

Laboratorní technika (LTE)

návody k laboratorním cvičením

Následující materiál je doplněn on-line kurzem o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci v chemické laboratoři spolu s interaktivními animacemi. Kurz společně s laboratorními návody je dostupný na adrese:

<https://elearning.tul.cz> (FP → KCH → rok → LTE)

Zpracoval kolektiv KCH: Ing. Martin Stuchlík
Mgr. Martin Slavík, Ph.D.
Ing. Ilona Krabicová
doc. Irena Šlamborová, Ph.D.

verze 2025-06-04

Obsah

Bezpečnost práce v chemické laboratoři (BOZP)	2
Přehled základního laboratorního skla a jeho použití	3
úloha 1 - Hustota, příprava a ředění roztoků	5
úloha 2 - Alkalimetrické stanovení kyseliny octové v octu	7
úloha 3 - Krystalizace a kontrola čistoty krystalu	9
úloha 4 - Příprava mědi cementací, gravimetrické stanovení hydrátu	11
úloha 5 - Destilační křivka, stanovení obsahu alkoholu ve víně	13
úloha 6 - Extrakce dle Soxhleta a macerace	15
úloha 7 - Určení pH roztoků a dělení směsí kationtů na katexu	17
úloha 8 - Izolace rostlinných barviv a jejich separace	19
úloha 9 – Destilace s vodní parou, určení indexu lomu kapalin	21
Výpočty k laboratorním úlohám	23
Laboratorní řád pro práci v chemických laboratořích TUL	24

Tímto symbolem ▼ jsou v textu označena místa, kterým je nutné věnovat zvýšenou pozornost. Nedodržení, neprovedení, nepoznamenání si postupů, údajů a zjištění tak může vést k získání buďto chybných výsledků nebo k neobdržení výsledků samotných.

Bezpečnost práce v chemické laboratoři (BOZP)

Práce v chemické laboratoři představuje zvýšené riziko případného poškození zdraví, proto Vám důkladné seznámení s informacemi uvedenými dále umožní pracovat bezpečně a poskytne také možnost radovat se bez omezení ze života i po skončení laboratorního cvičení!

Podrobnosti o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci v chemické laboratoři se dozvíte při vstupním školení a také v kurzu volně dostupném na adrese: <https://www.kch.tul.cz/bozp>

Největším nebezpečím jsou samotné chemikálie. Látky jsou klasifikovány podle svých vlastností do následujících skupin nebezpečnosti. Pro snadné rozlišení je každá skupina zvýrazněna piktogramem (grafickým symbolem).

Tyto symboly jsou doplněny *R*-věťami nebo *H*-věťami představujícími informace o rizikovosti [*R*=risk; *H*=hazard] a *S*-věťami nebo *P*-věťami [*S*=safety; *P*=precaution], tj. informacemi o bezpečném nakládání, které jsou uvedeny na obalu chemikálií. Před prací i během ní si pozorně prohlédněte obal chemikálií a seznamte se nebezpečnými vlastnostmi používaných látek.

Používané výstražné symboly nebezpečnosti



GHS01 - výbušné látky



GHS02 - hořlavé látky



GHS03 - oxidační látky



GHS04 - plyny pod tlakem



GHS05 - korozivní a žíravé látky



GHS06 - toxické látky



GHS07 - dráždivé látky



GHS08 - látky nebezpečné pro zdraví



GHS09 - látky nebezpečné pro životní prostředí



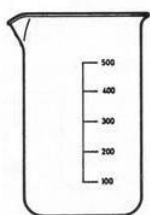
GHS10 - látky s neznámými vlastnostmi

Přehled základního laboratorního skla a jeho použití

Laboratorní sklo



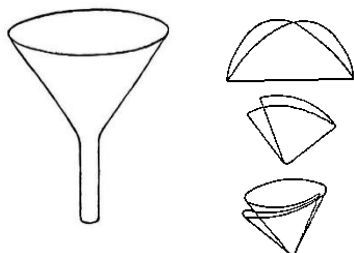
Zkumavky – jsou to tenkostěnné trubice s kulovým dnem. Slouží pro nejrůznější zkoušky a práce s malým množstvím roztoku nebo látky.



Kádinky – jedná se o reakční nádobu, kterou lze využít k zahřívání a ke krátkodobému uchovávání kapalin. Jejich stupnice je pouze orientační a v žádném případě neslouží k odměřování objemu kapalin!



Hodinové sklo – nejběžněji se využívá ke krytí reakčních nádob, případně při sušení pevných produktů krystalizace či k odpařování malých množství rozpouštědel. Nepoužívá se k navažování chemikálií!



Nálevky – pomocí nich se přelévají kapaliny do nádob s úzkým hrdlem. Mohou se například použít při plnění byret odměrným roztokem. Filtrační nálevky jsou určeny k filtraci a mají výrazně delší stopku. Do nálevky se vkládá složený filtrační papír, jehož okraj by měl být alespoň 1 cm pod okrajem nálevky. Při filtraci suspenze se díky této přepážce oddělí kapalná fáze (filtrát) od pevné fáze (filtrační koláč), který se zachytí na povrchu filtračního papíru.



Titrační baňka – se vyznačuje plochým dnem a širokým hrdlem. Během titrace se za ručního míchání roztoku v baňce jejím hrdlem přidává z byrety titrační činidlo

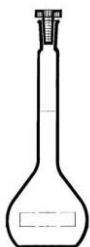


Lodička – využívá se k navažování malého množství sypkých látek. Je vyrobena z glazované keramiky nebo skla a její konstrukce umožňuje pohodlné přenesení látky do jiné nádoby (například odměrné baňky).

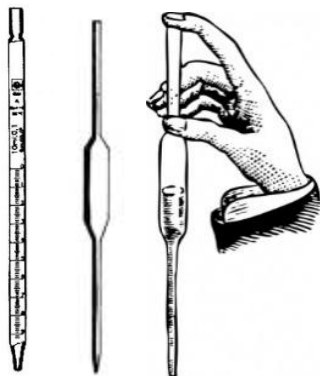


Pyknometr – skleněná nádobka určená ke stanovování hustoty kapalin, případně tuhých nenasákavých tělísek. Skládá se z baňky a zábrusové zátky s kapilárou, kterou při uzavření baňky vyteče přebytečná měřená kapalina. Tím se zajistí stejně definovaný objem.

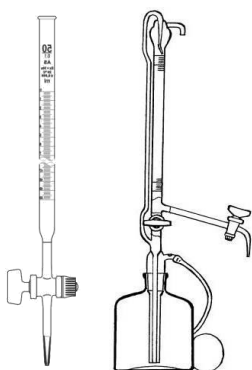
Odměrné laboratorní nádobí



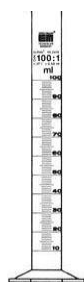
Odměrné baňky – používají se pro přípravu roztoků o přesné koncentraci. Jsou opatřeny značkou udávající přesný objem při dané teplotě. Kalibrovány jsou na dolití.



Pipety – slouží k přesnému odměření malých množství kapalin. Nedělené pipety jsou opatřeny pouze jednou ryskou vyznačující patřičný objem uvedený na pipetě. Dělené pipety jsou opatřeny velkým množstvím rysek s číselným označením objemu. Na rozdíl od nedělených pipet je u nich možné odměřit libovolný objem v daném rozsahu pipety. Kalibrovány jsou na objem při 20 °C a na vylití.



Byrety – používají se při titracích ke zjištění přesného množství odměrného roztoku, který byl přidán k titrovanému roztoku. Od pipety se liší kohoutem umístěným před výtokem kapaliny z byrety. Při jejich plnění je nutné nezapomenout naplnit i stopku pod kohoutem, a to bez přítomnosti vzduchových bublin. Kalibrovány jsou na objem při 20 °C a na vylití.



Odměrné válce – jedná se o skleněné nebo plastové nádoby různých objemů opatřené ryskami. Používají se k odměřování objemu kapaliny. Odměřovaný objem má výrazně nižší přesnost, než v případě byret, pipet a odměrné baňky.



Laboratorní technika (LTE)

úloha 1 - Hustota, příprava a ředění roztoků

Úkol:

1. Připravte vodný roztok KBr o objemu $0,50 \text{ dm}^3$ a přibližné koncentraci $c_w = 100 \text{ g/dm}^3$.
2. S využitím hustoměru zjistěte hustotu připraveného roztoku, vyjádřete obsah KBr v roztoku v hmotnostních procentech a molární koncentraci.
3. Ředěním vodou připravte z roztoku KBr:
 - a) 6% roztok o hmotnosti 500 g a hustoměrem určete jeho hustotu
 - b) 4krát ředěný roztok a pyknometrem určete jeho hustotu
4. Pyknometricky změřte hustotu předloženého vzorku roztoku KBr. Pomoci grafické závislosti a následného výpočtu určete molární koncentraci KBr v roztoku vzorku.

Pracovní postup:

Příprava roztoku KBr

- do 150ml kádinky na předvážkách odvažte s přesností na 0,1 g potřebné množství KBr ▼
- přidejte asi 100 ml destilované vody o lab. teplotě a mícháním tyčinkou krystaly soli rozpustíte
- roztok po tyčince přelijte do 500ml odměrného válce, kádinku i tyčinku několikrát opláchněte a oplachy použijte pro doplnění válce na objem 500 ml (kvantitativní převedení)
- roztok promíchejte jeho přelitím do 500ml kádinky a zpět do válce

Příprava 6% a 4krát ředěného roztoku KBr

- do 500ml odměrného válce odměřte vypočtený objem roztoku KBr (100 g/dm^3), potřebný na přípravu 6% roztoku
- do válce k roztoku přilijte odměřený vypočtený objem vody, potřebný pro přípravu 6% KBr
- roztok promíchejte jeho přelitím do 500ml kádinky a zpět do válce
- smíchejte potřebné odměřené objemy vody a roztoku KBr (100 g/dm^3) pro přípravu 4krát ředěného roztoku, vzniklý roztok promíchejte jeho přelitím

Měření hustoměrem

- hustoměr opatrně ponořte do odměrného válce s roztokem a ze stupnice odečtete hodnotu hustoty, **údaj nahlaste** ▼

Měření pyknometrem

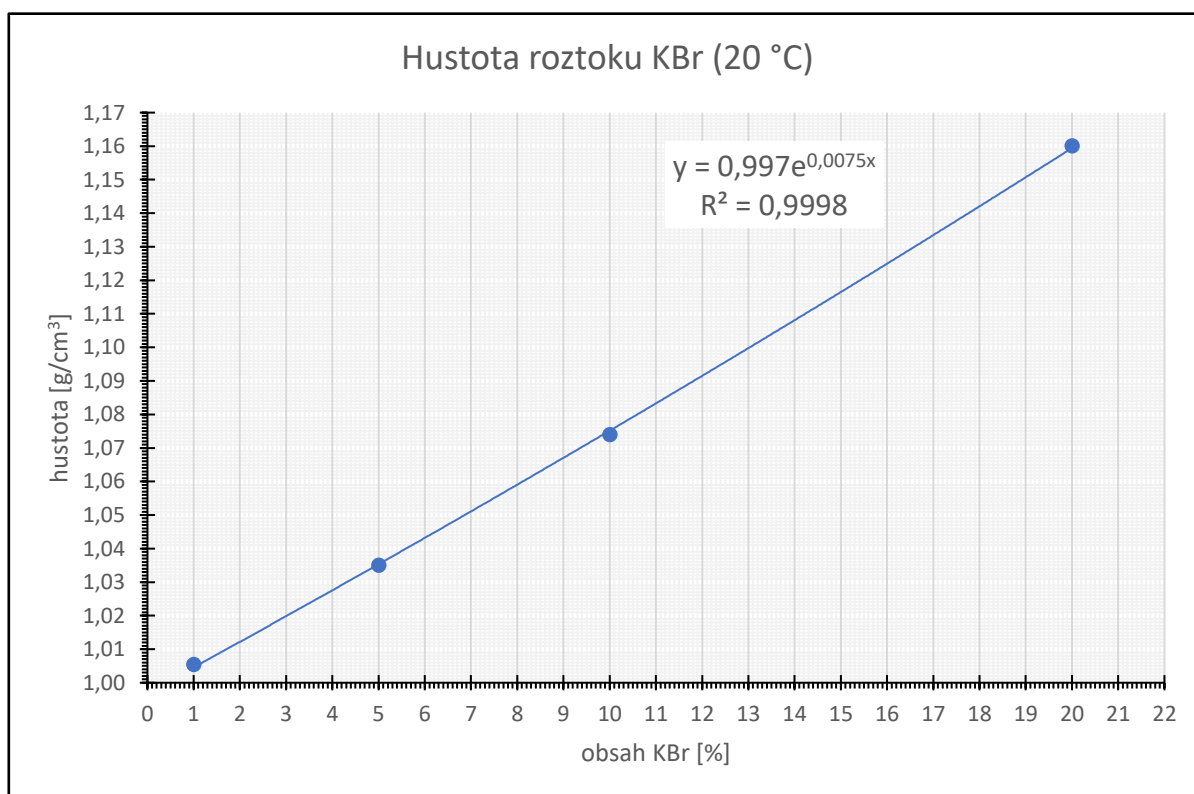
- na analytických vahách zvažte suchý pyknometr s přesností na 0,1 mg ▼
- do kádinky odlijte destilovanou vodu o laboratorní teplotě, zjistěte teplotu vody ▼
- pyknometr z kádinky naplňte destilovanou vodou až po jeho hrdlo
- pomalu pyknometr uzavřete zátkou opatřenou kapilárou tak, aby destilovaná voda vytekla kapilárou a v pyknometru nebyly žádné vzduchové bubliny
- pyknometr papírovým ubrouskem důkladně osušte
Pozor, aby nedošlo k odsátí části kapaliny z kapiláry!
- pyknometr na analytických vahách zvažte a pyknometr vyprázdněte ▼

- před měřením roztoku nebo destilátu vždy pyknometr důkladně několikrát promyjte destilovanou vodou a následně alespoň dvakrát malým objemem měřené kapaliny
- pyknometr stejným způsobem naplňte měřenou kapalinou a zvažte ▼
- z údajů vypočtete hustoty měřených kapalin, vypočtené **hodnoty nahlaste**

Protokol obsahuje:

- **teorii k tématu laboratorní práce:** pro její vytvoření využijte nástrojů umělé inteligence (např. NotebookLM, Chat GPT, ...) a literatury v e-learningovém kurzu spolu s dalšími ověřenými zdroji. Uveďte použité prompty (klíčová slova) a nezapomeňte správně citovat použité zdroje.
- **experimentální data:** uvedení použitých hmotností, naměřených hustot roztoků, obecné vztahy výpočtů s dosazenými hodnotami, obsahy KBr v hmotnostních procentech a molární koncentrací v předloženém vzorku
- **závěr:** odpovědi a zjištění podle úkolů

hustota destilované vody při různých teplotách									
t [°C]	19	20	21	22	23	24	25	26	27
ρ [g/cm ³]	0,9984	0,9982	0,9980	0,9978	0,9975	0,9973	0,9970	0,9968	0,9965





Laboratorní technika (LTE)
úloha 2 - Alkalimetrické stanovení kyseliny octové v octu

Úkol:

1. Připravte odměrný roztok NaOH o objemu 250 ml a látkové koncentraci 0,2 mol/dm³.
2. Titrací stanovte přesnou koncentraci (standardizace) odměrného roztoku NaOH.
3. Titrací stanovte obsah kyseliny octové ve vzorku octa a obsah vyjádřete v hmotnostních procentech.

Pracovní postup:

Příprava odměrného roztoku NaOH

- do 150ml kádinky na předvážkách odvažte s přesností na 0,1 g potřebné množství NaOH ▼
- přidejte asi 100 ml destilované vody a mícháním tyčinkou pecky NaOH rozpustíte
- roztok z kádinky převedte do 250ml odměrné baňky, kádinku i tyčinku stříčkou opláchněte a oplachy použijte pro naplnění baňky, stříčkou a následně kapátkem s destilovanou vodou doplňte objem baňky přesně na rysku
- baňku uzavřete zátkou a promíchejte ji několikanásobným jejím převrácením

Stanovení přesné koncentrace odměrného roztoku NaOH

průběh reakce: $2 \text{NaOH} + (\text{COOH})_2 \rightarrow (\text{COONa})_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

- do titrační baňky s použitím lodičky navažte diferenčně potřebné množství dihydrátu kyseliny šťavelové $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, které odpovídá spotřebě 15 ml odměrného roztoku NaOH o $c_{\text{NaOH}} = 0,2 \text{ mol/dm}^3$; vážení proveďte s použitím analytických vah s přesností na 0,1 mg ▼
- navážku rozpustíte asi ve 25 ml destilované vody (objem odhadněte) a přidejte několik kapek indikátoru Tashiro
- byretu propláchněte připraveným odměrným roztokem NaOH a naplňte ji po rysku, bez bublin a se stopkou pod kohoutem
- za stálého míchání roztoku v titrační baňce titrujte po kapkách do šedivého zbarvení indikátoru
- přidejte asi 10 ml 20% roztoku CaCl_2 , dojde k zakalení a navrácení barvy, roztok opatrným přidáním několika kapek roztoku NaOH dotitrujte do zeleného zbarvení ▼
- titraci proveďte minimálně 2x, z navážek a ze spotřeb vypočtete přesnou látkovou koncentraci odměrného roztoku NaOH (s přesností na 0,0001 mol/dm³), **hodnotu nahlaste**

Alkalimetrické stanovení kyseliny octové v octu

průběh reakce: $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

- do malé kádinky s přesností 0,01 g navažte na předvážkách množství vzorku octa (obsah přibližně 8 % kyseliny octové) potřebného na přípravu 100 ml zásobního roztoku vzorku o $c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,2 \text{ mol/dm}^3$, ze zásobní láhve vzorku octa opatrně po tyčince lijte do kádinky
- navážku vzorku kvantitativně (bezezbytku) ji převedte a spláchněte do 100ml odměrné baňky a baňku doplňte destilovanou vodou po rysku ▼

- část zásobního roztoku octa odlijte do kádinky a z ní odpipetujte 15 ml do titrační baňky
- přidejte asi 10 ml destilované vody (odhadněte) a několik kapek indikátoru Fenolftalein
- za stálého míchání roztok v titrační baňce titrujte odměrným roztokem NaOH do stálého růžového (červenofialového) zbarvení ▼
- titraci proveďte minimálně 2x, z průměrných spotřeb a z navážky vzorku octa vypočtěte obsah kyseliny octové ve vzorku v % (hm.), **hodnoty nahlaste**

Protokol obsahuje:

- **teorii k tématu laboratorní práce:** pro její vytvoření využijte nástrojů umělé inteligence (např. NotebookLM, Chat GPT, ...) a literatury v e-learningovém kurzu spolu s dalšími ověřenými zdroji. Uveďte použité prompty (klíčová slova) a nezapomeňte správně citovat použité zdroje.
- **experimentální data:** uvedení použitých hmotností, spotřeby roztoků, obecné vztahy výpočtů s dosazenými hodnotami
- **závěr:** odpovědi a zjištění podle úkolů



Laboratorní technika (LTE) úloha 3 - Krystalizace a kontrola čistoty krystalu

Úkol:

1. Připravte krystaly kamence podvojného síranu draselno-hlinitého $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ volnou a rušenou krystalizací.
2. Připravte krystaly pentahydrátu síranu měďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (modrá skalice) volnou krystalizací a krystalizací změnou rozpouštědla.
3. Stanovte bod tání krystalů $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ získaných rušenou krystalizací.

Pracovní postup:

Příprava krystalů síranu draselno-hlinitého $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

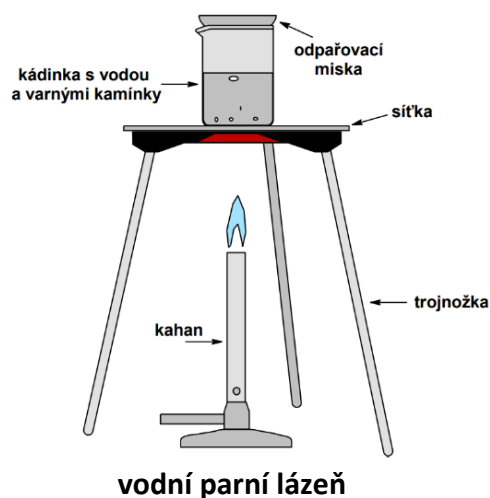
průběh reakce: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

- připravte si rozetřený $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ v třecí misce, ze které do malé kádinky odvažte 20,0 g
- vypočtete a připravte potřebné množství rozetřeného K_2SO_4 na reakci, které si odvažte do malé kádinky ▼
- po tyčince přilijte do 100 ml destilované vody asi 1 ml koncentrované H_2SO_4 (zabraňuje hydrolýze iontů Al^{3+}) a vzniklý roztok zahřejte na teplotu 60 °C
- přidejte a postupně rozpustěte připravené množství 20,0 g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ a K_2SO_4
- přibližně **první polovinu** teplého roztoku filtrujte přes filtrační papír ve filtrační nálevce a filtrát jímejte do krystalizační misky s odměřenými 50 ml destilované vody
- misku náležitě označte, vzniklý roztok zakryjte děrovaným papírem a nechejte volně krystalizovat do příštích cvičení, kdy krystaly následně odsajete na Büchnerově nálevce, osušíte a zvažte, **hodnotu následně nahlaste** ▼
- filtrát z přibližně **druhé poloviny** roztoku jímejte do kádinky, po skončení filtrace ochladte kádinku s filtrátem v proudu studené vody
- vyloučené krystaly odfiltrujte na Büchnerově nálevce s odsávací baňkou, promyjte ethanolem ze stříčky
- krystaly převedte na předem zvážené hodinové sklo, dejte sušit do sušárny při 50 °C po dobu alespoň 20 minut
- vysušené krystaly zvažte, **hodnotu nahlaste** ▼
- z celkové hmotnosti získaných krystalů (rušená + volná) vypočtete výtěžnost procesu

Příprava krystalů pentahydrátu síranu měďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

- do 250ml kádinky odvažte znečištěnou modrou skalici o hmotnosti blízké 35 g s přesností na 0,01 g ▼
- odměřte 100 ml destilované vody, vlijte do kádinky a směs mícháním rozpustěte
- přibližně **první polovinu** směsi filtrujte přes filtrační nálevku s filtrem a filtrát jímejte do kádinky

- po dávkách postupně k filtrátu přilévajte ethanol tak dlouho, dokud dochází ke vzniku krystalů (maximálně trojnásobný objem ethanolu)
- krystaly ze směsi izolujte odsátím na Büchnerově nálevce a převedte na předem zvážené hodinové sklo, nechejte sušit v sušárně po dobu alespoň 20 minut při 50 °C ▼
- vysušené krystaly zvažte, **hodnotu nahlaste**
- filtrát z přibližně **druhé poloviny** roztoku jímejte do odpařovací misky
- sestavte vodní lázeň a pomocí Bunsenova kahanu filtrát zahřejte a zahustěte na krystalizační stupeň (zkouška na studené skleněné tyčince)
- roztok přelijte do krystalizační misky, zakryjte děrovaným papírem a nechejte volně krystalizovat do příštích cvičení, kdy krystaly následně odsajete na Büchnerově nálevce, osušíte a zvažte, **hodnotu následně nahlaste** ▼



Stanovení bodu tání krystalů $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

- malou část vysušených krystalů kamence rozetřete v třecí misce na jemný prášek
- do připravených tenkostěnných kapilár (na jedné straně zatavené) vpravte tolik jemného prášku, aby po sklepnutí na zataveném konci kapiláry byl vytvořen sloupec vysoký 3-4 mm
- kapiláru plňte práškem tak, že ji po nabrání prášku necháte opakovaně padat skleněnou trubicí z výšky alespoň 60 cm na měkkou podložku
- spusťte bodotávek (přístroj Melt point station), zasuňte první kapiláru, pro první (méně přesné – orientační) měření nastavte vyšší rychlost ohřevu (cca na 150 °C)
- během ohřevu sledujte v okně lupy sloupec jemného prášku v kapiláře
- ihned, jakmile začnou tát krystaly na stěnách kapiláry, poznamenejte si teplotu
- v okamžiku, kdy se krystaly zhroutlí, roztají v taveninu a vytvoří meniskus taveniny, odečtěte teplotu
- přístroj přepněte do režimu chlazení, vložte do přístroje druhou kapiláru, podle odečtených teplot z orientačního měření nastavte pomalejší rychlost ohřevu a měření opakujte s vyšší přesností
- zjištěný bod tání **nahlaste** a porovnejte jej s údajem z literatury

Protokol obsahuje:

- **teorii k tématu laboratorní práce:** pro její vytvoření využijte nástrojů umělé inteligence (např. NotebookLM, Chat GPT, ...) a literatury v e-learningovém kurzu spolu s dalšími ověřenými zdroji. Uveďte použité prompty (klíčová slova) a nezapomeňte správně citovat použité zdroje.
- **experimentální data:** uvedení použitých hmotností látek, uvedení hmotností získaných krystalů, zjištěný bod tání kamence porovnaný s hodnotou z literatury, vypočtené výtěžky $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ a $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, obecné vztahy výpočtů s dosazenými hodnotami
- **závěr:** odpovědi a zjištění podle úkolů



Laboratorní technika (LTE)

úloha 4 - Příprava mědi cementací, gravimetrické stanovení hydrátu

Úkol:

1. Připravte měď cementací a určete výtěžek procesu.
2. Proveďte gravimetrické stanovení obsahu krystalické vody v ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

Pracovní postup:

Příprava mědi cementací

průběh reakce: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

- do větší kádinky (400ml) navažte s přesností na 0,01 g hmotnost blízkou potřebnému množství pentahydrátu síranu měďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (modrá skalice) na přípravu 5 g mědi dle uvedené rovnice reakce (**hodnotu nahlaste**) ▼
- odměřte 100 ml destilované vody a navážku v ní mícháním rozpustíte
- pro lepší průběh cementace si v další kádince připravte roztok rozpuštěním 20 g heptahydrátu síranu železnatého $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (zelená skalice) ve 100 ml destilované vody
- po skleněné tyčince přilijte k roztoku odhadem asi 1 ml kyseliny sírové
- roztok $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ mírně ohřejte a zfiltrujte přes filtrační nálevku s filtrem do kádinky s připraveným roztokem $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- vzniklý roztok zahřívejte, do teplého roztoku vložte odmaštěné hřebíky a roztok přiveďte k varu
- roztok vařte do změny jeho barvy, odstavte kádinku a nechejte ji vychladnout
- přidejte asi 5 ml 5% kyseliny sírové, promíchejte
- cementací získanou červenohnědou měď odfiltrujte na odsávací baňce s Büchnerovou nálevkou, důkladně promyjte destilovanou vodou, převedte na předem zvážené hodinové sklo, vysušte celulózovou utěrkou a dejte sušit do sušárny při 100 °C na alespoň 10 minut
- vysušený produkt zvažte a z hmotnosti vypočtete výtěžek procesu, **hodnoty nahlaste**

Gravimetrické stanovení obsahu krystalické vody v $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

- čistý porcelánový kelímek umístěte na trojnožce do triangu a žíhejte jej v plamenu Meckerova kahanu po dobu alespoň 15 minut
- kahan vypněte a ponechte kelímek chvíli chladnout, následně ho kleštěmi přeneste do exsikátoru k vychladnutí na laboratorní teplotu
- v suché třecí misce rozetřete přibližně 3 g pentahydrátu síranu měďnatého
! při manipulaci s kelímkem a při vážení vždy používejte laboratorní kleště !
- vychladlý kelímek zvažte na analytických vahách s přesností 0,1 mg ▼
- do kelímku na předvážkách navažte přibližně 2 g rozetřeného $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a kelímek zvažte na analytických vahách s přesností 0,1 mg ▼
- **sestavte vzdušnou lázeň:** pod trojnožku umístěte Meckerův plynový kahan, na trojnožku umístěte sítku, nad sítkou umístěte kruh upevněný ke stojanu křížovou spojkou, na kruh

- položte triángl, do něho umístěte kelímek s hydrátem, upravte výšku kelímku od sítky tak, aby jeho dno bylo ve vzdálenosti přibližně 3 cm nad sítkou
- kelímek zahřívejte na vzdušné lázni tak dlouho, než dojde ke změně zbarvení hydrátu v celém jeho množství
 - ukončete zahřívání, kelímek pomocí kleští přeneste do exsikátoru a nechte jej zchladnout na laboratorní teplotu
 - vychladlý kelímek zvažte na analytických vahách s přesností 0,1 mg, **nahlaste** hmotnost obsahu keramického kelímku ▼
 - ze zjištěných hmotností vypočtete procentuální obsah krystalové vody (**hodnotu nahlaste**)

Protokol obsahuje:

- **teorii k tématu laboratorní práce:** pro její vytvoření využijte nástrojů umělé inteligence (např. Notebooklm, Chat GPT, ...) a literatury v e-learningovém kurzu spolu s dalšími ověřenými zdroji. Uveďte použité prompty (klíčová slova) a nezapomeňte správně citovat použité zdroje.
- **experimentální data:** uvedení použitých hmotností látek, uvedení hmotnosti získané mědi a hmotnost obsahu kelímku po zahřívání, vypočtený výtěžek procesu cementace a obsah krystalové vody v $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, obecné vztahy výpočtů s dosazenými hodnotami
- **závěr:** odpovědi a zjištění podle úkolů



Laboratorní technika (LTE)

úloha 5 - Destilační křivka, stanovení obsahu alkoholu ve víně

Úkol:

1. Proved'te destilaci předložené směsi kapalin a ze získaných hodnot sestrojte křivku destilace.
2. Proved'te destilaci vzorku vína a pyknometricky v něm stanovte obsah alkoholu.

Pracovní postup:

Destilační křivka

- pro destilaci odměřte odměrným válcem 100 ml destilační směsi dvou kapalin s rozdílnými body varu do varné baňky s kulatým dnem
- nezapomeňte do varné baňky vložit několik varných kuliček
- podle nákresu sestavte destilační aparaturu, pro ohřev bude použito topné hnízdo umístěné na laboratorním zvedáčku
- protiproudě připojte chladič k chladicí vodě a k odpadu
- před zahříváním nechejte aparaturu **zkontrolovat!**
- pod alonž umístěte první kádinku (V_1) a začněte pomalu směs zahřívát k první kapce (t_0)
- sledujte vývoj teploty a hodnoty si zapisujte ▼
- jakmile se teplota ustálí na určité hodnotě (t_1), vyměňte kádinku za druhou (V_2) a pokračujte v jímání další frakce
- začne-li teplota narůstat (t_2) proved'te výměnu druhé kádinky za třetí (V_3)
- jakmile se teplota ustálí na určité hodnotě (t_3), vyměňte třetí kádinku za čtvrtou (V_4) a pokračujte v jímání poslední frakce do doby ukončení destilace (t_4)
- destilaci **ukončete s destilačním zbytkem!**
- objemy jednotlivých frakcí změřte pomocí odměrných válců vhodné velikosti
- získané údaje teplot a hodnot **nahlaste**, použijte je pro sestrojení destilační křivky

Destilace vzorku vína a stanovení obsahu alkoholu

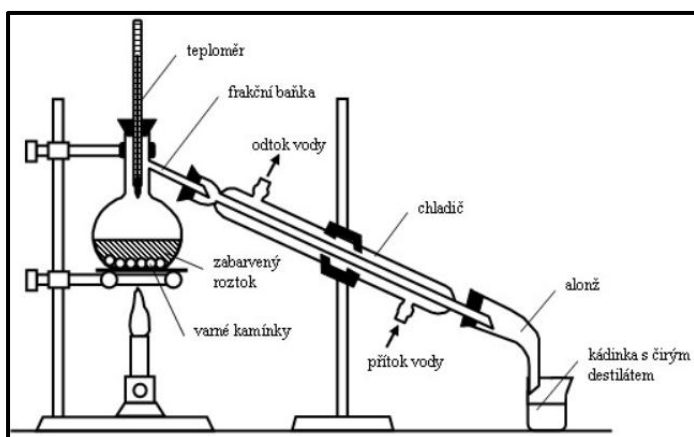
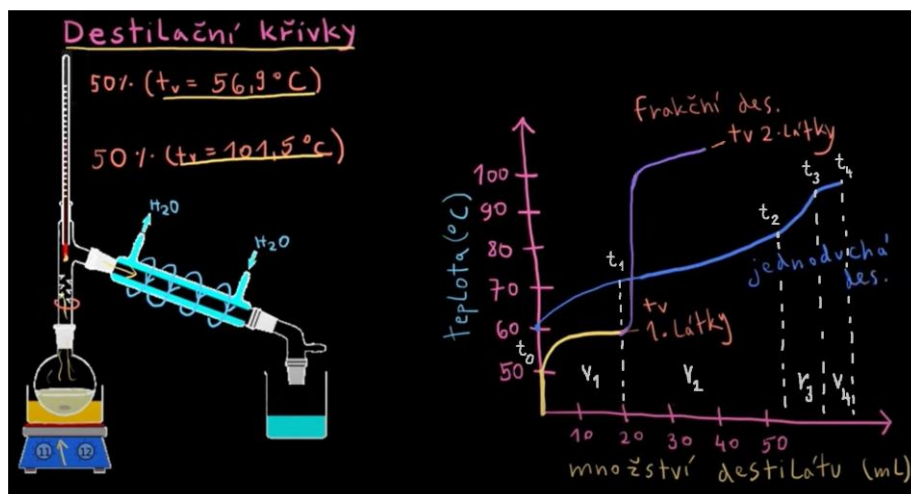
- do varné baňky s kulatým dnem odměřte válcem 100 ml vzorku vína a přidejte několik varných kuliček
- sestavte destilační aparaturu obdobně, jako při předchozí destilaci
- před zahříváním nechejte aparaturu **zkontrolovat!**
- začněte **pozvolna** zahřívát, během ohřevu a destilace sledujte na teploměru průběh teploty
- destilaci **ukončete s destilačním zbytkem**, avšak minimálně po získání 60 ml destilátu nebo prudké změně teploty
- odměrným válcem změřte objem získaného destilátu, **údaj nahlaste**
- na analytických vahách zvažte suchý pyknometr a údaj o hmotnosti si poznamenejte
- do kádinky odlijte destilovanou vodu o laboratorní teplotě, zjistěte teplotu vody ▼
- pyknometr z kádinky naplňte destilovanou vodou až po jeho hrdlo
- pomalu pyknometr uzavřete zátkou opatřenou kapilárou tak, aby destilovaná voda vytekla kapilárou a v pyknometru nebyly žádné vzduchové bubliny

- pyknometr papírovým ubrouskem důkladně osušte
Pozor, aby nedošlo k odsátí části kapaliny z kapiláry!
- pyknometr na analytických vahách zvažte ▼
- pyknometr vyprázdněte
- před měřením roztoku nebo destilátu vždy pyknometr důkladně několikrát promyjte destilovanou vodou a následně alespoň dvakrát malým objemem měřené kapaliny
- pyknometr stejným způsobem naplňte měřenou kapalinou a zvažte ▼
- z údajů vypočtete hustotu destilátu, podle údajů z tabulek určete obsah alkoholu v destilátu a obsah přepočtete na obsah alkoholu ve vzorku vína v % (obj.), **hodnotu nahlaste**

Protokol obsahuje:

- **teorii k tématu laboratorní práce:** pro její vytvoření využijte nástrojů umělé inteligence (např. Notebooklm, Chat GPT, ...) a literatury v e-learningovém kurzu spolu s dalšími ověřenými zdroji. Uveďte použité prompty (klíčová slova) a nezapomeňte správně citovat použité zdroje.
- **experimentální data:** uvedení použitých objemů roztoků, uvedení hmotností z pyknometrického měření, naměřených objemů a teplot, grafický průběh destilační křivky, vypočtený obsah alkoholu ve vzorku vína
- **závěr:** odpovědi a zjištění podle úkolů

hustota destilované vody při různých teplotách									
t [°C]	19	20	21	22	23	24	25	26	27
ρ [g/cm ³]	0,9984	0,9982	0,9980	0,9978	0,9975	0,9973	0,9970	0,9968	0,9965





Laboratorní technika (LTE) úloha 6 - Extrakce dle Soxhleta a macerace

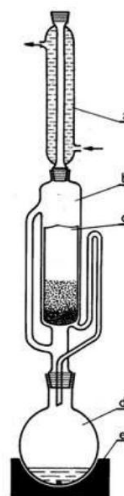
Úkol:

1. Proved'te extrakci oleje dle Soxhleta z jader mandlí a vypoč'tete obsah oleje v semenech.
2. Proved'te extrakci oleje z rostlinných semen macerací a vypoč'tete obsah oleje v semenech.

Pracovní postup:

Extrakce dle Soxhleta

- do kádinky navažte jader mandlí o hmotnosti blízke 10 g s přesností na 0,01 g ▼
- mandle společně s pískem nahrubo rozdrťte v třecí misce
- z filtračního papíru vytvořte patronu o velikosti a průměru vhodného do Soxhletova extraktoru a její dno zajistěte sponkou
- zvažte 250ml varnou baňku společně i s varnými kuličkami s přesností na 0,01 g a nalijte do ní o 50 ml více extrakčního činidla petrolétheru, než je objem extraktoru ▼
- baňku umístěte do topného hnízda a upevněte ji v místě zábrusu ke stojanu klemou s křížovou spojkou
- na baňku nasad'te Soxhletův extraktor a v místě zábrusu ho držákem upevněte ke stojanu
- připravenou patronu naplňte směsí z třecí misky a vložte do extraktoru
- připojený chladič k chladicí vodě a k odpadu hadicemi spojte s extraktorem
- aparaturu **nechejte překontrolovat!**
- zapněte ohřev, proved'te alespoň 4 extrakční cykly (přepuštění do varné baňky), vypněte ohřev, aparaturu odstavte od ohřevu a ponechejte volně zchladnout, vypněte chlazení
- k odstranění petrolétheru z varné baňky s extraktem použijte vakuovou rotační odparku
- baňku osušte, nechejte zchladnout na laboratorní teplotu a zvažte s přesností na 0,01 g ▼
- vypoč'tete obsah rostlinného oleje v jádrech mandlí, **údaj nahlaste**



a - vodní zpětný chladič
b - Soxhletův extraktor
c - papírová patrona se vzorkem
d - varná baňka
e - topné hnízdo

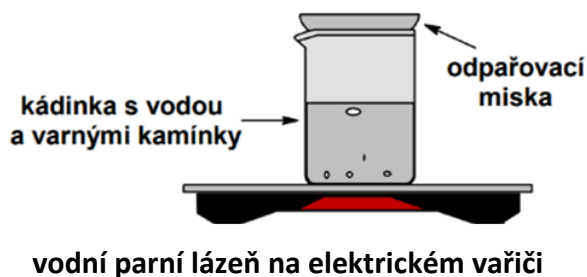
Extrakce oleje macerací

- do kádinky navažte rostlinná semena o hmotnosti blízke 3 g s přesností na 0,01 g ▼
- semena společně s pískem důkladně rozetřte a převed'te do suché Erlenmeyerovy baňky
- přidejte 15 ml chloroformu (CHCl_3) a baňku **lehce uzavřete zátkou!**
- baňku zahřívejte v digestoři na vodní lázni o teplotě kolem 65 °C a to tak, že za stálého míchání jejím kroužením baňku na chvilku ponoříte do vody a následně vyjmete, celý proces ohřevu opakuje po dobu alespoň 15 minut
- baňku nechejte mírně zchladnout a její obsah v digestoři přefiltrujte přes filtrační nálevku s filtrem do zvážené porcelánové odpařovací misky, na závěr filtr promyjte asi 3 ml chloroformu

- přebytečný chloroform z misky odpařte na vodní lázni v digestoři
- misku s olejem dejte sušit do sušárny při teplotě 70 °C po dobu min 20 minut
- nechejte ji zchladnout na laboratorní teplotu a zvažte s přesností na 0,01 g ▼
- vypočtete obsah rostlinného oleje ve vzorku rostlinných semen, **údaj nahlaste**

Protokol obsahuje:

- **teorii k tématu laboratorní práce:** pro její vytvoření využijte nástrojů umělé inteligence (např. Notebooklm, Chat GPT, ...) a literatury v e-learningovém kurzu spolu s dalšími ověřenými zdroji. Uveďte použité prompty (klíčová slova) a nezapomeňte správně citovat použité zdroje.
- **experimentální data:** uvedení použitých hmotností látek, uvedení hmotností získaných látek ze semen, obecné vztahy výpočtů s dosazenými hodnotami, výpočty procentuálního obsahu látek ve vzorcích rostlinných semen
- **závěr:** odpovědi a zjištění podle úkolů





Laboratorní technika (LTE)

úloha 7 - Určení pH roztoků a dělení směsí kationtů na katexu

Úkol:

1. Určete hodnotu pH roztoků látek pomocí univerzálních indikátorových papírků a pomocí kombinované skleněné elektrody připojené k pH-metru. (*pozn. stanoviště je v jiné laboratoři*)
2. Rozdělte směs měďnatých a kadmennatých iontů na katexu. Určete, který z iontů má větší interakci s vazebnými místy katexu (měniče kationtů).

Pracovní postup:

Měření pH roztoků univerzálními indikátorovými pH-papírkami

- vzorky roztoků nalévejte vždy do označených 50ml kádinek o přibližném objemu 30 ml
- indikátorový papírek vyjměte z tuby, krátce (1-2 sekundy) ponořte do roztoku a vyjměte
- ihned porovnejte barvu indikátorového papírku s barevnou škálou na tubě a odečtěte hodnotu pH
- proměřte všechny připravené vzorky roztoků a údaje o naměřených hodnotách pH zapište
- roztoky nevylévejte a použijte je pro měření pH skleněnou elektrodou

Kalibrace pH-metru

- nejprve opatrně vyjměte pH-elektrodu z ochranného obalu s roztokem KCl, důkladně ji opláchněte destilovanou vodou ze stříčky a opatrně osušte buničinou. **Důkladné opláchnutí a osušení je nutné provádět pokaždé před vložením elektrody do nového roztoku!**
- kalibraci pH-metru provedete s použitím pufrů o hodnotě pH 4,01 a 9,18, které nalijte do připravených kádinek. Zapněte pH-metr pH/Cond 340i stisknutím tlačítka se symbolem <O>, dojde k zobrazení "pH" na displeji.
- Stiskněte tlačítka se symbolem <CAL> tolikrát, až se na displeji zobrazí "Cd1" a ukazatel funkce "AutoCal DIN". Opláchnutou a osušenou elektrodu vložte do kádinky s pufrům, který má hodnotu pH = 4,01. Stiskněte tlačítka s nápisem <RUN ENTER> a chvíli počkejte, na displeji se rozblíká "AR" a zobrazí se žádaná hodnota pufru (4,01).
- jakmile je přístrojem zjištěna stabilní měřená hodnota, zobrazí se "Cd2". V tuto chvíli vyjměte pH elektrodu z pufru, opláchněte ji destilovanou vodou a osušte ji. Ponořte ji do kádinky obsahující druhý pufr s hodnotou pH = 9,18. Stiskněte tlačítka s <RUN ENTER> a chvíli počkejte, na displeji se rozblíká "AR" a zobrazí se žádaná hodnota pufru.
- po dosažení stabilní měřené hodnoty zobrazí přístroj Nernstovu směrnici (optimální hodnota -59,2 mV při 25 °C) a vyhodnocení kalibrace. Stiskněte tlačítka <RUN ENTER>, přístroj zobrazí hodnotu asymetrie a klávesou <M> přepnete přístroj do měření pH. Nyní je přístroj zkalibrován a připraven k měření pH roztoků.

Měření pH roztoků kombinovanou skleněnou elektrodou

- zapněte pH-metr pH/Cond 340i stisknutím tlačítka se symbolem <O>, dojde k zobrazení "pH" na displeji pH-metru
- ponořte elektrodu do měřeného roztoku a vyčkejte ustálení hodnoty pH, údaj si zapište

- vyjměte elektrodu, před každým měřením nového roztoku je nutné vždy elektrodu opláchnout destilovanou vodou a opatrně osušit
- postup měření aplikujte u každého roztoku

po dokončení měření elektrodu opláchněte, osušte a vložte zpět do ochranného obalu s roztokem KCl, pH-metr vypněte, naměřené hodnoty pH **nahlaste**

Dělení kationtů na katexu

- pro práci použijte připravenou kolonu naplněnou katexem
- je nutné, aby katex byl stále ponořený v kapalině! Při vypouštění kapaliny je **nutné zajistit**, aby nad katexem byla alespoň 1 cm vysoká vrstva kapaliny a zabránilo se vniknutí vzduchu mezi zrna katexu.
- protékáním 50 ml roztoku 2 mol/dm^3 HCl převedte katex v koloně do jeho H^+ -formy
- vložte pod kolonu kádinku a kolonou nechejte pomalu protékat takové množství destilované vody, až vytékající kapalina nemá na indikátorovém pH-papírku odezvu v kyselé oblasti
- v odměrném válečku odměřte 5 ml směsi Cu^{2+} a Cd^{2+} a nechejte pomalu protékat
- nyní kolonu promývejte následujícími roztoky a z kolony jímejte **eluát po 10 ml** do zkumavek
- 20 ml destilované vody
- 50 ml roztoku $0,6 \text{ mol/dm}^3$ HCl
- 70 ml roztoku 2 mol/dm^3 HCl
- indikaci iontů ve zkumavkách pomocí roztoku sulfidu sodného Na_2S **provádějte v digestoři!**
- do každé zkumavky přilijte asi 1 ml roztoku Na_2S a indikujte, jaké množství a jaká barva sraženiny reakcí s Na_2S ve zkumavce vznikla (CuS – tmavě hnědá, CdS – žlutá)
- získané výsledky zpracujte do přehledné tabulky a vyvodte z ní patřičné závěry

Protokol obsahuje:

- **teorii k tématu laboratorní práce:** pro její vytvoření využijte nástrojů umělé inteligence (např. NotebookLM, Chat GPT, ...) a literatury v e-learningovém kurzu spolu s dalšími ověřenými zdroji. Uveďte použité prompty (klíčová slova) a nezapomeňte správně citovat použité zdroje.
- **experimentální data:** vypracovaná přehledná tabulka z výsledků reakce dílčích eluátů s Na_2S , uvedení iontových reakcí při jejich srážení s Na_2S , výsledky z měření pH roztoků jsou zpracované do přehledné tabulky a jsou diskutovány případné rozdíly
- **závěr:** odpovědi a zjištění podle úkolů



Laboratorní technika (LTE)

úloha 8 - Izolace rostlinných barviv a jejich separace

Úkol:

1. Izolujte rostlinná barviva ze zelených částí rostlin a z kořenu mrkve.
2. U získaných extraktů proveďte separaci získaných barviv v rozdílných mobilních fázích:
 - a) chromatograficky na chromatografickém papíře
 - b) chromatograficky na TLC destičce- je-li to možné, určete u chromatografů pro jednotlivá barviva retardační faktory.
3. Výsledky separací jednotlivých technik a mobilních fází přehledně uspořádejte do tabulky, vzájemně porovnejte a vyhodnoťte. Určete, která z technik a mobilních fází poskytuje nejlepší výsledky při dělení rostlinných barviv.

Pracovní postup:

Izolace rostlinných barviv ze zelených částí rostlin acetonem

- z přinesených zelených listů rostliny oddělte cca 1 g rostlinného materiálu, vložte do třecí misky, přidejte lžičku uhličitanu vápenatého (neutralizace rostlinných šťáv) a křemenný písek, důkladně směs rozetřete
- přidejte 10 ml acetonu a pokračujte v roztírání dále alespoň 1 minutu
- vzniklou směs přefiltrujte přes filtrační nálevku s filtračním papírem do zkumavky a filtr promyjte asi 5-10 ml acetonu
- získaný filtrát pozorujte a poznamenejte si barvu ▼
- přelitím filtrátu do další zkumavky rozdělte získaný objem přibližně na polovinu
- jednu zkumavku s extraktem vložte do kádinky s horkou vodou, vyčkejte odpaření acetonu a následně vodu uveďte krátce k varu (asi 5 minut)
- zkumavku z vodní lázně vyjměte, nechte vychladnout na laboratorní teplotu a odparek rozpustíte v přibližně stejném množství acetonu, jako před odpařením a poznamenejte si barvu ▼
- obsahy obou zkumavek dále využijte pro separaci rostlinných barviv

Izolace rostlinných barviv z kořenu mrkve n-hexanem

- z kořene mrkve naškrábejte nebo nastrouhejte cca 2 g rostlinného materiálu, vložte do kádinky, přilijte 25 ml ethanolu a laboratorní lžičkou přidejte 1 pecku pevného NaOH (Pozor – žíravý!)
- skleněnou tyčinkou asi 10 minut obsah promíchávejte, rozpouštějte NaOH a sledujte proces extrakce barviva
- vzniklou směs následně přefiltrujte přes skleněnou fritu s velikostí pórů S1 za použití odsávací baňky, promyjte malým množstvím ethanolu a cca 50 ml destilované vody
- obsah z baňky přelijte do dělicí nálevky, přilijte 15 ml n-hexanu, děličku uzavřete zátkou a obsah třepejte alespoň 15 minut
- děličku umístěte do kruhu na laboratorním stojanu a nechte vzniklou emulzi rozdělit

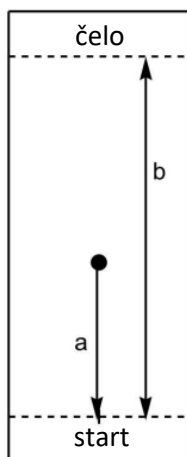
- pomocí děličky oddělte n-hexanovou frakci do suché zkumavky ▼
- obsah zkumavky dále využijte k separaci rostlinných barviv

Chromatografie na chromatografickém papíře a TLC destičce

- z chromatografického papíru vystříhnete tři kusy obdobného tvaru, jako mají obdržené TLC destičky (hliníkové destičky s tenkou vrstvou silikagelu jsou již připraveny)
- na třech připravených chromatografických papírech a třech TLC destičkách vyznačte jemně pomocí pravítka a tužky čarou start (*pozn. dbejte na to, aby vyznačený start nebyl tužkou vyrytý a byl dostatečně vzdálen od dna kádinky tak, aby nemohl být následně ponořen v mobilní fázi*)
- pomocí kapiláry naneste na start ve formě teček všechny tři vzorky izolovaných barviv a nechte důkladně zaschnout, při malé intenzitě zbarvení nanesení opakujte
- dbejte, aby nanesené tečky byly od sebe v dostatečné vzdálenosti a nebyly příliš u krajů
- do první vysoké kádinky nalijte potřebné množství petroletheru, do druhé nalijte ethylacetát a do třetí nalijte směs petrolether/ethylacetát 1:1 tak, aby výška hladin mobilních fází byla cca 0,5 cm od dna kádinky
- vložte do kádinek k vyvíjení po jedné z TLC destiček nebo po jednom chromatografickém papíru s nanesenými barviv a kádinky zakryjte
- vyvíjení chromatogramů přerušete ve chvíli, kdy čelo dosáhne cca 1 cm od jeho horního okraje
- tužkou na chromatogramu vyznačte dosažené čelo, jednotlivé zóny separovaných barviv a použitý druh mobilní fáze ▼
- pro detekci barviv využijte zdroj UV záření s rozdílnými vlnovými délkami
- získané chromatogramy vzájemně porovnejte, pro jednotlivá barviva vypočtěte retardační faktory, vyhodnoťte a výsledky shrňte do přehledné tabulky

Protokol obsahuje:

- **teorii k tématu laboratorní práce:** pro její vytvoření využijte nástrojů umělé inteligence (např. Notebooklm, Chat GPT, ...) a literatury v e-learningovém kurzu spolu s dalšími ověřenými zdroji. Uveďte použité prompty (klíčová slova) a nezapomeňte správně citovat použité zdroje.
- **experimentální data:** vypracovaná přehledná tabulka z výsledků separací s uvedenými vypočtenými retardačními faktory, zhodnocení vlivu použití rozdílných mobilních fází a stacionárních fází (chromatografický papír, hliníková destička s naneseným silikagelem) na separaci složek jednotlivě připravených přírodních barviv
- **závěr:** odpovědi a zjištění podle úkolů



mražený špenát, soxhlet, EČ aceton TLC ALUGRAM SIL G/UV ₂₅₄ MF ethylacetát:petroléther 1:1	
sloučenina	RF
β-karoten	0,78
chlorofyl a	0,73
chlorofyl b	0,67
lutein/zeaxanthin	0,49
violaxanthin	0,35
neoxanthin	0,25



Laboratorní technika (LTE)

úloha 9 – Destilace s vodní parou, určení indexu lomu kapalin

Úkol:

1. Pomocí Abbeho refraktometru změřte index lomu destilované vody a předložených vzorků kapalných látek. Získané indexy porovnejte s tabelovanými hodnotami.
2. Provedte destilaci s vodní parou přineseného přírodního materiálu (fenykl, mletý kmín nebo mletá skořice) a u získaného produktu silice (oleje) zjistěte index lomu. Údaj porovnejte s tabelovanými nebo dostupnými údaji.

Pracovní postup:

Destilace s vodní parou

- pomocí dostupných nástrojů rozdrťte a rozetřete v třecí misce o něco větší, než potřebné množství přírodního materiálu
- sestavte destilační aparaturu pro destilaci s vodní parou
- první varnou baňku naplňte kolem poloviny jejího objemu vodou a přidejte varné kuličky
- do druhé varné baňky nalijte vodu (80 ml) a rozmíchejte 5-10 g rozdrceného přírodního materiál, varné kuličky, připojte chladič, alonž a předlohu
- zprvu zahřívejte obě baňky a pak jen první baňku s vodou
- získejte přibližně 80 ml destilátu směsi vody a oleje (silice)
- destilát přelijte do dělicí nálevky, přidejte 10-15 ml extrakčního činidla, extrahujte třepáním po dobu alespoň 10 minut a následně nechejte několik minut stát k rozdělení fází
- co nejlépe oddělte obě fáze; k získání silice proveďte odpaření extrakčního činidla v odpařovací misce v digestoři, a to zahřátím misky s obsahem na teplotu bodu varu činidla
- získaný olej/silici využijte k změření indexu lomu

Vzorky kapalných látek

- destilovanou vodu, v Bralenkách obdržené kapalně látky a produkt oleje/silice využijte ke změření jejich indexu lomu
- každé měření opakujte třikrát, použijte průměrnou hodnotu

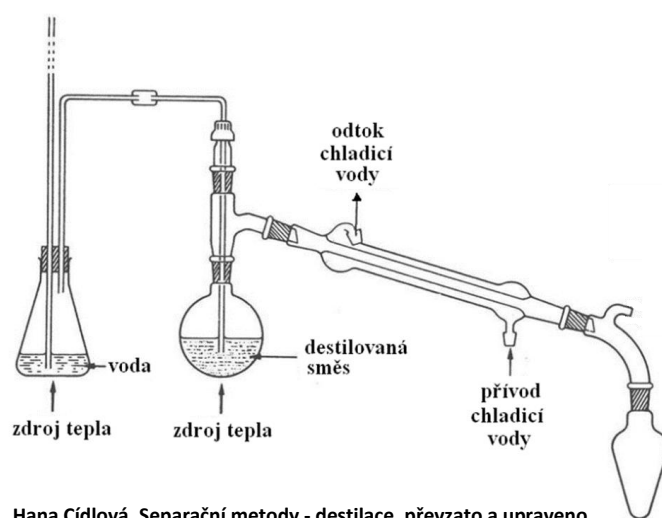
Měření na Abbeho refraktometru

- připravte refraktometr k měření tak, aby pomocí zrcátek bylo nasměrováno světlo do měřicího krystalu a byla osvícena měřící stupnice
- překlopte refraktometr, otevřete měřící prostor a na měřící hranol refraktometru nanese kapátkem kapalinu, uzavřete měřící prostor, přebytečnou kapalinu papírovou utěrkou otřete a refraktometr opět překlopte
- podívejte se do okuláru, nalezněte rozhraní světlé a tmavé části, případně upravte ostrost rozhraní natočením krystalu, nasměrujte střed kříže na rozhraní, z měřící stupnice odečtěte hodnotu indexu lomu, poznamenejte si teplotu ▼
- refraktometr překlopte, otevřete měřící prostor, opláchněte jej vhodným rozpouštědlem a důkladně osušte papírovou utěrkou

- stejným postupem pokračujte u všech měřených kapalin

Protokol obsahuje:

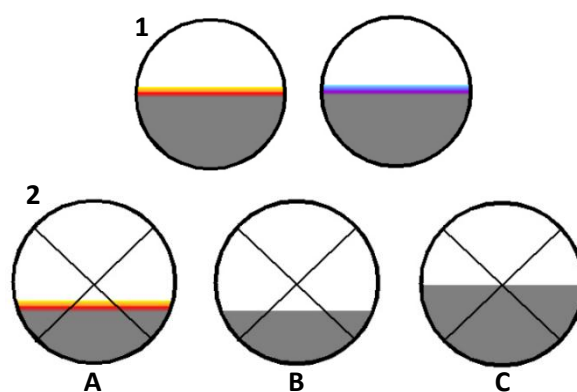
- **teorii k tématu laboratorní práce:** pro její vytvoření využijte nástrojů umělé inteligence (např. NotebookLM, Chat GPT, ...) a literatury v e-learningovém kurzu spolu s dalšími ověřenými zdroji. Uveďte použité prompty (klíčová slova) a nezapomeňte správně citovat použité zdroje.
- **experimentální data:** z výsledků vypracovaná přehledná tabulka; porovnání indexů lomů s tabelovanými hodnotami
- **závěr:** odpovědi a zjištění podle úkolů, diskutujte případné rozdíly mezi naměřenými a tabelovanými hodnotami indexů lomů měřených látek



Hana Cídllová, Separační metody - destilace, převzato a upraveno



Konstrukční a ovládací prvky Abbeho refraktometru



Zorné pole refraktometru s nitkovým křížem

- 1 - dva možné projevy disperze světla (nevhodné)
 2 - změny zorného pole průběhu měření
 A - odstranění disperze B - mimo úhel C - odečtení hodnoty

Výpočty k laboratorním úlohám

U některých laboratorních prací je předem nutné si vypočítat množství látek, které je potřebné k provedení reakce nebo k přípravě roztoků látek. Před odchodem z laboratoří bude velice často nezbytné doзору nahlásit výsledky, které se týkají koncentrací, obsahů látek ve vzorcích, hustot nebo výtěžků. Následující vztahy by vám tak mohli pomoci najít cestu, jak potřebné hodnoty vypočítat.

hmotnostní zlomek:
$$w_{(A)} = \frac{m_{(A)}}{m_{\text{roztoku}}}$$

hustota roztoku pyknometricky:
$$\rho_{\text{kapaliny}}(\text{při } t) = \frac{m_{\text{pyk. s kapalinou}} - m_{\text{such. pyk.}}}{m_{\text{pyk. s vodou}} - m_{\text{such. pyk.}}} \cdot \rho_{\text{vody}}(\text{při } t)$$

molární koncentrace:
$$c_{(A)} = \frac{m_{(A)}}{M_{(A)} \cdot V} \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$$

objemová procenta:
$$\% \text{ obj. } (A) = \frac{V_{(A)}}{V_{\text{roztoku (celku)}}} \cdot 100 \quad [\% \text{ obj.}]$$

obsah látky v matrici:
$$\text{obsah složky } (A) = \frac{m_{(A)}}{m_{\text{matrice}}} \cdot 100 \quad [\%]$$

retardační (retenční) faktor:
$$R_f = \frac{a}{b}$$

výpočet koncentrace roztoku:
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{c_1 \cdot V_1}{c_2 \cdot V_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

výpočet množství reakčních látek:
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{m_1 \cdot M_2}{m_2 \cdot M_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

výtěžek procesu:
$$\eta = \frac{m_{\text{skutečná (získaná)}}}{m_{\text{teoretická (maximálně možná)}}} \cdot 100 \quad [\%]$$

ředění, příprava roztoků:
$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

- a vzdálenost středu skvrny od startu
- b vzdálenost čela od startu
- c molární koncentrace látky
- m hmotnost látky
- M molární hmotnost látky
- n látkové množství
- V objem
- v stechiometrický koeficient

Laboratorní řád pro práci v chemických laboratořích TUL

Ročně utrpí 270 miliónů lidí pracovní úraz, 2 milióny lidí na něj zemře. Odhadem 160 miliónů lidí trpí nemocemi, které mají spojitost s pracovní činností. (ILO)



- 1) Každý je povinen chránit zdraví lidí a životní prostředí a řídit se výstražnými symboly nebezpečnosti, standardními větami označujícími specifickou rizikovost (R-větami) a standardními pokyny pro bezpečné zacházení (S-větami) uvedenými na obalu chemikálie.
- 2) Do laboratoře mají přístup pouze povolané osoby, tj. posluchači při praktických cvičeních a odborní pracovníci. Ostatním je vstup zakázán. Posluchači mohou pracovat v laboratoři až po seznámení s tímto laboratorním řádem, což stvrdí podpisem do laboratorního deníku.
- 3) Práce v chemické laboratoři je zakázána těhotným ženám a matkám do konce 9. měsíce po porodu. Posluchačka je povinna vedoucímu cvičení oznámit graviditu.
- 4) Každý posluchač musí mít vlastní pracovní plášť a je povinen po celou dobu cvičení používat předepsané ochranné pomůcky (ochranné brýle, štít, rukavice apod.). Vždy při nebezpečí vystříknutí horkých nebo žíravých chemikálií nebo práci s látkami pod vysokým tlakem.
- 5) V laboratoři je zakázáno jíst, pít a kouřit. Zakázáno je též použití laboratorního nádobí k přechovávání potravin. Pro tyto účely bývá mimo prostor laboratoře vyhrazeno místo. Před jídlem, pitím a kouřením v pracovních přestávkách a po skončení práce si musí pracovníci důkladně umýt ruce a obličej.
- 6) Posluchači jsou povinni přicházet do cvičení včas a řádně připraveni. Musí mít provedeny potřebné výpočty, rozumět postupu práce a znát vlastnosti látek, se kterými budou pracovat (skupenství, toxicita, hořlavost apod.).
- 7) V laboratoři pracuje student za dozoru vedoucího cvičení nebo instruktora a smí vykonávat jen práce související s náplní cvičení. K práci používá pouze vyhrazený prostor a přidělené pomůcky, za něž osobně zodpovídá.
- 8) Před zahájením práce zkontroluje každý student úplnost vybavení svého pracovního místa a neprodleně hlásí všechny zjištěné závady učiteli. Po skončení práce uvede pracoviště do původního stavu a předá je doзору.
- 9) K vlastnímu provedení úlohy přistoupí posluchač až po kontrole aparatury učitelem. Student nesmí samovolně měnit předepsaný postup práce.
- 10) Chemikálie je zakázáno brát nechráněnou rukou (k odběru tuhých látek používáme laboratorní lžíce); žíravé, toxické a infekční látky je třeba odměřovat odměrným válcem, příp. pipetovat bezpečnostními pipetami nebo s pomocí sacího zařízení (pipetík, balónek), které nedovolí vniknout kapalině do úst. Při manipulaci s látkami v otevřených nádobách (např. zkumavkách) je nutné odvrátit ústí nádoby od obličeje a je nezbytné dbát na to, aby nesměřovalo k sousedním pracovníkům.
- 11) Při práci s toxickými látkami jsme zvláště pozorní a opatrní, po práci si vždy umyjeme ruce.
- 12) Po odebrání chemické látky je nutné láhev (prachovnici) ihned řádně uzavřít, aby nedošlo k těkání škodlivin do ovzduší a záměně zátek.
- 13) Všechny manipulace s látkami dýmavými, dráždivými, zapáchajícími, toxickými plyny a látkami snadno těkavými se musí provádět v digestoři při spuštěném ventilátoru.
- 14) Při destilaci hořlavin předem odstraňte z okolí zásobní lahve s hořlavinami a jiné chemikálie do bezpečné vzdálenosti a vypněte všechny zdroje plamene. Hořlaviny je zakázáno zahřívat nad kahanem. Pro zahřívání používejte vodní/olejové lázně nebo topná hnízda. Před započetím destilace i v jejím průběhu vždy zkontrolujte přívod chladicí vody, aby nemohlo dojít k úniku hořlavých par do okolí. Je třeba mít připraveny pomůcky pro hašení požáru. Vzhledem k nebezpečí vzniku utajeného varu a vystříknutí kapaliny, vhazujeme před začátkem práce do zahříváné kapaliny malý kousek inertního, porézního materiálu (varné kuličky, porcelán).
- 15) Pokud se k zahřívání používá olejová lázeň, musí se její teplota udržovat pod bodem vznícení. Z tohoto důvodu musí být v olejové lázni vždy umístěn teploměr. Vnikne-li do olejové lázně voda, je třeba přerušit zahřívání a lázeň okamžitě vyměnit.
- 16) Nenechávejte bez dozoru zapálené kahany ani zahříváné látky. Prošlehne-li plamen dovnitř hořáku nebo dojde-li k ulétnutí plamene, je třeba okamžitě uzavřít přívod plynu a hořák seřídít.

- 17) Při rozlítí hořlaviny okamžitě zhasněte kahany a postarejte se o důkladné větrání. Kapalinu nechte vsáknout do porézního materiálu a ten přeneste na bezpečné místo. Nepolární rozpouštědla rozlitá na podlaze z PVC neroztírejte (nebezpečí vzniku statické elektřiny). Při rozlítí většího množství rozpouštědla, musí pracovníci, kteří se neúčastní asanace, opustit laboratoř.
- 18) Vznikne-li požár, haste jej podle rozsahu sfouknutím plamene, hasicí rouškou nebo hasicím přístrojem. Použití hasicího přístroje haste asistentovi.
- 19) Únikové cesty a manipulační prostory musí být trvale volné – dodržujte pořádek a čistotu na pracovních stolech, digestořích, na podlaze a v celé laboratoři
- 20) Toxické látky (např. roztoky těžkých kovů), organická rozpouštědla, odpadní oleje a jiné s vodou nemísitelné látky a dále takové látky, které uvolňují jedovaté, nebo dráždivé plyny je zakázáno vylévat do výlevky. K likvidaci nebezpečných odpadů slouží přichystané označené odpadní nádoby. Likvidace těchto odpadů se pak provádí centrálně.
- 21) Kyseliny, hydroxidy a netoxické soli rozpustné ve vodě se musí před vylitím do výlevky mnohonásobně zředit.
- 22) Při ředění lijeme vždy kyselinu do vody nikdy naopak! Kyselinu naléváme pomalu a opatrně, zvláště kyselinu sírovou. Při rozpouštění tuhého hydroxidu se musí sypat hydroxid po malých částech do vody za stálého míchání. Nikdy se nenalévá voda na hydroxid.
- 23) Při manipulaci se sklem (vyjímání zátek, nasazování hadic ap.) se chraňte před zraněním. Nenasazujte hadičky na trubky nebo teploměry přímým tlakem za sucha, nýbrž pootáčením na zvlhčený povrch skla.
- 24) Skleněné střepy a jiné odpadky s ostrými hranami odkládejte do zvlášť k tomu určených nádob. Rovněž také použité filtry a jiný pevný odpad.
- 25) Pro práci s vakuem nebo přetlakem používejte jen nepoškozené nádoby. Nezapomeňte na ochranné pomůcky (zejména brýle/štit)!
- 26) Laboratoře, v nichž jsou umístěny ocelové lahve s plyny, musí být opatřeny tabulkou s označením užívaného plynu. Dojde-li k požáru odstraňte nejdříve ocelové lahve se stlačenými plyny. Plyny se smějí vypouštět z lahví do potrubí nebo nádob dimenzovaných na nižší tlak pouze přes redukční ventil, určený pro daný plyn. Po použití tlakové lahve ventil ihned těsně uzavřete.
- 27) Připojování přístrojů do elektrické sítě je nutno provádět pod dohledem asistenta. Provádění jakýchkoliv změn na elektrickém zařízení není dovoleno. Opravovat elektrické instalace smějí jen osoby tím zvláště pověřené, s příslušnou kvalifikací. Závady v instalaci (voda, plyn, elektřina) ihned hlase.
- 28) I při opatrnosti může při práci dojít k poranění. Každé i drobné poranění, stejně jako bolesti hlavy, hučení v uších, alergii atp. je třeba neprodleně hlásit vedoucímu cvičení/bezpečnostnímu technikovi, který poskytne první pomoc a rozhodne o dalším způsobu ošetření.
- 29) Doporučený postup první pomoci:
 - 1) Vyšetřete dýchání. V případě zástavy zaveďte dýchání z úst do úst.
 - 2) Pokuste se zastavit silné krvácení.
 - 3) Je-li postižený v bezvědomí, uložte ho do stabilizované polohy.
 - 4) Ošetřete popáleniny.
 - 5) Pátrejte po známkách šoku a zaveďte protišokovou léčbu.
 - 6) Pokuste se ověřit, zda jde o intoxikaci; okamžitě zahajte dekontaminaci.
 - 7) Přivolejte lékaře.
- 30) V případě kontaminace pokožky nebo očí začněte ihned oplachovat postižené místo proudem vody (nejlépe vlažné) po dobu nejméně 10–15 min. (kontaktní čočky odstraňte), potřísněný oblek svlečte. Při nadýchání přemístěte postiženého na čerstvý vzduch, případně provedte umělé dýchání. Při požití: vypláchněte ústa čistou vodou. Úraz nebo zdravotní problémy okamžitě ohlase.

telefon: HASIČI: (0)150 • PRVNÍ POMOC: (0)155 • POLICIE: (0)158

Toxikologické informační středisko: Na Bojišti 1, 128 08; Praha 2; Tel.: **224-914-575, 224-915-402**

Autorizovaná osoba pro nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a přípravky

Mgr. Martin Slavík, Ph.D. tel.: **48-535-3579, 723-714-425**; e-mail: martin.slavik@tul.cz; Katedra chemie

Referát dozoru a bezpečnosti práce: Dalibor Hodaň; Tel.: **48-535-3922**; dalibor.hodan@tul.cz
