

## Kemiske egenskaber for aldehyder og ketoner

Aldehyder og ketoner kan pga. carbonylgruppen indgå i flere forskellige reaktioner. I det følgende ses på to kvalitative tests der kan udføres for at påvise om et stof indeholder et aldehyd og/eller en keton.

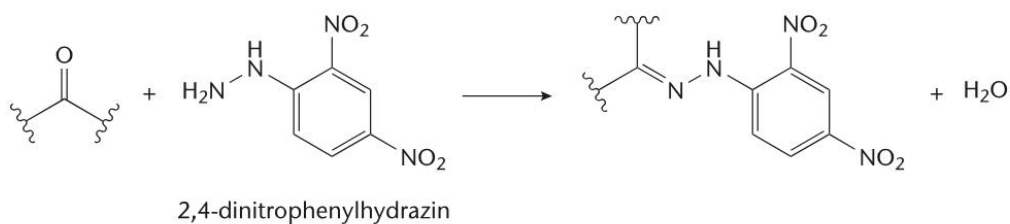
### Bradys reaktion

Aldehyder og ketoner kan påvises kvalitativt vha. Bradys reaktion, se figur 142. I Bradys reaktion anvendes reagenset 2,4-dinitrophenylhydrazin, som reagerer med ketoner og aldehyder under dannelse af et gult, orange eller rødt bundfald.



**Figur 142.** Bradys reaktion. Reagenset 2,4-dinitrophenylhydrazin har en klar gul farve. Ved tilsætning af aldehydet ethanal dannes et orange bundfald.

Farven afhænger af antallet af farvedannende grupper som findes i molekylerne.

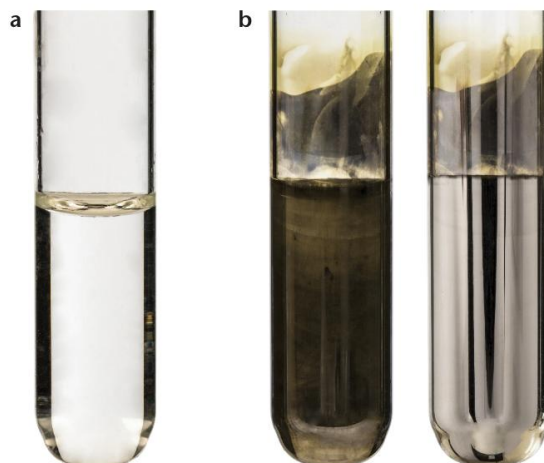


Ved reaktionen fraspaltes vand, og reaktionstypen er således en kondensation. I kapitel 1 i temaet "[Farvede organiske forbindelser](#)" er angivet en vejledning til udførelse af Bradys reaktion.

**Et gult/orange/rødt bundfald i Bradys reaktion viser tilstedeværelse af en keton eller et aldehyd**

## Tollens reaktion

Aldehyder er mere reaktive end ketoner, da de kan oxideres til carboxylsyrer, mens ketoner ikke kan oxideres. Denne forskel anvendes i Tollens reaktion, som er en kvalitativ analyse, hvor aldehyder påvises under dannelse af fast sølv, se figur 143.

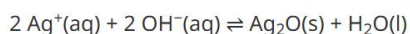


Figur 143. Tollens reaktion.

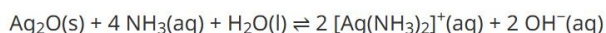
a. Tollens reagens.

b. Ved tilsætning af aldehyd dannes gradvist en mørkere opløsning som resulterer i dannelse af fast sølv der ses som et sølvspejl.

I reaktionen anvendes et mildt oxidationsmiddel, der kaldes Tollens reagens. Tollens reagens består af en opløsning af sølv-ioner i en vandig opløsning af ammoniak. Sølv-ionerne vil i en basisk væske udfældes til sølvoxid:



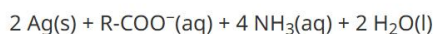
For at undgå denne udfældning tilsættes ved fremstilling af Tollens reagens en vandig opløsning af ammoniak. Herved opløses sølvoxid under dannelse af komplekset diamminsølv(1+)ion:



Den basiske opløsning med komplekset diamminsølv(1+)ion kaldes netop Tollens reagens.

### Et sølvspejl i Tollens reaktion viser tilstedeværelse af et aldehyd

Det anvendes i Tollens reaktion, hvor der tilsættes et aldehyd hertil. Selvom sølv-ionerne er bundet i komplekset kan de stadig oxidere aldehydet, mens de selv reduceres til fast sølv der ses som et sølvspejl:

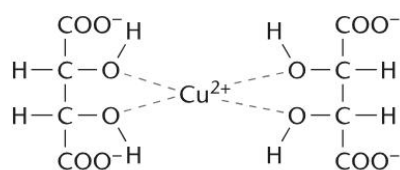


Aldehydet oxideres til en carboxylsyre, men findes i reaktionen som den korresponderende base carboxylat, da reaktionen foregår under basiske forhold.

## Fehlings reaktion



Som beskrevet tidligere kan Tollens reaktion anvendes til kvalitativt at påvise et aldehyd. Til påvisning af aldehydgrupper i carbohydrater anvendes ofte en lignende test der kaldes Fehlings reaktion. I reaktionen anvendes et mørkeblåt reagens der kaldes Fehlings væske. Fehlings væske er en basisk opløsning, der indeholder kobber(2+)ioner, som er komplekst bundet til tartrat, se figur 168.



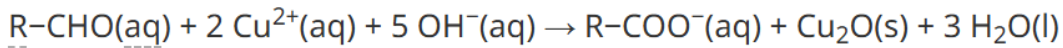
**Figur 168.** Fehlings væske består af en kompleks binding mellem kobber(2+)-ioner og tartrat (2,3-dihydroxybutandioat).

Opløsningen fremstilles ved at anvende to reagenser der kaldes Fehling I og Fehling II. Fehling I består af en turkisfarvet vandig opløsning af kobber(2+)-sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ), mens Fehling II består af en vandig opløsning af natriumhydroxid og kaliumnatriumtartrat ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ). De to væsker blandes umiddelbart inden carbohydratet tilsættes, da kobber(2+)-ionerne så kompleksbindes til tartrat, og udfældning af kobber(2+)ioner med hydroxid undgås, se figur 169.



**Figur 169.** Fehlings væske består af lige store volumener af Fehling I som er en turkis væske, og Fehling II som er en klar væske. Et rødt bundfald i Fehlings reaktion viser tilstedeværelse af et aldehyd.

I praksis udføres Fehlings reaktion ved at opvarme blandingen af carbohydratet og Fehlings væske, så aldehydgruppen i carbohydratet oxideres til en carboxylsyre samtidig med at kobber(2+)-ioner reduceres til kobber(1+)-ioner der udfældes som kobber(1+)oxid:



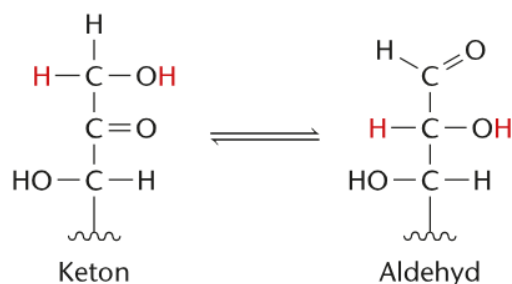
Hvis der er en aldehydgruppe til stede i carbohydratet, ses et rødt bundfald, da kobber(1+)oxid er rødt. Da redoxreaktionen foregår i et basisk miljø er det den korresponderende base til carboxylsyren der dannes.

### Et rødt bundfald i Fehlings reaktion viser tilstedeværelse af et aldehyd

Carbohydrater der kan reducere Fehlings væske, kaldes reducerende sukkerstoffer. For at et carbohydrat er reducerende, skal det kunne åbne ringen til en aldoform, som vist i figur 166.

### Reducerende sukkerstoffer oxideres af Fehlings væske

Ketoner kan normalt ikke oxideres (se side 154), men ketohexosen fructose kan som en undtagelse reducere Fehlings væske. Det skyldes at ketoner i stærkt basisk opløsning kan isomeriseres til et aldehyd:



Når fructose reagerer med Fehlings væske, sker der derfor nøjagtigt den samme reaktion som når glucose reagerer med Fehlings væske.