

Spalting av H_2O_2

Å spalte H_2O_2 til H_2O og O_2 ved å tilsette reaktant eller katalysator er mest kjent som elefanttannkrem-demonstrasjonen/øvelsen. I forsøket får vi en imponerende søyle av skum og vi får demonstrert hvor effektiv en katalysator kan være til å øke reaksjonsfarten.

I forsøket som beskrives her er det samme reaksjon som skjer, men det benyttes mye mindre kjemikalier og vi forsøker å få innsikt i reaksjonsmekanismen.

Relevante kompetansemål

- planlegge og gjennomføre forsøk, drøfte metode og tiltak for å redusere risiko og vurdere usikkerhet og feilkilder i egne og andres forsøk.
- utforske katalyserte reaksjoner og gjøre rede for betydningen av katalysatorer i biologiske og industrielle prosesser.
- gjøre rede for kollisjonsteori og utforske faktorer som påvirker reaksjonsfart og kjemisk likevekt
- Elevøvelsen belyser ikke grønn kjemi, men er utarbeidet i tråd med prinsippene for grønn kjemi ved at forbruk av kjemikalier er vesentlig nedskalert i forhold til tradisjonell fremgangsmåte.
- Oppgaven kan også utvides til å dekke:
utforske en teoretisk eller praktisk problemstilling, og drøfte og presentere funn.

Dette dokumentet inneholder:

- Forsøksbeskrivelse til elevene. Forsøksbeskrivelsen baserer seg på mikroskalaforsøk i dråper, men kan lett skrives om til tradisjonelle forsøk i reagensglass
- Spørsmål til elevene
- Til læreren

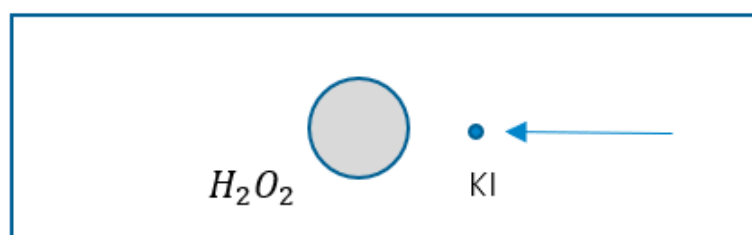
Til eleven

Pre lab

- Les sikkerhetsdatabladet til hydrogenperoksid. Vurder vernetiltak som er nødvendige i dette forsøket.
- Beregn hvordan du kan lage 30 mL 10 % H_2O_2 ut fra 35 % løsning. Lærer lager så denne løsningen og setter den frem.

Forsøksbeskrivelse

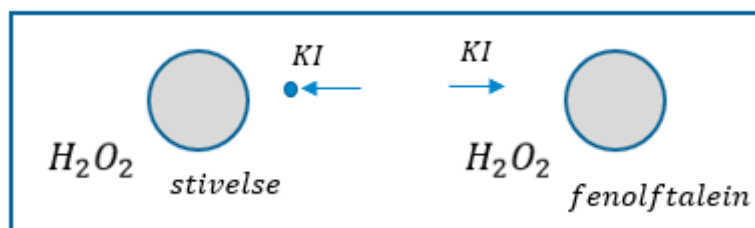
A Ta en dråpe 10% H_2O_2 -løsning på et objektglass. Dytt inn et par korn KI .



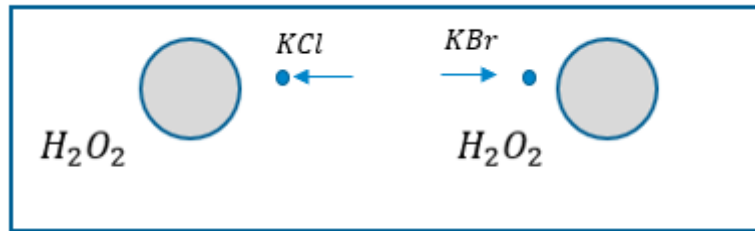
La reaksjonen skje noen minutter. Hva skjer? Legg også merke til fargen på dråpen etter at KI er tilsatt.

Når forsøket er over, skyll objektglasset i springen og tørk av med tørkepapir. Dette gjør du også etter de andre forsøkene i denne laboratorieøvelsen.

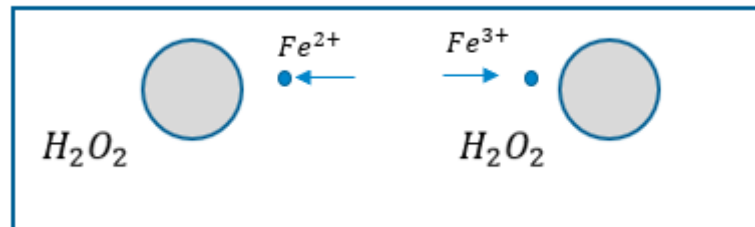
B Legg to dråper H_2O_2 på hvert sitt sted på objektglasset. Til den ene dråpen H_2O_2 tilsetter du en dråpe stivelsesløsning til den andre en dråpe fenolftalein. Dytt så inn et par korn KI i begge dråpene.



- C** I dette forsøket er hensikten å se om Cl^- og Br^- ioner kan føre til spalting av H_2O_2 . tilsett KCl og KBr (er par korn i hvert sitt forsøk) i hver sin dråpe. Hva skjer nå?



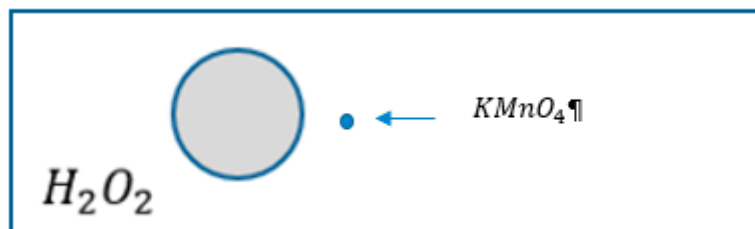
- D** Prøv om det er mulig å bruke Fe^{2+} og Fe^{3+} ioner for å oppnå spalting av hydrogenperoksid.



Hvis du får reaksjon med jern ioner, tilsett da en dråpe fenolftalein. Har løsningen blitt basisk?

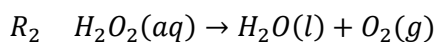
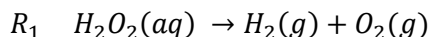
- E** Reaksjonen mellom H_2O_2 og $KMnO_4$ kan være voldsom. Du må være forsiktig og bare bruke små mengder stoff.

Ta 3 dråper 10% H_2O_2 et sted på objektglasset og tilsett **1** korn $KMnO_4$. Hvilken farge har løsningen nå. Får du noe uoppløst fast stoff? Fortsetter reaksjonen etter den hurtige «start-reaksjonen»?



Spørsmål

I flere av forsøkene ser du tydelig gassutvikling når H_2O_2 reagerer. To mulige reaksjonslikninger er:



1. Hvordan kan du avgjøre om det er reaksjon R_1 eller R_2 som skjer?
2. Er reaksjonslikningene balanserte? hvis ikke balanser de.
3. Hva er oksidasjonstallet til oksygen i de forskjellige molekylene i reaksjon R_2 ?
4. Er det riktig å si at hydrogenperoksid både kan være et reduksjonsmiddel og et oksidasjonsmiddel?
5. Hva er en katalysator og hva kjennetegner en katalysator?

6. Du fikk brun farge da H_2O_2 reagerte med KI og da det ble tilsattstivelse fikk vi blå/svart løsning. Hvilket molekyl har skyld i denne fargen. Skriv balansert reaksjonslikning der dette molekylet dannes i reaksjonen med H_2O_2 . Denne reaksjonslikningen kaller vi R_3 .
7. Vil løsningen bli sur eller basisk i reaksjon R_3 ? Stemmer forventningen med dine observasjoner da fenolftalein ble tilsatt?
8. At det dannes jod-molekyler i R_3 , er det i tråd med de forventningene vi har til en katalysator?
9. At vi får dannet jod, forklarer det at vi får gassutvikling i reaksjonen?
10. Skriv balansert reaksjonslikning for reduksjon av I_2 til I^- ioner med hydrogenperoksid, denne likningen kaller vi R_4 .
11. Kombiner reaksjonene R_3 og R_4 , dette gir netto reaksjonslikning, inngår jodidioner eller jod-molekyler her? Forventer vi endring av pH i reaksjonen?
12. KCl , KBr og KI har ganske like egenskaper, men bare KI ville katalysere spalting av H_2O_2 . Kan du gi en forklaring på dette ut fra standard reduksjonspotensialer.
13. Sett opp balanserte reaksjonslikninger for oksidasjon av Fe^{2+} og for reduksjon av Fe^{3+} ioner med H_2O_2 . Kommenter likhet med I^-/I_2 .

Da du tilsatte $KMnO_4$ til H_2O_2 løsningen fikk du voldsom reaksjon, løsningen ble brun og du fikk bunnfall (brunt). Det brune bunnfallet er MnO_2 .

14. Skriv balansert reaksjonslikning for reaksjon med $KMnO_4$ og H_2O_2 der det dannes MnO_2 .
15. Er det riktig å si at $KMnO_4$ er en katalysator i denne reaksjonen?

Til læreren

Forsøket er beskrevet som et mikroskalaforsøk. Dette kan gjøre øvelsen litt mer plundrete å gjennomføre for de elevene som er mer vant til å jobbe i større skala (i begerglass og reagensrør). Elevene bør få lupe for å se bedre hva som skjer. Fordelen med mikroskalaforsøk er mindre forbruk av kjemikalier og mye mindre å vaske og rydde etter forsøket. Vi kan også gjøre et poeng at vi nå jobber i tråd med prinsippene i grønn kjemi.

Har man mikroskop eller stereolupe samt usb-okular kan man kople til TV eller PC-skjerm. Da får man virkelig sett hva som skjer i den lille dråpen der reaksjonen skjer. Elevene kan ta bilde av skjermen og de kan ta opp sin egen video.



Dråpe der $KMnO_4$ har reagert med H_2O_2 . Rest av permanganat er lilla mens det brune er MnO_2 .

Forslag svar på spørsmål

1. Vi kan skille de to reaksjonene ved å samle opp gass. En gassblanding med H_2 og O_2 vil gi en eksplosjon om en brennende fyrstikk kommer i kontakt med gassblandingen. Reaksjon R_2 som er den reaksjonen vi har og vil produsere O_2 som vil gjøre at fyrstikken vil brenne bedre.
 2. Reaksjon R_1 er balansert mens R_2 skal være $2 H_2O_2(aq) \rightarrow 2 H_2O(l) + O_2(g)$.
 3. Vi møter oksygen i 3 forskjellige oksidasjonstrinn -2 i H_2O , -1 i H_2O_2 og 0 i O_2 .
 4. ja
 5. Reflekter litt rundt det at katalysatoren I^- blir oksidert til I_2 som så blir redusert til I^- igjen.
 6. Reaksjon R_3 :
 $2I^-(aq) + H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2H_2O(l)$ alternativt
 $3I^-(aq) + H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow I_3^-(aq) + 2H_2O(l)$
 7. I reaksjon R_3 forbrukes H^+ og vi forventer at løsningen skal bli basisk, noe vi ikke ser.
 8. Dannelse av I_2 innebærer forbruk av I^- og dette er jo det samme som at katalysatoren blir forbrukt i reaksjonen, og det skal jo en katalysator ikke bli. Men som vi ser blir I^- ionene gjendannet.
 9. Dannelse av I_2 i reaksjon R_3 skal ikke gi dannelse av noe gass
 10. Reaksjon R_4 :
 $I_2(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + O_2(g) + 2H^+(aq)$ alternativt
 $I_3^-(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow 3I^-(aq) + O_2(g) + 2H^+(aq)$
 11. $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$
 12. Se på E^0 verdier i spenningsrekka. Br^- ionene skulle teoretisk ha klart å katalysere spalting av H_2O_2 men er såpass vanskelig å oksidere at reaksjonsfarten blir neglisjerbar.
 13. $H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2Fe^{2+}(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + 2Fe^{3+}(aq)$
 $H_2O_2(aq) + 2Fe^{3+}(aq) \rightarrow O_2(g) + 2H^+(aq) + 2Fe^{2+}(aq)$
- Men reaksjonslikningene over er nok ikke de som forklarer spalting av H_2O_2 . Den brune fargen vi får under reaksjonen blir ikke forklart. Ifølge litteratur kan høyere valent jern-

forbindelser være involvert i reaksjonen

<https://web2.qatar.cmu.edu/~xiaoqih1/img/portfolio/Research01.pdf>

14. Disse to reaksjonene lar seg kombinere til $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$
15. $KMnO_4$ er et oksidasjonsmiddel i reaksjonen og dermed ikke en katalysator