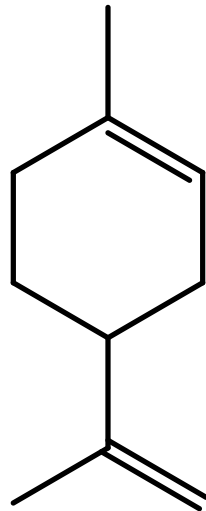




UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE
FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED A INFORMATIKY

Organická chémia

Laboratória pre rozširujúce štúdium



Jana Jakubčinová – Melánia Feszterová

Nitra 2023



UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE
FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED A INFORMATIKY

Organická chémia
Laboratória pre rozširujúce štúdium
Vysokoškolská učebnica

Jana Jakubčinová, Melánia Feszterová

Nitra 2023

Organická chémia Laboratória pre rozširujúce štúdium

Edícia Prírodovedec č. 815

Autori:

Mgr. Jana Jakubčinová, PhD.
doc. Ing. Melánia Feszterová, PhD.

Recenzenti:

prof. dr hab. inž. Małgorzata Kowalska
prof. dr hab. inž. Anna Źbikowska
Dr. Dominika Święch

(c) 2023 Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Publikácia je podporená z projektu *001UKF-2-1/2022 Zvyšovanie kvality prípravy budúcich učiteľov matematiky, fyziky, chémie, informatiky, anglického jazyka, slovenského jazyka a techniky formou doplnujúceho pedagogického štúdia a rozširujúceho štúdia na UKF v Nitre.*

ISBN 978-80-558-2037-8



Obsah

Predhovor	6
1 Bezpečnosť práce a ochrana zdravia v chemickom laboratóriu	8
1.1 Bezpečnosť práce v chemickom laboratóriu	8
1.2 Klasifikácia chemických látok	13
1.3 Prvá pomoc	16
1.4 Príprava na laboratórne cvičenie	19
1.5 Karta bezpečnostných údajov	20
1.6 Charakterizácia východiskových látok v úlohách	25
2 Laboratórne sklo, základné aparatúry a výpočty v organickej chémii	54
2.1 Laboratórne sklo	54
2.2 Základné aparatúry používané v organickej chémii	55
2.3 Jednoduché výpočty	57
3 Kryštalizácia	59
3.1 Výber vhodného rozpúšťadla na kryštalizáciu kyseliny benzoovej	59
3.2 Kryštalizácia kyseliny benzoovej	61
4 Destilácia	65
4.1 Jednoduchá destilácia znečisteného organického rozpúšťadla	65
4.2 Jednoduchá destilácia zmesi dvoch organických rozpúšťadiel	67
5 Extrakcia	70
5.1 Extrakcia kryštálovej violete z vodného roztoku	70
5.2 Extrakcia zmesi použitím kyslých a zásaditých vodných roztokov	73
6 Tenkovrstvová chromatografia	78
6.1 Kvalitatívne stanovenie zloženia zmesi organických zlúčenín	78
7 Jednoduché experimenty v organickej chémii	82
7.1 Dôkaz uhlíka	82
7.2 Dôkaz dusíka – Úloha 1	83
7.3 Dôkaz dusíka – Úloha 2	85
7.4 Dôkaz násobnej (dvojitej) väzby	86
7.5 Dôkaz násobnej (trojitej) väzby	89
8 Príprava derivátov uhlíkovodíkov	91
8.1 Príprava kyseliny acetylsalicylovej	91
8.2 Príprava 1-nitronaftalénu	93
8.3 Príprava cyklohexanón-oxímu	96

8.4	Príprava sodnej soli Oranž II.	99
8.5	Príprava metyl-benzoátu.....	102
8.6	Príprava sodných solí mastných kyselín – zmydelňovanie	106
9	Izolácia organických zlúčenín z prírodných materiálov.....	109
9.1	Izolácia limonénu z kôry (šupiek) citrusového ovocia	109
9.2	Izolácia β -karoténu a lykopénu z paradajkového pretlaku	110
9.3	Izolácia rastlinných pigmentov zo zelených listov	113
	Záver.....	116
	Použitá literatúra	117
	Prílohy	119

Predhovor

Vysokoškolská učebnica pod názvom Organická chémia Laboratória pre rozširujúce štúdium je súhrnným materiálom, ktorý sa zaoberá organickou chémiou. Učebnica vznikla ako výsledok niekoľkoročných skúseností a je určená pre študentov rozširujúceho štúdia chémie na Katedre chémie Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre.

Všetci si uvedomujeme dôležitosť organických zlúčenín v našom každodennom živote a ich význam v rôznych oblastiach, ako sú napríklad farmaceutický priemysel, kozmetika, potravinárstvo a mnoho ďalších. Organická chémia je základom pre ďalšie disciplíny, ako sú biochémia a materiálová chémia.

Vysokoškolská učebnica sa zameriava na organickú chémiu s aplikáciou v praxi, t. j. praktické cvičenia v laboratóriu. Cieľom vysokoškolskej učebnice je poskytnúť základné znalosti a zručnosti pre bezpečnú prácu v chemickom laboratóriu a správne používanie základného laboratórneho vybavenia. Predloženú učebnicu tvorí deväť kapitol, ktoré sú nevyhnutnou súčasťou výučby organickej chémie, pretože poskytujú študentom príležitosť naučiť sa základné techniky a postupy používané v laboratóriu. Vysokoškolská učebnica obsahuje aj niekoľko praktických úloh, ktoré majú študentov oboznámiť s vybranými chemickými metódami.

Prvá časť vysokoškolskej učebnice sa zameriava na bezpečnosť práce v laboratóriu a ochranu zdravia. Študenti sa dozvedia ako pracovať bezpečne v laboratórnom prostredí, ako klasifikovať chemické látky, či poskytnúť prvú pomoc v prípade rizika alebo nebezpečnej situácie. Študenti by mali byť oboznámení s tým, že laboratórne cvičenia budú zahŕňať aj prácu s nebezpečnými chemikáliami, a preto je potrebné dodržiavať zásady bezpečnosti pri práci.

Druhá časť vysokoškolskej učebnice poskytuje študentom základné informácie o laboratórnom skle, aparatúrach používaných v organickej chémii a základných výpočtoch. Táto časť je dôležitá pre správne porozumenie organických metód a ich aplikáciu do praxe.

Nasledujúce kapitoly sú venované jednotlivým organickým metódam: kryštalizácia, destilácia, extrakcia, tenkovrstvová chromatografia a príprave derivátov uhl'ovodíkov. Študenti sa dozvedia ako sa tieto metódy používajú a na čom závisí ich úspešnosť. Každá kapitola obsahuje aj praktické úlohy na precvičenie vybraných metód.

Posledná časť vysokoškolskej učebnice obsahuje niekoľko jednoduchých experimentov z organickej chémie, ktoré pomôžu študentom lepšie pochopiť základné pojmy. Vysokoškolská učebnica sa uzatvára s kapitolou o izolácii organických zlúčenín z prírodných materiálov.

Vysokoškolská učebnica Organická chémia Laboratória pre rozširujúce štúdium by mala slúžiť ako pomoc pri nadobúdaní a overovaní teoretických vedomostí, pri príprave na laboratórne cvičenia a mala by byť prístupná nielen pre študentov rozširujúceho štúdia, ale aj pre ďalšie študijné programy so zameraním na vybranú oblasť organickej chémie a jej využitie v praxi. Organická chémia je zaujímavá a dôležitá disciplína. Teoretická časť a navrhnuté laboratórne cvičenia budú poskytovať študentom príležitosť získať praktické skúsenosti a upevniť si vedomosti z tejto oblasti. Veríme, že navrhnutá vysokoškolská učebnica pomôže študentom lepšie porozumieť metódam z organickej chémie a poskytne im základné vedomosti a zručnosti pre bezpečnú a úspešnú prácu v chemickom laboratóriu.

autorky

V Nitre, 13.05.2023

1 Bezpečnosť práce a ochrana zdravia v chemickom laboratóriu

1.1 Bezpečnosť práce v chemickom laboratóriu

Každý študent je povinný mať pri práci v chemickom laboratóriu minimálne základné znalosti o nebezpečí, ktoré vyplýva z práce, ktorú vykonáva v laboratórnych priestoroch.

V chemickom laboratóriu môže nastať nebezpečenstvo:

- požiaru;
- výbuchu;
- poranenia.

Prioritnou zásadou študenta chémie je robiť všetko pre to, aby sa nebezpečenstvu predišlo. Ak vznikne nebezpečenstvo, tak je potrebné vykonať také opatrenia, aby poškodenie zdravia bolo čo najmenšie. S používaným materiálom, chemickými látkami a zmesami, či prístrojmi je potrebné pracovať s čo najväčšou opatrnosťou.

V chemickom laboratóriu je potrebné počas laboratórnych cvičení používať *osobné ochranné pracovné pomôcky (OOPP)*:

- laboratórny plášť,
- ochranné okuliare, resp. ochranný štít,
- rukavice.

Všeobecné pravidlá platné v chemickom laboratóriu

V laboratóriách je prísne zakázané:

- jesť, piť,
- fajčiť,
- pipetovať chemické látky ústami,
- vdychovať a ochutnávať chemické látky,
- mať uložené osobné veci,
- používať laboratórne nádoby na prípravu jedál a nápojov, používať sušiareň na sušenie potravín,
- uskutočňovať nepovolený experiment, resp. experiment so zmenou chemických látok.

Pri práci s elektrickými spotrebičmi, vodou a plynom je potrebné vždy po skončení cvičenia uzavrieť energie. Poruchy na elektrických spotrebičoch je potrebné obratom hlásiť vyučujúcemu (pedagógovi). Spotrebiče s poruchou sa nesmú nepoužívať.

Pri podozrení, že v chemickom laboratóriu dochádza k úniku plynu sa nesmie zapínať elektrické svetlo, elektrické spotrebiče ani otvárať plyn. Nepoužíva sa ani telefón pre nebezpečenstvo iskrenia. Ihneď je potrebné otvoriť všetky okná a uzavrieť hlavný prívod plynu. Je potrebné informovať pedagóga o úniku plynu a pri dodržaní všetkých bezpečnostných opatrení čo najskôr opustiť priestor laboratória.

V chemickom laboratóriu sa pracuje s *chemickými látkami* ako aj *pracovnými predmetmi (pomôckami)*, či *laboratórnym náradím*, ktoré môžu byť zo **skla, porcelánu, kovu, dreva, plastov a papiera**.

Práca s chemickými látkami

➤ Skladovanie

Na uskladnenie chemických látok a zmesí sú určené nádoby s vhodným uzáverom, ktoré sú označené presným názvom. Je nutné, aby na nádobách chemických látok boli uvedené nasledovné údaje: *názov, chemická čistota, koncentrácia, dátum prípravy a priezvisko osoby, ktorá roztok pripravila*.

Chemické látky a zmesi, ktoré sa nachádzajú v laboratóriu by mali byť v pracovnom priestore iba v obmedzenom množstve. Často sú to nebezpečné chemikálie, ktoré sú: *horľavé, výbušné, toxické, prípadne s leptavými účinkami*.

Pre uloženie horľavých kvapalín by mal byť v chemickom laboratóriu zabezpečený vhodný priestor na skladovanie – *kovová skrinka*. V chemickom laboratóriu možno mať celkom 10 l horľavín I. triedy (bod vzplanutia do 21 °C; napr.: etanol, metanol, benzín, toluén, a iné), uložených v 5 litrových nádobách naplnených do 90 % objemu (okrem éteru, v jeho prípade sa fľaše plnia doplna). Nádoby s horľavinami musia mať označenie obsahu a nezmazateľný nápis „horľavá kvapalina“.

➤ Váženie, meranie

Chemikálie sa pipetujú výlučne pipetou s pomocou balónika. Na ich odmeriavanie sa používa len kalibrovaný odmerný valec, byreta alebo bezpečnostná pipeta. Otvory skúmaviek a ostatných nádob treba vždy pri práci držať v smere do voľného priestoru. Pri zohrievaní látok sa zohrievaná kvapalina umiestňuje, resp. drží tak, aby v prípade vyprsknutia kvapaliny

nezasiahla nielen nás, ale ani našich spolužiakov. Pri zohrievaní kvapaliny do bodu varu sa používajú varné kamienky, aby sa zabránilo vzniku utajeného varu.

Práca so sklom

So sklom je potrebné manipulovať veľmi opatrne a bez použitia násilia. Odporúča sa používať ochranné rukavice. Pri práci so sklenenou aparátúrou je potrebné používať ochranné okuliare alebo priehľadný ochranný štít. Použité sklenené nádoby treba veľmi pozorne vyberať na prácu, nesmú byť poškodené alebo prasknuté. Napríklad pri zahrievaní reakčnej zmesi vo varnej banke sa môže stať, že varná banka praskne. Sklenené črepiny je v laboratóriu potrebné pozametáť a drobné úlomky postierať mokrou handrou. Rozbité sklo sa dáva do *odpadovej nádoby určenej na sklo*.

Sklenené nádoby je potrebné vyčistiť okamžite po použití. Najprv ich vypláchneme prúdom vody za použitia čistiacich kefiek, kedy ich zbavíme chemických látok, ktoré sú na ich povrchu. Až potom môžeme použiť čistiace prostriedky hlavne vtedy, ak mechanické vyčistenie nie je účinné. Na čistenie veľmi znečisteného skla je možné použiť kyselinu chrómsírovú. Pri čistení skla kyselinou chrómsírovou sa musia dodržiavať zásady BOZP a používať ochranné rukavice a štít. Umyté sklenené nádoby po vyčistení kyselinou chrómsírovou viackrát opláchneme destilovanou vodou. Sklo sa po vyčistení a premytí vodou necháva odtiecť a vysušiť na vopred určenom mieste. Neutierame ho!

Práca s porcelánom

Porcelán má vyššiu chemickú a mechanickú odolnosť v porovnaní so sklom. Porcelán neznáša náhle zmeny teploty, preto je potrebné zahrievať chemické pomôcky z porcelánu pomaly. V porcelánových miskách možno zahrievať aj látky v tuhom skupenstve, kvapaliny odparujeme na vodnom kúpeli.

Porcelán sa čistí podobne ako sklo.

Práca s kovovými pracovnými predmetmi

K materiálom bežne používaným v chemickom laboratóriu patria predmety zo železa a jeho zliatin, medi, mosadze, niklu a hliníka. Zriedkavo sa používajú nádoby z platiny. Železo a jeho zliatiny patria medzi najrozšírenejšie kovové materiály v chemickom laboratóriu.

Pri zostavovaní aparátúr treba použiť len vhodný kovový materiál. Napríklad železo a meď sa nemôže používať v prítomnosti kyselín, fenolov alebo acetylénu. Benzén zase nesmie prísť do kontaktu so železom a hliníkom. V platinových nádobách sa nemajú taviť hydroxidy

a peroxidy alkalických kovov a nesmie sa ani zohrievať väčšina zmesí kyselín. Platina je veľmi dobre odolná voči kyselinám, s výnimkou lúčavky kráľovskej. Platinovému náradiu škodia aj ľahko redukovateľné organické zlúčeniny.

Práca s pracovnými predmetmi z iných materiálov

- korok

Pre jeho pórovitosť ho nemožno použiť pri zostavovaní vákuových aparátúr. Korok neprepúšťa plyny ani kvapaliny a je pritom značne pružný. Korok je málo odolný voči pôsobeniu halogénov, koncentrovanej kyseliny dusičnej, kyseliny sírovej a horúcim alkalickým roztokom.

- guma

Guma sa opotrebováva oveľa viac ako korok. Gumové zátky sa vrtajú oveľa ťažšie v porovnaní s korkovými (korkovrty musia byť veľmi ostré a kĺzavosť je vhodné zvýšiť použitím glycerolu alebo mydlovej vody).

- plastické látky

Zmäkčený polyvinylchlorid (PVC) slúži na výrobu hadíc.

Polyetylén (PE) je veľmi stály voči chemickým činidlám (kyselinám, zásadám) aj niektorým ďalším chemikáliám. V polárnych rozpúšťadlách sa prakticky nerozpúšťa.

Pre vodnú paru je nepriepustný, ale kyslík, oxid uhličitý a aromatické zlúčeniny prepúšťa. Nevýhodou polyetylénu je, že ho možno použiť len do teploty 80 °C.

Termicky a chemicky vysokostabilnou látkou je polytetrafluóretylén (teflón). Termicky je stabilný do teploty viac ako 300 °C a spoľahlivo odoláva koncentrovanej kyseliny sírovej, kyseliny dusičnej, kyseliny fluorovodíkovej a hydroxidom alkalických kovov.

- papier

Na filtráciu sa v laboratóriách používa najčastejšie filtračný papier, ktorý sa dodáva vo forme hárkov, prípadne ako skladané filtre, kruhové filtračné papiere s rôznou veľkosťou pórov. Filtračný papier sa používa aj na sušenie anorganických alebo organických preparátov.

- drevo

Bežné je používanie drevených stojanov na pipety a na skúmavky. Drevo sa používa len ako pomocný materiál.

Zásady bezpečnej práce s chemickými látkami a chemickými zmesami

➤ **Digestor**

Digestor je samostatne oddelený pracovný priestor v chemickom laboratóriu, ktorý umožňuje prácu so škodlivými látkami v laboratórnom priestore. Má zabezpečené odsávanie vzduchu vrátane filtrácie odsávaného vzduchu cez chemický filter a jeho vývod je mimo miestnosti. Vykonávajú sa v ňom všetky práce s látkami prchavými, škodlivými, výbušnými a horľavými. V laboratóriách, kde sa pracuje s agresívnymi chemikáliami by sa nemali uskladňovať citlivé prístroje (analytické váhy).

➤ **Kyseliny a bázy (hydroxidy)**

Pri riedení koncentrovaných kyselín (H_2SO_4 , HCl , HNO_3) sa prilievajú vždy kyseliny za stáleho miešania a chladenia do vody, nikdy nie opačne! Chemikálie sa z veľkých nádob vždy odlievajú do menších za dodržania všetkých bezpečnostných pravidiel a zásad. Roztoky hydroxidov sa pripravujú tiež pridávaním hydroxidu do vody v malých množstvách a za stáleho miešania, príp. aj chladenia.

➤ **Horľavé látky**

Pri práci s horľavinami je vysoká pravdepodobnosť vzniku nebezpečenstva požiaru. Nemalo by sa preto s nimi pracovať v blízkosti otvoreného ohňa. To znamená pri otvorenom plameni; pri telesách, ktorých časti sa zohrievajú na vysokú teplotu (variče) a ani pri telesách, ktoré sú zdrojom iskrenia (elektromotory, zvonček).

Každý študent by mal byť na začiatku cvičenia oboznámený s umiestnením hasiaceho prístroja a jeho spôsobom použitia.

➤ **Odpady**

Do odpadov v laboratóriu nie je dovolené vylievat' žieraviny, horľaviny a iné nebezpečné látky. Do výlevky umývadla sa tiež nesmú vhadzovať pevné predmety (napr.: zápalky, filtre, štítky od fliaš). V obmedzenom množstve a dostatočne zriedené (1:10 a viac) sa

do odpadového potrubia môžu len výnimočne vylievať rozpúšťadlá miešateľné s vodou. Kyseliny a zásady (0,5 l naraz) musia byť zriedené v pomere 1 : 30.

Organické rozpúšťadlá sa po použití nesmú vylievať do výlevky. Zlievajú sa do vopred určených zberných nádob s označením.

1.2 Klasifikácia chemických látok

➤ Horľavé látky

Organické látky sú väčšinou horľavé látky, ktoré môžeme rozdeliť podľa ich teploty vzplanutia do tried nebezpečnosti nasledovne (Vyhláška MV SR č. 96/2004 Z. z.):

1. trieda - látky s teplotou vzplanutia do 21 °C, *napr.:* benzín, metanol, etanol, dietyléter, metylacetát, etylacetát, toluén.

2. trieda - látky s teplotou vzplanutia do 55 °C, *napr.:* petrolej, lakový benzén, plynový olej, cyklohexanón.

3. trieda - látky s teplotou vzplanutia do 100 °C, *napr.:* niektoré alkoholy, pohonné a vykurovacie oleje, nafta.

4. trieda - látky s teplotou vzplanutia do 250 °C, *napr.:* nitrobenzén, anilín.

➤ Výbušniny

Výbušniny môžeme rozdeliť podľa skupenstva na:

a) plynné – látky, ktoré sú veľmi náchylné na výbuch pri práci s otvoreným ohňom alebo pri iskrení. *Napr.* metán, etán, propán, bután, vodík, výpary kvapalných látok.

b) kvapalné – horľaviny, ktoré sa zohrejú na vysokú teplotu.

c) pevné – látky, ktoré pri dodaní určitej energie (tepelnej, pohybovej, alebo tlakovej) vybuchnú.

S výbušninami je potrebné pracovať opatrne s použitím ochranných rukavíc na rukách a so štítom na tvári.

Pri manipulácii s nimi je nevyhnutné dodržiavať bezpečnostné predpisy ako pri horľavinách.

Výbuch alebo požiar môžu však spôsobiť aj látky, ktoré nie sú samy o sebe nebezpečné. Keď však s niečím zreagujú môžu sa stať nebezpečnými.

➤ **Jedy**

Jedy sa rozdeľujú do dvoch skupín:

1. **Obzvlášť nebezpečné jedy (ONJ)** – sú životu nebezpečné už pri malom množstve: od niekoľko molekúl až po niekoľko miligramov. S týmito jedmi sa pracuje za prísnych bezpečnostných podmienok v miligramových množstvách.

Napríklad: butoxín, zlúčeniny HCN, dioxín, zlúčeniny Pb, fenylydrazín, zlúčeniny Hg.

2. **Ostatné jedy (OJ)** - s týmito jedmi pracujeme v ochranných rukaviciach. Pri práci nejeme ani nepijeme.

Napríklad: zlúčeniny dusitanov, 2,4-dinitrofenol, zlúčeniny fluoridov, 1,2-etàndiol, zlúčeniny fluorokremičitanov, kyselina štaveľová, zlúčeniny jodičnanov, chlórmetán, nitrobenzén, oxalylchlorid, sulfurylchlorid, tetrachlórmetán, tionylchlorid, 2,4,6 - trinitrofenol.

➤ **Nebezpečné chemické látky a nebezpečné chemické zmesi**

Kategórie nebezpečných chemických látok a nebezpečných chemických zmesí:

- a) výbušné látky a zmesi;
- b) oxidujúce látky a zmesi;
- c) mimoriadne horľavé látky a zmesi;
- d) veľmi horľavé látky a zmesi;
- e) horľavé látky a zmesi;
- f) veľmi toxické látky a zmesi;
- g) toxické látky a zmesi;
- h) škodlivé látky a zmesi;
- i) žieravé látky a zmesi;
- j) dráždivé látky a zmesi;
- k) senzibilizujúce látky a zmesi;
- l) karcinogénne látky a zmesi;
- m) mutagénne látky a zmesi;
- n) látky a zmesi poškodzujúce reprodukciu;
- o) látky a zmesi nebezpečné pre životné prostredie.

Látky a zmesi uvedené pod f) až n) môžu spôsobiť smrť, krátkodobé, dlhotrvajúce alebo opakujúce sa poškodenie zdravia, ak sú vdychované, požité alebo absorbované pokožkou.

Látky a zmesi uvedené pod o) môžu predstavovať okamžité alebo neskoršie nebezpečenstvo pre jednu alebo viac zložiek životného prostredia. Zoznam nebezpečných látok s predpísanou klasifikáciou ustanovuje príloha č. 1 výnosu MH SR č. 2/2002 (v EÚ ako Annex I to Directive 67/548/EC).

Chemický zákon - zákon NR SR č. 67/2010 Z. z. o podmienkach uvedenia chemických látok a chemických zmesí na trh a o zmene a doplnení niektorých zákonov upravuje podmienky týkajúce sa ich uvedenia na trh na území Slovenskej republiky bol prijatý s cieľom zabezpečiť vysokú úroveň ochrany zdravia ľudí a životného prostredia pred rizikami spojenými s chemickými látkami. Chemický zákon je dôležitým právnym nástrojom na reguláciu chemických látok a zmesí na Slovensku s cieľom zabezpečiť bezpečnosť a ochranu zdravia a životného prostredia. Je založený na princípoch a smerniciach Európskej únie v oblasti chemických látok. Je dôležité dodržiavať jeho ustanovenia pri výrobe, dovoze a distribúcii chemických látok a zmesí na trhu na Slovensku.

Hlavné ustanovenia Chemického zákona sú nasledovné:

- *Definície:* Zákon definuje chemické látky, chemické zmesi, výrobcov, dovozcov, distribútorov a iné relevantné pojmy.
- *Registrácia a hodnotenie:* Výrobcovia a dovozcovia chemických látok a chemických zmesí musia registrovať tieto látky a zmesi na príslušnom úrade. V nadväznosti na to výrobcovia a dovozcovia musia preukázať, že tieto látky a zmesi sú hodnotené z hľadiska ich nebezpečnosti.
- *Klasifikácia a označovanie:* Chemické látky a zmesi musia byť klasifikované a označené podľa harmonizovaných pravidiel a kritérií. Uvedené informácie musia byť zreteľne uvedené na etiketách a v KBÚ, ktoré sú súčasťou a sprevádzajú chemické látky a zmesi.
- *Bezpečnostné informácie:* Výrobcovia, dovozcovia a distribútori musia poskytnúť dostatočné bezpečnostné informácie o chemických látkach a zmesiach, aby bolo možné správne zaobchádzať s týmito látkami a zmesami a minimalizovať tak riziká pre ľudí a životné prostredie.

- *Obmedzenia a zákazy:* Chemický zákon stanovuje obmedzenia a zákazy týkajúce sa vybraných chemických látok a zmesí. Tieto obmedzenia a zákazy sa týkajú chemických látok a zmesí, ktoré sú považované za nebezpečné pre zdravie ľudí alebo životné prostredie.
- *Príprava na mimoriadne udalosti:* Zákon vyžaduje, aby výrobcovia, dovozcovia a distribútori vypracovali plány na riešenie mimoriadnych udalostí, ktoré sa môžu vzniknúť v súvislosti s chemickými látkami a zmesami.
- *Monitorovanie a kontrola:* Úrady majú právomoc monitorovať a kontrolovať dodržiavanie Chemického zákona. Majú právo vykonávať potrebné opatrenia na presadzovanie predpisov a sankcií v prípade ich nedodržania, alebo porušenia.

1.3 Prvá pomoc

Vedúcemu cvičenia (pedagógovi) je potrebné nahlásiť každý úraz, ku ktorému príde počas laboratórneho cvičenia. Každý úraz musí byť zaznamenaný v knihe úrazov.

- **Zhodnotenie stavu:** je potrebné zistiť, či postihnutý reaguje a rýchlo a správne zhodnotiť rozsah a stav poranení. Ak je to nevyhnutné, tak okamžite vykonávame resuscitáciu.
- **Privolanie pomoci:** Volajúci musí byť pripravený odpovedať na nasledovné otázky:
 - miesto príhody, presná adresa alebo opis terénu,
 - telefónne číslo, z ktorého sa volá a meno volajúceho,
 - čo sa stalo (srdcová príhoda, autonehoda, iný úraz),
 - koľko osôb potrebuje pomoc,
 - stav postihnutého, ak je postihnutých viac je potrebné zistiť, v akom sú stave,
 - aký druh pomoci bol už poskytnutý,
 - ďalšie informácie, ktoré však len zdanlivo nemusia byť dôležité.

Volajúci má skončiť telefónny rozhovor ako posledný.

Prvá pomoc - pomoc pri úrazoch:

Poskytnutie prvej pomoci si vyžaduje, aby sme zachovali pokoj a rozvahu. Pred poskytnutím prvej pomoci je dôležité zabezpečiť vlastnú *bezpečnosť*. Uistite sa, že okolie je bezpečné a odstráňte postihnutého z nebezpečnej situácie, ak je to možné. Dbajte pri tom, na to, aby ste sa sami nevystavili nebezpečenstvu. Pri ošetrovaní musíme ovládať základné pravidlá poskytovania prvej pomoci, ktoré uplatňujeme podľa toho aký úraz vznikol.

Sú to:

- a) **mechanické poranenia,**
- b) **popáleniny,**
- c) **poleptania,**
- d) **otravy.**

Mechanické poranenia môžu spôsobiť ostré predmety. Menšie odreniny utierame sterilnou gázou, dezinfikujeme peroxidom vodíka. Rana by mala voľne zaschnúť. Bodné a rezné rany, ktoré vznikli hlbším vniknutím do pokožky, obviažeme sterilnou hydrofilnou gázou. Ranu by mal ošetriť lekár, najmä ak nemáme istotu, či v rane nezostali črepiny, úlomky skla, prípadne hrubé nečistoty. Málo krvácajúce a nekrvácajúce rany po dezinfekcii (vodou, peroxidom vodíka) obviažeme sterilným obvazom.

Krvácanie z tepny

Prejavuje sa prudkým krvácaním alebo striekaním krvi z rany. Prívodná tepna sa zatlačí hrubšou vrstvou obväzu alebo poskladanou sterilnou gázou. Zraneného musí čo najskôr ošetriť lekár.

Zranenie oka

Po vniknutí chemikálie do oblasti očí, ak je to možné, chemikáliu odsať sacím materiálom (napr. papierovou vreckovkou) a oči následne vyplachovať miernym prúdom tečúcej vody. Následne vyhľadáme lekársku pomoc.

Popáleniny môže spôsobiť plameň kahana, rozliata horľavá látka, rozpálený kovový (železný kruh) alebo sklenený predmet. Môžeme sem zaradiť aj obareniny, ktoré vzniknú poliatím vriacou vodou alebo inou kvapalinou. Každú popáleninu chladíme pod vlažnou tečúcou vodou. Po ochladení môžeme na ranu priložiť hydrogélkový obväz na popáleniny. Ranu je vhodné chladiť nie ľadovou, ale letnou vodou a určite nepotierame ranu žiadnou masťou.

Poleptania kyselinami alebo zásadami

Pri poleptaní je postihnuté miesto potrebné opláchnuť ihneď čo najväčším množstvom vody. Pri poleptaní kyselinou alebo zásadou by malo byť oplachovanie trvajúce aspoň 15-20 minút. Toto opláchnutie pomáha zriediť a zmierniť účinky chemikálií na pokožku. Pri poleptaní kyselinami sa používa zneutralizovanie 1 % roztokom hydrogenuhličitanu sodného a pri poleptaní zásadami 1 % roztok kyseliny octovej alebo citrónovej. Po opláchnutí postihnutého miesta a odstránení kontaminovaného oblečenia pokryte postihnutú oblasť suchým sterilným obväzom alebo uterákom. Neaplikujte žiadne masti alebo krémy. Okamžite kontaktujte zdravotnícke zariadenie, sanitku alebo linku prvej pomoci a poskytnite im informácie o stave postihnutého a úraze, ako aj o tom, čo sa stalo.

Je dôležité si uvedomiť, že poskytovanie prvej pomoci pri poleptaní kyselinami alebo zásadami je mimoriadne vážne. Postihnutý by mal byť čo najskôr ošetrovaný v zdravotníckom zariadení.

Pri otrave nadýchnutím je potrebné dostať postihnutého hneď na čerstvý vzduch a v prípade *požitia* sa nikdy nesnažiť vyvolať zvracanie. Vyhládame lekársku pomoc.

V každom laboratóriu je príručná lekárnička, umiestená na prístupnom a viditeľnom mieste. Jej obsah sa pravidelne kontroluje a dopĺňa.

1.4 Príprava na laboratórne cvičenie

Príprava na laboratórne cvičenie tvorí neoddeliteľnú súčasť každého cvičenia vykonávaného v laboratóriu. Študent by mal prísť na laboratórne cvičenie pripravený a byť oboznámený s úlohami a prístrojmi, s ktorými bude pracovať. Pred uskutočnením experimentu je potrebné si vopred urobiť prípravu na cvičenie a v nej postupnosť jednotlivých krokov.

Počas laboratórneho cvičenia je dôležité si správne viesť podrobný a pravdivý zápis pozorovania chemických experimentov. Každý študent by si mal viesť záznam o vykonanom experimente, ktorý je podkladom pre napísanie protokolu. Počas samotného experimentu môže prísť aj k zmenám. Experimenty sú ovplyvnené rôznymi faktormi, ktoré súvisia s ich priebehom reakcie, ale aj možnosťami vybavenia chemického laboratória. Dobrá a kvalitná domáca príprava je základom každej práce.

➤ **Protokol**

Je písomný dokument, ktorý hovorí o vykonanej práci. Môže byť napísaný ručne alebo s pomocou počítača. Protokol by mal obsahovať nasledovné časti:

- úvodná stránka s hlavičkou (univerzita, fakulta, študijný program a odbor, ročník)
- názov laboratórnej práce;
- meno a priezvisko, dátum cvičenia;
- cieľ experimentu;
- teoretický úvod;
- reakčné schémy a chemické rovnice;
- použité pomôcky, chemikálie a prístroje;
- základne výpočty (ak sú potrebné);
- pracovný postup;
- nákres aparatury;
- pozorovanie;
- experimentálne výsledky;
- diskusia;
- záver;
- použitá literatúra.

Hlavná časť má byť založená na pozorovaniach a výsledkoch, ktoré boli získané počas chemického experimentu. Protokol by nemal obsahovať gramatické chyby a preklepy. Je výsledkom práce študenta a ukážkou jeho vedomostí, získanej zručnosti, ale aj dôslednosti v domácej príprave.

1.5 Karta bezpečnostných údajov

Karta bezpečnostných údajov (KBÚ) obsahuje súhrn identifikačných údajov o podnikateľovi, o nebezpečnej chemickej látke alebo o nebezpečnej chemickej zmesi a údajov potrebných na ochranu života a zdravia ľudí a životného prostredia.

KARTA BEZPEČNOSTNÝCH ÚDAJOV

podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006

Verzia 8.8
Dátum revízie 28.03.2023
Dátum tlače 29.03.2023

ODDIEL 1: Identifikácia látky/zmesi a spoločnosti/podniku

1.1 Identifikátory výrobku

Názov výrobku : Etanol absolútny, pre analýzu EMSURE®
ACS, ISO, Reag. Ph Eur

Katalógové číslo: : 1.00983
Značka : Millipore
Indexové č. : 603-002-00-5
č. REACH : 01-2119457610-43-XXXX
Č. CAS : 64-17-5

1.2 Relevantné identifikované použitia látky alebo zmesi a použitia, ktoré sa neodporúčajú

Identifikované použitia : Reagencia pre analýzu, Chemická výroba

1.3 Údaje o dodávateľovi karty bezpečnostných údajov

Spoločnosť : Merck Life Science spol.s.r.o
Dvořákovo nábřeží 4
SK-811 08 BRATISLAVA
Telefón : +421 2 5557-1562
Číslo faxu : +421 2 5557-1564
E-mailová adresa : TechnicalService@merckgroup.com

1.4 Núdzové telefónne číslo

Núdzový telefón : +(421)-233057972(CHEMTREC)
+421 254774166/911166066
(Národné toxikologické informačné centrum)

ODDIEL 2: Identifikácia nebezpečnosti

2.1 Klasifikácia látky alebo zmesi

Klasifikácia podľa Nariadenia (ES) č.1272/2008

Horľavé kvapaliny (Kategória 2), H225
Podráždenie očí (Kategória 2), H319

Plný text H-údajov uvedených v tomto oddieli viď oddiel 16.

2.2 Prvky označovania

Značenie podľa Nariadenia (ES) č.1272/2008

Piktogram



Obrázok 1. Karta bezpečnostných údajov – ukážka (Zdroj:

<https://www.sigmaaldrich.com/SK/sk/sds/mm/1.00983>)

KBÚ obsahuje:

- obchodné meno, sídlo a identifikačné číslo právnickej osoby alebo meno, priezvisko a trvalý pobyt fyzickej osoby, ktorá uvádza nebezpečnú chemickú látku alebo nebezpečnú chemickú zmes na trh,
- názov nebezpečnej chemickej látky alebo názov nebezpečnej chemickej zmesi a informáciu o jeho zložkách a komponentoch,
- identifikáciu vlastností nebezpečnej chemickej látky alebo nebezpečného chemickej zmesi,
- pokyny pre prvú pomoc,
- protipožiarne opatrenia, opatrenia pri zdolávaní požiaru,
- opatrenia pri úniku, mimoriadnych situáciách a haváriách,
- požiadavky na nakladanie a skladovanie,
- požiadavky na ochranu osôb pred expozíciou,
- informácie o fyzikálnych a chemických vlastnostiach,
- informácie o stabilite a reaktivite,
- informácie o toxicite,
- ekologické informácie,
- podmienky zneškodňovania,
- podmienky prepravy,
- regulačné informácie pozostávajúce z povinnosti uviesť na nálepke (etikete, štítku) základné informácie o klasifikácii, balení a označovaní a či ich používanie je obmedzené,
- ďalšie informácie.

V KBÚ môžu byť uvedené ďalšie špecifické podmienky skladovania chemickej látky, chemickej zmesi, napr. jej umiestnenie v samostatnej vyvýšenej priehradke, teplotný rozsah ovzdušia a pod.

Výstražné upozornenie

*Poznámka (Dostupné na: <https://www.msds-europe.com/sk/vystrazne-upozornenie/>)

Vety nebezpečnosti a preventívne vety sú kodifikované pomocou jedinečného alfanumerického kódu zloženého z jedného písmena a troch číslic nasledovne:

- Písmeno „H“ znamená skratka „*hazard statement – výstražné upozornenie*“. Vety o nebezpečnosti realizované prostredníctvom DSD a DPD, avšak nezahrnuté v GHS, sú kodifikované ako „EUH“;
- číslo označujúce typ nebezpečenstva, napr. „2“ pre fyzické nebezpečenstvo,
- dve čísla zodpovedajúce poradovému číslu nebezpečenstva, napr. výbušnosť (kódy od 200 do 210), horľavosť (kódy od 220 do 230),... atď.

Označenia však tiež musia byť vybavené príslušnými vetami o nebezpečnosti popisujúcimi povahu a vážnosť nebezpečnosti vašej látky alebo zmesi (CLP článok 21).

Vety o nebezpečnosti pre každú konkrétnu klasifikáciu nebezpečenstva sú uvedené v tabuľkách v časti 2 až 5 prílohy I CLP. Pokiaľ je klasifikácia vety harmonizovaná a zahrnutá v časti 3 prílohy VI CLP, na označení sa používajú zodpovedajúce vety o nebezpečnosti patriace k tejto klasifikácii spolu so všetkými ďalšími vetami o nebezpečnosti pre neharmonizovanú klasifikáciu.

Príloha III CLP uvádza znenie viet o nebezpečnosti na označeniach. Vety o nebezpečnosti z jedného jazyka musia byť na označení uvedené spoločne s preventívnymi vetami z toho istého jazyka.

Zoznam výstražných upozornení obsahuje nové alebo modifikované ustanovenia, ktoré sú podľa nariadenia Komisie (EÚ) č. 2019/521 platné od 17. októbra 2020 (Príloha 1).

Bezpečnostné upozornenie

*Poznámka (Dostupné na: <https://www.msds-europe.com/sk/bezpecnostne-upozornenie-p>)

Vety nebezpečnosti a preventívne vety sú kodifikované pomocou jedinečného alfanumerického kódu zloženého z jedného písmena a troch číslic nasledovne:

- Písmeno „P“ (skratka „precautionary statement – bezpečnostné upozornenie“). Vety o nebezpečnosti realizované prostredníctvom DSD a DPD, avšak nezahrnuté v GHS, sú kodifikované ako „EUH“;
- číslo označujúce typ nebezpečenstva, napr. „2“ pre fyzické nebezpečenstvo,
- dve čísla zodpovedajúce poradovému číslu nebezpečenstva, *napr.* výbušnosť (kódy od 200 do 210), horľavosť (kódy od 220 do 230),... atď.

Označenia obsahujú príslušné preventívne vety (CLP článok 22), ktoré poskytujú rady týkajúce sa opatrení na prevenciu alebo minimalizáciu nepriaznivých vplyvov na zdravie alebo životné prostredie v dôsledku nebezpečnosti vašej látky alebo zmesi. Komplexný zoznam preventívnych viet relevantných pre každú príslušnú klasifikáciu je uvedený v tabuľkách udávajúcich prvky označenia požadovaných pre každú triedu nebezpečnosti v časti 2 až 5 prílohy I CLP.

Preventívne vety musia byť v súlade s článkom 28 a časti 1 prílohy IV CLP. Každý výber musí tiež brať do úvahy použité vety o nebezpečnosti a zamýšľané alebo stanovené použitie látky alebo zmesi. Na označení by sa nemalo uvádzať viac ako šesť preventívnych viet, pokiaľ to nie je nevyhnutné z dôvodu povahy alebo vážnosti nebezpečenstva.

Časť 2 prílohy IV CLP uvádza znenie preventívnych viet, ako je nutné ich uvádzať na označeniach. Na označení sa musia vety o nebezpečnosti uvádzať spolu s preventívnymi vetami v rovnakom jazyku.

Zmeny vo bezpečnostných upozorneniach

Revidovaný zoznam bezpečnostných upozornení obsahuje nové alebo modifikované ustanovenia, označené červenou farbou, ktoré sú podľa nariadenia Komisie (EÚ) č. 2019/521 platné od 17. októbra 2020.

Pre zaistenie konzistentnosti označovania a karty bezpečnostných údajov je dôležité po zmene označenia vykonať tiež aktualizáciu karty bezpečnostných údajov!

Kompletný zoznam bezpečnostných upozornení (platí od 17. októbra 2020) je v Prílohe 2.

Piktogramy nebezpečenstva podľa predpisu CLP

**Poznámka* (Dostupné na: <https://www.msds-europe.com/sk/vystrazny-piktogram/>)

Piktogram nebezpečenstva je obrázkové znázornenie konkrétneho nebezpečenstva. Klasifikácia vašej látky alebo zmesi preto určuje piktogramy nebezpečenstva, ktoré by mali byť uvedené na označení, ako je stanovené v časti 2 (fyzické nebezpečenstvo), 3 (nebezpečenstvo pre zdravie) a 4 (nebezpečenstvo pre životné prostredie) prílohy I CLP (CLP článok 19).

Platnosť piktogramov nebezpečenstva v súlade s konkrétnymi triedami nebezpečenstva a kategóriami nebezpečenstva môžete nájsť v prílohe V CLP.

Piktogram nebezpečenstva na označení

Farba a vzhľad označenia musí umožňovať umiestnenie piktogramu nebezpečenstva a jeho pozadie musí byť jasne viditeľné. Piktogramy nebezpečenstva majú tvar kosoštvorca a musia obsahovať čierny symbol na bielom pozadí s červeným rámčekom (časť 1.2.1 prílohy I CLP).

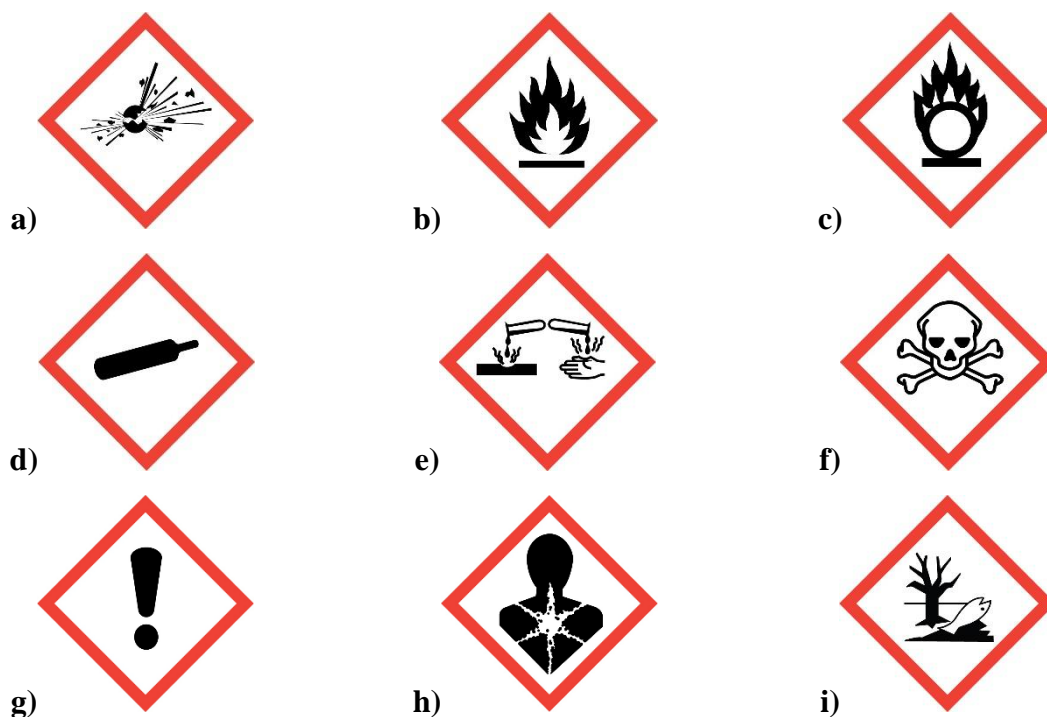
Každý piktogram nebezpečenstva musí pokrývať minimálne jednu pätnástinu plochy harmonizovaného označenia, pričom minimálna plocha nesmie byť menšia ako 1 cm².

Použitie piktogramov nebezpečenstva v rámci postupu klasifikácie CLP

V súlade s článkom 19 smernice (ES) č. 1272/2008 Európskeho parlamentu a Rady z 16. decembra 2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí a doplňujúce a rušiace smernicu 67/548/EHS a 1999/45/ES sa budú v klasifikácii CLP používať nasledujúce piktogramy nebezpečenstva.

Piktogramy nebezpečenstva CLP:

- a) Vybuchujúca bomba (GHS 01 - výbušné látky);
- b) Plameň (GHS 02 - horľavé látky);
- c) Plameň nad kruhom (GHS 03 - oxidačné látky);
- d) Tlaková nádoba (GHS 04 – plyny pod tlakom);
- e) Korozívnosť (GHS 05 – korozívne a žieravé látky);
- f) Lebka so skríženými kosťami (GHS 06 - toxické látky);
- g) Výkričník (GHS 07 – dráždivé látky);
- h) Nebezpečnosť pre zdravie (GHS 08 – látky nebezpečné pre zdravie);
- i) Nebezpečnosť pre životné prostredie (GHS 09 - látky nebezpečné pre životné prostredie).



Obrázok 2. Piktogramy nebezpečenstva CLP: a) Vybuchujúca bomba (GHS 01 - výbušné látky; b) Plameň (GHS 02 - horľavé látky); c) Plameň nad kruhom (GHS 03 - oxidačné látky; d) Tlaková nádoba (GHS 04 – plyny pod tlakom); e) Korozívnosť (GHS 05 – korozívne a žieravé látky); f) Lebka so skříženými kosťami (GHS 06 - toxické látky); g) Výkričník (GHS 07 – dráždivé látky); h) Nebezpečnosť pre zdravie (GHS 08 – látky nebezpečné pre zdravie); i) Nebezpečnosť pre životné prostredie (GHS 09 - látky nebezpečné pre životné prostredie).

1.6 Charakterizácia východiskových látok v úlohách

Chemické vlastnosti odkazujú na charakteristiky chemických látok a ich správanie sa v rôznych chemických reakciách a pri interakciách s inými látkami.

Chemické vlastnosti môžu zahŕňať:

- **Reaktivitu:** ako ľahko sa látka reaguje s inými látkami a za akých podmienok.
- **Oxidáciu:** schopnosť látky reagovať s kyslíkom, čo môže viesť k vytvoreniu oxidov a iných zlúčenín.
- **Redukciu:** schopnosť látky redukovať iné látky, pričom sa sama oxiduje.
- **Kyslosť alebo zásaditosť:** pH látky určuje, či je kyslá alebo zásaditá.
- **Rozpustnosť:** schopnosť látky rozpúšťať sa v iných látkach.
- **Viskozitu:** ako ľahko látka tečie.

- Výbušnosť: schopnosť látky vybuchnúť za určitých podmienok.
- Toxicitu: potenciálnu nebezpečnosť látky pre ľudské zdravie.
- Stabilitu: ako ľahko sa látka rozkladá alebo mení za rôznych podmienok.

Tieto vlastnosti môžu byť dôležité pre rôzne aplikácie, ako je napríklad vývoj liekov, výroba kozmetiky, priemyselná výroba a mnoho ďalších oblastí.

Fyzikálne vlastnosti sa týkajú charakteristík látky, ktoré súvisia s jej fyzikálnymi vlastnosťami a správaním sa v rôznych fyzikálnych podmienkach.

Fyzikálne vlastnosti látky zahŕňajú:

- Hustotu: hmotnosť látky na jednotku objemu.
- Teplota tavenia a varu: teploty, pri ktorých sa látka mení z tuhej do kvapalnej a následne do plynného stavu.
- Rozpustnosť: schopnosť látky rozpúšťať sa v iných látkach.
- Viskozitu: odolnosť látky proti toku alebo zmene tvaru.
- Pevnosť: schopnosť látky odolať deformácii a zlomu.
- Pružnosť: schopnosť látky vrátiť sa do svojej pôvodnej formy po odstránení deformácie.
- Elektrickú vodivosť: schopnosť látky viesť elektrický prúd.
- Tepelnú vodivosť: schopnosť látky prenášať teplo.
- Index lomu: miera, ako látka lomí svetlo.
- Magnetické vlastnosti: schopnosť látky priťahovať alebo odpudzovať magnetické pole.

Tieto vlastnosti sa môžu líšiť v závislosti od druhu látky a fyzikálnych podmienok, v ktorých sa nachádzajú. Znalosť fyzikálnych vlastností je dôležitá pri návrhu a výrobe produktov a materiálov, ako aj pri riešení technických problémov.

ACETÓN (CH₃COCH₃)

Acetón (propanón) je organická zlúčenina s molekulovým vzorcom (CH₃)₂CO. Má nízku molekulovú hmotnosť. Používa sa napríklad ako rozpúšťadlo, pri výrobe plastov, liekov a rôznych chemických látok.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: acetón sa ľahko mieša s väčšinou organických rozpúšťadiel. Je dobre rozpustný v organických rozpúšťadlách (etanol, éter a chloroform) a nerozpustný vo vode.

- Acetón je reaktívna látka. Môže reagovať s rôznymi chemikáliami ako sú napríklad kyseliny (H₂SO₄) a hydroxidy.
- Acetón reaguje s oxidom chrómovým a kyselinou sírovou. V tejto oxidačnej rovnici acetón je redukčným činidlom a CrO₃ oxidačným činidlom:

$$3 \text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{CrO}_3 + 4 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$$
 Pri reakcii dochádza k tvorbe kyseliny octovej a síranu chromitého.
- Vďaka prítomnosti karbonylovej skupiny sa môže podieľať na aldolových reakciách a tvorbe enolátov. Acetón môže byť oxidovaný kyslíkom za vzniku kyseliny octovej alebo iných produktov oxidácie.
- Redukovaný môže byť na izopropanol alebo iné alkoholy.
- Acetón môže byť esterifikovaný s kyselinami za vzniku éterov.
- Môže byť kondenzovaný s formaldehydom za vzniku metyletylketónu.
- Môže polymerizovať na rôzne polyméry (polyacetón a polymetylmakrylát).
- Acetón môže byť acylovaný za vzniku acetofenónu a iných produktov.
- Solvolýzou môže byť odbúrany za vzniku acetaldehydu a metanolu.
- Acetón môže byť dehydrogenovaný za vzniku isopropanolu.

Fyzikálne vlastnosti: Acetón má molekulovú hmotnosť 58,08 g/mol. Je to bezfarebná kvapalina s charakteristickým sladkým zápachom a má hustotu 0,79 g/cm³ (pri 25 °C). Má nízku teplotu varu (56 °C pri atmosférickom tlaku) a rýchlo sa vyparuje pri izbovej teplote. Teplota topenia acetónu je -94,7 °C. Acetón má nízku viskozitu, čo znamená, že ľahko tečie. Tepelná vodivosť acetónu je približne 0,16 W/mK. Index lomu acetónu je približne 1,36.

ANHYDRID KYSELINY OCTOVEJ (CH₃CO)₂O

Anhydrid kyseliny octovej je organická zlúčenina s chemickým vzorcom (CH₃CO)₂O. Používa sa ako surovina pri výrobe rôznych chemických látok (kyselina acetylsalicylová), pri organických syntézach, ako aj pri príprave polymérov a v katalytických procesoch.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: anhydrid kyseliny octovej je reaktívny a môže reagovať s rôznymi chemikáliami (alkoholmi, amínmi a vodou), ako aj so zmesou rôznych zlúčenín (napr.: zmes vody a kyseliny octovej za tvorby kyseliny octovej, alebo zmesou alkoholu a kyseliny octovej za tvorby esteru). Anhydrid kyseliny octovej môže byť hydrolyzovaný v prítomnosti vody na kyselinu octovú. Môže byť využitý na esterifikáciu s alkoholmi za vzniku acetátov. Anhydrid

kyseliny octovej môže byť použitý na acyláciu s amínmi za vzniku acetylovaných amínov. Môže byť použitý na dehydrogenáciu alkoholov na aldehydy alebo ketóny. Anhydrid kyseliny octovej môže byť polymerizovaný, napríklad aj na rôzne polyméry (napr.: polyacetát a polyakrylát). Môže byť oxidovaný na peroxidy v prítomnosti peroxidu vodíka alebo iných oxidačných činidiel.

Fyzikálne vlastnosti: anhydrid kyseliny octovej je bezfarebná kvapalina s ostrým zápachom. Má teplotu varu 140,8 °C a hustotu 1,08 g/cm³. Hustota anhydridu kyseliny octovej je približne 1,08 g/cm³ v kvapalnom stave. Anhydrid kyseliny octovej má bod tavenia okolo -72,5 °C. Bod varu anhydridu kyseliny octovej je okolo 139 °C. Anhydrid kyseliny octovej má nízku viskozitu. Tlak pár anhydridu kyseliny octovej je približne 8,8 kPa pri 20 °C.

BETA-NAFTOL (C₁₀H₇OH)

β -naftol (2-naftol) je kryštalická organická zlúčenina s chemickým vzorcom C₁₀H₇OH. Je odvodený z naftalénu. Hydroxylová skupina (-OH) je naviazaná v polohe 2. β -naftol sa používa pri výrobe farbív, či pigmentov. Používa sa tiež ako medziprodukt pri syntéze rôznych zlúčenín, ako sú herbicídy a insekticídy. Okrem toho sa používa aj pri výrobe antioxidantov a mazív.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: β -naftol sa používa ako reaktant v organických chemických reakciách, ako sú oxidácia, nitrácia a halogenácia. Je bežnou zlúčeninou, ktorá sa používa na detekciu určitých funkčných skupín (aldehydy, ketóny). Je málo rozpustný v chladnej vode, benzéne a tetrachlórmetáne, ale rozpúšťa sa v organických rozpúšťadlách (etanol, éter a benzén). β -naftol je rozpustný v horúcej vode.

- Obsahuje hydroxylovou skupinu (-OH), ktorá umožňuje tvorbu hydrogénových väzieb s ďalšími molekulami ako sú voda, kyseliny a alkoholy.
- β -naftol patrí medzi aromatické zlúčeniny, má charakteristické vlastnosti, ako sú stabilita v kyslých a zásaditých podmienkach, nízka reaktivita voči elektrofilným činidlám a schopnosť poskytovať elektrofilné substitučné reakcie, ako je nitrácia a sulfonácia. β -naftol môže tvoriť soli s kyselinami ako sú HCl a H₂SO₄. Tieto soli sa používajú ako medziprodukty pri výrobe ďalších zlúčenín.

Fyzikálne vlastnosti: β -naftol má bod tavenia 122-123 °C, bod varu 285 °C a hustotu 1,20 g/cm³ pri 25 °C. Je to biela až svetložltá tuhá látka pri izbovej teplote, ktorá má kryštalickú štruktúru. Index lomu β -naftolu je 1,635. β -naftol má vysokú teplotnú stabilitu, čo znamená, že sa len

pomaly rozkladá pri vysokých teplotách. β -naftol je dobrým izolantom a má nízku elektrickú vodivosť. β -naftol má charakteristické fyzikálne vlastnosti, ktoré sa často používajú pri jeho izolácii a čistení. Jeho vysoká teplotná stabilita a elektrická izolačná schopnosť ho robia užitočným pre niektoré priemyselné aplikácie.

CYKLOHEXANÓN (C₆H₁₀O)

Cyklohexanón (C₆H₁₀O) je cyklická organická zlúčenina obsahujúca ketoskupinu. Je to bezfarebná kvapalina s charakteristickou vôňou a horkou chuťou. Má široké využitie v priemysle a chemickom výskume.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: cyklohexanón je rozpustný v organických rozpúšťadlách (acetón, etanol, benzén).

- Cyklohexanón sa oxiduje na kyselinu adipovú s pomocou silných oxidačných činidiel (kyselina dusičná).
- Môže sa redukovať na cyklohexanol s pomocou katalytickej hydrogenácie.
- Cyklohexanón reaguje s kyselinami a vytvára soli cyklohexanónu.
- Môže reagovať s hydridmi (LiAlH₄, NaBH₄) za vzniku cyklohexanolu.
- Cyklohexanón môže polymerizovať a vytvárať polymérne reťazce.
- Vytvára vodíkové väzby s ďalšími molekulami cyklohexanónu.
- Oxidáciou kyslíkom vzniká peroxid cyklohexanónu.

Fyzikálne vlastnosti: Cyklohexanón má molekulovú hmotnosť 98,15 g/mol, hustotu 0,947 g/cm³. Bod varu je 155 °C a bod topenia je približne -47 °C. Rozpustnosť vo vode je 14 g/dm³. Cyklohexanón je kvapalina s nízkou viskozitou. Index lomu cyklohexanónu je v intervale 1,445 až 1,448. Tieto vlastnosti majú významné dopady na využitie cyklohexanónu. Napríklad nízky bod varu znamená, že sa cyklohexanón môže ľahko destilovať a čistiť. Jeho rozpustnosť v organických rozpúšťadlách a viskozita umožňujú jeho použitie ako rozpúšťadla pre rôzne chemikálie a reakcie.

DUSITAN SODNÝ (NaNO₂)

Dusitan sodný (NaNO₂) je anorganická zlúčenina používaná ako prekurzor v organickej syntéze, konzervant potravín. Používa sa v rôznych priemyselných procesoch (malíarstve

a textilnom priemysle), ale aj ako redukčné činidlo, či v lekárstve ako liečivo. Používa sa ako súčasť výbušnín a pyrotechnických zmesí.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: rozpustnosť vo vode je 820 g až 910 g NaNO₃ na dm³ (pri 20 °C). Jeho rozpustnosť sa zvyšuje s teplotou.

- Dusitan sodný sa ľahko rozkladá pri vysokých teplotách za uvoľnenia dusitanov, oxidov dusíka a kyslíka.
- Má redukčné vlastnosti, môže sa používať ako redukčné činidlo.
- Môže byť použitý ako dusičnanové hnojivo v poľnohospodárstve.
- Vodný roztok dusitanu sodného je alkalický a má pH okolo 9,2.
- Dusitan sodný sa oxiduje na dusičnan sodný (NaNO₃) použitím silného oxidanta, napríklad kyseliny dusičnej.
- Dusitan sodný môže byť redukovaný na amónny ión (NH₄⁺) alebo dusitany (NO₂⁻) použitím redukčných činidiel (zinok alebo železo).
- Dusitan sodný reaguje s vodou a s kyselinami za vzniku dusičnanov (NO₃⁻), pričom sa uvoľňuje oxid dusnatý (NO).
- Dusitan sodný je dobre rozpustný vo vode, ale málo rozpustný v organických rozpúšťadlách (etanol, acetón).
- Dusitan sodný je stabilný za normálnych podmienok, môže však byť citlivý na teplo a svetlo, čo vedie k jeho rozkladu.

Fyzikálne vlastnosti: Molová hmotnosť dusitanu sodného je 69,0 g/mol, hustota 2,17 /cm³. Bod topenia je 271°C a bod varu má pri teplote 320°C (rozkladá sa). Dusitan sodný je anorganická soľ bielej alebo žltej farby s kryštálmi v podobe ihlíc alebo doštičiek. Skladá sa z kationu sodíka (Na⁺) a dusitanového aniónu (NO₂⁻). Dusitan sodný je dobrým elektrickým vodičom vo vodnom roztoku. Index lomu dusitanu sodného je približne 1,64.

ETANOL (C₂H₅OH)

Etanol (etylalkohol, C₂H₅OH) je bezfarebná a horľavá kvapalina sladkej chuti a charakteristického zápachu. Obsahuje hydroxylovú skupinu (-OH) pripojenú k CH₂ skupine. Etanol má široké využitie ako rozpúšťadlo. Používa sa ako dezinfekčný prostriedok a potravinárska prísada. Ďalej sa používa ako zložka kozmetických a farmaceutických

výrobných, liečivých prípravkoch, pri výrobe alkoholických nápojov a v ďalších priemyselných procesoch. Tiež sa používa ako palivo v motorových vozidlách a ako alternatíva k benzínu.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: etanol je mierne reaktívna zlúčenina a môže reagovať s halogénmi, oxidmi kovov a ďalšími látkami. Etanol je polárna zlúčenina, čo znamená, že má dipólový moment a je rozpustný v polárnych rozpúšťadlách ako je voda.

- Etanol môže byť oxidovaný na acetaldehyd (C_2H_4O) alebo kyselinu octovú (CH_3COOH) použitím oxidačných činidiel.
- Reaguje s kyselinami za vzniku esterov, čo sa využíva napríklad v parfumérii a kozmetike.
- Môže byť redukovaný na etán (C_2H_6) použitím redukčných činidiel ako je napríklad $NaBH_4$.
- Je slabý kyselý ($pK_a = 16$).
- Reaguje s kovmi a zásadami za vzniku solí.
- Môže byť dehydratovaný za vzniku eténu (C_2H_4) použitím kyselín.
- Má hydrofóbnu povahu, nerozpúšťa sa dobre v nepolárnych rozpúšťadlách (benzén).
- Je dobre rozpustný vo vode a v mnohých organických rozpúšťadlách, čo umožňuje jeho použitie ako vhodného rozpúšťadla.

Fyzikálne vlastnosti: Etanol je bezfarebná a horľavá kvapalina s charakteristickým zápachom. Molekulová hmotnosť sa rovná 46,07 g/mol. Teplota varu je 78,3 °C (pri normálnom tlaku). Teplota topenia je -114,1 °C, hustotu má 0,789 g/cm³ (pri teplote 20 °C). Index lomu je 1,361. Etanol má nízku viskozitu (1,2 cP), ľahko sa mieša s inými kvapalinami. Tepelná vodivosť etanolu je približne 0,16 W/(m·K) pri teplote 25 °C.

ETYL-ACETÁT (ETYLESTER KYSELINY OCTOVEJ, $CH_3COOC_2H_5$)

Etyl-acetát je organická zlúčenina s molekulovým vzorcom $C_4H_8O_2$. Etyl-acetát sa používa ako medziprodukt v organickej syntéze. Môže byť tiež použitý ako potravinárska príchuť, najmä v ovocí a sladkostiach. Využíva sa ako rozpúšťadlo, pri výrobe lakov, farieb ako aj v parfumérii. Etyl-acetát sa bežne používa ako súčasť náhradných látok pre acetátové vlákna. Etyl-acetát má široké využitie v chemickom priemysle, pri výrobe farmaceutických látok, liekov a pesticídov.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: Etyl-acetát je reaktívna zlúčenina. Je rozpustný v organických rozpúšťadlách (etanol, acetón, benzén, toluén). Táto vlastnosť umožňuje jeho použitie ako rozpúšťadla, v lakovaných farbách, lepidlách a čistiacich prostriedkoch. Má obmedzenú rozpustnosť vo vode 8,3 g/dm³.

- Môže reagovať s hydroxidom sodným.
- Reaguje s kyselinami za vzniku kyseliny octovej a etanolu.
- Môže reagovať s alkoholmi v prítomnosti kyseliny ako katalyzátora, čím vzniká ester.
- Použitím oxidačných činidiel sa môže oxidovať na kyselinu octovú (kyselina chromová alebo oxid manganičitý).

Fyzikálne vlastnosti: Etyl-acetát je bezfarebná kvapalina s charakteristickým ovocným zápachom. Molekulová hmotnosť je 88,11 g/mol, hustotu má 0,897 g/cm³. Teplota varu sa rovná 77,1 °C a teplota topenia je -83,6 °C. Index lomu etyl-acetátu je približne 1,372 a viskozita je približne 0,418 cP.

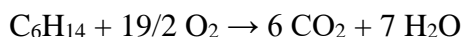
HEXÁN (C₆H₁₄)

Hexán je uhľovodík s molekulovým vzorcom C₆H₁₄. Používa sa ako rozpúšťadlo v organickej chémii alebo ako palivo v rôznych priemyselných procesoch.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

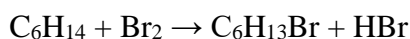
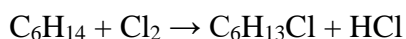
Chemické vlastnosti: Hexán je skoro nerozpustný vo vode. Rozpúšťa sa dobre v organických rozpúšťadlách a používa sa ako rozpúšťadlo pre veľké množstvo organických látok (etanol a acetón).

- Môže reagovať s kyslíkom za vzniku oxidov uhlíka a vody:



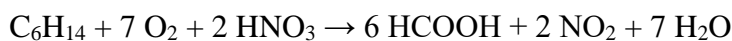
Tato reakcia je exotermická a uvoľňuje veľké množstvo energie.

- Môže reagovať s halogénmi (chlór alebo bróm) za vzniku derivátov halogénov:



Tieto reakcie sú substitučné reakcie, v ktorých sa jeden alebo viac vodíkových atómov nahrádza halogénmi.

- Je možné ho oxidovať kyselinami (kyselina dusičná, kyselina sírová) za vzniku karboxylových kyselín:



Táto reakcia je exotermická a môže byť nebezpečná.

- Môže byť redukovaný na alkán (napríklad na pentán) použitím hydridov kovov.



Fyzikálne vlastnosti: Jeho fyzikálne vlastnosti zahŕňajú bod varu 68,7 °C, hustotu 0,659 g/cm³ pri teplote 25 °C, bod topenia hexánu je -95 °C. Hustota hexánu je približne 0,66 g/cm³ (pri izbovej teplote a tlaku) a index lomu hexánu je 1,375. Hexán je kvapalina pri izbovej teplote a tlaku. Pri teplotách pod jeho bodom varu (68,7 °C) je hexán kvapalného skupenstva, pri teplotách nad bodom varu sa mení jeho skupenstvo na plynné.

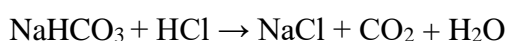
HYDROGENUHLIČITAN SODNÝ (NaHCO₃)

Známy je aj ako sóda bikarbóna. Má viacúčelové využitie. Používa sa ako antacidum pri tráviacich problémoch (liečenie pálenia záhy), ako súčasť kozmetických výrobkov, na pečenie (kypriaci prostriedok) a ako zdroj sodíka pre priemyselné procesy.

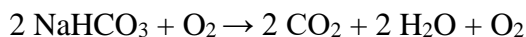
Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: NaHCO₃ je slabo kyslý a môže byť použitý ako neutralizačné činidlo. Je dobre rozpustný vo vode. Tvorí alkalický roztok. Slabo sa rozpúšťa v organických rozpúšťadlách (etanol, acetón). Má zásaditý charakter, pH sa rovná 8,3.

- Pri kontakte s kyselinami sa rozkladá za vzniku oxidu uhličitého, vody a zodpovedajúcich solí.



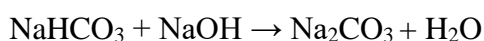
- Môže byť použitý ako slabé oxidačné činidlo. V prítomnosti kyslíka sa môže rozkladať za vzniku oxidu uhličitého, vody a kyslíka.



- Ide o stabilnú zlúčeninu pri bežných podmienkach. Môže sa rozkladať pri vyšších teplotách. Pri teplotách nad 50 °C dochádza k rozkladu NaHCO₃ za vzniku oxidu uhličitého, vody a uhličitanu sodného.



- Môže sa používať ako dehydratačné činidlo.
- Reaguje s hydroxidmi za vzniku uhličitanov.



Fyzikálne vlastnosti: NaHCO₃ sa obvykle vyskytuje ako biely prášok alebo vo forme kryštálov. Hustota NaHCO₃ je približne 2,20 g/cm³, index lomu NaHCO₃ je približne 1,5. NaHCO₃ je dobre rozpustný vo vode, ale jeho rozpustnosť však klesá s rastúcou teplotou. Teplota topenia NaHCO₃ je približne 50 °C. NaHCO₃ je slabý elektrolyt a jeho vodné roztoky majú nízku elektrickú vodivosť.

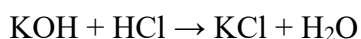
HYDROXID DRASELNÝ (KOH)

Hydroxid draselný je anorganická zlúčenina. KOH sa vyrába elektrolýzou roztokov draselných solí alebo reakciou draslíka so vzdušnou vlhkosťou. Je používaný v priemysle, ako aj v laboratóriách na rôzne účely. Používa v rôznych priemyselných a vedeckých aplikáciách. Používa sa na výrobu mydiel, čistiacich prostriedkov, potravinárskych zmesí, farieb, lepidiel a farmaceutických produktov.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: KOH je silná zásada, ktorá môže byť nebezpečná pre zdravie človeka. Je to biela hygroskopická látka, ktorá je vo vode rozpustná a tvorí silne zásadité roztoky. Je viac bázičkový ako NaOH. Pri zmiešaní s oxidom uhličitým vzniká uhličitan draselný a teplo. Ide taktiež o korozívnu látku. Môže poškodiť kovové a plastové nádoby a trubky, preto sa skladuje v nádobách odolných proti korózii.

- *Neutralizácia kyselín:* Hydroxid draselný môže reagovať s kyselinami. Pri tejto reakcii vzniká voda a zodpovedajúca draselná soľ.



Reakcie s kyselinami sú exotermické a môžu viesť k nebezpečnému nárastu teploty.

- *Štiepenie tukov:* KOH sa často používa pri výrobe mydiel.

Rovnica pre štiepenie tukov (triestery glycerolu) katalyzované KOH je nasledovná:



- *Reakcie s kovmi:* KOH by sa nemal používať s kovmi, ktoré sú citlivé na alkalické podmienky (hliník, zinok).
- *Hydratácia:* KOH ľahko hydratuje, t. j. vstupuje do chemickej reakcie s vodou za vzniku roztoku hydroxidu draselného a uvoľňovania veľkého množstva tepla. Výsledný produkt je roztok hydroxidu draselného vo vode.



- *Oxidácia:* KOH môže byť oxidovaný silnými oxidačnými činidlami (chlór).



Fyzikálne vlastnosti: Teplota tavenia KOH je približne 360 °C. Hustota KOH je približne 2,044 g/cm³ pri teplote 25 °C. Je dobre rozpustný vo vode, pričom pri teplote 20 °C sa rozpustí približne 121 g KOH v 100 ml vody. Má nízku viskozitu, ľahko sa mieša s inými kvapalinami. Index lomu KOH je približne 1,421. Tepelná vodivosť je približne 0,6 W/m·K pri teplote 25 °C.

HYDROXID SODNÝ (NaOH)

NaOH (hydroxid sodný) je známy ako silná zásada, ktorá má nasledujúce chemické a fyzikálne vlastnosti:

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti:

- NaOH sa používa na neutralizáciu kyselín.
- Môže reagovať s vodou za vzniku roztoku hydroxidu sodného, pričom sa uvoľňuje teplo. Ide o exotermickú reakciu:
$$\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{teplo}$$
- Je dobre rozpustný vo vode, vytvára silne alkalický roztok.
- Môže reagovať s kyselinami (H₂SO₄, HCl) za vzniku soli a vody.
- Môže spôsobiť koróziu kovov. Je silne korozívny. môže poškodiť kovy, plasty a ďalšie materiály.
- Rozpúšťa sa vo vode s vysokou exotermickou reakciou, kde sa uvoľňuje veľké množstvo tepla. Rozpúšťa sa tiež v alkoholoch a éteroch.
- NaOH má vodný roztok s pH približne 14, ide o silnú zásadu.

Fyzikálne vlastnosti: molekulová hmotnosť NaOH je 40,00 g/mol, hustota 2,13 g/cm³. Teplota tavenia sa rovná 318 °C a teplota varu je 1388 °C.

HYDROXYLAMÍN HYDROCHLORID (NH₂OH·HCl)

Hydroxylamín hydrochlorid (NH₂OH·HCl) je anorganická látka, ktorá sa používa v rôznych chemických procesoch a výskume napríklad ako redukčné činidlo v organických syntézach a na prípravu oxímov, hydrazónov a iných organických derivátov.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti:

- Je veľmi dobre rozpustný vo vode a etanole, nerozpustný v éteri. Jeho rozpustnosť sa zvyšuje s teplotou.
- Je silné redukčné činidlo.
- *Oxidačné činidlo:* Hydroxylamín hydrochlorid môže byť použitý ako oxidačné činidlo v niektorých reakciách.
- Je pomerne nestabilný a môže byť nebezpečný pri zahratí alebo ak je vystavený vysokým teplotám.

Fyzikálne vlastnosti: Hydroxylamín hydrochlorid sa zvyčajne vyskytuje ako biela kryštalická pevná látka. Je rozpustný vo vode. Má charakteristický zápach podobný amoniaku. Molárnu hmotnosť 69,49 g/mol, hustotu 1,67 g/cm³ a bod topenia rovný 152-153 °C.

CHLORID SODNÝ (NaCl)

Chlorid sodný (NaCl) je anorganická zlúčenina známa aj pod názvom kuchynská soľ. Je jednou z najbežnejších solí v prírode. Chlorid sodný sa používa ako korenie a konzervačná prísada v potravinárstve. Tiež sa používa pri výrobe chlóru a alkalických hydroxidov elektrolýzou roztoku chloridu sodného. Má množstvo využitia nielen v priemysle, ale aj v domácnosti.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: je to veľmi stabilná látka a pri normálnych podmienkach je chemicky inertná. Hoci NaCl môže byť toxický v extrémnych množstvách, jeho nebezpečenstvo je zvyčajne malé a je považovaný za bezpečný pre bežné použitie.

Fyzikálne vlastnosti: Je to biela kryštalická látka s molekulovou hmotnosťou 58,44 g/mol. Hustota chloridu sodného je závislá na teplote a tlaku. Pri štandardných podmienkach (25 °C, 1 atm) má hustotu 2,165 g/cm³. Chlorid sodný má bod topenia pri teplote 801 °C. Bod varu má pri teplote 1413 °C. Je možné ho ľahko rozdrviť. Je veľmi dobre rozpustný vo vode. Jeho rozpustnosť sa zvyšuje s rastúcou teplotou. Index lomu chloridu sodného je 1,544. Je dobrým vodičom elektrického prúdu v roztokoch.

CHLOROFORM (CHCl₃)

Chloroform (trichlórmetán) je organická zlúčenina so vzorcom CHCl₃. Chloroform sa v minulosti používal ako anestetikum a používa sa ako rozpúšťadlo. Dnes sa jeho použitie obmedzuje kvôli jeho toxickým účinkom na zdravie. Vzhľadom k jeho reaktivite a nestabilite by sa s ním malo zaobchádzať opatrne a dôsledne dodržiavať príslušné bezpečnostné opatrenia. Používa sa často v organických syntézach.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: chloroform je reaktívna látka, ktorá môže reagovať s inými chemikáliami. Jednou z jeho najčastejších reakcií je dehalogenácia. Chloroform je stabilný pri normálnych podmienkach, ale je citlivý na svetlo, teplo a vzduch.

- Je veľmi dobre rozpustný v organických rozpúšťadlách. Má však nízku rozpustnosť vo vode.

Fyzikálne vlastnosti: Molekulová hmotnosť je 119,38 g/mol, hustota sa rovná 1,48 g/cm³. Teplota topenia je -63,5 °C a teplota varu sa rovná 61,2 °C. Rozpustnosť vo vode je 0,8 g/l pri 20 °C. Chloroform je bezfarebná kvapalina pri izbovej teplote a tlaku. Má charakteristický sladký zápach. Viskozita chloroformu je pomerne nízka. Index lomu chloroformu je 1,445. Chloroform vypúšťa páry, ktoré sú ťažšie než vzduch a môžu sa hromadiť v oblastiach pri zemi. Je horľavý, ale nie je samozápalný. Je zlý vodič elektriny.

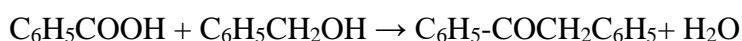
KYSELINA BENZOOVÁ (C₆H₅COOH)

Kyselina benzoová (kyselina benzénkarboxylová) je organická zlúčenina s chemickým vzorcom C₆H₅COOH. Vyskytuje sa prirodzene v niektorých ovociach (brusniciach) a koreninách (rasca). V priemyselnom meradle sa vyrába synteticky. V potravinárstve sa používa ako konzervant na predĺženie trvanlivosti potravín a na ochranu pred plesňami a kvasinkami. Je to jedna z najpoužívanejších organických kyselín v potravinárstve. Kyselina benzoová má mierne korenistú vôňu, ktorá sa často využíva ako príchuť a aróma v potravinách a nápojoch (džúsy, ovocné nápoje, energetické nápoje a niektoré druhy vína). Okrem toho sa kyselina benzoová používa v kozmetike, farmaceutickom priemysle a výrobkoch pre domácnosť. Výrobcovia kozmetiky a farmaceutických výrobkov často používajú kyselinu benzoovú, pretože má účinné antimikrobiálne vlastnosti a zabraňuje rastu baktérií a plesní v týchto produktoch. Tiež sa používa ako reaktant v organickej syntéze.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: Kyselina benzoová je dobre rozpustná vo vode a alkohole, ale má nízku rozpustnosť v éteri a benzéne. Je pomerne stála voči teplu a svetlu, ale môže byť oxidovaná v prítomnosti silných oxidačných činidiel, čo môže viesť k tvorbe anhydridov alebo benzaldehydu.

- Kyselina benzoová je slabá organická kyselina a jej pKa hodnota je približne 4,2.
- Kyselina benzoová môže reagovať s alkoholmi za vzniku esterov (benzylbenzoátov). Táto reakcia sa nazýva *Fischerova esterifikácia*.



Fyzikálne vlastnosti: Kyselina benzoová je kryštalická látka, ktorá vytvára biele, ihlicovité kryštály. Ide o látku s mierne korenistou vôňou a horkou chuťou. Molekulová hmotnosť je 122,12 g/mol, teplota topenia je 122 – 123 °C, teplotu varu má 249 - 251°C (pri normálnom tlaku), hustota je 1,27 g/cm³ (pri 20°C) a rozpustnosť 0,34 g/100 ml vody (pri 20°C).

KYSELINA ACETYLSALICYLOVÁ (C₉H₈O₄)

Kyselina acetylsalicylová je známa aj ako aspirín alebo acylpyrín. Má niekoľko významných chemických a fyzikálnych vlastností, ktoré sú užitočné pre jej využitie v medicíne a iných oblastiach. Používa sa ako analgetikum (liek proti bolesti), antipyretikum (liek proti horúčke), protizápalový liek alebo ako antikoagulant (liečivo, ktoré znižuje zrážanlivosť krvi). Tiež sa používa na prevenciu srdcových ochorení a mŕtvice.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: Kyselina acetylsalicylová je málo rozpustná vo vode, ale ľahko sa rozpúšťa v organických rozpúšťadlách (acetón, éter, etanol). Kyselina acetylsalicylová má slabo kyslý charakter, pretože môže disociovať a uvoľniť protóny.

- Kyselina acetylsalicylová je slabo kyslá. Môže sa právať ako kyselina a reagovať s alkalickými zlúčeninami za vzniku solí a vody. Môže tiež disociovať a poskytnúť protóny.
- Podlieha hydrolýze za vzniku kyseliny salicylovej a octanu.
- Môže byť oxidovaná napríklad reakciou s KMnO₄.
- Kyselina acetylsalicylová je esterom kyseliny salicylovej a kyseliny octovej.
- Je dobre rozpustná v organických rozpúšťadlách (etanol, acetón).

Fyzikálne vlastnosti: Kyselina acetylsalicylová je pevná kryštalická látka. Vyskytuje sa vo forme bielych alebo slabo krémových kryštálov. Kyselina acetylsalicylová má relatívne nízku teplotu topenia okolo 135 °C, hustota je 1,40 g/cm³. Má charakteristický ľahko sladký zápach.

KRYŠTÁLOVÁ VIOLEŤ (C₂₅H₃₀N₃Cl)

Kryštalová violet' je organická zlúčenina patriaca do skupiny triarylmetánov. Je tiež známa ako metylfialová. Používa sa ako farbivo v mikrobiológii na farbenie baktérií a iných mikroorganizmov. V chemickom priemysle sa používa ako indikátor pH a v kozmetickom priemysle ako súčasť farieb na vlasy.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: Kryštalová violet' je stabilná látka, ktorá má malú reaktivitu. Vyskytuje sa v podobe solí, ktoré sú obvykle veľmi stabilné.

- Ľahko sa rozpúšťa v etanole, metanole, vode a ďalších organických rozpúšťadlách. Je menej rozpustná v chloroforme a éteri.
- Má slabo kyslý charakter.
- Môže sa oxidovať na aromatické aldehydy alebo kyseliny.
- Môže sa redukovať na bezfarebné formy pomocou silných redukčných činidiel.
- Je pomerne fotostabilná. Pri expozícii svetla nestráca svoje farbivá.

Fyzikálne vlastnosti: Kryštalová violet' je fialová kryštalická látka s molekulovou hmotnosťou 407,98 g/mol. Bod topenia je 218 - 220 °C (teplota topenia je v rozmedzí 200-210 °C). Bod varu nie je aplikovateľný, pretože zlúčenina sa rozkladá pri zahrievaní. Vyskytuje sa v podobe kryštálov alebo prášku.

KYSELINA DUSIČNÁ (HNO₃)

Kyselina dusičná (HNO₃) je silná kyselina. Je bezfarebná, hygroskopická (vlhkosť nasávajúca) látka s ostrým zápachom.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: kyselina dusičná je silne kyslá látka s pH cca 1. Patrí medzi silné oxidačné činidlá.

- Kyselina dusičná je hygroskopická, čo znamená, že pri styku s vlhkosťou absorbuje vodu a hydratuje sa. Tato vlastnosť môže viesť k nebezpečným reakciám, pokiaľ sa kyselina dusičná používa v nevhodných podmienkach.
- Je korozívna látka, ktorá môže ľahko rozpustiť kovy a iné materiály.
- Môže byť nestabilná a môže sa rozkladať za vysokých teplôt alebo pri vystavení svetlu. Pri skladovaní kyseliny dusičnej je dôležité dodržiavať správne podmienky skladovania.

Fyzikálne vlastnosti: Kyselina dusičná má teplotu varu približne 83 °C. Hustota kyseliny dusičnej sa líši v závislosti od koncentrácie. Pre čistú kyselinu dusičnú sa obvykle uvádza hustota okolo 1,5 g/cm³. Má pomerne nízku viskozitu. Kyselina dusičná je dobre rozpustná vo vode, kde tvorí silne kyslý roztok. Kyselina dusičná je rozpustná v organických rozpúšťadlách (éter a chloroform). Index lomu kyseliny dusičnej sa pohybuje okolo 1,4. Kyselina dusičná nemá presne definovanú teplotu topenia, pretože sa pri ochladení môže meniť koncentrácia kyseliny. Kyselina dusičná je silný elektrolyt a má vysokou elektrickú vodivosť.

KYSELINA CHLOROVODÍKOVÁ (HCl)

Kyselina chlorovodíková (HCl) je silne kyslá, bezfarebná a toxická kvapalina s ostrým dráždivým zápachom.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: kyselina chlorovodíková disociuje vo vode na kationy H⁺ a chloridové anióny Cl⁻. Disociačná konštanta HCl je 10⁻⁷.

- Reaguje s mnohými kovmi ako sú horčík, zinok, železo, hliník a iné.
- Môže tiež reagovať s nekovmi ako sú napríklad síra, fosfor a kremík. Tieto reakcie môžu byť veľmi nebezpečné a môžu vytvárať toxické plyny.
- Môže reagovať s mnohými organickými zlúčeninami (alkoholmi, amínmi).
- Nemá výrazné oxidačné vlastnosti, ale môže oxidovať niektoré kovy.
- Je silne hygroskopická.

Fyzikálne vlastnosti: Kyselina chlorovodíková má bod varu pri teplote -85 °C. Hustota je závislá na koncentrácii kyseliny a teplote, ale obvykle sa pohybuje medzi 1,1 až 1,2 g/cm³. Veľmi ľahko sa rozpúšťa vo vode, pričom sa uvoľňuje veľké množstvo tepla. Teplota topenia HCl je približne -114 °C. Viskozita kyseliny chlorovodíkovej je veľmi nízka. Index lomu HCl sa pohybuje v rozmedzí 1,0005 až 1,0007.

KYSELINA SALICYLOVÁ (C₇H₃O₃)

Kyselina salicylová je organická kyselina. Má protizápalové, protibakteriálne a protiplesňové účinky. Používa v lekárstve a kozmetike ako účinná zložka rôznych liekov a kozmetických zmesí. V lekárstve sa kyselina salicylová používa ako liečivo proti bolesti, zápalu a horúčke. V kozmetike sa používa ako zložka na ošetrovanie pokožky a vlasov.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: kyselina salicylová je slabá organická kyselina a má pH s hodnotou približne 3,0. Je dobre rozpustná v organických rozpúšťadlách (etanol, éter a chloroform). Vo vode sa rozpúšťa len málo, ale pri zahrievaní sa jej rozpustnosť zvyšuje.

- Môže reagovať s rôznymi chemickými látkami ako sú alkoholy a amíny.
- Oxiduje sa na kyselinu benzoovú, ktorá má silnejšie antimikrobiálne účinky.
- Môže polymerizovať a vytvárať zlúčeniny s vysokou molekulovou hmotnosťou ako sú polyesterové živice.

Fyzikálne vlastnosti: Kyselina salicylová má teplotu topenia približne 159 °C. Hustota kyseliny salicylovej je približne 1,44 g/cm³. Kyselina salicylová je v forme bielych alebo svetlo žltých kryštálov s charakteristickým sladkým zápachom.

KYSELINA SÍROVÁ (H₂SO₄)

Kyselina sírová (H₂SO₄) je silná anorganická kyselina, ktorá má široké využitie v priemysle a laboratóriách.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: H₂SO₄ je bezfarebná, viskózna kvapalina s charakteristickým zápachom. Je veľmi kyslá a veľmi reaktívna. Je dobre rozpustná vo vode.

- Je silná kyselina, ktorá vytvára vodné roztoky s veľmi nízkym pH, obvykle pH = 0 - 1.
- Je silné oxidačné činidlo.
- Reaguje s hydroxidmi kovov za vzniku síranov a vody. Napríklad pri reakcii s NaOH vzniká Na₂SO₄ a H₂O.
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- Reaguje s niektorými kovmi (Fe, Zn) za vzniku síranov a vodíka.
$$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$$

- Je silné dehydratačné činidlo.
- Používa sa ako katalyzátor v chemických reakciách.
- Je extrémne korozívna a môže poškodiť mnoho materiálov (kovy, drevo a textil).

Fyzikálne vlastnosti: Kyselina sírová je bezfarebná kvapalina s hustotou $1,84 \text{ g/cm}^3$, ktorá sa za normálnych podmienok skladuje a používa ako koncentrovaná kyselina. Teplota varu kyseliny sírovej je $337 \text{ }^\circ\text{C}$. Teplota topenia je $-20 \text{ }^\circ\text{C}$. Kyselina sírová je veľmi viskózna. Má vysokú hustotu a charakteristický zápach, ktorý môže byť nebezpečný a zdraviu škodlivý.

KYSELINA SULFANILOVÁ ($\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$)

Kyselina sulfanilová je organická kyselina so sumárnym vzorcom $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$. Používa sa v analytickej chémii ako činidlo pre detekciu dusitanov a dusičnanov v roztokoch a potravinách. Tiež sa používa k výrobe azofarbív (Acid Orange 7, Acid Red 14), ktoré sa používajú ako farbivá v textilnom priemysle a v medicíne ako zložka niektorých liekov.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: kyselina sulfanilová je slabo kyslá zlúčenina s pK_a v intervale 1,2 - 2,3.

- Reaguje s dusičnanami alebo peroxidom vodíka za vzniku azofarbív.
- Je rozpustná vo vode a etanole, ale málo rozpustná v organických rozpúšťadlách.
- Je stabilná za bežných podmienok, avšak môže sa rozkladať pri vysokých teplotách.

Fyzikálne vlastnosti: Kyselina sulfanilová je biely kryštalický prášok. Má teplotu topenia $288 - 290 \text{ }^\circ\text{C}$. Hustota je približne $1,5 \text{ g/cm}^3$.

MANGANISTANU DRASELNÝ (KMnO_4)

Manganistan draselný (KMnO_4) je anorganická zlúčenina. Je to tmavofialová kryštalická látka, ktorá je rozpustná vo vode a je silné oxidačné činidlo. Má antiseptické vlastnosti a používa sa k dezinfekcii pokožky, nástrojov a povrchov. Používa sa ako potravinársky prídavok pri ošetrovaní ovocia a zeleniny a pre udržanie farbív u niektorých potravín.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: KMnO_4 je silné oxidačné činidlo, ktoré sa používa na oxidáciu organických zlúčenín a niektorých anorganických zlúčenín. Je schopný oxidovať napríklad alkoholy na aldehydy a mnoho ďalších organických zlúčenín.

- Môže reagovať s kyselinou sírovou a spôsobiť uvoľnenie toxických plynov, ako sú napríklad oxidy síry.

- Môže reagovať s kyselinou chlorovodíkovou a spôsobiť vývin chlóru, čo môže byť nebezpečné.
- Môže reagovať s organickými rozpúšťadlami a spôsobiť vznik nebezpečných plynov, ako sú napríklad oxid uhoľnatý.
- Je veľmi reaktívny.

Fyzikálne vlastnosti: KMnO_4 je tmavofialová kryštalická látka s molekulovou hmotnosťou 158,03 g/mol. Je dobre rozpustný vo vode (6,4 g/100 ml pri 20 °C). Pri zahriatí môže explodovať a pri kontakte s niektorými látkami môže spôsobiť nebezpečné reakcie. Jeho teplota tavenia je 240 °C, bod varu: 380 °C (rozklad) a hustota je približne 2,7 g/cm³. V suchom stave je nestabilný a môže sa rozkladať pri teplote od 100 °C.

METANOL (CH_3OH)

Metanol je jednoduchá organická zlúčenina, obsahujúca hydroxylovú skupinu, s chemickým vzorcom CH_3OH . Pri manipulácii s metanolom je dôležité byť opatrný, pretože môže byť toxický pre ľudské zdravie.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: metanol je extrémne horľavá látka.

- Má oxidačné vlastnosti. Môže byť oxidovaný na formaldehyd a kyselinu mravčiu.
- *Vodivosť:* Metanol je polárna látka a má schopnosť vodivosti. Avšak jeho vodivosť je nižšia v porovnaní s vodou.
- *Kyslosť:* Metanol je mierny kyselina a môže reagovať s hydroxidmi kovov alebo alkalických zemín, aby vytvoril soli.
- *Reakcie s kovmi:* Metanol môže reagovať s niektorými kovmi, ako sú napríklad zliatiny zlata alebo striebra, aby vytvoril organické kovové komplexy.
- *Reakcie s organickými zlúčeninami:* Metanol môže byť použitý na vytvorenie rôznych organických zlúčenín, ako sú napríklad metylétery alebo estery.

Fyzikálne vlastnosti: CH_3OH je bezfarebná, horľavá a toxická kvapalina s charakteristickým zápachom a mierne sladkou vôňou. Hustota je 0,7918 g/cm³, bod tavenia má hodnotu -97,6 °C, bod varu: 64,7 °C. Teplota vzplanutia metanolu je približne 11,5 °C. Jeho miešateľnosť s vodou je neobmedzená. Je ľahko rozpustný v éteri, acetóne, chloroforme, benzéne a iných organických rozpúšťadlách. Tlak pár metanolu pri teplote 20 °C je približne 13,3 kPa.

METYL-BENZOÁT (METYLESTER KYSELINY BENZOOVEJ, C₆H₅COOCH₃)

Metyl-benzoát je organická zlúčenina s chemickým vzorcom C₈H₈O₂. Má aromatickú vôňu podobnú bobkovému listu a nachádza sa prirodzene v niektorých éterických olejoch (olej z ylang-ylangu alebo z bazalky). Používa sa ako prísada do kozmetických a parfémových výrobkov. Často sa používa ako medziprodukt v organickej syntéze.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: metyl-benzoát môže byť hydrolyzovaný za prítomnosti silne kyslého alebo zásaditého prostredia. V kyslom prostredí sa mení na kyselinu benzoovú a metanol. V zásaditom prostredí sa hydrolyzuje na soľ kyseliny benzoovej a metanol.

- Je citlivý na oxidačné činidlá. Môže byť oxidovaný na kyselinu benzoovú.
- Môže byť redukovaný na benzylalkohol použitím redukčných činidiel.
- Je nestály pri vysokých teplotách a môže byť oxidovaný kyslíkom zo vzduchu alebo pri expozícii slnečného žiarenia.

Fyzikálne vlastnosti: Molekulová hmotnosť metylbenzoátu je 136,15 g/mol, teplota topenia je 12,5 °C a teplotu varu má 198 - 199 °C. Hustota je 1,093 g/cm³ (pri 20 °C), index lomu 1,503. Je rozpustný v množstve organických rozpúšťadiel (etanol, dietyléter alebo chloroform). Má malú rozpustnosť vo vode (približne 0,05 g/100 ml pri 20 °C).

METYLORANŽ (C₁₄H₁₄N₃NaO₃S)

Metyloranž (C₁₄H₁₄N₃NaO₃S) je organická zlúčenina, ktorá sa používa ako farbivo a indikátor. Patrí medzi azofarbivá. Používa sa ako farbivo pre textilné výrobky, farbivo na vlasy a ako indikátor pH v laboratóriách.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: Metyloranž sa používa ako pH indikátor v chemickej analýze. Pri použití sa farba roztoku metyloranže mení z červenej (v kyslých podmienkach) na žltú v zásaditom prostredí. Používa sa aj ako indikátor acidobázických titrácií a slúži k určeniu koncentrácie kyselín nebo zásad v roztoku.

- Je citlivý na svetlo (fotosenzitívny). Pokiaľ je vystavený slnečnému žiareniu môže dôjsť k jeho rozkladu.
- Rovnako je citlivý na oxidačné a redukčné podmienky.

Fyzikálne vlastnosti: Metyloranž sa vyskytuje vo forme oranžových kryštálov, má molekulovú hmotnosť 327,34 g/mol a hustotu 1,3 g/cm³. Je rozpustný vo vode a v organických

rozpúšťadlách (etanol, acetón). Bod topenia je 145 - 147 °C. Je dôležité však poznamenať, že vlastnosti metyloranže sa môžu líšiť v závislosti od podmienok, ako je teplota a prostredie, v ktorom sa nachádza.

NAFTALÉN (C₁₀H₈)

Naftalén je organická aromatická zlúčenina s chemickým vzorcom C₁₀H₈. Má charakteristickú vôňu a často sa používa ako prísada do nafty a iných palív. Naftalén sa dobre rozpúšťa v organických rozpúšťadlách a slúži ako východiskový materiál pre výrobu farieb, liečiv a plastov. Má využitie aj ako palivo, mazivo a pesticíd.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: Naftalén je prakticky nerozpustný vo vode, ale rozpúšťa sa v organických rozpúšťadlách (benzén, éter a chloroform).

- Môže byť oxidovaný na kyselinu ftalovú použitím oxidu chrómového alebo kyseliny sírovej.
- Môže byť redukovaný na tetralín pomocou hydridov kovov ako je napríklad hydrid horečnatý (MgH₂).
- Môže reagovať s kyselinami ako je napríklad kyselina sírová za vzniku sulfónových kyselín.
- Naftalén má aromatické vlastnosti a je stabilný voči elektrofilným substitučným reakciám (nitrácia, sulfonácia a halogenácia).
- Naftalén môže polymerizovať za vzniku polymérov (polynaftalény a polyimidy).

Fyzikálne vlastnosti: Naftalén je tuhá látka, ktorá sa pri izbovej teplote vyskytuje vo forme bielych kryštálov bez zápachu. Molekulárna hmotnosť je 128,17 g/mol, teplota topenia je 80,2 °C, teplota varu je 218 °C, hustota je 1,14 g/cm³, rozpustnosť vo vode: 31,2 mg/l pri 25 °C, rozpustnosť v etanole: 31,6 g/100 ml pri 25 °C, rozpustnosť v éteri: 43,0 g/100 ml pri 25 °C, rozpustnosť v benzéne: 31,3 g/100 ml pri 25 °C a rozpustnosť v chloroforme je 41,0 g/100 ml pri 25 °C.

1-NITRONAFTALÉN (C₁₀H₇O₂N)

1-nitronaftalén je organická látka so vzorcom C₁₀H₇NO₂. Používa sa ako medziprodukt pri výrobe farbív, liečiv, pesticídov a iných organických zlúčenín, ale aj ako zdroj energie pre baktérie a ako riedidlo pre syntézu polymérov.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: 1-nitronaftalén je málo rozpustný vo vode, ale ľahko sa rozpúšťa v organických rozpúšťadlách (acetón, benzén a toluén). Je stabilná látka, ktorá sa môže rozkladať pri vysokých teplotách alebo pod vplyvom silného svetla. Môže reagovať v rôznych chemických reakciách.

- Je schopný reagovať s elektrofilmi ako sú kyseliny a halogény za vzniku rôznych derivátov nitronaftalénu.
- Môže byť oxidovaný, ale aj redukovaný.
- Môže reagovať s nukleofilmi (hydridy kovov alebo Grignardove činidlá).
- *Fotolýza:* Nitronaftalén sa rozkladá na nitril a oxid dusnatý pri expozícii UV svetlom.

Fyzikálne vlastnosti: Nitronaftalén je pevná látka, ktorá sa vyskytuje vo forme žltých až oranžových kryštálov s charakteristickou vôňou. Teplota topenia je 76 - 78 °C, teplota varu je 304-306 °C, hustotu má 1,24 g/cm³. Index lomu je 1,624 - 1,626.

OCTAN SODNÝ(CH₃COONa)

Octan sodný (CH₃COONa) je sodná soľ kyseliny octovej, ktorá má mnoho priemyselných a farmaceutických aplikácií. Skladá z kationu sodíka a octanového aniónu. Priemyselne sa používa ako prísada do potravín, regulátor kyslosti, konzervant, emulgátor a stabilizátor. V laboratóriách sa používa ako báza pri organických syntézach a ako elektrolyt v niektorých typoch galvanických článkov.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: octan sodný je dobre rozpustný vo vode (1 g / 2 ml vody pri izbovej teplote).

- Je slabozásaditý s pH rovným 8,5 - 9,5 (1 % roztok vo vode).
- Hydrolyzuje vo vode za vzniku kyseliny octovej a hydroxidu sodného. Pri zahrievaní sa môže rozkladať na oxid uhličitý a oxid sodný.
- Je hygroskopický.
- Môže reagovať s kyselinami za vzniku kyseliny octovej.

Fyzikálne vlastnosti: Octan sodný je v pevnom skupenstve biely prášok bez zápachu. Hustota je 1,528 g/cm³, bod tavenia je 324 °C a bod varu 881 °C. Je rozpustný vo vode, ale málo rozpustný v organických rozpúšťadlách (éter, alkohol). Jeho rozpustnosť v roztokoch sa zvyšuje so zvyšujúcou sa teplotou.

PARADAJKOVÝ PRETLAK

Paradajkový pretlak je produkt vyrobený z paradajok, ktorý sa používa ako ingrediencia v kuchyni pri príprave mnohých receptov. Z chemického hľadiska je to zmes organických kyselín, cukrov, vitamínov a minerálnych látok.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: má vysokú koncentráciu kyseliny citrónovej. Ide o kyslý produkt.

- Môže reagovať s hydroxidom sodným.
- Pri vysokých teplotách môže dochádzať k degradácii vitamínu C v paradajkovom pretlaku.

Fyzikálne vlastnosti: paradajkový pretlak je viskózna látka s červenou farbou. Má charakteristickú vôňu a chuť.

PIESOK

Piesok kremičitý je nerastná surovina, ktorá sa skladá hlavne z oxidu kremičitého (SiO_2) a rôznych minerálov a prírodných nečistôt. Má veľmi vysokú tvrdosť a odolnosť voči abrázii, preto sa často používa ako stavebný materiál. Tvorí základ pre sklo, keramiku, ale používa sa aj vo výrobe polovodičov. Niektoré kyseliny, ako napríklad kyselina fluorovodíková, sú schopné rozpúšťať oxid kremičitý. Inak piesok nie je chemicky reaktívny.

PARA-NITROANILÍN ($\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$)

Para-nitroanilín (*p*-nitroanilín) je organická zlúčenina s chemickým vzorcom $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$. Je to prekursor používaný na výrobu rôznych farbív a liečiv.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: para-nitroanilín je aromatická zlúčenina, ktorá sa môže použiť ako medziprodukt pri výrobe farbív, pesticídov a farmaceutických prípravkov. Má slabšie zásaditý charakter v porovnaní s inými amínmi. Je nestabilný pri zahriatí. Môže sa rozkladať za vzniku nebezpečných látok, ako sú oxidy dusíka a oxid uhličitý.

- Má vysokú polaritu vďaka prítomnosti nitroskupiny ($-\text{NO}_2$). Dobré sa rozpúšťa v polárnych rozpúšťadlách (voda a etanol).
- Môže byť náchylný na redukciu, kde sa nitroskupina môže redukovať na aminoskupinu ($-\text{NH}_2$). Tento proces býva katalyzovaný kovmi alebo redukčnými činidlami.

Fyzikálne vlastnosti: para-nitroanilín je žltá pevná látka, ktorá je málo rozpustná vo vode, ale rozpustná v organických rozpúšťadlách. Má vysoký bod topenia a bod varu. Má charakteristický zápach. Molekulová hmotnosť je 138,14 g/mol, hustota je 1,46 g/cm³ (pri 20°C). Je rozpustný v etáne, dietyléteri, benzíne a etanole, ale nerozpustný vo vode.

PENTÁN (C₅H₁₂)

Pentán (*n*-pentán) je uhľovodík z skupiny alkánov, ktorý sa používa najmä ako rozpúšťadlo a ako zdroj energie v palivách. Jeho molekula pozostáva z piatich uhlíkov a 12 vodíkov.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: Pentán môže reagovať s kyslíkom za vzniku oxidu uhličitého a vody.

- Môže byť náchylný na radikálovú substitučnú reakciu.
- Pri zahriatí s koncentrovanými kyselinami môže dôjsť k dehydrogenácii a tvorbe aromatických uhľovodíkov.
- Môže tvoriť zmesi s inými uhľovodíkmi ako sú bután, hexán a heptán, ktoré sa často používajú ako palivá.
- Pentán je nerozpustný vo vode, ale rozpúšťa sa v organických rozpúšťadlách ako sú etanol, éter a benzén.

Fyzikálne vlastnosti: pentán je bezfarebná a ľahko zápalná kvapalina so slabo aromatickým zápachom. Jeho molekulová hmotnosť je 72,15 g/mol, teplota varu je 36 °C a teplota topenia je -130,35 °C. Je menej hustý ako voda a má relatívnu hustotu 0,626 g/cm³ pri 20 °C.

POMARANČOVÁ ŠUPKA, resp. ŠUPKA Z CITRUSOVÝCH PLODOV

Pomarančová šupka obsahuje rôzne zlúčeniny, ktoré sú zodpovedné za jej charakteristickú vôňu a chuť. Medzi tieto zlúčeniny patria terpénové a flavonoidné zlúčeniny. Terpény sú organické zlúčeniny s charakteristickou vôňou a sú zodpovedné za silnú citrusovú arómu pomarančovej šupky. Flavonoidy sú zase zodpovedné za farbu pomarančovej šupky a majú antioxidačné vlastnosti. Používa sa ako prírodný zdroj arómy a farby v potravinárskom priemysle.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: Pomarančová šupka obsahuje rôzne organické a anorganické zlúčeniny, ktoré môžu reagovať s inými látkami.

- Obsahuje antioxidanty, ktoré sa môžu oxidovať.

- Obsahuje cukry, ktoré sa môžu premieňať na kyselinu mliečnu a iné kyseliny v procese fermentácie.
- Obsahuje silice a oleje, ktoré sa môžu extrahovať pomocou organických rozpúšťadiel ako je napríklad etanol.
- Obsahuje kyselinu citrónovú, ktorá môže reagovať s kyselinami a zásadami. Pri tejto reakcii sa môže uvoľniť oxid uhličitý a vytvorí sa soľ kyseliny citrónovej.

Fyzikálne vlastnosti: zaradujeme k nim textúru a pevnosť. Vlákna pomarančovej šupky sú silné a pružné, čo im umožňuje udržať štruktúru aj pri stlačení.

PROPÁN-2-OL (C₃H₈O)

Propán-2-ol (izopropylalkohol, C₃H₈O) je organická látka, ktorá patrí do skupiny alkoholov. Využíva sa v mnohých odvetviach priemyslu, napríklad v kozmetike, farmaceutickom priemysle ako rozpúšťadlo a dezinfekčné činidlo. Taktiež sa používa na výrobu iných látok, ako sú plastifikátory, emulgátory a antioxidanty, ale aj ako repelent proti hmyzu.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: propán-2-ol má schopnosť odstraňovať vodu z rôznych materiálov.

- Môže reagovať s kyselinami.
- Môže byť oxidovaný na acetón s pomocou kyseliny chrómovej alebo použitím iných oxidačných činidiel.
- Je miešateľný s vodou v každom pomere.
- Má nízku výbušnosť, preto sa používa ako bezpečnejšia alternatíva k metanolu alebo etanolu v laboratóriách a priemysle.

Fyzikálne vlastnosti: je to bezfarebná kvapalina s charakteristickým zápachom a molekulovou hmotnosťou 60,1 g/mol, Bod varu má hodnotu 82 °C. Hustota je 0,786 g/cm³. Je rozpustný vo vode a v mnohých organických rozpúšťadlách ako je acetón, etanol a etyl-acetát. Rozpustnosť vo vode je 100 % (pri teplote 20 °C). Index lomu má 1,377.

SÍRAN SODNÝ (Na₂SO₄)

Síran sodný, známy aj ako disodná soľ kyseliny sírovej (Glauberova soľ) je anorganická zlúčenina so vzorcom Na₂SO₄. Používa sa v rôznych priemyselných procesoch. Využíva sa pri výrobe skla, papiera a kozmetiky. Používa sa aj ako zdroj sodíka v priemysle a ako surovina

na výrobu iných chemických látok ako napríklad kyseliny sírovej, hydroxidu sodného a iných síranov. V medicíne sa využíva ako projekčné činidlo pri endoskopických vyšetreniach.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: Síran sodný sa môže rozpúšťať vo vode a tvoriť roztoky s neutrálnou pH hodnotou.

- Je hygroskopický.
- Pri vysokej teplote sa rozkladá na oxid sodný a oxid siričitý.
- Je dôležité poznamenať, že síran sodný nie je bežne známy svojimi nebezpečnými reakciami. Je to pomerne bezpečná zlúčenina.. Avšak ako pri každej chemickej látke, aj pri manipulácii so síranom sodným je potrebné dodržiavať primerané bezpečnostné opatrenia a postupy.
- Síran sodný je rozpustný vo vode, ale nerozpustný v organických rozpúšťadlách. Vo vodnom roztoku sa chová ako silný elektrolyt a disociuje na kationy sodíku (Na^+) a anióny síranové (SO_4^{2-}).
-

Fyzikálne vlastnosti: síran sodný je biely prášok, bez chuti a bez zápachu. Molekulová hmotnosť je 142 g/mol, je rozpustný vo vode (42 g/100 ml pri 20 °C). Hustota je 2,68 g/cm³, teplotu topenia má rovnú 884 °C a teplota varu je 1429 °C.

ŠKROB

Škrob je polysacharid. Nachádza sa v rastlinách a je významným zdrojom sacharidov v potrave. Používa sa aj pri výrobe papiera, alebo ako aditívum v potravinách a v kozmetickom priemysle.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: je rozpustný v horúcej vode, kde tvorí koloidné roztoky, ktoré pri ochladení tuhnú na želatínovú hmotu.

- Je citlivý na zmeny pH. Hydrolýzou sa môže rozkladať na jednoduché cukry.

Fyzikálne vlastnosti: je to biely prášok bez chuti a zápachu, s molekulovou hmotnosťou od 60 000 do 1 000 000 g/mol.

TOLUÉN (C₇H₈)

Toluén (metylbenzén, C₇H₈) je organická zlúčenina. Môže byť nebezpečný pre zdravie a životné prostredie. Môže byť toxický pri vdýchnutí, požití alebo kontakte s pokožkou. V priemysle sa používa ako rozpúšťadlo pre farby, laky, lepidlá a ďalšie organické zlúčeniny. Taktiež sa používa ako zdroj benzénových jadier v syntéze organických zlúčenín.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: reaguje s oxidačnými látkami za vzniku často nebezpečných zlúčenín. Má aromatickú štruktúru, ktorá ho robí relatívne stabilným a menej reaktívnym ako alifatické uhľovodíky. Je však nestabilný pri vysokých teplotách.

- Má vysokú elektrónovú hustotu v dôsledku π -elektrónového oblúku, ktorý poskytuje stabilizáciu intermediátov a reaktantov.
- Je náchylný na elektrofilnú substitúciu, najmä na pozíciách oproti metylovej skupine.
- Môže sa oxidovať na kyselinu benzoovú alebo benzaldehyd pomocou oxidujúcich činidiel.
- Redukčné reakcie preiehajú na benzéne, napríklad katalytickou redukciou vodíkom za prítomnosti katalyzátora (napr. paládium na uhlíku).
- Môže reagovať s kyselinou dusičnou za tvorby trinitrotoluénu (TNT), ktorý je veľmi nebezpečnou výbušninou.
- Pri reakcii s kyselinou sírovou môže dôjsť k tvorbe sulfónových kyselín, ktoré sú karcinogénne.

Fyzikálne vlastnosti: je to bezfarebná, číra kvapalina so slabo charakteristickou vôňou s molekulovou hmotnosťou 92,14 g/mol. Má hustotu rovnú 0,866 g/cm³, bod tavenia je -95 °C a bod varu je 110,6 °C. Je rozpustný vo väčšine organických rozpúšťadiel, má nízku rozpustnosť vo vode.

UHLIČITAN SODNÝ (Na₂CO₃)

Uhličitan sodný (Na₂CO₃) je anorganická zlúčenina, ktorá sa používa v priemysle a v domácnosti. Používa sa ako prísada do kozmetických výrobkov, pracích prostriedkoch, liečivách. V priemysle sa používa pri výrobe skla, papiera, textilu a mnohých iných výrobkov.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: uhličitan sodný je zásaditá zlúčenina, vodný roztok má pH približne 11. Je silnou zásadou.

- Reaguje s kyselinami.
- Môže slúžiť ako zdroj oxidu uhličitého.
- Má silné hygroskopické vlastnosti.

Fyzikálne vlastnosti: je biela kryštalická látka, ktorá je rozpustná vo vode. Jej teplota topenia je 851 °C, bod varu má 1 600 °C a hustota je 2,54 g/cm³. Molekulová hmotnosť je 105,99 g/mol.

UHLIČITAN VÁPENATÝ (CaCO₃)

Uhličitan vápenatý (CaCO₃) je anorganická zlúčenina. V prírode sa nachádza vo forme minerálov (vápenec, mramor). Je hlavnou zložkou mnohých minerálov (kalcit, aragonit alebo vápenatá dolomitová hornina). V priemysle sa používa na výrobu vápna a cementu, pri výrobe skla, keramiky,... atď.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: má vysokú tepelnú stabilitu a pri zahriatí na teplotu asi 825 °C sa rozkladá na oxid vápenatý a oxid uhličitý.

- Je málo rozpustný vo vode a nerozpustí sa vo väčšine bežných organických rozpúšťadiel.
- Reaguje s kyselinami za vzniku CO₂ a vody.

Fyzikálne vlastnosti: je to biely prášok s hustotou 2,71 g/cm³, bod tavenia má hodnotu: 1339 °C. Rozpustnosť vo vode je 0,0013 g/100 ml pri 25 °C.

VLASY

Vlasy majú niekoľko dôležitých fyzikálnych a chemických vlastností, ktoré ovplyvňujú ich vzhľad a správanie sa. Chemické vlastnosti vlasov sa týkajú ich zloženia, reakčnej schopnosti a citlivosti na rôzne chemikálie.

Chemické a fyzikálne vlastnosti

Chemické vlastnosti: jednou z najvýznamnejších zložiek vlasov je keratín, ktorý tvorí väčšinu ich hmotnosti. Keratín je bielkovina, ktorá sa skladá z aminokyselín a má vlákňitú štruktúru. Vlasy tiež obsahujú melanín, ktorý určuje ich farbu. Melanín sa tvorí v bunke zvané melanocyt, ktorý sa nachádza v pokožke hlavy.

Fyzikálne vlastnosti: sa týkajú najmä ich hustoty, pružnosti, pevnosti, tvaru a farby.

Chemikálie používané na úpravu vlasov môžu mať aj negatívne účinky. Môžu narúšať štruktúru vlasov a spôsobovať lámavosť a poškodenie vlasov. Preto je dôležité používať tieto chemikálie s opatrnosťou a postupovať podľa inštrukcií.

ZELENÉ RASTLINY

Zelené rastliny majú schopnosť absorbovať svetelnú energiu a premeniť ju na chemickú energiu pomocou fotosyntézy. Obsahujú pigmenty (chlorofyly), ktoré sú zodpovedné za ich zelenú farbu. Tieto pigmenty sú dôležité pre fotosyntézu, pretože absorbujú svetelnú energiu. Sú tiež schopné absorbovať vodu pomocou koreňov a transportovať ju cez cievné zväzky a do listov, kde sa používa v procese fotosyntézy. Zelené rastliny majú celulózové bunkové steny, ktoré im poskytujú pevnú štruktúru a chránia ich pred vonkajšími vplyvmi. Majú schopnosť rásť a rozmnožovať sa pomocou semien alebo iných orgánov rozmnožovania. Niektoré rastliny majú tiež schopnosť prežiť v extrémnych podmienkach ako sú napríklad suché oblasti alebo extrémne teploty.

2 Laboratorné sklo, základné aparatóry a výpočty v organickej chémii

2.1 Laboratorné sklo

V chemickom laboratóriu sa používajú sklené pomôcky a zariadenie. Najčastejšie používané laboratorné sklo v organickom laboratóriu je zobrazené na Obrázku 3.



varná banka



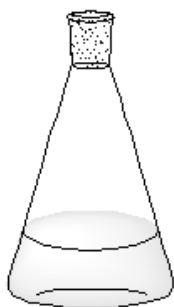
dvojhrdlá banka
s okrúhlym dnom



trojhrdlá banka
s okrúhlym dnom



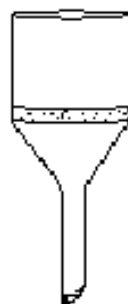
kadička



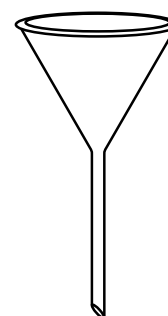
Erlenmeyerova
banka



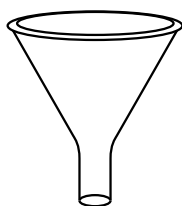
odsávačka



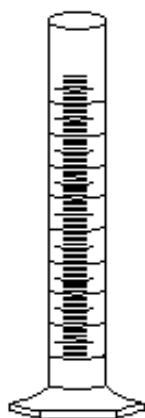
Büchnerov lievik



lievik



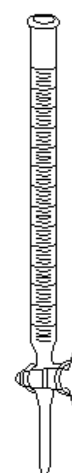
násypka



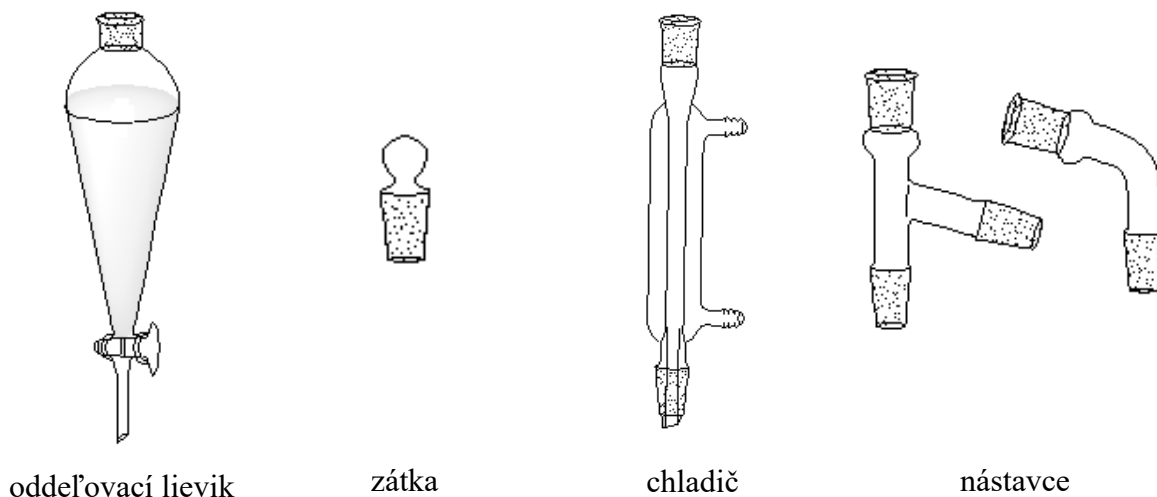
odmerný valec



pipeta



byreta



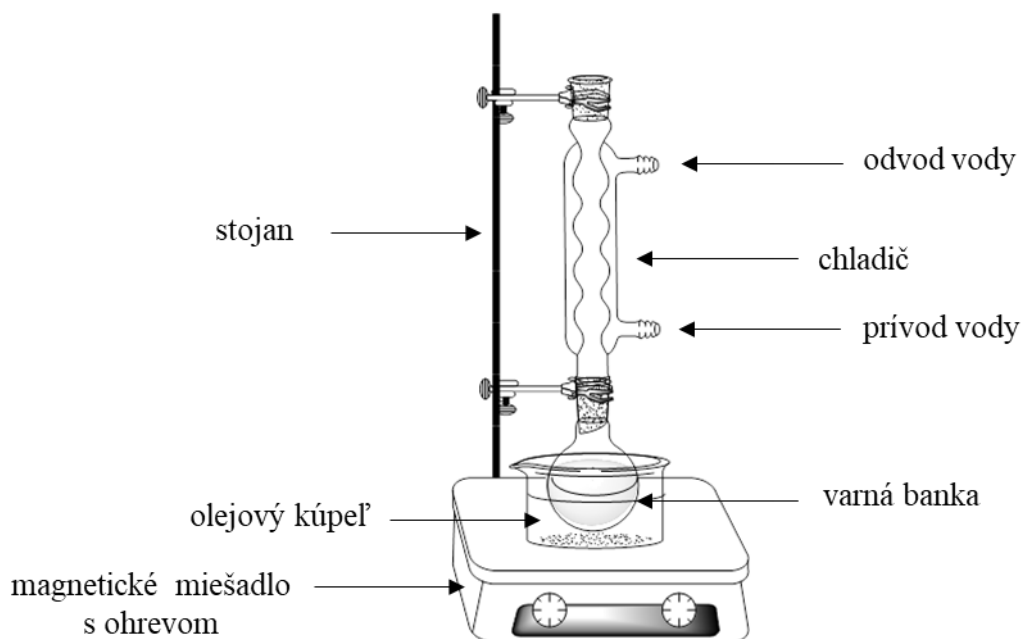
Obrázok 3. Základné laboratórne sklo používané v organickej chémii.

2.2 Základné aparátúry používané v organickej chémii

Aparátúry, ktoré sa používajú v organickom laboratóriu sú zostavené zo sklenených častí, ktoré bývajú spojené zábrusmi. Na upevnenie sa používajú svorky, lapáky, prípadne kruhy. Používané aparátúry musia byť postavené tak, aby boli bezpečné a neunikali z nich pary nebezpečných rozpúšťadiel do ovzdušia.

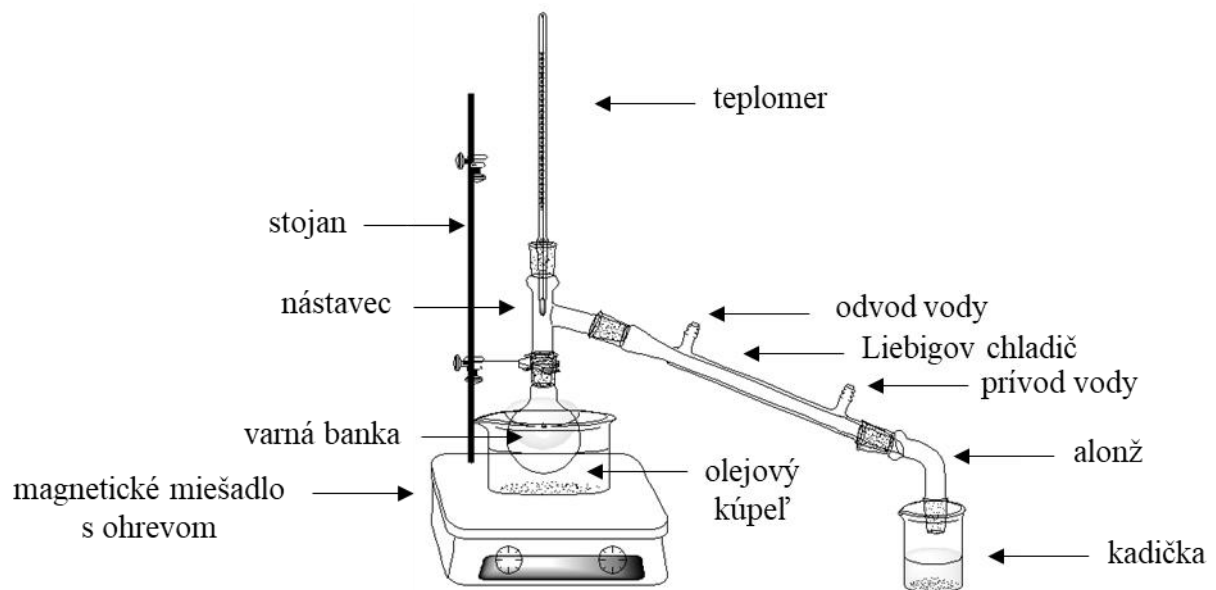
Na Obrázkoch 4 – 8 uvádzame základné aparátúry, ktoré sa používajú v organickom laboratóriu spolu s popisom použitého laboratórneho skla, prípadne iných súčastí.

A) Zahrievanie reakčnej zmesi



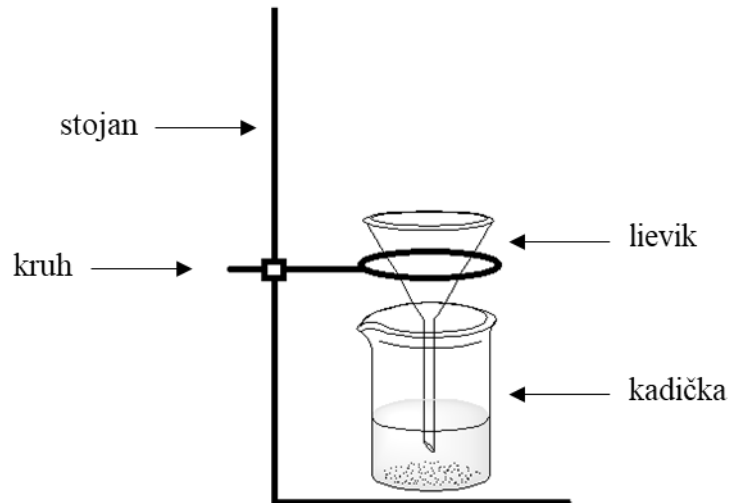
Obrázok 4. Aparatúra na zahrievanie.

B) Jednoduchá destilácia



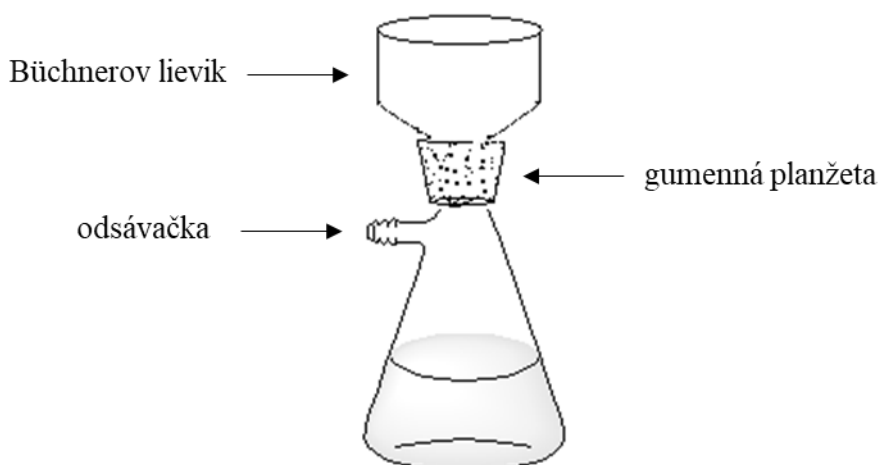
Obrázok 5. Aparatúra na jednoduchú destiláciu.

C) Jednoduchá filtrácia



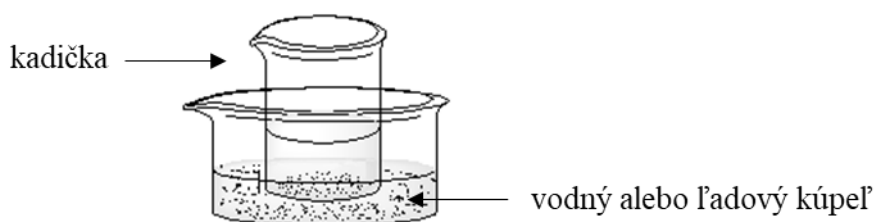
Obrázok 6. Aparatúra na jednoduchú filtráciu.

D) Filtrácia cez Büchnerov lievik



Obrázok 7. Aparatúra na filtráciu cez Büchnerov lievik.

E) Chladenie v ľadovom kúpeli



Obrázok 8. Chladenie vo vodnom alebo ľadovom kúpeli.

2.3 Jednoduché výpočty

Základné vzorce používané vo výpočtoch v organickej chémii:

- **Výpočet molekulovej hmotnosti, látkového množstva a hmotnosti**

$$n = \frac{m}{M_m}$$

$$m = n \times M_m$$

$$M_m = \frac{m}{n}$$

n = látkové množstvo vyjadrené v jednotke mol [mol]

m = hmotnosť látky vyjadrená v jednotke gram [g]

M_m = molekulová hmotnosť vyjadrená v jednotke gram / mol [g / mol]

- Výpočet molekulovej hmotnosti, látkového množstva a hmotnosti

$$m = \rho \times V$$

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

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

m = hmotnosť látky vyjadrená v jednotke gram [g]

ρ = hustota látky vyjadrená v jednotke gram / dm³ [g / dm³]

V = objem látky vyjadrený v jednotke decimeter kubický [dm³]

- Výpočet relatívneho výt'azku reakcie v organickej chémii

$$Rv = \frac{m_{EXP}}{m_T}$$

Rv = relatívny výt'azok, bezrozmerné číslo

m_{EXP} = experimentálna hmotnosť produktu vyjadrená v jednotke gram [g]

m_T = teoretická hmotnosť produktu vyjadrená v jednotke gram [g]

Výt'azok reakcie sa však v organickej chémii uvádza v percentách [%].

$$Rv = \frac{m_{EXP}}{m_T} \times 100$$

- Celková reakčná schéma a výpočet teoretickej hmotnosti produktu vo všeobecnosti



	A	B	C
M_m [mg / mmol]	100	200	150
n [mmol]	2	1	1 (limitujúce množstvo)
m [mg]	200	200	150 m_T

Uvedené výpočty sú aplikované na organické zlúčeniny v pevnom skupenstve. V prípade, že je východisková látka kvapalina je potrebné urobiť výpočet objemu so zohľadnením hustoty danej látky pri danej teplote (v našom prípade laboratórna teplota).

3 Kryštalizácia

3.1 Výber vhodného rozpúšťadla na kryštalizáciu kyseliny benzoovej

Teoretická časť:

Kryštalizácia je metóda, ktorá sa používa na čistenie tuhých látok. Princíp kryštalizácie spočíva v tom, že väčšina látok je rozpustnejšia v horúcom ako v studenom rozpúšťadle. Po ochladení horúceho roztoku začne čistená látka kryštalizovať.

Pri kryštalizácii je tak dôležitý výber rozpúšťadla, ktoré musí spĺňať určité podmienky:

- nesmie reagovať s kryštalizovanou látkou,
- nečistoty by v ňom mali byť veľmi málo alebo veľmi dobre rozpustné,
- má mať čo najnižšiu teplotu varu,
- nízka cena, toxicita a horľavosť.

Kryštalizovaná látka musí mať tiež dostatočne rozdielnu rozpustnosť v studenom a horúcom rozpúšťadle. Polárne látky sú dobre rozpustné vo vode a v alkoholoch, nepolárne zase v uhlíkovodíkoch, halogénuhlíkovodíkoch, či éteroch.

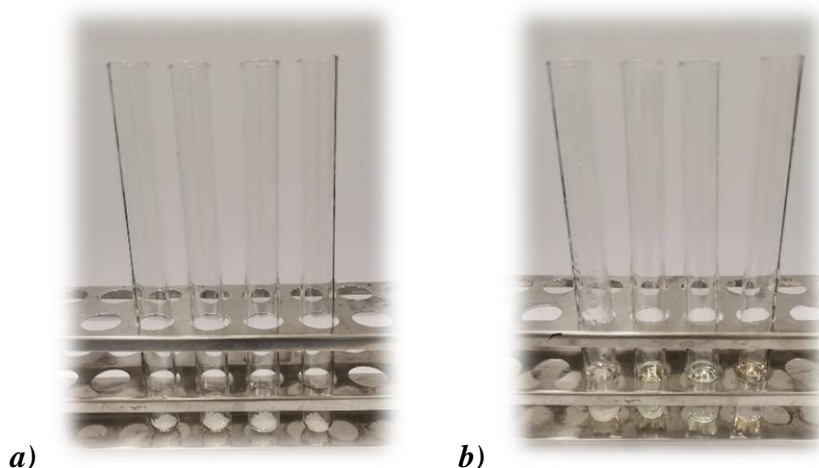
Použité východiskové látky:

kyselina benzoová, voda, acetón, etyl-acetát

Postup práce:

1. Kyselinu benzoovú (0,1 g) pridáme do 4 skúmaviek.
2. Do každej skúmavky pridáme iné rozpúšťadlo: vodu (1 ml), acetón (1 ml), etanol (1 ml) a etyl-acetát (1 ml). Sledujeme rozpustnosť kyseliny benzoovej v studenom rozpúšťadle.
3. Ak sa kyselina benzoová nerozpustí v studenom rozpúšťadle. Dané skúmavky opatrne zahrejeme.

Fotodokumentácia:



Obrázok 9. Výber vhodného rozpúšťadla na kryštalizáciu kyseliny benzoovej: a) 0,1 g kyseliny benzoovej v 4 skúmavkách; b) 0,1 g kyseliny benzoovej vo vode, acetóne, etanole a etyl-acetáte (1 ml) – sledovanie rozpustnosti.

Pozorovanie:



Kyselina benzoová je biela kryštalická látka.

V acetóne, etanole a etyl-acetáte sa kyselina benzoová rozpustila za studena už po chvíľke miešania. Vo vode sa kyselina benzoová za studena nerozpustí, avšak po zahriatí k varu môžeme vidieť, že kyselina benzoová je rozpustnejšia v horúcom ako v studenom rozpúšťadle – v našom prípade vo vode.

Obrázok 10. Kyselina benzoová.

Experimentálne výsledky:

Ako vhodné rozpúšťadlo bola na základe experimentu vyhodnotená voda.

Záver:

Laboratórnym experimentom sme zistili, že spomedzi rozpúšťadiel: voda, acetón, etanol a etyl-acetát nie sú vhodné rozpúšťadlá na kryštalizáciu kyseliny benzoovej: acetón, etanol a etyl-acetát, pretože sa v nich kyselina benzoová rozpustila už za studena. Na kryštalizáciu kyseliny benzoovej bola tak použitá voda. Kyselina benzoová sa v nej rozpustila až po zahriatí k varu. Voda je okrem iného aj pomerne lacná, je netoxická a nehorľavá oproti iným rozpúšťadlám.

Kontrolné otázky:

1. Definujte princíp kryštalizácie.
2. Na základe akých faktorov vyberiete správne rozpúšťadlo na kryštalizáciu neznámej látky?
3. Ktoré rozpúšťadlo je vhodné na kryštalizáciu kyseliny benzoovej spomedzi rozpúšťadiel: voda, acetón, etanol a etyl-acetát? Napíšte zdôvodnenie.

3.2 Kryštalizácia kyseliny benzoovej

Teoretická časť:

Princíp kryštalizácie spočíva v tom, že látka je rozpustnejšia v horúcom ako v studenom rozpúšťadle. Látka, ktorú chceme kryštalizovať sa rozpustí v rozpúšťadle, pričom sa získa nasýtený roztok pri teplote varu rozpúšťadla. Tento roztok sa za horúca prefiltruje, čím sa odstráni nerozpustné nečistoty a samotná kryštalizácia tak začína ochladzovaním nasýteného roztoku. Kryštály, ktoré vznikli sa nakoniec odfiltrujú a vysušia.

Po rozpustení tuhej látky vo vhodnom rozpúšťadle sa pridáva do varnej banky varný kamienok alebo magnetické miešadielko. Zmes sa zahrieva pod spätným chladičom na teplotu varu vybraného rozpúšťadla. Ak je však kryštalizovaná látka znečistená napríklad farebnými látkami, tak sa zvykne prerušiť var a k roztoku kryštalizovanej látky sa po ochladení pridá aktívne uhlie, nový varný kamienok a reakčná zmes sa zahrieva k varu ešte cca 5 - 10 min. Horúci roztok sa následne čo najrýchlejšie prefiltruje, aby čistená látka nekryštalizovala už na filtračnom papieri a prechádza sa k ďalšiemu kroku – chladeniu roztoku a k tvorbe kryštálov.

Tvorbe kryštálov je možné dopomôcť:

- trením vnútorného povrchu banky sklenou tyčinkou,
- miešaním, či trepaním,
- očkovaním roztoku – pridaním malého kryštálu čistej látky.

Vzniknuté kryštály sú následne zbavené čo najväčšieho množstva rozpúšťadla použitím filtrácie cez Büchnerov lievnik, ktorý je pripojený k odsávačke napojenej na vodnú vývevu. Sušením sa napokon kryštalizovaná látka zbaví zvyškov rozpúšťadla. Možné je uskutočniť sušenie voľne na vzduchu, či urýchliť sušenie látky pod infračervenou lampou.

Použité východiskové látky:

kyselina benzoová, voda

Postup práce:

1. Kyselinu benzoovú (0,5 g) vložíme do 250 ml varnej banky s guľatým dnom. Pridáme 20 ml destilovanej vody a 2 – 3 varné kamienky.
2. Na varnú banku nasadíme spätný chladič, pustíme do neho vodu a zahrievame k varu.
3. Ak sa kyselina benzoová nerozpúšťa, tak pridáme vodu (10 ml) opatrne cez chladič a po úplnom rozpustení kyseliny benzoovej zmes zahrievame k varu ešte 5 minút.
4. Horúci roztok čo najrýchlejšie prefiltrujeme cez filtračný papier do kadičky a necháme chladnúť pri laboratórnej teplote.
5. Zmes chladíme v studenom vodnom alebo ľadovom kúpeli.
6. Vzniknuté kryštály odsajeme cez Büchnerov lievik a premyjeme ich malým množstvom ľadovej vody (5 ml).
7. Kryštály necháme sušiť prirodzene na vzduchu.
8. Stanovíme hmotnosť produktu – kyseliny benzoovej.

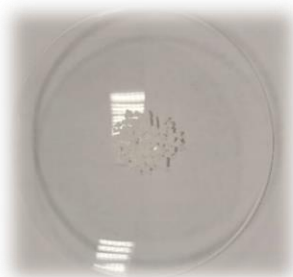
Fotodokumentácia:





Obrázok 11. Kryštalizácia kyseliny benzoovej: a) zahrievanie kyseliny benzoovej vo vode k varu; b) jednoduchá filtrácia – ideálna; c) jednoduchá filtrácia – kryštalizácia v ústí lievika; d) chladenie v studenom vodnom alebo ľadovom kúpeli; d) filtrácia cez Büchnerov lieviku; e) detail na kyselinu benzoovú v Büchnerovom lieviku a sušenie.

Pozorovanie:



Obrázok 12.
Kyselina benzoová.

Kyselina benzoová bola na začiatku kryštalizácie biela kryštalická látka znečistená malými čiastočkami. Vo vode sa kyselina benzoová nerozpustila za studena. Po zahriatí roztoku zmesi na teplotu varu sa celé množstvo kyseliny benzoovej nerozpustilo, tak bolo potrebné pridať ďalších 10 ml vody opatrne cez chladič a reakčná zmes tak bola zahrievaná k varu ešte po dobu cca 5 min po jej rozpustení. Po prefiltrovaní roztoku môžeme vidieť, že proces kryštalizácie už začal, pretože sa nám tvorili kryštáliky už v ústí lievika. Následne

bola zmes ochladená v ľadovom kúpeli niekoľko minút, pričom sme pozorovali vznik väčšieho množstva bielych kryštálikov strednej veľkosti. Po odsatí a vysušení kryštálov sme pozorovali ich farbu a tvar. Po kryštalizácii sme získali kryštáliky bielej farby a strednej veľkosti. Počas jednoduchej filtrácie cez lieviku sme sa zbavili nečistôt.

Experimentálne výsledky:

Hmotnosť kyseliny benzoovej pred kryštalizáciou: $m_{\text{pred}} = 0,50 \text{ g}$

Hmotnosť kyseliny benzoovej po kryštalizácii: $m_{\text{po}} = 0,45 \text{ g}$

Nečistoty = $m_{\text{pred}} - m_{\text{po}} = 0,50 \text{ g} - 0,45 \text{ g} = 0,05 \text{ g}$

Záver:

Kryštalizácia je laboratórna metóda, ktorá slúži na čistenie organických zlúčenín napríklad od nečistôt. Založená je na skutočnosti, že čistená látka je rozpustnejšia v horúcom ako v studenom rozpúšťadle. Hmotnosť kyseliny benzoovej pred kryštalizáciou bola 0,50 g a po kryštalizácii 0,45 g. Kyselina benzoová bola zbavená nečistôt, ktoré tvorili 0,05 g hmotnosti východiskovej navážky. V prípade pomalej manipulácie však môže kyselina benzoová začať kryštalizovať už počas jednoduchej filtrácie. Proces kryštalizácie by bolo v uvedenom príklade potrebné opakovať.

Kontrolné otázky:

1. Stručne definujte pojem kryštalizácia.
2. Z akých krokov sa skladá proces kryštalizácie?
3. Akými spôsobmi je možné urýchliť tvorbu kryštálov?
4. Ako sa môžeme zbaviť zvyškov rozpúšťadla v kryštalizovanej zlúčenine?
5. Napíšte vzorec kyseliny benzoovej a charakterizujte uvedenú zlúčeninu.

4 Destilácia

4.1 Jednoduchá destilácia znečisteného organického rozpúšťadla

Teoretická časť:

Jednoduchá destilácia je separačná a izolačná metóda, ktorá sa používa na čistenie alebo oddelenie kvapalín s teplotou varu 40 – 150 °C. Ako destilačné banky sa používajú banky s guľatým dnom a na kondenzáciu pár sa používa Liebigov chladič, v ktorom voda preteká vzostupne, teda opačným smerom ako kondenzovaná kvapalina. Pary by mali kondenzovať v prvých dvoch tretinách chladiča. Pri zahriatí kvapaliny by sa nemalo zabudnúť na použitie varných kamienkov alebo magnetického miešadielka.

Na začiatku destilácie sa teplota pár rýchlo zvyšuje, pričom sa do zbernej banky odoberá destilát tzv. predkvap. Keď sa teplota varu ustáli na teplotu varu destilovaného rozpúšťadla, tak sa zberná banka vymení a zachytáva sa čistý destilát, ktorý sa odoberá do prudkého zvýšenia teploty alebo kým nezostane v destilačnej banke len malý zvyšok destilovaného rozpúšťadla.

Pri destilácii éterov je potrebné nechať v destilačnej banke aspoň 20 % objemu banky. Po skončení destilácie sa najskôr vypne ohrievanie. Ak je kúpeľ, tak sa odstráni a po vychladnutí sa zastaví prítok vody do chladiča. Následne je možné aparatúru rozobrať.

Použité východiskové látky:

acetón, varné kamienky

Postup práce:

1. Do 250 ml varnej banky dáme 50 ml znečisteného rozpúšťadla (acetón) a pridáme 2 – 3 varné kamienky.
2. Nasadíme Liebigov chladič s teplomerom a zahrievame k varu.
3. Do jednej kadičky zachytávame predkvap a do druhej kadičky destilát.
4. Pomocou odmerného valca zmeriame objem predkvapu a objem destilátu.

Fotodokumentácia:



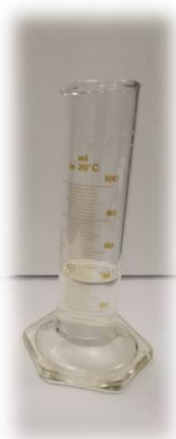
a)



b)

Obrázok 13. Jednoduchá destilácia znečisteného organického rozpúšťadla: a) Destilácia znečisteného acetónu; b) výsledok jednoduchej destilácie – objem získaného predkvapu a čistého acetónu.

Pozorovanie:



Po zahriatí znečisteného acetónu na teplotu varu sme pozorovali kondenzáciu pár na chladiči. Prvá kvapka bola pozorovaná pri teplote 53 °C. Čistý destilát, v našom prípade acetón bol odoberaný pri teplote 56 °C.

Acetón, ktorý sme získali po jednoduchej destilácii bol bezfarebná kvapalina.

Obrázok 14. Vydestilovaný acetón.

Experimentálne výsledky:

$$V_{(\text{predkvap})} = 6,5 \text{ ml}$$

$$V_{(\text{acetón})} = 40 \text{ ml}$$

$$t_v (\text{acetón}) = 56,2 \text{ °C} \dots \text{ tabuľková hodnota}$$

$$t_v (\text{acetón}) = 56 \text{ °C} \dots \text{ experimentálna hodnota}$$

Záver:

Použitím jednoduchej destilácie sa nám podarilo prečistiť znečistený acetón, objem predkvapu, ktorý sme odobrali bol 6,5 ml a získaný objem čistého acetónu bol 40 ml. Tabuľková hodnota teploty acetónu je 56,2 °C, čo sa nám zhodovalo s hodnotou teploty varu, ktorá bola získaná experimentálne.

Kontrolné otázky:

1. Definujte stručne princíp jednoduchej destilácie.
2. Ktorá známa fyzikálna veličina / veličiny sa používa / používajú na charakterizáciu kvapalných látok?
3. Aká je tabuľková hodnota teploty varu acetónu?
4. Vysvetlite pojem predkvap.
5. Aký chladič sa používa na jednoduchú destiláciu?
6. Charakterizujte acetón ako organickú zlúčeninu. Napíšte vzorec.

4.2 Jednoduchá destilácia zmesi dvoch organických rozpúšťadiel

Teoretická časť:

Jednoduchá destilácia je laboratórna metóda, ktorá sa používa na čistenie alebo oddelenie kvapalín s teplotou varu 40 – 150 °C. Použitím jednoduchej destilácie je možné nielen prečistiť znečistené rozpúšťadlo, ale aj oddeliť zmes dvoch kvapalín – napríklad acetónu a vody.

Postup v prípade jednoduchej destilácie zmesi dvoch kvapalín je rovnaký ako v predchádzajúcej úlohe, kde bola uskutočnená destilácia znečisteného acetónu. Na začiatku destilácie sa teplota pár rýchlo zvyšuje. Do zbernej banky sa odoberá opäť predkvap a keď sa teplota varu ustáli na teplotu varu destilovaného rozpúšťadla (napríklad acetónu), tak sa zberná banka vymení a zachytáva sa čistý destilát, ktorý sa odoberá do prudkého zvýšenia teploty (v našom prípade teploty varu vody). Destilácia sa ukončí, keď v destilačnej banke zostane len malý zvyšok destilovaného rozpúšťadla.

Iné destilačné techniky, ktoré sa používajú okrem jednoduchej destilácie sú napríklad rektifikácia, ktorá sa líši od aparatúry na jednoduchú destiláciu tým, že sa zavedie do aparatúry medzi destilačnú banku a chladič rektifikačná kolóna, ktorá robí proces destilácie účinnejší. V praxi sa používa aj destilácia za zníženého tlaku, či destilácia vodnou parou.

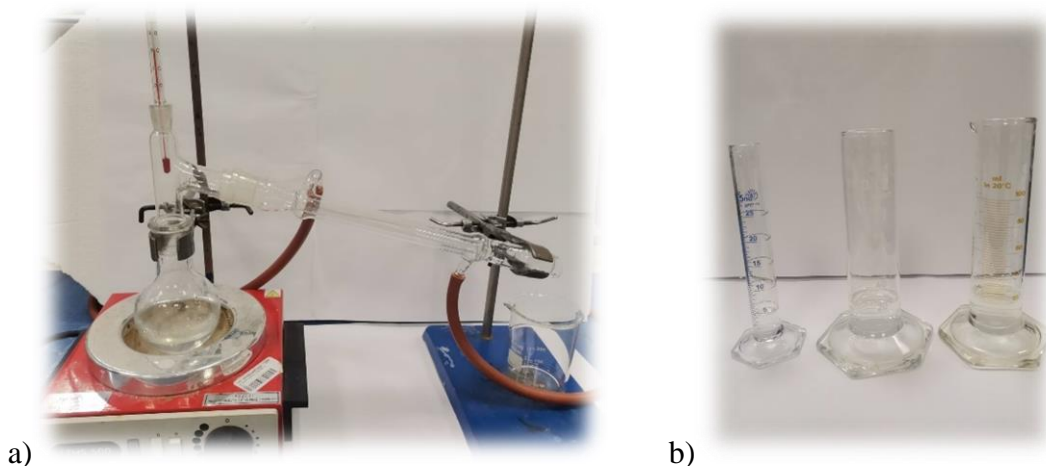
Použité východiskové látky:

acetón, voda, varné kamienky

Postup práce:

1. Do 250 ml varnej banky dáme 50 ml zmesi acetón a voda v pomere 1:1.
2. Pridáme 2 – 3 varné kamienky, nasadíme Liebigov chladič s teplomerom a zahrievame k varu.
3. Do jednej kadičky zachytávame predkvap, do druhej kadičky vydestilovaný acetón a do tretej kadičky vodu.
4. Pomocou odmerného valca zmeriame objem predkvapu, acetónu a vody.

Fotodokumentácia:



Obrázok 15. Jednoduchá destilácia zmesi dvoch organických rozpúšťadiel: a) Destilácia zmesi acetónu a vody; b) výsledok jednoduchej destilácie – objem získaného predkvapu, čistého acetónu a vody v uvedenom poradí.

Pozorovanie:



Po zahriatí zmesi acetónu a vody v pomere 1:1 na teplotu varu sme pozorovali kondenzáciu pár na chladiči. Prvá kvapka bola pozorovaná pri teplote 54 °C. Acetón bol odoberaný pri teplote 56 °C. Následne teplota vystúpila pomerne rýchlo a zrazu na 100 °C a do zbernej nádoby bola odoberaná voda.

Po jednoduchej destilácii bol získaný acetón a voda. Obidve rozpúšťadlá boli bezfarebná kvapalina.

Obrázok 16. Vydestilovaný acetón a voda.

Experimentálne výsledky:

$$V_{(\text{predkvap})} = 4,0 \text{ ml}$$

$$V_{(\text{acetón})} = 25 \text{ ml}$$

$$V_{(\text{voda})} = 20 \text{ ml}$$

$$t_{\text{v}(\text{acetón})} = 56,2 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots \text{ tabuľková hodnota}$$

$$t_{\text{v}(\text{acetón})} = 56 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots \text{ experimentálna hodnota}$$

$$t_{\text{v}(\text{voda})} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots \text{ tabuľková hodnota}$$

$$t_{\text{v}(\text{voda})} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots \text{ experimentálna hodnota}$$

Záver:

Použitím jednoduchej destilácie sa nám podarilo rozdeliť zmes acetónu a vody. Objem predkvapu, ktorý sme odobrali bol 4,0 ml, získaný objem čistého acetónu bol 25 ml a objem vody 20 ml. Tabuľková hodnota teploty acetónu je 56,2 °C, čo sa nám zhodovalo s hodnotou teploty varu, ktorá bola získaná experimentálne. Tabuľková hodnota teploty vody je 100 °C, čo sa nám zhodovalo s hodnotou teploty varu, ktorá bola získaná experimentálne. Jednoduchou destiláciou je možné oddeliť acetón od vody, čo sme si overili daným laboratórnym cvičením.

Kontrolné otázky:

1. Akou laboratórnou metódou je možné oddeliť zmes dvoch kvapalín?
2. Uveďte príklady destilačných techník, ktoré poznáte.
3. Charakterizujte použité rozpúšťadlá a napíšte ich vzorce.

5 Extrakcia

5.1 Extrakcia kryštálovej violete z vodného roztoku

Teoretická časť:

Extrakcia je metóda používaná v laboratóriu na separáciu organických látok. Tie môžu byť separované z rôznych zmesí, prípadne z prírodných materiálov použitím vhodného rozpúšťadla. Daná metóda je založená na pretrepávaní vodného roztoku alebo suspenzie rozpúšťadlom, v ktorom sa organická zlúčenina rozpúšťa. S vodou by sa však miešať nemala.

Medzi organickou a vodnou fázou sa ustáli rovnováha. Extrahovaná látka sa rozdelí na základe Nernstovho rozdeľovacieho zákona, ktorý vyjadruje pomer koncentrácií danej látky v dvoch vzájomne nemiešateľných kvapalinách pri určitej teplote. Po dosiahnutí rovnováhy je tento pomer konštantný. Koncentrácie v oboch rozpúšťadlách sú úmerné jej rozpustnostiam, pričom ich pomer je pri danej teplote nemenný.

$$Kr = \frac{c_o}{c_v} = \frac{S_o}{S_v}$$

c_o = koncentrácia látky v organickom rozpúšťadle

c_v = koncentrácia látky vo vode

S_o = rozpustnosť látky v organickom rozpúšťadle

S_v = rozpustnosť látky vo vode

Vhodné rozpúšťadlo na extrakciu sa vyberá podľa rôznych faktorov. Zohľadňuje sa napríklad rozpustnosť extrahovanej látky v danom rozpúšťadle a jeho teplota varu.

Jednoduchá extrakcia sa uskutočňuje v oddeľovacom lieviku, ktorý môže byť naplnený roztokmi iba do objemu 2/3. Po pretrepaní zmesi je potrebné dať si pozor na vznik pretlaku, ktorý sa uvoľňuje, preto je potrebné po prevrátení lievika daný lievnik okamžite otvoriť a zavrieť. Keď sa v oddeľovacom lieviku vytvorí ostré rozhranie – oddelí sa vodná a organická fáza, tak spodnú vrstvu vypúšťame cez stopku lievika, kým vrchnú vrstvu cez hrdlo lievika.

Ak vznikne počas extrakcie emulzia na rozhraní fáz, emulziu môžeme odstrániť rozvírením kvapalín použitím napríklad sklenej tyčinky. Na uvedený účel sa používa tiež nasýtenie vodnej vrstvy použitím NaCl (vysolovanie), centrifugácia, alebo sa jednoducho predĺži čas státia obidvoch vrstiev.

Pri porovnaní jednorázovej a opakovanej (viacnásobnej) extrakcie musíme konštatovať, že je viacnásobná extrakcia účinnejšia a efektívnejšia, nakoľko sa väčšie množstvo látky

dostane do požadovanej fázy. V prípade extrakcie vodného roztoku kryštálovej violete uvažujeme nad pretrepávaním do organickej fázy.

Použité východiskové látky:

kryštálová violet, chloroform, voda

Postup práce:

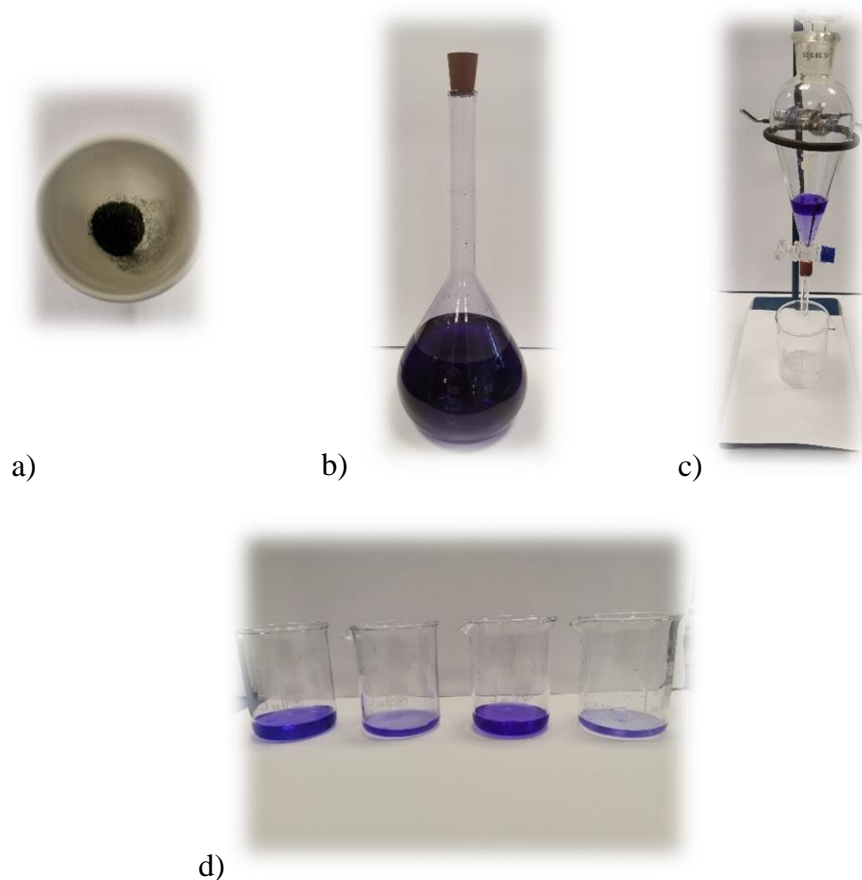
Jednorázová extrakcia:

1. Do oddeľovacieho lievika pridáme 9 ml chloroformu a 9 ml vopred pripraveného vodného roztoku kryštálovej violete. Zmes pretrepeme a oddeľovací lievik vložíme do kruhu, ktorý je upevnený na stojane.
2. Po vzniku ostrého rozhrania medzi vodnou a organickou fázou, vypustíme spodnú fázu do jednej kadičky a vrchnú fázu do druhej kadičky.

Viacnásobná extrakcia:

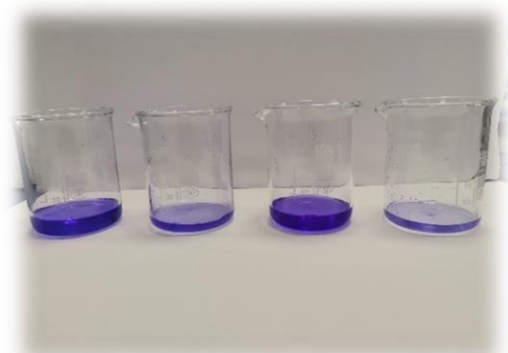
1. Do oddeľovacieho lievika pridáme 9 ml vopred pripraveného vodného roztoku kryštálovej violete a 3 ml chloroformu. Pretrepeme a oddeľovací lievik vložíme do kruhu, ktorý je upevnený na stojane.
2. Po vzniku ostrého rozhrania medzi vodnou a organickou fázou, vodná vrstva zostáva v oddeľovacom lieviku a organickú vrstvu vlietame do samostatnej kadičky.
3. K vodnej vrstve pridáme 3 ml chloroformu, pretrepeme a organickú vrstvu pridáme do rovnakej kadičky. Postup ešte raz opakujeme.
4. Vodnú vrstvu nakoniec prelejeme do kadičky.
5. Porovnávame intenzitu vodných a organických fáz po jednorázovej a viacnásobnej extrakcii.

Fotodokumentácia:



Obrázok 17. Extrakcia kryštálovej violete: a) kryštálová violet'; b) vodný roztok kryštálovej violete; c) extrakcia vodného roztoku kryštálovej violete s chloroformom; d) naľavo organická fáza a vodná fáza po jednorázovej extrakcii, vpravo organická fáza a vodná fáza vo viacnásobnej extrakcii.

Pozorovanie:



Obrázok 18. Porovnanie organických a vodných fáz.

Kryštálová violet' je kryštalická látka fialovej farby. Vodný roztok kryštálovej violete je tmavofialovej farby. Pri porovnaní organickej fázy po jednorázovej a viacnásobnej extrakcii (kadička 1 a kadička 3), môžeme vidieť tmavofialové sfarbenie roztokov, čo znamená, že pretrepávaním sa kryštálová violet' dostala do chloroformu. Pri porovnaní vodných vrstiev po jednorázovej a viacnásobnej extrakcii (kadička 2 a kadička 4) môžeme vidieť, že vodná fáza je po jednorázovej

extrakcii tmavšia ako vodná fáza po viacnásobnej extrakcii.

Experimentálne výsledky:

Viacnásobnou extrakciou (opakovanou) sme získali lepšie výsledky, čo sme usúdili porovnaním vodných fáz po jednorázovej a viacnásobnej extrakcii. V prípade opakovanej extrakcie nám prešlo väčšie množstvo kryštálovej violete do organickej fázy.

Záver:

Viacnásobná (opakovaná) extrakcia je účinnejšia ako jednorázová extrakcia.

Kontrolné otázky:

1. Vysvetlite stručne princíp extrakcie.
2. Akými spôsobmi môžeme rozrušiť vzniknutú nechcenú emulziu pri extrakcii?
3. Napíšte vzorec chloroformu.
4. Ktorá z extrakcií je účinnejšia – jednorázová alebo viacnásobná? Vysvetlite ktorá a uveďte dôvod prečo je účinnejšia.

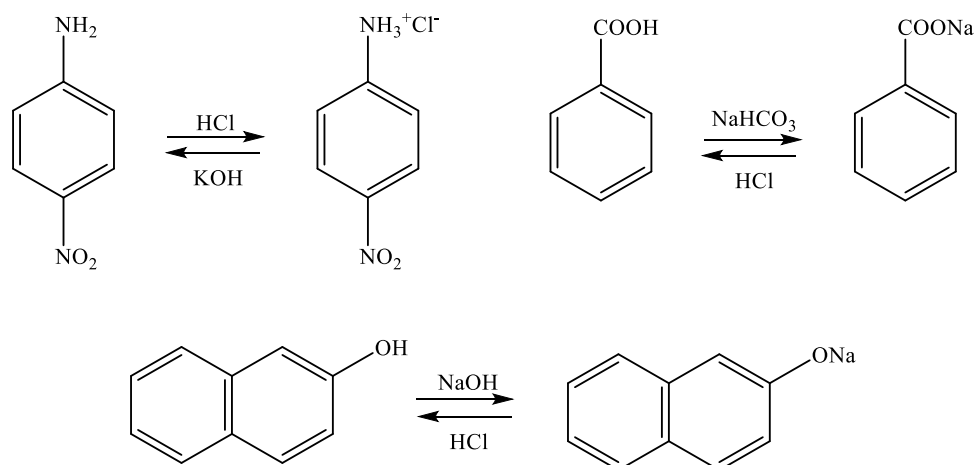
5.2 Extrakcia zmesi použitím kyslých a bázičkých vodných roztokov

Teoretická časť:

Niektoré organické zlúčeniny vieme separovať aj z ich zmesí použitím kyslých alebo bázičkých roztokov. Tie reagujú s organickou zlúčeninou na jej soľ, ktorá je rozpustná vo vode, avšak je nerozpustná v organickom rozpúšťadle. Použitím vodných roztokov alkalických hydroxidov, ako sú napríklad NaOH, či KOH, vieme od seba selektívne oddeliť karboxylové kyseliny a fenoly za vzniku fenolátov. Vodný roztok NaHCO₃ síce reaguje s karboxylovými kyselinami za vzniku sodných solí, no nie je dost' bázičkový na vytvorenie fenolátov. Bázičké zlúčeniny pre zmenu reagujú s vodným roztokom HCl na príslušné soli, ktoré sú tiež rozpustné vo vode. Podstatné je však to, že vieme získať z vodných roztokov solí späť pôvodné karboxylové kyseliny a fenoly použitím zriedenej kyseliny a naopak amíny použitím zriedeného roztoku bázy.

V úlohe bude extrahovaná zmes látok, ktorá by mohla obsahovať kyselinu benzoovú, β -naftol, *p*-nitroanilín. Úlohou študentov bude zistiť, ktoré látky obsahovala ich zmes.

Reakčná schéma:



Použité východiskové látky:

kyselina benzoová, β-naftol, p-nitroanilín, HCl, KOH, NaHCO₃, voda

Postup práce:

1. Neznámu vzorku o hmotnosti 0,5 g rozpustíme v 15 ml chloroformu.
2. Chloroformovú vrstvu extrahujeme dvakrát so 6 ml 20 % vodným roztokom HCl. Vodné vrstvy po oboch extrakciách spojíme a odložíme (označíme si číslom 1).
3. Chloroformovú vrstvu extrahujeme dvakrát s 12 ml 10 % vodným roztokom NaHCO₃. Vodné vrstvy po oboch extrakciách spojíme a odložíme (označíme si číslom 2).
4. Chloroformovú vrstvu extrahujeme dvakrát s 12 ml 10 % vodným roztokom NaOH. Vodné vrstvy po oboch extrakciách spojíme a odložíme (označíme si číslom 3).
5. Chloroformovú vrstvu odložíme do samostatnej kadičky.
6. Vodné vrstvy v kadičkách, ktoré sme si označili číslami 1, 2 a 3 neutralizujeme použitím 20 % vodných roztokov HCl a NaOH. Na určenie pH použijeme univerzálny indikátorový papierik so stupnicou pH = 1 – 12.
7. Vzniknuté zrazeniny odfiltrujeme cez Büchnerov lievnik, vysušíme a stanovíme ich hmotnosť.

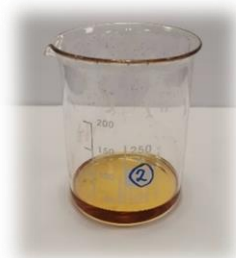
Fotodokumentácia:



a)



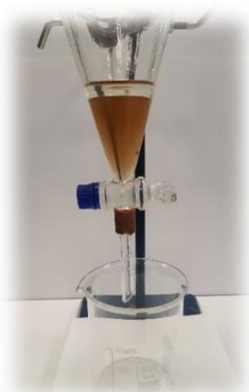
b)



c)



d)



e)



f)



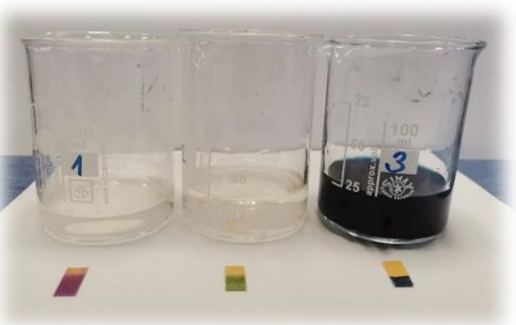
g)



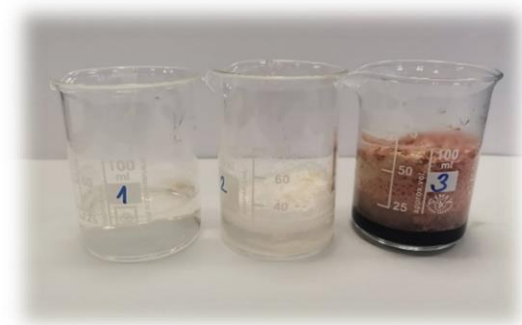
h)



i)



j)



k)



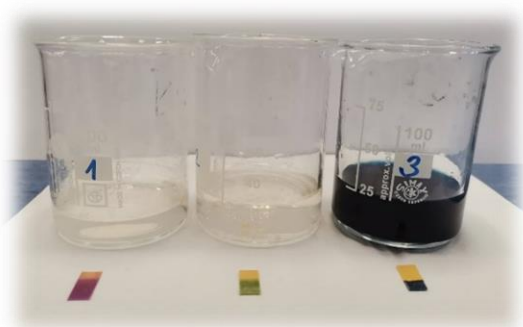
Obrázok 19. Extrakcia zmesi použitím kyslých a bázičských vodných roztokov: a) východiskové látky (kyselina benzoová a β -naftol); b) neznáma zmes látok; c) neznáma látka rozpustená v chloroforme; d) chloroformová vrstva v oddeľovacom lieviku; e) extrakcia chloroformovej vrstvy s 20 % vodným roztokom HCl; f) extrakcia chloroformovej vrstvy s 10 % vodným roztokom NaHCO₃; g) extrakcia chloroformovej vrstvy s 10 % vodným roztokom NaOH; h) chloroformová vrstva a vodné vrstvy 1, 2, 3 po extrakcii; i) stupnica pH – univerzálne indikátorové papieriky; j) vodné fázy – pH; k) neutralizácia vodných roztokov 1, 2 a 3 – vznik zrazenín; l) filtrácia cez Büchnerov lieviku; m) produkt po extrakcii – kyselina benzoová; n) produkt po extrakcii – β -naftol.

Pozorovanie:



Neznáma zmes látok, ktorá bola pripravená na extrakciu, bola pevného skupenstva a obsahovala častice bielej a hnedej farby.

Obrázok 20. Neznáma zmes.



Pri meraní pH použitím univerzálnych indikátorových papierikov sme mohli vidieť, že vodný roztok 1 bol kyslý a vodné roztoky 2 a 3 boli zásadité, a preto sme roztok číslo 1 neutralizovali použitím bázy a roztok číslo 2 a 3 použitím kyseliny.

Obrázok 21. Meranie pH vodných fáz.



Po neutralizácii vodných roztokov sme pozorovali vznik zrazenín. Pripravená kyselina benzoová bola biela kryštalická látka. β -naftol bol jemne ružovej až bledohnedej farby.



Obrázok 22. Kyselina benzoová.

Obrázok 23. β -naftol.

Experimentálne výsledky:

$$m_{\text{EXP}} (\text{kyselina benzoová}) = 0,20 \text{ g}$$

$$m_{\text{EXP}} (\beta\text{-naftol}) = 0,17 \text{ g}$$

Záver:

Neznáma vzorka, ktorá bola rozpustená v chloroforme mohla obsahovať kyselinu benzoovú, β -naftol a *p*-nitroanilín. Použitím vodných roztokov anorganických kyselín a báz sa nám podarilo zo zmesi neznámeho zloženia získať kyselinu benzoovú a β -naftol.

Kontrolné otázky:

1. Uvažujme, že by neznáma zmes látok mohla obsahovať kyselinu benzoovú, β -naftol a *p*-nitroanilín. K dispozícii máte vodné roztoky HCl, NaHCO₃ a NaOH. Napíšte chemické rovnice vyjadrujúce izoláciu daných zlúčenín z ich zmesi vo forme solí.
2. Napíšte neutralizačné rovnice vyplývajúce z kontrolnej *Otázky 1*. K dispozícii máte vodné roztoky HCl a KOH.
3. Napíšte štruktúrne vzorce uvedených zlúčenín: kyselina benzoová, β -naftol a *p*-nitroanilín.
4. Definujte pH a univerzálny indikátorový papierik.
5. Použitím akej bázy by ste od seba oddelili alifatické a aromatické kyseliny?
6. Prečo sa vodný roztok NaHCO₃ nepoužíva na prípravu fenolátov?

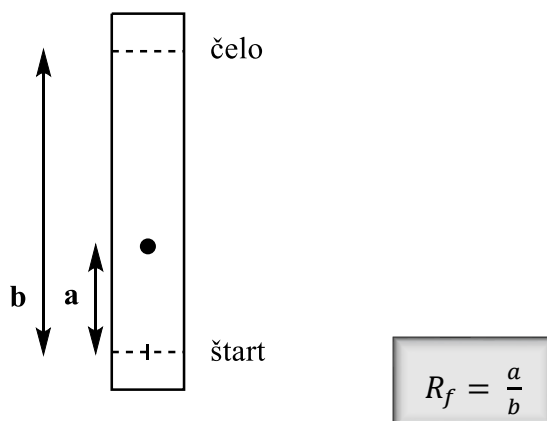
6 Tenkovrstvová chromatografia

6.1 Kvalitatívne stanovenie zloženia zmesi organických zlúčenín

Teoretická časť:

Tenkovrstvová chromatografia sa uvádza v literatúre aj pod skratkou TLC (z angl. názvu „Thin-layer chromatography“). Využíva sa v organickej chémii napríklad na určenie čistoty látok, zloženia zmesi alebo aj sledovanie priebehu reakcie. Látka sa rozpustí v menšom množstve rozpúšťadla a nanesie sa opakovane na chromatografickú platničku na 1 bod na štarte (napr. TLC silikagél 60 F254: hliníková fólia s tenkou vrstvou adsorbentu – SiO₂; UV aktívna). Chromatografická platnička sa vloží do vyvíjacej komôrky, v ktorej sa nachádza elučné činidlo a rozpúšťadlo sa nechá vzliňať, kým horizontálna línia nedosiahne 1 cm od horného okraja platničky. Po vytiahnutí platničky z komôrky sa opatrne označí čelo a rozpúšťadlo sa nechá odpariť. Látky môžu byť farebné, alebo ich vizualizujeme použitím UV lampy (ak máme UV aktívnu platničku), prípadne postriekaním platničky 5 – 10% kyseliny sírovej, či inými detekčnými činidlami v závislosti od skúmanej látky.

Retenčný faktor (R_f) je kvantitatívna hodnota, ktorú vieme získať z TLC platničky. Vyjadruje pomer vzdialenosti stredu škvrny od štartu (a) k vzdialenosti čela rozpúšťadla od štartu (b). Pri rovnakých chromatografických podmienkach by mala byť daná hodnota konštantná a táto hodnota býva charakteristická pre zlúčeniny.



Obrázok 24. Ukážka TLC platničky a výpočet R_f .



Obrázok 25. Ukážka TLC platničky – zmes látok. (1 = látka A, 2 = zmes A +B, 3 = látka B).

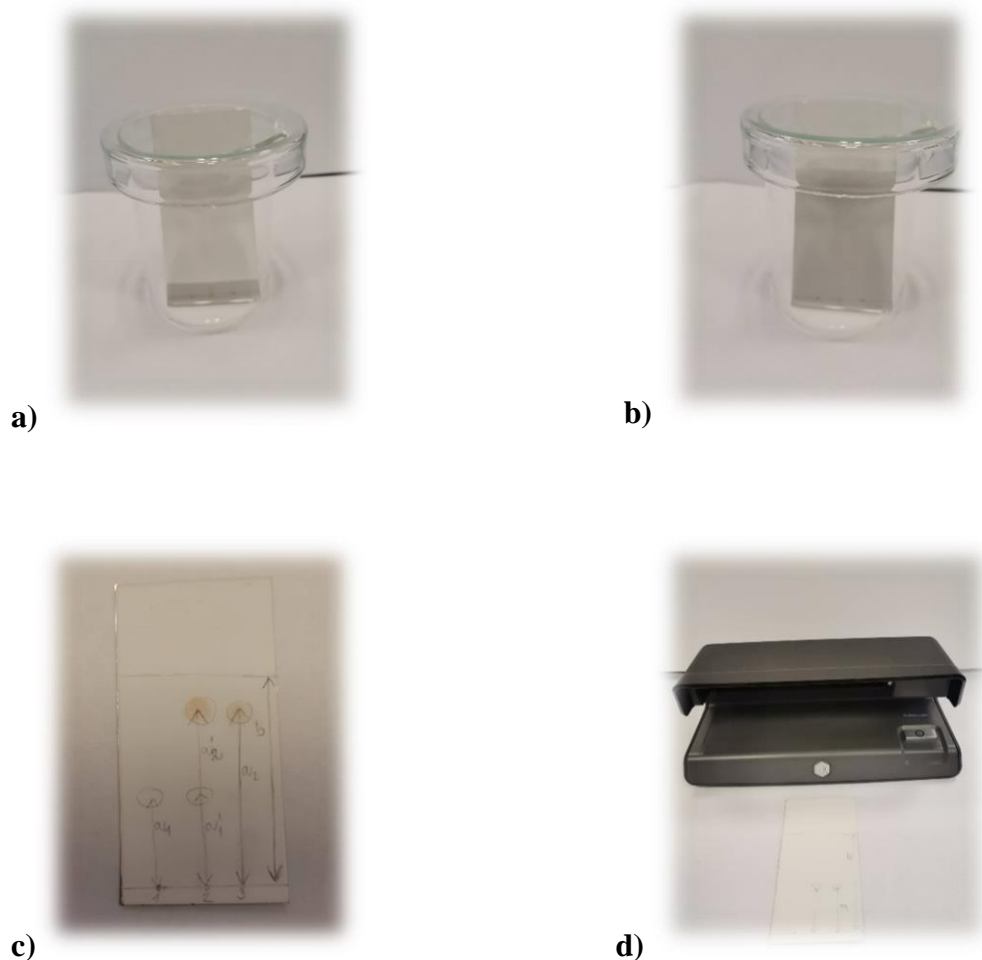
Použité východiskové látky:

kyselina benzoová, β -naftol

Postup práce:

1. Pripravíme si TLC platničku – nakreslíme si štartovaciu čiaru a na štarte umiestnime 3 body označené číslami 1–3. Do vyvíjacej komôrky si dáme elučné činidlo: zmes hexánov : etyl-acetát v pomere 4:1.
2. Kyselinu benzoovú, β -naftol a zmes oboch látok si rozpustíme v malom množstve chloroformu.
3. Na bod 1 nanesieme kyselinu benzoovú, na bod 3 β -naftol a na bod 2 neznámu zmes z predchádzajúcej úlohy (zmes oboch látok).
4. Po nanesení látok dáme TLC platničku do vyvíjacej komôrky a čakáme, kým horizontálna línia vzliňania rozpúšťadla nedosiahne 1 cm od horného okraja platničky.
5. Platničku vyberieme a necháme vysušiť.
6. Výsledok TLC chromatografie pozorujeme voľným okom a pod UV lampou.

Fotodokumentácia:



Obrázok 26. Kvalitatívne stanovenie zloženia zmesi organických zlúčenín: a) vloženie TLC platničky do vyvíjacej komôrky; b) sledovanie vzlínania elučného činidla; c) finálna TLC platnička; d) UV lampa.

Pozorovanie:



Obrázok 27.
TLC platnička

Po nanosení jednotlivých vzoriek na TLC platničku sme vložili platničku do vyvíjacej komory, kde sa nachádzalo elučné činidlo a pozorovali sme vzlínanie rozpúšťadla. Platničku sme vybrali z komôrky, keď horizontálna línia dosiahla 1 cm od horného okraja platničky. Po vysušení TLC platničky sme pozorovali vznik škvŕn a porovnaním škvŕn sme zistili, že majú organické zlúčeniny charakteristické R_f hodnoty pri rovnakých chromatografických podmienkach. Kyselina benzoová bola nanosená na štarte pod číslom 1, β -naftol pod číslom 3 a neznáma zmes bola viditeľná pod číslom 2 (vzniknuté škvŕny boli identické), pričom sme potvrdili, že neznáma zmes je zložená z kyseliny benzoovej a β -naftolu.

Experimentálne výsledky:

$$R_{f1} = 0,42$$

$$R_{f2} = 0,85$$

Záver:

Použitím metódy TLC sme určili a potvrdili zloženie neznámej zmesi látok z predchádzajúcej úlohy. Neznáma zmes bola zložená z kyseliny benzoovej a β -naftolu.

Kontrolné otázky:

1. Stručne definujte princíp tenkovrstvovej chromatografie.
2. Za akým účelom sa používa tenkovrstvová chromatografia v organickej chémii?
3. Vysvetlite pojem retenčný faktor.
4. Ako vypočítame hodnotu retenčného faktora?
5. Máme neznámu zmes, ktorá môže byť zložená z viacerých látok. Ako zistíme, či sa v danej zmesi nachádza konkrétna zlúčenina?

7 Jednoduché experimenty v organickej chémii

7.1 Dôkaz uhlíka

Teoretická časť:

Prítomnosť niektorých atómov, molekúl, či funkčných skupín v organických zlúčeninách je možné dokázať jednoduchými chemickými reakciami, ktoré môžu byť charakteristické zmenou farby, únikom plynu alebo vznikom zrazeniny a pod. Takéto rýchle reakcie sú vhodné na rýchlu demonštráciu chemických pokusov.

Uhlík (lat. „Carboneum“) je chemický prvok, ktorý sa v Periodickej tabuľke prvkov nachádza v IV.A skupine a 2. perióde. Jeho značka je C, má 4 väzby a jeho protónové číslo je 6. Uhlík tvorí základnú stavebnú časť všetkých organických zlúčenín a tým aj všetkých živých organizmov. Uhlík je nepriehľadný a tuhý prvok, ktorý v prírode najčastejšie sa vyskytuje ako grafit alebo diamant. Má významné fyzikálne a chemické vlastnosti ako napríklad vysokú teplotnú stabilitu a nízku reaktivitu. Jeho jedinečné vlastnosti sú základom pre výrobu materiálov ako grafitové a diamantové elektródy, či uhlíkové vlákna používané v leteckom priemysle. Uhlík je tiež kľúčovým prvkom v procesoch spaľovania fosílnych palív a v klimatických zmenách.

Použité východiskové látky:

cukor, špajdl'a, filtračný papier, vreckovka, H_2SO_4

Postup práce:

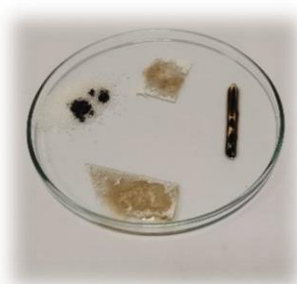
1. Do Petriho misky si dáme malé množstvo cukru, špajdl'u, vreckovku a filtračný papier.
2. Na vyššie uvedené vzorky opatrne prikvapkáme koncentrovanú kyselinu sírovú a pozorujeme zmeny.

Fotodokumentácia:



Obrázok 28. Dôkaz uhlíka: a) vzorky: cukor, špajdl'a, vreckovka, filtračný papier; b) pridanie kyseliny sírovej do vzoriek; c) vzorky po pridání kyseliny po cca 10 min.

Pozorovanie:



Po pridaní malého množstva (pár kvapiek) kyseliny sírovej na cukor, špajdľu, vreckovku a filtračný papier sme mohli pozorovať, že sa zafarbili na hnedo.

Obrázok 29. Pozorovanie východiskových látok po pridaní kyseliny sírovej.

Experimentálne výsledky:

Dokázaná bola prítomnosť uhlíka vo vzorkách: cukor, špajdľa, vreckovka a filtračný papier.

Záver:

Prítomnosť uhlíka vo vzorkách cukor, špajdľa, vreckovka a filtračný papier sme dokázali pridaním kyseliny sírovej ku jednotlivým vzorkám a ich následným zafarbením.

Kontrolné otázky:

1. Akými metódami by ste dokázali prítomnosť uhlíka v zlúčenine?
2. Akú kyselinu je možné použiť na dôkaz uhlíka?
3. Čo ste pozorovali po pridaní kyseliny sírovej k východiskovým vzorkám?

7.2 Dôkaz dusíka – Úloha 1

Teoretická časť:

Dusík (lat. „Nitrogenium“) je chemický prvok, ktorý sa nachádza v Periodickej tabuľke prvkov v V.A skupine a 2. perióde. Má značku N a protónové číslo 7. Je to plyn bez farby a zápachu. Nezávisle od seba ho v roku 1772 objavili Daniel Rutherford a Henry Cavendish, ktorý ho nazvali jedovatým vzduchom. Antoine Lavoisier zistil, že tento plyn je zložkou vzduchu a pretože sa v ňom živé organizmy dusili, pomenoval ho azote (z gréčtiny „zoon“ = život, „a“ = zápor). Dusík tvorí asi 78 % zemskej atmosféry a je nevyhnutný pre život na Zemi. Využíva sa v rôznych odvetviach priemyslu, napríklad v kryotechnike na chladenie, v potravinárskom priemysle na balenie potravín pod ochrannou atmosférou a v elektronike ako ochranná atmosféra pri výrobe polovodičov. Dusík sa vyskytuje aj v mnohých organických zlúčeninách a je súčasťou bielkovín, ktoré tvoria základnú stavebnú jednotku živých organizmov.

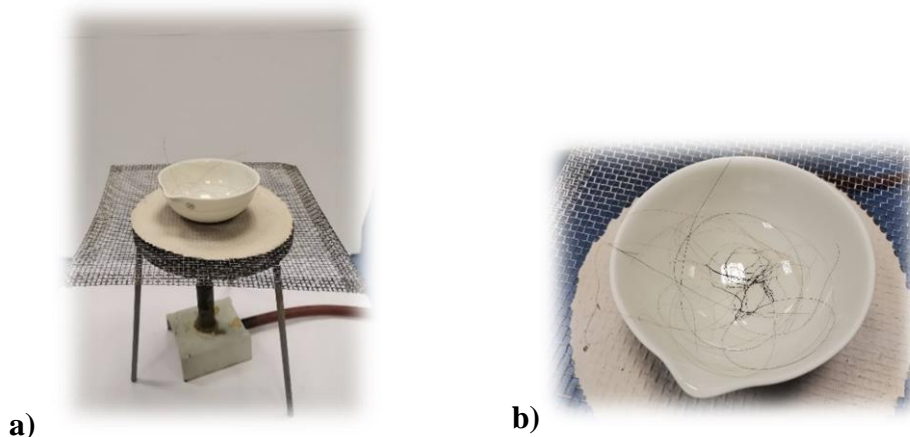
Použité východiskové látky:

vlasy

Postup práce:

1. Malé množstvo vlasov dáme do porcelánovej misky.
2. Porcelánovú misku s vlasmi dáme na trojnožku so sieťkou a zahrievame.
3. Pozorujeme.

Fotodokumentácia:



Obrázok 30. Dôkaz dusíka: a) porcelánová miska s vlasmi a jej zahrievanie; b) výsledok – vlas v porcelánovej miske po zahriatí.

Pozorovanie:

Po chvíli zahrievania sme cítili nad porcelánovou miskou nepríjemný zápach.

Experimentálne výsledky:

Dokázaná bola prítomnosť dusíka vo vzorke vlasov.

Záver:

Prítomnosť dusíka vo vzorke vlasov bola dokázaná zahrievaním vlasov nad plynovým kahanom, a to nepríjemným zápachom, ktorý bol spôsobený uvoľňujúcim sa dusíkom.

Kontrolné otázky:

1. Akými metódami by ste dokázali prítomnosť dusíka v zlúčenine?
2. Čo ste pozorovali po zahriatí vzorky vlasov?

7.3 Dôkaz dusíka – Úloha 2

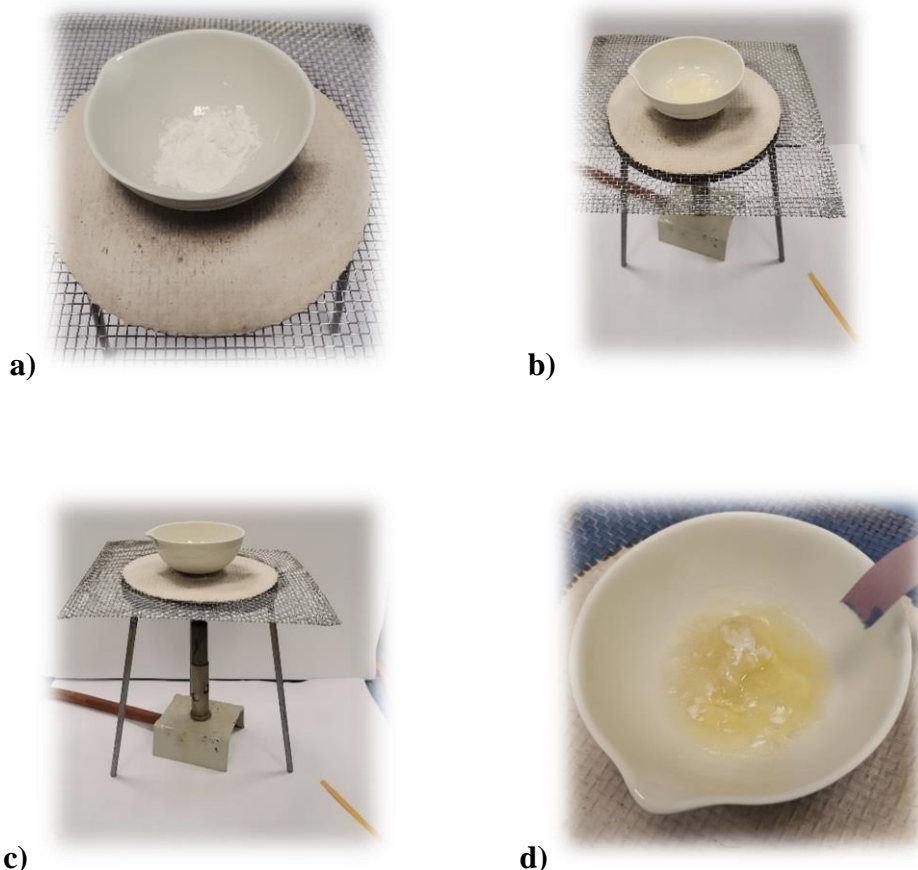
Použité východiskové látky:

NaOH, škrob

Postup práce:

1. Do porcelánovej misky si dáme lyžičku škrobu a pridáme nasýtený roztok NaOH.
2. Pripravenú zmes dobre premiešame a opatrne zahrievame.
3. Lakmusový papierik držíme nad porcelánovou miskou a sledujeme zmeny.

Fotodokumentácia:



Obrázok 31. Dôkaz dusíka: a) porcelánová miska so škrobom; b) prídavok nasýteného roztoku NaOH; c) zahrievanie; d) priloženie lakmusového papierika a sledovanie jeho sfarbenia.

Pozorovanie:



Po zahrievaní zmesi sa nám začal uvoľňovať dusík, čo sme pozorovali modrým sfarbením lakmusového papierika.

Obrázok 32. Pozorovanie prítomnosti dusíka použitím lakmusového papierika.

Experimentálne výsledky:

Dokázaná bola prítomnosť dusíka v zmesi škrobu a nasýteného roztoku NaOH.

Záver:

Prítomnosť dusíka v zmesi škrobu a nasýteného roztoku NaOH sme dokázali zahrievaním zmesi a modrým sfarbením lakmusového papierika.

Kontrolné otázky:

1. Akými chemickými pokusmi vieme dokázať prítomnosť dusíka v organických zlúčeninách?
2. Aké pomôcky a chemikálie potrebujete na uskutočnenie uvedeného pokusu?
3. Vysvetlite pojem lakmusový papierik.

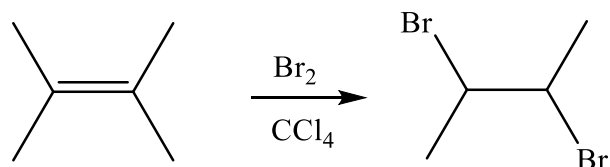
7.4 Dôkaz násobnej (dvojitej) väzby

Teoretická časť:

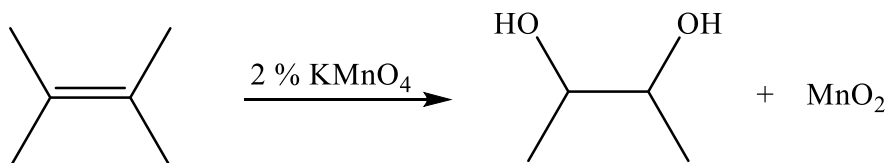
Alkény sú organické zlúčeniny, ktoré obsahujú dvojité väzby. Uhlíky tvoriace dvojité väzby majú sp^2 hybridizáciu.

Na dôkaz dvojitej väzby sa najčastejšie používa:

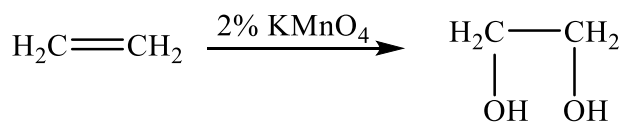
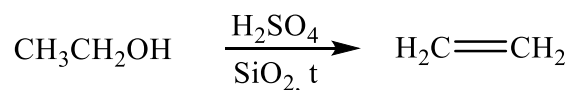
- a) reakcia s brómom, kedy sa látka rozpustí v malom množstve chloroformu a za stáleho miešania sa pomaly prikvapáva 5 % roztok brómu v $CHCl_3$. V prípade pozitívnej reakcie sa červený roztok brómu odfarbí.



- b) reakcia s 2 % KMnO_4 vo vode, ktorý sa pridáva ku skúmanej látke. V prípade pozitívnej reakcie sa fialový roztok manganistanu draselného odfarbí a vzniká MnO_2 vo forme tmavohnedej zrazeniny.



Reakčná schéma:



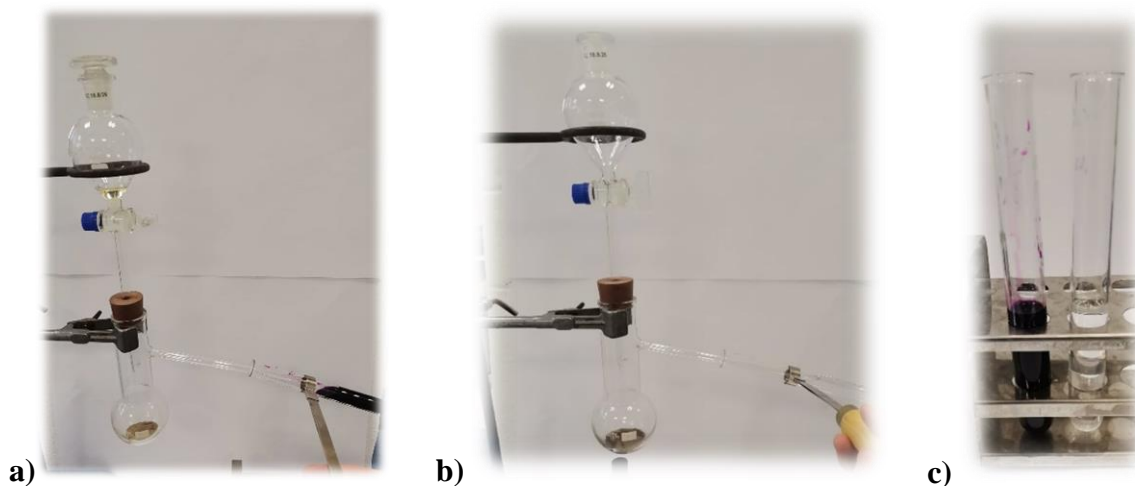
Použité východiskové látky:

piesok, etanol, kyselina sírová, KMnO_4

Postup práce:

1. Do frakčnej banky si nasypeme piesok.
2. Do kadičky si napipetujeme 1 ml etanolu a 2,5 ml kyseliny sírovej.
3. Obsah kadičky preniesieme do oddeľovacieho lievika, ktorý upevníme na frakčnú banku.
4. Frakčnú banku zahrievame a opatrne prikvapkávame zmes etanolu a kyseliny sírovej.
5. Do skúmavky si prelejeme pripravený 2% roztok KMnO_4 .
6. Skúmavku priložíme k ústiu frakčnej banky a sledujeme zmeny.

Fotodokumentácia:



Obrázok 33. Dôkaz násobnej (dvojitej) väzby: a) aparátúra na dôkaz dvojitej väzby v eténe so skúmavkou 2 % KMnO_4 ; b) zmena sfarbenia roztoku 2 % KMnO_4 ; c) porovnanie sfarbenia roztoku 2 % KMnO_4 pred (vľavo) a po zachytávaní eténu (vpravo).

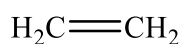
Pozorovanie:



Vznikajúci etén sme zachytávali do skúmavky s roztokom 2 % KMnO_4 , ktorá bola fialovej farby. Prítomnosť násobnej (dvojitej väzby) v eténe sme dokázali odfarbením roztokom 2 % KMnO_4 .

Obrázok 34. Pozorovanie odfarbenia roztoku.

Experimentálne výsledky:



Reakciou etanolu s koncentrovanou kyselinou sírovou v prítomnosti SiO_2 sme pripravili etén, ktorý reaguje s 2 % KMnO_4 , pretože obsahuje dvojitú väzbu.

Záver:

Reakciou eténu s 2 % roztokom KMnO_4 vo vode sme dokázali prítomnosť dvojitej väzby.

Kontrolné otázky:

1. Aký typ reakcií vo všeobecnosti sa používa na dôkaz násobnej väzby?
2. Akými reakciami by ste dokázali prítomnosť dvojitej väzby v zlúčenine? Napíšte všeobecné reakcie.

7.5 Dôkaz násobnej (trojitej) väzby

Teoretická časť:

Alkíny sú organické zlúčeniny, ktoré obsahujú trojitú väzbu. Uhlíky tvoriace trojitú väzbu majú *sp* hybridizáciu. Alkíny majú všeobecný vzorec C_nH_{2n-2} a vyznačujú sa vyššou reaktivitou v porovnaní s alkénmi a alkánmi kvôli prítomnosti trojitej väzby. Vďaka tejto väzbe môžu poskytovať rôzne reakcie, napríklad adičné reakcie, reakcie s halogénmi.

Reakcia CaC_2 s vodou je exotermická. Vzniká acetylén (etín), ktorý má vzorec C_2H_2 . Priloženie tlejúcej špajdle k ústiu Erlenmeyerovej banky s acetylénom spôsobí tvorbu charakteristického svetla, ktoré je spôsobené plazmou vytvorenou vysokým teplom zoradených atómov uhlíka a vodíka.

Reakčná schéma:



Použité východiskové látky:

CaC_2 , voda so saponátom

Postup práce:

1. Do Erlenmeyerovej banky si pripravíme vodu so saponátom a vhodíme do nej kúsok CaC_2 .
2. Necháme prebehnúť reakciu a k ústiu Erlenmeyerovej banky priložíme tlejúcu špajdľu.
3. Pozorujeme.

Fotodokumentácia:



a)

b)

c)

Obrázok 35. Dôkaz násobnej (trojitej) väzby: a) voda so saponátom v Erlenmeyerovej banke; b) prídanie CaC_2 ; c) priloženie tlejúcej špajdle.

Pozorovanie:



Po vhození karbidu vápenatého do Erlenmeyerovej banky s vodou, ktorá obsahuje tenzid napr. Jar sme pozorovali, že nám obsah banky začal kypieť. Po priložení tlejúcej špajdle ku kypiacej pene sa nám pena zapálila.

Obrázok 36. Dôkaz trojitej väzby.

Experimentálne výsledky:

Reakciou CaC_2 so saponátovou vodou sme pripravili acetylén.

Záver:

Acetylén je najjednoduchší alkín s trojitou väzbou. Je možné ho pripraviť reakciou karbidu vápenatého s vodou. Jeho prítomnosť je možné dokázať priložením tlejúcej špajdle ku kypiacej pene.

Kontrolné otázky:

1. Definujte acetylén ako organickú zlúčeninu. Napíšte štruktúrny vzorec.
2. Akými spôsobmi je možné dokázať trojitú väzbu v zlúčenine?

8 Príprava derivátov uhľovodíkov

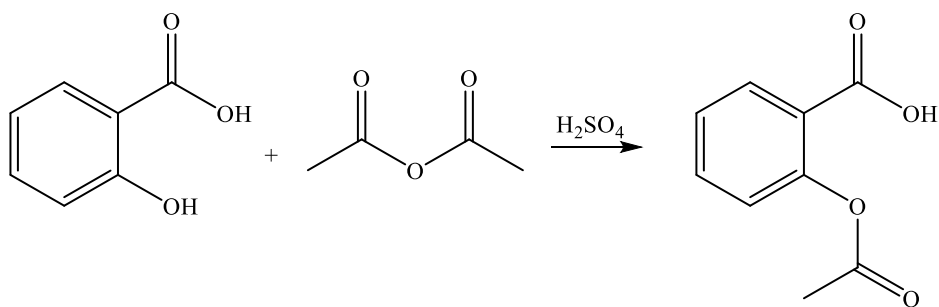
8.1 Príprava kyseliny acetylsalicylovej

Teoretická časť:

Kyselina acetylsalicylová (lat. „acidum acetylsalicylicum“) je aromatická karboxylová kyselina, derivát kyseliny salicylovej. Je účinné analgetikum (pôsobí proti bolesti), antipyretikum (proti horúčke) a potlačuje zápal (antiflogistikum). Bola prvá z tzv. nesteroidných antiflogistík. Pri dlhodobom užívaní znižuje zrážanlivosť krvi (antikoagulačný účinok). Je najstarším synteticky pripraveným liečivom, dodnes bežne používaným napr. pod obchodnými názvami Aspirin, Acylpyrin, Anopyrin, a iné.

Reakciou kyseliny salicylovej s acetanhydridom za prítomnosti kyseliny sírovej ako kyslého katalyzátora dochádza k reakcii hydroxylovej skupiny s acetanhydridom (esterifikácii), čím vzniká kyselina acetylsalicylová.

Reakčná schéma:



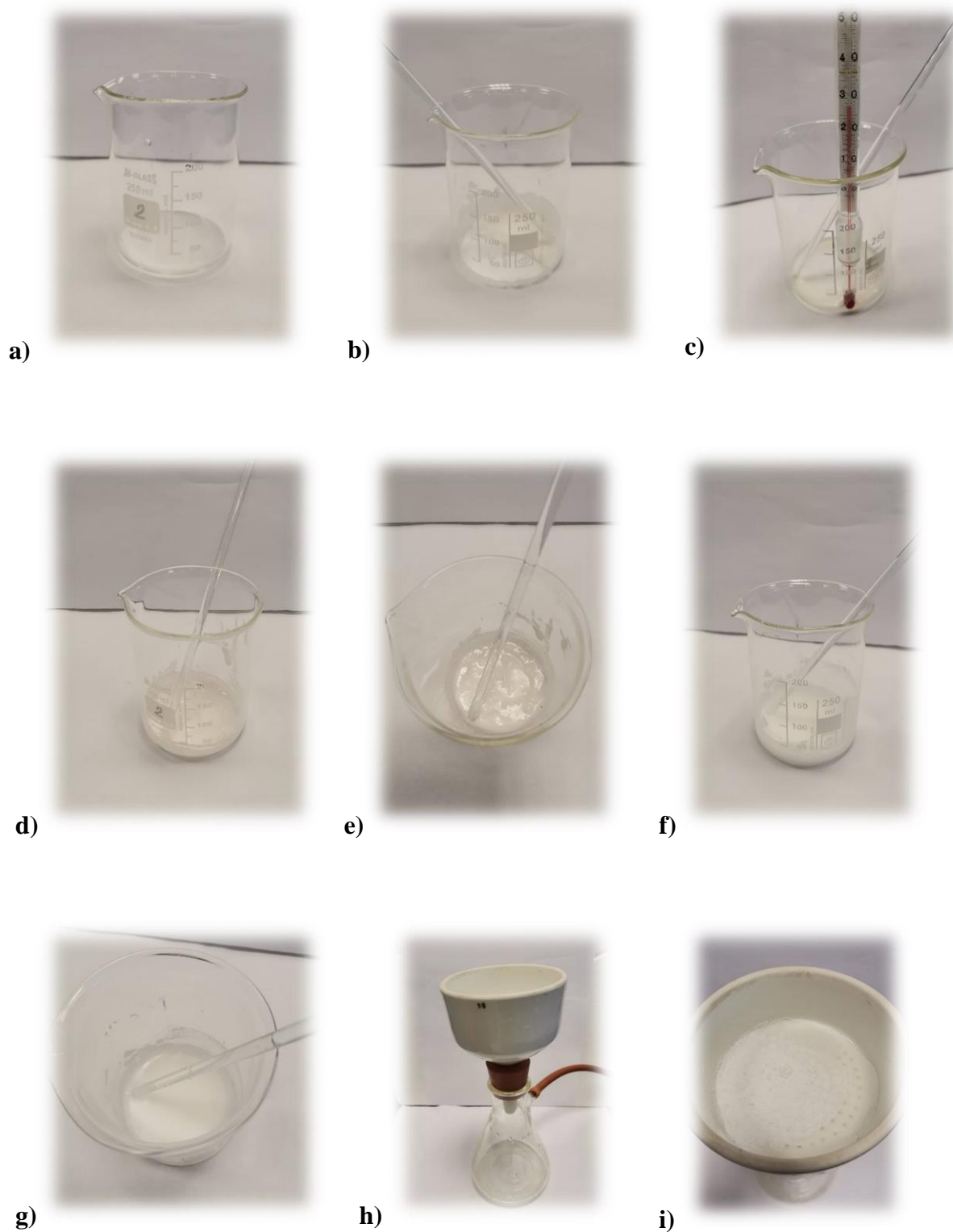
Použité východiskové látky:

kyselina sírová, anhydrid kyseliny octovej, kyselina salicylová

Postup práce:

1. Do suchej kadičky pridáme 2,5 ml anhydridu kyseliny octovej a 0,75 ml koncentrovanej H₂SO₄. Premiešame.
2. Pridáme opatrne 1,25 g kyseliny salicylovej a miešame, kým sa nerozpustí.
3. Po 10 – 15 min sledujeme stuhnutie reakčnej zmesi a pridáme 25 ml vody. Miešame.
4. Vzniknutý produkt odsajeme, vysušíme a stanovíme jeho hmotnosť.

Fotodokumentácia:



Obrázok 37. Príprava kyseliny acetylsalicylovej: a) anhydrid kyseliny octovej s kyselinou sírovou; b) pridanie kyseliny salicylovej; c) sledovanie teploty; d) tuhnutie zmesi – pohľad z boku; e) tuhnutie zmesi – pohľad zhora; f) pridanie vody – pohľad z boku; g) pridanie vody – pohľad zhora; h) filtrácia produktu cez Büchnerov lievnik; i) produkt reakcie – acylpyrín.

Pozorovanie:



Po pridaní kyseliny salicylovej k zmesi anhydridu kyseliny octovej a koncentrovanej kyseliny sírovej sme mohli pozorovať zahriatie reakčnej zmesi. Po niekoľkých minútach (10 – 15 min) teplota klesla na cca 30 °C a obsah banky stuhol.

Pripravený produkt bol bielej farby a tuhého skupenstva.

Obrázok 38. Acylpyrín

Experimentálne výsledky:

$m_{\text{EXP}} = 1,3 \text{ g}$

Záver:

Reakciou kyseliny salicylovej s anhydridom kyseliny octovej v prítomnosti koncentrovanej kyseliny sírovej sme pripravili kyselinu acetylsalicylovú, známu aj ako liečivo acylpyrín.

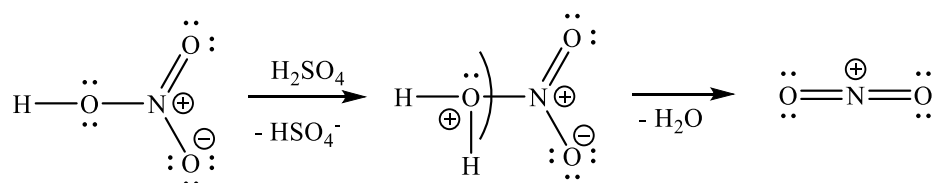
Kontrolné otázky:

1. Aké východiskové látky sa používajú na prípravu kyseliny acetylsalicylovej?
2. Napíšte reakciu prípravy kyseliny acetylsalicylovej.
3. Vysvetlite použitie kyseliny sírovej pri príprave kyseliny acetylsalicylovej.

8.2 Príprava 1-nitronaftalénu

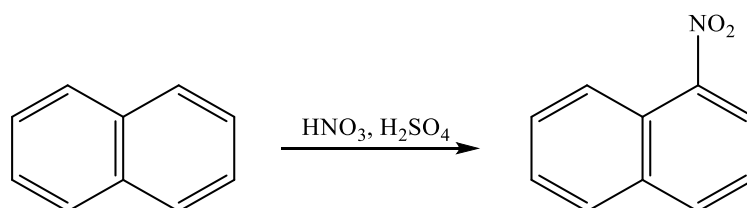
Teoretická časť:

Nitrácia aromatických zlúčenín sa uskutočňuje použitím nitračnej zmesi – zmes koncentrovanej kyseliny sírovej a kyseliny dusičnej. Kyselina sírová je z pohľadu pKa hodnôt silnejšia kyselina, a tak protonizuje kyselinu dusičnú, ktorá reaguje ako báza. Po odštiepení vody sa vytvorí nitróniový kation (elektrofilná častica), ktorá reaguje s aromatickou zlúčeninou za vzniku nitroderivátu.



Pri nitrácii aromatických zlúčenín treba byť veľmi opatrný, pretože nitračná zmes je silne korozívna a výbušná. Pracuje sa s ňou v chladiacom kúpeli a postupuje sa pomaly a opatrne.

Reakčná schéma:



Použité východiskové látky:

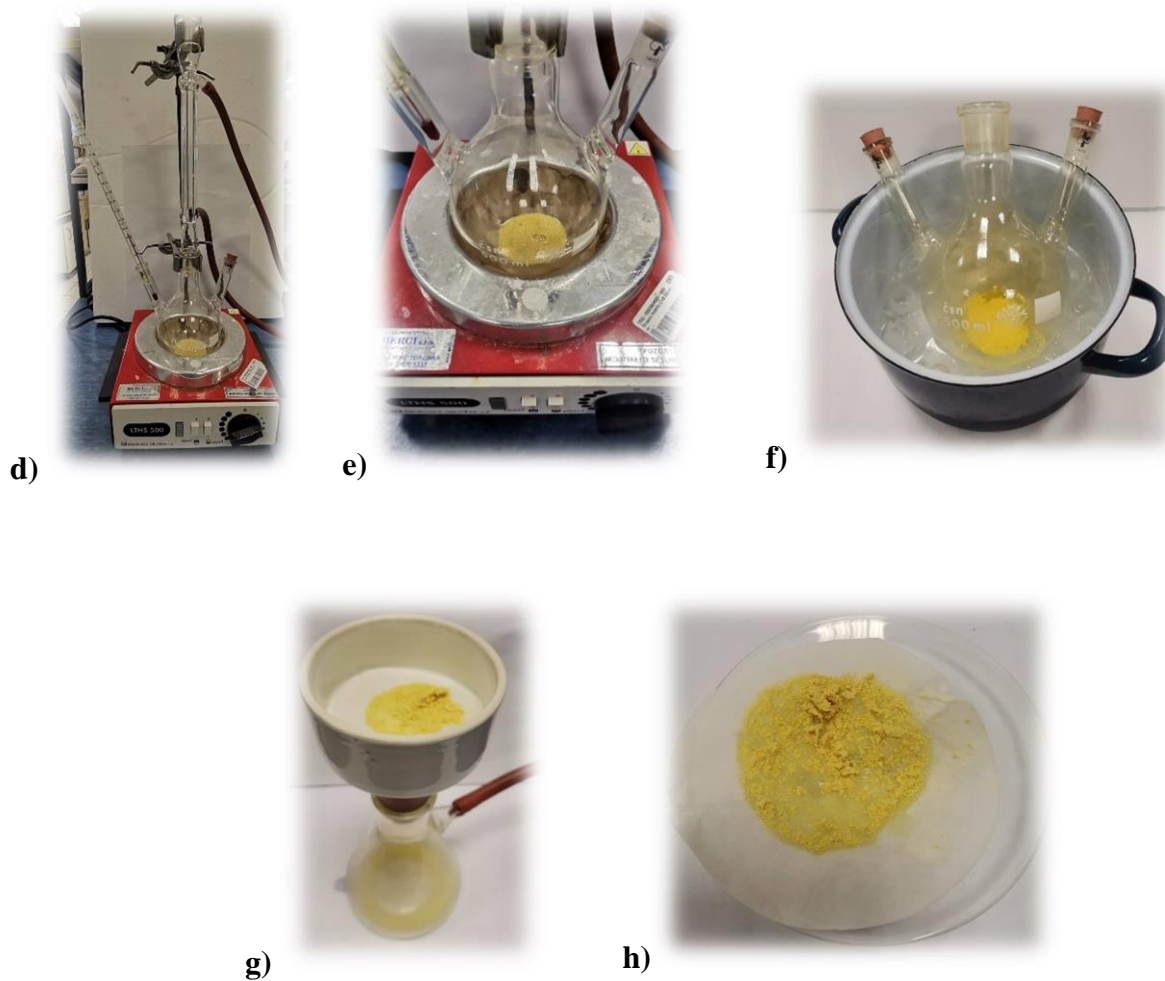
kyselina sírová, kyselina dusičná, naftalén, deionizovaná voda

Postup práce:

1. Do kadičky chladenej v ľadovom kúpeli pridáme 6 ml koncentrovanej kyseliny sírovej a opatrne pridáme 6 ml koncentrovanej kyseliny dusičnej.
2. Do pripravenej nitračnej zmesi pomaly pridávame 0,5 g naftalénu, pričom by teplota nemala vystúpiť nad $50\text{ }^\circ\text{C}$.
3. Po pridaní celého množstva naftalénu zmes prelejeme do trojhrdlej banky opatrenej teplomerom zátkou a spätným chladičom.
4. Banku zahrievame po spätným chladičom približne 30 min na teplotu $60\text{ }^\circ\text{C}$. Ak máme vodný kúpeľ, tak jeho teplotu udržiujeme na $80\text{ }^\circ\text{C}$.
5. Reakčnú zmes vylejeme na 60 g ľadu a po rozpustení ľadu odsajeme 1-nitronaftalén na Büchnerovom lieviku.
6. Rekryštalizáciu môžeme uskutočniť zo 60 ml vody.
7. Vzniknuté kryštáliky vysušíme na vzduchu. Produkt odvážeme.

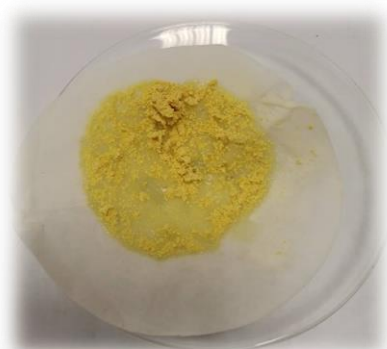
Fotodokumentácia:





Obrázok 39. Príprava 1-nitronaftalénu: a) naftalén; b) nitračná zmes; c) pridanie naftalénu; d) zahrievanie reakčnej zmesi; e) pohľad na reakčnú zmes pri zahrievaní; f) chladenie reakčnej zmesi; g) filtrácia produktu cez Büchnerov lievnik; h) produkt reakcie – 1-nitronaftalén.

Pozorovanie:



Po pridaní naftalénu k reakčnej zmesi sme pozorovali zmenu sfarbenia na žltú farbu. Po zahriatí reakčnej zmesi a jej následnom ochladení sme pomocou Büchnerovho lievika odfiltrovali finálny produkt 1-nitronaftalén, ktorý bol žltej farby a tuhého skupenstva.

Obrázok 39. 1-nitronaftalén.

Experimentálne výsledky:

$m_{\text{exp}} = 0,53 \text{ g}$

Záver:

Reakciou naftalénu s nitračnou zmesou ($\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{HNO}_3$ v pomere 1:1 (V/V)).

Kontrolné otázky:

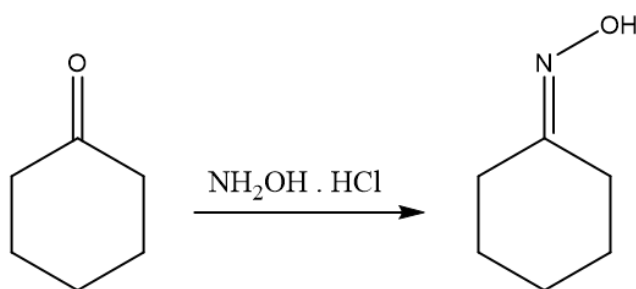
1. Definujte nitračnú zmes.
2. Napíšte mechanizmus nitrácie naftalénu.
3. Stručne popíšte $-\text{NO}_2$ skupinu.

8.3 Príprava cyklohexanón-oxímu

Teoretická časť:

Cyklohexanón je bezfarebné kvapalina, ktorá je užitočná ako východisková látka v organických syntézach. Ide o zlúčeninu, ktorá pomerne ľahko podlieha oxidácii, čo spôsobuje jej žltó-oranžové zafarbenie. Reakciou cyklohexanónu s vodným roztokom octanu sodného a $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ (adíciou zlúčenín dusíka na karbonylové zlúčeniny) je možné pripraviť cyklohexanón-oxím. Z neho je možné pripraviť napríklad polyamidové vlákno Nylon 66.

Reakčná schéma:



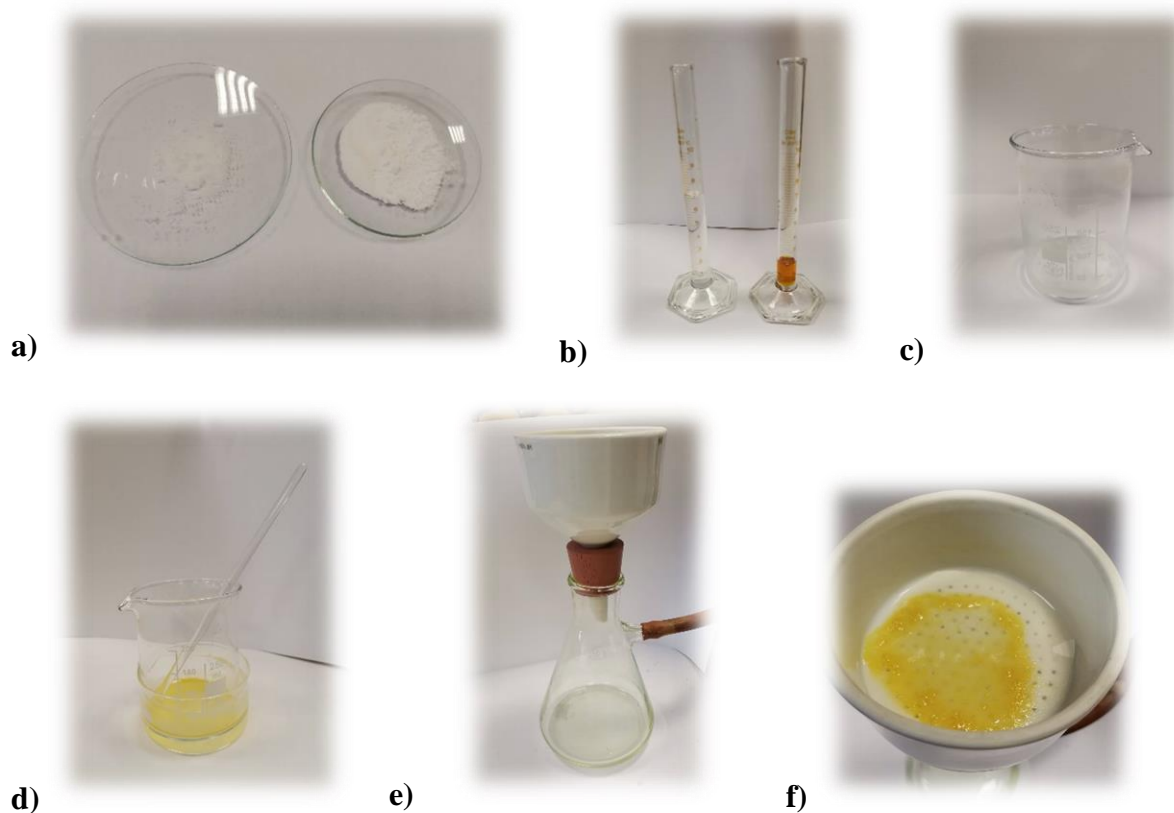
Použitie východiskové látky:

octan sodný, $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$, cyklohexanón, deionizovaná voda

Postup práce:

8. Pripravíme si požadované množstvá východiskových látok.
9. V kadičke pripravíme roztok 1,75 g $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ a 4,0 g octanu sodného v 7 cm^3 vody.
10. Roztok chladíme v ľadovom kúpeli a postupne pridávame 1,9 cm^3 cyklohexanónu.
11. Reakčnú zmes miešame cca 10 – 15 min za stáleho chladenia.
12. Vypadnuté kryštáliky odsajeme filtráciou cez Büchnerov lievnik a premyjeme ich pár ml studenej vody.
13. Stanovíme hmotnosť produktu. * Produkt je možné rekryštalizovať z etanolu.

Fotodokumentácia:



Obrázok 40. Príprava cyklohexanón-oxímu: a) východiskové látky – octan sodný, $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$; b) východiskové látky – deionizovaná voda, cyklohexanón; c) roztok octanu sodného a $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ vo vode; d) pridávanie cyklohexanónu do pripraveného roztoku za chladenia zmesi v ľadovom kúpeli; e) filtrácia produktu cez Büchnerov lievnik; f) produkt reakcie – cyklohexanón-oxím.

Pozorovanie:



**Obrázok 41. Kryštály
cyklohexanón-oxímu**

Vodný roztok octanu sodného a $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ bol bezfarebný. Cyklohexanón je látka, ktorá v pomerne krátkej dobe podlieha oxidácii, čo sa prejavilo jej žlto-oranžovým zafarbením. Po pridaní cyklohexanónu k vodnému roztoku octanu sodného a $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ za stáleho chladenia reakčnej zmesi v ľadovom kúpeli sme pozorovali vznik kryštálikov žltej farby. Cyklohexanón-oxím je biela kryštalická látka. Náš produkt bol sfarbený do žltá z dôvodu sfarbenia východiskového cyklohexanónu, ktorý podliehal oxidácii. Pomocou Büchnerovho lievika sme odfiltrovali finálny produkt cyklohexanón-oxím.

Experimentálne výsledky:

$$m_{\text{exp}} = 0,53 \text{ g}$$

Záver:

Reakciou cyklohexanónu s vodným roztokom octanu sodného a $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ sme pripravili cyklohexanón-oxím.

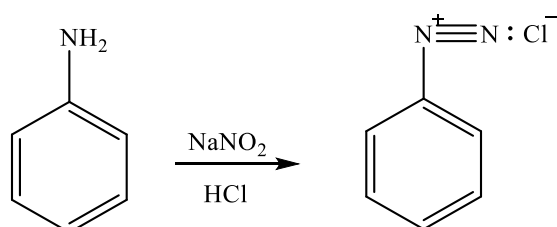
Kontrolné otázky:

1. Napíšte reakciu prípravy cyklohexanón-oxímu.
2. Prečo podlieha cyklohexanón oxidácii?
3. Za akým účelom sa uskutočňuje uvedená syntéza? Má cyklohexanón-oxím ďalšie využitie?

8.4 Príprava sodnej soli Oranz II.

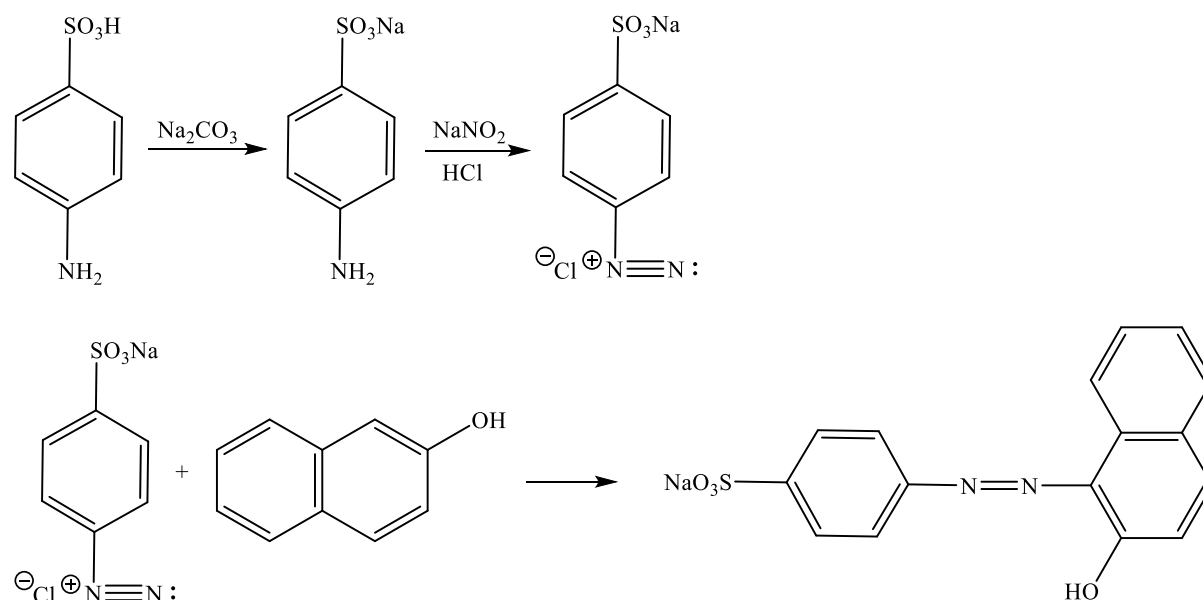
Teoretická časť:

Diazotáciou aromatických amínov vznikajú diazóniové soli, ktoré sú v porovnaní s alifatickými analógmi stabilnejšie. Dôvodom je konjugácia trojitej väzby medzi atómami dusíka s aromatickým jadrom. Diazóniové soli patria k užitočným produktom v organickej syntéze. Diazoskupina sa dá substituovať inými atómami alebo skupinami.



Kopulácia je substitučná reakcia. Pri tejto reakcii vzniká väzba medzi koncovým dusíkom diazoskupiny a aromatickým uhlíkom. Keďže diazóniové soli sú slabé elektrofilné činidlá, ich reaktivitu v kopulačných reakciách zvyšuje elektrónakceptorný substituent. Reagovať však môžu s elektrónovo bohatými aromatickými zlúčeninami, najčastejšie fenolmi alebo ich soľami. Produktom reakcie sú diazénové farbivá. V našej úlohe bude pripravený natrium-4-[(2-hydroxynaftalén-1-yl)diazenyl]benzénsulfonát.

Reakčná schéma:



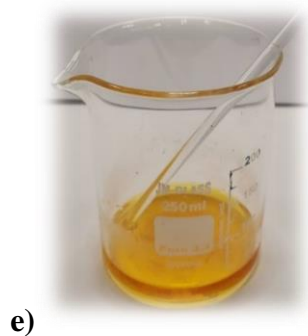
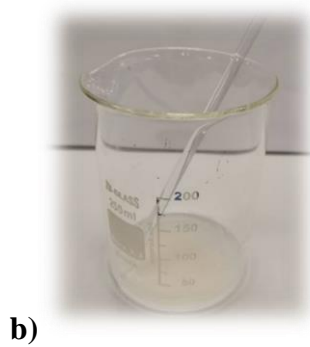
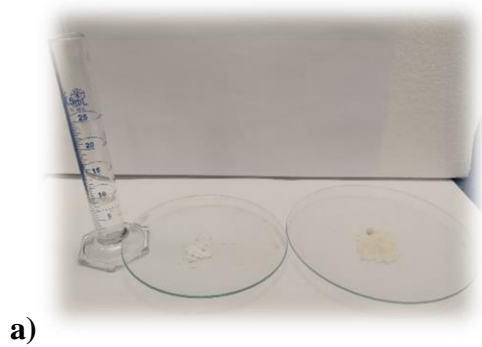
Použité východiskové látky:

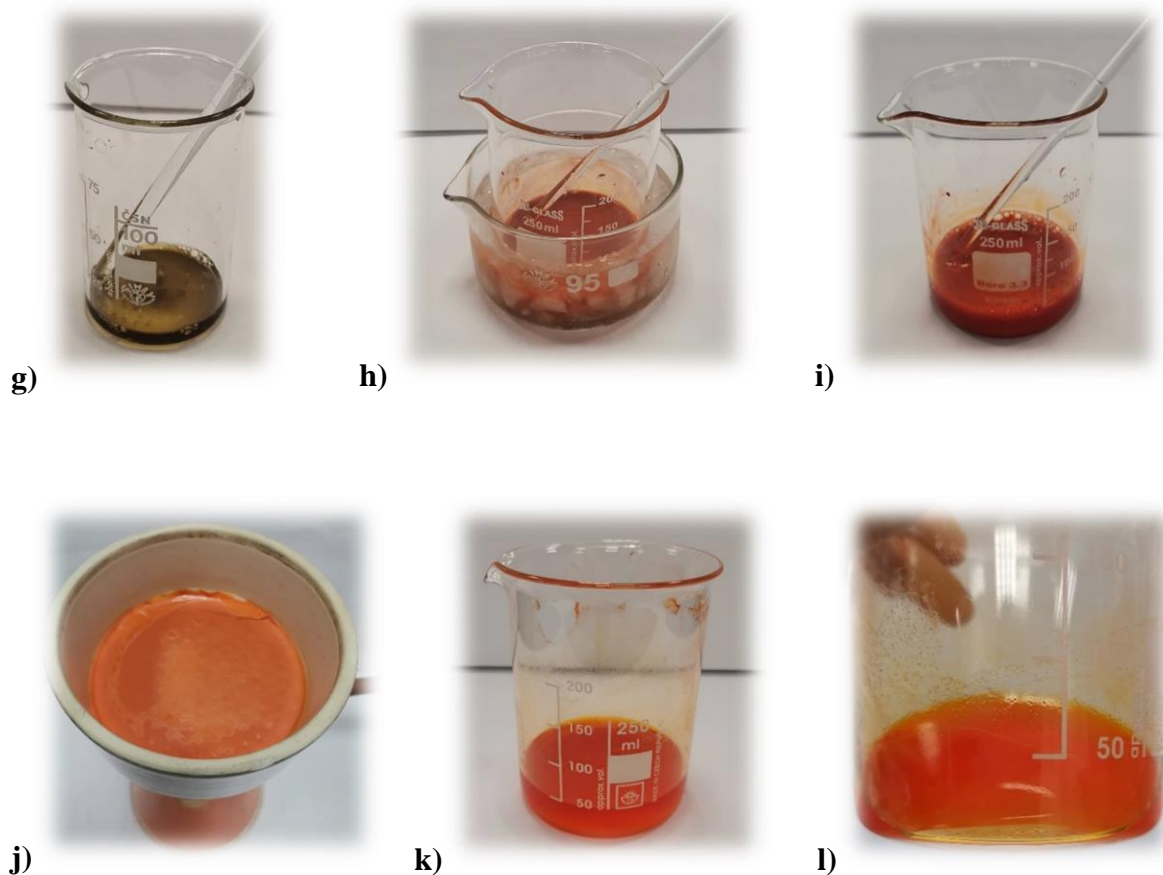
Na_2CO_3 , kyselina sulfanilová, NaNO_2 , β -naftol, NaOH , NaCl , etanol, voda

Postup práce:

1. Do kadičky sme pridáme 8,5 ml deionizovanej vody, 0,2 g Na_2CO_3 a 0,8 g kyseliny sulfanilovej. Reakčnú zmes zahrievame až kým sa kyselina nerozpustí.
2. Zmes chladíme pod tečúcou vodou alebo vo vodnom kúpeli a pridáme 0,3 g NaNO_2 .
3. Ochladenú zmes pridáme do kadičky **A**, kde máme pripravený roztok zriedenej kyseliny HCl (0,75 ml HCl a 4,5 ml ľadovej vody).
4. V druhej kadičke rozpustíme 0,6 g β -naftolu a 3,5 ml 10 % roztoku NaOH a postupne ho pridáme ku zmesi v kadičke **A**. Miešame cca 5 minút.
5. Do roztoku pridáme 1,5 g NaCl a necháme stáť. Následne ho preniesieme chladiť do ľadového kúpeľa.
6. Pripravenú zmes prefiltrujeme cez Büchnerov lievik a premyjeme nasýteným roztokom NaCl .
7. Produkt rozpustíme v etanole a necháme kryštalizovať.

Fotodokumentácia:





Obrázok 42. Príprava sodnej soli Oranž II: a) východiskové látky – voda, Na_2CO_3 a kyselina sulfanilová; b) zmes vody, Na_2CO_3 a kyseliny sulfanilovej; c) zahriatie zmesi; d) NaNO_2 ; e) prídavok NaNO_2 ; f) zmes β -naftolu a 10 % roztoku NaOH ; g) zmes po pridaní zriedeného roztoku HCl ; h) prídanie zmesi β -naftolu a 10% roztoku NaOH do kadičky A, chladenie roztoku v ľadovom kúpeli a následný prídavok NaCl ; i) pripravená reakčná zmes; j) filtrácia zmesi cez Büchnerov lievik; k) kryštalizácia produktu v etanole; l) tvorba kryštálov.

Pozorovanie:



Po pridaní kyseliny sulfanilovej do roztoku Na_2CO_3 sme mohli pozorovať, že sa kyselina sulfanilová rozpustila až po zahriatí. Po pridaní β -naftolu a 10 % roztoku NaOH do kadičky A zmenila zmes farbu na oranžovú. Finálny produkt bol v záverečnej fáze rekryštalizovaný v etanole. Výsledkom boli kryštálky oranžovej farby, ktoré sme pozorovali na stenách kadičky.

Obrázok 43. Sodná soľ metyloranž.

Experimentálne výsledky:

Výsledkom reakcie bola príprava sodnej soli Oranž II. Sodná soľ Oranž II. má chemický názov natrium-4-[(2-hydroxynaftalén-1-yl) diazenyl]benzénsulfonátu.

Záver:

Diazóniové soli slúžia ako užitočný produkt v organickej syntéze. Reakciou pripravenej diazóniovej soli s roztokom β -naftolu v zriedenom roztoku NaOH bol pripravený produkt sodná soľ Oranž II.

Kontrolné otázky:

1. Akou reakciou sa pripravujú diazóniové soli?
2. Napíšte všeobecný mechanizmus prípravy diazóniových solí.
3. Napíšte reakciu prípravy sodnej soli metyloranž II.

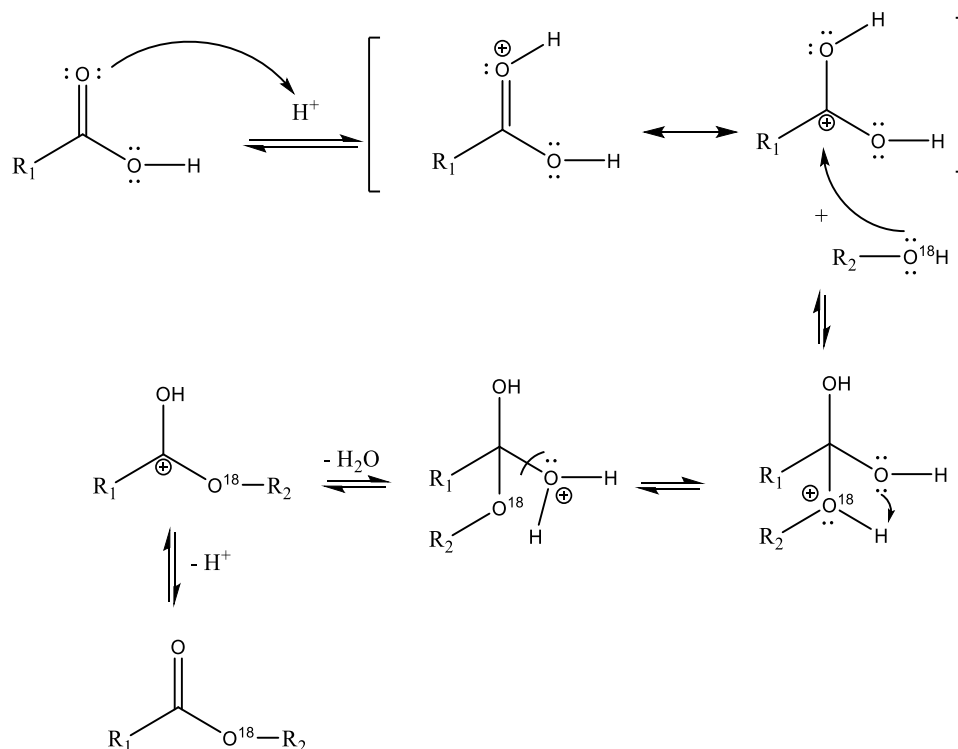
8.5 Príprava metyl-benzoátu

Teoretická časť:

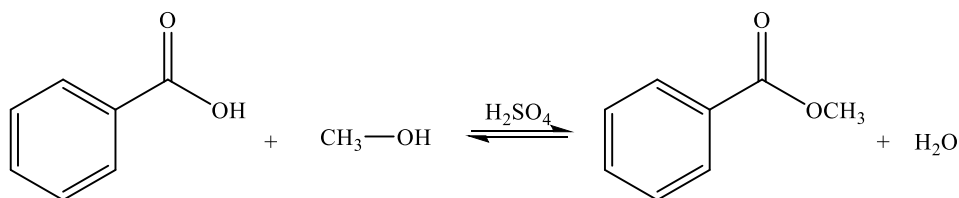
Esterifikácia je kyslo katalyzovaná reakcia karboxylových kyselín s alkoholmi. Ako katalyzátor sa používa najčastejšie kyselina sírová. Bolo dokázané, že atóm kyslíka, ktorý sa nachádza v molekule esteru, pochádza z alkoholu. Je možné to dokázať izotopovým značením kyslíka.

Pri izotopovej značke kyslíka sa používa izotop ^{18}O , ktorý sa nahradí v karboxylovej kyseline a následne sa použije pri esterifikácii s alkoholom. Vzniknutý ester sa potom analyzuje pomocou hmotnostnej spektrometrie, kde sa dá zistiť, či sa v ňom nachádza izotop ^{18}O alebo nie. Takto je možné dokázať, že atóm kyslíka v estere pochádza z alkoholu a nie z karboxylovej kyseliny.

Mechanizmus reakcie:



Reakčná schéma:



Použité východiskové látky:

kyselina benzoová, metanol, kyselina sírová, deionizovaná voda, NaHCO₃, Na₂SO₄

Postup práce:

1. Do 250 ml varnej banky dáme 4,9 g kyseliny benzoovej, 10 ml metanolu a 1 ml koncentrovanej kyseliny sírovej. Reakčnú zmes refluxujeme po dobu 1 hodiny.
2. Varnú banku ochladíme studenou vodou a reakčnú zmes dáme po ochladení do oddeľovacieho lievika.
3. Pridáme 30 ml deionizovanej vody a dobre pretrepeme.
4. Organickú vrstvu premyjeme 8 ml 5% roztoku NaHCO₃ a opäť 8 ml vody.
5. Organickú vrstvu vysušíme nad Na₂SO₄.
6. Sušidlo odfiltrujeme a zmeriame objem produktu.

Fotodokumentácia:



a)



b)



c)



d)



e)



f)



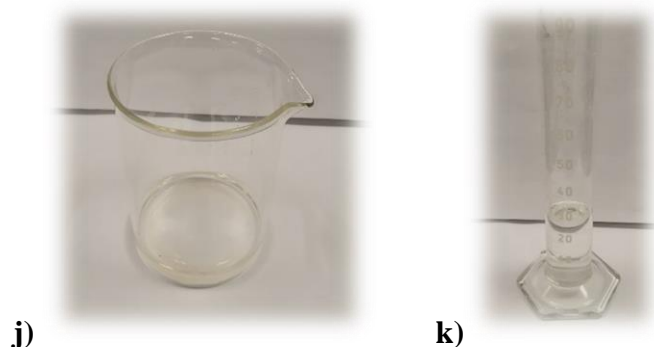
g)



h)

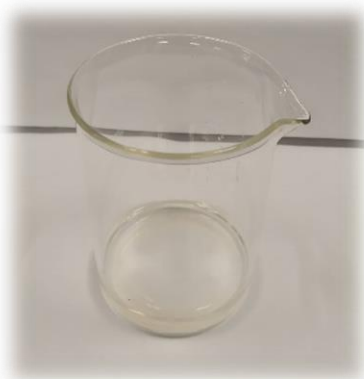


i)



Obrázok 44. Príprava metyl-benzoátu: a) východiskové látky – kyselina benzoová, metanol a kyselina sírová; b) zahrievanie reakčnej zmesi; c) chladenie banky v studenom vodnom kúpeli; d) extrakcia reakčnej zmesi s vodou; e) extrakcia reakčnej zmesi s vodou – detail; f) extrakcia reakčnej zmesi s 5 % roztokom NaHCO_3 ; g) extrakcia reakčnej zmesi s 5 % roztokom NaHCO_3 -detail; h) sušenie organickej vrstvy nad Na_2SO_4 ; i) odfiltrovanie sušidla; j) metyl-benzoát; k) meranie objemu metyl-benzoátu.

Pozorovanie:



Prípravený metyl-benzoát bol bezfarebná kvapalina výraznej vône.

Obrázok 45. Pripravený metyl-benzoát.

Experimentálne výsledky:

$V_{\text{EXP}} = 25 \text{ ml}$

Záver:

Reakciou kyseliny benzoovej s metanolom v kyslom prostredí H_2SO_4 sme pripravili metyl-benzoát s objemom 25 ml. Po vysušení nad bezvodým Na_2SO_4 a odfiltrovaní rozpúšťadla by bolo potrebné produkt predestilovať a zachytávať frakciu s teplotou varu $197 - 200 \text{ }^\circ\text{C}$.

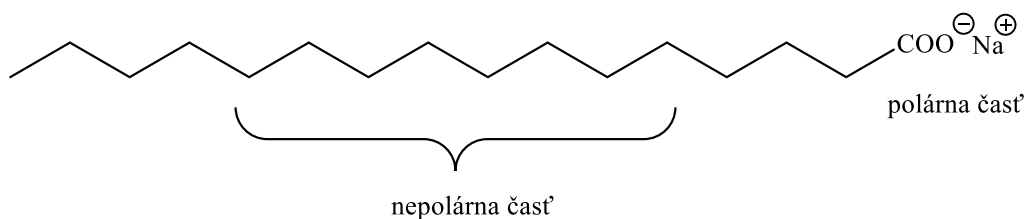
Kontrolné otázky:

1. Napíšte vzorec metyl-benzoátu.
2. Napíšte reakciu prípravy metyl-benzoátu.
3. Definujte typ reakcie v uvedenom experimente.
4. Vysvetlite mechanizmus esterifikácie.
5. Za akým účelom sa používa sušidlo Na₂SO₄?

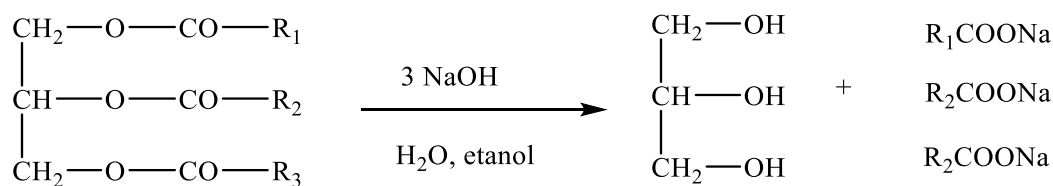
8.6 Príprava sodných solí mastných kyselín – zmydelňovanie

Teoretická časť:

Zmydelňovanie alebo saponifikácia je hydrolýza esterov karboxylových kyselín roztokmi alkalických hydroxidov za vzniku sodných alebo draselných solí, ktoré sa používajú ako mydlá. Vo vode môžu soli kyselín vytvárať zhľuky, tzv. micely. Nepolárne dlhé uhlíkové reťazce sa usporadúvajú do stredu micely. Po obvode sa nachádzajú záporne nabité skupiny – COO⁻ a kationy Na⁺. Nepolárnou časťou molekuly sa obalí nečistota, ktorá má nepolárnu štruktúru a na povrchu zostanú nabité častice. Tie zabezpečujú rozpustnosť vo vode.



Reakčné schéma:



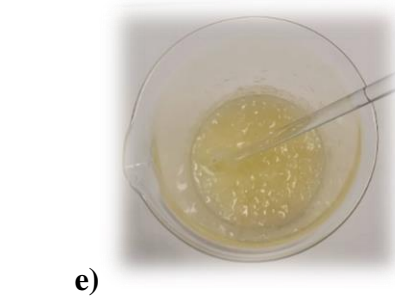
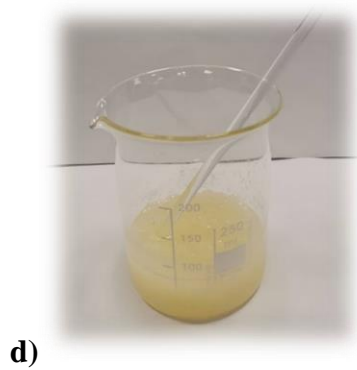
Použité východiskové látky:

etanol, voda, NaOH, tuk, NaCl

Postup práce:

1. Do kadičky si zarobíme zmes 10 ml vody a 10 ml 95 % etanolu. Pridáme 2,5 g NaOH.
2. Do 250 ml varnej banky dáme 3 g tuku (masť, olej, maslo) a prilejeme pripravený roztok.
3. Reakčnú zmes refluxujeme približne 30 – 45 minút.
4. Do druhej kadičky si zarobíme roztok 15 g NaCl v 50 ml vody. Rozpustíme.
5. Reakčnú zmes potom naraz nalejeme do pripraveného ochladeného roztoku soli a intenzívne miešame tyčinkou.
6. Vyzrážané mydlo odsajeme cez Büchnerov lievik a premyjeme malým množstvom studenej vody. Produkt necháme vysušiť pri laboratórnej teplote.

Fotodokumentácia:





g)

Obrázok 46. Príprava mydla: a) zahrievanie reakčnej zmesi k varu; b) reakčná zmes po refluxe – 30–45 min; c) vodný roztok soli; d) pridanie refluxovanej zmesi do vodného roztoku soli; e) zahusťovanie – detail; f) filtrácia cez Büchnerov lievnik; g) mydlo.

Pozorovanie:



Po pridaní horúcej reakčnej zmesi do studeného vodného roztoku soli sme pozorovali vytvorenie hmoty hustej konzistencie, ktorá intenzívnym miešaním hustla. Finálne mydlo bolo jemne žltej farby, pridaním potravinárskeho farbiva alebo vône by bolo možné ho zafarbiť alebo mu dodať vôňu.

Obrázok 47. Mydlo

Experimentálne výsledky:

Reakciou bolo pripravené mydlo.

Záver:

Refluxovaním zmesi tuku rozpusteného vo vode a etanole a jej následným vyliatím do studeného roztoku soli sme pripravili sodnú soľ mastných kyselín – mydlo.

Kontrolné otázky:

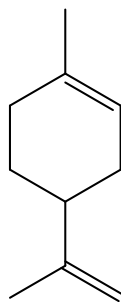
1. Aké východiskové látky sa používajú na prípravu mydla.
2. Napíšte rovnicu zmydeľňovania.
3. Aké produkty vznikajú pri príprave mydla?
4. Čo by ste použili na prípravu farebného mydla?

9 Izolácia organických zlúčenín z prírodných materiálov

9.1 Izolácia limonénu z kôry (šupiek) citrusového ovocia

Teoretická časť:

Limonén je organická zlúčenina patriaca do skupiny cyklických terpénov. Ide o bezfarebnú kvapalinu výraznej vône, ktorú je možné izolovať z kôry citrusových plodov.



Obrázok 48. Limonén.

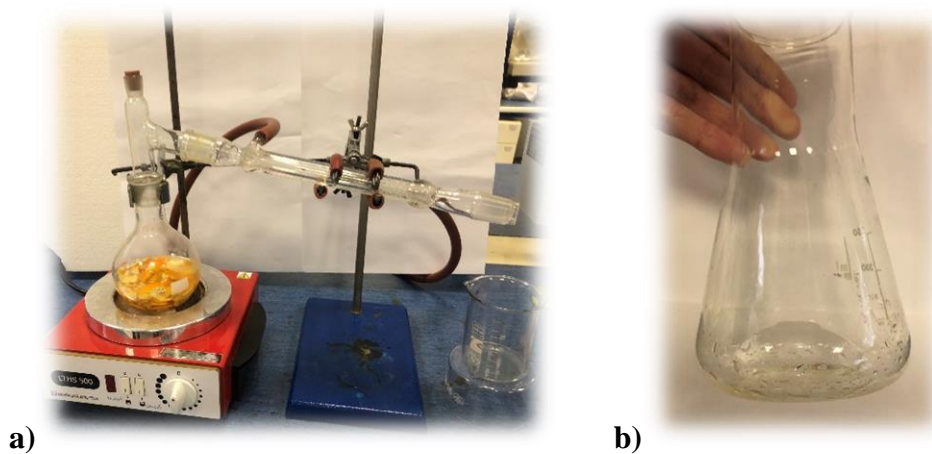
Použité východiskové látky:

pomarančová šupa, voda, varné kamienky

Postup práce:

1. Do 250 cm³ varnej banky s okrúhlym dnom sme vložili nasekanú pomarančovú kôru a pridali vodu tak, aby objem nepresahoval viac ako 2/3 objemu banky a aby bola kôra zaliata.
2. Pridali sme varné kamienky, nasadili Liebigov chladič a destilovali.

Fotodokumentácia:



Obrázok 49. Izolácia limonénu: a) zahrievanie pomarančovej šupy vo vode; b) pripravený limonén.

Pozorovanie:



Silica bola pozorovaná vo forme olejovitej škvrnky na povrchu vydestilovanej vody. Charakteristická bola príjemnou pomarančovou vôňou.

Obrázok 50. Limonén.

Experimentálne výsledky:

Izolovaná bola silica vo forme olejovitej škvrnky na povrchu vydestilovanej vody.

Záver:

Destiláciou pomarančových šúp vo vode sme izolovali limonén z kôry pomaranča.

Kontrolné otázky:

1. Napíšte vzorec limonénu.
2. Akou laboratórnou metódou by ste izolovali limonén z pomarančových šúp?

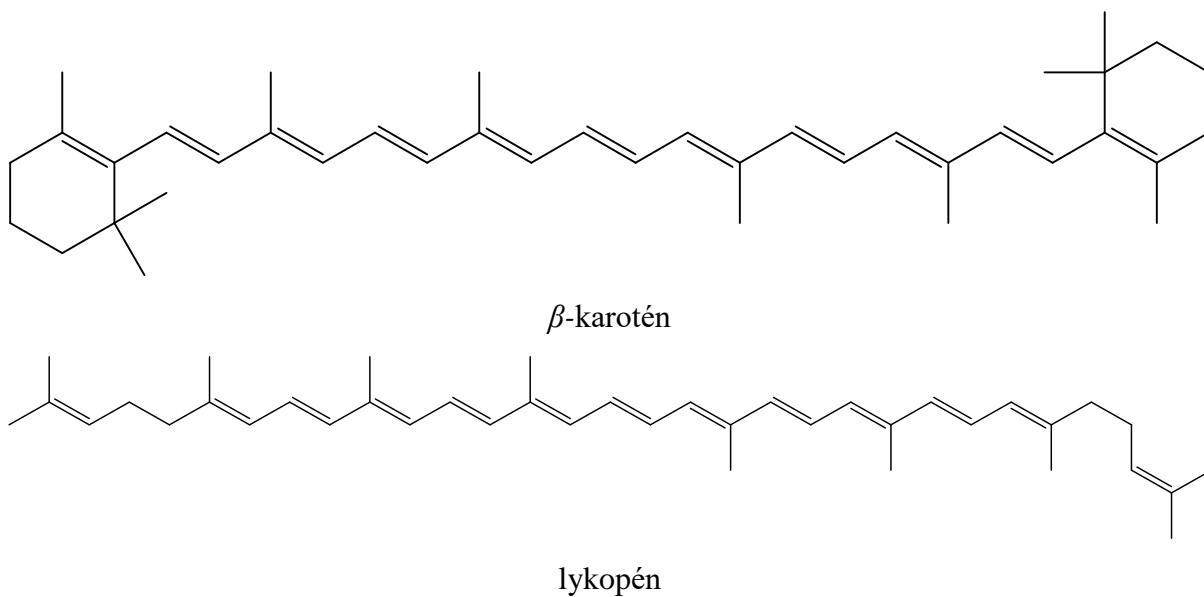
9.2 Izolácia β -karoténu a lykopenú z paradajkového pretlaku

Teoretická časť:

β -karotén je farbivo patriace do skupiny karotenoidov. Je provitamínom vitamínu A, ktorý je užitočný pre svoje antioxidačné vlastnosti, ale aj na podporu zdravých očí, či pokožky. Prijímame ho vo forme ovocia a zeleniny.

Lykopen je červené rastlinné farbivo, ktoré patrí tiež do skupiny karotenoidov. Má významné antioxidačné vlastnosti, používa sa na prevenciu nádorových ochorení, kde svojim pôsobením môže znížiť riziko metastáz. Keďže je aj bohatým zdrojom draslíka, ktorý je nevyhnutný pre činnosť srdca, tak slúži aj ako prevencia nádorových ochorení. Za jeho najlepšie zdroje sa považujú paradajkový pretlak, melón, ružový grep.

Z paradajkového pretlaku je možné izolovať β -karotén s hodnotou $R_{f1} \text{ (teor)} = 0,7$ a lykopen s hodnotou $R_{f2} \text{ (teor)} = 0,4$.



Obrázok 51. Vzorec β -karoténu a lykopénu.

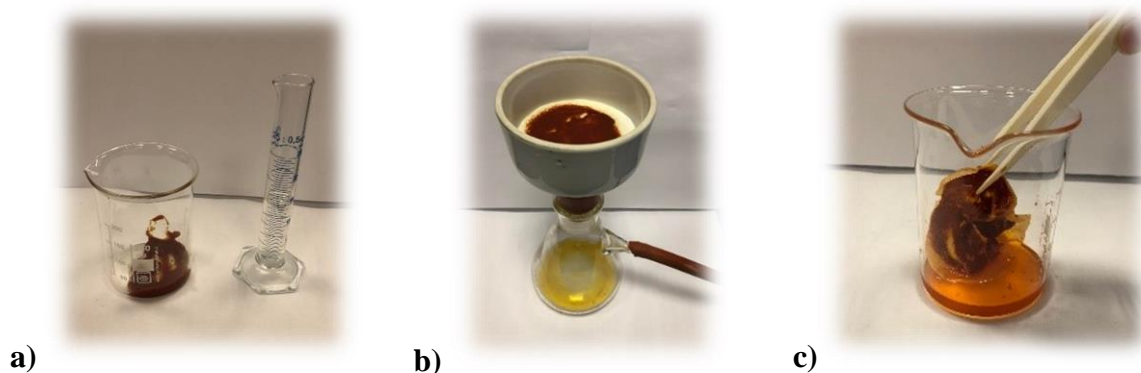
Použité východiskové látky:

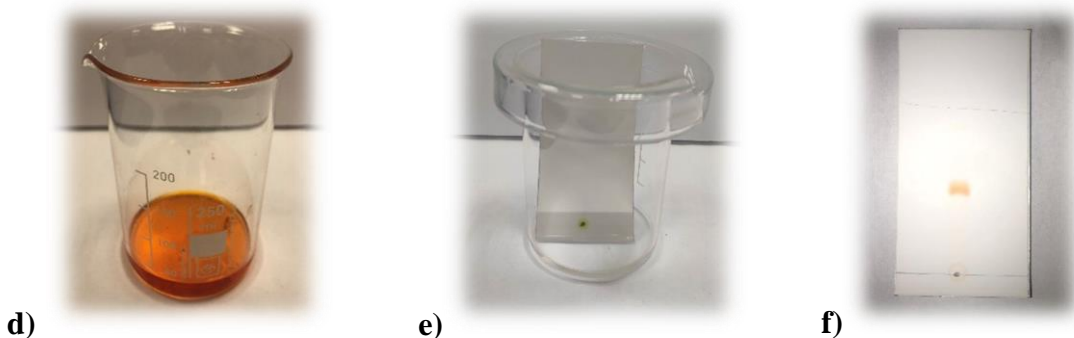
paradajkový pretlak, etanol, chloroform, TLC platnička, zmes hexánov, toluén

Postup práce:

1. Do kadičky dáme 10 g paradajkového pretlaku a 15 ml 96 % etanolu a miešame.
2. Vzorku prefiltrujeme cez Büchnerov lievik a tuhý papier aj s filtračným papierom vymáčame v 10 ml chloroformu.
3. Filtrát naniesieme na TLC platničku a platničku vyvíjame v zmesi hexánov : toluén v pomere 9:1.

Fotodokumentácia:





Obrázok 52. Izolácia β -karoténu a lykopénu z paradajkového pretlaku: a) východiskové látky – pretlak a chloroform; b) filtrácia zmesi cez Büchnerov lievnik; c) máčanie filtrátu vrátane filtračného papierika v chloroforme; d) TLC analýza; f) finálna TLC platnička.

Pozorovanie:



Po nanesení acetónového extraktu na TLC platničku a po jej vyvíjaní sme mohli pozorovať, že sa nám pomocou TLC analýzy podarilo izolovať: oranžový lykopén a žltý β -karotén.

Obrázok 53. TLC platnička.

Experimentálne výsledky:

$$R_{f1}(\text{exp}) = 0,7$$

$$R_{f2}(\text{exp}) = 0,4$$

Záver:

Pomocou tenkovrstvovej chromatografie sa nám podarilo analyzovať oranžový lykopén a žltý β -karotén v paradajkovom pretlaku.

Kontrolné otázky:

1. Aké látky očakávate, že by ste mohli izolovať z paradajkového pretlaku?
2. Napíšte vzorec β -karoténu a lykopénu.

9.3 Izolácia rastlinných pigmentov zo zelených listov

Teoretická časť:

Listové pigmenty obsahujú zmes farbív. Chlorofyl je zelené farbivo / pigment, ktoré je obsiahnuté v rastlinách, siniciach a niektorých riasach. Jednu karboxylovú skupinu má esterifikovanú fytolom. Chlorofyl plní dôležitú úlohu pri premene svetelnej energie na chemickú energiu pri fotochemickom procese v rastlinách, tzv. fotosyntéza. Patrí k fotosyntetickým pigmentom spolu s fykobilinami a karotenoidmi. Tie však majú inú farbu a absorbujú energiu z odlišnej časti viditeľného svetelného spektra. Chlorofyl *a* je modrozelený, chlorofyl *b* je sýtozelený a oranžovo sfarbený je β -karotén.

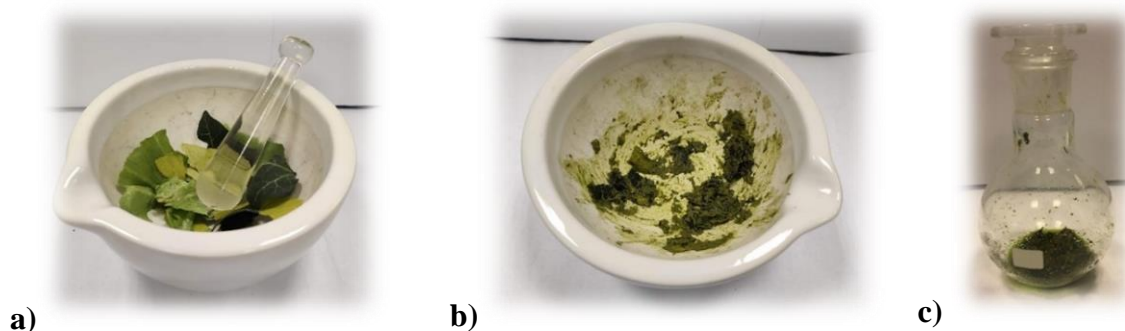
Použité východiskové látky:

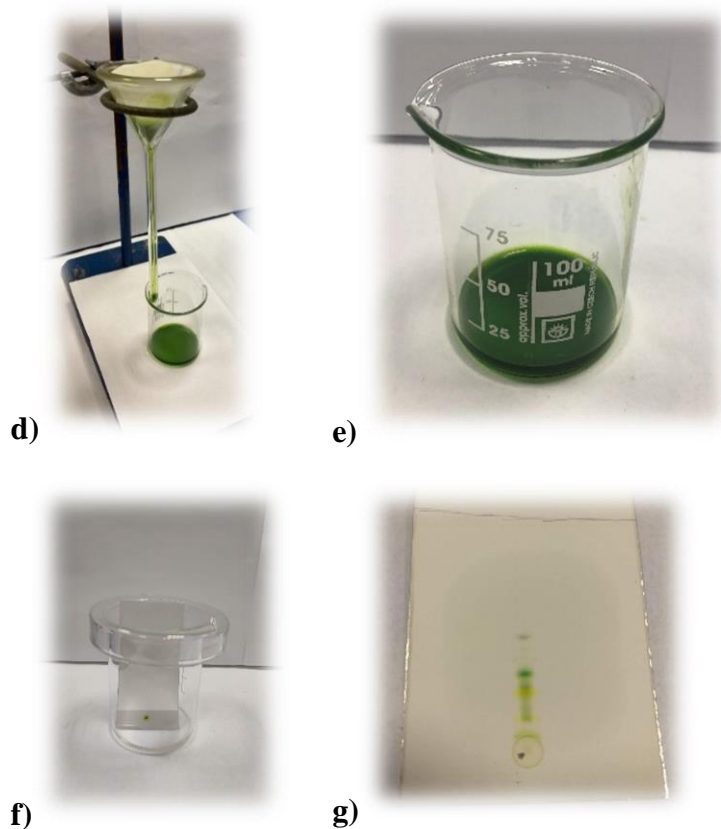
zelené listy, piesok, uhličitan vápenatý (CaCO_3), acetón (CH_3COCH_3), hexán (C_6H_{14}), propán-2-ol ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$), voda

Postup práce:

1. V trecej miske rozotrieme 3 g zelených listov s 1,5 g piesku a 1 g CaCO_3 .
2. Rozotretú zmes suspendujeme v 10 cm³ acetónu a necháme stáť za občasného pretrepávania v uzavretej banke 30 min.
4. Zmes prefiltrujeme a nanesieme na TLC platničku. Platničku vyvíjame v zmesi hexán : propán-2-ol : voda v pomere 100:10:0,25.

Fotodokumentácia:





Obrázok 54. Izolácia listových pigmentov: a) zelené listy; b) homogenizácia zelených listov v zmesi piesku a CaCO_3 v trecej miske; c) homogenizovaná zmes rozpustená v acetóne; d) jednoduchá filtrácia zmesi; e) filtrát; f) TLC analýza; g) finálna TLC platnička.

Pozorovanie:



Obrázok 55. TLC platnička po vyvíjaní nanesených farbív.

Po nanesení acetónového extraktu vzorky zelených listov na TLC platničku a po jej vyvíjaní v zmesi *n*-hexánu sme mohli pozorovať, že zmes listových pigmentov obsahovala: modrozelený chlorofyl *a*, ktorý sa pohyboval najrýchlejšie, výrazný sýtozelený chlorofyl *b* a na jemne oranžovo sfarbený β -karotén.

Experimentálne výsledky:

$$R_{f1}(\text{exp}) = 0,7$$

$$R_{f2}(\text{exp}) = 0,4$$

Záver:

Pomocou tenkovrstvovej chromatografie sa nám podarilo analyzovať chlorofyl *a*, chlorofyl *b* a jemne oranžový β -karotén v zelených listoch.

Kontrolné otázky:

1. Aké listové pigmenty očakávate, že by ste mohli izolovať z listov pomocou tenkovrstvovej chromatografie?

Záver

V závere vysokoškolskej učebnice Organická chémia Laboratória pre rozširujúce štúdium dúfame, že ste si rozšírili svoje vedomosti a zručnosti v oblasti bezpečnosti práce v chemickom laboratóriu a v príprave a realizácii laboratórnych cvičení vybraných organických látok. Veríme, že ste pochopili dôležitosť správneho manipulovania s chemickými látkami a používanie základných laboratórnych metód a aparátúr.

Významnou súčasťou vysokoškolskej učebnice sú praktické úlohy, ktoré Vám pomôžu obohatiť Vaše praktické skúsenosti v organickej chémii a zdokonaľiť Vaše zručnosti v laboratóriu nielen organickej chémie. Pre overenie Vašich vedomostí v praxi sme Vám ponúkli aj návody na prípravu derivátov uhl'ovodíkov (kyseliny acetylsalicylovej, 1-nitronaftalénu, cyklohexanón-oxímu, sodnej soli Oranž II, metyl-benzoátu, sodných solí mastných kyselín) a izoláciu organických zlúčenín z prírodných materiálov (limonénu, β -karoténu, lykopénu, chlorofylu α a β).

Dúfame, že táto vysokoškolská učebnica bude pre Vás užitočným nástrojom pri štúdiu organickej chémie a pri príprave na laboratórne cvičenia. Absolvovanie praktickej časti, t. j. návodov na prípravu derivátov uhl'ovodíkov a na izoláciu organických zlúčenín z prírodných materiálov vo vysokoškolskej učebnici je prvým krokom v ovládaní techník a postupov v laboratóriu. Je dôležité, aby ste pokračovali v rozvíjaní svojich schopností a znalostí, ktoré ste s pomocou vysokoškolskej učebnice nadobudli.

Nezabudnite tak, že bezpečnosť práce v laboratóriu je rozhodujúca a že všetky pokyny v učebnici týkajúce sa dodržiavanie zásad BOZP sa musia dodržiavať pri manipulácii s chemickými látkami. V prípade akýchkoľvek nejasností, neváhajte kontaktovať svojho učiteľa alebo vedúceho laboratória (pedagóga).

Radi by sme sa touto cestou poďakovali našim recenzentom prof. dr hab. inž. Małgorzate Kowalskej, prof. dr hab. inž. Anne Źbikowskej a Dr. Dominike Świąch za spoluprácu a cenné rady pri tvorbe vysokoškolskej učebnice.

Použitá literatúra

1. Kováč, J., Kováč, Š.: *Organická chémia*. Vydavateľstvo Alfa, Bratislava, 1977, 927 s.
2. Heger, J., Hnát, I., Putala, M.: *Názvoslovie organických zlúčenín*. Bratislava: SPN, 2004. 117 s.
3. Hrnčiar, P.: *Organická chémia*. Univerzita Komenského v Bratislave, 1997. 708 s. ISBN 80-223-1161-8.
4. McMurry, J.: *Organická chémia*. Vysoké učení technické v Brne: VUTIUM, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze- VUTIUM, 2015. 1178 s. ISBN 978-80-214-3291-8 / 978-80-7080-637-1.
5. Záhradník, P., Mečiarová, M., Magdolen, P.: *Organická chémia*. Univerzita Komenského v Bratislave, 2015. 404 s. ISBN 978-80-223-3850-9.
6. Mečiarová, M., Magdolen, P., Martinická, A., Záhradník, P., Poláčková, V., Plevová, K.: *Organická chémia – riešené úlohy*. Univerzita Komenského v Bratislave, 2021, 284 s. ISBN 978-80-223-5095-2.
7. Magdolen, P., Mečiarová, M., Poláčková, V., Veverková, E.: *Laboratórne cvičenia z organickej chémie pre nechemické odbory*. Sériá Omega Info: Chemická literatúra 15, 2013. 101 s. ISBN 978-80-89337-08-8.
8. Magdolen, P., Mečiarová: *Praktikum z organickej chémie*. Univerzita Komenského v Bratislave, 2016. ISBN 978-80-2233958-2.
9. Šebesta, R., Toma, Š.: *Mechanizmy organických reakcií*. Vydavateľstvo UK, Univerzita Komenského v Bratislave, 2015, 254 s. ISBN 978-80-223-3600-0.
10. Devínsky, F., Ďurinda, J., Lacko, I., Valentová, J.: *Organická chémia pre farmaceutov*. Osveta, spol. s.r.o., Martin, 2013, 805 s. ISBN 978-80-8063-388-2.
11. Elečko, P., Mečiarová, M., Putala, M., Sališová, M., Šraga, J.: *Laboratórne cvičenie z organickej chémie*. Univerzita Komenského v Bratislave, 1998.
12. Feszterová, M.: *Zásady bezpečnej práce, chemické látky a likvidácia odpadov*. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 2018, 152 s. ISBN 978-80-558-1365-3.
13. Vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky z 12. februára 2004, č. 96/2004 Z. z. ktorou sa ustanovujú zásady protipožiarnej bezpečnosti pri manipulácii a skladovaní horľavých kvapalín, ťažkých vykurovacích olejov a rastlinných a živočíšnych tukov a olejov. (online). Dostupné na: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2004/96/20040301.html>

14. STN 01 8003 (01 8003) – 2015-02 Zásady bezpečnosti práce v chemických laboratóriách. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR. 2015.
15. Vyhláška Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky č 66/2023 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky č. 356/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách a rozsahu výchovnej a vzdelávacej činnosti, o projekte výchovy a vzdelávania, vedení predpísanej dokumentácie a overovaní vedomostí účastníkov výchovnej a vzdelávacej činnosti.
16. Zákon NR SR č. 114/2022 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia a dopĺňajú niektoré zákony
17. Zákon NR SR č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
18. Zákon NR SR č. 140/2008 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 309/2007 Z. z. a o zmene a doplnení zákona č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
19. Zákon NR SR č. 67/2010 Z. z. o podmienkach uvedenia chemických látok a chemických zmesí na trh a o zmene a doplnení niektorých zákonov (chemický zákon) v znení neskorších predpisov.
20. Výstražné upozornenie Základňa vedomostí pre karty bezpečnostných údajov – Výstražné upozornenie (online). Dostupné na: <https://www.msds-europe.com/sk/vystrazne-upozornenie/> (20.02.2023)
21. Výstražné upozornenie Základňa vedomostí pre karty bezpečnostných údajov – Výstražné upozornenie (online). Dostupné na: <https://www.msds-europe.com/sk/bezpecnostne-upozornenie-p> (20.02.2023)

Prílohy

- Príloha 1** Zoznam výstražných upozornení o nebezpečnosti chemických látok a ich zmesí (H - vety), súčasť GHS
- Príloha 2** Zoznam bezpečnostných opatrení na bezpečné zaobchádzanie s chemickými látkami a ich zmesami (P - vety), súčasť GHS

Príloha 1 Zoznam výstražných upozornení o nebezpečnosti chemických látok a ich zmesí (H - vety), súčasť GHS

H200	Nestabilná výbušnina.
H201	Výbušnina; nebezpečenstvo rozsiahleho výbuchu.
H202	Výbušnina; vážne nebezpečenstvo zasiahnutia časticami.
H203	Výbušnina; nebezpečenstvo požiaru, tlakovej vlny alebo zasiahnutia časticami.
H204	Nebezpečenstvo požiaru alebo zasiahnutia časticami.
H205	Pri požiari môže spôsobiť masívny výbuch.
H220	Extrémne horľavý plyn.
H221	Horľavý plyn.
H222	Extrémne horľavý aerosól.
H223	Horľavý aerosól.
H224	Extrémne horľavá kvapalina a pary.
H241	Zahrievanie môže spôsobiť požiar alebo výbuch.
H242	Zahrievanie môže spôsobiť požiar.
H250	Pri styku so vzduchom sa samovoľne vznieti.
H251	Samovoľne sa zahrieva: môže sa vznietiť.
H252	Vo veľkom množstve sa samovoľne zahrieva; môže sa vznietiť.
H260	Pri styku s vodou uvoľňuje horľavé plyny, ktoré sa môžu samovoľne vznietiť.
H261	Pri styku s vodou uvoľňuje horľavé plyny.
H270	Môže spôsobiť alebo zosilniť požiar; oxidant.
H271	Môže spôsobiť požiar alebo výbuch; silný oxidant.
H272	Môže zosilniť požiar; oxidant.
H280	Obsahuje plyn pod tlakom; pri zahriatí môže vybuchnúť.
H281	Obsahuje schladený plyn; môže spôsobiť omrzliny alebo poškodenie chladom.
H290	Môže byť korozívna pre kovy.
H300	Pri požití môže spôsobiť smrť.
H301	Toxický pri požití.
H302	Zdraviu škodlivý pri požití.
H304	Pri požití a vniknutí do dýchacích ciest môže spôsobiť smrť.

H310	Pri styku s pokožkou môže spôsobiť smrť.
H311	Jedovatý pri kontakte s pokožkou.
H312	Škodlivý pri kontakte s pokožkou.
H314	Spôsobuje ťažké poleptanie kože a poškodenie očí.
H315	Dráždi kožu.
H317	Môže vyvolať alergickú kožnú reakciu.
H318	Spôsobuje vážne poškodenie očí.
H319	Spôsobuje vážne podráždenie očí.
H330	Pri vdýchnutí môže spôsobiť smrť.
H331	Jedovatý pri vdýchnutí.
H332	Škodlivý pri vdýchnutí.
H334	Pri vdýchnutí môže vyvolať alergiu alebo príznaky astmy, alebo dýchacie ťažkosti.
H335	Môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest.
H336	Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
H340	Môže spôsobiť genetické poškodenie.
H341	Podozrenie na genetické poškodenie.
H350	Môže vyvolať rakovinu.
H351	Podozrenie na vyvolanie rakoviny.
H360	Môže poškodiť plodnosť alebo plod v tele matky.
H361	Podozrenie na poškodenie plodnosti alebo plodu v tele matky.
H362	Môže spôsobiť poškodenie dojčiat prostredníctvom materského mlieka.
H370	Spôsobuje poškodenie orgánov.
H371	Môže spôsobiť poškodenie orgánov.
H372	Spôsobuje poškodenie orgánov pri dlhšej alebo opakovanej expozícii.
H373	Môže spôsobiť poškodenie orgánov pri dlhšej alebo opakovanej expozícii.
H400	Vysoko toxický pre vodné organizmy.
H410	Vysoko toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.
H411	Jedovatý pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.
H412	Škodlivý pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.
H413	Môže spôsobiť dlhodobé škodlivé účinky pre vodné organizmy.
H373	Môže spôsobiť poškodenie orgánov pri dlhšej alebo opakovanej expozícii.
H400	Vysoko toxický pre vodné organizmy.

H410	Vysoko toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.
H411	Jedovatý pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.
H412	Škodlivý pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.
H413	Môže spôsobiť dlhodobé škodlivé účinky pre vodné organizmy.
H300+H310	Pri požití alebo styku s kožou môže spôsobiť smrť.
H300+H310 +H330	Pri požití, pri styku s kožou alebo pri vdýchnutí môže spôsobiť smrť.
H300+H330	Pri požití alebo vdýchnutí môže spôsobiť smrť.
H301+H311	Toxický pri požití a pri styku s kožou.
H301+H311 +H331	Toxický pri požití, styku s kožou alebo pri vdýchnutí.
H301+H331	Toxický pri požití alebo vdýchnutí.
H302+H312	Zdraviu škodlivý pri požití alebo pri styku s kožou.
H302+H312 +H332	Zdraviu škodlivý pri požití, styku s kožou alebo pri vdýchnutí.
H302+H332	Zdraviu škodlivý pri požití alebo vdýchnutí.
H310+H330	Pri styku s kožou alebo pri vdýchnutí môže spôsobiť smrť.
H311+H331	Toxický pri styku s kožou alebo pri vdýchnutí.
H312+H332	Zdraviu škodlivý pri styku s kožou alebo pri vdýchnutí.
H420	Poškodzuje verejné zdravie a životné prostredie tým, že ničí ozón vo vrchných vrstvách atmosféry.

Doplnkové informácie o nebezpečnosti

EUH 001	Výbušný v suchom stave.
EUH 006	Výbušný za prístupu i bez prístupu vzduchu.
EUH 014	Prudko reaguje s vodou.
EUH 018	Pri použití môže vytvárať horľavé alebo výbušné zmesi pár so vzduchom.
EUH 019	Môže vytvárať výbušné peroxidy.
EUH 029	Uvoľňuje toxický plyn pri styku s vodou.
EUH 031	Uvoľňuje toxický plyn pri styku s kyselinami.
EUH 032	Uvoľňuje vysoko toxický plyn pri styku s kyselinami.
EUH 044	Nebezpečenstvo výbuchu pri zahrievaní v uzavretom obale.
EUH 059	Nebezpečný pre ozónovú vrstvu.
EUH 066	Opakovaná expozícia môže spôsobiť vysušenie alebo popraskanie kože.
EUH 070	Toxický pri styku s očami.
EUH 071	Spôsobuje poleptanie dýchacích ciest.
EUH 201	Obsahuje olovo. Nemá sa používať na povrchy, ktoré môžu žuť alebo olizovať deti.
EUH 201A	Pozor! Obsahuje olovo.
EUH 202	Kyanoakrylát. Nebezpečenstvo. Okamžite zlepuje kožu a oči. Uchovávajte mimo dosahu detí.
EUH 203	Obsahuje chróm (VI). Môže vyvolať alergickú reakciu.
EUH 204	Obsahuje izokyanáty. Môže vyvolať alergickú reakciu.
EUH 205	Obsahuje epoxidové zložky. Môže vyvolať alergickú reakciu.
EUH 206	Pozor! Nepoužívajte spolu s inými výrobkami. Môže uvoľňovať nebezpečné plyny (chlór).
EUH 207	Pozor! Obsahuje kadmium. Pri používaní vznikajú nebezpečné výpary. Pozri informácie dodané výrobcom. Dodržujte bezpečnostné pokyny.
EUH 208	Obsahuje (názov látky spôsobujúcej senzibilizáciu). Môže vyvolať alergickú reakciu.
EUH 209	Pri používaní sa môže stať vysoko horľavým.
EUH 209A	Pri používaní sa môže stať horľavým.
EUH 210	Na vyžiadanie je k dispozícii bezpečnostný list.
EUH 401	Dodržujte pokyny pre používanie, aby ste sa vyvarovali rizík pre ľudské zdravie a životné prostredie.

Príloha 2 Zoznam bezpečnostných opatrení na bezpečné zaobchádzanie s chemickými látkami a ich zmesami (P - vety), súčasť GHP

P101	Ak je potrebná lekárska pomoc, majte k dispozícii obal alebo etiketu výrobku.
P102	Uchovávajte mimo dosahu detí.
P103	Pred použitím si prečítajte etiketu.
chova	Pred použitím sa oboznámte s osobitnými pokynmi.
P202	Nepoužívajte, kým si neprečítate a nepochopíte všetky bezpečnostné opatrenia.
P210	Uchovávajte mimo dosahu tepla/iskier/otvoreného ohňa/horúcich povrchov. Nefajčite.
P211	Nestriekajte na otvorený oheň ani iný zdroj vznietenia.
P220	Uchovávajte/skladujte mimo odevov/.../horľavých materiálov.
P221	Prijmite opatrenia na zabránenie zmiešania s horľavými materiálmi...
P222	Zabráňte kontaktu so vzduchom.
P223	Zabráňte akémukoľvek kontaktu s vodou, aby nedošlo k prudkej reakcii a prípadnému zapáleniu.
P230	Uchovávajte zvlhčené...
P231	Manipulujte v prostredí s inertným plynom.
P232	Chráňte pred vlhkosťou.
P233	Nádobu uchovávajte tesne uzavretú.
P234	Uchovávajte iba v pôvodnej nádobe.
P235	Uchovávajte v chlade.
P240	Uzemnite/upevnite nádobu a plniace zariadenie.
P241	Používajte elektrické/ventilačné/osvetľovacie zariadenie do výbušného prostredia.
P242	Používajte iba neiskriace prístroje.
P243	Urobte preventívne opatrenia proti výbojom statickej elektriny.
P244	Redukčné ventily udržiavajte bez mazadiel a oleja.
P250	Nevystavujte brúseniu/nárazu/.../treniu.
P251	Nádoba je pod tlakom: neprepichujte alebo nespáľujte ju, a to ani po spotrebovaní obsahu.
P260	Nevdychujte prach/dym/plyn/hmlu/pary/aerosóly.
P261	Zabráňte vdychovaniu prachu/dymu/plynu/hmly/pár/aerosólov.

P262	Zabráňte kontaktu s očami, pokožkou alebo odevom.
P263	Zabráňte kontaktu počas tehotenstva a dojčenia.
P264	Po manipulácii starostlivo umyte....
P270	Pri používaní výrobku nejedzte, nepite ani nefajčite.
P271	Používajte iba na voľnom priestranstve alebo v dobre vetranom priestore.
P272	Je zakázané vynieť kontaminovaný pracovný odev z pracoviska.
P273	Zabráňte uvoľneniu do životného prostredia.
P280	Noste ochranné rukavice/ochranný odev/ochranné okuliare/ochranu tváre.
P281	Používajte predpísané osobné ochranné prostriedky.
P282	Používajte termostabilné rukavice/ochranný štít/ochranné okuliare.
P283	Noste ohňovzdorný odev/odev so zníženou horľavosťou.
P284	Používajte ochranu dýchacích ciest.
P285	V prípade nedostatočného vetrania používajte ochranu dýchacích ciest.
P231+232	Manipulujte v prostredí s inertným plynom. Chráňte pred vlhkosťou.
P235+410	Uchovávajte v chlade. Chráňte pred slnečným žiarením.
P301	Po požití:
P302	Pri kontakte s pokožkou:
P303	Pri kontakte s pokožkou (alebo vlasmi):
P304	Po vdýchnutí:
P305	Po zasiahnutí očí:
P306	Pri kontakte s odevom:
P307	Po expozícii:
P308	Po expozícii alebo podozrení z nej:
P309	Po expozícii alebo pri zdravotných problémoch:
P310	Okamžite volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P311	Volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P312	Pri zdravotných problémoch volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P313	Vyhľadajte lekársku pomoc/starostlivosť.
314	Pri zdravotných problémoch vyhľadajte lekársku pomoc/starostlivosť.
P315	Okamžite vyhľadajte lekársku pomoc/starostlivosť.

P320	Odborné ošetrovanie je naliehavé (pozri ... na etikete).
P321	Odborné ošetrovanie (pozri ... na etikete).
P322	Osobitné opatrenia (pozri ... na etikete).
P330	Vypláchnite ústa.
P331	Nevyvolávajújte zvracanie.
P332	Ak sa prejaví podráždenie pokožky:
P333	Ak sa prejaví podráždenie pokožky alebo sa vytvoria vyrážky:
P334	Ponorte do studenej vody/obviažte mokrými obväzmi.
P335	Z pokožky oprášte sypké častice.
P336	Zmrznuté časti ošetríte vlažnou vodou. Postihnuté miesto netrite.
P337	Ak podráždenie očí pretrváva:
P338	Ak používate kontaktné šošovky a je to možné, odstráňte ich. Pokračujte vo vyplachovaní.
P340	Presuňte postihnutého na čerstvý vzduch a uložte do oddychovej polohy, ktorá bez pohybu umožní pohodlné dýchanie.
P341	Pri dýchacích ťažkostiach presuňte postihnutého na čerstvý vzduch a uložte do oddychovej polohy, ktorá bez pohybu umožní pohodlné dýchanie.
P342	Pri sťaženom dýchaní:
P350	Opatrne umyte veľkým množstvom vody a mydla.
P351	Opatrne niekoľko minút oplachujte vodou.
P352	Umyte veľkým množstvom vody a mydla.
P353	Pokožku opláchnite vodou/sprchou.
P360	Kontaminovaný odev a pokožku ihneď opláchnite veľkým množstvom vody a potom odev odstráňte.
P361	Ihneď odstráňte/vyzlečte všetky kontaminované časti odevu.
P362	Kontaminovaný odev vyzlečte a pred ďalším použitím vyperte.
P363	Kontaminovaný odev pred ďalším použitím vyperte.
P370	V prípade požiaru:
P371	V prípade veľkého požiaru a veľkého množstva:
P372	V prípade požiaru hrozí riziko výbuchu.
P373	Požiar NEHASTE, ak sa oheň priblížil k výbušninám
P374	Požiar haste z primeranej vzdialenosti pri dodržiavaní bežných bezpečnostných opatrení.

P375	Z dôvodu nebezpečenstva výbuchu požiar haste z diaľky.
P376	Zastavte únik, ak je to bezpečné.
P377	Požiar unikajúceho plynu: Nehaste, pokiaľ únik nemožno bezpečne zastaviť.
P378	Na hasenie použite
P380	Priestory evakuujte.
P381	Ak je to bezpečné, odstráňte všetky zdroje zapálenia.
P390	Absorbujte uniknutý produkt, aby sa zabránilo materiálnym škodám.
P391	Zobierajte uniknutý produkt.
P301+310	Po požití: okamžite zavolajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P301+312	PO POŽITÍ: ak máte zdravotné problémy, okamžite volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P301+330 +331	PO POŽITÍ: Vypláchnite ústa. Nevyvolávajte zvracanie.
P302+334	PRI KONTAKTE S POKOŽKOU: Ponorte do studenej vody/obviažte mokrými obväzmi.
P302+350	PRI KONTAKTE S POKOŽKOU: Opatrne umyte veľkým množstvom vody a mydla.
P302+352	PRI KONTAKTE S POKOŽKOU: Umyte veľkým množstvom vody a mydla.
P303+361 +353	PRI KONTAKTE S POKOŽKOU (alebo vlasmi): Odstráňte/vyzlečte všetky kontaminované časti odevu. Pokožku ihneď opláchnite vodou/sprchou.
P304+340	PO VDÝCHNUTÍ: Presuňte postihnutého na čerstvý vzduch a uložte do oddychovej polohy, ktorá bez pohybu umožní pohodlné dýchanie.
P304+341	PO VDÝCHNUTÍ: Pri dýchacích ťažkostiach presuňte postihnutého na čerstvý vzduch a uložte do oddychovej polohy, ktorá bez pohybu umožní pohodlné dýchanie.
P305+351 +338	PO ZASIAHNUTÍ OČÍ: Niekoľko minút ich opatrne vyplachujte vodou. Ak používate kontaktné šošovky a je to možné, odstráňte ich. Pokračujte vo vyplachovaní.
P306+360	PRI KONTAKTE S ODEVOM: kontaminovaný odev a pokožku opláchnite veľkým množstvom vody a potom odev odstráňte.
P307+310	PO expozícii: Okamžite volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.

P307+311	PO expozícii: Volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P308+313	PO expozícii alebo podozrení z nej: Vyhľadajte lekársku pomoc/starostlivosť.
P301+310	PO POŽITÍ: okamžite zavolajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P309+310	PO expozícii alebo pri zdravotných problémoch: Okamžite volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P309+311	PO expozícii alebo zdravotných problémoch: Volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P332+313	Ak sa objaví podráždenie pokožky: Vyhľadajte lekársku pomoc/starostlivosť.
P333+313	Ak sa objaví podráždenie pokožky alebo vyrážky: Vyhľadajte lekársku pomoc/starostlivosť.
P335+334	Z pokožky oprášte sypké čiastočky. Ponorte do studenej vody/obviažte mokrými obväzmi.
P337+313	Ak podráždenie očí pretrváva: Vyhľadajte lekársku pomoc/starostlivosť.
P342+311	Pri ťažkostiach s dýchaním: Volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P370+376	V prípade požiaru: Ak je to bezpečné, zastavte únik.
P370+378	V prípade požiaru: Na hasenie použite
P370+380	V prípade požiaru: Priestory evakuujte.
P370+380 +375	V prípade požiaru: priestory evakuujte. Z dôvodu nebezpečenstva výbuchu požiar haste z diaľky.
P371+380 +375	V prípade veľkého požiaru a značného množstva: priestory evakuujte. Z dôvodu nebezpečenstva výbuchu požiar haste z diaľky.
P401	Uchovávajúte...
P402	Uchovávajúte na suchom mieste.
P403	Uchovávajúte na dobre vetranom mieste.
P404	Uchovávajúte v uzavretej nádobe.
P405	Uchovávajúte uzamknuté.
P406	Uchovávajúte v nádobe odolnej proti korózii/... nádobe s odolnou vnútornou vrstvou.
P407	Medzi regálmi/paletami ponechajte vzduchovú medzeru.
P410	Chránajte pred slnečným žiarením.

P411	Uchovávajte pri teplotách do ... °C/... °F.
P412	Nevystavujte teplotám nad 50 °C/122 °F.
P413	Veľké množstvo s hmotnosťou nad ... kg/... lbs uchovávajte pri teplote do ... °C/... °F.
P420	Uchovávajte oddelene od iných materiálov.
P422	Obsah uchovávajte v ...
P402+404	Uchovávajte na suchom mieste. Uchovávajte v uzavretej nádobe.
P403+233	Uchovávajte na dobre vetranom mieste. Nádobu uchovávajte tesne uzavretú.
P403+235	Uchovávajte na dobre vetranom mieste. Uchovávajte v chlade.
P410+403	Chráňte pred slnečným žiarením. Uchovávajte na dobre vetranom mieste.
P410+412	Chráňte pred slnečným žiarením. Nevystavujte teplotám nad 50 °C/122 °F.
P411+235	Uchovávajte pri teplotách do ... °C/... °F. Uchovávajte v chlade.
P501	Zneškodnite obsah/nádobu do...

Názov: **Organická chémia Laboratória pre rozširujúce štúdium**

Vysokoškolská učebnica

Autori: Jana Jakubčinová

Melánia Feszterová

Vydavateľ: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Edícia: Prírodovedec č. 815

Formát: A4

Rok vydania: 2023

Miesto vydania: Nitra

Počet strán: 131

Počet kusov: 100



ISBN 978-80-558-2037-8

