



VŠCHT PRAHA

Ústřední komise
Chemické olympiády



62. ROČNÍK

2025/2026

ŠKOLNÍ KOLO

KATEGORIE A

PRAKTICKÁ ČÁST

ZADÁNÍ

ZADÁNÍ**20 bodů****Autor / Autoři****Filip Svěrák***Ústav chemie a RECETOX, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno**Faculty of Biochemistry, Chemistry and Pharmacy, Goethe University, Frankfurt am Main***Marie Grunová***Institute of Organic Chemistry, University of Ulm, Ulm***Odborná recenze****Radek Matuška***Střední průmyslová škola chemická a gymnázium Brno, Vranovská, p.o.***Zuzana Schmidtová***Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno***Matěj Osička***Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno***Pedagogická recenze****Radek Matuška***Střední průmyslová škola chemická a gymnázium Brno, Vranovská, p.o.*

Milí řešitelé chemické olympiády,

letos jsme praktickou část kategorie A rozdělili na dvě části. V první části se setkáte s jednoduchými syntézami organických látek, které jsou běžně používané jako léčiva. Hlavně se ale v těchto úlohách zaměříme rozdělování těchto látek pomocí chromatografie na tenké vrstvě (TLC) a dotkneme se i techniky izolace produktů. Proto při přípravě věnujte pozornost termínům jako:

- chromatografie na tenké vrstvě, její princip a provedení, optimalizace složení mobilní fáze
- relativní polarita organických rozpouštědel
- základy separačních technik – krystalizace, filtrace, extrakce

Ve druhé části se pak budete zabývat hlavně kvantitativním, ale i kvalitativním stanovením aminokyselin a proteinů. Setkáte se s acidobazickými i redoxními titracemi. Doporučujeme se tedy během přípravy zaměřit především na:

- typické barevné reakce aminokyselin a proteinů a jejich princip (pro školní kolo)
- obecné principy volumetrické analýzy se zaměřením na acidobazické a redoxní titrace, standardizace odměrných roztoků a stanovení aminokyselin
- základní chemické výpočty

Hodně štěstí s řešením úloh přeji autoři

DOPORUČENÁ LITERATURA

- 1) SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLER, F. James a CROUCH, Stanley R. *Analytická chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2019. ISBN 978-80-7592-043-0.
- 2) MORAVCOVÁ, Hana. *Analytická chemie*. Ostrava: Pavko, 2011. ISBN 978-80-86369-14-3.h
- 3) LITERÁK, Jaromír; JANKŮ, Slávka a PINKAS, Jiří. *Chemická syntéza – návody k praktiku*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2012, 139 s. ISBN 978-80-210-5776-0.
- 4) KODÍČEK, Milan; VALENTOVÁ, Olga a HYNEK, Radovan. *Biochemie: chemický pohled na biologický svět*. 3. přepracované vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2022. ISBN 978-80-7592-124-6.
- 5) Návody k předmětu Lékařská chemie a biochemie Ústavu lékařské biochemie a laboratorní diagnostiky 1. LF UK a VFN. Dostupné online: <https://ulbld.lf1.cuni.cz/file/6247/10-praktika-vseobecni-zs-2425-aminokyseliny-teorie.pdf>
- 6) Materiály k předmětu Základy analýzy potravin, prof. Dr. Ing. Richard Koplík, Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha. Dostupné online: <https://web.vscht.cz/~koplikr/>
- 7) Jako další zdroje mohou posloužit i další důvěryhodné (online) zdroje, např. materiály z kurzů vysokých škol.

STANDARDNÍ VĚTY O NEBEZPEČNOSTI

H225 – vysoce hořlavá kapalina a páry

H226 – hořlavá kapalina a páry

H290 – může být korozivní pro kovy

H301+H311+H331 – toxický při požití, při styku s kůží nebo při vdechování

H302+H312+H332 – zdraví škodlivý při požití, při styku s kůží nebo při vdechování

H304 – při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt

H314 – způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí

H315 – dráždí kůži

H318 – způsobuje vážné poškození očí

H319 – způsobuje vážné podráždění očí

H330 – při vdechování může způsobit smrt

H335 – může způsobit podráždění dýchacích cest

H336 – může způsobit ospalost nebo závratě

H360FD – může poškodit reprodukční schopnost, může poškodit plod v těle matky

H361d – podezření na poškození plodu v těle matky

H372 – při prodloužené nebo opakované expozici požitím způsobuje poškození orgánů (štítná žláza)

H400 – vysoce škodlivý pro vodní organismy

H410 – vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky

Úloha 1 Syntéza kyseliny acetylsalicylové (Aspirinu)**4 body**

Evženie Upracovaná miluje organickou syntézu, jenomže ji po dlouhých hodinách strávených v laboratoři urputně rozbolela hlava. Evženie u sebe nemá žádné léky na bolest, a protože zůstala v laboratoři až do pozdních nočních hodin, všechny lékárny v okolí už zavřely. V ukrutných bolestech ji osvítil spásný nápad – v laboratoři mají starou láhev kyseliny salicylové ($M = 138,12 \text{ g mol}^{-1}$), ta se přece v podobě výtažku z vrbové kůry využívala již od pradávna jako lék na bolest a horečku. Starou kyselinu salicylovou neznámé čistoty by bylo před použitím potřeba alespoň rekrystalizovat. S bolestí hlavy se Evženii nechce vymýšlet podmínky rekrystalizace, to už raději připraví účinnější látku. Rozhodla se tedy kyselinu salicylovou využít k přípravě jejího derivátu – kyseliny acetylsalicylové ($M = 180,16 \text{ g mol}^{-1}$), kterou můžete v lékárně zakoupit například jako Aspirin.

Vášim prvním úkolem bude připravit kyselinu acetylsalicylovou jako Evženie – acetylací kyseliny salicylové za využití acetanhydridu jako acetylačního činidla.

POMŮCKY

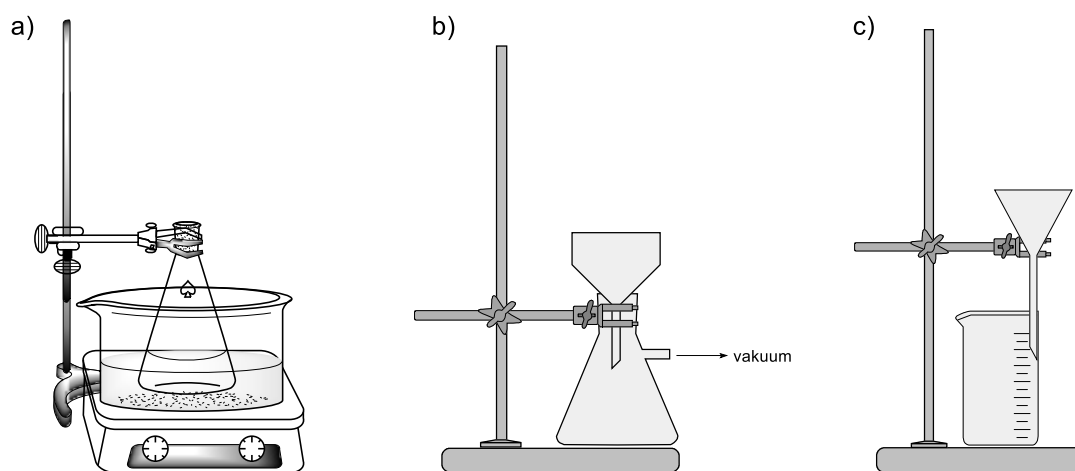
- Erlenmeyerova baňka 100 ml
- Předvážky
- Odměrný válec 10 ml
- Laboratorní stojan, křížová svorka s klemou
- Odměrný válec 25 ml nebo 50 ml
- Petriho miska nebo hodinové sklíčko
- Kádinka 25 ml
- Ochranné brýle a latexové/nitrilové rukavice
- Kádinka 100 ml
- Stříčka s destilovanou vodou
- Vodní lázeň – skleněná nebo kovová mísa
- Filtrační papír
- Nůžky
- Ledová lázeň – skleněná, kovová nebo plastová mísa s ledem
- Aparatura na vakuovou filtraci: Büchnerova nálevka, odsávací baňka, gumové těsnění, zdroj vakua, křížová svorka s klemou; *nebo* aparatura na gravitační filtraci: skleněná nálevka, filtrační kruh, kádinka
- Pasteurova pipeta se savičkou nebo plastové kapátko
- Kovová špachtle nebo lžička (2×)
- Lihový fix
- Magnetická míchačka nebo elektrická plotýnka nebo kahan, trojnožka a keramická síťka
- Skleněná tyčinka

CHEMIKÁLIE

- Kyselina salicylová (2,0 g) – **H302, H318, H361d**
- Anhydrid kyseliny octové (5,0 ml) – **H226, H302, H314, H330**
- Kyselina sírová, H_2SO_4 , koncentrovaná – **H290, H314**
- Destilovaná voda

PRACOVNÍ POSTUP**Acetylace kyseliny salicylové**

- Do Erlenmeyerovy baňky o objemu 100 ml navažte 2,0 g kyseliny salicylové a pomocí odměrného válce přidejte 5,0 ml acetanhydridu (anhydridu kyseliny octové), promíchejte.
- K reakční směsi přidejte 5 kapek koncentrované kyseliny sírové a pořádně promíchejte.
- Erlenmeyerovu baňku upevněte pomocí klemy ke stojanu a ponořte do vodní lázně o teplotě asi 85 °C (viz Obr. 1a). Reakční směs zahřívejte při této teplotě po dobu 15 minut, během této doby by mělo dojít k změně suspenze v čirý roztok.
- Opatrně přidejte 2,0 ml destilované vody. Poté reakční směs vyjměte z vodní lázně a přidejte 20 ml destilované vody. Reakční směs přelijte do kádinky a nechte vychladnout na laboratorní teplotu, během chlazení by se měly objevit krystalky kyseliny acetylsalicylové (produktu). Pokud by nedocházelo ke krystalizaci produktu, je možné podpořit krystalizaci škrábáním stěn kovovou špachtlí.
- Reakční směs poté ochlaďte v ledové lázni a zfiltrujte krystaly produktu lépe pomocí vakuové filtrace (viz Obr. 1b), eventuálně pomocí gravitační filtrace přes skládaný filtr (viz Obr. 1c). Produkt promyjte malým množstvím (~5 ml) studené destilované vody.
- Malé množství surového produktu (na špičku špachtle) odeberte do mikrozkušavky pro druhý úkol. Zbytek produktu můžete nechat sušit na hodinovém skličku nebo Petriho misce a další den zvážit, ale reálný výtěžek se nehodnotí.



Obr. 1: Aparatura pro acetylaci kyseliny salicylové (a), pro vakuovou filtraci (b) a pro gravitační filtraci (c).

VYHODNOCENÍ A OTÁZKY

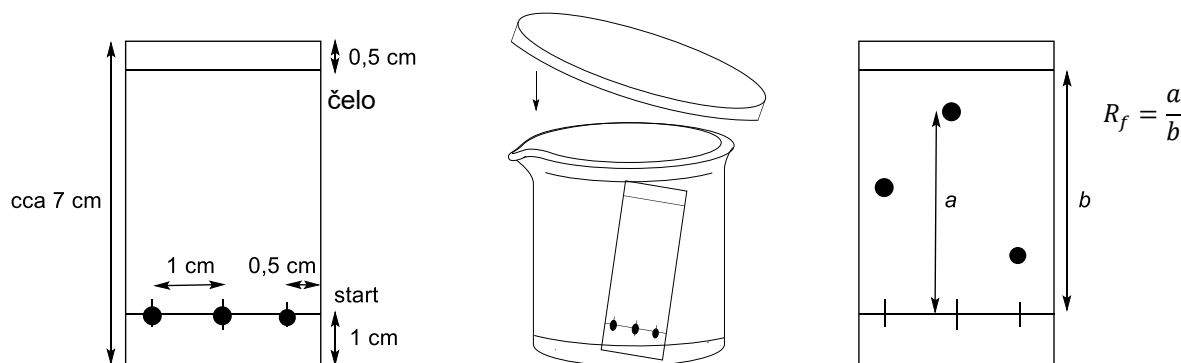
(vypracujte do pracovního listu)

- 1) **Nakreslete reakční schéma reakce kyseliny salicylové s acetanhydridem. Která funkční skupina v salicylové kyselině reaguje?**
- 2) **Spočítejte teoretický výtěžek. Na základě TLC analýzy (viz úloha 2) uveďte, jestli se vám povedlo produkt připravit. Uveďte, co za nečistotu/nečistoty by mohlo být přítomno v surovém produktu.**
- 3) **Uveďte alespoň jedno další činidlo, které by bylo možné použít na acetylaci místo acetanhydridu.**
- 4) **Jakým způsobem se kyselina salicylová vyrábí průmyslově?**

Úloha 2 Chromatografie na tenké vrstvě (TLC)**6 bodů**

Evženie se už chystala zapít nově připravenou kyselinu acetylsalicylovou, když ji zastavil bezpečnostní pracovník její laboratoře a upozornil, že by nikdy neměla požívat produkty z laboratoře, zvláště, když ani nezná jejich čistotu. Jelikož Evženii stále bolela hlava, dal jí nějaký prášek se slovy, že to má na srdce a prý je v tom také kyselina acetylsalicylová. Výborně, řekla si Evženie, teď může zjistit, jestli se jí skutečně podařilo připravit kyselinu acetylsalicylovou, a zároveň ověřit, že tableta tuto účinnou látku skutečně obsahuje. Rozhodla se k tomu využít chromatografii na tenké vrstvě (TLC).

Chromatografie na tenké vrstvě je separační metoda, která se typicky využívá k rozdělení složek směsi látek a analýze jejího složení. V rukou syntetického chemika je to důležitá metoda například pro monitorování průběhu reakce, sledování konverze výchozí látky na produkt a prvotní ověření čistoty produktu. Rozdělení jednotlivých složek je způsobeno rozdílnou afinitou ke stacionární a mobilní fázi, která typicky vychází z různé polarizace separovaných látek. Typicky je u TLC stacionární fáze tenká vrstva silikagelu nanesená na hliníkovou destičku. Mobilní fázi pak tvoří různá organická rozpouštědla použitá dle separovaných látek. Volné OH skupiny silikagelu na povrchu stacionární fáze ji činí značně polární, organická rozpouštědla jsou pak méně polární až nepolární mobilní fáze. Při vztlínání mobilní fáze dochází k unášení analytů vzhůru. Čím méně polární je analyt, tím výše je během TLC analýzy unášen mobilní fází. K vizualizaci látek po TLC analýze se používá nejčastěji UV záření. Dále lze využít jejich reakce s různými činidly, jako například s parami jódu. K popisu rozdělení látek při TLC se používá takzvaný retenční faktor (R_f), definovaný jako poměr vzdálenosti skvrny od startovní čáry ku vzdálenosti čela od startovní čáry (viz Obr. 2).



Obr. 2: Schéma TLC destičky, jejího vývoje v mobilní fázi a výpočtu retenčního faktoru.

Vášim následujícím úkolem bude vyzkoušet tři mobilní fáze pro TLC analýzu produktu z předcházejícího úkolu a zjistit, která je nejvhodnější na rozdělení kyseliny salicylové od acetylsalicylové.

POMŮCKY

- Mikrozkuřavka nebo malá vialka (3×)
- Obyčejná tužka a pravítko
- Kovová špachtle (2×)
- Pinzeta
- Třecí miska s tloučkem
- UV lampa (254 nm)
- Pasteurova pipeta se savičkou nebo plastové kapátko (4×)
- Větší kádinka přikrytá Petriho miskou nebo hodinovým sklíčkem na komůrku s jódem
- TLC komůrka s víčkem nebo větší kádinka přikrytá Petriho miskou nebo hodinovým sklíčkem
- Horkovzdušná pistole nebo fén

- Skleněná kapilára (2×)
- Ochranné brýle a latexové/nitrilové rukavice
- Skleněná vialka
- Lihový fix
- TLC destička (3×)

CHEMIKÁLIE

- Tableta Aspirinu, standard kyseliny acetylsalicylové
- Surový produkt z úlohy 1 v mikrozkuhavce
- Kyselina salicylová (viz úloha 1) – **H302, H318, H361d**
- Ethanol – **H225, H319**
- Mobilní fáze: cyklohexan (**H225, H304, H315, H336, H410**), ethyl-acetát (**H225, H319, H336**), ethanol (**H225, H319**)
- Jód – **H302+H312+H332, H315, H319, H335, H372, H400**

PRACOVNÍ POSTUP

TLC analýza

- Odeberte malé množství (na špičku špachtle) kyseliny salicylové do první mikrozkuhavky. Během Úlohy 1 jste odebrali malé množství surového produktu do další mikrozkuhavky. Tabletou Aspirinu rozdrťte ve třecí misce a malé množství odeberte do poslední mikrozkuhavky.
- Pevné látky ve všech mikrozkuhavkách rozpustěte v cca 1 ml ethanolu a dobře označte. U vzorku z tablety nedojde k úplnému rozpuštění kvůli obsahu plniv a dalších složek mimo účinnou látku.
- Do TLC komůrky nalijte cyklohexan tak, aby hladina dosahovala přibližně 0,5 cm ode dna, a zakryjte víčkem.
- Poté si připravte TLC destičku (viz Obr. 2), nakreslete jemně tužkou startovní čáru 1 cm od spodního okraje a naznačte pozice jednotlivých vzorků (kyselina salicylová, surový produkt, tableta Aspirinu).
- Kapiláru ponořte do roztoku prvního vzorku, nechte roztok nasát. Jemným přiložením na příslušnou pozici naneste malé množství roztoku, které vytvoří skvrnu o průměru cca 2–3 mm. Zbytek roztoku z kapiláry nechte vsáknout do filtračního papíru/papírové utěrky, poté kapiláru ponořte do vialky s čistým ethanolom a opět nechte vsáknout do filtračního papíru/papírové utěrky. Promytí zopakujte a stejným způsobem naneste zbylé vzorky, vždy mezi jednotlivými vzorky kapiláru promyjte.
- Pod UV lampou zkontrolujte, zda jsou nanesené skvrny vhodně velké a vhodně intenzivní (nesmí být příliš velké a jejich intenzita by měla být dostatečná).
- Pomocí pinzety opatrně vložte TLC destičku do komůrky s mobilní fází a komůrku uzavřete. Jakmile mobilní fáze vystoupá cca 0,5 cm od horního okraje destičky, destičku vytáhněte a tužkou označte čelo. Poté nechte destičku oschnout, je možné opatrně zahřát horkovzdušnou pistolí (případně fénem) k urychlení odparu mobilní fáze.
- Celý postup opakujte s novou TLC destičkou s nanesenými vzorky a s ethanolom jako mobilní fází a následně s novou TLC destičkou s nanesenými vzorky a ethyl-acetátem jako mobilní fází.

Vizualizace

- Po oschnutí destičky, umístěte destičku pod UV lampu, pokud je k dispozici. Tužkou jemně obkreslete viditelné skvrny jednotlivých látek.
- Pokud není k dispozici UV, nebo pro srovnání vizualizační metod, umístěte TLC destičku do kádinky přikryté Petriho miskou obsahující několik zrnek jódu. Postupně dojde k obarvení a vizualizaci skvrn na TLC destičce. Pro urychlení je možné opatrně zahřát kádinku s jódem horkovzdušnou pistolí či fénem, aby jód rychleji sublimoval.
- Analyzujte všechny tři destičky, určete nejvhodnější mobilní fázi, pro kterou určíte retenční faktory kyseliny salicylové i acetylsalicylové.

VYHODNOCENÍ A OTÁZKY

(vypracujte do pracovního listu)

- 1) Do předtištěných schémat TLC destiček zaznačte výsledky TLC analýzy.
- 2) Seřadte použité mobilní fáze dle polarity od nejméně polární po nejvíc polární. Popište a vysvětlete chování analyzovaných vzorků v jednotlivých mobilních fázích, včetně relativní polohy skvrn kyseliny salicylové a acetylsalicylové.
- 3) Která mobilní fáze je pro tuto analýzu nejvhodnější? Ve vybrané mobilní fázi určete R_f kyseliny salicylové i acetylsalicylové.
- 4) V této úloze jsme využili k vizualizaci UV záření, případně reakci s jódem. Jaká další činidla lze obecně využít k vizualizaci analytů? Uveďte alespoň dvě.
- 5) Po analýze všech destiček je možné říct, že ani jedna z mobilních fází není zcela ideální pro tuto reakci. Uveďte alespoň jeden způsob, jak by bylo možné mobilní fázi upravit, abychom dosáhli lepšího výsledku.

Úloha 3 Analýza bílkoviny v proteinovém prášku**10 bodů**

Analytického chemika Pepu Vyžle už nebavilo celý den jen sedět u přístrojů, rozhodl se tedy, že nabere svalovou hmotu. Nakoupil si plnou skříň úžasného proteinového prášku SvalMAXX, který měl podle reklamy zaručeně fungovat. Ale ani po měsíci pravidelného užívání se svaly ne a ne dostavit. Pepovi bylo jasné, že něco musí být s práškem špatně, a rozhodl se analyzovat jeho složení. Vaším prvním úkolem tak bude ověřit přítomnost bílkoviny pomocí biuretové reakce.

Aby mohl pokračovat v analýze svého proteinového prášku, rozhodl se Pepa, že je potřeba bílkovinu hydrolyzovat na jednotlivé aminokyseliny. Pepa chce využít kyselou hydrolyzu pomocí kyseliny chlorovodíkové, jenomže v laboratoři našel pouze starou láhev s kyselinou chlorovodíkovou bez uvedené koncentrace. A tak vaším druhým úkolem bude zjistit přesnou koncentraci kyseliny chlorovodíkové pomocí titrace boraxu (dekahydrátu tetraboritanu sodného).

POMŮCKY

- Odměrná baňka 250 ml se zátkou
- Pipetovací balónek nebo nástavec
- Kádinka 100 ml (3×)
- Předvážky
- Byreta 25 ml
- Malá nálevka
- Pipeta nedělená 10 ml
- Laboratorní stojan
- Titrační baňka 250 ml
- Křížová svorka, klema
- Pipeta dělená 2 ml (2×)
- Stojan na zkumavky
- Odměrný válec 25 ml
- Lihový fix
- Pasteurova pipeta/kapátko
- Ochranné brýle a latexové/nitrilové rukavice
- Zkumavka
- Stříčka s destilovanou vodou

CHEMIKÁLIE

- Proteinový prášek SvalMAXX
- Hydroxid sodný, NaOH, 10% roztok – **H290, H314, H318**
- Síran měďnatý, CuSO_4 , 1% roztok – **H302, H318, H410**
- Vzorek kyseliny chlorovodíkové, HCl, o objemu 8,0 ml, předředěný v odměrné baňce – **H290, H314, H335**
- Dekahydrát tetraboritanu sodného, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 0,10 M roztok (přesná koncentrace bude udána organizátory) – **H319, H360FD**
- Methylčerveň, 1% roztok v ethanolu – **H225, H319**
- Destilovaná voda

PRACOVNÍ POSTUP

Biuretová reakce

- Navažte přibližně 1 g proteinového prášku a rozpustte jej ve 20 ml destilované vody.
- Do zkumavky odeberte cca 2 ml vzorku proteinu a přidejte 2 ml 10% roztoku NaOH.
- Obsah zkumavky důkladně protřepejte a po kapkách přidávejte 1% roztok síranu měďnatého.
- Pozorujte a popište barevné změny.

Stanovení koncentrace kyseliny chlorovodíkové

- Vzorek kyseliny v odměrné baňce doplňte po rysku destilovanou vodou.
- Sestavte titrační aparaturu a byretu naplňte roztokem kyseliny chlorovodíkové.
- Do titrační baňky napipetujte 10,0 ml roztoku $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, přidejte několik kapek indikátoru methylčerveně a titrujte ze žlutého do červeného zbarvení.
- Titraci proveďte celkem 3× a určete průměrnou spotřebu roztoku kyseliny chlorovodíkové.

VYHODNOCENÍ A OTÁZKY

(vypracujte do pracovního listu)

- 1) **Popište barevné změny u biuretové reakce. Byla reakce pozitivní?**
- 2) **U uvedeného fragmentu proteinu (viz pracovní list) zaznačte, se kterými strukturními motivy/funkčními skupinami dané činidlo reaguje.**
- 3) **Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové a запиšte průměrnou (přijatou¹) spotřebu.**
- 4) **Uveďte rovnici hydrolýzy tetraboritanového aniontu a následně rovnici acidobazické reakce probíhající během titrace.**
- 5) **Vypočítejte neznámou koncentraci kyseliny chlorovodíkové (před zředěním).**
- 6) **Jaké dvě další metody hydrolýzy bílkoviny by šlo použít? Která z těchto metod je nejšetrnější?**

¹ Přijatou spotřebou rozumíme spotřebu, o které se domníváme, že je dostatečně přesná. Vhodným odhadem přijaté spotřeby je průměrná spotřeba z dostatečného množství stanovení, které se vzájemně příliš neliší. Naopak, hodnoty spotřeby, které se výrazně liší od ostatních, většinou do průměrné (a tedy i přijaté) nezahrnujeme.

PRACOVNÍ LIST

20 bodů

Úloha 1 Syntéza kyseliny acetylsalicylové (Aspirinu)

4 body

- 1) Nakreslete reakční schéma reakce kyseliny salicylové s acetanhydridem. Která funkční skupina v salicylové kyselině reaguje?

Reakční schéma:

Reagující funkční skupina:

body:

- 2) Spočítejte teoretický výtěžek. Na základě TLC analýzy (viz úloha 2) uveďte, jestli se vám povedlo produkt připravit. Uveďte, co za nečistotu/nečistoty by mohlo být přítomno v surovém produktu.

Výpočet:

Kyselinu acetylsalicylovou se **podařilo** / **nepodařilo** připravit.

Nečistota přítomná v surovém produktu:

body:

3) Uveďte alespoň jedno další činidlo, které by bylo možné použít na acetylaci místo acetanhydridu.

Navržené činidlo:

body:

4) Jakým způsobem se kyselina salicylová vyrábí průmyslově?

Způsob průmyslové výroby:

body:

- 3) Která mobilní fáze je pro tuto analýzu nejvhodnější? Ve vybrané mobilní fázi určete R_f kyseliny salicylové i acetylsalicylové.

Nejvhodnější mobilní fáze:

Výpočet R_f :

$R_{f,\text{kyselina salicylová}} =$ _____

$R_{f,\text{kyselina acetylsalicylová}} =$ _____

body:

- 4) V této úloze jsme využili k vizualizaci UV záření, případně reakci s jódem. Jaká další činidla lze obecně využít k vizualizaci analytů? Uveďte alespoň dvě.

Dvě další metody vizualizace u TLC:

-
-

body:

- 5) Po analýze všech destiček je možné říct, že ani jedna z mobilních fází není zcela ideální pro tuto reakci. Jak by bylo možné mobilní fázi upravit, abychom dosáhli lepšího výsledku?

Vysvětlení:

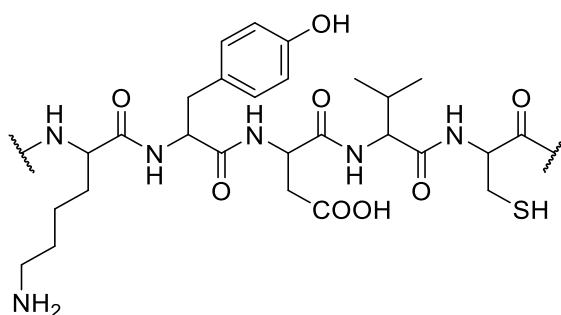
body:

Úloha 3 Analýza bílkoviny v proteinovém prášku**10 bodů****1) Popište barevné změny u biuretové reakce. Byla reakce pozitivní?**

Pozorování:

Reakce **je** / **není** pozitivní.

body:

2) U uvedeného fragmentu proteinu zaznačte, se kterými strukturními motivy/funkčními skupinami dané činidlo reaguje.

body:

3) Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové a запиšte průměrnou (přijatou) spotřebu.

1. stanovení	2. stanovení	3. stanovení	přijatá spotřeba

body:

4) Uveďte rovnici hydrolýzy tetraboritanového aniontu a následně rovnici acidobazické reakce probíhající během titrace.

Rovnice hydrolýzy tetraboritanového aniontu:

Rovnice acidobazické reakce probíhající během titrace:

body:

5) Vypočítejte neznámou koncentraci kyseliny chlorovodíkové (před zředěním).

Výpočet:

 $c_{\text{HCl}} = \text{_____} \text{ mol dm}^{-3}$

body:

6) Jaké dvě další metody hydrolýzy bílkoviny by šlo použít? Která z těchto metod je nejšetrnější?

Další metody hydrolýzy bílkovin:

-
-

Nejšetrnější metoda hydrolýzy bílkovin:

body: