

Kyselý dešť

Jakub Jermář

Výstup RVP: žák se orientuje v přípravě různých látek, v jejich využívání v praxi a v jejich vlivech na životní prostředí a zdraví člověka; žák využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii

Klíčová slova: pH, kyselost, CO_2 , SO_2 , rozpustnost plynů

Laboratorní práce

Doba na přípravu:

5 min

Doba na provedení:

45 min

Obtížnost:

nízká

Úkol Zjistěte vliv rozpuštěných plynů na pH vody.

Pomůcky LabQuest, senzor pH Vernier, vysoká sklenice s 50–100 ml čisté vody, brčko

Teoretický úvod Některé oxidy – například oxid siřičitý (SO_2) a oxid uhličitý (CO_2) – se rozpouštějí ve vodě za vzniku příslušné kyseliny (kyselina siřičitá H_2SO_3 , resp. kyselina uhličitá H_2CO_3).



Tyto kyseliny pak ve vodě disociují, tj. uvolňují ion H^+ .



Zvýšené množství (a aktivitu) takto uvolněných iontů H^+ vnímáme/označujeme/měříme jako kyselost vody, je-li naopak množství (a/nebo aktivita) iontů H^+ snižené, mluvíme o zásaditosti.

Je-li v ovzduší zvýšená koncentrace takového oxidu, dochází k jeho rozpouštění například v mracích a následně dešťových kapkách, čímž dochází k okyselení dešťové vody. Zejména některé rostliny pak trpí, jsou-li zkrápěny takto kyselým deštěm.

V České republice byly značné problémy s kyselými dešti v druhé polovině dvacátého století zejména v severních Čechách. Nacházejí se zde rozsáhlé hnědouhelné pánve, u nichž byly postaveny elektrárny spalující vytěžené uhlí (jde o elektrárny Ledvice, Počerady, Prunéřov, Tisová a Tušimice). Hnědé uhlí obsahuje kromě uhlíku také značné množství síry (až několik procent hmotnosti např. ve formě pyritu FeS_2 či jako součást organických sloučenin). Spalováním hnědého uhlí tak vznikají kromě oxidu uhličitého také oxidy síry (zejména oxid siřičitý), ale i mnohé další nežádoucí produkty - oxidy dusíku (důsledek přítomnosti vzdušného dusíku při spalování), popílek atp.

V devadesátých letech 20. století došlo k tzv. odsíření výše uvedených elektráren (tak, aby splňovaly nové zákonné limity), čímž došlo ke snížení vypouštěných oxidů síry na méně než desetinu původního množství, situace se tedy výrazně zlepšila. Vliv kyselých dešťů v minulosti je však dodnes patrný např. na smrkovém porostu v některých částech Krušných hor.

Rozpouštění některých oxidů ve vodě si nejsnáze demonstrujeme na rozpouštění CO_2 , je-li ho dostatek ve vydechaném vzduchu (zatímco čistý nevydýchaný vzduch obsahuje průměrně 0,04 % CO_2 , ve vzduchu, který člověk vydechuje, může být množství CO_2 i několik procent).



Kyselé deště



Obr. 1 – zničený les v Krušných horách. Autor: bdk.

- Vypracování**
1. Čidlo kyselosti připojíme k LabQuestu, automaticky tak dojde k rozpoznání čidla a přednastavení experimentu (doba měření 2 minuty, vzorkování 1 vzorek za 2 s neboli 0,5 Hz). Hlavici čidla vyjmeme ze skladovacího roztoku (pozor, ať lahvičku s roztokem nevylijeme!), opláchneme a ponoříme ji do sklenice s vodou. Vody ve sklenici necháme co nejméně – stačí, aby hlavice pH čidla byla zhruba 1–2 cm pod hladinou vody.
 2. Do sklenice s vodou umístíme také brčko. Je vhodné, aby sklenice byla úzká (aby množství vody bylo spíše menší – velikost efektu okyselení bude alespoň ze začátku nepřímo úměrná množství vody) a vysoká (aby voda necákala ven).



Obr. 2 – připravený experiment

3. **Takto připravený experiment necháme alespoň několik minut (lépe déle) relaxovat!**
Pomůže to v několika ohledech:
 - Čidlo vytažené z kyselého skladovacího roztoku se přizpůsobí prostředí (chvilku trvá, než se přes skleněnou elektrodu ustaví rovnováha).
 - Z vody vyprchá či se do ní rozpustí CO_2 z okolního vzduchu, ustanoví se alespoň přibližně dynamická rovnováha.
 - Voda se ohřeje na teplotu okolí (ve vodovodním potrubí bývá teplota často nižší).

4. Spustíme měření (tlačítkem s trojúhelníčkem „play“ na LabQuestu) a foukáním do brčka „bubláme“ vydechovaný vzduch skrz vodu. Již po několika desítkách sekund bude pokles pH jasně měřitelný. Obvykle dochází k poklesu o zhruba 0,5 po 2 minutách bublání.

Náše počáteční hodnota pH vody ve sklenici:

Hodnota pH vody ve sklenici po 2 minutách bublání:

Došlo k pH o, koncentrace iontů H^+ resp. H_3O^+ se tedy změnilakrát.

(pozn.: Ve skutečnosti měříme aktivitu iontů, nikoli přímo jejich koncentraci, výsledek ohledně změny koncentrace je tedy spíše přibližný.)

5. Pokud nám zbude nějaký čas, zkusme experimentálně ověřit a případně i vysvětlit

– Jak závisí pokles pH na délce (době) bublání?
Budu-li bublat déle, stane se....

– Jak závisí pokles pH na množství vody ve sklenici?
Je-li vody ve sklenici více, projeví se to....

– Jak závisí pokles pH na teplotě vody?
Bublání do teplé a studené vody se liší ...

– Co se stane, nechám-li aparaturu delší dobu relaxovat?
Když nechám sestavenou aparaturu po experimentu přes noc stát, dojde k ...

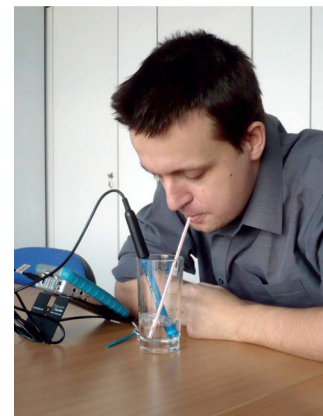
Závěr Ověřili jsme vliv rozpouštěného plynu CO_2 na kyselost vodního roztoku, přičemž jsme zjistili:

Kyselé deště

Jakub Jermář

Záludnosti, na něž je potřeba dát pozor

- množství rozpuštěného CO_2 ovlivňuje teplota vody (obecně rozpustnost plynů s rostoucí teplotou klesá)
- počáteční pH vody (příliš kyselou vodu již dále neokyselíme, resp. vliv rozpouštění CO_2 bude zanedbatelný)
- CO_2 se bude z vody na hladině rovněž uvolňovat zpět do vzduchu, takže necháme-li vzorku dostatek času, bude se vracet množství rozpuštěného CO_2 a tedy i kyselost vody směrem k původním hodnotám; na měření to občas bývá patrné již po několika minutách, kdy již „neubláme“
- bude-li dobrovolník dýchat hodně usilovně, může se mu začít „točit hlava“ (obdobný stav lze zažít například při usilovném rozdmýchávání ohně foukáním), je tedy třeba jej při pokusu usadit a dbát na jeho bezpečnost
- pH závisí také na teplotě (s rostoucí teplotou roste aktivita iontů, tedy **klesá** její **záporně vzatý** logaritmus = **klesá pH**), přičemž v důsledku dýchání teplého vzduchu do vody vzorek skutečně trochu ohřejeme; tento jev je však znatelně slabší než efekt rozpouštění CO_2 ve vodě; celý jev ještě trochu komplikuje fakt, že rozpustnost CO_2 ve vodě s rostoucí teplotou klesá; snažíme se tedy, aby voda měla na počátku teplotu okolí či mírně vyšší, aby se foukáním teplého vzduchu ohřála co nejméně



Jak nastavit delší čas měření

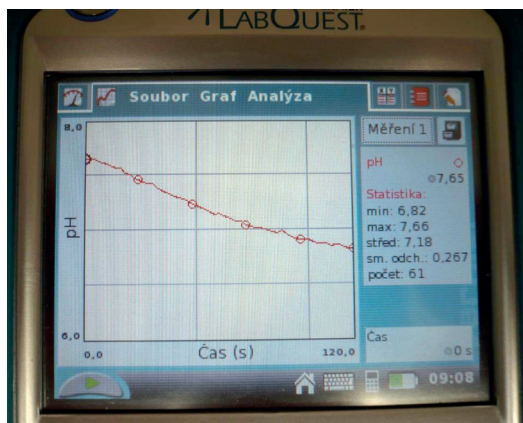
Může se stát, že budeme chtít změnit parametry experimentu (např. měřit déle než přednastavených 120 s). V takovém případě ťukněte plastovým perem nebo prstem do oblasti **Režim**→**Frekvence**→**Trvání** (obr. 3) a změňte hodnoty v příslušných políčkách (obr. 4 – A). Pokud se automaticky neobjeví softwarová klávesnice, můžete ji vyvolat ťuknutím na příslušnou ikonu (obr. 4 – B).



Obr. 3 – nastavení měření na LabQuestu



Obr. 4 – nastavené délky měření



Obr. 5 – naměřené hodnoty