

Teplo chemické reakce

pracovní návod s metodickým komentářem pro učitele připravil M. Škavrada

chemie
03

úloha číslo

Cíle

Cílem této laboratorní úlohy je stanovení hodnoty tepla chemické reakce rozkladu peroxidu vodíku za katalýzy oxidem manganičitým, za použití různé koncentrace peroxidu vodíku.

Podrobnější rozbor cílů

- Použít odpovídající instrumentální vybavení – teploměr PASCO.
- Připravit roztoky peroxidu vodíku o různých koncentracích.
- Provést rozklad peroxidu vodíku oxidem manganičitým.
- Změřit teplotní závislost reakční směsi na čase.
- Ze zjištěných dat vypočítat hodnotu reakčního tepla.

Zadání úlohy

Změřte závislost teploty reakční směsi na čase při rozkladu peroxidu vodíku oxidem manganičitým (burelem), za použití různé koncentrace peroxidu vodíku. Ze zjištěných maximálních teplot a známého množství peroxidu vodíku stanovte hodnotu reakčního tepla.

Technická úskalí, tipy a triky

Před zahájením laboratorního cvičení doporučujeme připravit základní roztok, tj. 10% roztok peroxidu vodíku H_2O_2 .

Pomůcky

počítač s USB portem; PASPORT USB Link (Interface) nebo Xplorer nebo SPARK jako Interface; PASPORT teploměr; software DataStudio; polystyrenová izolační deska tloušťky 10 cm; 10% roztok H_2O_2 – 50 ml; práškový MnO_2 ; pipeta 10 ml; pipetovací nástavec; kádinka 50 ml (3 ks); násypka; 6 zkumavek – alespoň 15 ml; 1 odpadní kádinka 250 ml; popisovač zkumavek (lihový fix); stojánek na zkumavky; destilovaná voda – 100 ml; buničina; pracovní návod; pracovní list; ochranné pracovní pomůcky

Zařazení do výuky

Laboratorní úlohu je vhodné zařadit především v rámci učiva obecné chemie (chemické reakce – teplo chemické reakce), v anorganické chemii (reakce sloučenin kyslíku, chemie manganu).

Časová náročnost

Dvě vyučovací hodiny, tj. 2×45 min.

Návaznost experimentů

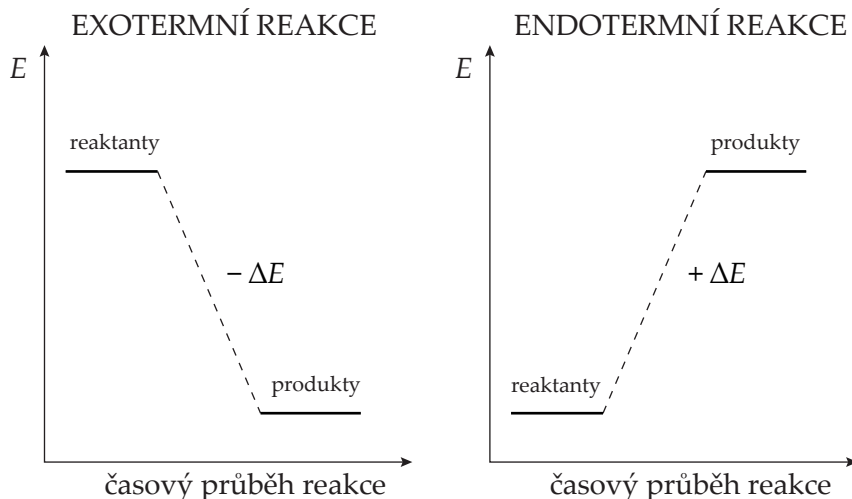
Tato úloha může navazovat na stanovení neutralizačního reakčního tepla, stanovení tepla cementace, popř. jako rozšíření učiva o exotermních a endotermních reakcích na ZŠ.

Mezipředmětové vztahy

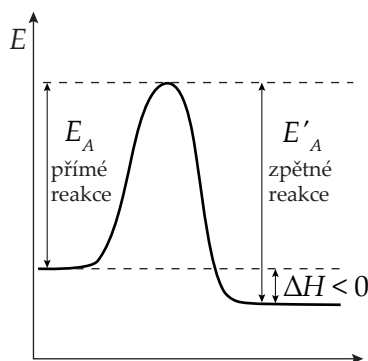
fyzika – teplo

Teoretický úvod

Většina chemických reakcí je spojena s určitými tepelnými změnami. Při těchto chemických reakcích se teplo může uvolňovat (hoření, neutralizace) nebo naopak spotřebovávat. Uvolňování tepla se projevuje jako ohřívání okolí (např. kádinky), tj. soustava své teplo ztrácí. Spotřebování tepla se pak projevuje jako ochlazení okolí, tj. soustava teplo přijímá, jak naznačuje obrázek 1. Spotřebu tepla můžeme také chápat umělým dodáním tepla, tj. zahříváním. Chemická reakce, při které se teplo uvolňuje, se nazývá reakce exotermní. Opačný děj, při kterém se teplo spotřebovává, se nazývá reakce endotermní.



Obr. 1: Tepelné změny při chemické reakci



Obr. 2: Energetické změny v průběhu přímé a zpětné chemické reakce

Aby vůbec chemická reakce mohla proběhnout, musí být dosaženo určité energetické bariéry, tato hodnota se nazývá aktivační energie. Pokud budeme uvažovat exotermní reakci, je hodnota aktivační energie přímé reakce menší, než reakce zpětné. V případě reakce endotermní tomu bude naopak.

Reakce ve směru menší aktivační energie pak bude probíhat snadněji. Rozdíl mezi hodnotou aktivační energie přímé a zpětné reakce se nazývá reakční teplo Q_r . Toto teplo lze přibližně vypočítat ze vztahu:

$$Q_r = m \cdot c \cdot \Delta t \quad (1)$$

Q_r – reakční teplo

m – hmotnost reaktantu

Δt – změna teploty v průběhu reakce, tj. rozdíl teplot před a po reakci

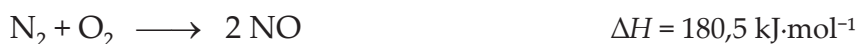
Pokud vztáhneme množství tepla Q_r na látkové množství reaktantu, získáme tzv. molární reakční teplo Q_m , které je nezávislé na množství reaktantu.

$$Q_m = \frac{Q_r}{n} \quad (2)$$

Q_m – molární reakční teplo

n – látkové množství reaktantu

Reakční teplo se často vyjadřuje pomocí změny enthalpie ΔH , která vyjadřuje tepelný obsah látky. Pokud se jedná o reakci za konstantního tlaku, je $\Delta H = Q_m$. Pro exotermní reakci má ΔH záporné znaménko, pro reakci endotermní je ΔH kladné číslo.



Motivace

V úvodu se můžeme zmínit o masážních polštářcích, které uvolňují teplo. Vedeme diskusi, na jakém principu mohou tyto pomůcky fungovat. Ptáme se studentů, jestli se někdy v praxi setkali s chemickým dějem, při kterém se teplo uvolňuje (neutralizace, hašení vápna). Dále se můžeme ptát. Existují pouze chemické reakce, při kterých se teplo pouze uvolňuje? Jakým způsobem by se dalo toto teplo měřit?

Bezpečnost práce

Pracujte pečlivě a v souladu s pracovním návodem. V laboratoři používejte ochranné brýle, plášť a případně další pomůcky v souladu se správnou laboratorní praxí. K pipetování roztoku peroxidu používejte pipetovací nástavec.

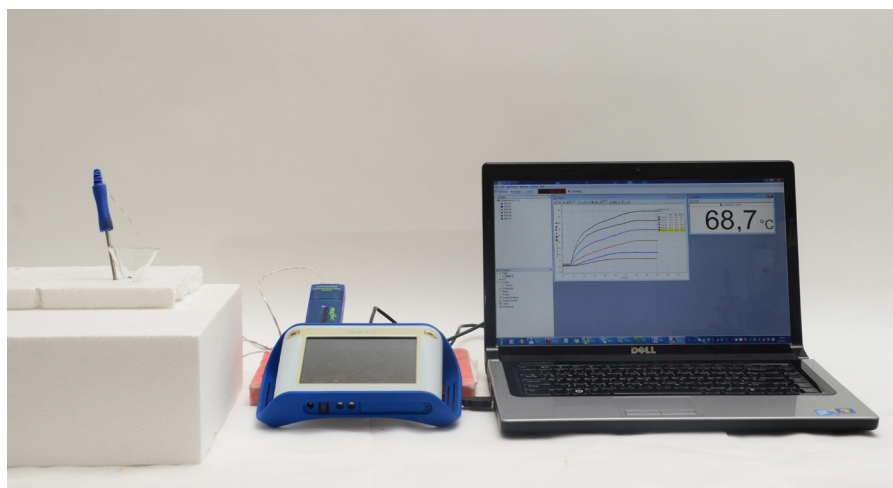
Příprava úlohy

Doporučujeme, aby si studenti nejprve prostudovali teoretickou část a doplnili slovníček pojmů (možno zadat i jako domácí úkol). Ověřte, že studenti přípravnou část úlohy opravdu vypracovali.

Postup práce

Nastavení HW a SW

Připojte PASCO teplotní senzor přes USB link (obrázek 3) k počítači nebo využijte propojení přes zařízení SPARK a otevřete odpovídající soubor DataStudia s nastavením parametrů (**ch03_teplo_chemicke_reakce.ds**). Tento dokument je dostupný na webu www.expoz.cz.



Obr. 3: Zapojení měřicí soustavy

Technická úskalí, tipy a triky

Peroxid vodíku (H_2O_2) – při požití: leptá sliznice zažívacího traktu, náhlý vývoj kyslíku může mít za následek roztažení jícnu a žaludku s následným krvácením. Při kontaktu s pokožkou: silný leptavý účinek způsobuje zblednutí pokožky vlivem nabobtnání tkáně bublinami kyslíku z rozkládajícího se peroxidu; rozsah poškození závisí na době expozice a koncentraci roztoků. Při zasažení očí: silný leptavý účinek; páry nebo aerosol mohou způsobit tvorbu vřídků na rohovce a její částečné zakalení, poškození se může projevit za týden i později. Při inhalaci: dráždí a leptá, při delší expozici může dojít až k edému.

Při styku s kůží: ihned odstraňte potřísněný oděv. Poškozená místa oplachujte proudem vody po dobu minimálně 15 minut. Poraněné (poleptané) části pokožky překryjte sterilním obvazem. Postiženého přikryjte, aby neprochladl. Zajistěte lékařské ošetření. Při zasažení očí: ihned vyplachujte oči proudem tekoucí vody, rozevřete oční víčka prsty (třeba i násilím). Výplach provádějte nejméně 15 minut. Zajistěte lékařské ošetření. K vyšetření musí být odeslán každý, i když se jednalo o malé zasažení. Při požití: vypláchnout ústa vodou, vypít 0,5l vody a postiženého dopravit k lékaři, neprovádět výplach žaludku ani nevyvolávat zvracení – nebezpečí tvorby pěny a jejího vdechnutí. Ihned zajistěte lékařské ošetření.

Třída nebezpečnosti Xn.

R 22, R 37/38, R 41

S (1/2), S 17, S 26, S 28, S 36/37/39, S 455

Technická úskalí, tipy a triky

Uvedený soubor lze modifikovat zavřením příslušných oken, tj. *Digits 1*, *Graph 1*. Další okna lze přidat po stisknutí tlačítka *Summary* a přetažením dané volby na pracovní plochu.

Technická úskalí, tipy a triky

Měření lze samozřejmě provádět i bez polystyrenové izolační desky, ovšem musíme počítat s nepřesnými výsledky z důvodu tepelných ztrát, především tepelné výměny s okolím. Pro celkové urychlení úlohy lze odměřit odměrným válcem 10 ml. V tomto případě se však dopustíme nepřesnosti v hodnotách koncentrací připravovaných roztoků.



Obr. 4: Izolační část měřicí aparatury

Technická úskalí, tipy a triky

Pro co nejpřesnější měření je nutné, aby bylo zahájení reakce a spuštění měření prováděno pro všechny koncentrace stejným způsobem.

Příprava měření**Příprava aparatury**

Abychom zabránili tepelné výměně s okolím, doporučujeme měření provádět v polystyrenové desce tloušťky 10 cm, do které vyrobíme otvor tak, aby se do něj právě vešla kádinka, ve které bude reakce probíhat. Kádinku pak překryjeme tenčí polystyrenovou deskou (2 cm), skrz kterou je veden teploměr a násypka na rychlé přidání MnO_2 .

Příprava roztoků

- 1) Ze zásobního roztoku 10% H_2O_2 si odlijte do kádinky asi 25 ml, do další kádinky si odlijte asi 25 ml destilované vody.
- 2) Označte 6 zkumavek o objemu minimálně 15 ml čísly (1–6) a umístěte je do stojánku na zkumavky.
- 3) Postupně napipetujte první pipetou 1, 2, 4, 6, 8 a 10 ml 10% zásobního roztoku H_2O_2 do zkumavek označených čísly 1–6.
- 4) Druhou pipetou přidejte do zkumavek 1–6 postupně 9, 8, 6, 4, 2 a 0 ml destilované vody.
- 5) Každý roztok pečlivě protřepejte, případně promíchejte tyčinkou. Před vložením do dalšího roztoku tyčinku vždy pečlivě opláchněte a důkladně osušte.

Pipetované objemy a výsledné koncentrace roztoků jsou přehledně shrnuty v následující tabulce 1:

č. zkumavky	objem 10% H_2O_2	objem destilované vody	hmotnostní koncentrace [%]
1	1	9	1
2	2	8	2
3	4	6	4
4	6	4	6
5	8	2	8
6	10	0	10

Tabulka 1: Pipetované objemy na přípravu roztoků

Vlastní měření a záznam dat

- 1) Do kádinky o objemu 50 ml odlijte celý objem zkumavky označené č. 1. Kádinku vložte do polystyrenové izolační desky. Kádinku překryjte polystyrenovým izolačním krytem, skrz který prochází teplotní senzor a násypka. Násypkou vsypte co nejrychleji 0,1 g MnO_2 , teploměr je vložený v kádince. V okamžiku nasypání MnO_2 do reakční směsi zahajte zaznamenávání dat.
- 2) Zaznamenávání dat zahajte kliknutím na tlačítko *START*. Tlačítko *START* se změní na tlačítko *STOP*. Měříte časovou závislost teploty až do ustálení maximální hodnoty, asi 40 s. Poté klikněte na tlačítko *STOP*.
- 3) Sejměte polystyrenový izolační kryt, vyjměte teploměr a reakční kádinku z polystyrenové izolační desky.
- 4) Body 1 až 3 opakujte pro další koncentrace peroxidu vodíku ve zkumavkách 2–6.

Analýza naměřených dat

- 1) Klikněte na tlačítko funkce *SHOW SELECTED STATISTICS* (matematický znak suma) a pomocí šipky zvolte funkce *MIN* a *MAX* pro zobrazení minimální a maximální teploty.
- 2) Zjištěné hodnoty zaznamenejte do pracovního listu a vypočítejte reakční teplo Q_m . Výpočet můžete provést v tabulkovém procesoru, např. Microsoft Excel. Excelovský soubor na vyhodnocení dat si můžete stáhnout na webu www.expoz.cz.
- 3) Tento postup opakujte pro další změřené závislosti.
- 4) Své výsledky v *DATA STUDIO* uložte (nabídka *File* → *Save Activity As...*) na místo, které máte vyhrazeno k ukládání svých souborů.

Informační zdroje

- http://www.pasco.com/prodCatalog/PS/PS-2125_pasport-temperature-sensor/index.cfm
- <http://www.pasco.com/family/datastudio/index.cfm>
- http://www.pasco.com/prodCatalog/ps/ps-2008_spark-science-learning-system/index.cfm
- <http://www.vscht.cz/anl/matejka/Chemie07-reakce-energetika.pdf>
- <http://www.fch.vutbr.cz/~klucakova/termodynamika-6.pps>
- <http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/>

Hodnocení výsledků

- Sestavili a použili studenti měřicí aparaturu správně?
- Postupovali korektně podle pracovního postupu?
- Porozuměli studenti uvedené problematice?
- Vypracovali studenti správně své pracovní listy?
- Připravili studenti potřebné roztoky správně?
- Došli studenti k závěru, že čím je větší koncentrace peroxidu vodíku, tím větší teplo se při reakci uvolní?
- Odečetli studenti správně hodnoty minimálních a maximálních teplot z naměřených závislostí?

Syntéza a závěr

Poté, co studenti vyplní své pracovní listy, společně shrneme získané poznatky o reakčním teple. Popíšeme souvislost mezi koncentrací výchozí látky a množstvím uvolněného tepla.