

Cíle

Získání představy o širších souvislostech při reakci kyselinotvorného oxidu s rozpuštěnou zásaditou látkou.

Podrobnější rozbor cílů

- Odvodit, který z vydechovaných plynů bude se zásaditou látkou reagovat.
- Zapsat chemickou rovnici probíhajícího děje.
- Seznámit se se způsobem měření vodivosti a pH.
- Seznámit se s možnostmi sledování změn pH s využitím acidobazických indikátorů.
- Zařadit reakci v souvislosti s klesající vodivostí (srážecí reakce).
- Zařadit reakci v souvislosti se změnou pH (acidobazická reakce).
- Odvodit barevnost acidobazického indikátoru fenolftaleinu v různém prostředí, včetně přibližného bodu barevného přechodu.

Zadání úlohy

Z několika různých pohledů prostudujte reakci probíhající mezi jedním z vydechovaných plynů a roztokem hydroxidu vápenatého.

Technická úskalí, tipy a triky

Podle toho, jakým „pohledům“ na reakci se chceme věnovat, můžeme zařadit různá čidla. Nabízí se například vodivostní čidlo, pH elektroda, teploměr, iontově selektivní elektroda pro Ca^{2+} ionty, čidlo rozpuštěného CO_2 , a další. V rámci tohoto experimentu použijeme první tři zmiňovaná čidla.

Pomůcky

PASCO senzor vodivosti (PS-2116A), PASCO pH senzor s teploměrem (PS-2147), datalogger PASCO SPARK či Xplorer GLX, popř. USBlink (2×), USB kabel, počítač se SW PASCO Capstone + datavideoprojektor pro zobrazení před třídou, odměrný válec 250 ml, pipeta 5 ml, kádinka 250 ml, silikonová hadička 40 cm, magnetická míchačka (magnetické míchadélko je součástí senzoru vodivosti), stojan, svorka pro uchycení čidla (3×), izolapa, nůžky, chemikálie (dest. voda, nasycená vápenná voda – $\text{Ca}(\text{OH})_2$, indikátor fenolftalein (1% ethanolový roztok), kalibrační pufrы pH = 4 a pH = 7, popisovač (lihový fix), pracovní návod, pracovní list

Zařazení do výuky

Tato demonstrační úloha sleduje neutralizační reakci z několika různých pohledů. Je tudíž vhodná k zařazení v rámci témat jako: kyseliny a hydroxidy, chemické reakce – klasifikace chemických reakcí, chemické reakce – srážecí, p-prvky a jejich sloučeniny, chemie uhlíku, biochemie – metabolismus – dýchání.

ZŠ: demonstrace; SŠ: demonstrace, lab. cvičení

Časová náročnost

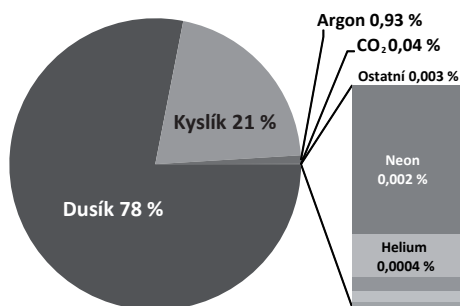
Délka demonstračního experimentu – do 10 minut.

Návaznost experimentů

Na tuto úlohu se dá velice dobře navázat praktickým cvičením s úlohami č. 1 (Elektrická vodivost elektrolytů) a č. 7 (Měření pH elektrolytů, hydrolyza solí).

Mezipředmětové vztahy

geologie (vápenec, krasové jevy); biologie (dýchání, aerobní metabolismus)



Videonávod

K této úloze je na adrese www.expoz.cz dostupný videonávod.

Příprava vápenné vody

Vápennou vodu můžeme připravit také např. rozpuštěním asi 1,5 g CaO v 1 l horké destilované vody. Po promíchání necháme roztok zchladnout. Vzniklou suspenzi přefiltrujeme.

Pozor na vodivostní čidlo

Pozor na dostatečné ponoření vodivostního čidla – hladina musí být nad malým otvorem, u kterého jsme přilepovali teplotní čidlo. Při ponoření je vhodné s čidlem několikrát pohnout nahoru a dolů, abychom vypudili vzduchové bubliny.

Teoretický úvod

V atmosféře naší planety převládá především **dusík** (78 %) následován **kyslíkem** (21 %). Daleko za touto dvojicí je **argon** (1 %) a **oxid uhličitý** (0,039 %). Zvyšování obsahu posledního jmenovaného plynu je spojováno s celou řadou jevů, ať už pozitivních, či negativních. My se zaměříme především na jeho chemické vlastnosti. Jaký zdroj CO₂ k našemu experimentu použít? Samozřejmě bychom mohli vycházet např. z reakce uhličitanu se silnou kyselinou. Pokud ale chceme zdůraznit jeden z přirozených zdrojů CO₂, můžeme využít skutečnosti, že v námi vydechovaném vzduchu je koncentrace CO₂ výrazně vyšší než v atmosféře (ve vydechovaném vzduchu cca 4 %).

Další výchozí látkou pro nás bude nasycená **vápenná voda**, což není nic jiného, než roztok **hydroxidu vápenatého**.

Vlastní experiment založíme na vydechování demonstrátora do připraveného roztoku, ve kterém budeme sledovat několik veličin. První z nich bude **vodivost**. Další pak **pH** (kyselost/zásaditost). Do třetice umístíme do roztoku **teplotní čidlo** a přidáme navíc ještě indikátor **fenolftalein**. Můžeme tak sledovat průběh reakce z několika různých pohledů.

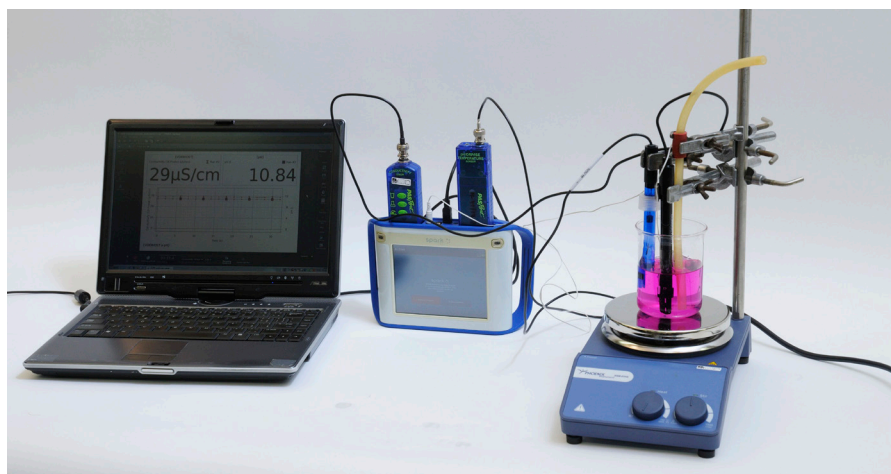
Bezpečnost práce

Pracujte pečlivě a v souladu s pracovním návodem. S chemikáliemi zacházejte vždy v souladu s instrukcemi na obalu. Nikdy nepipetujte ústy. V laboratoři používejte ochranné brýle, plášť a případně další pomůcky v souladu se správnou laboratorní praxí.

Ca(OH)₂ (C, R 35, S 26-36/37/39-45)

Příprava úlohy

Provedení experimentu je technicky jednoduché. Vzhledem k tomu, že všichni žáci budou demonstrační experiment sledovat na jednom místě, je dobré uspořádat všechny propojovací kabely tak, aby nebránily pohledu ze všech částí třídy.



Obr. 1: Uspořádání experimentu na pracovní ploše

Postup práce

- 1) Do 250 ml kádinky napipetujte 5 ml nasyceného roztoku Ca(OH)₂. Přidejte 150 ml destilované vody.

- 2) Kádinku umístěte na magnetické míchadlo a přidejte několik kapek fenolftaleinu.
- 3) Ke kádince si na stojan připravte tři držáky. Do jednoho z nich rovnou upněte hadičku, která by měla dosahovat téměř na dno kádinky a přitom umožňovat pohodlné vydechování spolupracujícího žáka. Do dalších dvou držáků později upněte vodivostní čidlo a pH elektrodu.
- 4) Na čidlo vodivosti nasadte míchadélko, které je dodáváno jako příslušenství čidla (viz obr. 2).
- 5) Kouskem izolepy přilepte k vodivostnímu čidlu teploměr, a to tak, abyste nezalepili otvor v těle čidla (viz obr. 2).
- 6) K dataloggeru PASCO SPARK, který použijete pouze jako interface pro spojení s počítačem, připojte vodivostní čidlo a čidlo teploměru.
- 7) Následně připojte k dataloggeru čidlo pH elektrody.
- 8) Nyní je třeba provést kalibraci pH elektrody (postup je popsán v následující kapitole „Nastavení HW a SW“).

Nastavení HW a SW

- 1) Zapnutý datalogger PASCO SPARK s připojenými čidly propojte s vaším počítačem USB kabelem.
- 2) Spusťte SW *Capstone* a na záložce *Hardware setup* zkontrolujte, zda vidíte korektně všechna připojená čidla.
- 3) Otevřete soubor **ch11-dychani_do_vody-sablona.cap** (soubor je dostupný na adrese www.expoz.cz).
- 4) Zkalibrujte pH elektrodu.
 - a) Vyjměte elektrodu ze skladovacího roztoku a opláchněte ji destilovanou vodou
 - b) Ponořte elektrodu do kalibračního pufru pH = 4.
 - c) V SW PASCO *Capstone* přejděte na záložku *Calibration* a v horní nabídce (krok 1) vyberte *pH* a klikněte na tlačítko *Next*.
 - d) Ponechte zaškrtnutou volbu *pH Measurement* a klikněte na *Next*.
 - e) Z další části (krok 3) vyberte *Two Standards* a klikněte na *Next*.
 - f) Nyní zadejte do políčka *Standard Value* hodnotu pH vašeho kalibračního pufru, ve kterém je elektroda právě ponořená (tedy 4), a klikněte na tlačítko *Set Current Value to standard Value*. Poté klikněte opět na *Next*.
 - g) Vyjměte elektrodu z kalibračního roztoku a opláchněte ji destilovanou vodou. Ponořte elektrodu do druhého kalibračního pufru (pH = 7) a opakujte výše uvedený krok pro tento pufr.
 - h) Následně klikněte na tlačítko *Finish*. Tím je kalibrace dokončena.

Příprava měření

- 1) V SW *Capstone* si zobrazte titulní stránku (*Průběh experimentu*).
- 2) Do dvou zbývajících držáků nad kádinkou upněte pH elektrodu a vodivostní čidlo s nalepeným teploměrem. Obě čidla musí být dostatečně ponořena pod hladinou.

Vlastní měření a záznam dat

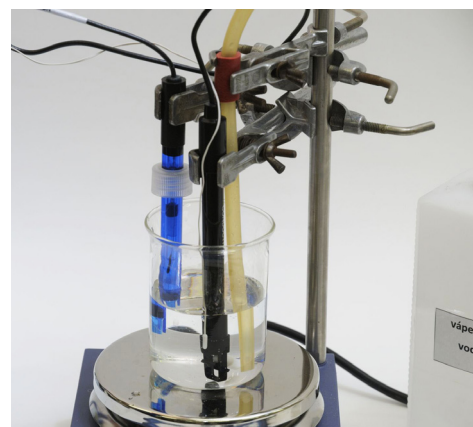
- 1) Spusťte magnetickou míchačku a v SW *Capstone* klikněte v dolní levé části na tlačítko *Record*.
- 2) Vyzvěte demonstrujícího žáka, aby začal pomalu dýchat (bublat) do studovaného roztoku. Bublání musí být plynulé a ne příliš intenzivní, aby roztok nevystříkl z kádinky ven (žák má laboratorní brýle!).



Obr. 2: Přilepení teploměru a nasazení míchadélka na konec čidla



Obr. 3: Zapojení čidel na dataloggeru



Obr. 4: Připojená čidla a hadička vnořená do kádinky (před přidáním indikátoru fenolftaleinu)

Jak dlouho žák vydechuje

Žák se v průběhu experimentu normálně nadechuje. Vydechuje vždy pomalu do připravené hadičky. Celková doba potřebného bublání se pohybuje kolem 3–5 minut.

- 3) Sledujte průběh experimentu na grafu časového záznamu změny vodivosti a pH.
- 4) Sledujte také, zda nedošlo k výrazné změně barvy roztoku v kádince. Zaznamenejte si případný čas takovéto změny.

Analýza naměřených dat

- 1) Po ukončení experimentu se přepněte na stránku *Analýza obecná*. Zde najdete všechny tři měřené závislosti – vodivost, teplota, pH.
- 2) Doplňte bod, který časově odpovídá případné barevné změně roztoku.

Hodnocení výsledků

V rámci vyhodnocení experimentu dáme do vzájemného vztahu změny vodivosti, pH, teploty a barevnosti. Zapišeme také chemickou rovnici a přiřadíme sledovaný chemický děj k určitému typu reakcí.

Syntéza a závěr

Na závěr je vhodné žákům shrnout:

- Proč můžeme použít vydechovaný vzduch jako zdroj oxidu uhličitého.
- K jakým dějům při studované reakci dochází a jak je můžeme zapsat a klasifikovat.
- Jakým způsobem měříme vodivost a pH, co nám tyto hodnoty říkají.
- Co jsou to acidobazické indikátory a k čemu slouží.
- Jaká látka při studované reakci vzniká a kde se s ní můžeme setkat.

Hodnocení práce žáků

- Nastudovali si žáci teorii předem?
- Sestavili a použili žáci měřicí aparaturu správně?
- Postupovali žáci korektně podle pracovního návodu?
- Porozuměli žáci uvedené problematice?
- Vypracovali žáci správně své pracovní listy?
- Získali žáci předpokládané výsledky?
- Interpretovali žáci výsledky správně?
- Shrnuli žáci nové poznatky v závěru?

Informační zdroje

- <http://cs.wikipedia.org/wiki/CO2>
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Chemick%C3%A1_reakce
- GREENWOOD, N a Alan EARNSHAW. *Chemie prvků*. 1. vyd. Praha: Informatorium, 1993. ISBN 80-85427-38-9, kapitoly o uhlíku a vápníku.
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fenolftalein>