktet for 2-chlor-2-methylpropan er 50,8 °C, hvilket nemt kan bekræftes ved opslag i en databog. Dette passer med, at hovedløbet opsamles i temperaturintervallet fra 48 °C til 53 °C.

Under Udførelse påstår vi, at reaktionsblandningen deler sig i to faser ved substitutionsreaktionen. Dette vil vi nu redegøre for. Vi har anvendt et overskud af HCl (se Efterbehandling), så der vil også være HCl i reaktionsblandningen. Ved at kigge på elektronegativitetsforskellen på H og Cl, ved vi, at bindingen mellem dem er en polær elektronparbinding, siden $\Delta EN = 0,9$. Altså må molekylet være polært. Ved at kigge på strukturformlen for 2-chlor-2-methylpropan, ser vi, at det ingen hydrofile grupper indeholder. Derimod indeholder det 3 C-atomer med hydrofobe grupper. Siden vi ved, at kun stoffer, som ligner hinanden, kan opløses i hinanden, kan vi konstatere, at reaktionsblandningen må dele sig i to faser.

Ved udrystningen med NaHCO_3 -opløsningen (se Udførelse), sker reaktionen, hvis reaktionsskema er nedenfor i (1).



Det er da sådan resterne af HCl fjernes i forsøget. Ved reaktionen dannes der H_2O , og væsken vil da dele sig i to faser igen, da 2-chlor-2-methylpropan jo ikke kunne opløses i vand. Det er den nederste fase, som er vand, grundet densiteterne for de to stoffer:

$$\begin{aligned} \rho(\text{H}_2\text{O}) &= 1,00 \text{ g/mL} \\ \rho(2\text{-chlor-2-methylpropan}) &= 0,85 \text{ g/mL} \end{aligned}$$

Apparatur, kemikalier og sikkerhed

Apparatur

- Måleglas, 25 mL
- Måleglas, 50 mL
- Måleglas, 100 mL
- Konisk kolbe, 250 mL
- Skilletragt, 250 mL

- Bægerglas, 100 mL
- Bægerglas, 250 mL
- Bægerglas, 400 mL
- Bægerglas, 1 L
- Vat
- Stativ
- Stativring til skilletragt
- 2 reagensglas
- Reagensglasstativ
- Spatel
- Vejebåd
- Pimpsten
- Tragt
- Filtrerpapir
- Bunsenbrænder
- Trefod med trådnæt
- Vægt
- Destillationsopstilling

Kemikalier

- 2-methylpropan-2-ol
- Konc. saltsyre, HCl
- 5 % opløsning af natriumhydrogencarbonat, NaHCO_3
- Vandfrit natriumsulfat, Na_2SO_4
- Isterninger

Sikkerhed

- 2-methylpropan-2-ol og 2-chlor-2-methylpropan er brandfarlige og farlige ved indånding.
- Konc. saltsyre kan forårsage alvorlige ætsninger og irritere luftvejene ved indånding.

Udførelse

2-methylpropan-2-ol smeltes ved anbringelse i lunkent vand eller ved at lade flasken stå et lunt sted i en dags tid. I et stinkskab blandes 20 mL 2-methylpropan-2-ol og 60 mL koncentreret saltsyre i en 250 mL konisk kolbe. Kolben lukkes med en vatprop, hvorefter den rystes forsigtigt under udsugning i ti minutter.

Væskebladningen hældes derefter over i en skilletragt i en stativring med et bægerglas under som i fig. 2. Blandingen deler sig i to faser efter nogle minutter, hvor den nederste fase, som består af saltsyre, tappes og kasseres. Rester af HCl fjernes ved tilsætning af cirka 50 mL 5% NaHCO_3 -opløsning til skilletragten, hvorefter denne rystes forsigtigt uden prop indtil størstedelen af CO_2 -udviklingen er overstået.

Proppen sættes herefter i, hvorefter skilletragten vendes skråt på hovedet. Hanen lukkes op, så der lukkes luft ud. Skilletragten rystes så forsigtigt, hvorefter hanen lukkes op igen. Denne proces gentages indtil der næsten ingen luft lukkes ud længere. Skilletragten hænges herefter op i ringen igen, hvor den nederste fase tappes og kasseres.

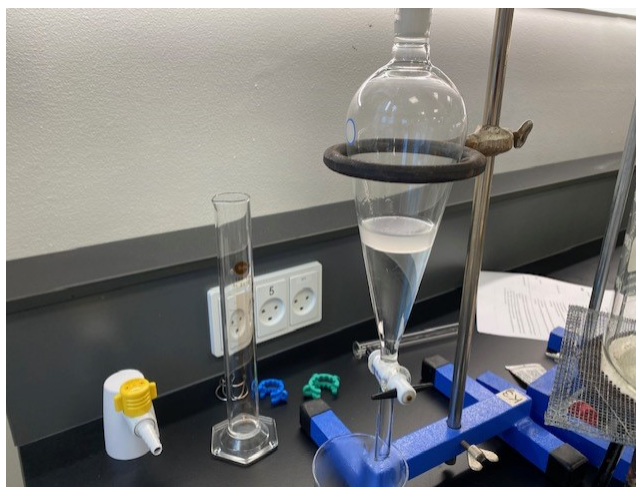


Figure 2: Skilletragt ophængt i et stativ

Den resterende fase tappes så ned i et 100 mL bægerglas, hvor der tilet par gram vandfrit natriumsulfat for at fjerne vandrester. Der røres så rundt med en spatel i et par minutter.

Væsken skal nu destilleres i opstillingen vist i fig. 3. Opstilling stilles op med isvand i det lille bægerglas med et ekstra afvejet reagensglas klar til brug. Væsken hældes ned i destillationskolben gennem en tragt med filtrerpapir. Et par pimpsten tilsættes, hvorefter der åbnes for kølevandet til svaleren. Opvarmningen af vandbadet kan nu startes.

Et forløb opsamles indtil temperaturen er steget til cirka 48°C . Herefter skiftes reagensglasset ud med det ekstra afvejede reagensglas, hvori hovedløbet opsamles i temperaturintervallet fra 48°C til 53°C . Når destillationen er afsluttet, afbrydes opvarmningen og kølevandet. Ydersiden af reagensglasset med hovedløbet tørres af og reagensglasset vejes så.



Figure 3: Destillationsopstillingen

Resultater

De afmålte værdier fremgår af nedenstående tabel.

$m(\text{reagensglas})$	$m(\text{reagensglas og hovedløb})$
25,742 g	34,176 g

Efterbehandling og sammenfatning af resultaterne

Vi vil i efterbehandlingen beregne det praktiske udbytte i % af det teoretiske udbytte.

Siden koncentreret saltsyre er en 37% (masseprocent) opløsning af HCl i vand med densiteten 1,19 g/mL, og vi har anvendt 60 mL konc. saltsyre, så må massen af den anvendte HCl være følgende.

$$\begin{aligned}
 m(\text{HCl}) &= c_{\text{masse}\%}(\text{HCl}) \cdot V(\text{opløsning}) \cdot \rho(\text{opløsning}) \\
 &= 0,37 \cdot 60 \text{ mL} \cdot 1,19 \text{ g/mL} \\
 &= 26,418 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Stofmængden af den anvendte HCl er da

$$\begin{aligned}
 n(\text{HCl}) &= \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} \\
 &= \frac{26,418 \text{ g}}{36,46 \text{ g/mol}} \\
 &= 0,7245749 \text{ mol.}
 \end{aligned}$$

Vi har anvendt 20 mL 2-methylpropan-2-ol, der har densiteten 0,7887 g/mL. Massen er da

$$\begin{aligned}
 m(2\text{-methylpropan-2-ol}) &= V(2\text{-methylpropan-2-ol}) \cdot \rho(2\text{-methylpropan-2-ol}) \\
 &= 20 \text{ mL} \cdot 0,7887 \text{ g/mL} \\
 &= 15,774 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Stofmængden kan da nu regnes.

$$\begin{aligned} n(\text{2-methylpropan-2-ol}) &= \frac{m(\text{2-methylpropan-2-ol})}{M(\text{2-methylpropan-2-ol})} \\ &= \frac{15,774 \text{ g}}{74,12 \text{ g/mol}} \\ &= 0,212412304 \text{ mol} \end{aligned}$$

Fra substitutionsreaktionen i fig. 1, kan det ses, at stofmængdeforholdet mellem 2-methylpropan-2-ol og HCl er 1:1. Dog, siden $n(\text{HCl}) > n(\text{2-methylpropan-2-ol})$, er der anvendt et overskud af HCl. I fig. 1 ses det også, at stofmængdeforholdet mellem 2-methylpropan-2-ol og 2-chlor-2-methylpropan er 1:1. Derfor må følgende gælde.

$$n(\text{2-chlor-2-methylpropan}) = n(\text{2-methylpropan-2-ol}) = 0,212412304 \text{ mol}$$

Derfor må det teoretiske udbytte af 2-chlor-2-methylpropan være

$$\begin{aligned} m_{\text{teoretisk}}(\text{2-chlor-2-methylpropan}) &= n(\text{2-chlor-2-methylpropan}) \cdot M(\text{2-chlor-2-methylpropan}) \\ &= 0,212412304 \text{ mol} \cdot 92,57 \text{ g/mol} \\ &= 19,66300702 \text{ g} \end{aligned}$$

Det praktiske udbytte er da

$$\begin{aligned} m_{\text{praktisk}}(\text{2-chlor-2-methylpropan}) &= m(\text{reagensglas og hovedløb}) - m(\text{reagensglas}) \\ &= 34,176 \text{ g} - 25,742 \text{ g} \\ &= 8,434 \text{ g} \end{aligned}$$

Endeligt kan vi udregne det praktiske udbytte i % af det teoretiske udbytte (2 betydende cifre).

$$\frac{m_{\text{praktisk}}(\text{2-chlor-2-methylpropan})}{m_{\text{teoretisk}}(\text{2-chlor-2-methylpropan})} \approx 0,43 = 43\%$$

Altså er det praktiske udbytte 43 % af det teoretiske udbytte.

Mulige fejlkilder

Der er to iøjnefaldene mulige fejlkilder. Den vigtigste er nok filterpapiret, hvorigennem chlorforbindelsen bliver hældt gennem. En del af chlorforbindelsen kan mistes, da det ikke kommer med ned i destillationskolben. Dette ville resultere i et mindre udbytte. Det samme kan netop være tilfældet med hensyn til tapningen fra skilletragten, der også ville give et mindre udbytte.

Konklusion

Vi har i eksperimentet fremstillet 2-chlor-2-methylpropan ved sammenblanding af 2-methylpropan-2-ol med koncentreret saltsyre ved processen beskrevet under 'Udførelse'. Dette er gjort med et udbytte på 43 %.