

ZÁKLADY LABORATÓRNEJ PRÁCE

2 Bezpečnosť a ochrana zdravia v chemickom laboratóriu

Chemické laboratórium je priestor určený pre všetky druhy chemickej práce. Je najvhodnejšie zariadené nábytkom, vybavené prístrojmi, nádobami, náčiním a ostatným chemickým, prípadne pomocným materiálom. Práca v chemickom laboratóriu je často spojená s nebezpečenstvom pre zdravie pracovníkov. Medzi objektívne príčiny patria vlastnosti chemikálií, zvýšená možnosť úrazu pri experimentálnej práci a nedostatky samotného laboratória. Chemikálie sú jedovaté, horľavé, výbušné a/alebo majú leptavé účinky, pri práci v laboratóriu môže dôjsť k mechanickému poraneniu so sklom, popáleniu pri práci za vysokej teploty, prípadne k úrazu elektrickým prúdom. Medzi subjektívne príčiny patria nedostatky pracovníka, predovšetkým neznalosť charakteru uskutočňovaných operácií, vlastnosti látok alebo nesprávna organizácia laboratórnej práce. Základnými zdrojmi nebezpečenstva v chemickom laboratóriu sú:

chemikálie, elektrický prúd, plyn, voda a tlakové nádoby.

2.1 Všeobecné zásady bezpečnej práce v laboratóriu

Nebezpečenstvo laboratórnej práce možno znížiť na minimum dodržiavaním zásad bezpečnosti pri práci, ak pracujeme opatrne a dodržiavame všetky bezpečnostné opatrenia. Každý pracovník musí ovládať bezpečnostné a hygienické predpisy a pri nehode pohotovo, rýchlo a správne čeliť nebezpečnej situácii. Keďže bezpečnostné predpisy pre prácu v chemických laboratóriách sú právna norma, každý pracovník si musí uvedomiť, že porušením bezpečnostných predpisov ohrozuje nielen svoje zdravie a bezpečnosť, ale aj svojich spolupracovníkov. Pri práci na laboratórnom cvičení je prítomných veľa študentov, preto je dôležitá disciplína, ohľaduplnosť, zodpovedný prístup k práci, udržiavanie poriadku a čistoty.

V laboratóriu sa môžu robiť len práce, s ktorými je každý študent vopred dôkladne teoreticky oboznámený a sú dovoľené plánom cvičenia alebo podľa pokynov učiteľa.

V chemických laboratóriách musí byť zabezpečené dokonalé vetranie, každé laboratórium musí mať dva východy pre zaistenie bezpečného úniku v prípade havárie. Pri práci so zápachajúcimi, dráždivými, jedovatými plynmi alebo horľavými, prípadne výbušnými látkami používame digestórium.

Pri vstupe do laboratória musia byť na voľne prístupnom mieste umiestnené vypínače elektriny a digestórií, uzávery plynu a vody.

V laboratóriu musia byť fungujúce a voľne prístupné hasiace prístroje, hydranty a sprchy. Tieto pomôcky proti požiaru treba pravidelne kontrolovať a udržiavať v poriadku.

V laboratóriu udržiava študent čistotu a poriadok, a to nielen na laboratórnym stole, ale aj v jeho okolí. Na pracovnej ploche stola nesmú byť veci, ktoré tam nepatria (napr. tašky, batohy).

Pracovníci v laboratóriách sú povinní pri práci používať osobné ochranné pomôcky (bavlnený plášť, okuliare, rukavice, pri niektorých prácach ochranné štíty).

V laboratóriu musí byť aj lekárnička, vybavená potrebnými pomôckami a návodom na poskytnutie prvej pomoci.

Základným dôležitým opatrením pre zabránenie väčšiny nehôd je udržiavanie poriadku a čistoty v laboratóriu. Pred začiatkom a po skončení práce treba skontrolovať na laboratórných stoloch čistotu a funkčnosť jednotlivých zariadení. Poruchy treba čo najskôr odstrániť, prípadne hlásiť vedúcemu cvičenia. Po skončení práce a pri odchode z laboratória je potrebné skontrolovať, či sú vypnuté všetky elektrické spotrebiče a či je zavretý plyn a voda.

V laboratóriu je zakázané jesť, piť a uchovávať potraviny, ako aj na tieto účely používať laboratórne nádoby.

V laboratóriu je zakázané fajčiť a na miestach s rizikom vzniku požiaru je zakázané manipulovať s otvoreným ohňom.

Črepy a iné odpady s ostrými hranami sa musia okamžite odstrániť z laboratórných stolov a zo zeme do osobitnej odpadovej nádoby. Ak sa rozbije ortuťový teplomer, je to potrebné okamžite nahlásiť učiteľovi, aby sa zlikvidovala toxická ortuť. Žiadny tuhý odpad nepatrí do výlevky.

Je zakázané nechávať bez priameho dozoru zapnuté elektrické a plynové variče ako aj aparatúru, v ktorej prebieha chemická reakcia.

2.2 Práca s chemikáliami

Všetky chemické látky pôsobia na zdravie človeka škodlivo. **Chemická látka** podľa nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí je chemický prvok alebo zlúčenina chemických prvkov v prírodnom stave alebo získaná akýmkoľvek výrobným postupom, vrátane akýchkoľvek prídavkov potrebných na udržanie jej stability a nečistôt vzniknutých počas výrobného procesu, s výnimkou rozpúšťadiel, ktoré môžu byť oddelené bez ovplyvnenia stability chemickej látky alebo zmeny jej zloženia. **Chemickou zmesou** sa rozumie zmes alebo roztok skladajúci sa z dvoch alebo viacerých chemických látok.

Nebezpečnými chemickými látkami a nebezpečnými chemickými zmesami pre život a zdravie ľudí a pre životné prostredie podľa tohto nariadenia sú:

- 1) **Výbušné látky a zmesi** – látky a zmesi, ktoré môžu reagovať exotermicky aj bez prístupu atmosférického kyslíka (vybuchujú pri náraze, prehriatí), pričom rýchlo vyvíjajú plyny a pri definovaných testovacích podmienkach dochádza k detonácii a prudkému zhoreniu. Zaradené sú do 7 tried.
- 2) **Horľavé plyny** – plyny alebo zmesi plynov, ktoré majú medze zápalnosti v zmesi so vzduchom pri teplote 20 °C a tlaku 103,3 kPa.

- 3) **Horľavé aerosóly** – aerosólový rozprašovač je jednorazová nádoba vyrobená z kovu, skla alebo plastu obsahujúca stlačený plyn a označujú sa ako horľavé, ak obsahujú horľavú zložku.
- 4) **Oxidujúce plyny** – plyny alebo zmesi plynov, ktoré môžu uvoľňovaním kyslíka spôsobiť alebo prispieť k horeniu iného materiálu viac ako vzduch.
- 5) **Plyny pod tlakom** – sú plyny nachádzajúce sa pod tlakom 200 kPa alebo vyšším, alebo plyny, ktoré sú skvapalnené alebo skvapalnené a schladené.
- 6) **Horľavé kvapaliny** – nemajú teplotu vzplanutia väčšiu ako 60 °C.
- 7) **Horľavé tuhé látky** – sú ľahko horľavé látky, alebo ktoré môžu spôsobiť alebo prispieť k rozvoju požiaru trením.
- 8) **Samovoľne reagujúce látky a zmesi** – tepelne nestabilné látky, podliehajúce silnému exotermickému rozkladu aj bez prítomnosti vzduchu.
- 9) **Samozápalné kvapaliny** – látky alebo zmesi, ktoré sú aj v malých množstvách schopné sa vznietiť v priebehu 5 minút po kontakte so vzduchom.
- 10) **Samozápalné tuhé látky** – látky alebo zmesi, ktoré sú aj v malých množstvách schopné sa vznietiť v priebehu 5 minút po kontakte so vzduchom.
- 11) **Samovoľne sa zahrievajúce látky a zmesi** – sú schopné reakciou so vzduchom bez dodania energie sa zahrievať tak, že k vznieteniu dochádza vo veľkých množstvách a po dlhej dobe.
- 12) **Látky a zmesi, ktoré pri kontakte s vodou uvoľňujú horľavé plyny.**
- 13) **Oxidujúca kvapalina a zmes** – sama nemusí byť horľavá, ale uvoľňovaním kyslíka spôsobuje horenie.
- 14) **Oxidujúca tuhá látka a zmes** – sama nemusí byť horľavá, ale uvoľňovaním kyslíka spôsobuje horenie.
- 15) **Organické peroxidy** – tepelne nestabilné látky, ktoré môžu podliehať exotermickému samovoľnému rozkladu.
- 16) **Látky alebo zmesi korozívne pre kovy** – poškodzujú, príp. zničia kovy.
- 17) **Akútne toxické látky a zmesi** (orálna, dermálna, inhalačná toxicita) – látky a prípravky, ktoré po užití, preniknutí kožou alebo vdýchnutí môžu spôsobiť aj v malom množstve akútne alebo chronické poškodenie zdravia alebo smrť.
- 18) **Žieravé a dráždivé látky a zmesi** – látky a zmesi, ktoré po styku so živým tkanivom môžu spôsobiť jeho ireverzibilné, prípadne reverzibilné poškodenie.
- 19) **Látky spôsobujúce vážne poškodenie, prípadne podráždenie očí** – poškodenie nie je úplne reverzibilné a podráždenie je reverzibilné do 21 dní od aplikácie.
- 20) **Respiračný, prípadne kožný senzibilátor** – respiračný senzibilátor vyvoláva precitlivenosť dýchacích ciest po vdýchnutí a kožný senzibilátor alergickú odozvu po kontakte s pokožkou.
- 21) **Mutagenita zárodočných buniek** – trvalá zmena genetického materiálu v bunke.
- 22) **Karcinogén** – je látka alebo zmes látok, ktorá vyvoláva rakovinu alebo zvyšuje jej výskyt.
- 23) **Reprodukčná toxicita** – zahŕňa látky a zmesi, ktoré majú nepriaznivé účinky na pohlavné funkcie a plodnosť mužov a žien a vývoj potomstva.
- 24) **Toxicita pre špecifický cieľový orgán** – látka alebo zmes toxická pre cieľový orgán jednorazovo, prípadne s opakovanou expozíciou.

25) **Aspiračná nebezpečnosť** – látky a zmesi, ktoré môžu predstavovať pre ľudí nebezpečenstvo aspiračnej toxicity.

26) **Látky a zmesi nebezpečné pre vodné prostredie** – látky a zmesi, ktoré po preniknutí do vodného prostredia predstavujú, alebo môžu predstavovať okamžité alebo neskoršie nebezpečenstvo.

27) **Látky a zmesi nebezpečné pre ozónovú vrstvu** – látky a zmesi, ktoré predstavujú nebezpečenstvo pre zloženie a/alebo funkciu ozónovej vrstvy v stratosfére.

- **Existujúca chemická látka** – chemická látka uvedená v Európskom zozname existujúcich komerčných chemických látok (European inventory of existing commercial chemical substances), EINECS.
- **EINECS číslo** je číslo pridelené chemickej látke, ktorá sa nachádza v Európskom zozname existujúcich komerčných chemických látok.
- **CAS číslo** je medzinárodne určené číslo pridelené pre danú chemickú látku na účel jej presnej identifikácie.

Aby sa minimalizovalo riziko pri práci v laboratóriu, je potrebné poznať vlastnosti použitých chemických zlúčenín, ako aj spôsob manipulácie s nimi.

Všetky chemické látky, ktoré sú na trhu, musia byť označené podľa zákona. Označenie je uvedené priamo na obale látky alebo prípravku na štítku, ktorý je pevne pripevnený tak, aby sa údaje dali čítať vodorovne pri obvyklom postavení obalu a aby pri správnej manipulácii s látkou alebo prípravkom nedošlo k poškodeniu označenia a znemožneniu identifikácie látky alebo prípravku.

Podľa nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 dodávateľ chemickej látky alebo prípravku musí poskytnúť príjemcovi a Národnému toxikologickému informačnému centru v štátnom jazyku **Kartu bezpečnostných údajov**. Karta bezpečnostných údajov (KBU) je základným dokumentom novej chemickej legislatívy. V Karte bezpečnostných údajov je uvedený: 1. identifikácia látky/zmesi a spoločnosti/podniku; 2. identifikácia nebezpečenstiev; 3. zloženie a informácie o zložkách; 4. opatrenia prvej pomoci; 5. protipožiarne opatrenia; 6. opatrenia pri náhodnom úniku; 7. zaobchádzanie a skladovanie; 8. kontroly expozície/osobná ochrana; 9. fyzikálne a chemické vlastnosti; 10. stabilita a reaktivita; 11. toxikologické informácie; 12. ekologické informácie; 13. podmienky zneškodňovania; 14. informácie o doprave; 15. regulačné informácie; 16. ďalšie informácie.

Podľa legislatívy Európskej únie od 1. júna 2017, ktoré upravuje princípy klasifikácie, označovania a balenia chemických látok a zmesí (skratka CLP podľa Classification, Labelling & Packaging) ako aj podmienky uvádzania chemikálií na trh sú chemické látky označené symbolmi, ktoré vyjadrujú aké riziká sa môžu vyskytnúť pri práci s nimi a ako sa pred nimi chrániť. Základnými prvkami označovania sú výstražný piktogram, výstražné slovo, výstražné upozornenie (H-vety) a bezpečnostné upozornenie (P-vety). Podrobnejšie je toto označovanie uvedené v prílohe. Doteraz používané základné charakteristiky nebezpečnosti látok (R-vety) a požiadavky na bezpečnosť práce s nebezpečnými látkami (S-vety) sú uvedené napr. v knihe: D. Valigura a kol. Chemické tabuľky, STU, rok vydania 2011.

Dráždivé alebo toxické účinky chemikálií závisia od doby pôsobenia, množstva, koncentrácie a spôsobu, akým do organizmu preniknú.

Žieraviny sú látky, ktoré pri priamom styku s organizmom ťažko poškodzujú tkanivo svojím leptavým účinkom. Sú to všetky kyseliny, najmä anorganické: koncentrovaná kyselina sírová, olej, kyselina dusičná, kyselina fluorovodíková a silné hydroxidy (hydroxid sodný a hydroxid draselný). Kyselina sírová a olej pôsobia na tkanivo silným dehydratačným účinkom až zuhoľnatením. Kyselina dusičná spôsobuje svojimi silno oxidačnými účinkami hlboké popáleniny. Veľmi nebezpečné sú vodné, najmä koncentrované roztoky alkalických hydroxidov (sodný a draselný) a hydroxidu vápenatého (hasené vápno). Pôsobia silnými hydrolytickými účinkami na tkanivo a tkanivo rozkladajú. Účinky sú silnejšie ako v prípade kyselín a zanechávajú často trvalé následky – hlboké, ťažko sa hojace rany. Podobne pôsobí i koncentrovaný roztok amoniaku.

Viac ako pokožka (vonkajšie tkanivo) sú účinkami týchto látok ohrozené sliznice. Ide najmä o poleptanie tráviaceho ústrojenstva (vypitím žieraviny) a poleptanie sliznice dýchacích ciest žieravými parami (plynný amoniak, chlorovodík, oxid siričitý, chlór). V druhom prípade sa pľúcne tkanivo vyradí z normálnej činnosti a dochádza k vzniku tzv. edému (bezbolestný opuch), čo môže viesť až k zaduseniu. Preto reakcie, pri ktorých vznikajú takéto plyny, robíme v digestóriu.

Medzi horľaviny (zápalné látky) patria mnohé chemikálie v laboratóriu bežne používané; väčšinou sú to organické látky ako dietyléter, nižšie alkoholy, sírouhlík, acetón a ďalšie. Zaradujú sa do jednotlivých tried nebezpečnosti. Horľaviny prechováame v laboratóriu len v malých množstvách v dobre tesniacich nádobách.

Mnohé chemické látky majú charakter výbušnín (vybuchujú pri náraze, prehriatí), iné tvoria so vzduchom (kyslíkom) výbušné zmesi. Pary mnohých rozpúšťadiel (tiež niektoré plyny) zmiešané so vzduchom sú okrem ľahkej zápalnosti nebezpečné aj svojou výbušnosťou v širokých koncentračných pomeroch.

Dokonale sa oboznámme s účinkami chemikálií na organizmus pred ich použitím. Vyvarujme sa akéhokoľvek kontaktu s kožou a očami. Pri práci so zdraviu škodlivými látkami dbajme, aby nedochádzalo ku styku chemikálie s pokožkou, sliznicou, dýchacími orgánmi a zažívacím ústrojenstvom. Na naberanie tuhých chemikálií používajme laboratórne lyžice. Pri práci so žieravinami používajme ochranné okuliare alebo štít, aby sme si chránili zrak. Kvapalné zdraviu škodlivé látky pipetujeme pomocou vákua alebo bezpečnostnými pipetami.

Vyhýbajme sa inhalácii pár a prachu. Manipulácie s látkami dráždivými, zápachajúcimi, ďalej s jedovatými plynmi a parami jedovatých látok je dovolené robiť len v digestóriu s dostatočným ťahom.

Pri všetkých manipuláciách s látkami v otvorených nádobách (skúmavky, banky) udržujme ústie nádob odvrátené od seba i od iných spolupracovníkov. Látky, ktorých rozpúšťaním sa uvoľňuje teplo, musíme rozpúšťať po častiach a za súčasného miešania a chladenia.

Do odpadového potrubia nevylietame rozpúšťadlá, ktoré sa nemiešajú s vodou, jedy, látky výbušné, koncentrované silné kyseliny a hydroxidy. Je zakázané vyhadzovať chemikálie a ich roztoky, ktoré v styku s vodou, kyselinami

alebo hydroxidmi uvoľňujú jedovaté alebo dráždivé plyny. Laboratórny odpad sa zhromažďuje do nádob, ktoré sú na tento účel určené. Spôsob jeho likvidácie závisí od charakteru látok a určuje sa individuálne.

Ortuť, za laboratórnej teploty kvapalný kov, v chemickej praxi sa často používa ako náplň teplomerov, termoregulátorov, ako kvapalná elektróda. Pary ortuti sú veľmi jedovaté. Ortuť sa vyparuje už za laboratórnej teploty, musí sa uschovávať iba v uzatvorených fľašiach. V laboratóriách, kde sa pracuje s ortuťou, treba sa starať o intenzívne vetranie a okamžite zobrať injekčnou striekačkou a uschovať každú kvapku rozliatej ortuti. Z podlahy treba pozmetať rozliatu ortuť po posypaní zinkovým prachom alebo práškovou sírou.

2.3 Úraz a poskytnutie prvej pomoci

Pri praktických cvičeniach v chemickom laboratóriu prichádzajú do úvahy rezné a tržné poranenia, popáleniny, poleptania a otravy organizmu dýchacími cestami.

Pri práci so sklom sa chránime pred porezaním, najmä pri nasadzovaní hadičiek na sklenené rúrky, pri nasadzovaní rúrok, kohútov, teplomerov do zátok a pod. tým, že tieto práce robíme bez násilia a za použitia ochranných rukavíc alebo rukami chránenými handrou. Uľahčujeme vmontovanie a spojenie rúrok potretím vodou alebo glycerínom v prípade, že nemôže dôjsť k nepriaznivej reakcii. Pri ošetrení menších krvácajúcich rezných rán tieto nevymývame vodou, ale krv necháme z rany odtiecť a ranu s okolím dezinfikujeme Septonex sprayom alebo 3 % roztokom peroxidu vodíka a potom obviažeme sterilným obvazom. Pri silnejšom krvácaní sa použije tlakový obvaz tak, že sa na ranu priloží poduška z obväzu, prípadne niekoľkonásobne zložený obvaz a pevne sa stiahne.

Popáleniny horúcimi predmetmi ochladíme studenou vodou, prípadne prikladáme studené obklady s bórovou vodou. Väčšiu popáleninu nasucho sterilne obviažeme a okamžite vyhľadáme lekára.

Poleptané miesto kyselinou alebo roztokom hydroxidu na malej ploche ihneď opláchneme tečúcou vodou. Postihnuté miesto zneutralizujeme zriedeným roztokom hydrogenuhličitanu sodného (po kyselinách) alebo roztokom kyseliny trihydrogenboritej (po hydroxidoch), osušíme a ošetríme ako pri popáleninách. Miesto poleptané koncentrovanou kyselinou sírovou najskôr utrieme do sucha (v prípade väčšieho množstva kyseliny) handričkou alebo filtračným papierom a potom opláchneme vodou.

Po strieknutí roztoku kyseliny do oka, oko ihneď vypláchneme veľkým množstvom vody pomocou očnej sprchy a roztokom Ophtalu, prípadne roztokom kyseliny trihydrogenboritej (po strieknutí roztoku hydroxidu). Pri vážnejšom zasiahnutí oka po poskytnutí prvej pomoci vyhľadáme vždy a bezodkladne lekára.

Pri otravách organizmu cez dýchacie cesty vynesieme postihnutého na čerstvý vzduch, prípadne umožníme inhalovanie kyslíka a ihneď zavoláme potrebnú lekársku pomoc. Pri prvej pomoci musíme postupovať opatrne, a to podľa druhu jedovatého plynu. Pri ťažšom poranení treba urobiť protišokové opatrenia:

zabezpečiť poranenému pokoj, zamedziť tepelným stratám (prikrytie prikrývkou) a podávať väčšie množstvo teplých tekutín.

2.4 Požiar a výbuch v laboratóriu

Požiare rôzneho rozsahu môžu vyvolať rôzne príčiny, vznikajú najmä nesprávnym postupom pri operáciách s horľavinami. Pri vzniku ohňa treba zachovať pokoj, nestrácať duchaprítomnosť, ale okamžite a aktívne zasiahnuť. Pri malom požiari použijeme vhodný hasiaci prístroj, prípadne oheň zahasíme len zamedzením prístupu vzduchu k ohnisku požiaru (handrou, pieskom). Pri väčšom požiari uvoľníme ohrozený priestor, vypneme elektrický prúd a prívod plynu, odstránime z blízkosti ohňa fľaše so stlačenými plynmi a privoláme pomoc.

Ďalším nebezpečným stavom v laboratóriu je výbuch (explózia), nebezpečné sú aj implózie evakuovaných nádob (náhle vyrovnanie tlaku do vnútra nádoby s deštruktívnymi následkami). Výbuch v laboratóriu môže nastať pri neopatrnom zaobchádzaní s látkami alebo sústavami látok, ktoré majú výbušné vlastnosti, ale tiež pri nesprávnom zohrievaní a destilácii. Chyby materiálu môžu spôsobiť výbuch pri veľkej zmene tlaku alebo teploty. Výbuch je často sprevádzaný požiarom.

Pri výbuchoch a požiaroch sa správame predovšetkým disciplinovane a nepodliehame panike. Najprv musíme pomôcť osobám zasiahnutými plameňmi. Pri menších haváriách sa usilujeme o ich likvidáciu a pri väčších pomáhame pri lokalizácii a zabezpečujeme potrebnú pomoc. Postupujeme podľa pokynov zodpovedného pracovníka a podľa možnosti pod jeho vedením cieľavedome odstraňujeme následky havárie tak, aby nedošlo k následným škodám.

2.5 Osobné ochranné pomôcky

Pri práci v laboratóriu musí každý pracovník používať osobné ochranné pomôcky. Základnou ochrannou pomôckou pre človeka pracujúceho v laboratóriu je **pracovný plášť**. Plášť musí v dostatočnom rozsahu chrániť pracovníka pri práci so žieravinami. Mal by byť z prírodných vlákien, ktoré pri horení nevytvárajú spečeniny. Je výhodné okrem plášťa používať aj pracovné nohavice.

Dôsledné používanie ochranných **rukavíc** zamedzuje vstrebávaniu sa jedovatých látok pokožkou. Vo väčšine prípadov postačujú bežne dostupné gumené rukavice. Pri práci so žieravinami používame ochranné **okuliare** alebo **štit**, aby sme si chránili zrak.