



Středoškolská technika 2019

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Sborník laboratorních úloh s ohledem na životní prostředí pro střední chemické školy a gymnázia

Aneb

Byproduct utendo

Kamil – Lukáš Zach a Čeněk Fouček

Masarykova střední škola chemická

Křemencova 179/12

116 28 Praha 1-Nové Město

Anotace

Náš sborník byl sestaven, aby během laboratorních cvičení nedocházelo k zbytečnému plýtvání a vylévání chemických látek, které dále znečišťují životní prostředí. Úlohy jsou zároveň koncipovány, aby byly zábavné, ekologické, edukativní a pomohly studentům spojit si teorii s praxí a lépe pochopit branné učivo. Zároveň je kniha doprovázena videi pro zjednodušení a zbezpečnění práce v laboratořích. Tyto nahrávky jsou volně přístupné na Youtube, kde i upoutávají širokou veřejnost a prohlubují její zájem v chemii. Pro ukázkou jsme se rozhodli vybrat několik našich úloh, jelikož celý sborník je příliš velký na přeposlání emailem, na přednášku přineseme elektronickou kopii aktuální verze sborníku.

Klíčová slova: Sborník; ekologický; videa

Pro čtenáře

Mladý chemiku,

tato sbírka laboratorních příkladů vznikla, abys mohl své nabyté vědomosti uplatnit v reálném světě a viděl jsi podstatné rozdíly mezi teorií a praxí. Pamatuj patero hesel, které pochopíš, až vyzkoušíš naše úlohy:

„Pravidlo chemie číslo jedna: Ano, je pravda, že chemie se v mnohém podobá vaření, ale v chemii NIKDY NEOLIZUJEME LŽIČKU!“


„V teorii budete něco vědět, ale nebude to fungovat. Na praxích bude zase něco fungovat, ale nikdo nebude vědět proč. Při laboratořích si tyto věty spojte. Něco nebude fungovat a nikdo nebude vědět proč?“

„V chemii nikdy nejde něco tak, jak má. Když ano, je něco špatně.“

„Chemici jsou v boji na nic. Chybí jim prvek překvapení.“

„Chemici neumírají, jen se z nich stávají anorganičtí chemici.“

Snažili jsme se pro tebe vybírat úlohy tak, abys vždy dělal něco jiného a zajímavého z různých oborů chemie, a to ať z anorganické, organické, fyzikální, či analytické chemie. Ten vtíp o anorganických chemících neber vážně, protože naše úlohy jsou bezpečné, nebezpeční jsou jen lidé, co je dělají. Proto ti vřele doporučujeme, aby sis svoji úlohu bedlivě přečetl a využil všech našich pomůcek, které ti pomohou v laboratořích.

Do textu úloh jsme vložili symboly lupy . Pokud takovou lupu uvidíš, klikni na ní klávesovou zkratkou (ctrl a levým tlačítkem myši). Ukážou se ti pomocí hypertextových odkazů fotky, nebo videa při našich postupech. Pokud budeš porovnávat svůj postup a ten náš, neděs se, jelikož to může vypadat trochu jinak, vzpomeň na naše třetí heslo!

Zároveň se doma podívej i na You tube, kde najdeš celé video našeho postupu, uvidíš tam, jak jsme postupovali a co vše jsme udělali špatně. Zároveň se dozvíš i pár zajímavostí, kterými si spojíš svou teorii s praxí a ukážeme ti pár vychytávek, které ti snad pomohou při tvé práci v laboratořích.

V případě, že by ti nebylo něco jasné, zeptej se svého učitele chemie, laborantky, protože ti určitě poradí, jelikož učitelé chemie jsou hodní a hodnější. Pokud by si ani oni nevěděli rady, napiš nám a my to zkusíme vybadat.

Pokud by se ti při laboratořích něco stalo nebo jsi viděl něco podezřelého, ať už to bude sebe větší prkotina, okamžitě to hlas svému učiteli. Důležité je zachovat klid a jednat podle stanovených postupů (viz instrukce ze svého laboratorního řádu). V případě, že bys něco snědl nebo vypil, protože by sis nezapamatoval naše první pravidlo, ostatní ti pomohou, protože jsme k látkám napsali toxikologická data. Tu si taky vždy čti, nikdy nevíš, co se může stát tvému nemotornému kamarádovi.

Dbej taky na to, abys byl ve svých úlohách pečlivý, jelikož naše úlohy mají jistou návaznost. Pokud bys nepracoval poctivě, mohl by sis kontaminovat svůj produkt, který budeš potřebovat na další úlohu, jež by se ti nemusela kvůli této chybě povést. Zároveň se snaží získávat i další látky, nejen svůj hlavní produkt. Budeš tím šetřit životní prostředí a něco málo ušetříš pro svou školu. Uvidíš, že se to vyplatí, zvláště když některé látky budeš potřebovat při dalších laboratořích.

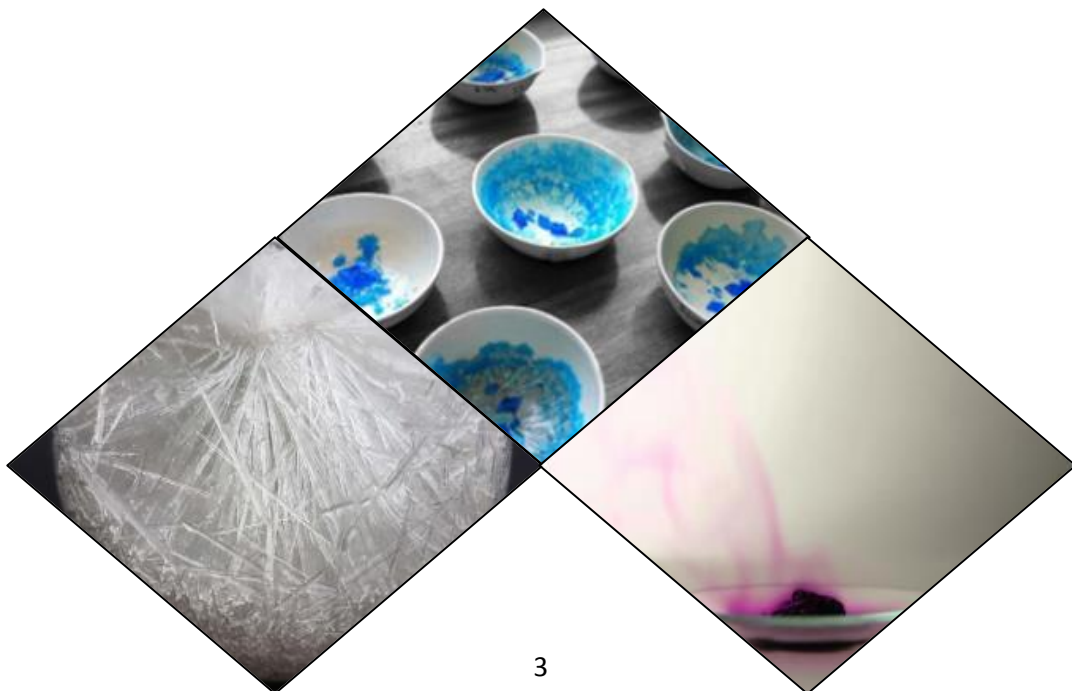
Než začneš vůbec něco dělat, přečti si naše informace k běžným laboratorním postupům, kde se dozvíš, co to je rekrystalizace, dekantace, filtrace a různé další odborné termíny, kterým asi zatím nerozumíš, ale budeš je potřebovat při laboratořích!

Já jen doufám, že si se dočetl až sem a neumřel jsi při tom nudou a že tě to bude bavit, jenom žádný stres.

S pozdravem Kamil a Čenda



Elementární laboratorní postupy

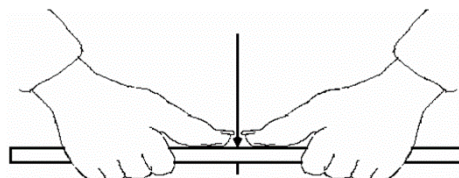


Práce se sklem

Při práci se sklem je důležité dbát velké pozornosti, jelikož při těchto činnostech dochází nejčastěji k úrazům. Největší zranění bývají říznutí o neotavené sklo nebo spálení se o rozžhavenou část otavovaného skla. Pokud budete pracovat pomalu a s rozmyslem, nehrozí žádné nebezpečí.

Řezání skla

Nejprve se provede na určitém místě řez sklářským nožem. Při správném řezu je dobře slyšet charakteristický zvuk nože řezajícího do skla. Řez se provádí pouze jeden. Síla působící na nůž je přibližně stejně velká jako síla potřebná pro rozdrcení piškotu hranou dlaně. Tímto způsobem je možno rozříznout tabulové sklo, tyčinky a trubičky. Po říznutí uchopte sklo do rukou, palce vystrčíme směrem k řezu a tlačení od sebe sklo zlomíme.



lámání tyčinky

Tvarování skla

Výroba tyčinky

Po zlomení tyčinky nahřejte jeden konec skla na svítivém plamenu, následně konec zahřívajte na plamenu nesvítivém. Tyčinkou otáčejte v ose, dokud konec nezačne oranžovět. Pak otáčení zpomalte, dokud na konci nevznikne kapkovitý tvar. Tyčinku nechte zchladnout a stejným postupem otavte i druhý konec. Stejnou metodou se otavuje i trubička, akorát se musí dávat pozor, aby se nezatavil její konec!

Ohybu kapiláry

Otavenou trubičku zahřívajte na požadovaném místě ohnutí. Pomalým otáčením ji zahřívajte do žlutého žáru, kdy ji mimo oheň pomalu ohnete.

Výroba stříčky

Po otavení trubičky ji ohněte přibližně do úhlu 60 stupňů. Její délka by měla být přibližně 30 cm. Po ohnutí a zchladnutí ji protáhněte provrtaným korkem, který pasuje do plastové láhve.

Tažení trubic

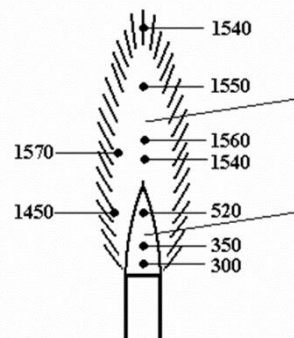
Po zahřátí místa tažení trubice ji pomalu odtahujte konce od sebe a tím vytvoříte kapiláru nebo trubicu menšího průměru.

Výroba ampule

Po otavení konců trubice zatavte jeden konec. Druhý roztáhněte kruhovým pohybem šídla z vnitřní strany trubice. Po rozšíření vytvoříte kapiláru co nejbližší hrdlu a spodní zatavenou část opět zahřívajte a přimáčkněte na tabuli skla, abyste vytvořili ploché dno.

Výroba baňky

Když máte otavenou trubičku a zatavený jeden konec, ohřívajte v plameni nadále zatavený konec. Po vyndání trubičky z plamene foukejte druhým koncem, dokud nevytvoříte dole menší baňku. Často se dno musí zahřívát a vyfukovat víckrát.



teplota plamene

Měření objemu

Při měření objemu, a to ať plynu či kapaliny, je důležité si uvědomit, že výsledky měření velice zaleží na teplotě, jelikož s rostoucí teplotou roste i objem. V laboratořích se nejčastěji měří objem kapalin. Slouží k tomu laboratorní vybavení, dělíci se na nádoby IN a nádoby EX.

Nádoby IN

Pokud se nádoba zaplní po určitém rysku, znamená to, že v nádobě je přesně takový objem, jaký je stanoven na rysce. Při vylití zůstane vždy trochu kapaliny v nádobě. Příkladem necht' jsou dány odměrné válce a baňky.

Nádoby EX

Oproti nádobám IN dosáhneme přesnému objemu až po vylití kapaliny z nádoby po rysku, značící vylitý objem. Prostým příkladem jsou byrety a pipety.

Vážení

Metoda stará, skoro jak civilizace sama; první váhy existovaly již před 1800 lety před naším letopočtem. Různé váhy mají různou přesnost a také hmotnost měří různými metodami. Nejběžnější jsou ale váhy využívající tíhovou sílu. Váživost je nejvyšší povolená hmotnost, kterou jsou váhy schopny změřit, aniž by se poškodily.

Laboratorní váhy

Slouží pro vážení větších hmotností, kde není třeba větší přesnosti než setiny gramu.

Analytické váhy

Jsou určeny pro malé hmotnosti, které zváží velice přesně. Ve školách to bývají váhy s přesností 0,1 mg. Při navažování se používají dvě metody.

Navažování diferenciální

Pokud někdo řekne, navažte přibližně přesně 1 g, znamená to, že máte využít diferenciální navažování. Nejprve na analytické váze vytárujte navažovací lodičku, na kterou mimo váhy nasypete vzorek a znovu zvážíte. Když se přiblížíte na množství 1 gramu, dejme jako příklad hmotnost 1,0129 g, přesypete váš vzorek do nádoby. Opět zvážíte lodičku a rozdílem hmotností lodičky zjistíte, kolik vzorku bylo opravdu do nádoby přesypáno. Není důležité, že to není přesně 1 gram, důležité je, že je známo, kolik látky se do nádoby reálně přesypalo. Po skončení vážení lodičku pouze otřete a uklid'ete na předešlé místo.

Zahřívání

Je operace, při které se zvyšuje teplota hmoty.

Přímé

V starších laboratořích se používají plynové kahany, ve kterých se spaluje plyn, jenž ohřívá reagenční nádoby a umožňuje některé endotermické reakce. Kahany lze nastavit do dvou poloh, a to na svítivý a nesvítivý plamen. Plyn se ze zásady zapaluje v poloze svítivého plynu, kdy se dále přepne na druhou polohu, která má lepší výhřevnost. Je nutné mít během zahřívání mezi nádobou a kahanem keramickou sítku, aby nedocházelo k velkému opotřebení nádoby.

V novějších laboratořích se můžeme setkat spíše s topnými hnízdy a vyhříváními magnetickými míchačkami, jež zároveň míchají s reagenční směsí. Používají se při práci s velice hořlavými látkami, jelikož nevyužívají přímý oheň. Další výhodou je rovnoměrné zahřívání a pomalé chladnutí.

Pro nutnost rychlého sušení existuje zařízení sušárna, ve kterém je ohřev způsobený cirkulací horkého vzduchu. Sušárna bývá nerezová, takže je relativně chemicky odolná, avšak neměly by se do ní dávat příliš agresivní látky, třeba kyseliny.

K ohřevu lze použít i pece, s kterými se ale člověk často nepotká. Používají se k žhání sraženin a nahrazují běžné kahany.

Nepřímé Q

Je způsob zahřívání, při kterém se se ohřívá rozpouštědlo, které se vypařuje. Páry následně ohřívají nádobu, nejčastěji s krystaly, jež je třeba usušit.

Chlazení

Chlazení je proces, při kterém probíhá výměna tepla mezi dvěma prostředími. Nejpoužívanějšími chladícími medii je vzduch a voda.

Chlazení povrchové Q

Při povrchovém chlazení nedochází ke smíšení chladícího média a ochlazované látky. Běžně se s touto metodou setkáme v laboratořích, příkladem je Liebigův chladič, kterým protéká studená voda. Odebírá teplo sklu, jež ochlazuje páry procházející chladičem. Jiným příkladem je třeba ponoření kádinky do ledové vody.

Chlazení směšovací Q Dochází ke smíšení média a rozpouštěné látky. Příkladem ze života je vhození kostek ledu do limonády. Led přijímá okolní teplo, čímž zvýší svoji teplotu a zároveň přejde do kapalného skupenství (další spotřeba tepla). Používán nebývá jen led ale i roztoky s elektrolyty, které mají nízkou teplotu tuhnutí.

Pro extrémní chlazení lze použít i tekutý dusík s teplotou varu - 195,6 °C.

Látka	Díly ledu	Díly soli	Dosažitelná teplota $\frac{t}{^{\circ}\text{C}}$
Na_2CO_3	100	20	-2
KCl	100	30	-11
NH_4Cl	100	25	-15
NaCl	100	33	-21,3
$\text{NaNO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3$	100	55 + 52	-26
$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_3$	100	13 + 38	-31
$\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	61	100	-39
$\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	70	100	-54,9

Příprava roztoku

Roztok je homogenní směs dvou a více látek, které od sebe nelze rozlišit pouhým okem a ani je nelze rozdělit pouhou filtrací. Existují roztoky všech skupenství; u plynného je příklad vzduch složený převážně z kyslíku a dusíku; rozpuštěná sůl ve vodě dává příklad vodného roztoku; slitina oceli se dá považovat za roztok v pevném skupenství. Složení roztoku je rozdělováno na dvě části, a to disperzní prostředí a část. Disperzní prostředí, jinak zvané rozpouštědlo, je část, ve které je látka rozpuštěna (voda, líh, aceton). Disperzní část tvoří látka, která je v rozpouštědle rozpuštěná (sůl ve vodném prostředí, hydroxid sodný v lihu, uhlík v oceli).

Zároveň, roztoky lze dělit podle míry nasycení. Nasycený roztok je takový roztok, ve kterém již není možné rozpustit další látku, v případě jejího přidání se již nerozpustí a vytvoří se roztok přesycený. Ten obsahuje přebytek látky, kterou lze rozpustit dvěma způsoby. Přidáním dalšího rozpouštědla nebo změnou teploty, jelikož rozpustnost je závislá na teplotě, kdy s rostoucí teplotou často roste i rozpustnost. Pokud by se k nasycenému roztoku přililo další množství vody, tak by se vytvořil roztok nenasyčený neboli roztok s přebytkem rozpouštědla.

Poměr rozpuštěné látky a rozpouštědla lze vyjádřit mnoha vztahy. Nejčastěji bývá používán hmotnostní, nebo objemový zlomek, případně látková koncentrace.

w_a = hmotnostní zlomek

m = hmotnost rozpuštěné látky [kg]

$$w_a = \frac{m}{m_{\odot}}$$

m_{\odot} = hmotnost roztoku [kg]

Příklad

V 50 ml vody bylo rozpuštěno 5 g manganistanu draselného, určete, jakou měl vzniklý roztok hmotnostní zlomek.



$$w_a = \frac{m}{m_{\odot}}$$

$$w_a = \frac{5g}{50g}$$

$$w_a = 0,1 = 10 \%$$

Vznikne 10 % roztok.

Tahák

$1 \text{ ml vody} \cong 1 \text{ g}$

$\varphi_i = \text{objemový zlomek}$

$V_i = \text{objem rozpuštěné látky}$

$V_{roz.} = \text{objem rozpouštědla}$

$$\varphi_i = \frac{V_i}{V_i + V_{roz.}}$$

Příklad

Smícháním 100 ml etanol a 2 400ml vody vznikne roztok, určete objemový zlomek etanolu.

$$\begin{aligned}\varphi &= \frac{V}{V_i + V_{roz.}} \\ &= \frac{100L}{100L + 2400L} \\ \varphi &= 0,04 = 4\%\end{aligned}$$

Etanol je v roztoku zastoupen ze 4 objemových procent.

$c = \text{látková koncentrace [mol} \cdot \text{L}^{-1}]$

$n = \text{množství molů rozpuštěné látky [mol]}$

$V_{\odot} = \text{objem roztoku [L]}$

$$c = \frac{n}{V_{\odot}}$$

Příklad

Laborant připravil roztok smícháním 50 ml vody a 0,2 mol dusičnanu sodného, určete, jaký má roztok koncentraci.

$$\begin{aligned}c &= \frac{n}{V_{\odot}} \\ c &= \frac{0,2\text{mol}}{0,05L} \\ c &= 4\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}\end{aligned}$$

Připravil roztok o koncentraci 4 mol/L

Dělení směsí

Krystalizace

Vyloučení pevné látky z roztoku či taveniny se nazývá krystalizace. K vyloučení krystalů lze dojít třemi způsoby. Buď se roztok zahustí odpařením přebytku rozpouštědla do vzniku přesyceného roztoku, avšak látka se nesmí vlivem tepla rozkládat. Výrazným ochlazením roztoku, čímž klesne i rozpustnost látky. Vznikne opět přesycený roztok, ale je nutné provést následnou filtraci rychle, aby se rozpouštědlo opět nezahřálo. Při třetí metodě se k nasycenému roztoku přilije jiné rozpouštědlo, ve kterém není rozpuštěná látka rozpustná. Opět vznikne přesycený roztok, který lze zfiltrovat.

Volná Q

Pokud je třeba vytvořit větší krystaly, nebo nelze použít rušenou krystalizaci, používá se tzv. volná krystalizace. Z nenasyčeného či nasyceného roztoku se pomalu odpařuje rozpouštědlo a během několika dní se začnou tvořit malé krystaly, jež začnou nabývat na velikosti. Tento proces je velice zdoluhavý, může trvat několik měsíců až roků, než se vytvoří velké krystaly. Zároveň by matečný roztok měl být uskladněn v stabilních podmínkách, přiklopený, aby se do něho neprašilo. Pro zrychlení krystalizace je možné „nalíčit“ roztok několika malými krystalky, které se dále budou zvětšovat.

Rušená \mathcal{Q}

Rušená krystalizace je rychlá laboratorní metoda, kdy se získá relativně čistý produkt. Probíhá tak, že se z roztoku odpaří rozpouštědlo do vzniku přesyceného roztoku. To se dá určit ponořením tyčinky do roztoku a následným ochlazením tyčinky na vzduchu. Pokud se na jejím povrchu objeví malé krystaly, roztok je již přesycený. Následným ochlazením se začnou vytvářet krystaly, jež je možné za studena zfiltrovat. Matečný roztok je po filtraci je možné opět zahustit, zchladit a zfiltrovat. Tento způsob lze ale uplatnit pouze pro látky, jež se výrazně liší rozpustností za horka a studena.

Filtrace

Se používá při dělení směsi obsahující pevnou látku a tekutinu. Větší částice se zachytí na povrchu filtračního papírku, membrány či jiné propustné látky, ale zbytek tekutiny proteče skrz. Propustný materiál je volen podle velikosti částic, čím menší jsou částice tím méně propustný může být materiál. V životě se s filtrací setkáváme běžně a ani si to neuvědomujeme. Asi každý z nás už někdy cedil špagety přes cedník nebo si louhoval čaj. V obou případech jde o filtraci, kdy na špagety nám postačí cedník, ale na čaj již musel být použit sáček, jelikož nadrcený čajovník by cedníkem protekl. Zároveň filtrace špaget přes sáček od čaje není opětovně vhodné, protože by to trvalo příliš dlouho. Z toho vyplývá, že je důležité zvolit jak správnou propustnou látku, tak i velikost filtrační plochy.

Přes nálevku \mathcal{Q}

Je nejzákladnější druh laboratorní filtrace, jelikož stačí pouze filtrační papír s nálevkou. Používá se k zachycení krystalů a sraženin z roztoků. Správný filtrační papír by měl sahat maximálně 0,5 cm pod okraj nálevky. Výška se však může lišit při různých velikostech nálevky! Její výhody spočívají v jednoduchosti. Lze i použít vatou místo filtračního papírku, ale to pouze na velmi hrubé nečistoty.

Vakuová \mathcal{Q}

Probíhá mnohem rychleji než filtrace přes nálevku, jelikož je zde vytvářen podtlak, který tuto operaci urychluje. Místo běžné nálevky se používá nálevka Büchnerova nebo frity. U frity se nemusí používat ani filtrační papír, jelikož dno je zaplněno porézní propustnou sklovinou, která zachytává částice. Její velkou nevýhodou je obtížné čištění a stejně jako u Büchnerovy nálevky nutnost vakua. Naopak obří výhodou je možnost filtrovat rychle, a to hlavně studené roztoky, jež se nesmí zahřát.

Dekantace

Používá se pro „nerozpustné“ sraženiny v roztoku jiné rozpustné látky. Sraženina se nechá klesnout ke dnu a horní vodná vrstva se jednoduše slije. Pro odstranění zbylých solí se sraženina promývá vodou, nechá usadit a opět se dekantuje.

Srážení

Metoda, kdy se do roztoku rozpuštěné látky přilije jiný roztok za vzniku sraženiny, se nazývá srážení. Touto metodou lze získat kationty, nebo anionty, jež by bylo prakticky nemožné od sebe oddělit. Na tomto principu funguje analytická kvantitativní analýza gravimetrie. Po získání sraženiny je možné stechiometrickými výpočty dojít ke kvantitativnímu množství látky ve vzorku. Zároveň lze tuto metodu využít k důkazovým reakcím.

Destilace

Destilování dělí vícesložkovou směs na frakce podle různorodé těkavosti látek. Má široké uplatnění přes výrobu rosy až po potravinářský průmysl, ve kterém se vyrábí lihoviny. Při destilaci ale často nedochází k 100% oddělení, proto je nutné destilaci opakovat nebo použít jinou metodu, která dokončí proces separace.

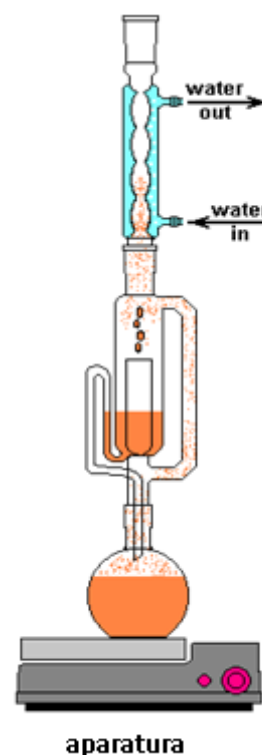
Základní destilační aparatura, se kterou se lze setkat ve škole, má 7 hlavních součástí; frakční baňky, do které se nalije roztok určený k destilaci; zároveň se přidávají i varné kamínky, aby se zabránilo utajenému varu. Baňka je utěsněna provrtaným korkem, ve kterém je teploměr sahající k ramenu frakční baňky (místo unikání plynů). Páry unikající ramenem jsou nepřímo chlazeny v chladiči, odkud zkapalněné stékají přes alonž do jímadla.

Sublimace

Se řadí mezi další metody čištění chemických látek. Skupenská přeměna, ve které látka mění svoje skupenství z pevného na plynné, je označováno jako sublimace. Při zahřátí tuhé směsi sublimující látka změní skupenství na plynné, odkud dále může být odváděna a ochlazená pod teplotu sublimace. Látka ani nemusí být odváděna z nádoby, kde je sublimována. Stačí dostatečně chladit okolní stěny nádoby, kde se začnou tvořit krystaly. Takto vzniklé krystaly lze po ochlazení nádoby odebrat a bezpečně uschovat.

Soxhletova extrakce

Je mechanická operace, která dělí vícesložkovou směs díky různorodé rozpustnosti látek. Celá aparatura byla poprvé sestavena Franzem Ritterem von Soxhletem [Q](#), německým chemikem původem z Brna, roku 1848. Tato aparatura se skládá ze třech důležitých částí, a to varné baňky, Soxhletova extraktoru a chladiče. Princip jejího fungování je jednoduchý a pro uživatele pohodlný. Ve varné baňce je varný kamínek a rozpouštědlo, které je ohříváno na teplotu varu. Vzniklé plyny unikají do extraktoru, následně kondenzují v chladiči a stékají zpět do extraktoru. V něm se nachází materiál s látkou, která je v rozpouštědle rozpustná, neboli pomalu se v rozpouštědle rozpouští, avšak ostatní látky nikoli. Hladina rozpouštědla se v extraktoru pomalu zvedá, až se dostane na hladinu přepadu. V tom okamžiku kapalina s rozpuštěnou látkou začne stékat do baňky a setrvačnou silou sebou strhne svoje celé množství, jež se nachází v extraktoru. V baňce se začne hromadit extrahovaná látka. Celý cyklus se bude opakovat, dokud se v materiálu nachází látka, jež chceme extrahovat.



Měření hustoty

Hustota je fyzikální veličina, která vyjadřuje hmotnost látky ku jejímu objemu. Tento vztah lze popsat rovnicí:

$$\begin{aligned} \rho &= \text{hustota} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}] \\ m &= \text{hmotnost} \quad [\text{kg}] \\ V &= \text{objem} \quad [\text{m}^3] \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Důležité je také dbát na teplotu, jelikož velice ovlivňuje hustotu, protože se stoupající teplotou hustota klesá. K zjištění hustoty je možné dojít různými způsoby, a to buď změřením (přímo), nebo vypočtením (nepřímo).

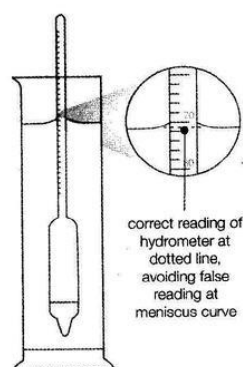
Přímo

Nejběžnější a nejjednodušší laboratorní zařízení na měření hustoty kapalin je hustoměr, ponorné zařízení fungující na základě Archimédova zákona. Skládá se ze dvou částí, a to baňky se závažím spojené se stopkou se stupnicí. Hustoměr se ponoří pomalu do kapaliny, nesmí se tam hodit, jinak by mohl narazit na dno a prasknout! Po ustálení na hladině se najde na stupnici hodnota ve výšce dolního menisku kapaliny. Vždy platí, že čím je větší ponor hustoměru, tím je hustota nižší.

Manometr ρ , pyknometr ρ a Mohrovy vážky ρ jsou další přístroje, které lze použít pro změření



hustoty. Jsou to ale přístroje relativně složitější, ale mnohem přesnější. **ideální výška oka při měření**



správná volba menisku při měření

Nepřímo

K výpočtu hustoty lze dojít několika různými výpočty. První popisuje vztah výše, a to že hustota je hmotnost látky v určitém objemu.

Příklad

Neznámý vzorek kapaliny byl nalit do odměrného válce a následně zvážen na váze. Jeho objem činil 56 ml a hmotnost byla stanovena na 23 g. Určete hustotu vzorku, pokud bylo měření prováděno za standardních podmínek.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{23 \text{ g}}{56 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Tahák
1000 kg/m ³ = 1 g/cm ³
1 ml = 1 cm ³
1 l = 1 dm ³

Hustota vzorku je tedy 1,5 g/cm³.

To byl případ, pokud jsme věděli objem a hmotnost za standardních podmínek. Co kdyby nás ale zajímalo, jaký objem je této kapaliny při jiné teplotě? Použili bychom vzorec s objemovou roztažností znějící takto:

ρ_2 = hustota současná [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
 ρ_1 = hustota počáteční [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
 β = součinitel objemové roztažnosti [K^{-1}]
 ΔT = rozdíl současné a počáteční teploty [K]

$$\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \cdot \Delta T)$$

Příklad

Hustota vody při 25 °C je 997,05 kg/m³. Zjistěte, jakou hustotu bude mít voda při 30 °C, pokud je součinitel objemové roztažnosti vody 0,000 06 K⁻¹?

$$\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \cdot \Delta T)$$

$$\rho_2 = 997,05 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}(1 - 0,000\ 06 \text{ K}^{-1} \cdot 5 \text{ K})$$

$$\rho_2 = 996,75 \cdot [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

Hustota klesne na 996,75 kg/m³.

Tahák
0 °C = 273,15 K
10 °C = 283,15 K
-273,15 °C = 0 K

Mezi další způsoby vypočtení hustoty patří tzv. lineární interpolace. Při této metodě jsou známy dvě hustoty, mezi kterými se nachází hustota, která není známá. Využijeme proto tohoto vzorce.¹

ρ_1 = hustota při nižší teplotě [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
 ρ_2 = neznámá hustota [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
 ρ_3 = hustota při vyšší teplotě [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
 T_1 = teplota nižší [K]
 T_2 = teplota neznámé hustoty [K]
 T_3 = teplota vyšší [K]

$$\rho_2 = \rho_1 - \left| \frac{\rho_1 - \rho_3}{T_1 - T_3} \cdot (T_1 - T_2) \right|$$

Příklad

Stanovte hustotu rtuti při 290,15 K, když víte, že hustota rtuti při 288,15 K je 13 558,5 kg/m³ a hustoty 13551,2 kg/m³ dosáhne rtuť při 291,15 K.

$$\rho_2 = \rho_1 - \left| \frac{\rho_1 - \rho_3}{T_1 - T_3} \cdot (T_1 - T_2) \right|$$

$$\rho_2 = 13558,5 - \left| \frac{13\ 558,5 - 13\ 551,2}{288,15 - 291,15} \cdot (288,15 - 290,15) \right|$$

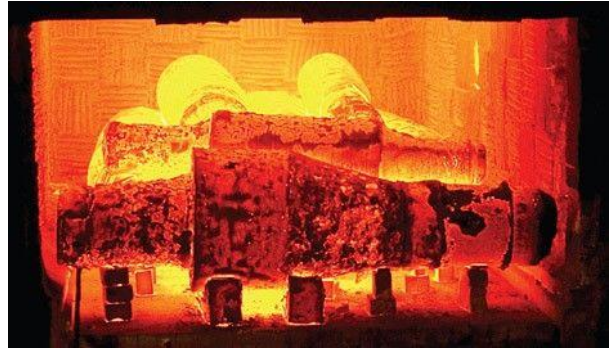
$$\rho_2 = 13\ 553,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Hustota rtuti při 290,15 K je 13 553,6 kg/m³.

¹ Vzorec platí pouze pro roztoky, jejichž hustota s rostoucí teplotou klesá. V opačném případě by se absolutní hodnota musela přičítat.

Žihání

Při žihání se snažíme dojít k rovnovážnému stavu struktury nebo konstantní hmotnosti zvýšením teploty. Zároveň lze žiháním změnit i složení látky, pokud se dodá dostatek energie pro chemickou reakci. Využití má různorodé; v analytice je součástí gravimetrie, v technologii našlo uplatnění v hutnickém průmyslu, kde je nedílnou součástí výroby kovů.



žihání v technologii



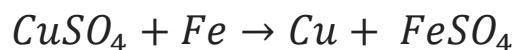
Anorganická chemie



Příprava síranu železnatého

Síran železnatý

Síran železnatý, triviálně nazvaný jako zelená skalice, je ve vodě rozpustná sůl kyseliny sírové. Je využíván jako desinfekční činidlo v čističce odpadních vod a jako pesticid proti mechům. Lze jej vyrobit vytěsněním ze síranu měďnatého pomocí železa



Chemikálie

pentahydrát síranu měďnatého 18,1 g

destilovaná voda 200 ml

kyselina sírová 1M 25 ml

železné hřebíky 8 ks

Vybavení

400 ml kádinka

250 ml kádinka

odpařovací miska

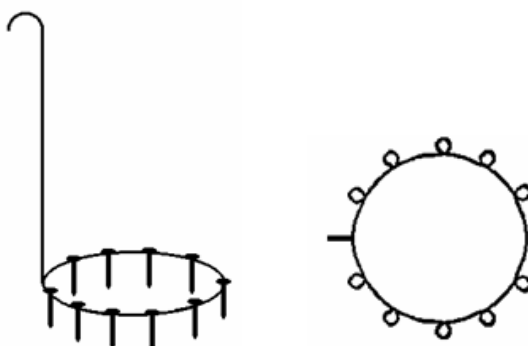
tyčinka

hodinové sklo

Büchnerova nálevka

Příprava

Vytvořte z železného drátu kolečko s očky, do kterých vložíte železné tyčinky např. hřebíky.



Do 400 ml kádinky nasypete 18,1g pentahydrátu síranu měďnatého a přilítím 100 ml destilované vody z něj vytvořte nasycený roztok. Následně jej zahřejte do rozpuštění veškerého síranu měďnatého, okyselte ho na pH 3 pomocí 1M kyseliny sírové a vložte nástavec s železnými hřebíky. Během reakce roztok míchejte, aby se ze železných tyčinek uvolňovala vyloučená měď. Zároveň doléváním vody udržujeme původní objem roztoku. Směs udržujte pod bodem varu, dokud roztok nezmění barvu z modré na sytě zelenou. Následně vyjměte železné tyčinky.

Zelený roztok za horka přefiltrujte přes Büchnerovu nálevku. Zahustěte jej na jednu čtvrtinu objemu a přelijte do odpařovací misky, ve které budete pokračovat v odpařování nad vodní lázní. Krystaly síranu železnatého zvažte a uskladněte pro další reakce.

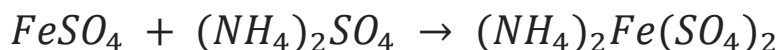
Separace

K vyloučené mědi přidejte 25 ml 1M kyseliny sírové a 5 minut vařte pro rozpuštění zbytků železa. Roztok slijte a měď několikrát dekantujte destilovanou vodou, následně přefiltrujte. Měď vysušte a zvažte. Pro zabránění oxidace na CuO měď přesypte do kádinky s vodou.

Příprava podvojných solí

Příprava síranu amonno-železnatého

Podvojně soli jsou sloučeniny, které krystalizují ve stejné krystalové mřížce a jsou tvořeny dvěma a více kationty, či anionty. Tyto soli však nemají stejný charakter jako komplexy, jelikož po rozpuštění ve vodě disociují na jednotlivé ionty. Jejich název je tvořen dle několika pravidel. Kationty se řadí dle svého oxidačního čísla, a to od nejmenšího po největší. Pokud se shodují v oxidačních číslech, seřazují se dle abecedního pořadí značení prvků. Jedním z mnoha příkladů těchto solí nabízí k uvedení síranu amonno-železnatého, jehož syntéza je popsána níže.



Chemikálie

heptahydrát síranu železnatého..... 12,5 g

síran amonný..... 6 g

kyselina sírová 1M 5 ml

Vybavení

50 ml kádinka 2x

krystalizační miska

tyčinka

hodinové sklo

Příprava

Připravte roztok smícháním 12,5 g síranu železnatého s 20 ml vody a 5 ml 1M kyseliny sírové. Zároveň smíchejte 10 ml vody a 6 g síranu sodného. Oba tyto přesycené roztoky zahřejte do rozpuštění krystalů. Po rozpuštění je smíchejte a nechte odpařit v krystalizační misce přiklopené sklíčkem.

Můj postup

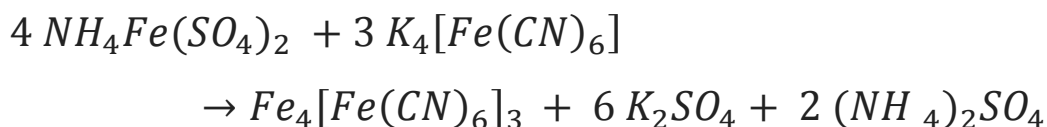
Do kádinky jsem si nasypal 12,5 g heptahydrátu síranu železnatého a přidal k němu přibližně 20 ml vody a 5 ml 1M kyseliny sírové. V jiné kádce jsem k 10 ml vody přidal 6 g síranu amonného. Oba roztoky jsem zahřál do rozpuštění krystalů a následně jsem je za horka smíchal. Trochu se změnila barva zeleného roztoku na modrozelený. Obsah kádinky jsem přelil do krystalizační misky a nechal vykrystalizovat. Hmotnost modrých krystalů byla 18,2 g.



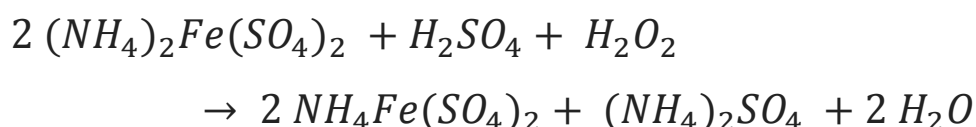
Příprava pařížské modře

Pařížská modř

Pařížská modř, jinak zvaná berlínská modř či pruská modř, je komplexní sraženina s chemickým názvem hexakynoželezitan železnatý. Využívá se jako umělecká modř při práci s olejovými, případně temperovými barvami. V medicíně se využívá při terapii otrav těžkých kovů. Připravuje se srážením železitých iontů s hexakynoželeznatanem.



Pro přípravu lze jako zdroj železitých iontů využít síran amonno-železitý připravený oxidací síranu amonno-železnatého.



Chemikálie

síran amonno-železnatý.....	17,63 g
peroxid vodíku (1:1).....	5 ml
kyselina sírová 1M.....	25 ml
žlutá krevní sůl trihydrát.....	10 g
amoniak (1:3).....	20 ml

Vybavení

50 ml kádinka 2x
odpařovací miska
tyčinka
hodinové sklo

Příprava

Připravte roztok smíšením 70 ml vody s 17,63 g síranu amonno-železnatého (případně využijte všechny preparát z úlohy „Příprava síranu amonno-železnatého.“) K tomuto roztoku přilijte nejdříve 25 ml 1M kyseliny sírové a následně po kapkách přidávejte 5 ml peroxidu vodíku (1:1). Roztok zahustěte a přelijte do odpařovací misky; nepřímým zahřátím odpařte všechno vodné medium!² Vzniklé krystaly rozpuste v 70 ml vody. Připravte další roztok žluté krevní soli smícháním 10 g hexakyanidoželeznatanu draselného s 80 ml vody. Do roztoku žluté krevní soli přilévejte pomalu rozpuštěnou železitou sůl. 20 ml amoniaku (1:3) umyjte kádinku od berlínské modře a obsah kádinky přelijte přímo do filtrátu od sraženiny, jenž pro zvýšení její čistoty promyjte 100 ml vody.



Pařížská modř

² Při smíchání nedoodpařeného roztoku hrozí, že přebytek kyseliny bude reagovat s krevní solí za vzniku toxického plynu HCN.

Můj postup

V 70 ml vody jsem rozpustil svůj preparát z úlohy „Příprava síranu-železnatého.“ V digestoři jsem k tomuto roztoku přilil 25 ml 1M kyseliny sírové a za stálého míchání jsem přikapával peroxid vodíku. Při reakci se uvolňovalo značné množství kyslíku a na konci reakce byl roztok zcela tmavě hnědý. Roztok jsem zahustil na 30 ml a přelil do odpařovací misky, jež jsem zahříval nad vodní lázní, až se mi odpařila veškerá voda. Do odpařovací misky jsem přilil přibližně 70 ml vody a v jiné kádi jsem si připravil roztok žluté krevní soli rozpuštěním 10 g soli v 90 ml vody. Do roztoku žluté krevní soli jsem pak přikapával roztok železitých iontů. V kádi se mi tvořila modrá sraženina berlínské modře. Tu jsem přefiltroval v přes nálevku a dvakrát promyl 50 ml vody. Kádinku od berlínské modře jsem promyl 20 ml amoniaku a přelil do filtrátu od sraženiny. Vznikla mi hnědá sraženina, jež jsem přefiltroval.



Organická chemie

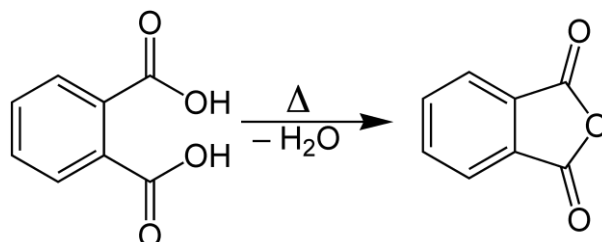
Extrakce kyseliny ftalové z vinylových rukavic

Obtížnost: střední

Potřebný čas: 6 hodin

Kyselina ftalová

Kyselina ftalová je **aromatická dikarboxylová kyselina**. Jedná se o bílou **krystalickou** látku, jež se používá k výrobě **barviv**, změkčovadel a k výrobě syntetických voňavek. Průmyslově je vyráběna oxidací naftalenu. Při dostatečném zahřátí odštěpuje kyselina ftalová **vodu** a vzniká její **anhydrid**, který za této teploty sublimuje.



Ve vinylových rukavicích se nachází jako ve formě derivátu DEHP.

Chemikálie

- hydroxid sodný 10 g
- isopropylalkohol..... 250 ml
- konc. kyselina chlorovodíková..... 25 ml
- vinylové rukavice 50 g (přibližně 25 párů)

Vybavení

- 500 ml varná baňka
- Büchnerova nálevka
- dělička
- kádinka
- kahan
- sklíčko
- Soxhletův extraktor
- stojan
- topné hnízdo
- tyčinka/magnetické míchadlo
- váha
- zpětný chladič



kyselina ftalová

Příprava

Do varné baňky nalijte 250 ml isopropylalkoholu a nasadte na ni Soxhletův extraktor, jenž jste naplnili 50 g nastříhaných rukavic. Na extraktor upevněte chladič. DEHP extrahujte dvě hodiny. Po ukončení extrakce přilejte roztok 10 g NaOH rozpuštěných ve 250 ml vody a roztok vařte pod zpětným chladičem minimálně hodinu. Po zchladnutí oddělte spodní vrstvu od horní (spodní obsahuje produkt).

K spodní vrstvě přidejte 25 ml kyseliny chlorovodíkové a ochlaďte v ledové vodě. Vzniklé krystaly dekantujte. Krystaly zahřívejte v kádince a až ucítíte sublimující anhydrid, přiklopte kádinku varnou baňkou naplněnou studenou vodou. Po třiceti sekundách sundejte kaď a nechte ji vychladit. Lžičkou sesbírejte krystaly a proces se sublimací kyseliny ftalové opakujte, dokud se vám bude tvořit anhydrid.

Můj postup

Do varné baňky jsme nalili 250 ml isopropylalkoholu a nasadili na ni Soxhletův extraktor. Dno extraktoru jsme zaplnili vatou, na kterou jsme dali 50 g nastříhaných rukavic a opět zaplnili trochou vaty. Varnou baňku jsme ohřívali v topném hnízdě. Extrakce probíhala 2 hodiny. Po zchladnutí jsem k isopropylalkoholu přilil roztok louhu. Barva se okamžitě změnila na růžovou. Důvod je to způsoben přítomností ftalátů, které slouží jako pH indikátory, příkladem je indikátor fenolftalein. Na varnou baňku se opět připojil extraktor a směs byla opět refluxována 1 hodinu. V reagenční směsi probíhalo zmydlení esterů. Po ukončení zmydlení jsem nechal baňku zchladnout. Vznikly dvě vrstvy, které jsem od sebe oddělil v děliče. K spodní vrstvě jsem přilil koncentrovanou kyselinu chlorovodíkovou a vznikla mi směs nerozpustných isomerů kyseliny ftalové. Ty byly odstraněny filtrací a matečný roztok byl ochlazen na 0 °C. Na dně kádinky mi vznikly krystaly kyseliny ftalové, které jsem rychle přefiltroval. Suché krystaly jsem přesypal do kádinky a umístil na sítku. Čekal jsem, dokud termickým rozkladem neucítím sublimující anhydrid. Kád' jsem přiklopil baňkou naplněnou studenou vodou, vyčkal 30 sekund a vypnul kahan. Počkal jsem, až se mi vzniknou krystaly anhydridu, které jsem lžičkou nabral a přendal na sklíčko. Sublimaci anhydridu jsem opakoval, dokud mi vznikal. Celkem bylo získáno 4 gramů anhydridu.

Obtížnost: středně těžká

Potřebný čas: 1 hodina

Separace

Použitý isopropylalkohol lze přečistit destilací při 83 °C

Příprava

Sestavte destilační aparaturu a předestilujte použitý isopropylalkohol.

Vybavení pro separaci

destilační aparatura

Můj postup

Sestavil jsem destilační aparaturu a destiloval jsem jak horní organickou vrstvu zmýdelněného esteru, tak i matečný roztok po filtraci kyseliny ftalové. Celkem jsem předestiloval 160 ml isopropylalkoholu s předpokládanou čistotou 90 %.

Toxikologická data

[anhydrid kyseliny ftalové](#)

[Bis-\(2-etylhexyl\)ftalát](#)

[hydroxid sodný](#)

[isopropylalkohol](#)

[kyselina ftalová](#)

[kyselina chlorovodíková](#)

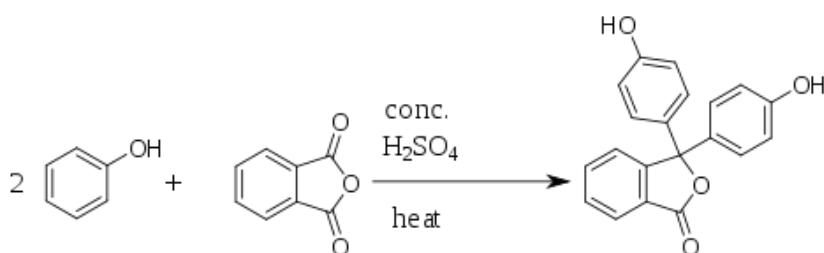
Příprava fenolftaleinu

Obtížnost: střední

Potřebný čas: 4 hodiny

Fenolftalein 🔍

Často se používá při acidobazických titracích jako indikátor. V kyselém prostředí je fenolftalein bezbarvý, v bazickém prostředí se zbarví fialově. K přechodu dochází při pH 8,2-9,8. Fenolftalein se používá ve formě roztoku v etanolu, protože je málo rozpustný ve vodě. Chová se jako slabá kyselina. Vyrábí se reakcí mezi fenolem a anhydridem kyseliny ftalové. Reakce probíhá za katalýzy kyseliny sírové. Při reakci vzniká jako vedlejší produkt voda.



Chemikálie

fenol2 g
anhydrid kyseliny ftalové1,5 g
aceton30 ml

Vybavení

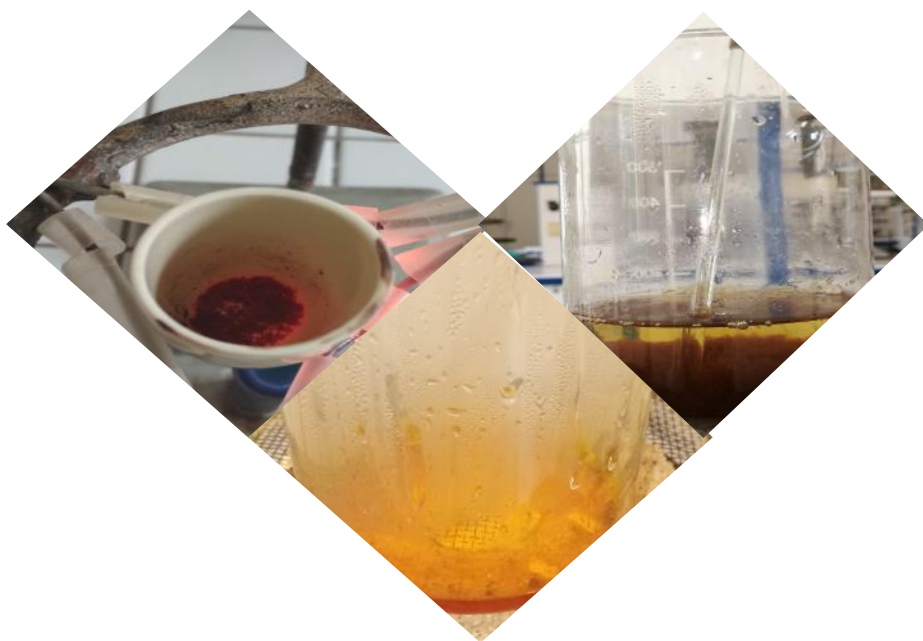
250 ml kádinka
malá varná baňka
tyčinka/magnetické míchadlo
100 ml kádinka
sklíčko
odpařovací miska
Büchnerova nálevka



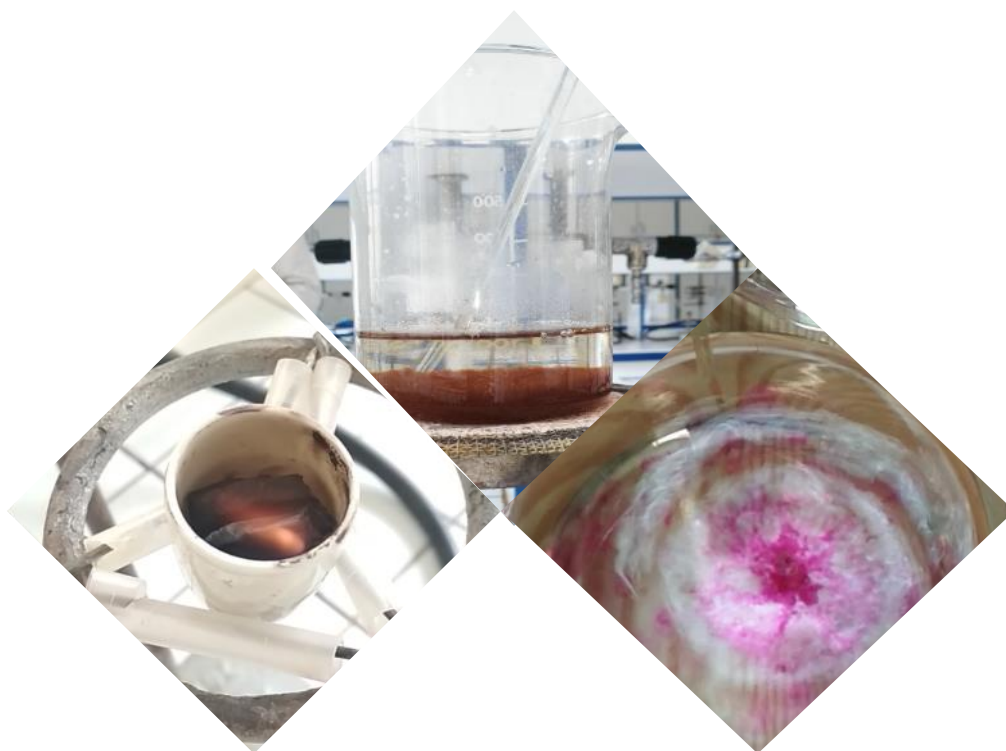
roztok fenolftaleinu

Příprava

Do malé varné baňky přidejte 2 g fenolu a 1,5 g anhydridu. Ponořte ji do olejové lázně a vařte 2 hodiny při 150 °C. Během reakce míchejte obsah baňky tyčinkou. Nechejte zchladnout na laboratorní teplotu a přidejte 20 ml acetonu. Pečlivě rozmíchejte a přefiltrujte. Krystaly opět promyjte a přefiltrujte. Filtrát vylíjte do kádinky s 100 ml 1 M roztokem HCl. Zahřejte v digestoři na 60 °C, abyste odpařili aceton. Pak roztok ochlaďte a přefiltrujte.



Analytická chemie



Gravimetrické stanovení železa

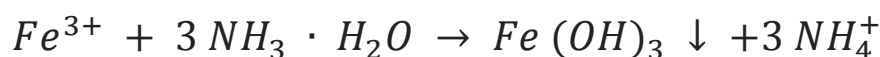
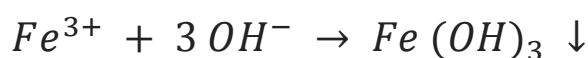
Obtížnost: střední

Potřebný čas: 10 hodin

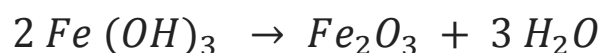
Gravimetrie

Gravimetrie, jinak zvaná vázková analýza, patří mezi základní metody kvantitativní analýzy. Jejím principem je vyloučení z roztoku jedinou, přesně definovanou, prakticky nerozpustnou sraženinu, jejímž zvážením jsme schopni zjistit za pomoci stechiometrických výpočtů procentuální zastoupení látky v počátečním vzorku. Avšak někdy je třeba vzniklou sraženinu převést na jinou látku, jejíž složení bude více konstantní. Při stanovování železa se využívá amoniakální metody, to je přidání amoniaku do roztoku železité soli a následným žiháním sraženiny do konstantní hmotnosti.

Srážení

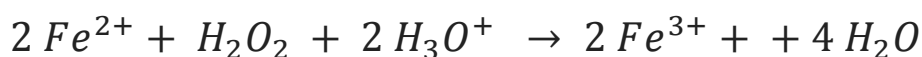
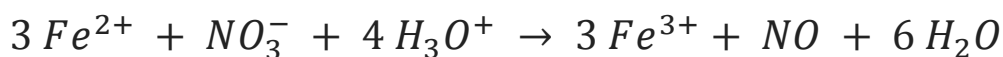


Žihání



Důležité je i provedení oxidace železnatých iontů na ionty železité, abychom splnili podmínku přesně definované látky.

Oxidace



Chemikálie

amoniak (1:1)	15 ml
dusičnan amonný	5 g
dusičnan stříbrný roztok	3 ml
kyselina dusičná konc.....	1 ml
kyselina chlorovodíková (1:1).....	20 ml
peroxid vodíku (1:1).....	2 ml
vzorek	0,5 g



usazený hydroxid železitý

Vybavení

600ml kádinka

exsikátor

kleště

triangl

tyčinka

žihací kelímeček

Příprava

Diferenčně navažte asi 0,5 g vzorku do kádinky objemu 600 ml. Ke vzorku přidejte 10–20 ml HCl (1:1), kádinku přikryjte hodinovým sklem a v digestoři zahřívajte. Vzorek se musí zcela rozpustit, tzn. musí být čirý. Roztok následně v kádince zřed'te destilovanou vodou na objem 50 ml. K tomuto roztoku přidejte 1 ml koncentrované HNO₃, kádinku přikryjte hodinovým sklem a v digestoři vařte několik minut, dokud unikají oxidy dusíku. Hodinové sklo opláchněte a roztok zřed'te na objem 150 ml. Přidejte lžičku tuhého NH₄Cl a horký roztok srážejte po kapkách vodným amoniakem (1:1) za stálého míchání až do slabého amoniakálního zápachu. Roztok nad sraženinou musí být čirý a sraženina je rezavé barvy. Není-li nad sraženinou roztok čirý, byla provedena špatně oxidace. Proto je nutné sraženinu znovu rozpustit v HNO₃ a opakovat srážení. Sraženinu zahřívajte 15 min. na vodní lázni, aby se lépe sbalila, nebo ji ponechte 15 min. stát. Filtrujte za horka přes analytický filtrační papír pomocí rychlonálevky! Sraženinu dekantujte a promývejte horkou destilovanou vodou s trochou NH₄NO₃ a s několika kapkami amoniaku. Sraženinu na filtru promývejte tak dlouho, dokud filtrát obsahuje chloridy. Proveďte důkaz roztokem AgNO₃ na bílý nerozpustný AgCl. Filtr se sraženinou vysušte a vyžihajte v předem vyžihaném a zváženém kelímku. Sraženinu v kelímku žihajte při teplotě minimálně 800 °C do konstantní hmotnosti. Kelímeček chlad'te v exsikátoru a vypočítejte ze vniklé hmotnosti množství železa ve vzorku

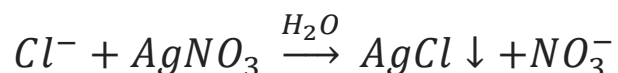
Můj postup

Na začátku úlohy jsem navážil diferenciálně 0,5108 g vzorku „30“, který jsem přesypal do 600 ml kádinky. Ke vzorku jsem přilil v digestoři 20 ml kyseliny chlorovodíkové (1:1) a zahřál ji. Po rozpuštění vzorku jsem k roztoku přilil 30 ml vody a 1 ml koncentrované kyseliny dusičné a roztok jsem opět zahřál na bod varu. Z roztoku mi neunikaly žádné NO_x. Proto jsem vypnul kahan a přidal polovinu lžičky chloridu amonného a objem roztoku zvětšil na 150 ml. Začal jsem pomalu přikapávat amoniak (1:1) a důkladně jsem s roztokem míchal. Ze začátku se mi v roztoku neutralizoval zbytek kyseliny chlorovodíkové.



Když už jsem se dostal na neutrální pH, cukla mi ruka a já nalil velké množství amoniaku do roztoku. Tato moje chyba mohla ovlivnit výsledky, jelikož se mezi strukturu sraženinu mohlo dostat nepatrné množství nečistot. Nicméně zde byl přebytek amoniaku, což jsem poznal podle jeho zápachu. Pro zkoušku jsem nechal sraženinu usadit, a do roztoku kápl ještě malé množství amoniaku, abych měl jistotu, že mi všechny železité ionty zreagovaly. Jelikož po přidání kapky se neutvořila sraženina, reakce byla opravdu ukončena. Během sedimentace jsem si dal žíhat kelímeček, abych odstranil přebytečnou vlhkost. Takto byl žihán asi deset minut a následně jsem ho nechal zchladnout v exsikátoru. Jeho hmotnost činila 17,4703 g. Kelímeček byl opět žihán a znovu ponechán zchladnout v exsikátoru. Jeho hmotnost vzrostla na 17,4707 g, což asi způsobila nasátá vlhkost, když ostatní otevírali exsikátor. Rozdíl byl ale na čtvrtém desetinném místě, proto byla stanovena hmotnost kelímku na počáteční nejnižší hodnotu 17,4703 g.

V průběhu žihání jsem dekantoval od usazené sraženiny horní vodnou vrstvu. Lil jsem ji do nálevky přes papír, abych zachytil část sraženiny, která nebyla úplně dobře usazená. Po slítí vodné vrstvy jsem k sraženině přilil přibližně 100 ml horké vody s kapkou amoniaku a dusičnanem amonným a nechal zase sraženinu usadit a opět jsem ji dekantoval. Dekantovaný roztok chloridu amonného jsem si nechal na další reakce. Sraženina byla ještě promyta 5krát čistou vařící demineralizovanou vodou. Při čtvrtém pokusu jsem zkusil test na chloridové ionty, ale jelikož byl pozitivní, promýval jsem sraženinu po páté, kdy mi s roztokem dusičnanu stříbrného nevznikala bílá sraženina; viz rovnici:



Proto jsem sraženinu přefiltroval, přendal i s filtračním papírkem do žihacího kelímku, postavil vysoko nad kahan. Z počátku jsem jen sraženinu sušil, pak posunul kelímek v trianglu níž, abych započal samotné žihání. Během několika minut mi shořel papír a já posunul kelímek ještě níž. Žíhal jsem přibližně 30 minut; nechal zchladnout kelímek v exsikátoru a zvážil ho. Kelímek vážil 17,6644 g, po druhém žihání klesla hmotnost na 17,6632 g. Třetí žihání bylo provedeno na dalších laboratorních cvičeních, kdy hmotnost opět poklesla na 17,6630g.

Obtížnost: středně těžká

Potřebný čas: 1 hodina

Možnosti separace

Po vysrážení hydroxidu železitého v roztoku zůstalo velké množství chloridu amonného. Roztok z první dvou dekantací se nechá odpařit v odpařovací misce, nebo se uchová ve vodném roztoku. Lze ho využít v úloze výroba dusíku.

Vybavení pro separaci

odpařovací miska

Můj postup

Roztok po prvních dekantaci jsem slil do zásobní baňky na výrobu dusíku.

Toxikologická data

amoniak

dusičnan amonný

dusičnan stříbrný

hydroxid železitý

chlorid amonný

chlorid stříbrný

kyselina chlorovodíková

peroxid vodíku

Chemická technologie

Příprava manganu

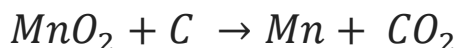
Obtížnost: střední

Potřebný čas: 3 hodiny

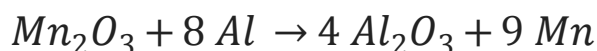
Mangan

Mangan je lesklý, bílý, tvrdý, křehký kov, který má velmi nízkou tepelnou vodivost. Nejčastěji využití nachází při výrobě oceli, a to jako legující přísada. Příměsí manganu v oceli vzniká velmi pevná a houževnatá Hadfieldova ocel, která se používá pro výrobu namáhaných součástí. Ochotně reaguje s koncentrovanou kyselinou dusičnou a sírovou bez vzniku vodíku, avšak s velmi zředěnými kyselinami vodík vzniká.

Vyrábí se ve formě feromanganu, kdy se pyroluzit redukuje kosem za vzniku manganu a oxidu uhličitého.



Případně technický mangan lze připravit aluminotermickou metodou z oxidu manganato-manganitého. Neredukuje se přímo pyroluzit, jelikož by reakce byla příliš bouřlivá.



Chemikálie

oxid manganičitý 3 g

mletý hliníkový prach 0,9 g

Vybavení

400ml kádinka

kleště

triangl

květináč

podtácek

kladivo

žíhací kelímek



V kelímku žíhejte hodinu 3 gramy oxidu manganičitého. Následně ho nechte zchladnout na pokojovou teplotu a smíchejte s 0,9 gramy práškového hliníku. Sesypte každý všechnu směs do květináče a doprostřed zasadte hořčičkovou pásku. Květináč umístěte nejlépe ven s keramickým podtáckem. Následně zapalte hořčičkovou pásku a ustupte do bezpečné vzdálenosti. Vzniklou taveninu nechte zchladnout a kladivem ji rozbijte na menší části. Vysbírejte lesklé části, které ponořte na 2 minuty do zředěné kyseliny chlorovodíkové.

Poděkování

Za vznikem této knihy stojí pomoc mnoha nepostradatelných lidí. Jeden z těchto výjimečných je inženýrka Zita Valentová, která nám byla velkou oporou a nedílnou součástí teamu, jelikož s námi trávila čas v laboratořích učíc nás její nabyté zkušenosti získané během svojí dlouholeté praxe. Veškerá laboratorní činnost probíhala v školních prostorách Masarykovy střední školy chemické, jež si zaslouží také našich díků. Nadací Unipetrol, která nám poskytla grant na vznik tohoto sborníku, chceme také vyjádřit vděk, jelikož bez ní by nebylo vůbec možné tuto práci uskutečnit. Chtěli bychom tímto věnovat tuto knížku jejich věčné památce.