

Ekspæriment 1.4: Biologiske og ikke-biologiske katalysatorer

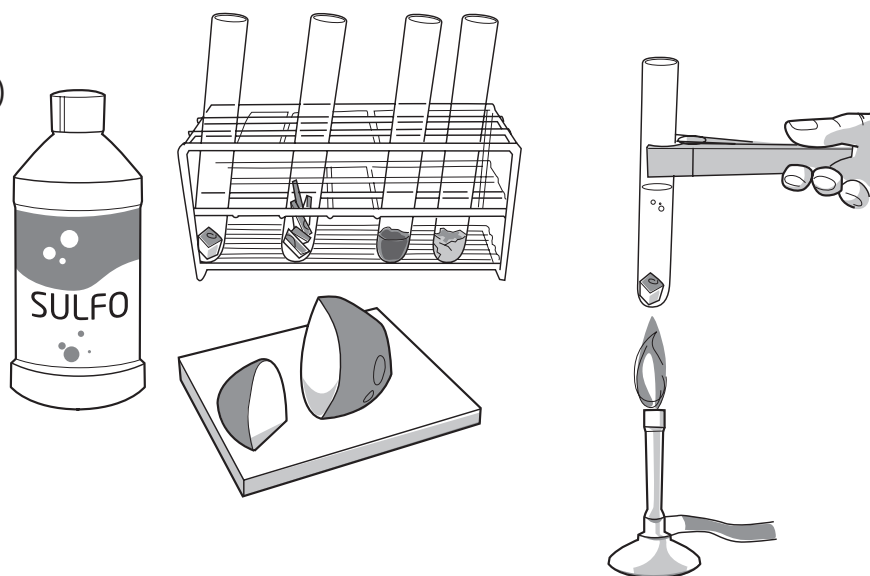
Spaltning af hydrogenperoxid med et enzym og en laboratorieskabt katalysator

Formål

I skal udføre et ekspæriment, hvor I undersøger effektiviteten af enzymer og ikke-biologiske katalysatorer.

I skal bruge

Brunsten (MnO_2)
 Hydrogenperoxid (brintoverilte, H_2O_2) (3 %)
 Lever fra kylling eller andet dyr
 Rå kartoffel
 Sulfosæbe (opvaskemiddel)
 Bunsenbrænder
 Fem store reagensglas
 Kniv
 Reagensglasstativ
 Spatel
 Træklemme
 Træpind



Oplæg

Hydrogenperoxid har formelen H_2O_2 . Det findes opløst i vand. H_2O_2 er ustabil og spaltes langsomt til oxygen (O_2) og vand. Tilsætningen af enten en biologisk katalysator, det vil sige et enzym, eller en ikke-biologisk katalysator kan sætte fart på reaktionen. Spaltningen af H_2O_2 kan skrives som:



Sådan gør I

1. Stil fem reagensglas i et reagensglasstativ. Hæld nogle dråber sulfosæbe ned i hvert glas.
2. Skær tre lige store, terningformede stykker ud af en rå kartoffel. Undgå skrællen. Sidelængden af terningerne skal være, så et kartoffelstykke kan glide ned i et reagensglas.
3. Læg et stykke kartoffel ned i det første reagensglas, og fyld det halvt op med vand. Sæt en træklemme omkring glasset. Tænd en bunsenbrænder, og hold glasset ind i flammen. Pas på stødkogning.
4. Hæld vandet ud i vasken, når vandet har kogt cirka et minut. Lad det kogte kartoffelstykke blive i glasset.
5. Læg et stykke rå kartoffel i det andet glas.
6. Hak det tredje stykke kartoffel, og læg stykkerne ned i det tredje glas.
7. Hak leveren fint, og læg en halv teskefuld ned i det fjerde glas.
8. Hæld en halv spatelfuld brunsten (mangandioxid, MnO_2) ned i det femte glas.
9. Hæld hydrogenperoxid i alle fem glas, til glassene er halvt fyldt. Når det bruser kraftigt i et af glassene, skal I tænde en træpind. Når den har brændt et stykke tid, skal I puste flammen ud, så der kun er gløder tilbage på spidsen af pinden. Hold det glødende træ helt hen til skummet, dog uden at pinden rører det. Hvad ser I? Giv en forklaring på det observerede:

Hvordan var reaktionshastigheden i de fem glas?

Forklar, hvorfor reaktionshastigheden er forskellig i glassene:

Forklaring

I kartofler og lever findes enzymet katalase. Enzymer er biologiske katalysatorer, der sætter skub i eksempelvis kroppens kemiske reaktioner. Enzymer kan ikke tåle høje temperaturer, derfor ødelægges katalasen, når I koger kartofflen. Brunsten (mangandioxid, MnO_2) er ligesom katalase en katalysator. Brunsten stammer dog ikke fra en levende organisme, men er fremstillet i laboratoriet, derfor kaldes det for en ikke-biologisk eller uorganisk katalysator.

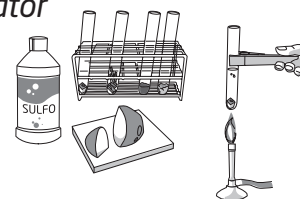
Jo større kontaktflade enzymet eller katalysatoren har, jo flere molekyler kan den komme i kontakt med, og jo mere effektiv er den.

Ekspæriment 1.4: Biologiske og ikke-biologiske katalysatorer

Spaltning af hydrogenperoxid med et enzym og en laboratorieskabt katalysator

Baggrundstekst

Afsnittet 'Kemiske katte'



Beskrivelse

Eleverne eksperimenterer med spaltningen af hydrogenperoxid (H_2O_2) ved hjælp af enzymet katalase fra kartofler og lever og ved hjælp af den uorganiske katalysator brunsten (MnO_2). De konkluderer, at begge stoffer øger hastigheden på reaktionen, og at enzymet ødelægges, når kartofflen koges.

Forklaringer

Reaktionen

I det første glas dannes der ingen O_2 -gas, fordi katalasen i kartofflen er blevet ødelagt ved kogning. I det andet glas er der en behersket reaktion, mens reaktionen i det tredje glas er kraftigere, fordi den findelte kartoffel har en større kontaktoverflade med væsken. I glassene med hakket lever og brunsten har henholdsvis katalasen og katalysatoren endnu bedre kontakt til væsken, og reaktionerne er derfor kraftigere. Sæbeskummet bliver pustet op af den dannede oxygen, hvilket eleverne får bekræftet ved at stikke en glødende træpind hen til skummet (uden at pinden rører det). Skummet falder sammen, fordi glødepinden forbruger O_2 .

Hydrogenperoxid

H_2O_2 bruges blandt andet som desinfektionsmiddel. For eksempel findes det i lægemidlet Oxydol, der bruges til at rense sår på huden for bakterier, som dræbes af det frigivne oxygen. Ved udvendige sår kan man se, at det bruser på såret, fordi der frigives oxygen. Hydrogenperoxid er blandt verdens 15 mest producerede kemikalier. Den industrielle produktion er en kompliceret proces, der involverer hydrogenering af en såkaldt anthraquinon ved hjælp af en nikkel- eller palladiumkatalysator frem for direkte oxidering af hydrogen. En rentabel produktion kræver derfor fremstilling i tonsvis i store, centraliserede anlæg, hvorfra H_2O_2 distribueres. Under tsunamien i det Indiske Ocean i 2004 løb man i Thailand tør for desinfektionsmiddel på grund af det store forbrug og den lange distributionsvej fra H_2O_2 -fabrikkerne. Hvis man kunne fremstille hydrogenperoxid direkte fra hydrogen og oxygen, ville det være muligt at producere det i mindre skala på lokale fabrikker og dermed spare både tid og store mængder energi på fremstilling og transport. Forskerne har ledt efter katalysatorer til direkte oxidering af hydrogen i over 100 år, men endnu uden held. Den nyeste forskning tyder dog på, at man kan lave en egnet katalysator af guld og palladium.

Katalase

Kartofler indeholder enzymet katalase. Det samme gør dyr og mennesker. Enzymet omdanner det hydrogenperoxid, der ved forskellige processer dannes i cellerne. Hydrogenperoxid er nemlig en kraftig cellegift, der skal fjernes så hurtigt som muligt. Katalase er da også det mest effektive af alle kendte enzymer og kan omsætte 10 millioner H_2O_2 -molekyler/sek. Andre enzymer omsætter typisk 1.000-10.000 molekyler i sekundet. Katalasen spalter hydrogenperoxid til vand og oxygen. Man kan vise spaltning af hydrogenperoxid ved at tilsætte en dråbe blod fra et menneske eller et stykke kyllingelever, som begge indeholder katalase. Katalysatorer er uorganiske stoffer, mens enzymer er organiske. Sidstnævnte er desuden proteiner og ødelægges derfor ved høj temperatur.

Gode råd til eksperimentets udførelse

1. Koncentreret hydrogenperoxid er en 30 %-opløsning. Den må eleverne ikke bruge. I stedet fremstiller læreren en 3 %-opløsning (kan også købes på apoteket).
2. I eksperimentet bruges brunsten som katalysator. Man kunne også bruge pulveriseret kul, for eksempel trækul. Katalysatorer bruges ofte som findelt pulver, for at overfladen skal blive så stor som mulig.