

Stechiometrie chemické reakce

pracovní návod s metodickým
komentářem pro učitele
připravil M. Škavrada

chemie

02

úloha číslo

Cíle

Cílem tohoto laboratorního cvičení je stanovení stechiometrie chemické reakce hydrogenuhličitanu sodného s kyselinou chlorovodíkovou na základě měření tlaku oxidu uhličitého.

Podrobnější rozbor cílů

- Použít odpovídající instrumentální vybavení – senzor absolutního tlaku.
- Připravit roztok kyseliny chlorovodíkové a potřebné navážky hydrogenuhličitanu sodného.
- Proměřit časovou závislost tlaku oxidu uhličitého pro různé navážky hydrogenuhličitanu sodného.
- Ze změřených závislostí určit maximální hodnoty tlaku.
- V tabulkovém procesoru vynést závislost tlaku oxidu uhličitého na hmotnosti hydrogenuhličitanu sodného.
- Na základě této závislosti určit látkové množství hydrogenuhličitanu sodného ekvivalentního látkovému množství kyseliny chlorovodíkové.

Zadání úlohy

Stanovte stechiometrii chemické reakce hydrogenuhličitanu sodného NaHCO_3 s kyselinou chlorovodíkovou HCl na základě měření tlaku vznikajícího oxidu uhličitého pro různé navážky NaHCO_3 při konstantním látkovém množství HCl . Na základě časových závislostí tlaku určete ekvivalentní látkové množství NaHCO_3 .

Technická úskalí, tipy a triky

Pro urychlení úlohy je praktické připravit 0,5 M roztok kyseliny chlorovodíkové pro všechny pracovní skupiny.

Pomůcky

počítač s USB portem; PASPORT USB Link (Interface) nebo Xplorer nebo SPARK jako Interface; PASPORT senzor absolutního tlaku; software DataStudio; 0,5 M roztok HCl (250 ml); hydrogenuhličitan sodný NaHCO_3 (5 g); destilovaná voda (250 ml); pipeta 10 ml; pipeta 25 ml; pipetovací nástavec; promývací baňka (tělo) 250 ml; odpadní kádinka 250 ml; gumová zátka s otvorem; pravouhlé skleněné kolínko; gumová hadička; pracovní návod; pracovní list; ochranné pracovní pomůcky

Zařazení do výuky

Laboratorní úlohu je vhodné zařadit především v rámci učiva obecné chemie (chemické reakce), v anorganické chemii (reakce sloučenin alkalických kovů). V učivu základní školy může být úloha použita jako demonstrační při výuce tématu látkové množství, chemické reakce.

Časová náročnost

Dvě vyučovací hodiny, tj. 2×45 min.

Návaznost experimentů

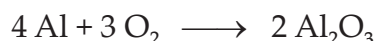
Tato úloha může navazovat na další úlohy týkající se tématu chemické reakce, popř. jako úlohu navazující můžeme zvolit chemickou reakci se složitější stechiometrií.

Mezipředmětové vztahy

fyzika – tlak

Teoretický úvod

Chemická reakce je děj, při kterém se výchozí látky, tj. reaktanty přeměňují na produkty. Schematicky zapisujeme chemickou reakci chemickou rovnicí. Každá taková chemická rovnice vyjadřuje poměr látkových množství všech reakčních komponent (tj. reaktantů i produktů), takže vystihuje chemický děj i po stránce kvantitativní. Zmíněný poměr látkových množství reakčních komponent potom nazýváme stechiometrie. Na základě stechiometrie jsme schopni odvodit, jaká množství látek do reakce vstupují nebo z ní vystupují. Z uvedeného vyplývá, že každá chemická reakce musí být vyčíslena. Stechiometrii můžeme demonstrovat na následující chemické reakci:

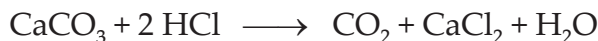


Pro jednotlivé reakční poměry potom platí:

$$\frac{n(\text{Al})}{n(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{4}{2} = \frac{2}{1} \quad \text{a také} \quad \frac{n(\text{Al})}{n(\text{O}_2)} = \frac{4}{3} \quad \text{a také} \quad \frac{n(\text{Al}_2\text{O}_3)}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{3}$$

Pomocí látkového množství hliníku můžeme vypočítat ekvivalentní (ze stechiometrie si odpovídající) látková množství kyslíku nebo oxidu hlinitého. Budeme-li uvažovat, že do reakce vstupuje 27 g Al, tj. 1 mol, je na jeho úplné zreagování potřeba 24 g O₂, tj. 0,75 mol a reakcí vznikne právě 51 g Al₂O₃, tj. 0,5 mol.

Při rozpouštění vápence CaCO₃ v kyselině chlorovodíkové HCl podle reakce



vzniká oxid uhličitý, jehož tlak je snadno měřitelný. Čím více vápence zreaguje, tím více oxidu uhličitého vznikne a měřený tlak bude mít vyšší hodnoty. Při dosažení stechiometrického (ekvivalentního) nebo vyššího látkového množství vápence nemůže více oxidu vzniknout a tlak tak nedosáhne vyšší hodnoty. Z poměru látkového množství vápence a kyseliny chlorovodíkové lze snadno určit reakční stechiometrii.

Motivace

Motivační část hodiny můžeme začít netradičně, příkladem z běžného života. Pokud připravujeme jednoduchý obložený chléb, pak pro jeho přípravu potřebujeme plátek chleba a 2 kolečka šunky. Aby nezbyl chléb ani šunka, je nutné zachovat poměr 2:1, tj. 2 kolečka šunky na 1 plátek chleba. Bude-li málo chleba, budeme mít šunku navíc a naopak, při nedostatku šunky zbudeme „suchý“ chléb. Na základě tohoto příkladu pak uveďte podobnost s danou chemickou reakcí se stechiometrií 2:1.

Bezpečnost práce

Pracujte pečlivě a v souladu s pracovním návodem. Kyselinu chlorovodíkovou pipetujte pouze pipetovacím nástavcem. V laboratoři používejte ochranné brýle, plášť a případně další pomůcky v souladu se správnou laboratorní praxí.

Technická úskalí, tipy a triky

Kyselina chlorovodíková (HCl)

způsobuje poleptání. Dráždí dýchací orgány. Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc. Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít. V případě úrazu, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc.

Třída nebezpečnosti C.

R 34-37

S 26-36/37/39-45

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.

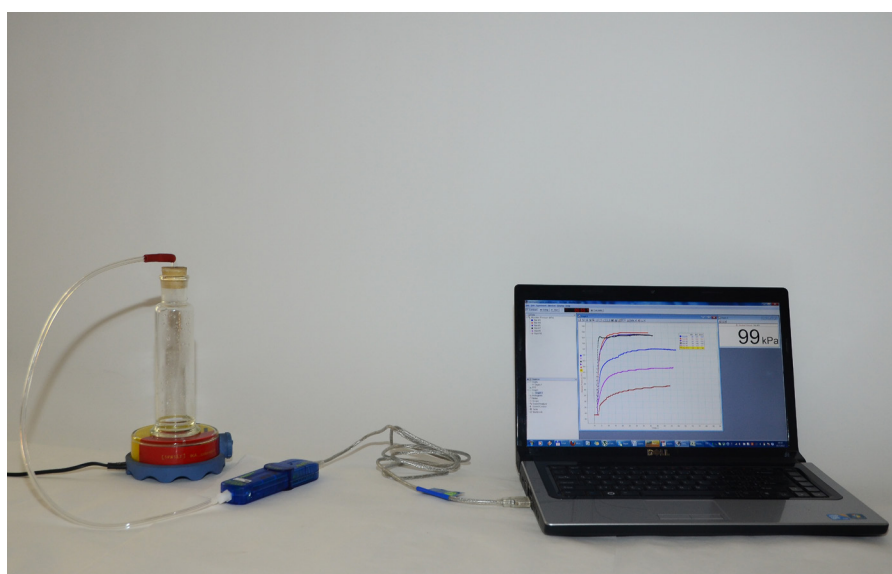
Postup práce

Nastavení HW a SW

Připojte PASPORT senzor absolutního tlaku přes USB link (obrázek 1) k počítači nebo využijte propojení přes zařízení SPARK a otevřete odpovídající soubor DataStudia s nastavením parametrů (**ch02_stechiometrie_chemicke_reakce.ds**). Tento dokument je dostupný na webu www.expoz.cz.

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.



Obr. 1: Zapojení měřicí soustavy

Příprava měření

Příprava roztoku HCl

Připravte si roztok 0,5 M HCl (pokud není k dispozici). Do 250 ml odměrné baňky nalijte asi 100 ml destilované vody. Odměřte 11 ml 35% HCl, baňku promíchejte a doplňte do 250 ml.

Vlastní měření a záznam dat

- 1) Do připravené promývací baňky odměřte 5 ml 0,5 M HCl a vhodte míchadélko magnetického míchadla. Zapněte magnetické míchadlo, nastavte vhodné otáčky. Dále navažte 0,05 g NaHCO₃. Hadičku tlakového senzoru připojte na skleněné kolínko, které prochází gumovou zátkou. Co nejrychleji vsypte navážku NaHCO₃ do promývací baňky, kterou okamžitě utěsněte gumovou zátkou. V tomto okamžiku spusťte měření.
- 2) Zaznamenávání dat zahajte kliknutím na tlačítko *START*. Tlačítko *START* se změní na tlačítko *STOP*. Měřte časovou závislost absolutního tlaku až do ustálení maximální hodnoty, asi 40–50 s. Poté klikněte na tlačítko *STOP*.

Technická úskalí, tipy a triky

Pro co nejpřesnější měření je nutné, aby bylo zahájení reakce a spuštění měření prováděno pro všechny navážky NaHCO₃ stejným způsobem. Dále dávejte pozor, aby částice NaHCO₃ nezůstávaly na stěně baňky.

- 3) Po ukončení měření vypláchněte promývací baňku destilovanou vodou. Poté vodu z baňky „vyklepejte“, aby nedošlo k ředění 0,5 M HCl v následujícím pokusu.
- 4) Body 1 až 3 opakujte pro navážky 0,10 g; 0,15 g; 0,20 g; 0,25 g a 0,30 g.

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 správně roztok HCl a navážili správně potřebná množství NaHCO_3 ?
- Sestrojili studenti správně graf?
- Odečetli studenti správně ekvivalentní množství NaHCO_3 ?

Syntéza a závěr

Poté, co studenti vyplní své pracovní listy, společně shrneme získané poznatky o reakční stechiometrii a možnosti jejího měření.

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 hodnoty tlaku. Minimální hodnota tlaku odpovídá tlaku pro množství 0,00 g NaHCO_3 .
- 2) Zjištěné hodnoty zaznamenejte do pracovního listu a v tabulkovém procesoru, např. Microsoft Excel sestrojte graf závislosti absolutního tlaku na hmotnosti NaHCO_3 . Excelovský soubor na vyhodnocení dat si můžete stáhnout na webu www.expoz.cz.
- 3) Své výsledky v *DATA STUDIUM* uložte (nabídka *File* → *Save Activity As...*) na místo, které máte vyhrazeno k ukládání svých souborů.

Informační zdroje

- http://www.pasco.com/prodCatalog/PS/PS-2107_pasport-absolute-pressure-sensor/
- <http://www.pasco.com/family/datastudio/index.cfm>
- http://www.pasco.com/prodcatalog/ps/ps-2008_spark-science-learning-system/index.cfm
- <http://www.kch.tul.cz/filebrowser/download/133901>