

## Eksperiment 3.6: Redoxreaktioner

### *Eksperiment om mangans oxidationstrin*

#### Formål

I skal fremstille forskellige former for manganforbindelser.

#### I skal bruge

Kaliumpermanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) (0,02 M)

Mangan(II)chlorid ( $\text{MnCl}_2$ ) (0,2 M)

Natriumhydroxid ( $\text{NaOH}$ ) (2 M)

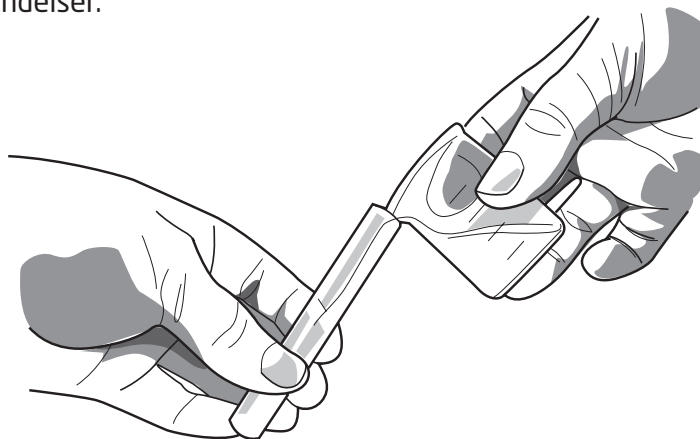
Beskyttelsesbriller

Filtrerpapir

Prop

Reagensglas

Reagensglasstativ



#### Oplæg

Mangan er et grundstof, der findes i mange forskellige forbindelser med forskellige farver. Man kan forestille sig, at mangan i disse forbindelser optræder som en ion med forskellig ionladning, for eksempel en mangan(II)-ion ( $\text{Mn}^{2+}$ ) og en mangan(IV)-ion ( $\text{Mn}^{4+}$ ). Man kalder størrelsen af ladningen for manganionens oxidationstrin. Der er flere former for mangan, men de er mere sjældne. I dette eksperiment skal I undersøge farverne af manganioner med forskellige oxidationstrin.

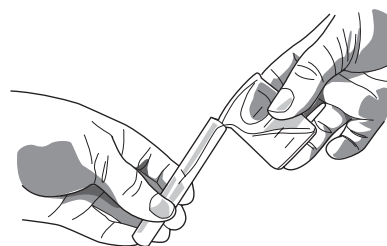
Mangans mange mulige oxidationstrin betyder, at mangan er god til at modtage og afgive elektroner. Derfor spiller mangan en central rolle i planternes fotosyntese, hvor vand og carbondioxid bliver omdannet til sukker og oxygen. Når to vandmolekyler spaltes, omdannes de til fire positive hydrogenioner og to negative oxygenioner. Oxygenionerne bliver til et oxygenmolekyle ved, at vandmolekylet afgiver fire elektroner til manganionerne.

#### Sådan gør I

1. Hæld cirka to milliliter af en opløsning af mangan(II)chlorid ( $\text{MnCl}_2$ ) i et reagensglas.  
Hvilken farve har det opløste  $\text{MnCl}_2$ ? \_\_\_\_\_
2. Tilsæt lige så meget fortyndet natriumhydroxid ( $\text{NaOH}$ ). Sæt en prop i glasset, og vend det op og ned et par gange.
3. Sæt glasset i et reagensglasstativ. Efter et stykke tid dannes stoffet mangan(II)hydroxid ( $\text{Mn(OH)}_2$ ) som et bundfald.  
Hvilken farve har bundfaldet  $\text{Mn(OH)}_2$ ? \_\_\_\_\_
4. Hæld et par milliliter kaliumpermanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) i et reagensglas.  
Hvilken farve har  $\text{KMnO}_4$ ? \_\_\_\_\_
5. Hæld lidt af væsken ud på et stykke filtrerpapir. Ved reaktion med cellulosen i papiret omdannes  $\text{KMnO}_4$  til mangan(IV)oxid ( $\text{MnO}_2$ ), der også kaldes for brunsten.  
Hvilken farve har  $\text{MnO}_2$ ? \_\_\_\_\_

## Eksperiment 3.6: Redoxreaktioner

### Eksperiment om mangans oxidationstrin



#### Baggrundstekst

Afsnittet 'Den direkte vej til hydrogen'

#### Beskrivelse

Eleverne undersøger fire manganforbindelsers forskellige farver.

#### Forklaringer

Mangans mest almindelige oxidationstrin og tilsvarende forbindelser ses her:

Stof	Formel	Farve	Mangans oxidationstrin
Mangan(II)chlorid	$\text{MnCl}_2$	svagt rosa	+2
Mangan(II)hydroxid	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	grumset hvid	+2
Mangan(IV)oxid	$\text{MnO}_2$	mørkebrun	+4
Manganation	$\text{MnO}_4^{2-}$	grøn	+6
Permanganation	$\text{MnO}_4^-$	violet	+7

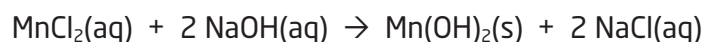
#### Fremstilling af opløsninger

En 0,2 M mangan(II)chloridopløsning fremstilles ved at opløse 40 g  $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  i cirka 800 ml vand. Fortynd op til 1 liter. Denne opløsning er ikke mærkningspligtig ifølge Miljøministeriets regler.

En 0,02 M kaliumpermanganatopløsning fremstilles ved at opløse 3,16 g  $\text{KMnO}_4$  i cirka 800 ml vand. Fortynd op til 1 liter.

#### Forklaring på reaktioner

Ved tilsætning af base til mangan(II)chlorid sker følgende reaktion med dannelse af bundfald:



Ved reaktionen mellem filterpapir og kaliumpermanganat bliver permanganationen ( $\text{MnO}_4^-$ ) reduceret af de organiske stoffer i papiret. I teorien bliver  $\text{Mn}^{+7}$  først reduceret til  $\text{Mn}^{+6}$  (grøn) og dernæst til  $\text{Mn}^{+4}$  (mørkebrun). I praksis vil eleverne dog sandsynligvis ikke kunne nå at se dette farveskift, da det forudsætter, at intet mangan omdannes til  $\text{Mn}^{+4}$ , før alt  $\text{Mn}^{+7}$  er omdannet til  $\text{Mn}^{+6}$ .

#### Hvorfor har naturen valgt mangan?

Mangan har vist sig at være et meget vigtigt grundstof. I 1988 blev Nobelprisen i kemi givet til de forskere, der opdagede, at det netop er mangan, der medvirker til at omdanne vand til oxygen ved hjælp af sollys under fotosyntesen. De 21 % oxygen i vores atmosfære skyldes virkningen af en enkelt katalysator, nemlig det oxygenproducerende kompleks i fotosyntesen ('fotosystem 2'/PSII). I PSII spaltes vand til  $\text{O}_2$  ved et unikt aktivt sted på enzymet, der indeholder fire manganatomer og et calciumatom. Denne proces har stort set ikke ændret sig, siden den opstod for mere end 2,5 milliarder år siden. Det unikke kompleks og det faktum, at  $\text{O}_2$  er essentielt for alt højere liv på Jorden, gør det oxygenproducerende kompleks til den måske vigtigste katalysator på Jorden.

Mangankatalysatoren tiltrækker forskernes opmærksomhed på grund af behovet for katalysatorer, der kan spalte vand ved hjælp af sollys. I jagten på brændstoffer, der kan erstatte olie, kul og naturgas, har opmærksomheden vendt sig mod hydrogen. For at blive et miljøvenligt alternativ skal den nuværende produktion af  $H_2$  fra naturgas dog erstattes med en  $CO_2$ -fri metode, og her er vandspaltning et oplagt alternativ. Der findes allerede i dag gode, om end dyre hydrogenkatalysatorer. Det samme er imidlertid ikke tilfældet med  $O_2$ , og dannelsen af  $H_2$  kan ikke ske, hvis der ikke simultant dannes  $O_2$ . Derfor har forskere i mange år studeret mangankatalysatoren i et forsøg på at efterligne den eller designe nye oxygenkatalysatorer.

$O_2$  dannes ved at fjerne fire elektroner og fire protoner fra to vandmolekyler. I denne proces fungerer mangan både som elektronacceptor og som katalysator for dannelsen af først O-O bindingen og sidenhen  $O_2$ -molekylet. Det lyder simpelt, men i virkeligheden er denne proces en kompliceret og samtidig fantastisk elegant række af reaktioner, hvor mangan i oxidationstrin II-IV deltager. Trods årtiers forsøg er det endnu ikke lykkedes nogen forskere at efterligne denne reaktion i laboratoriet. De mange års indsats har dog givet forskerne en langt bedre forståelse af PSII og mangankatalysatoren og derved bragt dem nærmere målet.