

Katalýza a autokatalýza

Aleš Mareček

Výstup RVP: žák si při sledování pokusů ověří obsah pojmů katalyzátor a reaktant a katalýza a autokatalýza

Klíčová slova: katalyzátor, reaktant, katalýza, autokatalýza

Příprava na hodinu

Doba na přípravu:

10 min

Doba na provedení:

20 min

Obtížnost:

střední

Pomůcky **Chemikálie:** manganistan draselný, síran manganatý, šťavelan vápenatý nebo kyselina šťavelová, kyselina sírová, peroxid vodíku, oxid manganičitý, chlorečnan draselný,

Sklo a další vybavení: Petriho miska, zkumavky, 4 kádinky, laboratorní stojan a držáky, skelná vata, miska s pískem, plech, brambora, cukr, špejle, kahan, suché listy,

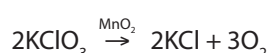
Přístroje: fotometr SpectroVis Plus, počítač, dataprojektor, zpětný projektor

Poznámky pro učitele

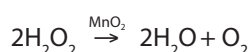
K objasnění pojmů katalyzátor a katalýza dochází poprvé v osmé třídě základní školy nebo v sekundě víceletého gymnázia. K těmto pojmům se výuka opětně vrací v prvním ročníku čtyřletého či v kvintě víceletého gymnázia, kdy je jim věnována největší časová dotace. Na pojem katalýza se však naráží velmi často i ve výuce anorganické a organické chemie i biochemie. Návrh výuky je zaměřen právě na základní výklad tohoto pojmu.

Po probrání pojmů katalyzátor, katalýza a jejich objasnění ve spojitosti s reakční koordinátou je možno k praktickému doložení těchto pojmů použít například následující pokusy (je pochopitelně možno volit i opačný postup a zmíněné pokusy použít naopak k vyvození pojmu katalyzátor a katalýza).

1. Chlorečnan draselný se rozkládá za uvolňování kyslíku. Provedeme následující pokus: ve zkumavce vytvoříme asi 1 cm silnou vrstvu chlorečnanu draselného. Do druhé zkumavky nasypeme stejné množství směsi chlorečnanu draselného, který jsme předtím promísili s malým množstvím (na špičku špachtle) oxidu manganičitého. Do poloviny zkumavky zasuneme kousek skelné vaty (vata nesmí být příliš napěchovaná, aby nebránila prostupu kyslíku). Obě zkumavky současně zahřejeme kahanem. Žhnoucí špejli prokážeme, že chlorečnan promísený s oxidem manganičitým se rozkládá snadněji. Katalytický rozklad popisuje následující rovnice:



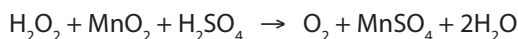
2. Spálíme několik suchých listů stromu (případně trochu sena). Jednu lžičku pískového cukru nyní promísíme s popelem z listů a dokonale rozetřeme. Cukr nasypeme na nehořlavou podložku. Druhou lžičku cukru rozetřeme bez popela a rovněž nasypeme na nehořlavou podložku. Postupně se obě hromádky pokusíme zapálit plamenem kahanu. Cukr s popelem začne, díky katalytickému působení popela, hořet.
3. Nakrájíme několik plátků brambory a vložíme je do Petriho misky, kterou umístíme na zpětný projektor. Plátky brambory převrstvíme 10% roztokem peroxidu vodíku. Rozklad peroxidu vodíku probíhá díky působení enzymu (biokatalyzátoru) peroxidázy, kterou brambory obsahují.
4. Pro pokus, kterým lze dokumentovat rozdíl mezi reaktantem a katalyzátorem, je možno využít reakci rozkladu peroxidu vodíku za katalytického působení oxidu manganičitého.
Do dvou kádinek nalijeme po 40 cm³ 10% roztoku peroxidu vodíku a k oběma roztokům přisypeme malé množství (na špičku špachtle) oxidu manganičitého. Žhnoucí špejli prokážeme unikající kyslík. Průběh reakce popisuje rovnice:



Katalýza a autokatalýza

Peroxid vodíku při této reakci podléhá disproportionaci. Žáky upozorníme, že se množství oxidu manganického nezměňuje.

Po chvíli do jedné z kádinek přilijeme 5 cm³ 50% roztoku kyseliny sírové. Po ukončení vývoje kyslíku upozorníme žáky, že oxid manganitý již v této kádince není možné pozorovat. V sousední kádince (bez kyseliny) reakce stále probíhá. Pokud do kádinky s kyselinou přidáme další oxid manganitý, reakce se opět na chvíli rozběhne. Nyní vystihuje průběh reakce rovnice:



Oxid manganitý se z katalyzátoru změnil v reaktant (v oxidační činidlo). Peroxid vodíku nyní vystupuje jako činidlo redukční.

Pro dokumentaci autokatalýzy je vhodné použít reakci manganistanu draselného se šťavelanem vápenatým, která je autokatalyzována manganatými ionty vznikajícími v průběhu reakce:



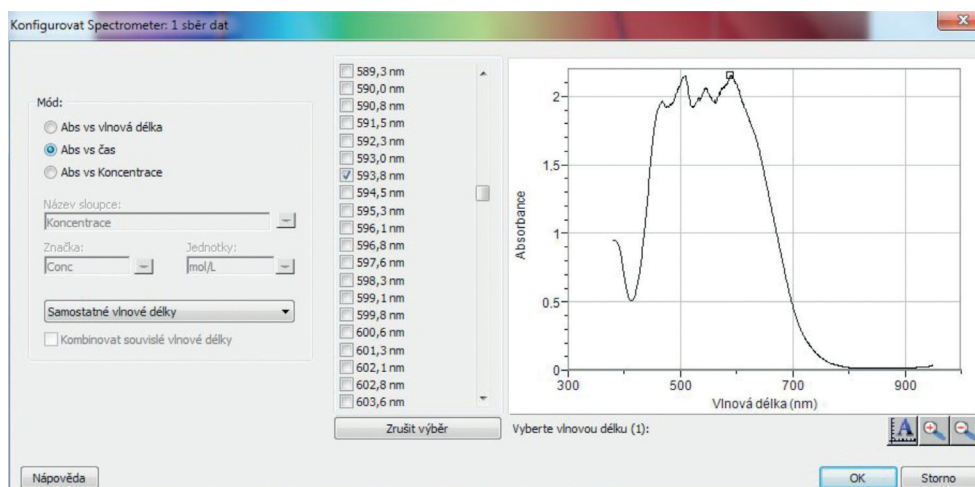
Velmi efektivní je tuto reakci dokumentovat na základě měření časové závislosti změny absorbance roztoku manganistanu draselného.

Přibližně 0,25 g šťavelanu vápenatého spláchneme do kádinky malým množstvím vody tak, aby objem soustavy byl 25–30 cm³. Pak přidáme 4,5 cm³ koncentrované kyseliny sírové. Soustavu po ředění vychladíme ve studené vodě. Do odměrného válečku naměříme 19 cm³ 0,02 M roztoku manganistanu draselného (soustava je upravena tak, aby byl šťavelan vápenatý ve značném přebytku, a došlo tak jednoznačně k odbarvení roztoku).

Pro druhý pokus připravíme soustavu stejným způsobem. Navíc si připravíme roztok manganaté soli. Pokud jej nemáme, je možno si ho připravit reakcí koncentrovanějšího roztoku manganistanu draselného se šťavelanem vápenatým v kyselém prostředí. Příprava koncentrovanějšího roztoku manganatých iontů je nutná, protože jej bude nutno přidat kapátkem přímo do kyvety umístěné ve fotometru.

Počítač podporující pokus musí být připojen současně k fotometru i dataprojektoru.

Pro měření nastavíme na nasnímaném spektru manganistanu draselného parametry **Mód: Abs vs čas; vlnová délka 593,8 nm**



V hlavní nabídce **Experiment** → **Sběr dat** pak volíme parametry **Mód – Časová závislost; Délka – 200 s**; zatrhneme **Měřit ihned**; **Vzorkovací frekvence – 1 vzorků/sekunda**.

Sběr dat

Trigger

Mód: časová závislost ☐ Opak.

Délka: 200 sekundy ☒ Měřit ihned

Trigger je vypnutý

☐ Nepřerušovaný sběr dat

Vzorkovací frekvence

1 vzorků/sekunda 1 sekundy/vzorek

Smíchání manganistanu s roztokem šťavelanu provedeme těsně před odebráním vzorku a zahájením sběru dat. Kyvetu vložíme do cely fotometru a zahájíme sběr dat. Kádinku se zbytkem vzorku postavíme tak, aby žáci mohli současně sledovat vykreslování závislosti absorpance na čase a změnu barvy soustavy. Pak se připravíme na měření druhého vzorku. V hlavní nabídce vybereme **Experiment** a zde volbu **Uchovat poslední měření** (klávesová zkratka **Ctrl + L**). Kyvetu naplníme tak, aby v ní zůstal volný přibližně 1 cm. Vzorek necháme chvíli měřit a pak přistříkneme z kapátka, které je třeba ponořit do měřeného vzorku, roztok manganatých iontů. Je patrná okamžitá odezva soustavy.

Červená křivka znázorňuje průběh reakce s pomalým nárůstem koncentrace manganatých iontů. Na modré křivce je patrné prudké zvýšení průběhu reakce po přidavku manganatých iontů.

