

Ako práve vidíte, septembrové číslo Quarku opäť prináša pravidelnú štvrtročnú prílohu. Aj k vám sa dostala vďaka podpore Agentúry pre podporu výskumu a vývoja. Takto obohatené číslo putuje bezplatne na základné školy, gymnáziá, mnohé katedry vysokých škôl, ministerstvá či výskumné ústavy. Pripravili sme ho v spolupráci s Materiálovotechnologickou fakultou STU v Trnave pri príležitosti **Medzinárodného roku chémie**. Veríme, že sa vám

nenáročné chemické pokusy budú páčiť a vyskúšate si ich. Mnohé ďalšie chemické (i fyzikálne) experimenty nájdete aj na našej stránke **www.eQuark.sk**, v časti Veda s úsmevom. Alebo si na tejto stránke otvorte článok s pútavým názvom *10 najlepších chemických pokusov pre znučené deti*, ktoré sa stali stálicou v stĺpci Najčítanejšie články. Cieľom tejto prílohy je presvedčiť vás, že chémia je zábavná, vzrušujúca a stojí za to sa jej venovať.

Festival experimentov

Raz vidieť je lepšie ako stokrát počuť. A ešte lepšie je všetko vlastnoručne vyskúšať. **Festival experimentov** bola akcia v rámci projektu **Prírodné javy v experimentoch pre malých a veľkých**, počas ktorej sa študenti základných a stredných škôl podieľali na pokusoch na pracovisku vysokej školy.

Mnoho experimentov sa nedá vykonať so žiakmi základných a stredných škôl priamo v školách, pretože sa pri nich pracuje s nebezpečnými látkami a materiálom, ktoré tieto typy škôl v laboratóriách nemajú, prípadne to neumožňuje ani legislatíva v oblasti ochrany zdravia. To bol jeden z hlavných dôvodov, prečo vysoká škola pozvala žiakov základných a stredných škôl robiť takéto pokusy na jej pracovisku.

Čo jeme...

Potrava, ktorú prijímame, obsahuje rôzne chemické látky, z ktorých medzi najdôležitejšie patria cukry, bielkoviny, tuky, vitamíny, vlákniny a anorganické zlúčeniny čiže minerálne soli a voda. Sú to energetické a stavebné zdroje všetkých živých organizmov. Cukry sú základným zdrojom energie pre naše telo, keďže tvoria až 60 % celkového energetického príjmu. Len náš mozog potrebuje denne približne 100 gramov glukózy. Množstvo energie, ktorú organizmus potrebuje, sa mení podľa veku, fyzickej aktivity, telesnej hmotnosti a iných faktorov. Aby sme mali správnu telesnú hmotnosť, musí existovať medzi stravou a energetickým výdajom rovnováha. (Lekári liečiaci ľudí s nadváhou by o tom vedeli rozprávať...)

Študenti mali možnosť jednoduchými dokačovými reakciami za pomoci Fehlingových roztokov stanoviť prítomnosť sacharidov – cukru v toniku (k dispozícii bol sladený tonik a tonik s náhradnými sladidlami). Fehlingove roztoky si môžete pripraviť aj doma. Fehlingov roztok I: Vo vode rozpustíte síran medňatý (CuSO_4). Fehlingov roztok II: Vo vode rozpustíte vínian sodnodraselný a hydroxid sodný. Po približne troch minútach zahrievania vo vriacom vodnom kúpeli reagujú sacharidy tak, že vznikne hrdzavočervená zrazenina. Redukčné vlastnosti cukrov spôsobujú vylúčenie kovovej medi v sladenom

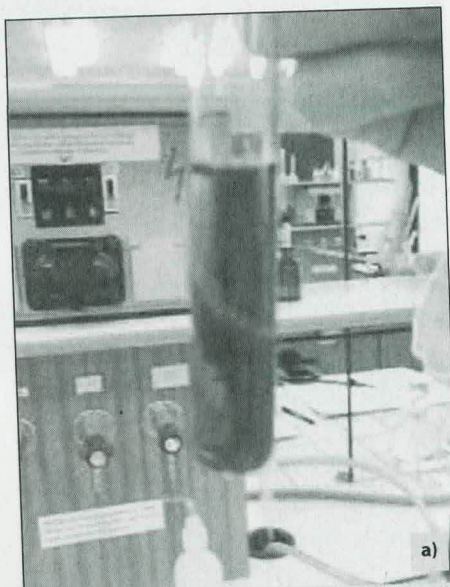
toniku, preto Fehlingov roztok zohrievaný spolu so sladeným tonikom získa oranžovú farbu. Na podobnom princípe pracuje aj Tollensovo činidlo (je to roztok dusičnanu strieborného – AgNO_3 – v amoniaku), pri ktorom sa na povrchu sklenej skúmavky vylúči striebro a vzniknú strieborné zrkadlá.

● Premena cukrov

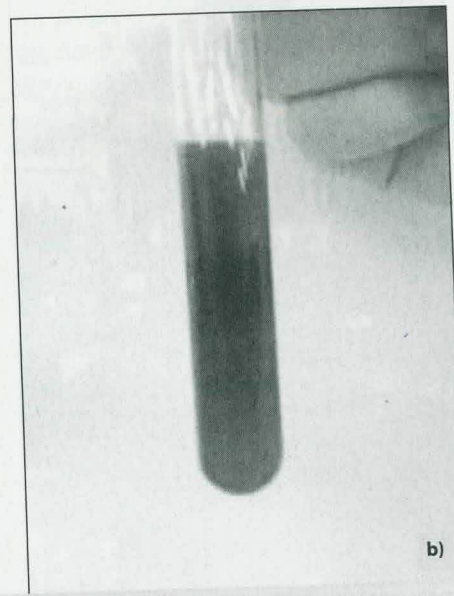
Nadbytočné množstvo cukrov sa v rastlinách mení na škrob, v živočíchoch na tuk. Tuky zís-

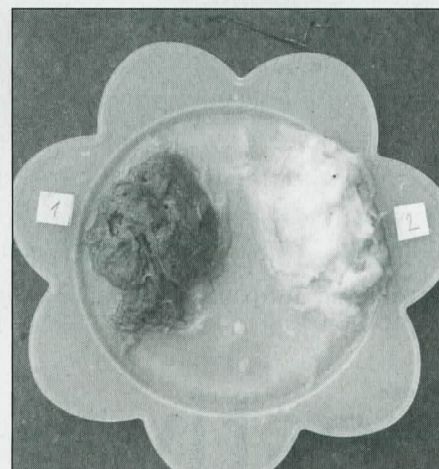
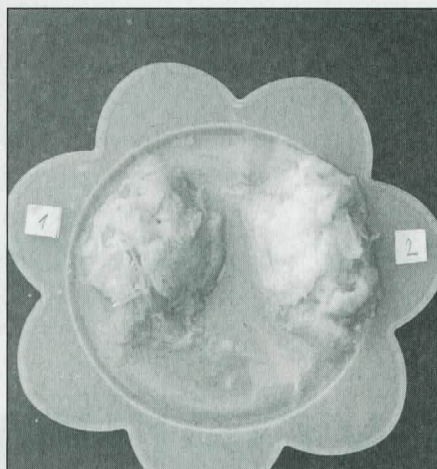
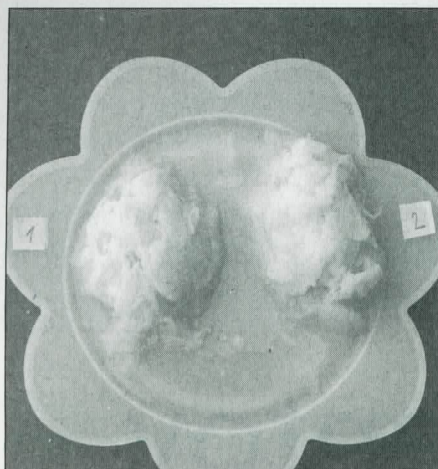
kané z potravín ostávajú dlho v žalúdku a v čreve, pretože sú ťažko stráviteľné. Nadbytočné a energeticky nevyužiteľné tuky si organizmus ukladá do tukových buniek, a tak si vytvára rezervu energie. V dnešných priemyselne vyrábaných potravinách sa však z rôznych dôvodov ku vstupným surovinám pridávajú rôzne látky, a tak sa napríklad v bežne dostupnej slanine (čo by mal byť zdroj čistého živočíšnych tukov) nachádza veľké množstvo škrobu (ten predstavuje zásobu energie pre rastliny).

Prítomnosť zložitejších cukrov – škrobov – v pečive, cestovinách, saláme a slanine možno dokázať Lugolovým roztokom (to je roztok jódu a jodidu draselného vo vode), ktorý ich farbí na modro. Škrob (polysacharid) sa enzýmami



Overenie prítomnosti cukru v toniku – a) s umelým sladidlom b) s cukrom



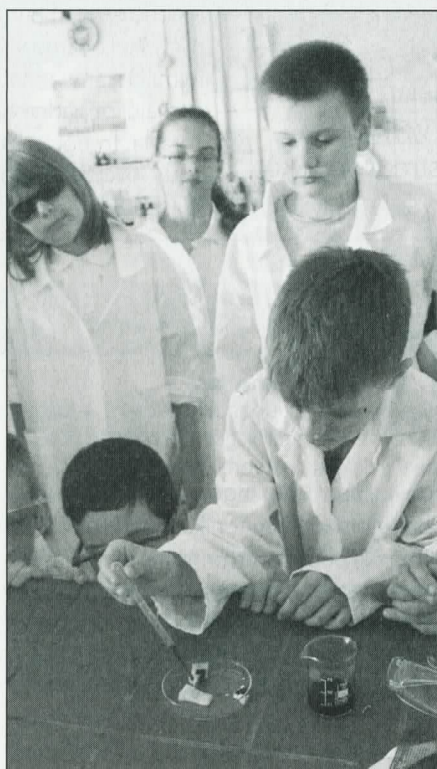


Postupné hnednutie zemiaka (na miske vľavo) a antioxidačný vplyv kyseliny askorbovej – vitamínu C (na miske vpravo)

alebo teplom mení na jednoduchšie cukry, čo využívame napríklad pri varení pudingu. Ak ho budeme variť v chemickom laboratóriu pridávajúc Lugolov roztok do vzoriek odoberaných počas jeho varenia, všimneme si, ako sa postupne mení intenzita modrého zafarbenia. Iste si pamätáme, že jód reaguje so škrobom na modro až modrofialovo, však?

● Vitamín C

Vitamíny síce potrebujeme v malých množstvách (miligramy až gramy na deň), ale pre život sú nevyhnutné. Nemajú energetickú hodnotu, no zohrávajú úlohu regulátora všetkých organických funkcií – kontrolujú správny priebeh metabolických procesov. Žiaľ, ľudské telo ich nevie syntetizovať, preto ich musíme prijímať v strave. Veľa vitamínov, napríklad vitamín C (kyselina askorbová), sú tzv. antioxidanty, ničia voľné radikály, a tak spomaľujú starnutie tkanív. Pekným príkladom je pôsobenie kyseliny askorbovej na postrúhaný zemiak. Vzorka pokvapkaná kyselinou askorbovou ostáva pekná, žltá, zatiaľ čo ne-



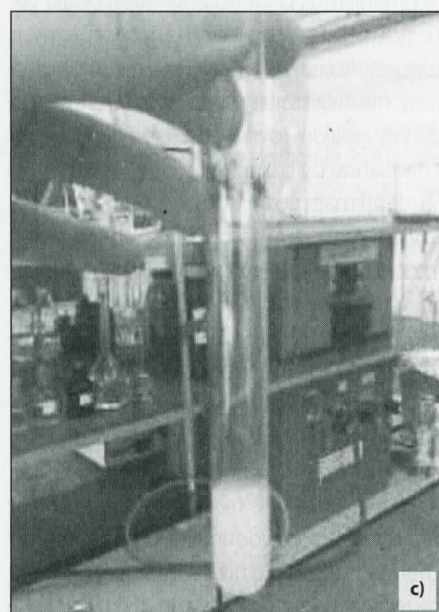
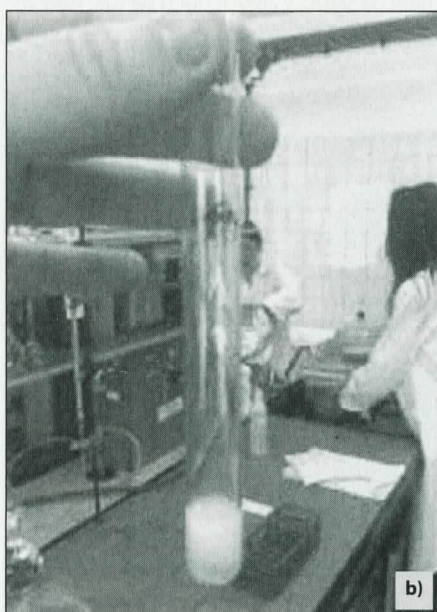
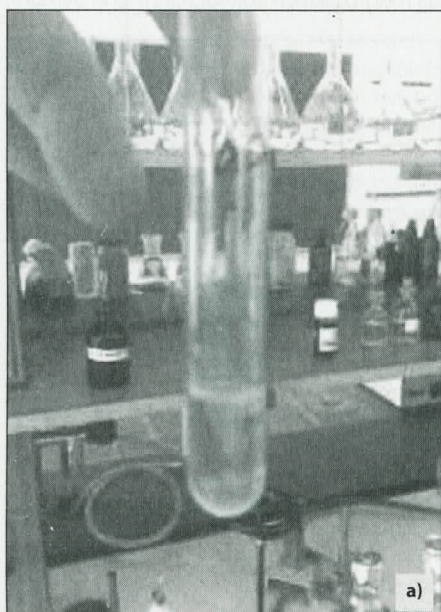
Malí výskumníci v akcii

upravená vzorka na vzduchu o niekoľko minút zhnedne neskôr až sčernie.

● Bielkoviny

Škodliviny v životnom prostredí a ich negatívne vplyvy na organizmus možno sledovať na príklade bielkovín. Aminokyseliny tvoria bielkoviny. V špecifickom usporiadaní vytvárajú látky nevyhnutné pre život. Pôsobenie ťažkých kovov, ktoré môžu byť jedovaté, organických rozpúšťadiel alebo vysokých teplôt narúša štruktúru bielkovín – aktívne miesta strácajú svoje špecifické priestorové usporiadanie, znižuje sa alebo stráca biologická aktivita bielkoviny, prípadne sa bielkovina vyzráža. Jednoduchým príkladom je práca s vaječným bielkom.

Študenti ho testovali rozmiešaný vo vode (bielok obsahuje 12 % bielkovín, pričom 70 % z nich tvorí vaječný albumín) pridávaním 1 % roztokov dusičnanu olova, ortuti, medi či kadmia. Zároveň identifikovali mnohé zdroje týchto škodlivín v životnom prostredí.



Zrážanie bielkovín škodlivinami a) pôvodný roztok vaječného bielka, b) účinok síranu meďnatého, c) účinok formaldehydu

Čo pijeme...

Pijeme pre zdravie, aby sme neboli unavení, nebolela nás hlava a všetky naše bunky mali dostatok *benzínu*, pretože naše telo *jazdí* na vodu. Väčšina chemických reakcií v tele prebieha vo vodnom prostredí, voda zabezpečuje transport živín do celého organizmu a odvádzanie škodlivých látok z organizmu.

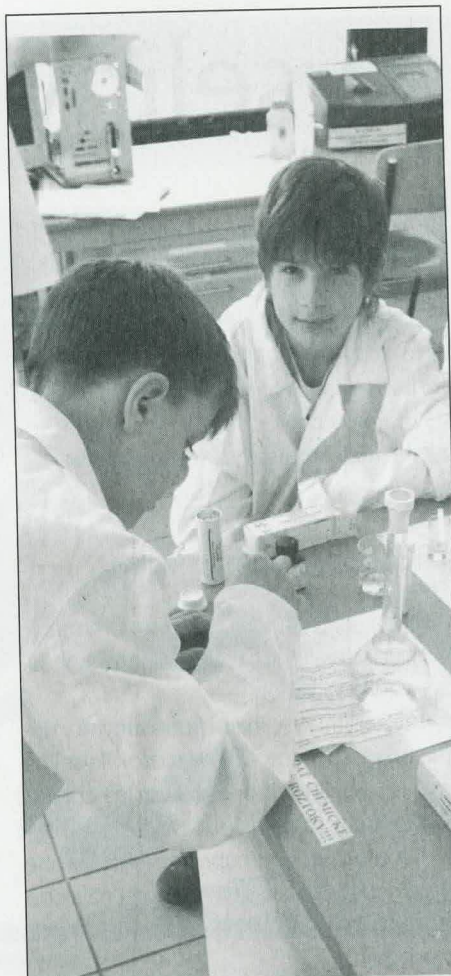
● Škodlivé látky vo vode

Na každodennú konzumáciu je pre všetkých bez rozdielu veku a zdravotného stavu vhodná zdravotne bezchybná pitná voda, ktorá neobsahuje škodlivé mikroorganizmy. Ďalším kritériom jej kvality je obsah dusičnanov, dusitanov a amónnych iónov. Hodnoty týchto zložiek sú pod drobnohľadom kontrolórov a ich prípustné hodnoty upravuje legislatíva (50 mg/l dusičnanov, 0,5 mg/l dusitanov a 0,5 mg/l amónnych iónov). Vplyvom hnojenia liadkovými hnojivami, únikom odpadových vôd zo žump alebo septikov sa dusičnany stali vážnou hrozbou pre studne a vrty využívané ako zdroje pitnej vody. Veľké nebezpečenstvo predstavujú hlavne pre dojčatá, keďže sa v krvi prednostne viažu na hemoglobín (zabránia viazaniu a transportu kyslíka). Malý or-

ganizmus takéto reakcie zle znáša, čo sa prejaví methemoglobínmiou. Methemoglobín je oxidovaná forma hemoglobínu, ktorá sa nevie zlúčiť s kyslíkom. Krv potom nevie prenášať kyslík do tkanív. Ak sa koncentrácia methemoglobínu v červených krvinkách zvýši, v tkanivách klesne množstvo kyslíka. Azda najcitlivejšie na výmenu plynov reagujú pľúca. Preto sa môžu malé deti zadusiť po pití nevhodnej vody.

V zažívacom trakte sa dusičnany redukujú na oveľa nebezpečnejšie dusitany, ktoré reagujú s dusíkom z potravy a hrozí vznik ďalších potenciálnych karcinogénov. Ak voda obsahuje zvýšený obsah amónnych iónov, môžeme o nej vyhlásiť, že ju znečistili fekálie. Pravdepodobne nás na to ešte skôr upozorní nos...

Na rýchle stanovenie koncentrácie amónnych iónov mali študenti k dispozícii testovacie súpravy. Porovnávali testovacie prúžky zafarbené podľa toho, koľko nežiaducej látky voda obsahovala. K dispozícii mali vzorky pitnej vody z vodovodu, podzemnej vody zo studne a odpadovej vody z čistiare odpadových vôd. Všetkých potešilo, že pitná voda z vodovodu, ako aj voda zo studne, je v poriadku.

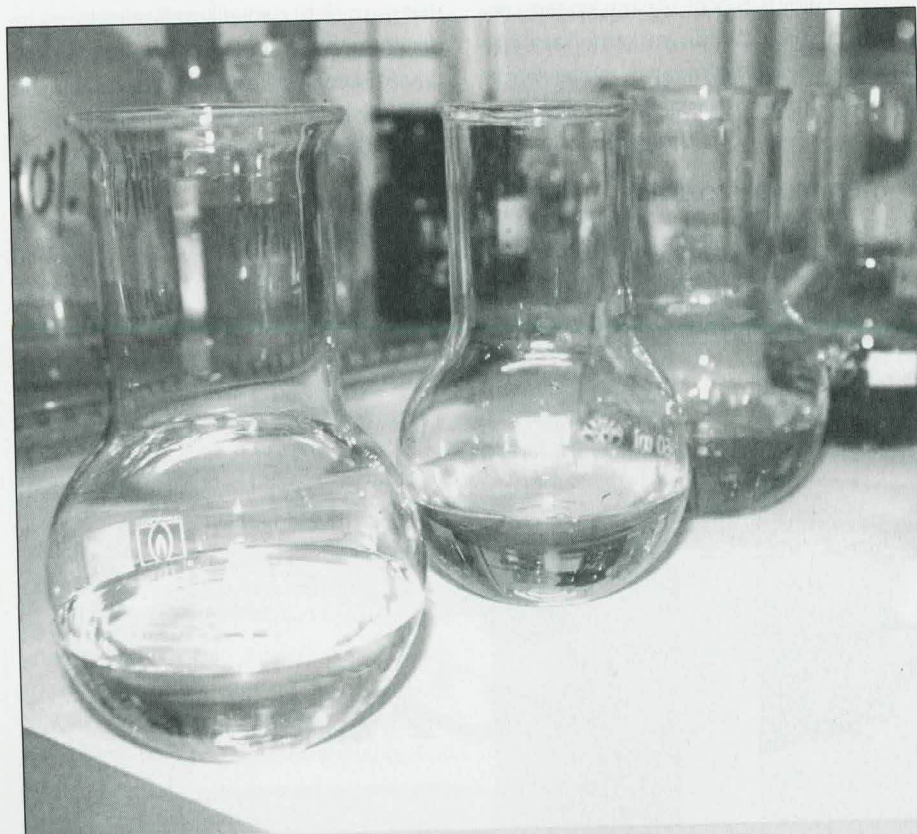


Ktorá voda je vhodná na pitie?

● Minerálne látky a tvrdosť vody

Jediným faktorom, ktorý má pozitívny vplyv na ľudské zdravie aj chuť pitnej vody, je obsah rozpustených hydrogénuhlíčanov, hlavne vápenatého a horečnatého. Práve preto vyhľadávame minerálne vody s vyšším obsahom týchto látok. Tieto pozitívne látky však majú aj negatívny dôsledok, ktorý poznáme pod názvom tvrdosť vody. Pri používaní tvrdej vody sa zvyšuje spotreba pracích práškov pri praní, predlžuje sa doba varenia jedál, stráca sa ich aróma, vo väčšej miere sa vysušuje pokožka a na rozvodoch vody a na povrchoch spotrebičov sa usadzuje vodný kameň.

Na stanovenie obsahu solí spôsobujúcich tvrdosť vody si študenti vyskúšali chelatometrickú metódu. Zisťovali pritom objem titračného činidla chelatónom III (to je soľ kyseliny etyléndiamíntetraoctovej), ktorý je potrebný na reakciu s iónmi vápnika a horčíka. Množstvo solí vo vode študenti dokázali množstvom spotrebovaného činidla. Počas pokusu roztok menil farbu z vínovo červenej na modrú. Modré sfarbenie ukončilo pokus. Na analýzu použili vodu z verejnej vodovodnej siete v laboratóriu. Podľa obsahu vápnika a horčíka zistili, že táto voda je veľmi tvrdá.



Stanovenie tvrdosti vody

Kyseliny a zásady

Reakcie kyselín a zásad sú veľmi dôležité v každodennom živote. Využívame ich pri varení, upratovaní, sú súčasťou biochemických reakcií prebiehajúcich v našom tele. Každý z nás už niekedy zažil pálenie záhy – zvýšenie obsahu kyseliny chlorovodíkovej v žalúdočnej šťave. Prvou pomocou je jej neutralizácia – vypitie roztoku zásady – sódy bikarbóny.

Kyseliny v domácnosti

Kyselina je chemická zlúčenina, ktorá je schopná poskytnúť inej zlúčenine, zásade, jeden vodíkový kation.

Najbežnejšími kyselinami používanými v domácnosti sú ocot – 8 % roztok kyseliny octovej, kyselina citrónová, kyselina chlorovodíková či fosforečná (súčasť viacerých čistiacich prostriedkov, napr. Fixinely). Mnohé kyseliny, napríklad kyselina fosforečná alebo benzoová, sa používajú ako konzervačné látky potravín.

Zásadité látky v domácnosti

Zásadou je látka, ktorá v reakcii prijme vodíkový kation, je to opak kyseliny.

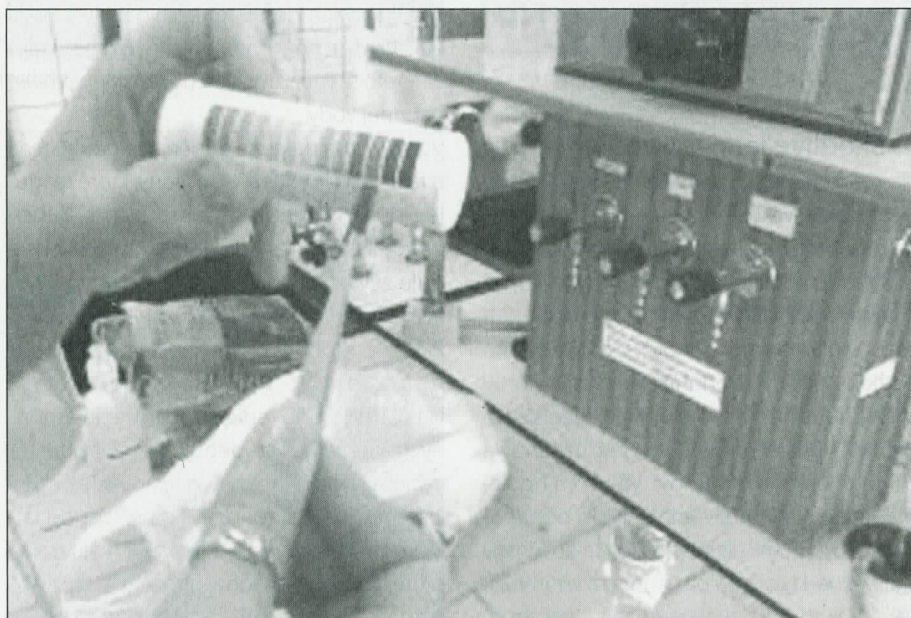
Najbežnejšími zásadami používanými v domácnosti sú sóda bikarbóna – čiže hydrogénuhlíčan sodný a hydroxid sodný (súčasť viacerých čistiacich prostriedkov, napr. Sifa).

Neutralizácia

Reakciu kyseliny a zásady nazývame neutralizácia. Pri týchto reakciách vznikajú molekuly vody a soli, ktorá je zložená z kationovej

a aniónovej časti. Neutralizáciu často využívajú aj tie gazdinky, ktoré majú odpor k čistiacim prostriedkom obsahujúcim najmä chlór, hojne propagovaným v reklamách. Nie lenže šetrí životné prostredie, ale aj rodinný rozpočet. Na likvidáciu vodného kameňa

noty 1 až 6. Pri $\text{pH} = 7$ je prostredie neutrálne. Zásady majú hodnoty pH od 8 po 14. Reakciu roztoku určujeme pH metrami, ale aj indikátormi. Sú to zväčša organické farbivá, ktoré sa nezúčastňujú samotnej reakcie, ale v závislosti od pH roztoku prudko zmenia svoje sfarbenie. Najznámejšími indikátormi sú metyloranž (farebný prechod z červenej na oranžovú pri pH 3,0 – 4,4), metylčerven (farebný prechod z červenej na žltú pri pH 4,4 – 6,2) a fenolftaleín (farebný prechod z bezfarebnej na ružovú pri pH 9,6 – 10). Mnohé



Určovanie pH pomocou indikátorov a pH papierikov

v kanviciach na vodu, v sitkách vodovodných batérií či na kúpeľňových kachličkách používajú obyčajný 8 % ocot. Vlastne kyselinu octovú. Po styku s vodným kameňom čiže uhličitanom vápenatým zasychá, zareaguje, rozbiť jeho štruktúru. Nastane neutralizácia.

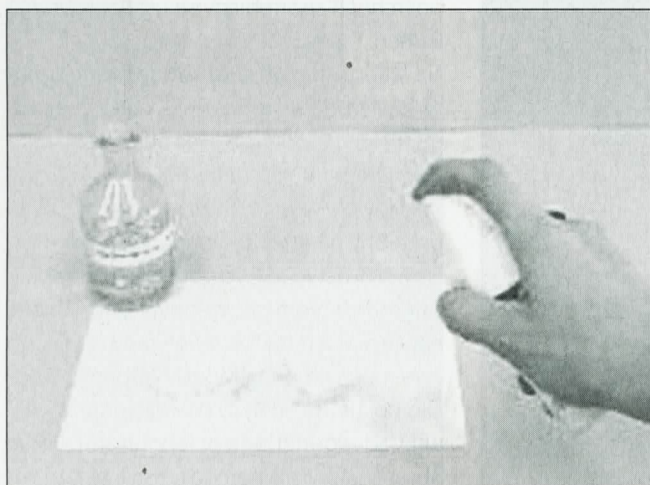
z týchto indikátorov sú nanesené na papierových podložkách vo forme indikátorových (lakmusových) papierikov. S prírodnými indikátormi pH sa stretávame aj v domácnosti. Každý pozná príklad, ako čierny čaj zosvetlie po jeho okyslení citrónom, alebo červená kapusta zbledne po stretnutí sa s octom.

meranie pH roztoku

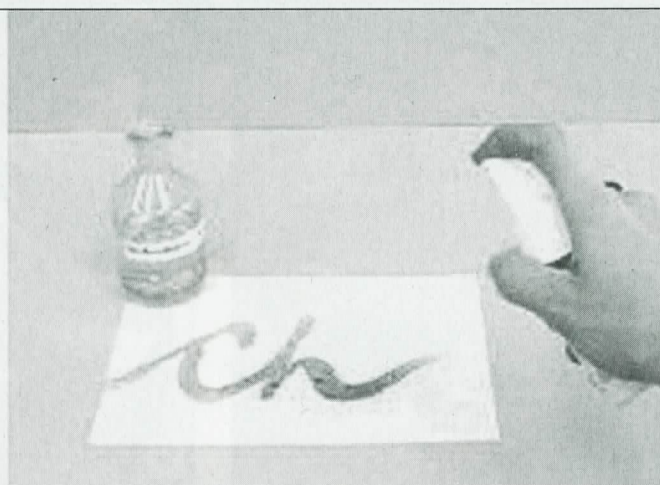
Množstvo kationov alebo aniónov v roztoku môžeme vyjadriť aj hodnotou pH . O kyslom prostredí hovoríme vtedy, keď dosahuje hod-

Určenie pH

Študenti mali pripravené roztoky silných a slabých kyselín a zásad využívaných aj v bež-



Vyvolanie tajného písma



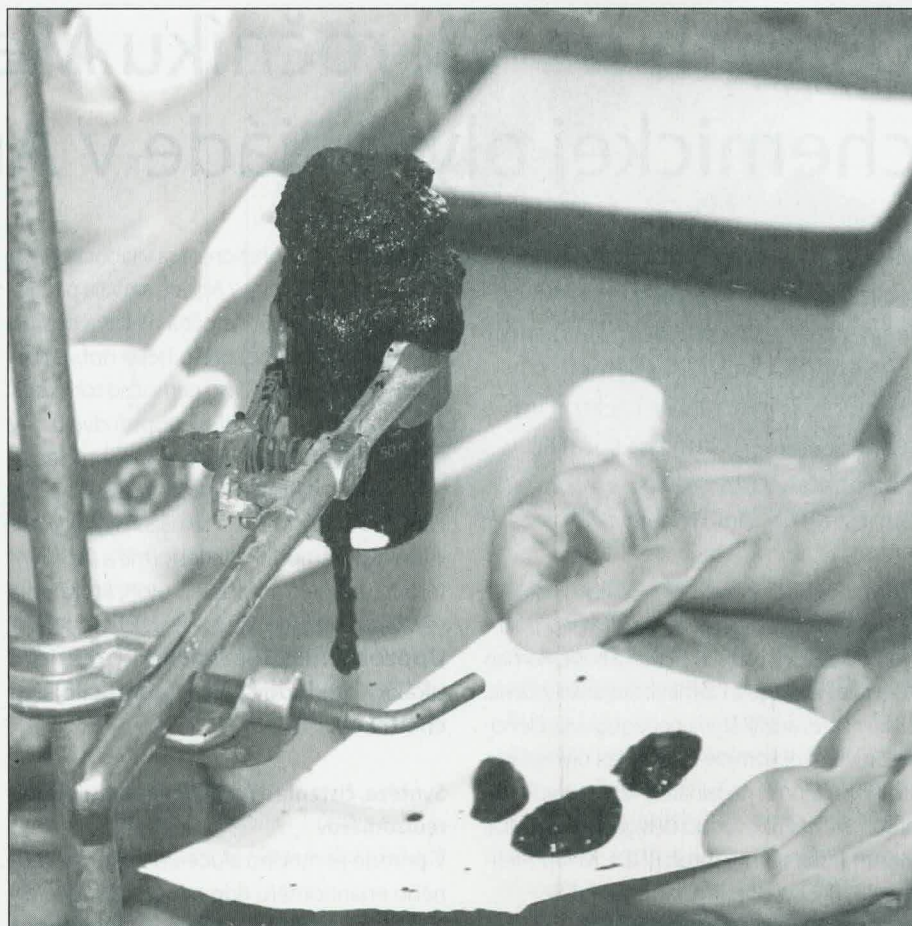
nom živote (kyselina octová, kyselina sírová, hydroxid sodný, hydrogenuhličitan draselný). Za pomoci indikátorov určovali pH roztokov, ako aj pH roztokov, ktoré vznikli ich zmiešaním.

● Tajné písmo

Keďže niektoré indikátory majú farebný prechod do bezfarebnej formy, využívajú sa ako obľúbený neviditeľný atrament. Študenti na filtračný papier pomocou štetca napísali svoj tajný odkaz roztokom fenolftaleínu alebo tymolftaleínu, papier nechali uschnúť. Nápis bolo možné vyvolať po postriekaní filtračného papiera 5 % vodným roztokom uhličitanu sodného (pomocou rozprašovača). Keďže fenolftaleín sa prejaví ružovým a tymolftaleín modrým zafarbením, dajú sa týmto spôsobom pripraviť aj abstraktné umelecké obrazy, hodné pozornosti nejednej galérie moderného umenia. Na prípravu neviditeľného atramentu existuje množstvo jednoduchých receptov – či už použijete jedlú sódu, mlieko alebo niečo kyslejšie – ocot alebo citrón. Nápis na papieri potom vyvoláte pomocou tepla (nahrievaním nad žiarovkou, fénom) alebo neutralizáciou.

● Dehydratácia sacharózy kyselinou sírovou

Okrem známych rozpúšťacích a leptavých vlastností kyselín a zásad sú dôležité aj iné ich vlastnosti. Napríklad kyselina sírová má silné dehydratačné vlastnosti. Jej schopnosť odoberať vodu z iných prostredí je vysoká vďaka veľkej rozpustnosti oxidu sírového vo vode a často sa aj využíva. Dehydratácia fun-



Produkt dehydratácie sacharózy koncentrovanou kyselinou sírovou

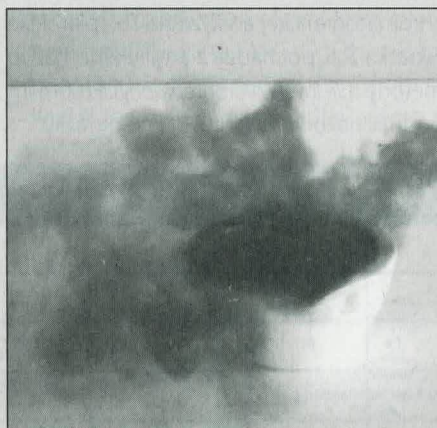
guje nielen pri anorganických látkach, kyselina sírová dokáže odoberať vodu aj z niektorých organických zlúčenín, ktoré majú slabo viazané niektoré funkčné skupiny obsahujúce kyslík a vodík (najčastejšie skupina $-OH$). Takýmito látkami sú cukry, pričom najdostupnejším z nich je sacharóza, teda cukor, ktorý nájdete v kuchyni. Podstatou tohto pokusu je teda dehydratácia bežného cukru v skúmavke kyselinou sírovou. Pre-

tože sa pri rozpúšťaní vody v kyseline sírovej uvoľňuje veľké množstvo tepla, toto teplo spôsobí, že sa v skúmavke začne odparovať voda, ktorá začne nafukovať dehydratovaný cukor a začne vyplňať obsah skúmavky čiernou hmotou. Táto hmota nakoniec vystúpi zo skúmavky za značného zápachu po aldehydoch, ketónoch a kyselinách, ktoré sú sprievodným produktom reakcie.

Zaujímavé pokusy

Malá ukážka, čo všetko si mohli študenti vyskúšať.

Hliník je prvok, ktorý reaguje s halogénmi za vzniku príslušných halogenidov. Iniciátorom tejto reakcie je voda, často stačí vzdušná vlhkosť. V zmesi práškoveho hliníka a jódu sa v prítomnosti vody uvoľní teplo, najskôr začne sublimácia jódu (tvoria sa fialové pary), po krátkom čase je množstvo uvoľneného tepla také veľké, že zmes začne horieť sietivým plameňom a dochádza k zlučovaniu prvkov. Na prvý pohľad sa zdá, že voda zapálila zmes. Viac o experimentoch je možné nájsť na stránke www.prirodnejavy.eu.



Najskôr začne jód sublimovať, potom sa zmes rozhorí.

