



VŠCHT PRAHA

Ústřední komise  
Chemické olympiády



**61. ročník**

**2024/2025**

**ŠKOLNÍ KOLO**

**Kategorie A**

---

**Praktická část – Zadání**

20 bodů



## PRAKTICKÁ ČÁST

**20 BODŮ****Autor****Mgr. Lenka Karpíšková***Úžasné divadlo fyziky a chemie ÚDiF***Mgr. Leoš Sáblík***Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno  
Sportovní gymnázium Ludvíka Daňka, Brno, Botanická 70, p. o.***Odborná recenze****Mgr. Radek Matuška***Střední průmyslová škola chemická a gymnázium Brno, Vranovská, p. o.***Matěj Osíčka***Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita, Brno***Zuzana Schmidtová***Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita, Brno***Pedagogická recenze****RNDr. Valerie Richterová, Ph.D.***Gymnázium Tišnov, p. o.**Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita, Brno*

Milí řešitelé ChO,

v letošní praktické části kategorie A zavítáte do laboratoře převzaté po Alfredu Spatlalovi, ve které na vás bude čekat spousta záluďných a možná trochu podivných úkolů. Bude vás v nich provázet krystalizace. Narazíte na dva typy úloh – prvním z nich bude hledání optimálního rozpouštědla pro oddělení složek směsi a rekrystalizaci, druhým bude krystalizace využívající závislost rozpustnosti na teplotě, mnohdy to bude krystalizace frakční. Měli byste tedy mimo jiné:

- mít základní představu o polaritě běžných rozpouštědel,
- vědět, jak souvisí rozpustnost s polaritou rozpouštědla a polaritou rozpouštěné látky,
- znát základní principy krystalizace, frakční krystalizace a rekrystalizace,
- umět při řešení úloh využít hodnoty rozpustnosti látek v závislosti na teplotě,
- dokázat řešit hmotnostní bilance při rozpouštění a krystalizaci látek ze směsného roztoku.

Stěžejní laboratorní techniky a dovednosti, které budete během všech kol využívat, jsou:

- zahřívání na vodní lázni,
- práce s magnetickou míchačkou,
- chlazení pomocí ledové lázně,
- filtrace za sníženého tlaku na Büchnerově nálevce.

Pro vybrané laboratorní techniky je na následujících stránkách k dispozici podrobný postup, který je vhodné si nastudovat. V následujících kolech podrobný návod k těmto technikám již nebude uveden a očekává se, že dané techniky budete ovládat.

Jako poslední úkol vás vždy bude čekat titrační stanovení nějaké směsi, která byla nalezena v laboratoři po Alfredu Spatlalovi. Často budete využívat acidobazické titrace (alkalimetrii), ale dotkneme se i redoxních titrací (manganometrie) a srážecích reakcí (argentometrie).

Během své přípravy se tedy doporučujeme zaměřit na:

- obecné principy odměrné analýzy se zaměřením na výše popsané titrační stanovení,
- základní chemické výpočty.

Hodně úspěchů (a štěstí při úklidu laboratoře) přejí autoři a recenzenti.



**Doporučená literatura:**

- 1) J. Příhoda: Laboratorní technika: příručka pro začínajícího chemika. Brno: Masarykova univerzita, 2012. ISBN 978-80-210-5820-0.: kapitoly 6.6.1 a 6.6.2. Dostupné online:  
[https://is.muni.cz/el/sci/jaro2012/C1100k/um/Laboratorni\\_technika-ucebni\\_text.pdf](https://is.muni.cz/el/sci/jaro2012/C1100k/um/Laboratorni_technika-ucebni_text.pdf)
- 2) P. Suhomel, M. Otyepka: Laboratorní technika. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3798-9.: str. 28–29, 46–47 a 49–52.
- 3) M. Bartoš, J. Šrámková: Analytická chemie I. Univerzita Pardubice, 2004. Dostupné online:  
<https://meloun.upce.cz/docs/analchem1/skripta.pdf>
- 4) D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch: Analytická chemie. VŠCHT Praha, 2019. Kapitoly 1, 2, 4, 9, 13, 14, 16, 17.4 a 20.
- 5) K. Záruba, K. et al.: Analytická chemie 1.díl, 1. vydání; VŠCHT Praha: Praha, 2016. Dostupné online:  
<http://vydavatelstvi.vscht.cz>
- 6) Vhodným pomocníkem při přípravě mohou být i některé důvěryhodné webové stránky (např. materiály z vysokých škol).



## Postup k vybraným laboratorním technikám

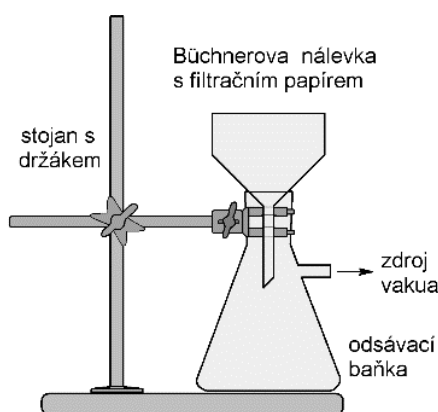
Uvedené postupy nemusí být jedinými možnými postupy, jak dané techniky provádět. Tyto návody mají za cíl co nejlépe posloužit řešitelům v průběhu ChO.

### 1) Filtrace za sníženého tlaku na Büchnerově nálevce

Rychlost filtrace je přímo úměrná rozdílu tlaků na obou stranách filtru. Díky tomu je filtrace za sníženého tlaku mnohem rychlejší a účinnější než gravitační filtrace.

#### a) Sestavení aparatury

Aparaturu sestavte dle schématu níže. Dbejte na to, aby odsávací baňka byla přichycena ke stojanu, při používání aparatury se sníženým tlakem hrozí riziko imploze! Mezi Büchnerovu nálevku a odsávací baňku vložte těsnění, které máte k dispozici (gumová manžeta/podložka/zátka). Filtrační papír musí být přesně tak velký, aby bezpečně pokryl všechny otvory v nálevce, ale aby se nezvedal o boční okraje nálevky (mohlo by dojít k průchodu suspenze, v lepším případě ke snížení účinnosti filtrace).



#### b) Filtrace

Celý filtrační papír navlhčete rozpouštědlem, jehož roztok se filtruje, aby mohlo dojít k dokonalému přisátí papíru na nálevku. Poté zapněte odsávání. Následně filtrovanou směs nalijte na filtr při zapnutém vakuu ideálně najednou tak, aby suspenze pokryla celou plochu filtru. Je vhodné směs před nalitím promíchat, aby došlo k uvolnění usazené pevné látky.

#### c) Promývání

Účelem promývání je zbavit filtrační koláč nečistot matečného roztoku nebo z něj vymýt všechny zbytkové kapaliny, které naopak můžete potřebovat. Promývání můžete zahájit, jakmile je odsáté předchozí rozpouštědlo. Při promývání nejprve od aparatury odpojte vakuum tak, že buď zvednete Büchnerovu nálevku, nebo odpojíte hadici se zdrojem vakua od odsávací baňky. Nikdy nevypínejte přímo zdroj vakua, hrozí riziko nasátí kapaliny do zdroje vakua. Na filtrační koláč nalijte promývací kapalinu a filtrační koláč v ní nechejte „vykoupat“. Následně opět připojte vakuum a promývací kapalinu odsajte. Promývání zopakujte tolikrát a s takovými rozpouštědly, jak je uvedeno v návodu. Pokud je uvedeno, že rozpouštědlo má být nachlazené/vychlazené, pak má mít teplotu ledové lázně.

#### d) Prosávání

Při filtraci za sníženého tlaku je možné pevnou látku na filtru poměrně dobře vysušit. Aparatura se nechá za zapnutého vakua prosávat vzduchem.

**e) Ukončení filtrace**

Při ukončení filtrace platí stejné zásady pro odpojování zdroje vakua jako v bodě 3. Od aparatury nejprve odpojte vakuum tak, že buď zvednete Büchnerovu nálevku, nebo odpojíte hadici se zdrojem vakua od odsávací baňky. Nikdy nevypínejte přímo zdroj vakua, hrozí riziko nasátí kapaliny do zdroje vakua. Teprve po zavzdušnění můžete uzavřít zdroj vakua a aparaturu rozložit. Pevnou látku z filtru oddělte pomocí pinzety a špachtle, na použitý filtrační papír samozřejmě **nikdy nesahejte holýma rukama**.

**2) Chlazení v ledové lázni**

Ledová lázeň je vhodná pro chlazení do teploty 0 °C. Obsahuje směs vody a ledu, která urychluje přenos tepla.

**a) Příprava ledové lázně**

Plastovou misku nebo krystalizační misku, příp. jinou vhodnou nádobu, naplňte přibližně do dvou třetin objemu (popř. dle potřeby) ledovou drtí nebo kostkami ledu. Do nádoby přidejte tolik vody, aby byl led přibližně zalitý vodou.

**b) Chlazení**

Nádobu s chlazenou směsí vložte do ledové lázně tak, aby byla směs chlazená zesponu i z boku. Teplotu chlazené směsi kontrolujte teploměrem. Pokud je cílem zároveň nechat probíhat krystalizaci, je vhodné během chlazení občas třít tyčinkou o stěny nádoby se směsí, např. kádinky, aby docházelo ke vzniku krystalizačních center, a tím pádem rychlejší krystalizaci. To vypadá tak, že směs mícháte skleněnou tyčinkou, a přitom u toho intenzivně, ale opatrně drhnete o dno kádinky. Buďte opatrní, ať tyčinku nezlomíte. Je vhodné tření tyčinkou nepřehánět, aby nedocházelo ke vzniku příliš malých krystalů. Ty se hůř filtrují a je potřeba je opravdu dobře promýt, protože na svém velkém povrchu mohou obsahovat velké množství matečného louhu. Naopak velké krystaly, které se tvoří při stání roztoku bez míchání, mohou ve svých dutinách zadržovat matečný louh. Je vhodné velikost krystalů během chlazení kontrolovat a volit přiměřené tření tyčinkou. Intenzivnější delší tření může být vhodné zejména v situacích, kdy látka krystalizuje velice obtížně.

**3) Zahřívání na vodní lázni**

Vodní lázeň je vhodná k zahřívání látek až do teploty varu vody. Při využití elektrického ohřevu (např. magnetické míchačky) je vhodná i k zahřívání hořlavých látek.

Vhodnou nádobu, například větší kádinku či kovový hrnec, naplňte vodou, objem vody volte adekvátně podle potřeby. Do nádoby, zvláště té skleněné, je vhodné pro jistotu přidat varné kamínky. Pokud vodní lázeň zahříváte pomocí magnetické míchačky, můžete nastavit její výkon/teplotu na maximum, podstatně se tak zkrátí doba potřebná k dosažení požadované teploty. Teplotu kontrolujte teploměrem, nenechávejte ho v nádobě volně ponořený. Teplotu neměřte u dna nádoby, ale v objemu kapaliny, aby nedocházelo ke zkreslení. Jakmile se přiblížíte požadované teplotě, stáhněte zahřívání. Obecně funguje mít zahřívání nastavené na teplotu o 20 °C vyšší, než je požadovaná teplota. Vodní lázně lze využívat k zahřívání různých typů nádob.

**Úloha 1      Spatlal to pořádně spatlal****6 bodů**

Tak, tohle je teď vaše laboratoř. Málo co je popsáno, je tu hrozný chaos, nic není seřazené a vypadá, že kdeco se tu pomíchalo. Není divu, že předchozí „obyvatel“ laboratoře, Alfred Spatlal, dostal padáka. Teď je na vás, abyste to všechno dali dohromady. Dostali jste k ruce laborantku, Ester, se kterou vás společně čeká pořádná dřina. Umýt nádobí, uklidit vybavení, vynést odpadky, zamést rozbité sklo, utřít rozlitou kyselinu, sesbírat rtuť z rozbitých teploměrů, to je ještě pohoda. To nejhorší vás teprve čeká. Místnost z vašich nejhorších nočních můr. Sklad chemikálií.

Jen co otevřete dveře, zasáhne vás zápach z nezavřených lahví a realita, že tohle budete muset uklidit. Už první věc, co vezmete do ruky, budí spoustu otázek.

„Ester, co to je?“

„Těžko říct. Vypadá to jako dvě chemikálie smíchané dohromady. Jak je ale oddělit?“

„Nejprve to bude chtít otestovat, které chemikálie se rozpouští v rozpouštědlech, která máme k dispozici, a to za pokojové teploty, za horka a v ledové lázni. Pak z nich vybereme taková rozpouštědla, díky kterým dokážeme směs oddělit. Ono už to nějak vykrystalizuje.“

**Pomůcky**

- zkumavka (5×)
- lžička
- špachtle
- teploměr
- nůžky
- tyčinka
- magnetická míchačka s míchadlem a ohřevem nebo elektrická plotýnka nebo rychlovarná konvice nebo kahan se sítkou a stojanem
- Pasteurova pipeta nebo plastové kapátko (pro odměření objemu 3 ml) (5×)
- pinzeta
- stojan
- kádinka 600 nebo 800 ml
- kádinka 100 ml
- kádinka 150 ml
- malé kádinky (pro odlití rozpouštědel) (5×)
- držák na zkumavky nebo kádinka 600 nebo 800 ml
- odměrný válec 25 ml
- odměrný válec 100 ml
- nádoba na ledovou lázeň
- hodinové sklo nebo Petriho miska
- lihový fix a tužka
- vybavení pro filtraci za sníženého tlaku (Büchnerova nálevka, odsávací baňka, těsnění, zdroj vakua, svorka, držák), nebo pro gravitační filtraci (filtrační kruh, větší nálevka, kádinka 250 ml, svorka)
- led
- varné kamínky
- filtrační papír
- předvážky s přesností 0,01 g
- laboratorní brýle
- ochranné rukavice



## Chemikálie

- vzorek směsi modré a bílé chemikálie
- 5× rozpouštědlo, včetně destilované vody

Chemikálie	H-věty
vzorek směsi modré a bílé chemikálie	H315 Dráždí kůži. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H335 Může způsobit podráždění dýchacích cest. H410 Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky. H302 Zdraví škodlivý při požití. H315 Dráždí kůži. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H410 Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
ethanol	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H319 Způsobuje vážné podráždění očí.
toluen	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H304 Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt. H315 Dráždí kůži. H336 Může způsobit ospalost nebo závratě. H361d Podezření na poškození plodu v těle matky. H373 Může způsobit poškození orgánů (centrální nervový systém) při prodloužené nebo opakované expozici (při vdechnutí). H412 Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
hexan	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H304 Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt. H315 Dráždí kůži. H336 Může způsobit ospalost nebo závratě. H361f Podezření na poškození reprodukční schopnosti. H373 Může způsobit poškození orgánů (nervový systém) při prodloužené nebo opakované expozici (při vdechnutí). H411 Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
heptan	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H304 Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt. H315 Dráždí kůži. H336 Může způsobit ospalost a závratě. H410 Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
aceton	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H336 Může způsobit ospalost nebo závratě.
ethyl-acetát	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H336 Může způsobit ospalost nebo závratě.
methanol	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry H301+H311+H331 Toxický při požití, při styku s kůží a při vdechování H370 Způsobuje poškození orgánů (oko)



## Pracovní postup

### Výběr rozpouštědla

- Do čistých zkumavek dejte vždy na špičku špachtle vašeho vzorku a pokuste se jej rozpustit ve 3 ml jednoho rozpouštědla. Zkumavkou mírně třepejte, aby se chemikálie dostatečně promíchaly s rozpouštědlem a mohly se rozpustit. Otestujte takto všechna rozpouštědla, která máte k dispozici.
- Do tabulky uveďte rozpouštědla, která máte k dispozici, a zaznamenejte, zda se bílá a modrá chemikálie rozpustily. Pokud máte pocit, že se rozpustila část, uveďte to.
- Dále budete potřebovat zahřátou vodní lázeň. Pokud máte k dispozici elektrický zdroj tepla (magnetická míchačka, plotýnka), využijte jej. V opačném případě použijte horkou vodu z rychlovarné konvice. Pokud voda vychladne, vyměňte ji za horkou. Při všech způsobech zahřívání musí být voda zahřátá alespoň na 70 °C, může být zahřátá téměř k varu.
- Zkumavky se vzorky a rozpouštědly postupně vkládejte do zahřáté vodní lázně a promíchejte obsah zkumavek. Je důležité kontrolovat var rozpouštědel, proto zkumavky vkládejte postupně a chvíli je nechte zahřát. Pokud rozpouštědlo začne mírně vřít, zahřívání ukončete. Vroucí směs ve zkumavce může snadno vzkypět. Zaznamenejte do tabulky, která z chemikálií se rozpustila a která nikoli.
- Připravte si ledovou lázeň tak, že do větší kádinky vložíte asi do poloviny objemu led a k němu přidáte vodu tak, aby sahala asi do poloviny kádinky.
- Zkumavky vložte do ledové lázně a nechte ochladit přibližně na teplotu lázně. Dno zchlazené zkumavky mírně poškrábejte skleněnou tyčinkou (toto tření obvykle usnadňuje krystalizaci těžko krystalizujících látek). Zaznamenejte do tabulky, která z chemikálií je rozpuštěná a která nikoli.

„S vybavením, co máme, je další postup úplně jasný. Směs rozpustíme v prvním rozpouštědle a přefiltrujeme. Z filtru získáme bílou látku, modrá zůstane v roztoku. Pak bílou látku rekrystalizujeme. Takže ji za horka rozpustíme ve druhém rozpouštědle, zchladíme a znovu přefiltrujeme. A pak zpracujeme modrou látku. Tak s chutí do toho, půl rekrystalizace je hotovo.“

### Oddělování složek směsi

- Vyberte první rozpouštědlo, díky kterému budete moct za laboratorní teploty odfiltrovat pevnou bílou látku od modré, která se rozpustí.
- Odvažte 6,0 g vzorku a ve 100ml kádince jej rozpusťte v 50 ml zvoleného rozpouštědla.
- Směs přefiltrujte. Pokud máte možnost filtrovat za sníženého tlaku pomocí Büchnerovy nálevky, využijte tuto variantu. V opačném případě filtrujte přes hladký filtr na větší nálevce.
- Bílou látku na filtru promyjte přibližně 15 ml zvoleného rozpouštědla. Tímto rozpouštědlem si nejprve vypláchněte kádinku od vzorku.
- Vyberte druhé rozpouštědlo, díky kterému budete moct rekrystalizovat bílou látku.
- Veškerou bílou látku převedte z filtru do 150ml kádinky a přidejte 20 ml zvoleného rozpouštědla.
- Pokud máte k dispozici elektrický zdroj tepla (magnetická míchačka, plotýnka), využijte jej. V opačném případě zahřívajte pomocí vodní lázně s horkou vodu z rychlovarné konvice. Pokud voda vychladne, vyměňte ji za horkou. Při všech způsobech zahřívání musí být voda zahřátá alespoň na 70 °C, může být zahřátá téměř k varu.
- Směs v kádince zahřívajte za stálého, příp. občasného promíchání. Dejte si pozor na teplotu varu zvoleného rozpouštědla, ať směs nevzkypí.
- Jakmile je veškerá látka rozpuštěná, zahřívání ukončete.
- Směs v kádince zchladte v ledové lázni. Čím nižší teplota, tím lépe. Směs zchladte alespoň na 10 °C. Krystaly se snáz vylučují, pokud skleněnou tyčinkou třete o stěny kádinky.
- Směs přefiltrujte. Pokud máte možnost filtrovat za sníženého tlaku pomocí Büchnerovy nálevky, využijte tuto variantu. V opačném případě filtrujte přes hladký nebo skládaný filtr na větší nálevce.
- Bílou látku na filtru promyjte přibližně 15 ml druhého zvoleného rozpouštědla, které jste si předem vychladili v ledové lázni.
- Látku i s filtrem přemístěte na hodinové sklo nebo Petriho misku a nechte na vzduchu přibližně 30 minut vysušit.
- Zvažte získanou bílou látku.



**Vyhodnocení a otázky** (vypracujte do pracovního listu)

- 1) **Vyplňte do tabulky, zda se za daných podmínek látky v daném rozpouštědle rozpustí. Doplňte ano nebo ne. Pokud se rozpouští jen částečně, znamená to, že se nerozpustí.**
- 2) **Uveďte, která rozpouštědla jste vybrali. Stručně vysvětlete, proč jste vybrali zrovna daná rozpouštědla.**
- 3) **Rozhodněte, zda jsou látky spíše polární, nebo nepolární povahy. Stručně zdůvodněte, proč jste tak rozhodli.**
- 4) **Uveďte hmotnost vyloučené bílé látky.**
- 5) **Navrhněte možný způsob, kterým by se dala získat modrá látka z rozpouštědla, v němž zůstala rozpuštěná po filtraci.**

**Úloha 2 A tohle je co?****5 bodů**

„Ale vážně, copak je tak složité ty lahve popsat?!“ rozčiluje se Ester ve skladu chemikálií.

„Ukaž, co to máš?“

„To by mě taky zajímalo. Hádám něco z tohoto seznamu...“ podává vám Ester špinavý zašlý prastarý soupis chemikálií psaný na psacím stroji ohlodaný od myši. Snad jen ohlodaný.

„Podívej, mohli bychom tu látku identifikovat podle rozpustnosti. Za horka ji rozpustíme ve vodě, zchladíme, látka vykrytalizuje, my ji odfiltrujeme, vysušíme, zvážíme a spočítáme. Jak prosté!“

**Pomůcky**

- vybavení z Úlohy 1
- kahan, pokud není k dispozici magnetická míchačka
- hodinové sklo nebo Petriho miska
- kádinka 250 ml

**Chemikálie**

- neznámá látka
- ethanol

Chemikálie	H-věty
neznámá látka	H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí. H331 Toxický při vdechování.
ethanol	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H319 Způsobuje vážné podráždění očí.

**Pracovní postup**

- 15,0 g neznámé látky odvažte do 250ml kádinky a pomocí odměrného válce přidejte 100 ml destilované vody.
- Směs zahřejte přibližně na 80 °C. Pokud máte možnost, využijte magnetickou míchačku a zahřívejte za současného míchání pomocí magnetického míchadla. Jinak směs zahřívejte pomocí kahanu za občasného promíchání tyčinkou. Veškerá pevná látka se při zahřívání musí rozpustit.
- Směs v kádince vychladte v ledové lázni na teplotu 5 °C. Během chlazení pravidelně chvíli třete tyčinkou o stěny kádinky.
- Směs přefiltrujte, nejlépe pomocí filtrace za sníženého tlaku na Büchnerově nálevce, případně přes skládaný filtr na filtrační nálevce.

*Filtrace za sníženého tlaku na Büchnerově nálevce*

- Odfiltrujte a vyloučený pevný podíl promyjte 2× 20 ml ethanolu.
- Během filtrace pozorujte, co se stane, když se smíchá ethanol s filtrátem. Pro snadnější pozorování může pomoci filtrát po odpojení vakua zamíchat.
- Látku nechte aspoň 10 minut prosávat a následně zvažte.

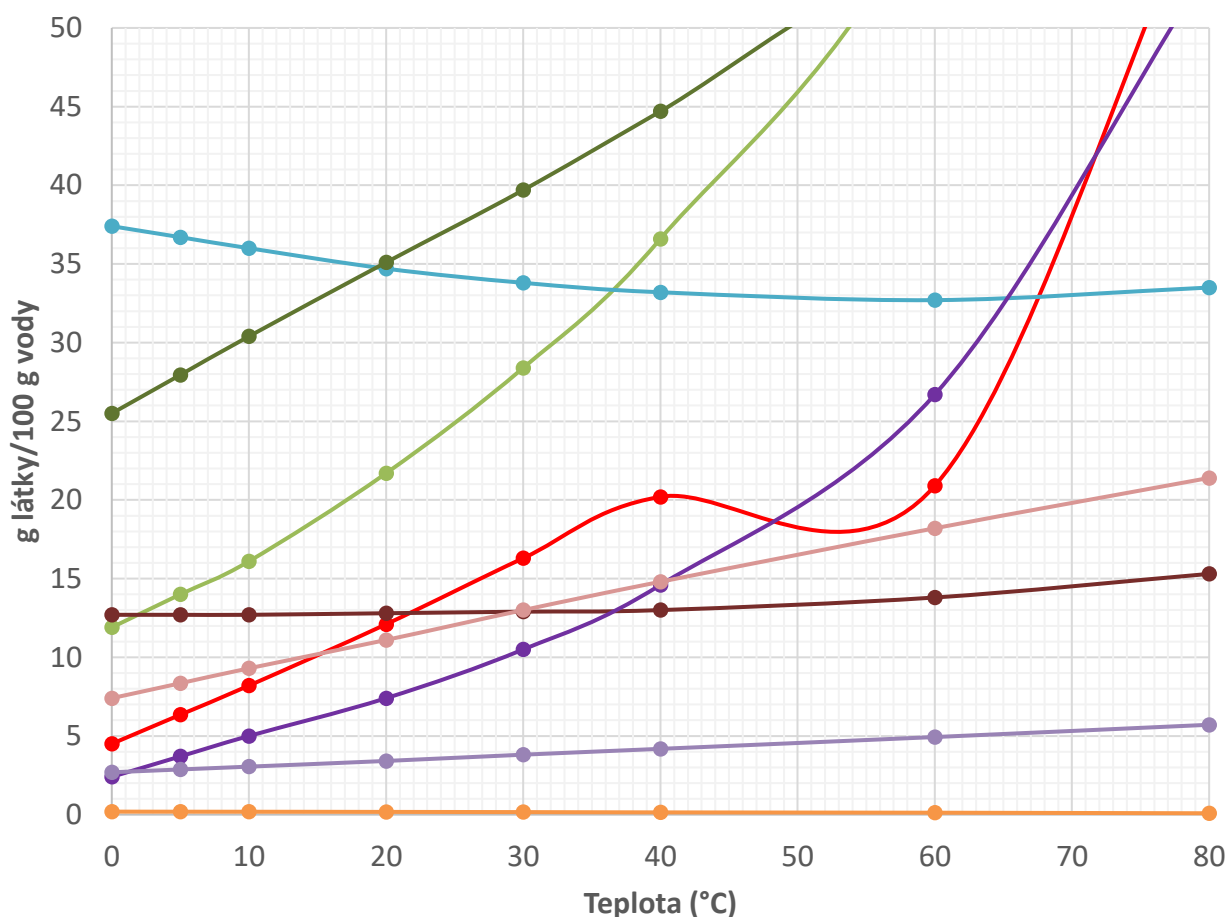


### Filtrace přes skládaný filtr

- Přefiltrujte do kádinky o objemu 250 ml.
- K filtrátu přilijte 40 ml ethanolu, zamíchejte a pozorujte změny.
- Filtr přemístěte na hodinové sklo či Petriho misku a rozložte tak, aby pevná látka mohla co nejlépe vyschnout. Vyloučenou látku v tomto případě nechte na vzduchu schnout do druhého dne a poté zvažte.

### Vyhodnocení a otázky (vypracujte do pracovního listu)

- 1) **Popište změnu ve vzhledu filtrátu po smíchání s ethanolom. Vysvětlete, proč došlo k této změně.**
- 2) **Uveďte hmotnost vyloučené látky.**
- 3) **Na základě grafu rozpustností níže určete, o jakou neznámou látku se jedná. Uveďte vaše výpočty a úvahy. Uvažujte hustotu vody v celém teplotním rozsahu rovnu  $1 \text{ g cm}^{-3}$ .**



- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| —●— borax                             | —●— fosforečnan sodný |
| —●— hydrogenuhličitan amonný          | —●— hydroxid lithný   |
| —●— hydroxid vápenatý                 | —●— octan vápenatý    |
| —●— síran ammono-hlinitý dodekahydrát | —●— síran draselný    |
| —●— síran hořečnatý                   | —●— šťavelan sodný    |



### Úloha 3 Odpadkový koš

9 bodů

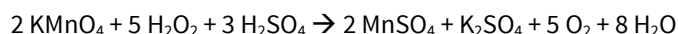
Jen tak si nesete staré filtrační papíry do odpadkového koše v rohu místnosti, když v tu ránu se zastavíte nad podivným nápisem na jeho víku:

POZOR, UVNITŘ JE PIRAÑA!

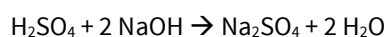
Zdésíte se, že k tomu všemu navíc budete muset uklízet ještě mrtvé ryby. Opatrně a se zacpaným nosem otevíráte odpadkový koš... Voda tam sice je, ale po rybě ani stopy. A v tom vám to dojde. To snad Alfred nemyslí vážně. Hodíte kus papíru do koše a nevěříte vlastním očím, jak rychle zmizí... Tohle je snad jediná věc, kterou po sobě pan Spatlal zanechal a je k něčemu užitečná. Takový koš si chcete nechat, ale potřebujete znát složení peroxosírové směsi, která v něm je, abyste si ji dokázali kdykoli namíchat.

K tomu vám poslouží dvě titrační stanovení. Ale protože se jedná o silně oxidační směs, budete pracovat s už zředěným vzorkem.

První bude manganometrické stanovení peroxidu vodíku, během kterého probíhá reakce:



druhé alkalimetrické stanovení kyseliny sírové během kterého probíhá reakce:



#### Pomůcky

- odměrná baňka 100 ml se zátkou
- nálevka hladká
- stříčka s destilovanou vodou
- odměrný válec 50 ml
- pipeta nedělená 10 ml
- kádinka 100 ml (1×)
- kádinka 250 ml (3×)
- kádinka 400 ml
- pipetovací balonek nebo nástavec
- byreta 25 ml
- nálevka na dolítí byrety
- titrační baňka 250 ml (3×)
- laboratorní stojan
- klema, držák byrety, křížová svorka
- laboratorní brýle
- lihový fix
- ochranné rukavice

#### Chemikálie

- směsný vzorek peroxidu vodíku a kyseliny sírové v odměrné baňce
- kyselina sírová  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , přibližně 2M roztok
- manganistan draselný  $\text{KMnO}_4$ , 0,02M odměrný roztok (přesná koncentrace bude sdělena organizátory)
- hydroxid sodný  $\text{NaOH}$ , 0,10M odměrný roztok (přesná koncentrace bude sdělena organizátory)
- fenolftalein, 0,1% roztok v ethanolu
- destilovaná voda

Chemikálie	H-věty
směsný vzorek peroxidu vodíku a kyseliny sírové	H290 Může být korozivní pro kovy.
kyselina sírová 2M	H290 Může být korozivní pro kovy. H315 Dráždí kůži. H319 Způsobuje vážné podráždění očí.
manganistan draselný 0,02M	H412 Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
hydroxid sodný 0,1M	H290 Může být korozivní pro kovy.
fenolftalein, 0,1% roztok v ethanolu	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H341 Podezření na genetické poškození. H350 Může vyvolat rakovinu.



## Pracovní postup

### Příprava vzorku pro stanovení

- Vzorek směsi peroxidu vodíku a kyseliny sírové v odměrné baňce o objemu 100,0 ml doplňte destilovanou vodou po rysku a roztok v odměrné baňce řádně homogenizujte.

### Stanovení obsahu peroxidu vodíku manganometricky

- Sestavte titrační aparaturu a byretu naplňte 0,02M odměrným roztokem manganistanu draselného.
- Z připraveného roztoku vzorku odpipetujte 10,00 ml do titrační baňky, přidejte přibližně 40 ml destilované vody.
- Obsah baňky okyselte 20 ml 2M roztoku kyseliny sírové.
- Směs v baňce titrujte odměrným roztokem manganistanu draselného do prvního stálého růžového zbarvení.
- Titraci proveďte nejméně 3× a spotřeby si zaznamenejte.
- Odpady ze stanovení můžete likvidovat po řádném naředění do výlevky.

### Stanovení obsahu kyseliny sírové alkalimetrycky

- Sestavte titrační aparaturu a byretu naplňte 0,1M odměrným roztokem hydroxidu sodného.
- Z připraveného roztoku vzorku odpipetujte 10,00 ml do titrační baňky, přidejte přibližně 40 ml destilované vody a 3–5 kapek fenolftaleinu jako indikátoru.
- Směs v baňce titrujte odměrným roztokem hydroxidu sodného z bezbarvého do prvního stálého světle růžového zbarvení.
- Titraci proveďte nejméně 3× a spotřeby si zaznamenejte.

## Vyhodnocení a otázky (vypracujte do pracovního listu)

- Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku manganistanu draselného a запиšte přijatou hodnotu spotřeby manganistanu draselného.
- Vypočítejte celkové látkové množství peroxidu vodíku v mmol v předloženém vzorku směsi  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$  v odměrné baňce.
- Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného a запиšte přijatou hodnotu spotřeby hydroxidu sodného.
- Vypočítejte celkové látkové množství kyseliny sírové v mmol v předloženém vzorku směsi  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$  v odměrné baňce.
- Vypočítejte látkovou koncentraci kyseliny peroxosírové v odpadkovém koši. Předpokládejte, že došlo k úplné reakci peroxidu vodíku s kyselinou sírovou a že váš vzorek obsahoval pouze 1 ml směsi z odpadkového koše.
- Vypočítejte objem peroxidu vodíku a kyseliny sírové pro přípravu 5 000 ml kyseliny peroxosírové o stejné koncentraci, jaká je v odpadkovém koši. Peroxid vodíku je běžně dostupný jako vodný roztok s 30 % hm.  $\text{H}_2\text{O}_2$  o hustotě  $1,11 \text{ g cm}^{-3}$ . Kyselina sírová je komerčně dostupná jako vodný roztok obsahující 96 % hm.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o hustotě  $1,84 \text{ g cm}^{-3}$ .
- Když se připravuje kyselina peroxosírová, je nutné lít kyselinu sírovou do peroxidu vodíku, nebo peroxid vodíku do kyseliny sírové? Své tvrzení zdůvodněte.
- Zkuste navrhnout, proč Alfréd Spatlal označil koš upozorněním, že uvnitř je piraña.

**PRACOVNÍ LIST****20 BODŮ****Úloha 1      Spatlal to pořádně spatlal****6 bodů**

- 1) Vyplňte do tabulky vašich 5 rozpouštědel. Poté zaznamenejte do tabulky, zda se za daných podmínek (laboratorní teplota, po zahřátí a po zchlazení) látky v daném rozpouštědle rozpustí. Doplňte ano nebo ne. Pokud se rozpouští jen částečně, znamená to, že se nerozpustí.

Rozpouštědlo	Laboratorní teplota		Po zahřátí		Po zchlazení	
	Bílá látka	Modrá látka	Bílá látka	Modrá látka	Bílá látka	Modrá látka
voda						
						<b>body:</b>

- 2) Uveďte, která rozpouštědla jste vybrali. Stručně vysvětlete, proč jste vybrali zrovna daná rozpouštědla.

<p>První rozpouštědlo:</p> <p>Vysvětlení:</p> <p>Druhé rozpouštědlo:</p> <p>Vysvětlení:</p>	<b>body:</b>
---	--------------

- 3) Rozhodněte, zda jsou látky spíše polární, nebo nepolární povahy. Nehodící se škrtněte. Stručně zdůvodněte, proč jste tak rozhodli.

--

Výběr: Bílá látka je spíše *polární* / *nepolární* povahy.

Zdůvodnění:

Výběr: Modrá látka je spíše *polární* / *nepolární* povahy.

Zdůvodnění:

<b>body:</b>
--------------

**4) Uveďte hmotnost vyloučené bílé látky v gramech.**

Hmotnost vyloučené bílé látky: \_\_\_\_\_ g

<b>body:</b>
--------------

**5) Navrhněte možný způsob, kterým by se dala získat modrá látka z rozpouštědla, v němž zůstala rozpuštěná po filtraci.**

Navržený způsob:

<b>body:</b>
--------------





Neznámá látka:	
	<b>body:</b>


**Úloha 3      Odpadkový koš**
**9 bodů**

- 1) Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku manganistanu draselného a zapište přijatou hodnotu spotřeby manganistanu draselného.

Spotřeby odměrného roztoku manganistanu draselného:

$V_1 (\text{KMnO}_4) / \text{ml}$	$V_2 (\text{KMnO}_4) / \text{ml}$	$V_3 (\text{KMnO}_4) / \text{ml}$	$(V_4 (\text{KMnO}_4) / \text{ml})$	$V_{\text{přijatá}} (\text{KMnO}_4) / \text{ml}$

*body:*

- 2) Vypočítejte celkové látkové množství peroxidu vodíku v mmol v předloženém vzorku směsi  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$  v odměrné baňce.

Výpočty:

$n(\text{H}_2\text{O}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$  mmol

*body:*

- 3) Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného a zapište přijatou hodnotu spotřeby hydroxidu sodného.

Spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného:

$V_1 (\text{NaOH}) / \text{ml}$	$V_2 (\text{NaOH}) / \text{ml}$	$V_3 (\text{NaOH}) / \text{ml}$	$(V_4 (\text{NaOH}) / \text{ml})$	$V_{\text{přijatá}} (\text{NaOH}) / \text{ml}$

*body:*



- 4) Vypočítejte celkové látkové množství kyseliny sírové v mmol v předloženém vzorku směsi  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$  v odměrné baňce.

Výpočty:

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \text{_____}$  mmol

**body:**

- 5) Vypočítejte látkovou koncentraci kyseliny peroxosírové v odpadkovém koši. Předpokládejte, že došlo k úplné reakci peroxidu vodíku s kyselinou sírovou, a že váš vzorek obsahoval pouze 1 ml směsi z odpadkového koše.

Výpočty:

$c(\text{kyseliny peroxosírové v odpadkovém koši}) = \text{_____}$  mol  $\text{dm}^{-3}$

**body:**

- 6) Vypočítejte objem peroxidu vodíku a kyseliny sírové pro přípravu 5 000 ml kyseliny peroxosírové o stejné koncentraci, jaká je v odpadkovém koši. Peroxid vodíku je běžně dostupný jako vodný roztok s 30 % hm.



$\text{H}_2\text{O}_2$  o hustotě  $1,11 \text{ g cm}^{-3}$ . Kyselina sírová je komerčně dostupná jako vodný roztok obsahující 96 % hm.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o hustotě  $1,84 \text{ g cm}^{-3}$ .

Výpočty:

$V(30\% \text{ H}_2\text{O}_2) = \text{_____ ml}$

$V(96\% \text{ H}_2\text{SO}_4) = \text{_____ ml}$

**body:**



- 7) Když se připravuje kyselina peroxosírová, je nutné lít kyselinu sírovou do peroxidu vodíku, nebo peroxid vodíku do kyseliny sírové? Své tvrzení zdůvodněte.

Výběr:  kyselina sírová do peroxidu vodíku / peroxid vodíku do kyseliny sírové
Zdůvodnění:
<b>body:</b>

- 8) Zkuste navrhnout, proč Alfréd Spatlal označil koš upozorněním, že uvnitř je piraña.

Vysvětlení:
<b>body:</b>