



31. Indigo



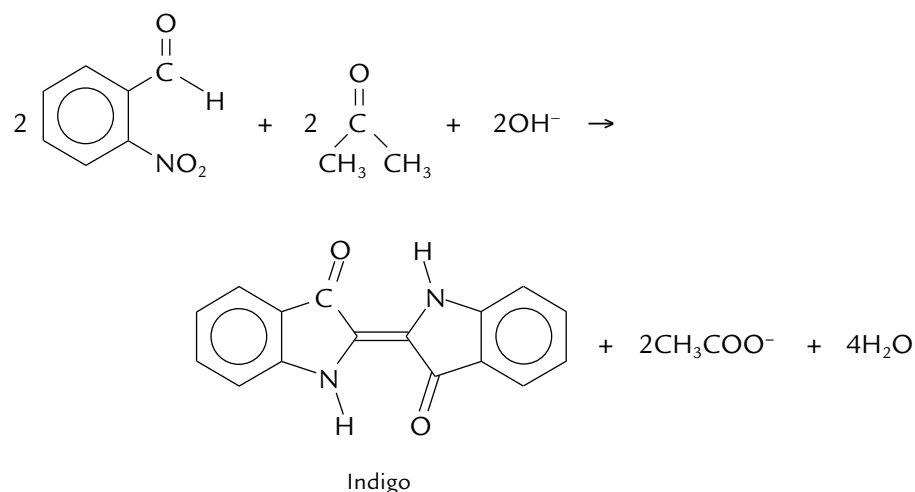
Figur 31.1. Indigo har været benyttet til farvning af cowboybukser siden 1873.

Formålet med dette eksperiment er at syntetisere (fremstille) det blå farvestof indigo.

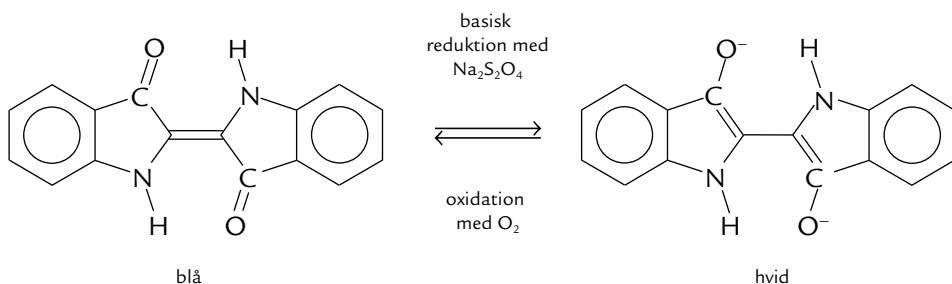
Indigo benyttes bl.a. til at farve cowboybukser blå med. Farvestoffet kan udvindes af flere forskellige planter, bl.a. farvevæjd, *Isatis tinctoria*, der findes vildtvoksende i Danmark, og indigoplanten, *Indigofera tinctoria*, der bl.a. kendes fra tropiske områder. I Europa begyndte man i 1400-tallet at bruge farvestoffet til tekstilfarvning, men ægypterne brugte det allerede for 4500 år siden.

Sidst i 1800-tallet fandt den tyske kemiker Adolf von Baeyer en kemisk syntese til fremstilling af indigo, og ca. 20 år senere kunne farvestoffet fremstilles i industriel målestok til så lave priser, at indigo fremstillet ud fra planter i praksis blev helt overflødigt.

Ved dette eksperiment benyttes Adolfs von Baeyers syntesemetode. Indigo dannes ved en reaktion mellem 2-nitrobenzaldehyd og propanon i basisk opløsning:



Stoffet kan som nævnt bruges til at farve tekstiler. Da indigo er praktisk taget uopløseligt i vand, kan det ikke bruges til farvning, før det er gjort vandopløseligt. Dette sker i basisk opløsning, hvor indigo kan reduceres med $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (natriumdithionit) til en vandopløselig, negativ og farveløs ion, som kaldes for indigohvidt. Når indigohvidt er blevet afsat i tekstilfibrene, oxideres det af luftens dioxygen til den blå indigo.



APPARATUR

- Konisk kolbe, 100 mL
- 2 måleglas, 10 mL
- Måleglas, 25 mL
- Udstyr til sugefiltrering, se figur 31.2
- Spatler
- Bægerglas, 400 mL
- Konisk kolbe, 50 mL
- Varmeplade
- Termometer
- 2 vejebåde
- Bomuldsstof
- Pincet
- Vægt
- Petriskål

KEMIKALIER

- 2-nitrobenzaldehyd
- Propanon
- Ethanol
- 2 M natriumhydroxid, NaOH
- Natriumdithionitvand (1/2), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

RISICI

- 2-nitrobenzaldehyd og propanon er farlige ved indtagelse og kan forårsage irritation af hud, øjne og luftveje.
- Propanon og ethanol er brandfarlige.
- 2 M natriumhydroxid er ætsende.
- Natriumdithionit kan selvantænde, er farlig ved indtagelse og kan udvikle giftig gas ved kontakt med syre.

EKSPERIMENTELT

Del 1: Syntese af indigo

Afvej **0,5g** 2-nitrobenzaldehyd i en konisk kolbe. Tilsæt **5ml** propanon, og sving forsigtigt kolben rundt, indtil alt det faste stof er opløst.

Tilsæt først **5ml** demineraliseret vand og derefter forsigtigt **5ml** 2 M NaOH.

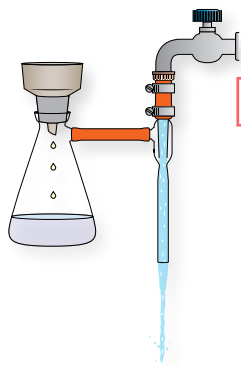
lagttagelser efter tilsætning af 2 M NaOH

Vej en petriskål med et filterpapir (masse af petriskål i tabellen)

Det dannede farvestof frafiltreres ved sugefiltrering. Vask det frafiltrerede produkt omhyggeligt med kold ethanol, og sug det så tørt som muligt.

overfør filterpapiret med produktet til petriskålen Læg produktet til lufttørring.

I næste kemitime bestemmes det praktiske udbytte af indigo ved at veje petriskålen med det tørre stof. Bemærk produktets farve.



Figur 31.2. Sugefiltrering med Büchnertragt.

Masse af petriskål/g	Masse af petriskål med produkt efter tørring/g	Produktets farve efter tørring

Del 2: Bomuld farves

Hæld 150 mL vand op i et 400 mL bægerglas, og placér det på en varmeplade. Vandet skal varmes op til ca. 70 °C.

Afvej ca. 0,3 g indigo og ca. 2 g natriumdithionit-vand (1/2) i hver sin veje-båd. Afmål 3 mL ethanol og 10 mL 2 M NaOH i hver sit måleglas.

Bland i en 50 mL konisk kolbe indigo, natriumdithionit-vand (1/2), ethanol og natriumhydroxidopløsningen.

Anbring kolben i bægerglasset på varmepladen.

Udseende af opløsning i konisk kolbe før opvarmning	Udseende af opløsning i konisk kolbe efter opvarmning

Når indholdet i den koniske kolbe er omdannet til en gul opløsning med en blålig overflade, hældes opløsningen ned i vandbadet, og et stykke bomuldsstof kommer i. Opvarm blandingen til ca. 100 °C under omrøring med en spatel. Lad stoffet ligge i opløsningen i 10-15 minutter, sørg for at røre rundt af og til.

Tag stoffet op med en pincet, skyl det i rigelige mængder vand, og hæng det til tørre.

Udseende af bomuldsstoffet, når det ligger i opløsningen	Udseende af bomuldsstoffet efter tørring

EFTERBEHANDLING

1. Beregn stofmængden af det afvejede 2-nitrobenzaldehyd. Notér i skemaet nedenfor.
2. Slå densiteten for propanon op, og beregn derefter massen af den benyttede mængde propanon.
3. Beregn stofmængden af propanon.
4. Beregn stofmængden af tilsat hydroxid.
5. Bestem den begrænsende reaktant ud fra de anvendte stofmængder af 2-nitrobenzaldehyd, propanon og hydroxid.
6. Beregn det teoretiske udbytte af indigo i gram.
7. Beregn det praktiske udbytte af indigo i gram.
8. Beregn det praktiske udbytte i % af det teoretiske udbytte.
9. Anfør nogle grunde til, at udbyttet er mindre end 100 %.
10. Forklar iagttagelserne fra del 2.

n (2-nitrobenzaldehyd)	ρ (propanon)	m (propanon)	n (propanon)	n (OH ⁻)	Teoretisk udbytte af indigo	Praktisk udbytte af indigo	Udbytte i %