

PARTNEŘI PROJEKTU INTERREG SK-CZ 304011U405:

EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA
SK-CZ 14-20

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM

EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA
SK-CZ 14-20

Experimenty pro podporu výuky přírodovědně-technických oborů





OBSAH

CHROMATOGRAFIE ..... str. 3

ROZHOVOR ..... str. 4

PLAMENOVÉ ZKOUŠKY ..... str. 6

DISPERZNÍ SOUSTAVY ..... str. 8

PODCHLAZENÁ KAPALINA ..... str. 10

ACIDOBAZICKÉ INDIKÁTORY ..... str. 11

ELEKTROLÝZA ..... str. 12

NEVIDITELNÉ PÍSMO ..... str. 13

VLASTNOSTI PLYNŮ ..... str. 14



VLASTNOSTI PLYNŮ

Plyn neboli plynná látka je jedno ze skupenství látek, při kterém jsou částice relativně daleko od sebe, pohybují se v celém objemu a nepůsobí na sebe přitažlivou silou. V chemických rovnicích se plyn označuje písmenem g (gas). Plynná tělesa nemají svůj tvar, ale jejich tvar odpovídá tvaru nádoby. Plynná tělesa nemají vlastní objem, ale vyplňují vždy celý objem prostoru ve kterém se vyskytují. Plyny jsou tzv. stlačitelné látky, což znamená, že při nárůstu tlaku zmenší svůj objem a naopak, což se například u kapalin neděje. Díky této vlastnosti je možné do nádob s menším objemem vtěsnat více plynu. K stlačení dochází pomocí zvýšeného tlaku, proto se těmto nádobám na plyny říká tlakové lahve (nebo v menší velikosti také bombičky). Nejznámějšími plyny jsou: kyslík, dusík a vodík. S kyslíkem mohou reagovat další prvky, čímž se vytvoří tzv. oxidy. Rozpouštěním oxidů ve vodě vznikají příslušné kyseliny. Nejznámějším oxidem je patrně oxid uhličitý. Rozpouštěním oxidu uhličitého ve vodě vzniká kyselina uhličitá.

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

Oxid uhličitý byl první chemickou sloučeninou, která byla popsána jako plyn odlišný od vzduchu. Postupným studiem bylo zjištěno, že oxid uhličitý je těžší než vzduch, že nepodporuje hoření a že se uvolňuje při procesu kvašení.

PRAKTICKÁ UKÁZKA

Co potřebujeme:

1) jedlá soda
2) ocet
3) čajová svíčka
4) hodinové sklíčko
5) 2 kádinky
6) pH papírek
7) parafilm
8) gumová hadička
9) víčko od PET lahve

Realizace experimentu:

pokus 1:
Připraví se 2 kádinky, do jedné se vloží čajová svíčka a zapálí. Do druhé kádinky se nasype jedlá soda a zaleje se trochou octa. Vznikající plyn se zachytí v kádince přikrytím hodinovým sklíčkem. Vzniklý plyn se přelije na hořící svíčku, která zhasne (nevlévá se kapalina ale pouze vzniklý plyn)

pokus 2:
Do jedné kádinky nalijeme trochu octa. Do víčka od PET lahve nasypeme jedlou sodu a víčko položíme do kádinky na hladinu octa. Do kádinky vložíme gumovou hadičku, aby z velké části přesahovala ven ze zkumavky. Kádinku i s hadičkou dobře utěsníme parafilmem. Do druhé kádinky nalijeme vodu a změříme její pH pomocí papírku. Do kádinky s vodou ponoříme druhý konec gumové hadičky. V první kádince "potopíme" víčko s jedlou sodou a pozorujeme co se děje. Po chvíli opět změříme pH vody v druhé kádince.

Komentář experimentu:

Pokusem je možné demonstrovat tekutost plynů a vlastnot oxidu uhličitého, který nepodporuje hoření. Dále demonstrujeme, že oxid uhličitý je těžší jak vzduch: Oxid uhličitý vytlačuje vzduch kolem svíčky, která následně zhasne. Podobný princip využívají některé hasicí přístroje obsahující oxid uhličitý. Reakcí oxidu uhličitého s vodou vzniká kyselina uhličitá, čímž se sníží pH roztoku (vody)

Bezpečnost práce:

Experimenty jsou bezpečné a pod dohledem pedagoga je mohou provádět studenti.



NEVIDITELNÉ PÍSMO

Ocet je přibližně 8 % roztok kyseliny octové. Kyselina octová je široce používanou látkou v potravinářském, chemickém, textilním či farmaceutickém průmyslu. Průmyslově se kyselina octová získává karbonylací methanolu. V potravinářském průmyslu se kyselina octová získává v procesu alkoholového kvašení. Kyselina octová je v čisté formě bezbarvá kapalina s vysoce žíravými a dráždivými vlastnostmi. V potravinářství má kyselina octová využití zejména při zpracování zeleniny jako konzervační látka. Dále se kyselina octová používá jako čistící (desinfekční) prostředek. V textilním průmyslu se kyselina octová využívá při barvení látek.

PRAKTICKÁ UKÁZKA

Co potřebujeme:

1) špejle
2) ocet
3) list papíru
4) lihový kahan

Realizace experimentu:

1. Namočte špejli do octa a nechejte špejli nasáknout octem.
2. Na papír pomocí špejle namočené v octu napište jednoduchý vzkaz. Dávejte pozor na to, aby špejle byla vždy dostatečně vlhká
3. Nechte vzkaz zaschnout
4. Po zaschnutí pohybujte opatrně papírem nad kahanem tak, aby nedošlo k zapálení papíru.



Komentář experimentu:

Písmo se po zahřátí znovu objeví. Důvodem je skutečnost, že octová kyselina částečně poškodila organické látky, které jsou základem papíru. Pouhým okem toto poškození nelze vidět. Poškozená místa jsou však citlivější na vysokou teplotu než ostatní místa na papíru,.proto po velkém zahřátí změní barvu.

zdroj obrázků: pexels.com, volné dílo, archiv FCH VUT



CHROMATOGRAFIE

Chromatografie je fyzikálně-chemická separační metoda, jejichž podstatou je rozdělování složek směsi vzorku mezi dvě fáze, a to fázi nepohyblivou (stacionární fázi) a pohyblivou (mobilní fázi). Vynálezce chromatografie je Michail Semjonovič Cvět (obr.1), kterému se podařilo chlorofylový extrakt (chlorofyl je zelené barvivo vyskytující se v rostlinách) rozdělit na dvě složky (modrozelený chlorofyl A a žlutozelený chlorofyl B) v skleněné trubičce naplněné práškovým materiálem. Chromatografie je v dnešní době široce využívanou metodou používanou pro analýzu širokého spektra látek v komplexních směsích.

PRAKTICKÁ UKÁZKA

Co potřebujeme:

1) bílá křída
2) lihový nebo vodový fix černé barvy
3) talířek nebo Petriho miska
4) voda, ethanol, popř. "Alpa"

zdroj obrázků: Wikipedia.org, pexels.com, volné dílo, archiv FCH VUT

podívejte se na video zde: https://www.youtube.com/watch?v=CmCpaezaR0Q

Příprava:

Do talířku nebo do misky nalijeme vodu nebo ethanol, tak aby výška vrstvy rozpouštědla byla přibližně 1 cm.

Na křídu asi 2cm od konce ze všech stran rovnoměrně fixou nakreslíme rovnou čáru.

Křídu postavíme do misky s rozpouštědlem tak, aby nakreslená čára byla nad hladinou rozpouštědla.

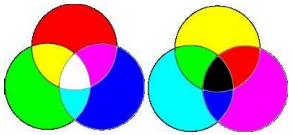
Komentář experimentu:

Barva je kvalita (subjektivního) vjemu elektromagnetického záření konkrétní vlnové délky nebo součtu různých záření dopadajících na sítnici oka. Vlnová délka záření je ovlivněna buď charakterem zdroje záření, nebo charakterem odrazové plochy, nebo charakterem průsvitného prostředí, kterým záření prochází, případně kombinovaně více faktory. Míchání barev žluté, purpurové a azurové nebo červené, zelené a modré je možné umožňuje získat jakoukoliv barvu nebo její odstín (obr.2).

Po kontaktu barviva použitého ve fixe s rozpouštědlem jsou složky barviva (azurové, purpurové a žluté barvivo) unášeny rozpouštědlem a protože jejich vazba na křídu je různě silná, dojde postupně k rozdělení těchto složek na jednotlivé pásy (obr.3). Po navázání všech barevných složek na křídu dále křídou postupuje již jen čisté rozpouštědlo.



1



2



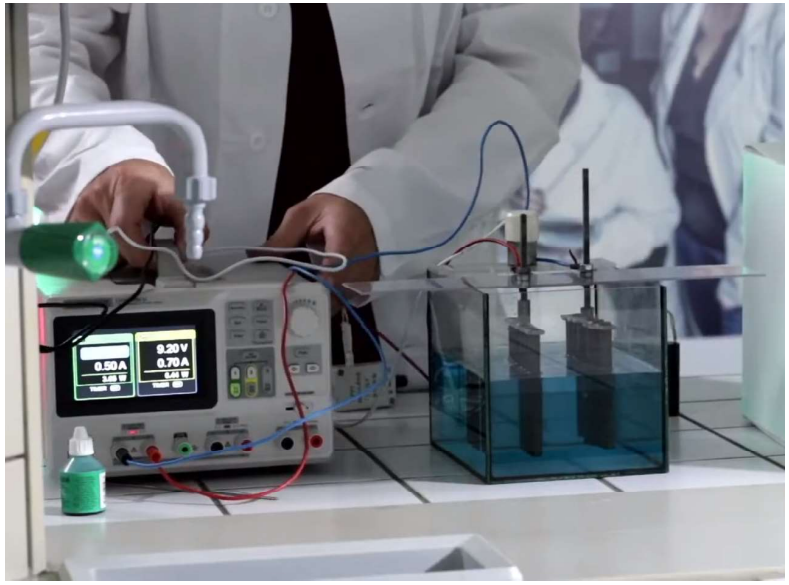
3



NA POPULARIZACI PŘÍRODOVĚDNĚ-TECHNICKÝCH OBORŮ JE POTŘEBA NEUSTÁLE PRACOVAT

doc.Ing. PAVEL DIVIŠ, Ph.D.

3. Smartfón sa umiestni snímčom pod priehľadné dno kadičky Počas celého experimentu je dôležité udržiavať vonkajšie sveteľné podmienky nemenné, aby sa zamedzilo chybám. Nameria sa hodnota intenzity pre čistú vodu.
4. Pripraví sa intenzívne sfarbený roztok so známym obsahom farbiva, ktorý sa použije na prípravu modelovej znečistenej vody.
5. Zo zásobného roztoku farbiva sa postupne odoberá presne definovaný objem farbiva (niekoľko 1-5 ml, podľa intenzity zafarbenia zásobného roztoku) a pridáva sa do vody v nádobke. Po každom prídavku sa roztok dobre premieša a zmeria sa pomocou smartfónu. Celkovo sa takto pridá minimálne 5 prídavkov farbiva. Na základe nameranej hodnoty intenzity svetla a obsahu farbiva v modelovom sa zostrojí kalibračná závislosť medzi týmito premennými pomocou programu eExcel.
6. V pripravenom modelovom roztoku sa spustí elektrochemický process zapojením vodičov na zdroj elektrickej energie (batériu) a spustí sa meranie času.
7. Elektrolýza môže prebiehať:
a) kontinuálne - na konci zmeria modelový roztok pomocou smartfónu
b) prerušovane - pri každom prerušení procesu sa zaznamená čas a hodnota zo samrfónu (v tomto prípade je možné zostrojiť graf s časovou závislosťou čistenia vody)
Meranie pomocou smarfónu je potrebné realizovať len v roztoku bez plynových bubliniek vznikajúcich počas elektrolýzy, ktoré výrazne ovplyvňujú správnosť nameranej hodnoty.
8. Elektrochemický proces sa ukončí pri úplnom alebo výraznom odfarbení roztoku.
9. Zhodnotí sa % účinnosť eliminácie farbiva v modelovom roztoku porovnaním počiatočného a konečného stavu.



Komentář experimentu:

Elektrolýza sa okrem iného využíva pri výrobe chemických prvkov (napr. hliníka, vodíka, kyslíka) aj zlúčenín (napr. hydroxidu sodného). Okrem toho sa elektrolýza uplatňuje napríklad pri galvanickom pomeďovaní či prečisťovaní kovov.

Bezpečnost práce:

Pedagóg vykonáva prípravu experimentu a zapojenie aparatúry. Študenti môžu vyhodnocovať meranie pomocou smartfónu.

zdroj obrázků: pexels.com, volné dílo, archiv FCH VUT



ELEKTROLÝZA

Znečistenie vôd predstavuje globálny environmentálny problém. Jednou zo znečisťujúcich zložiek sú farbivá, ktoré sú svojou schopnosťou absorbovať svetlo vo viditeľnej oblasti spektra menia senzorické vlastnosti vody a viaceré z nich môžu vykazovať aj kancerogénne účinky. Výskyt farbív je typický pre odpadové vody pochádzajúce z textilného, papierenského a chemického priemyslu. Elektrochemické procesy predstavujú alternatívu k tradičným metódam bežne používaným na čistenie vody. Podstatou elektrochemických čistiacich procesov je proces elektrolýzy vodného roztoku. Počas elektrolýzy sa produkujú priamo rozkladom vody veľmi silné oxidanty ako sú ozón, radikál OH•, peroxid vodíka:

$2\ H_2O - 4e^- = O_2 + 4\ H^+$

$2\ H_2O + 2\ e^- = H_2 + 2\ OH^-$

$O_2 + 2\ H^+ + 2\ e^- = H_2O_2$

$2\ H_2O = OH^\bullet + e^- + H^+$

$3\ H_2O = O_3 + 6\ e^- + 6\ H^+$

V prípade, ak sa vo vode nachádzajú soli (NaCl) nastáva tvorba zlúčenín tzv. aktívneho chlóru nasledovnými chemickými reakciami:

$Cl^- - 2\ e^- = Cl2$

$Cl2 + H2O = HOCl + Cl^- + H^+$

$HOCl = ClO^- + H^+$

Pre elimináciu nežiaduceho znečistenia a produkciu aktívneho chlóru v účinnom množstve postačuje, aby sa vo vode vyskytovali nízke množstvá chloridov (0,004 mol.dm-3) a takéto koncentrácie sú bežné pre prírodné vody.

Pre monitorovanie čistoty vody a priebehu procesu elektrochemického čistenia vody sa používajú vizuálne metódy, ktoré sú založené na schopnosti látok absorbovať svetlo. Určitá časť žiarenia zo zdroja je pohltená (absorbovaná) analyzovanou látkou, zvyšné žiarenie, ktoré prejde analyzovaným roztokom sa zaznamenáva svetelným snímačom. detegované detektorom. Intenzita žiarenia po prechode vzorkou je menšia ako pôvodná intenzita žiarenia do vzorky vstupujúcej. Čím vyššia je koncentrácia danej látky vo vode, tím viac žiarenia sa pohltí a menej dopadne na svetelný snímač

PRAKTICKÁ UKÁZKA

Co potřebujeme:

1) 2x uhlíkové elektródy
2) 4,5V batéria
3) 2x elektrický vodič
4) sklenená kadička
5) farbivo - malachitová zeleň
6) NaCl
7) destilovaná voda
8) smartfón s aplikáciu na meranie intenzity svetla
9) sklenená tyčinka

Realizace experimentu:

1. Do kadičky sa naleje destilovaná voda, v ktorej sa rozpustí NaCl (cca 2,5g na 1 L vody). Po úplnom rozpustení NaCl sa do vody sa ponoria 2 uhlíkové elektródy, tak aby neboli vo vzájomnom kontakte a na ich suché konce sa pripoja elektrické vodiče, ktoré budú slúžiť na zapojenie k batérii.
2. Stanovenie obsahu farbiva vo vode a hodnotenie priebehu čistenia sa realizuje smartfónom, ktorý má zabudovaný senzor intenzity svetla a nainštalovanú aplikáciu pre zobrazovanie údajov z tohto snímača – luxmetra (napr. aplikácia do mobilov Phyphox; https://phyphox.org/).

Co vás přivedlo k řešení projektu, který se zabývá propagací přírodovědně-technických oborů na základních a středních školách?

K řešení projektu Interreg jsem se dostal přes kolegy z Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnavě. Na Slovensku, podobně jako v České republice, také v dlouhodobém měřítku zápasí s nízkým zájmem studentů středních, respektive základních škol o přírodovědné a technické obory jakými jsou chemie, fyzika, matematika nebo biologie. Vzhledem k tomu že s popularizací chemie mám poměrně bohaté zkušenosti, mne kolegové oslovili a společně jsme vypracovali projekt s názvem Propagace a zvyšování atraktivnosti přírodovědně-technických oborů specializovaných pro potřeby praxe v přeshraničních oblastech, který nakonec v hodnocení uspěl a byl financován ze zdrojů EU.

Proč je podle Vás mezi studenty nižší zájem o studium přírodovědně-technických oborů?

To je těžká otázka, ale pravděpodobně to je způsobeno modelem vzdělávání na základních a středních školách, kdy se žáci učí jednotlivé předměty, ale neví, jakým způsobem jim znalosti z daného oboru budou užitečné v jejich další profesní kariéře. Po studentech se často chtějí teoretické poučky a vzorce a nejsou nuceni přemýšlet nad věcmi v širších souvislostech. Velkým problém je také absence praktické výuky. Specializované učebny fyziky nebo chemie jsou dnes k vidění na školách stále v menším počtu a přístup k výuce založený na praktických ukázkách a aplikacích konkrétního přírodovědného předmětu tak pomalu ze

Jak chcete zvýšit zájem o studium chemie mezi studenty?

Na fakultě chemické pořádáme spoustu zajímavých akcí, které mohou studenty přivést ke studiu chemie. Pravidelně se účastníme Noci vědců, pořádáme dny otevřených dveří, Den chemie, spolupracujeme s jinými institucemi na organizaci chemické olympiády, umožňujeme studentům práci v našich laboratořích v rámci středoškolské odborné činnosti apod. Již dříve jsem pracoval na jiném projektu, který měl za cíl popularizovat přírodovědně-technické obory mezi studenty základních a středních škol a v rámci tohoto projektu jsme například umožnili to, aby si nás vyučující objednali do výuky. V hodinách chemie jsme pak studentům předvedli spoustu zajímavých experimentů, které by nebylo jinak možné na škole zrealizovat. Když jsme umožnili studentům se experimentu zúčastnit a vysvětlili jim jednoduchou formou význam experimentu, všichni studenti ožili a po odstranění prvotního studu si s námi pak začali o chemii povídat. Tyto diskuse většinou pomohly alespoň trochu zlepšit pohled studentů na chemii a určitě alespoň na chvíli odstranily předsudky vůči chemii.

Mohou nepříznivé postoje a předsudky veřejnosti také obecně snižovat zájem o studium chemie?

Myslím, že ano. Představa chemika jako bláznivého člověka s rozcuchanými vlasy, děravým pláštěm a obličejem začouzeným od výbuchu láky, kterou zkoumá v baňce je stále celkem běžná. To na popularitě chemii moc nepřidá. Přitom chemická laboratoř je čistým prostředím a často je vybavena velmi zajímavými přístroji. Lidé, kteří navštíví laboratoře fakulty chemické, třeba v rámci dnů otevřených dveří, jsou často tímto prostředím překvapeni. Veřejnost je také potřeba neustále přesvědčovat o tom, že chemie není jen špatná a nebezpečná pro životní prostředí a zdraví člověka. Chemii je potřeba vnímat jako běžnou součást našeho života. Bez probíhajících chemických procesů a vzájemné interakce vybraných látek člověk nemůže v podstatě přežít.

Jaká je poptávka po absolventech přírodovědně-technických oborů mezi zaměstnavateli?

Technicky zaměřených firem nejen na Moravě ale v celé ČR přibývá, přitom kvalitních vzdělaných pracovníků je poměrně málo. Zájem o absolventy přírodovědně-technických oborů je tedy velký, a pokud jsem správně informován, tak třeba studenti VUT obecně nemají

Podílí se zaměstnavatelé také nějakou formou na popularizaci přírodovědně-technických oborů?

Ano, je to celkem běžné a tato spolupráce je oboustranně výhodná. Mnoho společností se podílí na výuce odborných předmětů na fakultě tím, že zapojí své pracovníky do přednášek. Společnosti nám dále vycházejí vstříc při organizování exkurzí do vybraných provozů. Studenti hodnotí přítomnost odborníků z praxe ve výuce a možnost účastnit se exkurzí velmi pozitivně. Fakulta také každoročně pořádá Den chemie, kde zaměstnavatelé z oboru diskutují se studenty a ukazují možnosti uplatnění absolventů přírodovědně-technických oborů. Řada společností mimo jiné podporuje nadané studenty formou různých stipendií, nebo se podílí na organizaci studentských konferencí.

rozhovor vedla: Andrea Němcová
fotografie: Emotipictures Production

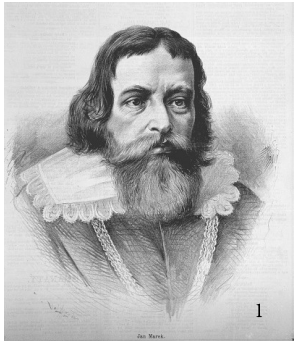


PLAMENOVÉ ZKOUŠKY

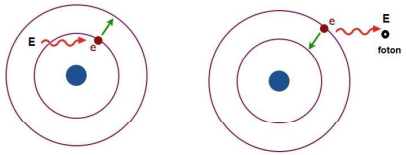
Spektroskopie je analýza interakce mezi hmotou a jakoukoli částí elektromagnetického spektra. Tradiční spektroskopie zahrnuje viditelné spektrum světla. Za zakladatele spektroskopie jsou považováni Jan Marek Marci a Isaac Newton. První spektroskop zkonstruovali Gustav Robert Kirchhoff a Robert Wilhelm Eberhard Bunsen a díky tomu se podařilo změřit emisní spektra prvků. Atomová emisní spektometrie je dnes běžně používanou technikou k identifikaci a kvantifikaci prvků v různých vzorcích. Emisní spektrum každého prvku je unikátní, tedy nezamnitelné s jiným prvkem.

Pro pochopení vzniku emisního spektra je nutné připomenout základní strukturu atomu. Každý atom prvku se skládá z jádra obsahující protony a neutrony, a z elektronů, které krouží okolo jádra atomu po přesně definovaných drahách. Tyto dráhy jsou různě vzdáleny od jádra, přičemž platí, že elektron na dráze dále od jádra má vyšší energii. Pokud elekton pohltí energii z vnějšího prostředí, může přeskočit na dráhu dále od jádra, tedy s vyšší energií. Takový elektron pak označujeme jako excitovaný.

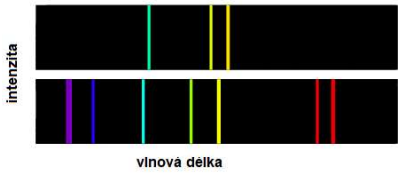
Protože excitovaný stav elektronu je nestabilní, elektron se velmi rychle vrací na svou původní dráhu s nižší energií, přičemž přebytek své energie předá jiné částici (fotonu), která atom opustí. Energie vyzářeného fotonu úzce souvisí s jeho vlnovou délkou. Lidské oko je schopné vnímat fotony o vlnové délce 380 až 750 nm. Fotony o tchto vlnových délkách tvoří tzv. viditelné světlo. Pokud toto světlo projde optickým prvkem které způsobí lom světla, rozdělí se se směs fotonů o různých vlnových délkách do skupin o určitém rozsahu vlnových délek. Takto lze získat tzv. viditelné spektrum složené z několika základních barev.



1



2



3



ACIDOBAZICKÉ INDIKÁTORY

Acidobazické indikátory jsou přírodní nebo syntetické látky, které se používají pro určení pH roztoku. Pro určování kyselosti a zásaditosti roztoků se používá stupnice pH. Hodnota pH může nabývat hodnoty od 0 do 14. Látky nebo jejich roztoky, které mají pH menší než 7, označujeme jako kyselé. Látky nebo jejich roztoky, které mají pH větší než 7, označujeme jako zásadité. Látky nebo roztoky, které mají pH 7, se označují jako neutrální. Velký význam mají acidobazické indikátory v analytické chemii při titračním stanovení koncentrace kyselin a zásad. Ze skupiny syntetických acidobazických indikátorů je nejznámnější fenolftalein. Roztok fenolftaleinu je v neutrálním nebo kyselém prostředí bezbarvý, v alkalickém prostředí je ovšem fialový. Z přírodních látek, které mění svojí barvu v závislosti na pH prostředí jsou velmi známé anthokyany. Anthokyany jsou obsaženy v rostlinách, kterým dávají charakteristické zabarvení.

PRAKTICKÁ UKÁZKA

Co potřebujeme:

1) červené zelí
2) hrnec
3) cedník
4) topná teska
5) ocet
6) kyselina citronová
7) jedlá soda
8) desinfekční prostředek (savo)
9) kádinky

Realizace experimentu:

1) červené zelí nakrájíme a vložíme ho do hrnce s vodou
2) zelí v hrnci s vodou povařte
3) sceďte zelí přes cedník tak, abyste získali pouze fialový roztok
4) fialový roztok rozlijte do čtyř kádinek
5) do jednotlivých kádinek postupně přidejte ocet, kyselinu citronovou, jedlou sodu a savo
6) pozorujte co se děje

Komentář experimentu:

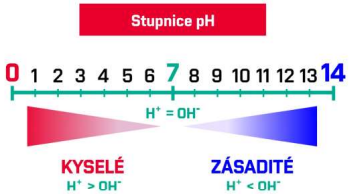
Experiment je vhodný pro vysvětlení pojmu pH a pro vysvětlení pojmů kyselina a zásada. Student si může připravit tabulku a zaznamenávat změny barvy po přidání různých látek do roztoku připraveného barviva. Pomocí barevných změn může student určit zda zkoumaná látka je kyselinou nebo zásadou. Pokud je k dispozici pH metr nebo pH papírek, lze experiment spojit s měřením pH a určit při jakém pH dochází k barevným změnám indikátoru.

Bezpečnost práce:

Pedagog připraví barvivo z červeného zelí. Ostatní experimenty a pozorování mohou provádět studenti samostatně s použitím ochranných pomůcek (brýle, rukavice). Zvýšenou Pozornost je potřeba věnovat práci s desinfekčním prostředkem.

více o problematice najdete zde:
https://www.youtube.com/watch?v=utI3h-0S3pU

zdroj obrázků: pexels.com, volné dílo, archiv FCH VUT





PODCHLAZENÁ KAPALINA

Podchlazená kapalina je taková kapalina, která je v kapalném skupenství, přestože je její teplota pod bodem tuhnutí a tudíž by měla být ve skupenství pevném. Za tento jev může tzv. entropie. Entropie je fyzikální pojem, který říká, že všechny děje se snaží být v co největším chaosu (mít co nejvyšší entropii). V případě podchlazené kapaliny se kapalina snaží zůstat v co největším chaosu. V kapalném skupenství je struktura tekutiny mnohem méně uspořádaná než ve skupenství tuhém. Tím pádem může být kapalina tekutá i několik stupňů pod bodem tuhnutí. K tomu musí být však splněny určité předpoklady. Podchlazená kapalina musí obsahovat co nejméně nečistot a musí být v co největším klidu.

PRAKTICKÁ UKÁZKA

Co potřebujeme:

1) Tetrahydrát dusičnanu vápenatého ($Ca(NO_3)_2.4H_2O$)
2) uzavíratelný plastový sáček
3) lžička
4) 2 kádinky
5) rychlovarná konvice
6) teplá a studená voda

Realizace experimentu:

Do uzavíratelného sáčku se nasypou přibližně 3 malé lžičky krystalického tetrahydrátu dusičnanu vápenatého. Sáček se uzavře a vloží do teplé vody (cca 80 °C). Uzavíratelná část sáčku se drží nad vodou, tak aby do něj nenatekla voda. Počká se až krystaly roztají. Po roztavení krystalů se sáček s kapalinou vloží do studené vody. Pozoruje se, že při snížení teploty pod bod tuhnutí látky a ochlazení kapaliny nedochází ke zpětné krystalizaci, ale látka zůstává v kapalné formě (lze zkontrolovat teploměrem). Sáček se vyndá ze studené vody a dovnitř se hodí malý krystalek dusičnanu. Lze pozorovat přechod podchlazené kapaliny na krystaly. Krystalizace je spojena s vývojem tepla a zahřívá samotný sáček. Pokus lze opakovat. Pro větší zábavu je možné použití potravinářské barvivo.

Bezpečnost práce:

Studenti mohou za použití běžných ochranných pomůcek (brýle, rukavice) provádět experiment samostatně. V žádném případě by nemělo dojít k požření dusičnanu vápenatého. Je potřeba se řídit pokyny v bezpečnostním listu. pro dusičnan vápenatý.

Komentář experimentu:

Žák si připraví podchlazený roztok tetrahydrátu dusičnanu vápenatého. Přechod mezi pevným a kapalným skupenstvím se u dusičnanu vápenatého děje při 42°C. Při ochlazení pod 42°C však dusičnan nezačne krystalizovat, ale zůstává v podobě tzv. podchlazené kapaliny. Podchlazená kapalina je metastabilní stav, kdy kapalina existuje při teplotě, která je nižší než teplota tuhnutí dané látky. Při působení rušivých jevů např. nečistoty, nebo krystalku dusičnanu tyto látky slouží jako nukleační činidla a může dojít ke zvratu a k rychlé krystalizaci. Při tomto ději dochází k uvolňování tepla (exotermní reakce), což lze ověřit hmatem, neboť sáček ve kterém reakce probíhá je teplý.

V přírodě se může podchlazená kapalina (voda) nacházet v mracích. Při srážce podchlazené kapky vody a ledového krystalku nebo zrnka prachu může vzniknout sněhová vločka. Pokud podchlazené kapky vody v zimě dopadnou na povrch země, může vzniknout nebezpečné náledí.

zdroj obrázků: pexels.com

PRAKTICKÁ UKÁZKA

Co potřebujeme:

1) Bunsenův plynový kahan, nebo lihový kahan
2) draselnou, sodnou a vápenatou sůl - může být NaCl, KCl a $CaCl_2$, nejedná se o nebezpečné látky, lze je běžně skladovat na zabezpečeném suchém místě.
3) platinový drátek namotaný na rukojeť - lze vyrobit, nebo zakoupit ve formě tzv. očkovací kličky.
4) zkumavky, malé kádinky, nebo lahvičky pro uchování roztoku kovů.

Příprava:

Rozpouštěním příslušné soli ve vodě (je dobré použít destilovanou vodu) připravíme nasycené roztoky NaCl, KCl a $CaCl_2$.

Realizace experimentu:

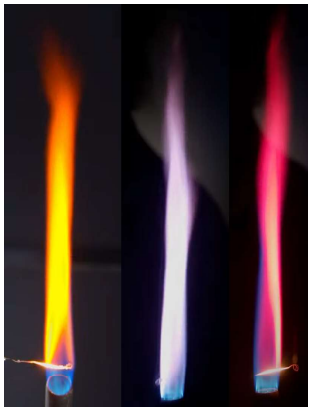
Platinový drátek namočíme do roztoku soli a drátek vložíme do nesvítivé (světle modré) části plamene. Drátek před ponořením do dalšího roztoku soli vždy důkladně opálíme. Čistý drátek již nebarví plamen. Sodnou sůl je dobré do plamene vnášet samostatnou (jinou) kličkou.

Komentář experimentu:

Plamen představuje zdroj energie. Vložením roztoku NaCl do plamene dojde k odpaření rozpouštědla (vody) a k atomizaci prvků Na a Cl v plameni. Elektron v atomu sodíku nacházející se v základním energetickém stavu pohltí energii z plamene a dojde k excitaci tohoto elektronu - elektron přejde na jinou dráhu vzdálenou dále od jádra a bude mít vyšší energii. Velmi rychle však excitovaný elektron tuto energii předá fotonu, čímž se elektron vrátí zpět do původního základního energetického stavu. Foton opouštící atom sodíku má vlnovou délku 589 nm, což lidské oko vnímá jako žlutou barvu plamene. V případě draselné soli vložené do plamene vznikají fotony o vlnové délce 767 nm, což lidské oko vnímá jako fialové zabarvení plamene. V případě vápenaté soli vložené do plamene vznikají fotony o vlnové délce 622 nm, což lidské oko vnímá jako červené zabarvení plamene.

Bezpečnost práce:

Studenti mohou experiment provádět samostatně pod dohledem pedagoga. Zvýšenou pozornost je potřeba věnovat protipožární ochraně a možností popálení při práci s plamenem.

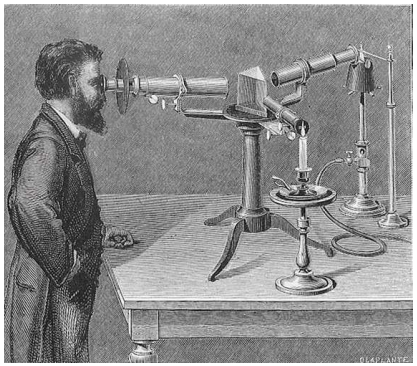


4

podívejte se na video zde:
https://www.youtube.com/watch?v=CmCpaezaR0Q

Popis obrázků:

1. Jan Marcus Marci (1595-1667)
2. Přechod elektronu do excitovaného stavu a návrat elektronu do základní energetické hladiny
3. Ukázka emisního spektra
4. Ukázka plamenové zkoušky
5. Kirhoff-Bunsenův spektroskop



5

zdroj obrázků: Wikipedia.org, pexels.com, volné dílo



DISPERZNÍ SOUSTAVY

Disperzní soustava je systém skládající se nejméně ze dvou látek. Jedna z nich (disperzní podíl) je rozptýlena v druhé (disperzní prostředí). Příkladem může být mletá káva zalitá horkou vodou. Horká voda je v tomto případě disperzní prostředí, částice kávy tvoří disperzní podíl (disperzní částice). Disperzní soustavy se dělí například podle velikosti disperzních částic nebo podle skupenství disperzních částic a disperzního podílu. Pokud jsou disperzní částice větší než 1 000 nm, mluvíme o hrubých disperzích. Takové částice jsou viditelné pouhým okem nebo v mikroskopu. Pokud jsou částice menší než 1 000 nm, avšak větší než 5 nm, mluvíme o koloidních částicích resp. koloidních soustavách. Tyto částice lidské oko nevidí a jsou pozorovatelné pouze ve speciálním mikroskopu. Pokud jsou disperzní částice menší než 5 nm mluvíme o pravých roztocích. V tomto případě představují disperzní částice samotné molekuly nebo ionty. Pravé roztoky představují homogenní soustavy, hrubé roztoky a koloidní soustavy jsou soustavy heterogenní.

Podle skupenství disperzních částic a disperzního prostředí je možné disperzní soustavy rozdělit například na aerosoly, pěny, suspenze nebo emulze. Aerosol je heterogenní směs malých pevných nebo kapalných částic v plynu. První případ se také označuje jako dým, druhý jako mlha. Pěna je směs, která je tvořena bublinami plynu v kapalině. Suspenze je heterogenní směs, např. jemně rozptýlené pevné látky v kapalině. Emulze je heterogenní směs dvou kapalin, které se vzájemně samovolně nesměšují.

PRAKTICKÁ UKÁZKA

Co potřebujeme:

1) Plnotučné mléko
2) Sypaný čaj nebo mletá káva
3) Voda
4) Potravinářská barviva
5) Plyn do zapalovačů
6) Jar
7) Vatová tyčinka na čištění uší
8) Kádinka
9) Zápalky
10) Špejle
11) Hodinové sklíčko
12) Osvěžovač vzduchu ve spreji
13) Talíř nebo miska
14) Kapátko
15) brčko

Realizace experimentu:

1) Sypaný čaj nebo kávu zalijeme vodou a vše dobře promícháme. Kádinku necháme chvíli v klidu stát a pozorujeme co se děje.
2) Stisknutím hlavy osvěžovače vzduchu do prostoru rozprášíme osvěžovač. Studenti pozorují proud částic vycházející z hlavy osvěžovače. Před hlavu osvěžovače je možné postavit hodinové sklíčko a deponovat osvěžovač na sklíčko
3) Do kádinky s vodou kápneme několik kapek jaru a zamícháme roztok. Do kádinky ponoříme nádobu na plnění zapalovačů a stiskem do kádinky vneseme plyn z nádoby. Vzniklou pěnu opatrně odebereme na hodinové sklíčko a přiložíme k pěně zapálenou špejli. Pozorujeme co se děje.

Do kádinky s vodou kápneme několik kapek jaru a zamícháme roztok. Vložíme do kádinky brčko a foukáme do kádinky vzduch. Pozorujeme co se děje.

4) Do misky nalejeme mléko. Barvy na vajíčka rozpustíme ve vodě. Pomocí kapátka opatrně nakapeme do misky s mlékem několik kapek různých barev. Kapeme vždy jednu barvu po druhé vždy na různé místo v misce. Namočíme vatovou tyčinku v jaru a poté tyčinku zapíchneme do středu misky. Pozorujeme co se děje

Komentář experimentu:

V prvním experimetu byla připravena suspenze skládající se z pevné látky a z kapaliny. Suspenzi (směs látek) lze rozdělit na dílčí látky například pomocí sedimentace, nebo pomocí filtrace. Při sedimentaci jsou pevné částice, pokud jsou dostatečně velké od kapaliny odděleny pomocí působení gravitační síly. Pokud jsou částice příliš malé, je potřeba je od kapaliny oddělit na filtru. Částice se na filtru zachytí a přes filr projde pouze kapalina.
V druhém případě jsme ukázali co to je aerosol. V lahvi osvěžovače je kapalina (vůně) a hnací plyn. Stisknutím hlavy osvěžovače dojde ke smíchání vůně v roztoku a plynu a vytvoří se aerosol. Pokud aerosol nastříkneme na hodinové sklíčko, zůstanou na něm kapičky osvěžovače, zatímco plyn unikne do okolí. Pokud v osvěžovači dojde náplň (kapalina), aerosol se netvoří a z nádobky osvěžovače uniká pouze plyn, dokud i ten se nespotřebuje.

V třetím případě jsme připravili pěnu. Pěna je tvořena bublinami vzduchu v kapalině. Vzhledem k tomu že jsme použili jako plyn náplň do zapalovačů (tvoří ji plyn propan, butan, nebo jejich směs) po přiložení ohně se pěna vznítí. Tímto pokusem prokážeme přítomnost plynu v pěně. V případě pokusu s brčkem jsme pěnu vytvořili foukáním vzduchu do vody s jarem.
V posledním případě bylo použito k experimentu mléko, jehož hlavními složkami jsou polární látky (voda, bílkoviny) a nepolární látky (tuk). Tuk je v mléce přítomný ve formě malých kuliček tuku a je v mléce důkladně rozptýlen. Mléko je tedy vlastně emulze. Důkaz přítomnosti tukových kuliček v mléce lze provést přikápnutím potravinářských barviv do mléka. Po přidání barev lze pozorovat samostatné oddělené skvrny barev. Po zapíchnútí vatové tyčinky obsahující jar se barvy z ničeho nic rozpohybují a vytvoří barevné obrazce. Tento efekt je způsoben tím, že jar z tyčinky obalil tuk obsažený v mléce a kapičky tuku se v mléce rozpohybují (sníží se povrchové napětí). Pohyb částic tuku způsobí rozmíchání barev v misce.

Bezpečnost práce:

Pedagog provádí samostatně experiment s hořlavou pěnou, ostatní experimenty jsou bezpečné a mohou je provádět i studenti samostatně. Používejte běžné ochranné pomůcky, dbejte aby nedošlo k pozření jarové vody nebo barev.

zdroj obrázků: Wikipedia.org, pexels.com, volné dílo, archiv FCH VUT





