

Lærerveiledning – Organisk syntese med fokus på grønn kjemi

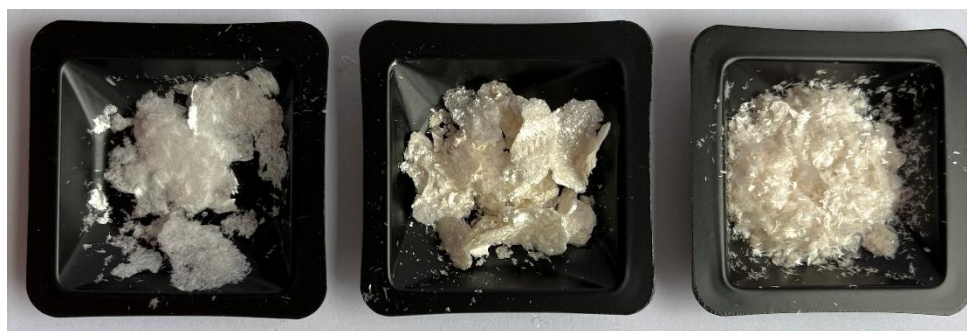
Dette undervisningsopplegget undervises hvert år av våre lektorstuderenter på emnet KJM5050 – Kjemididaktikk i praksis til elever i Kjemi 2. Da gjennomføres det som en seks timers fagdag på Universitetet i Oslo. Når du skal gjennomføre dette på egen skole, må du regne med at du må gjøre noen tilpasninger. Nedenfor følger noen tips og råd.

Prelab

Vi anbefaler at elevene møter noe forberedt. Våre lektorstuderenter har hvert år som oppgave å utvikle en prelab som elevene gjør i forkant av undervisningsopplegget, og dette kan også gjøres i en time i forkant av laboratorieøkten. Punkter som ofte er med og som har vist seg å fungere bra er: i) Gjennomgang av den syntesen som skal gjøres sammen med labpartner, ii) La elevene sette seg inn i informasjonsarket om grønn kjemi og prinsippene for grønn kjemi, iii) La elevene regne på e-faktor og atomeffektivitet, iv) Gjennomgang av farene ved de ulike kjemikaliene som brukes og sikkerhetstiltak som skal brukes.

Utbytte

Alle de tre metodene kan gi et ganske godt utbytte, men vi har også erfart at enkelte elevgrupper ender opp med lite utbytte. I metoden med oxone kan utbytte bli ganske misfarget (rosa), spesielt hvis temperaturen blir for høy. Bildet viser eksempler på veldig gode utbytter fra de tre synteserutene.



Figur 1 Gode utbytter fra alle de tre synteserutene. Fra venstre: syntese med KMnO_4 , Syntese med $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ og syntese med Oxone®. Foto: Svein Tveit

Organisering

Undervisningsopplegget kan enten gjennomføres som en fagdag, eller man kan stykke den opp. Syntesedelen tar omtrent 3 timer og vi anbefaler at det brukes 1,5 timer på vurderingsdelen.

Organisering av vurderingsdelen

Det er mange måter å organisere denne delen, og når undervisningsopplegget har blitt gjennomført i emnet KJM5050 – Kjemididaktikk i praksis, har vi latt det være opp til lektorstudentene våre å bestemme hvordan de vil organisere dette. Det har resultert i mange ulike løsninger og her skisseres en av dem.

1. Elevene som har jobbet sammen i syntesedelen beregner utbytte og vurderer sin egen syntese ut ifra aktuelle prinsipper for grønn kjemi
2. Elevene som har jobbet sammen i syntesedelen splittes og det lages nye grupper med 3 – 4 elever som har brukt samme oksidasjonsmiddel. Disse sammenligner utbytte, atomeffektivitet og diskuterer generelt rundt vurderinger de har gjort til nå.
3. Det dannes nye seksergrupper som består av to representanter fra hvert oksidasjonsmiddel. Disse vurder de tre synteserutene opp mot hverandre ut ifra de aktuelle prinsippene for grønn kjemi og kommer med en anbefaling på hvilken synteserute som er mest bærekraftig.
4. I plenum presenterer hver av seksergruppene hovedlinjene i diskusjonen de har hatt og presenterer konklusjonen sin.
5. Etter at alle gruppene har presentert kan man ha en diskusjon i plenum der man oppsummerer og ser om det er konsensus i gruppen.

Oppgaven kan gjøres mer kontekstbasert

Oppgaven kan presenteres som en case, som setter oppgaven i en kontekst som kan gjøre det lettere for elevene å forstå nytteverdien av opplegget, samt gjøre det mer interessant.

Case

Du jobber for bedriften Grønne Kjemikalier AS, som produserer kjemikalier til industrien. Et av deres mest solgte produkt er benzosyre. En annen avdeling i bedriften bruker benzosyren deres til syntese av blant annet parabener, men det meste selger dere videre. Noe til legemiddelindustrien, men mest til matvareproduksjonen. Benzosyre og dets salt natriumbenzoat er nemlig et vanlig konserveringsmiddel i en del matvarer, med E-nummeret E-210.

Tidligere har dere produsert benzosyre med det miljøskadelige og kreftfremkallende stoffet natriumdikromat ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), men etter press fra kunder har bedriften et ønske

om å produsere benzosyren mer miljøvennlig. HMS-ansvarlig og Arbeidstilsynet følger også nøye med, og presser bedriften til å utføre syntesene på tryggest mulig måte for de ansatte.

Dere har fått i oppgave å teste ut tre metoder for en ny syntese Grønne Kjemikalier AS kan bruke i den videre produksjonen av benzosyre. De tre metodene skiller seg ut ved å bruke forskjellig oksidasjonsmiddel, henholdsvis kaliumpermanganat (KMnO_4), kalsiumhypokloritt ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) og Oxone® ($2\text{KHSO}_5 \cdot \text{KHSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$). Etter at metodene har blitt testet, skal de vurderes ut ifra noen av prinsippene for grønn kjemi, og dere skal komme med en anbefaling om hvilken metode bedriften skal gå videre med.

Kjemikalier og løsninger

Følgende kjemikalier må skaffes til opplegget, mengder er beregnet per gruppe per metode:

Felles for alle metoder

- 1 g Benzaldehyd ($\text{C}_6\text{H}_6\text{CHO}$)
- Springvann

For metoden med Kaliumpermanganat

- 0,5 g Kaliumhydrogenfosfat (KH_2PO_4)
- 20 mL 3 % Kaliumpermanganat (KMnO_4)
- 2-3 mL 0,1 M Natriumtiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
- 2 mL Konsentrert saltsyre (HCl)

For metoden med Kalsiumhypokloritt

- 1 g Kalsiumhypokloritt ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$)
- 5 mL Aceton
- 3 mL Konsentrert eddiksyre (CH_3COOH)
- 5 mL Natriumhydrogensulfittløsning (NaHSO_3)
- 5 mL Kaliumjodidløsning (KI)
- 2 mL Konsentrert saltsyre (HCl)

For metoden med Oxone®

- 7,5 g Oxone®
- 25 mL type 2 vann eller destillert vann
- 0,5 pose isbiter

Løsninger

Noen løsninger må lages i forkant. Tabell 1 viser hvordan disse kan lages.

Tabell 1 Oppskrifter på løsningene som brukes i undervisningsopplegget.

Løsninger	Brukes i metode	Oppskrift
3 % KMnO_4	KMnO_4	100 mL: Ha 3 g KMnO_4 i et begerglass og tilsett 100 mL vann. Rør til alt er løst
0,1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	KMnO_4	100 mL: Ha 2,5 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ i et begerglass og tilsett 100 mL vann. Rør til alt er løst.
25 % NaHSO_3	$\text{Ca}(\text{ClO})_2$	10 g: Ha 2,5 g NaHSO_3 i et begerglass og tilsett vann til total masse på 10 g. Rør til alt er løst.
1 M KI	$\text{Ca}(\text{ClO})_2$	100 mL: Ha 1,7 g KI i et begerglass og tilsett 100 mL vann. Rør til alt er løst