



60. ročník

2023/2024

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie A

Praktická část – Zadání

20 bodů

**PRAKTICKÁ ČÁST****20 BODŮ****Autoři****RNDr. Luděk Míka, Ph.D.**

*Katedra učitelství a didaktiky chemie, PŘF UK, Praha
Gymnázium Dr. A. Hrdličky, Humpolec*

Ing. Jan Hrubeš, DiS.

*Katedra učitelství a didaktiky chemie, PŘF UK, Praha
Národní pedagogický institut ČR
Gymnázium, Praha 5, Na Zatlance 11*

Odborná recenze**RNDr. Jakub Hraníček, Ph.D.**

Katedra analytické chemie, PŘF UK, Praha

Pedagogická recenze**Ing. Ondřej Šimůnek, Ph.D.**

*Ústav učitelství a humanitních věd, VŠCHT Praha
Gymnázium, Praha 2, Botičská 1*

Milí řešitelé chemické olympiády,

při vymýšlení praktické části chemické olympiády pro letošní ročník jsme dlouho přemýšleli, jak se vypořádat s čím dál tvrdšími opatřeními ohledně práce s bezpečnými chemikáliemi. A tak jsme se rozhodli, že budeme pracovat pouze s chemikáliemi, které se běžně dají koupit. Porozhlédli jsme se v obchodě s potravinami, drogerii a lékárně a zjistili jsme, že chemikálií, které můžete koupit bez omezení, je hodně, ale téměř vždy jsou ve směsi s dalšími látkami. Vaším úkolem v kůži nadšeného chemika Františka nebude nic snazšího než tyto směsi rozseparovat v jeho domácí laboratoři.

Při přípravě na olympiádu se seznamte s následujícími tématy: separace směsí (zejména extrakce), rozpustnost látek v různých rozpouštědlech, srážení, protonace látek, vliv pH na rozpustnost látek.

Ve druhé části se budete zabývat různými typy titrace s tím, že než na samotné provedení titrace se budete zaměřovat na přesnou a čistou práci se vzorky při přípravě roztoků. Přesné a správné výsledky nejsou totiž závislé jen na správné technice a provedení titrace, ale také na správné manipulaci s analyzovaným vzorkem a na precizní přípravě odměrných roztoků. Ve všech kolech chemické olympiády se setkáte se stanovením více analytů ve směsi. Budete na to využívat různé metody, chelatometrií počínaje, přes redoxní reakce až po ty acidobazické. Rozhodně si zopakujte základní i pokročilé chemické výpočty.

Autoři



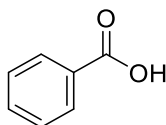
Doporučená literatura:

- 1) J. Kotek: Laboratorní technika, str. 35–38, 41–50, 57–58 (dostupné z <https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=download&did=275802&kod=MC240C86>)
- 2) J. Veselý, A. Machara: Příručka laboratorní organické chemie, PřF UK 2020, str. 9–121, se zvláštním zaměřením na str. 71–93

**Úloha 1 Extrakce kyseliny benzoové****10 bodů**

Potřebujeme kyselinu benzoovou, lahvička ve skládku je ale prázdná. Plánovaný experiment se ale bez kyseliny benzoové neobejde a potřebujeme ji dřív, než by stihla dojít z e-shopu s chemikáliemi. Kde ji vzít? A tu to mladého Františka napadlo. Navštívil sousední potraviny a koupil si několik pytlíčků přípravků pro nakládání zeleniny DEKO. Na obalu se píše: obsahuje kuchyňskou sůl, kyselinu benzoovou, koření. Sůl je jasná, kyselina benzoová, to jsou ty malé bílé kousky, které vypadají jinak než krystalky soli. Koření budou asi ty hnědošedivé kousky. Jak to ale dostat od sebe? Přeci si nebudeme hrát na pohádku o Popelce a nebudeme přebírat jednotlivé krystalky pinzetou.

Ještě, že na dně lahvičky ve skládku zůstala aspoň špetka kyseliny benzoové, můžeme z ní udělat standard pro TLC.



kyselina benzoová

Pomůcky:

- dělicí nálevka, 50–100 ml
- zpětný chladič (ideálně zábrusový Dimrothův či spirálový) se dvěma hadicemi odpovídající délky
- varná baňka (ideálně kulatá se zábrusem), 100 ml
- korkový stojánek na kulatou baňku
- magnetická míchačka s ohřevem, magnetické míchadlo (případně elektrická plotýnka/topné hnízdo a varný kamínek)
- filtrační papír
- aparatura na filtraci za sníženého tlaku (pokud je dostupná): odsávací baňka, gumové těsnění, Büchnerova nálevka, vodní vývěva
- aparatura na gravitační filtraci (v každém případě): skleněná nálevka (průměr alespoň 7 cm), kádinka
- krystalizační miska nebo jiná vhodná nádoba pro vodní lázeň
- kahan (Bunsenův, případně lze i lihový)
- chňapka/suchý hadřík na horké sklo
- stříčka s destilovanou vodou
- skleněná tyčinka, skleněná trubička min. 15 cm dlouhá
- odměrný válec, 50 ml
- odměrný válec, 10 ml
- kádinka, 100 ml
- Petriho miska nebo hodinové sklo na sušení produktu
- Erlenmeyerova baňka pro manipulaci s ethyl-acetátem (organická rozpouštědla z důvodu těkavosti nepřeléváme do otevřených nádob s širokým hrdlem, jakými jsou např. kádinky)
- TLC deska se silikagelem (pro zobrazování pod UV lampou dopovaná fluorescenčním indikátorem)
- kádinka (průměr alespoň 3 cm) + Petriho miska nebo hodinové sklo na přikrytí
- pinzeta, nůžky, pravítko, měkká tužka, lihový fix na popisky na sklo
- stojan s držáky (křížová svorka, velká klema, případně filtrační kruh)
- 3× vialka (skleněná, plastová nebo mikrozskumavka (Eppendorfka))
- univerzální pH indikátorové papírky
- plastové kapátko
- kopistka nebo malá lžička
- ochranné brýle, gumové rukavice



Společné vybavení:

- váhy (stačí předvážky)
- UV lampa (254 nm), případně jodová komora (uzavřená zavařovací sklenička o objemu cca 100 ml, např. od přesnídávky, s několika krystalky jodu)
- nádoba na odpadní organická rozpouštědla

Chemikálie:

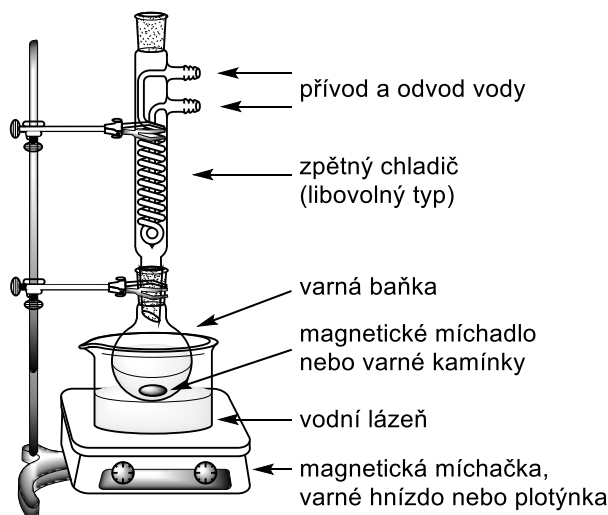
- DEKO (konzervační přípravek na nakládání zeleniny a hub)
- ethyl-acetát
- 10% roztok Na_2CO_3
- 10% roztok HCl
- ethanol či aceton

Úkoly:

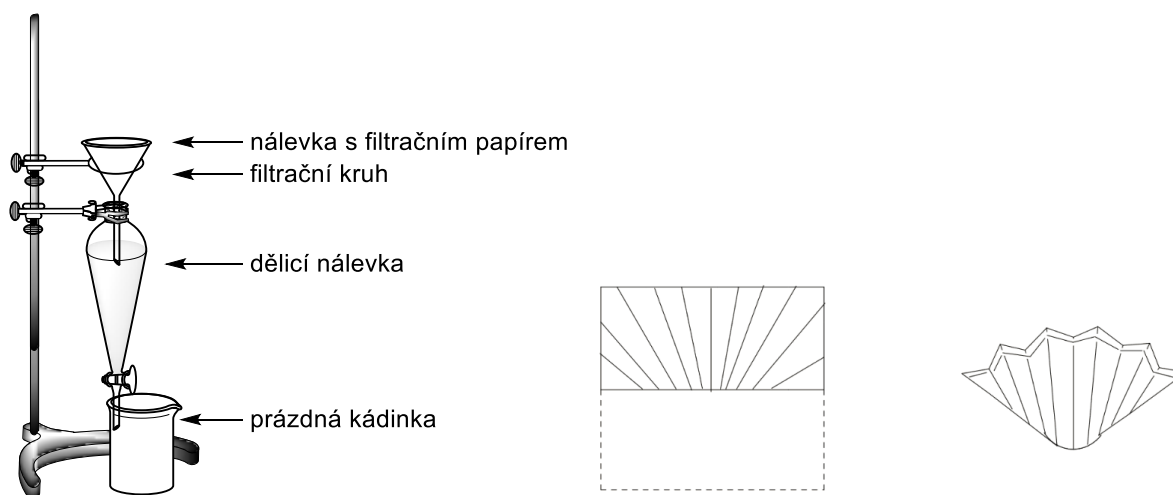
- 1) Vyextrahujte z DEKA kyselinu benzoovou.
- 2) Ověřte čistotu vyextrahované kyseliny pomocí tenkovrstvé chromatografie (TLC).
- 3) Odpovězte na otázky v pracovním listu.

**Pracovní postup:****1. Rozpouštění přípravku DEKO a filtrace**

- 1) Do 100ml varné baňky navažte 10 g přípravku DEKO, opatrně vložte magnetické míchadlo, odměrným válcem odměřte 30 ml ethyl-acetátu a přilijte jej do baňky.
- 2) Baňku umístěte na míchačku do vodní lázně a opatřete ji zpětným chladičem. Ke chladiči připojte hadice a zapněte vodu (obr. 1). Směs za stálého míchání zahřejte k varu a ponechte 5 min vařit (refluxovat).

**Obrázek 1:** Aparatura na zahřívání pod zpětným chladičem

- 3) Aniž byste aparaturu otevřeli, vyjměte baňku z vodní lázně, odstraňte horkou míchačku a baňku ponořte do kádinky se studenou vodou, dokud nevychladne na laboratorní teplotu.
- 4) Mezitím si postavte aparaturu na gravitační filtraci (obr. 2), filtrovat budete přes skládaný filtr rovnou do dělicí nálevky, pod kterou si umístíte 150ml kádinku. Aparaturu je třeba držet suchou, filtrační papír se nenamáčí vodou!

**Obrázek 2:** Aparatura na gravitační filtraci do dělicí nálevky; postup výroby skládaného filtru

- 5) Vychladlou směs z varné baňky přefiltrujte. Filtr následně promyjte cca 5 ml ethyl-acetátu. Filtrační papír s pevným podílem poté vyhodte.



2. Extrakce kyseliny

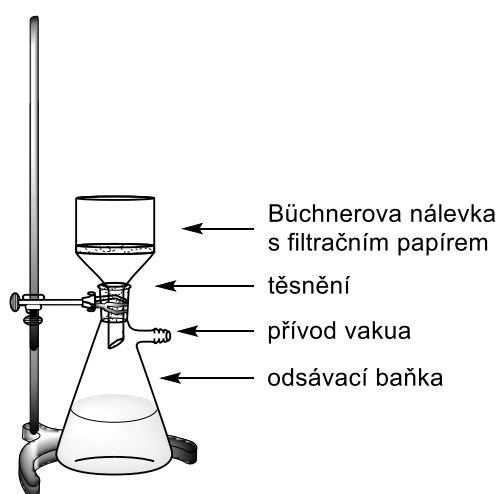
- 6) Do dělicí nálevky obsahující filtrát z předchozího kroku odměřte cca 5 ml 10% roztoku uhličitanu sodného ve vodě. Dělicí nálevku uzavřete zátkou a směs protřepávejte asi 90 sekund. Nezapomeňte v průběhu třepání uvolňovat přetlak a dbejte na správné držení dělicí nálevky za kohout a zábrus, abyste si zbytečně neohřivali obsah baňky.
- 7) Dělicí nálevku upevněte ke stojanu a nechte rozdělít jednotlivé fáze. Vodnou fázi (spodní) odpusťte kohoutem do připravené 150ml kádinky. Při odpouštění dbejte na to, aby se vám do kádinky nedostal žádný ethyl-acetát (je lepší, když trocha vodné fáze zůstane v dělicí nálevce).
- 8) Proces extrakce (vytřepávání roztokem uhličitanu) zopakujte ještě dvakrát, pokaždé s čerstvými 5 ml roztoku uhličitanu sodného. Vodné frakce sbírejte do jedné kádinky.
- 9) Organickou fázi slijte do nádoby na sběr použitých organických rozpouštědel.

3. Srážení

- 10) Do kádinky se spojenými vodnými extrakty vložte magnetické míchadlo a nechte směs míchat na magnetické míchačce.
- 11) Pomocí kapátka přikapávejte do kádinky 10% roztok kyseliny chlorovodíkové. Pozor, směs bude zpočátku silně pěnit. Během přikapávání se z roztoku začne srážet bílá pevná látka.
- 12) Jakmile směs přestane pěnit, zkontrolujte pH pomocí pH papírku (do roztoku ponořte skleněnou tyčinku a kápněte kapku na kousek univerzálního indikátorového papírku umístěného na hodinovém skle). Pokud roztok není silně kyselý, přidejte další kyselinu chlorovodíkovou.
- 13) Roztok nechte ještě 15 minut míchat, aby sraženina „vyzrála“, a pak se lépe filtrovala. Směs můžete pro zvýšení výtěžku chladit v ledové lázni. Pokud nemáte k dispozici magnetickou míchačku, použijte k míchání roztoku skleněnou tyčinku.

4. Filtrace

- 14) Připravte si znovu aparaturu na filtraci (pokud je laboratoř vybavená pomůckami pro filtraci za sníženého tlaku, tak sestavte tu (obr. 3), pokud ne, tak sestavte aparaturu na filtraci gravitační). Sraženinu zfiltrujte a na filtru promyjte 5 ml ledové vody.
- 15) Produkt i s filtračním papírem přeneste na Petriho misku (případně hodinové sklo) a nechte do druhého dne doschnout.



Obrázek 3: Aparatura na filtraci za sníženého tlaku



5. Určení výtěžku

- 16) Zvažte si prázdnou Petriho misku, hmotnost zapište do pracovního listu.
- 17) Pomocí pinzety a kopistky oškrábejte z filtračního papíru váš produkt.
- 18) Zvažte Petriho misku i s produktem, určete hmotnost produktu.

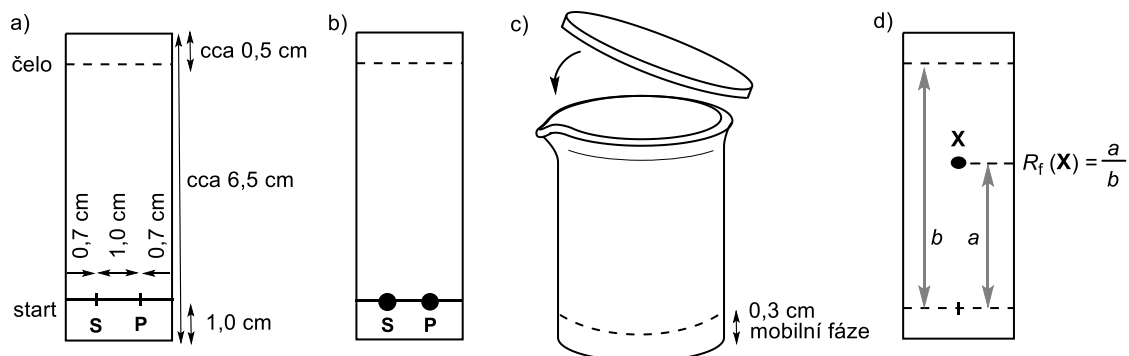
6. Příprava kapilár

- 19) Vezměte si kus skleněné trubice o délce asi 15 cm.
- 20) Ujistěte se, že v okolí se už nepracuje s ethyl-acetátem. Zapalte kahan, uchopte skleněnou trubičku každým koncem do jedné ruky.
- 21) Prostředek skleněné trubičky vložte do nesvítivého plamene kahanu, trubičkou prsty rovnoměrně otáčejte, dokud sklo dostatečně nezměkne.
- 22) Nahřátou skleněnou trubičku vyndejte z plamene kahanu a ruce roztáhněte od sebe. (Pokud je potřebná síla příliš velká, je sklo málo nahřáté a průměr kapiláry bude příliš velký. Pokud je použitá síla příliš malá, znamená to, že bylo sklo naopak nahřáté moc a průměr kapiláry bude moc malý. Pokud jste kapiláru přetrhli, máte příliš mnoho síly.)
- 23) Kapiláru nechte vychladnout (pozor, horké sklo vypadá úplně stejně jako studené!). Kapiláru ohnutím přes ostrou hranu (nehet, nůž) rozlamte na kousky o délce asi 5 cm. Pozor na odletující kousky skla, které se mohou při lámání kapilár oddělit! Při lámání skla je vhodné kapiláru držet v kusu látky (např. utěrka, kus hadru, starý ručník) či mít pracovní rukavice (ideálně látkové), aby nedošlo k pořezání rukou.

7. Analýza produktu pomocí TLC

V případě, že nemáte dostatek času na zpracování vysušeného produktu druhý den, můžete udělat tuto část se surovým nevysušeným produktem. Výsledek bude srovnatelný.

- 24) Připravte si 100ml kádinku. Do kádinky nalijte ethyl-acetát tak, aby tvořil vrstvu vysokou asi 3 mm. Kádinku přiklopte hodinovým sklem a nechte alespoň 5 minut stát, mezitím si připravte TLC destičku o velikosti asi 2,5 × 6,5 cm (obr. 4).
- 25) Připravte si dvě mikroskopavky. Do jedné (označte ji S) dejte trochu (na špičku lžičky) čisté kyseliny benzoové jako standard. Do druhé (označte ji P) dejte trochu produktu. Do obou zkumavek přidejte trochu ethanolu/acetonu.
- 26) Na připravenou TLC destičku nalinkujte startovní čáru cca 0,7 cm od jejího okraje. Obyčejnou tužkou vyznačte na startovní čáře dvě pozice, na jednu naneste pomocí kapiláry kapičku standardu, na druhou naneste pomocí jiné čisté kapiláry kapičku produktu. Nechte zaschnout. Použité kapiláry vyhodte do odpadního skla.
- 27) Pomocí pinzety vložte TLC destičku s vašimi vzorky do kádinky s ethyl-acetátem, přiklopte hodinovým sklíčkem a počkejte, dokud mobilní fáze nevystoupá kousek pod horní okraj.
- 28) Vyndejte TLC destičku z kádinky, ihned si tužkou vyznačte pozici čela.
- 29) TLC destičku nasviťte UV světlem o vlnové délce 254 nm a vyhodnoťte obkreslením obrysu jednotlivých pod UV zářením zviditelněných skvrn. Pokud nemáte UV lampu, lze vyhodnocení TLC destiček provést zviditelněním skvrn v parách jódu v jodové komoře.
- 30) Pomocí pravítka změřte vzdálenost středů jednotlivých skvrn od startu a vzdálenost čela od startu, hodnoty zapište do pracovního listu. Určete retenční faktory produktu (P) a standardu kyseliny benzoové (S).



Obrázek 4: Provedení TLC analýzy. a) Příprava TLC destičky (doporučené velikosti a vzdálenosti), b) nanesení skvrn, c) příprava vyvíjecí cely (kádinky) s mobilní fází, d) výpočet retenčního faktoru R_f .

Otázky a úkoly:

- 1) Určete, které ze struktur (viz pracovní list) budou rozpustné ve vodě a které v organickém rozpouštědle.
- 2) U prvních dvou struktur v první otázce určete, která z nich bude přítomna ve vodném roztoku v kyselém a která v bazickém prostředí.
- 3) Vysvětlete, co se s kyselinou benzoovou děje v kroku 6. Zapište chemickou rovnici tohoto děje.
- 4) Vyhodnoťte výsledek chromatografie na tenké vrstvě.
- 5) Vypočítejte retenční faktory standardu kyseliny benzoové a vašeho produktu.
- 6) Určete, zda je vaše kyselina benzoová čistá. Své tvrzení zdůvodněte.
- 7) Vypočítejte praktický výtěžek kyseliny benzoové (hmotnost izolované kyseliny) při tomto procesu.

**Úloha 2 Složení bílé tablety****10 bodů**

V lékárně si můžete kromě léčiv koupit i různé doplňky stravy – vitamíny, minerály apod. Předmětem vašeho zájmu nyní bude bílá tableta z krabičky s nápisem vápník–hořčík. Na krabičce ale bohužel chybí informace o tom, jaký je obsah těchto prvků v tabletě. Pro stanovení obsahu prvků ve vzorku tablety se dobře hodí volumetrické stanovení – chelatometrie.

Pomůcky:

- byreta 25 ml
- odměrná baňka 250 ml se zátkou
- odměrný válec, 50 ml
- nedělená pipeta, 5 a 10 ml
- pipetovací nástavec nebo pipetovací balónek
- větší kádinka na odpad
- 2 kádinky 150 ml
- kopistka, lžička
- třecí miska s tloučkem
- 3× titrační baňka 250 ml
- malá nálevka
- skleněná tyčinka
- stříčka s destilovanou vodou
- kapátko
- pinzeta
- lihový fix
- laboratorní stojan a držák na byretu

Chemikálie:

- bílá tableta¹ obsahující Ca^{2+} a Mg^{2+}
- 0,02 M roztok chelatonu 3 (přesnou koncentraci vám oznámí organizátor)
- 1M roztok NaOH
- Schwarzenbachův pufr
- 10% HCl
- Eriochromová čern T (ředěná 1:100 NaCl)
- Murexid (ředěný 1:100 NaCl)

¹ Každý soutěžící má k dispozici jednu tabletu, pokud by potřeboval náhradní, bude penalizován odečtením 1 bodu.

**Pracovní postup:****1. Příprava vzorku**

Nejprve je potřeba připravit roztok tablety o přesném objemu. Při práci je nezbytně nutné, abyste do roztoku převedli celou tabletu – při operacích nesmí dojít ke ztrátě části vzorku kvůli rozsypání částí tablety po okolí, nedokonalému vypláchnutí nádob nebo jen špatnému doplněním roztoku v odměrné baňce po rysku.

- 1) Ve třecí misce opatrně rozdrťte tabletu. Pracujte tak, abyste nepřišli ani o kousek tablety. Není potřeba tabletu rozetřít na jemný prášek, stačí menší kousky.
- 2) Obsah třecí misky kvantitativně převedte do 150ml kádinky – pomocí stříčky s destilovanou vodou opláchněte zbytky tablety z tloučku i misky.
- 3) Za míchání skleněnou tyčinkou přidejte opatrně po malých množstvích 20 ml 10% roztoku HCl. Pozor, zpočátku bude směs silně pěnít. V tabletě jsou i látky nerozpustné ve vodě, vzniklý roztok nebude čirý.
- 4) Směs po reakci kvantitativně převedte do 250ml odměrné baňky. Roztok doplňte destilovanou vodou po rysku. Baňku uzavřete zátkou a promíchejte několikerým otočením vzhůru nohama. Tímto jste vytvořili roztok vzorku. Část roztoku vzorku (cca 70 ml) si přes skládaný filtr přefiltrujte do malé kádinky, ze které budete pipetovat do titrační baňky.

2. Titrace Ca^{2+}

- 5) Do 250ml titrační baňky odpipetujte 10,00 ml roztoku vzorku (vzorek si před titrací přelijte do malé kádinky, nepipetujte přímo z odměrné baňky).
- 6) Do titrační baňky přilijte 30 ml destilované vody a 15 ml 1M roztoku NaOH.
- 7) Do roztoku přidejte na špičku kopistky indikátoru murexid. Po rozpuštění indikátoru by měl roztok mít zřetelnou, ale ne úplně sytou růžovo-červenou barvu.
- 8) Roztok titrujte odměrným roztokem chelatonu 3. Titrujte až do okamžiku, kdy jediná kapka titračního činidla dokončí barevnou změnu indikátoru z červeno-oranžové do fialové.
- 9) Proveďte jedno předběžné a tři přesná stanovení. Spotřeby запиšte do pracovního listu.
- 10) Vypočítejte průměrnou spotřebu a z ní vypočítejte koncentraci Ca^{2+} iontů v roztoku. Vypočítejte hmotnost Ca^{2+} iontů v tabletě.

3. Titrace Mg^{2+} a Ca^{2+}

- 11) Do 250ml titrační baňky odpipetujte 5,00 ml roztoku vzorku (vzorek opět odebírejte z malé kádinky, nepipetujte přímo z odměrné baňky).
- 12) Do titrační baňky přilijte 30 ml destilované vody a 10 ml Schwarzenbachova pufru.
- 13) Do roztoku přidejte na špičku kopistky indikátoru Eriochromové černi T. Po rozpuštění indikátoru by měl roztok mít zřetelnou, ale ne úplně sytou fialovou barvu.
- 14) Roztok titrujte odměrným roztokem chelatonu 3. Titrujte až do okamžiku, kdy jediná kapka titračního činidla dokončí barevnou změnu indikátoru z fialové do modré.
- 15) Proveďte jedno předběžné a tři přesná stanovení. Spotřeby запиšte do pracovního listu.
- 16) Vypočítejte průměrnou spotřebu a z ní vypočítejte koncentraci Mg^{2+} iontů v roztoku (pozor, touto titrací jste stanovili součet koncentrace Ca^{2+} a Mg^{2+} iontů). Vypočítejte hmotnost Mg^{2+} iontů v tabletě.



Otázky a úkoly:

- 1) Proveďte všechny titrace a získané spotřeby запиšte do tabulky v protokolu. U obou stanovení spočítejte přijatou spotřebu.
- 2) Vypočítejte koncentraci vápenatých iontů ve vámi připraveném roztoku.
- 3) Vypočítejte hmotnost vápenatých iontů v tabletě.
- 4) Vypočítejte koncentraci vápenatých a hořečnatých iontů ve vámi připraveném roztoku.
- 5) Vypočítejte koncentraci hořečnatých iontů ve vámi připraveném roztoku.
- 6) Vypočítejte hmotnost hořečnatých iontů v tabletě.

--

PRACOVNÍ LIST**20 BODŮ****Úloha 1 Izolace kyseliny benzoové****10 bodů**

- 1) Napište ke každé sloučenině její strukturní vzorec. Určete, jestli je hodně polární (P), nebo nepolární/málo polární (N). Na dalších řádcích rozhodněte, jestli je daná sloučenina rozpustná ve vodě a v nepolárních rozpouštědlech, pokud za rozpustné považujeme látky, které se rozpustí více jak 10 g ve 100 ml rozpouštědla. (Vepište ANO nebo NE do příslušné buňky tabulky).

	Kyselina benzoová	Benzoanový anion	Voda	Ethyl-acetát
Vzorec				
Polarita				
Rozpustnost ve vodě				
Rozpustnost v nepolárním rozpouštědle				
				body:

- 2) Zakroužkujte prostředí, ve kterém budou následující struktury majoritně přítomné.

Kyselina benzoová	kyselé (pH = 0)	zásadité (pH = 14)
Benzoanový anion	kyselé (pH = 0)	zásadité (pH = 14)
body:		

- 3) Vysvětlete, co se děje s kyselinou benzoovou v kroku 6 (včetně chemické rovnice).

	body:
--	--------------

**4) Vyhodnoťte výsledek chromatografie na tenké vrstvě.**

Zakreslete, jak vypadala vaše TLC destička po vyhodnocení chromatografie. Do nákresu запиšte i jednotlivé naměřené vzdálenosti.

**body:****5) Vypočítejte retenční faktory standardu kyseliny benzoové a vašeho produktu.**

Retenční faktor standardu:

Retenční faktor produktu:

body:**6) Určete, zda je vaše kyselina benzoová čistá. Své tvrzení zdůvodněte.**

Je kyselina benzoová čistá? Odůvodněte.

body:

7) Vypočítejte praktický výtěžek kyseliny benzoové (hmotnost izolované kyseliny) při tomto procesu.

Hmotnost prázdné misky:
Hmotnost misky s produktem:
Hmotnost izolované kyseliny benzoové:
body:

**Úloha 2 Složení bílé tablety****10 bodů****1) Spotřeby roztoku Chelatonu 3 pro stanovení koncentrace vápenatých iontů:**

Předběžné stanovení [ml]	1. stanovení [ml]	2. stanovení [ml]	3. stanovení [ml]	PŘIJATÁ SPOTŘEBA [ml]

body:

2) Spotřeby roztoku Chelatonu 3 pro stanovení koncentrace vápenatých a hořečnatých iontů:

Předběžné stanovení [ml]	1. stanovení [ml]	2. stanovení [ml]	3. stanovení [ml]	PŘIJATÁ SPOTŘEBA [ml]

body:

3) Výpočet přesné koncentrace vápenatých iontů v roztoku:

Výpočet:

Výsledek:

body:

4) Výpočet hmotnosti vápenatých iontů v tabletě:

Výpočet:

$A_r(\text{Ca}) = 40,08$

Výsledek:

body:

5) Výpočet přesné koncentrace vápenatých a hořečnatých iontů v roztoku:

Výpočet:

Výsledek:

body:

6) Výpočet přesné koncentrace hořečnatých iontů v roztoku:

Výpočet:

Výsledek:

body:

7) Výpočet hmotnosti hořečnatých iontů v tabletě:

Výpočet:

$$A_r(\text{Mg}) = 24,31$$

Výsledek:

body: