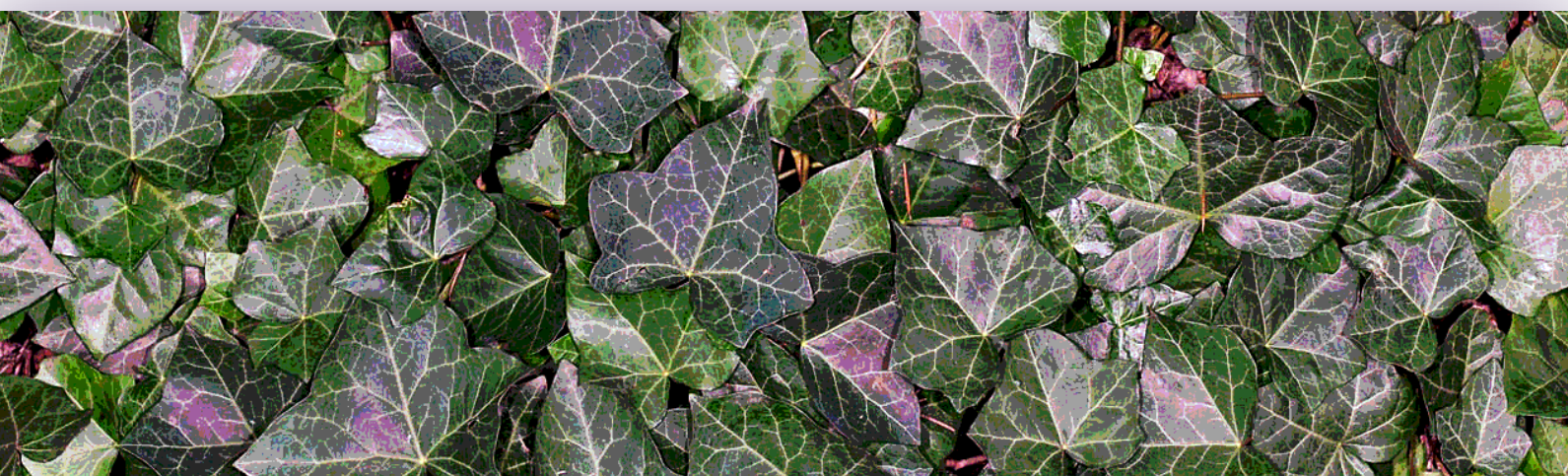
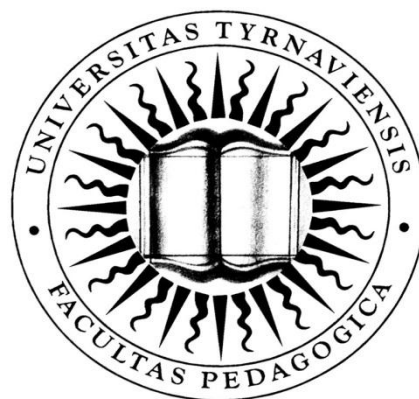


biológia ekológia chémia



časopis pre školy
ročník 16
číslo 3 – 4
2012

biológia ekológia chémia

časopis pre školy
ročník 16
dvojčíslo 3 – 4
2012

ISSN 1338-1024

rubriky

DIDAKTIKA PREDMETU

návrhy na spôsob výkladu učiva,
interpretovanie skúseností z vyučovania,
organizovanie exkurzií, praktických cvičení
a pod.

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

odborné vedecké články, najnovšie
vedecké objavy, nové odborné publikácie
a pod.

NOVÉ UČEBNICE

nové učebnice z biológie, ekológie, chémie

INFORMUJEME A PREDSTAVUJEME

rozličné aktuálne informácie z rôznych
podujatí v oblasti školstva, informácie
z MŠ SR, z vedeckých inštitúcií, študijné
smery, odbory univerzít v SR, vedecké
pracoviská, uplatňovanie absolventov

NAPÍSA LI STE NÁM

námety, otázky čitateľov

OLYMPIÁDY A MIMOŠKOLSKÉ AKTIVITY

informácie o biologických a chemických
olympiádach, podnety na samostatnú
a záujmovú prácu žiakov mimo
vyučovacieho procesu

RECENZIE

posúdenie nových publikácií z odborov

OSOBNOSTI A VÝROČIA

profil osobností z chemických
a biologických vied, jubileá

NÁZORY A POLEMIKY

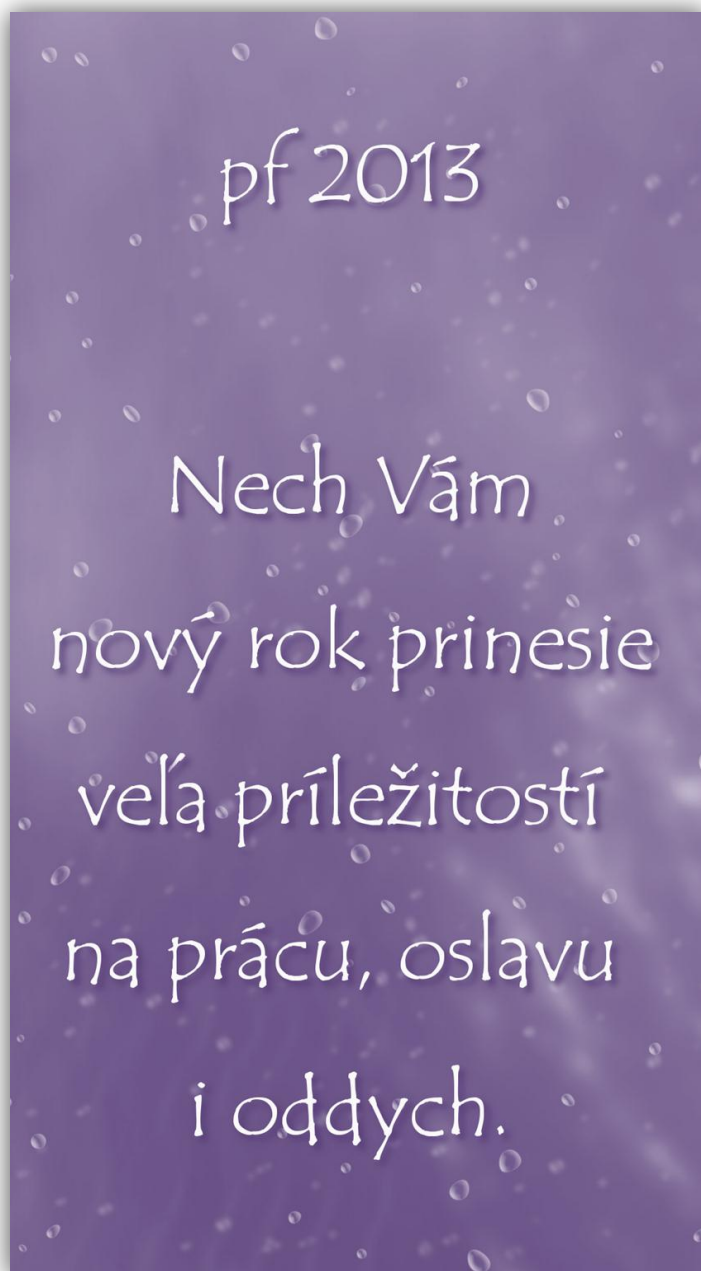
diskusie z korešpondencie čitateľov

NÁPADY A POSTREHY

rozličné námety použiteľné vo vyučovaní,
pripomienky k učebniciam, možnosti
používania alternatívnych učebníc, iných
pomôcok, demonštrovanie pokusov a pod.

PREČÍTALI SME ZA VÁS

upozornenie na zaujímavé články, knihy,
weby



pokyny pre prispievateľov

Príspevky musia byť dodané v elektronickej verzii na CD alebo mailom na adresu bech@truni.sk a jedna kópia v tlačenej podobe.

Príspevky píšete v textovom editore s výstupom vo formáte .rtf, .docx alebo .odt.

Autori na konci príspevku uvedú celé meno, priezvisko a titul, adresu pracoviska, pracovné zaradenie a na konci príspevku sa podpíšu.

Vedecké štúdie a odborné príspevky by mali mať rozsah 5 až 8 normostrán (jedna normostrana zodpovedá 30 riadkom po 60 znakov vrátane medzier). Príspevky informačného charakteru by nemali byť dlhšie ako 3 normostrany.

Zoznam literatúry je potrebné obmedziť len na najnutnejší rozsah a pramene citovať podľa normy STN ISO 690. Privítame dodanie obrazového materiálu v dobrej kvalite. Príspevky sú recenzované. Nevyžiadané rukopisy nevraciam.

vydavateľ

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Priemyselná 4
P. O. BOX 9
918 43 Trnava



redakcia

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Katedra chémie

editor čísla

PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

redakčná rada

prof. RNDr. Jozef Halgoš, DrSc.
prof. RNDr. Marta Kollárová, DrSc.
prof. RNDr. Eva Miadoková, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Záhradník, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.
prof. RNDr. Miroslav Prokša, CSc.
doc. RNDr. Zlatica Orsághová, CSc.
doc. Ing. Ján Reguli, CSc.
doc. RNDr. Ľudmila Slováková, CSc.
doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.
doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.
RNDr. Danica Černušáková, PhD.
RNDr. Ivan Varga, PhD.
RNDr. Jozef Tatiersky, PhD.
PhDr. Jana Višňovská

výkonní redaktori

Mgr. Lenka Cepková
Mgr. Romana Schubertová

Časopis Biológia, ekológia, chémie
vychádza štvrtročne a je bezplatne
prístupný na stránkach
<http://bech.truni.sk/>

ISSN 1338-1024



obsah

DIDAKTIKA PREDMETU

2

Digitálne technológie očami žiakov

5

Digitálne technológie vo vyučovaní prírodovedných predmetov

8

Ako „uhasiť“ pálenie záhy – príklad školského chemického experimentu s podporou výpočtovej techniky

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

12

Využitie sekundárnych metabolitov hyperforínu a hypericínu izolovaných z Hypericum perforatum v medicíne

14

Ancient DNA

16

Liany v lesnom ekosystéme

22

Krátky výlet do histórie chémie 2. časť: Vývoj chémie v 20. storočí dokumentovaný udelenými Nobelovými cenami

INFORMUJEME A PREDSTAVUJEME

26

Didaktici chémie sa opäť stretli v Smoleniciach

27

Záverečný seminár projektu Fibonacci v Smoleniciach

29

Letný tábor „Mladý prírodovedec“ v Banskej Bystrici

30

Komunikácia vedcov s verejnosťou a školami

OSOBNOSTI A VÝROČIA

33

Jubileum synantropnej botaniky na Slovensku

35

Dvadsať rokov Slovenskej ekologickej spoločnosti pri SAV

NOVÉ UČEBNICE

39

Nová učebnica biológie pre 2. ročník gymnázií a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom

NÁZORY A POLEMIKY

40

Poznámka k problému využívania prevzatých dokumentov v študentských prácach

Aj preto by sme sa vo vzdelávaní mali zamerať na rozvíjanie zručnosti a schopnosti, pretože tie nemožno len tak jednoducho nájsť na internete. Naším cieľom by malo byť vzdelávať a vychovať šťastných sebavedomých a úspešných ľudí. Škola by mala byť otvorená, flexibilná, pripravovať žiakov na praktický reálny život. Digitálne technológie nie sú všeliekom na problémy súčasného školstva, avšak v mnohých aspektoch pomáhajú učiteľom pôsobiť na rozvíjanie osobnosti žiakov. Problémy pri zavádzaní DT do vyučovania sú na jednej strane technického charakteru – naše školy stále nie sú dostatočne vybavené modernou technikou, ktorá by umožňovala učiteľom využívať digitálne technológie na ktorejkoľvek hodine. Na strane druhej, nie všetci učitelia sú pripravení na prácu s digitálnymi technológiami. Preto je potrebné neustále pracovať na nových metodikách využívania digitálnych technológií vo vzdelávacom procese a prispôbovať existujúce meniacim sa podmienkam.

Článok vznikol za podpory riešenia grantovej agentúry KEGA č. 021UK-4/2012 „Digitálne technológie vo vzdelávaní“.

Literatúra

CLAROLINE [Online]. [cit 2012-11-19] Dostupné na internete: <http://www.virtual-lab.sk/claroline/>
 ČIPKOVÁ, E., GREŠÁKOVÁ, J., GÁLOVÁ, T., KAROLČÍK, Š., UŠÁKOVÁ, K. 2009. *Majú videokonferencie miesto vo vyučovaní biológie?* In: *Technológia vzdelávania*, roč. XVII, č. 8, 2009, s. 3-6. ISSN 1335-003X
 EDUPAGE [Online]. [cit 2012-11-19] Dostupné na internete: <http://www.edupage.org/>

INDÍCIA [Online]. [cit 2012-11-19] Dostupné na internete: <http://www.indicia.sk/>
 FLAŠKÁR, J. a kol. 2010. *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete Biológia pre základné školy*. Učebný materiál – modul 3. pre Ústav informácií a prognóz školstva a vedy. Košice : Elfa, s.r.o., 1. vydanie, 260 s. ISBN 978-80-8086-152-0.
 JAVOROVÁ, K. a kol. 2010. *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete Chémia pre základné školy*. Učebný materiál – modul 3. pre Ústav informácií a prognóz školstva a vedy. Košice : Elfa, s.r.o., 1. vydanie, 283 s. ISBN 978-80-8086-157-5.
 KAROLČÍK, Š. 2004. *Využitie videokonferencií vo vzdelávaní budúcnosti*. In: *Technológia vzdelávania*. Nitra : Slovdidac, roč. XII, č. 2, 2004, s. 12 – 15. ISSN 1335-003X.
 KAROLČÍK, Š. 2012. *Základy tvorby a využitia didaktických testov a interaktívnych cvičení vo vyučovaní geografie*. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave, 113 s. ISBN 978-80-223-3192-0.
 KUBALIÁKOVÁ, K. a kol. 2010. *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete Geografia pre základné školy*. Učebný materiál – modul 3. pre Ústav informácií a prognóz školstva a vedy. Košice : Elfa, s.r.o., 1. vydanie, 279 s. ISBN 978-80-8086-155-1.
 LISÁ, V. a kol. 2010. *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete Chémia pre stredné školy*. Učebný materiál – modul 3. pre Ústav informácií a prognóz školstva a vedy. Košice : Elfa, s.r.o., 1. vydanie, 286 s. ISBN 978-80-8086-148-3.
 MÁZOROVÁ, H. a kol. 2010. *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete Geografia pre stredné školy*. Učebný materiál – modul 3. pre Ústav informácií a prognóz školstva a vedy. Košice : Elfa, s.r.o., 1. vydanie, 287 s. ISBN 978-80-8086-147-6.
 MVP [Online]. [cit 2010-11-11] Dostupné na internete: <http://www.modernizaciavzdelavania.sk/>
 UČIME PRE ŽIVOT [Online]. [cit 2012-11-12] Dostupné na internete: <http://www.ucimeprezivot.sk/>
 UŠÁKOVÁ, K. a kol. 2010. *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete Biológia pre stredné školy*. Učebný materiál – modul 3. pre Ústav informácií a prognóz školstva a vedy. Košice : Elfa, s.r.o., 1. vydanie, 252 s. ISBN 978-80-8086-144-5
 UŠÁKOVÁ, K., ČIPKOVÁ, E. 2012. Rozvíjanie kľúčových kompetencií a obsah vo vyučovaní biológie. In: *Biológia, ekológia, chémia*. Roč. 16, č. 1, 2012, s. 2 – 6. ISSN 1338-1024
 ÚSPESNÁ ŠKOLA [Online]. [cit 2012-10-14] Dostupné na internete: <http://www.uspesnaskola.sk/>

DIDAKTIKA PREDMETU

CHÉMIA

Ako „uhasiť“ pálenie záhy – príklad školského chemického experimentu s podporou výpočtovej techniky

RNDr. Marek Skoršepa, PhD.

Katedra chémie, Fakulta prírodných vied
 Univerzita Mateja Bela
 Banská Bystrica

Úvod

Už niekoľko rokov sa v rámci vyučovania prírodných vied, a teda aj chémie, vynárajú otázky potreby realizácie chemických experimentov prostredníctvom výpočtovej techniky. Hoci dnes už túto myšlienku v prírodovednom vyučovaní nie je možné považovať za novú, faktom zostáva, že tieto prístupy sú naozaj efektívne, ak sú aplikované vhodným spôsobom. Dokazujú to výsledky väčšiny výskumov zaoberajúcich sa rozličnými aspektami aplikácie reálnych počítačových experimentov vo vyučovaní prírodných vied (Nakhleh, Krajcik 1994, Tortosa, Pintó, Saez 2008, Heck et al. 2009, Deng et al. 2011).

Myšlienka počítačovej podpory školského experimentovania vznikla už na konci osemdesiatych rokov minulého storočia v USA, pričom najprv sa jednalo o aplikácie do vyučovania fyziky, neskôr aj do vyučovania chémie. Do stredoeurópskeho teritória sa táto problematika začala postupne dostávať približne od polovice deväťdesiatych rokov a stala sa predmetom skúmania aj viacerých našich a českých autorov (Bílek et al. 1997, Skoršepa, Melicherčík 2003, Tóthová, Prokša 2003, Bílek, Popper 2004, Stratilová Urváľková, Šmejkal 2009, Gašparík et al. 2012). Napriek tomu ani dnes ešte školské chemické experimentovanie s podporou počítača nie je

na našich školách bežnou praxou. Ešte v nedávnej minulosti bola najvýraznejšou príčinou tohto stavu pomerne nízka dostupnosť vhodného prístrojového vybavenia na tento účel pre naše školy. Odrádzala najmä vysoká cena jednotlivých tzv. školských meracích systémov.

V tomto smere sa však situácia postupne zlepšuje. Dnes sú už na niektorých školách dostupné rôzne typy meracích zariadení (napr. Coach, Vernier, Pasco, ISES, CBL 2 a ďalšie), ktoré tvoria základný technický predpoklad na realizáciu takéhoto druhu experimentov. Vhodné prístrojové vybavenie však nie je jedinou podmienkou na ich uskutočňovanie. Je potrebné splniť aj ďalšie požiadavky, predovšetkým postupne vytvárať príslušné materiály podporujúce takéto experimentovanie, a to jednak návody pre samotných žiakov, ale taktiež aj metodické materiály pre učiteľov, ako hlavných manažérov experimentálnej práce na školách. Bez týchto didakticky spracovaných materiálov nie je možné aplikovať súčasné prostriedky založené na výpočtovej technike do vyučovania prírodných vied efektívne.

V článku prinášame ukážku využitia digitálneho meracieho zariadenia pri realizácii experimentu sledujúceho proces neutralizácie žalúdočnej kyseliny rôznymi bežne dostupnými farmaceutickými prípravkami (*Skoršepa, Melicherčík 2001, Bettelheim, Landesberg 2010*). Efekt použitia takéhoto meracieho zariadenia sa prejaví najmä s ohľadom na to, že sa jedná o kontinuálne sledovanie zmeny hodnoty pH v čase. Reálne vykresľovanie grafu (na obrazovke počítača alebo displeji dataloggeru) z aktuálne zbieraných experimentálnych dát teda prináša žiakovi okamžitý „pohľad“ na priebeh procesu neutralizácie.

Súčasťou príspevku je nielen návod na realizáciu samotného experimentu, ale aj teoretická časť chemicko-biologického charakteru, ktorá by mohla poslúžiť jednak ako vhodné uvedenie žiaka do experimentálne riešenej problematiky, a zároveň ako motivačný činiteľ, ktorý pomôže vzbudiť jeho záujem o zodpovedanie počiatočnej otázky, ktorej vyriešenie je základným cieľom experimentu. Navrhujeme tiež niekoľko úloh a otázok, ktoré je možné zaradiť pred samotným experimentom a aj po jeho uskutočnení.

Realizácia experimentu

Prostredie v ľudskom žalúdku je značne kyslé. Žalúdočná šťava je z väčšej časti tvorená kyselinou chlorovodíkovou s koncentráciou približne $c = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Takéto kyslé prostredie je potrebné na denaturáciu bielkovín a aktiváciu enzýmov (napr. pepsín), ktoré sú zodpovedné za trávenie bielkovín. Na druhej strane, nadmerné množstvo žalúdočnej kyseliny môže spôsobovať problémy. Ak sa v žalúdku práve nenachádza potrava, kyselina chlorovodíková môže spôsobovať denaturáciu aj tých bielkovín, ktoré sú normálnou súčasťou žalúdočnej steny, čo môže viesť k vytvoreniu žalúdočných alebo dvanástnikových vredov.

Nadmernú kyslosť v žalúdku zvyčajne pociťujeme ako pálenie alebo tlak v samotnom žalúdku a hrudníku (v prípade refluxu). Tento pocit označujeme ako „pálenie záhy“. Na zmiernenie „pálenia záhy“ zvyčajne používame antacidá. Antacidum je medicínsky pojem označujúci látku, ktorá neutralizuje kyselinu (z gréckeho *anti* = proti a latinského *acidum* = kyselina).

Súčasné lekáreň ponúkajú množstvo rôznych typov antacid vo forme tabliet, práškov alebo gélov. Rozdielne antacidá zvyčajne obsahujú rozličné aktívne látky. To je dôvodom, prečo majú rozdielne antacidá rozdielnu účinnosť. Preto pacient, ktorý sa rozhoduje, ktoré antacidum si vybrať na zmiernenie jeho „pálenia záhy“, môže mať pri výbere pomerne ťažkú úlohu.

Aby sme takémuto pacientovi pomohli vyriešiť tento problém, potrebujeme poznať odpoveď na otázku:

Ktoré z antacid predávaných v lekárňach je najúčinnnejšie?

Pred realizáciou samotného experimentu je možné žiakom predložiť niekoľko jednoduchých úloh a otázok, ktoré súvisia s danou problematikou a zároveň im umožňujú využiť ich doterajšie vedomosti o kyselinách, zásadách, pH, neutralizácii a pod.

Napríklad:

1. Z nasledujúcich rôznych druhov potravín (s uvedenými hodnotami pH) vyberte tie, ktoré podľa vás môžu spôsobovať pálenie záhy. Zakrúžkujte ich a zdôvodnite svoj názor.

čaj (pH = 7,2)	varená biela ryža (pH = 6,0 – 6,7)
paradajky (pH = 4,0 – 4,4)	kravské mlieko (pH = 6,4 – 6,8)
sóda (pH = 2,0 – 4,0)	citrónová šťava (pH = 2,0 – 2,6)
tofu (pH = 7,2)	čierna káva (pH = 5,0 – 5,1)

2. Aký je podľa vás acidobázický charakter aktívnych látok používaných v antacidách?

Ak chceme v laboratórnych podmienkach simulovať procesy neutralizácie prebiehajúce v žalúdku, musíme si najprv vytvoriť laboratórny model ľudského žalúdka. Objem ľudského žalúdka sa mení v závislosti od jeho obsahu. Jeho maximálny objem sa však pohybuje okolo 1 dm^3 . Samozrejme, ľudský žalúdok nie je celý vyplnený

len žalúdočnou kyselinou, ale z väčšej časti obsahuje prijatú potravu. Na ilustráciu nášho prípadu môžeme uvažovať o účinku štandardnej dávky antacida v 150 cm^3 kyseliny chlorovodíkovej s koncentráciou $c = 0,01\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ (Shakhashiri, 1989).

Prístroje a pomôcky:

pH-meter (súčasť počítačového meracieho systému), kadička (250 cm^3), elektromagnetická miešačka s miešadlom, stojan, svorka, držiak

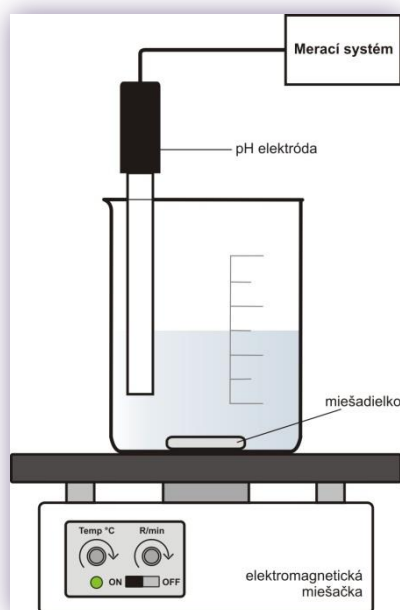
Materiál a chemikálie:

niekoľko rôznych druhov antacid dostupných v lekárňach, kyselina chlorovodíková ($c = 0,01\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$), roztoky potrebné na kalibráciu pH-metra

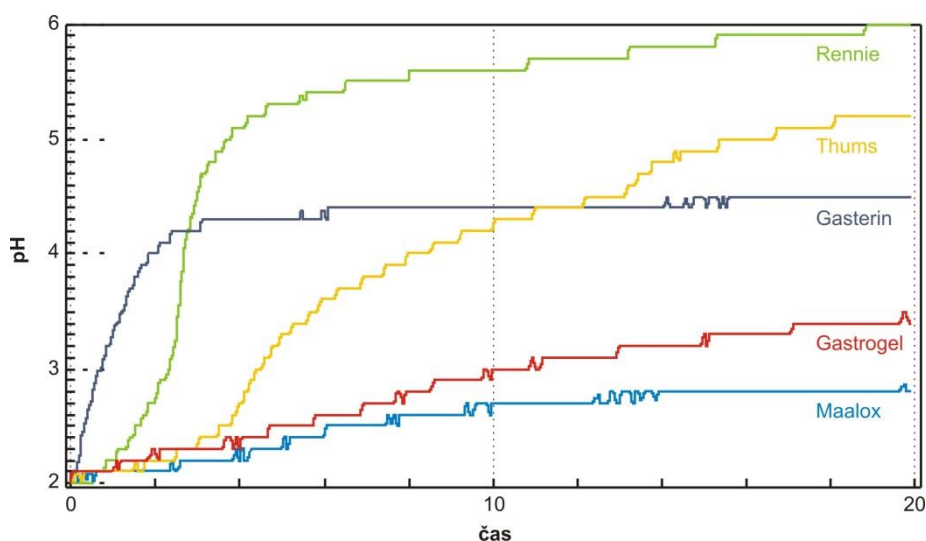
Postup:

1. Do kadičky objemu 250 cm^3 odmerajte 150 cm^3 roztoku HCl ($c = 0,01\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$).
2. Uskutočnite kalibráciu pH-metra (podľa postupu, ktorý uvádza výrobca vášho meracieho zariadenia). Opláchnite elektródu destilovanou vodou a ponorte ju do roztoku HCl v kadičke.
3. Na napodobenie prirodzených pohybov žalúdka reakčnú zmes počas celého experimentu miešajte pomocou elektromagnetickej miešačky pri veľmi nízkych otáčkach (do 100 ot./min.).
4. Čas merania nastavte minimálne na 10 minút (ak nie ste obmedzení časom, ideálne je nastaviť čas merania na 20 minút).
Ak to vaše zariadenie umožňuje, vzorkovaciu frekvenciu zberu dát nastavte na hodnotu 1 Hz .
5. Spustíte zaznamenávanie a zároveň do kadičky s HCl pridajte predpísanú dávku a formu antacida (podľa príbalovej informácie).
6. Po skončení merania uložte získané dáta (graf) a zopakujte rovnaký postup s ďalším druhom antacida.

Obr. 1 Schéma aparatury



Obr. 2 Príklad grafu získaného pri porovnaní piatich rozličných antacid



Po experimente porovnajete výsledky získané s rôznymi druhmi použitých antacid:

1. Na každom experimentálne získanom grafe vyznačte maximálnu hodnotu pH dosiahnutú počas merania. Porovnajete pH maximá dosiahnuté pri použití rozdielnych antacid a napíšte ich v zostupnom poradí.
2. Porovnajete tvar kriviek v získaných grafoch. Čo hovorí tvar krivky o priebehu sledovanej reakcie?
3. Myslíte si, že by ste získali iné výsledky, ak by ste pred použitím tabletovej formy antacidum najprv rozdrvili na prášok? Ak áno, v čom by bol rozdiel?

Na základe vyhodnotenia výsledkov urobte záver o účinnosti rôznych druhov antacid, ktoré ste požívali. Pokúste sa zovšeobecniť vaše výsledky a zodpovedať nasledujúce otázky:

1. Ktoré z použitých antacid spôsobilo najväčšiu zmenu pH reakčnej zmesi? Ktoré z antacid reagovalo najrýchlejšie?
2. Na základe vašich odpovedí na otázku č. 1 uveďte, ktorý druh antacida považujete za najúčinnnejší. Zostavte rebríček prvých troch najúčinnnejších antacid.
3. Zistíte, aké účinné látky sú použité v antacidách, ktoré ste skúmali. Chemickými rovnicami zapíšete reakcie prebiehajúce medzi týmito aktívnymi látkami a žalúdočnou kyselinou chlorovodíkovou.
4. Ak má pacient zvýšený krvný tlak a mal by sa preto vyhýbať zvýšenému príjmu sodíka, ktoré z vami skúmaných antacid by ste mu odporučili?
5. Predstavte si, že ste výrobcom antacid. Vo svojom výrobku môžete ako aktívnu látku použiť $\text{Mg}(\text{OH})_2$ alebo $\text{Al}(\text{OH})_3$. Obidve látky môžete kúpiť za cenu 3 € za kilogram. Ktorá z látok je výhodnejšia, teda bude mať vyššiu účinnosť za rovnakú cenu. Zdôvodnite svoju odpoveď.
6. Aké jedlo (potravinu) by ste použili na zmiernenie „pálenia záhy“, ak by ste nemali k dispozícii žiadne farmaceutické antacidum? Zdôvodnite svoju odpoveď.

◀ POZNÁMKA pre učiteľa:

Učiteľ poskytne originálne balenie antacida s kompletnou príbalovou informáciou.

◀ POZNÁMKA pre učiteľa:

Výhodnejšie je použiť $\text{Al}(\text{OH})_3$. Zdôvodnenie: Na neutralizáciu 1 molu HCl je potrebných 29 g $\text{Mg}(\text{OH})_2$, resp. 26 g $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Záver

Vhodná a premyslená aplikácia meracích systémov v školskom experimentovaní mnohokrát ponúka oveľa komplexnejší pohľad na experimentálne riešený problém v porovnaní s tradičným experimentovaním. Jednou z nesporných výhod takýchto prístupov je, že poskytujú možnosť okamžitého zberu experimentálnych dát, ich jednoduché a rýchle spracovanie, a tým umožňujú, aby zvyšný čas na vyučovaní mohol byť venovaný interpretácii získaných výsledkov. Pri správnej didaktickej aplikácii teda umožňujú sústrediť sa viac na vyhodnotenie, zdôvodnenie a zovšeobecnenie výsledkov ako na ich samotné získavanie a spracovanie.

Okrem toho vieme, že počítače (resp. iné digitálne zariadenia) a k nim pripojené senzory sa dnes s úspechom používajú v bežnom živote a vedeckej praxi. Preto je vhodné, aby si žiaci osvojili princípy týchto technológií už počas svojho štúdia.

Príspevok vznikol s podporou projektu

517587-LLP-1-2011-1-ES-COMENIUS-CMP (COMBLAB).

Literatúra

BETTELHEIM, F. A., LANDESBURG, J. M. 2010. *Laboratory Experiments for Introduction to General, Organic, and Biochemistry*. 7th ed., Brooks/Cole, Cengage Learning, ISBN-13 978-0-495-83175-4.

BÍLEK, M. et al. 1997. *Výuka chemie s počítačem*. Hradec Králové : Gaudeamus. ISBN 80-7041-769-2.

BÍLEK, M., POPPER, F. 2004. „Chemie v žaludku“ a počítačem podporovaný školní chemický experiment. In: *Mezinárodní seminář Informační technologie ve výuce chemie*. Univerzita Hradec Králové : Gaudeamus, s. 185 – 189. ISBN 80-7041-198-8.

DENG F. et al. 2011. Constructivist-oriented Data-logging Activities in Chinese Chemistry Classroom: Enhancing Students' Conceptual Understanding and Their Metacognition, *The Asian-Pacific Education Researcher*, vol. 20, no. 2, pp. 207 – 221.

GAŠPÁŘÍK, V. et al. 2012. Příklad využití meracích zařízení v školských chemických pokusech. In: *Biologie, ekologie, chemie*, roč. 16, č. 1, s. 7 – 10. ISSN 1338-1024.

HECK, A., et al. 2009. Acid-Base Titration Curves in an Integrated Computer Learning Environment. *Chemical Educator*, vol. 14, no. 4, pp. 164 – 174.

NAKHLEH, M.B., KRAJČÍK, J.S. 1994. The influence of level of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base, and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 31, no. 10, pp. 1077 – 1096.

SKORŠEPA, M., MELICHERČÍK, M. 2001. Zaujímavé kontinuálne merania z chémie uskutočňované SM Systémom. In: *Zborník z II. Vedeckej konferencie doktorandov*. Nitra : FPV UKF, s. 254 – 258. ISBN 80-8050-386-9.

SKORŠEPA, M., MELICHERČÍK, M. 2003. On-line databáza počítačom podporovaných školských chemických experimentov. In: *Sborník z mezinárodní konference „Pregraduální příprava a postgraduální vzdělávání učitelů chemie“*. Ostrava : OU, s. 315 – 318.

SHAKHASHIRI, B. Z. 1989. *Chemical Demonstrations Volume 3: A Handbook for Teachers of Chemistry*. The University of Wisconsin Press, ISBN 0-299-11950-5.

STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠMEJKAL, P. 2009 Školní chemické experimentování s pomocí měřících přístrojů a počítače. In: *7. ročník konference Alternativní metody výuky 2009*. [online] Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta. [cit. 2012-11-30] Dostupné na internete:

<http://everest.natur.cuni.cz/konference/2009/prispevek/stratilova_smejkal.pdf> TORTOSA, M., PINTO, R., SAEZ, M. 2008. The use of sensors in chemistry lessons to promote significant learning in secondary school students. *Current Trends in Chemical Curricula*. In: *Proceedings of the International Conference, Prague*. pp. 135 – 139.

TÓTHOVÁ, A., PROKŠA, M. 2003. Možnosť využitia meracieho zariadenia CBL 2 pri realizácii laboratórnych cvičení na základných a stredných školách. In: *Biologie, ekologie, chemie*, roč. 8, č. 1, s. 6 – 12. ISSN 1335-8960.