

Безбедност и протокол во лабораторија

Проф. д-р Миха Буклески

Скопје 2022

ВОВЕД

Безбедноста може да се дефинира како состојба на отсуство од можност за повреда, незгода или опасност, што би довело до појава на материјална или нематеријална штета. Најчесто безбедноста се разгледува од аспект на човекот, како поединец или дел од општество. Од аспект на безбедност во лабораторија, покрај безбедноста на човекот, предвид се зема и безбедноста на животната средина.

Опасностите и потенцијалните извори на повреди постоеле од секогаш и се присутни во сите аспекти од животот на човекот. Според тоа, потенцијалната можност за повреда, како и предизвикување на материјална и нематеријална штета постои во секојдневниот живот, во домот, надвор од домот и на работното место. Од почетокот на човештвото постојат низа опасности на кои бил изложен човекот. Затоа, тој изнаоѓа начини како да се заштити и да го намали штетното влијание предизвикано од опасностите. Дека човекот обраќал внимание на својата заштита и безбедност, постојат и писмени докази кои датираат дури од 26-тиот век п.н.е. во рамки на папирусите напишани во врска со изградбата на пирамидите (папируси од Вади ал-Гарф), од 4-тиот век п.н.е. „Вражби за рептили и други штетни суштества“ (Лондон и Лајден). Оваа практика продолжува понатаму низ годините преку Хипократ кој укажува на определени опасности од практикување на сликањето што доведува до определени медицински состојби, потоа 1746 година Парацелзиус посочува на професионалните заболувања на рударите, па сè до ден денес кога постојат голем број правилници за опасностите, безбедноста и мерките кои треба да ги преземеме за да се заштитиме.

Концептот за безбедност е повеќеслоен и може да се разгледува од повеќе аспекти и начини. Во рамките на овој предмет, начинот на третирање на проблемот за безбедност ќе биде разгледан од позиција на работа во хемиска лабораторија. Со тоа ќе биде опфатена **благосостојбата на експериментаторот** кој работи во хемиската лабораторија, како и зачувувањето на **здрава и чиста животна средина**. Неминовна е поврзаноста на безбедноста со економскиот аспект. Безбедноста на инструментите, опремата и инфраструктурата, односно **материјалните добра**, се вториот, но не помалку важен дел од концептот за безбедност во лабораторијата. Спрегата за безбедноста на експериментаторот, материјалните добра и животната средина е нераскинлива. Аналитичарот е главната „алка“ во оваа низа и од него зависи текот на активностите, правилниот начин на функционирање на процесите, како и превенцијата и спречувањето на незгодите кои би придонеле кон нарушување на безбедноста. Сите мерки кои се преземаат се во насока за спречување или намалување на ризикот од појава на незгода која би ја нарушила безбедноста во хемиската лабораторија.

Безбедноста на работното место, во Република Македонија е регулирана со закон, кој е познат како „Закон за безбедност и здравје при работа“. Во оваа книга, безбедноста ќе биде разгледувана во однос на овој закон, но ќе бидат земени предвид и другите закони кои ги опфаќаат безбедносните аспекти на работа во хемиска лабораторија. Такви се на пример:

- Законот за хемикалии,

- Законот за превоз на опасни материи во патниот и железничкиот сообраќај,
- Закон за заштита од експлозивни материи,
- Закон за заштита од пожари,
- Закон за заштита и спасување,
- Закон за заштита од јонизирачко зрачење и радијациона сигурност,
- Закон за заштита од експлозивни материи,
- Закон за управување со отпадот итн.

Овие закони ќе бидат разгледувани од аспект на работа во хемиска лабораторија и запазување на соодветните законски регулативи поврзани со соодветната проблематика.

Вложувањето во безбедноста е од клучно значење за заштита на аналитичарот, но исто така и заштита на материјалните добра, како и производствениот или аналитичкиот процес чиј застој би можел да предизвика сериозни материјални последици.

Безбедносен ризик

Во професиите каде ризикот од повреда или несреќен случај е голема, безбедноста и мерките за заштита се од централно значење. Бенефитите од безбедна работна средина се важна алка во производствениот процес, како и во делот на обезбедување непречена работа. Значењето на безбедноста во однос на ризикот кој во себе го носи работата во лабораторија, се темели на трите основни столба, и тоа:

- обем на ризик,
- вредност на ризик,
- управување со ризик.

Процената на **обемот на ризик** е важен дел за значењето на безбедноста. Секогаш е важно, што е можно поверодостојно и реално да се процени големината на ризикот на секоја работна позиција и во секој аспект од производствениот процес. Тука влегува и ризикот поврзан со следење на квалитетот, односно контролата. Обемот на ризик е поврзан и со **вредноста на ризикот**, која ја вклучува вредноста која се става на потенцијален ризик односно неуспех за добивање на краен производ (поволен резултат). Според тоа, значењето на безбедноста е во врска со можноста работниците да работат на начин кој нема да го загрози нивното здравје, а истовремено нејзин интерес е да превенираат несреќи кои може да бидат предизвикани како резултат на природни катастрофи или човечки фактор кои би довеле до финансиска штета од материјална природа, а исто така и нематеријална штета (повреда, смртен случај, загрозување на угледот на компанијата итн.).

По процената на обемот и вредноста на ризикот, потребно е да се дефинира дел кој би водел сметка за **управувањето со ризиците**. Значењето на безбедноста доаѓа до израз преку управувањето со ризикот. Во ваков случај, целта на управувањето со ризиците е да се спречат потенцијалните несреќи, а не само да се надминуваат настанатите. Успехот во

работата и безбедноста е насочена токму кон превенција на несакани настани. Затоа, управувањето со ризиците треба да биде дел од оперативните практики, како на ниво на поединец, така и на ниво на целата организација. Но, управувањето со ризиците не го опфаќа само делот на превенција, туку и делот на справување со настанатите штети од предизвиканата незгода. Делот за управување со ризици има ресурси кои овозможуваат брзо и ефикасно справување со настаната штета и враќање на редовниот работен процес за кратко време. Тука е вклучен и делот кој предвидува справување со ситуации и непредвидени предизвици, како и флексибилност која ќе овозможи работните операции да се вратат во нормална состојба со минимална штета.

Управувањето со ризиците има за цел да изврши детектирање на места каде постои зголемен ризик преку изготвување мапа на ризици во работната организација. Мапата ги содржи сите места и позиции каде постои зголемен ризик. Тој може да биде од оперативна или локациска природа. Исто така, во мапата се прави и рангирање на ризиците во однос на веројатноста за нивно појавување. Согласно тоа, преку управувањето со ризиците, потребно е јасно да се утврдат надлежностите, одговорностите и отчетноста.

Обезбедување безбедност

Преку препознавањето на обемот и вредноста на ризикот како и ангажирање ресурси за управување со ризиците, се овозможува „обезбедување“ и подобрување на безбедноста. Со **процената на сите потенцијални ризици** се овозможува преземање на сите потребни мерки за обезбедување на личната заштита на работникот, но и на работната средина и околина во која тој работи. По проценувањето на ризикот, се бара начин да се утврди дали е можно да се избегнат сите постапки, процеси и протоколи кај кои постои зголемен ризик од повреда или несреќен настан. На овој начин се **избегнува ризикот**, а со тоа се намалува веројатноста за несакана последица. Намалувањето на ризикот може да се постигне со замена на определени постапки или со користење на хемикалии кои се помалку опасни, доколку тоа го дозволуваат околностите и не влијае на успешноста на постапката. Овие работи се регулирани и со Член 9 од Законот за безбедност и здравје при работа, според кој меѓу другото е наведено:

Работодавачот ги спроведува мерките за безбедност и здравје при работа врз основа на следниве основни начела:

- избегнување на ризици,
- проценување на ризиците кои не можат да се избегнат,
- справување со ризиците на самиот почеток,
- прилагодување на работата кон поединецот, особено во однос на карактеристиките на работното место и работната средина и олеснување на монотоната работа и работата со претходно утврдено работно темпо,
- изборот на хемиски супстанции или препарати,
- изборот на работни и производни методи,

- прилагодување кон техничко-технолошкиот напредок,
- замена на опасното со безопасно или помалку опасно,
- развивање на целосна безбедносна стратегија која опфаќа, технологија, организација на работа, работни услови, меѓучовечки односи и фактори кои влијаат врз работната средина.

Во овој Член, голем дел од Ставовите се пресликуваат и произлегуваат еден од друг, односно означуваат иста работа. Она што треба да се извлече како за заклучок е дека **прво** треба да се направи проценка на ризикот за секоја активност во работната организација (работниот процес) и потоа да се согледа дали може да се **избегне ризикот** со подобрување на процесот преку негова измена или замена со друг, што е предложено преку ставовите (3 до 7).

Ниту една активност не може да се смета дека е без ризик, но постојат начини како тој ризик да се намали и сведе на минимум преку почитување на правилата и протоколите за работа, но и преку воведување иновативни решенија кои ќе овозможат побезбедна работа. Возењето автомобил може да се смета за безбедно доколку се почитуваат сите правила и прописи и доколку возачот е добро обучен. Но, и кога се исполнети сите услови (почитување на правилата и прописите, обучен и искусен возач), постои ризик за несреќен случај. Една од можностите за таков настан е постоењето на други несовесен учесници во сообраќајот. За да се намали ризикот од нивните постапки, во автомобилите се вграден безбедносни појаси, заштитни перничиња итн. Слично е и при работа во лабораторија. Дури и едноставно преместување на шише со опасен реагенс може да преставува основа за несреќен случај. Затоа постојат правила според кои:

- шишето не треба да се пренесува така што би се држел за капачето (може да не е добро затворено);
- треба да се држи со двете раце;
- доколку се пренесува на поголемо растојание, едната рака треба да се стави под дното на шишето,
- не треба да се поставува на полици кои се над висината на главата, итн.

Дури и во услови на почитување на сите наведени правила, постои можност да се случи несреќен настан. На почетокот, кога биле користени стаклени шишиња, истите биле обложувани со пластична мрежа, потоа биле обложувани („преслекувани“) со пластична фолија, а во поново време стаклената амбалажа е заменета со стаклена, кога условите го дозволуваат тоа. Ова е еден пример, како иновативните решенија и напредокот на науката за материјалите, придонесува кон подобрување на безбедноста и намалување на ризикот од несакани последици.

Квалификуваниот кадар е важен во работниот процес и е од големо значење. Затоа и обезбедувањето на неговата сигурност и заштита се од голема важност. Обезбедувањето на континуирана **едукација** на работникот на секоја работна позиција во однос на безбедносните мерки и мерките за заштита, може да придонесат кон зголемување на ефикасноста на работникот во справувањето со несреќните случаи. Со вложувањето во

неговата континуирана едукација, се вложува во намалување на ризикот од материјални и нематеријални загуби. Напредокот на безбедносните системи и системите за заштита, налага континуирана обука на работникот за ракување со системите. Но, исто така, едукацијата е потребна и за одржување на континуитетот во развивањето навика за практикување на безбедносните методи и користење на средствата за нејзино постигнување.

Воспоставување и одржување на безбедноста

Откако се обезбедени сите услови за поставување безбедна работна средина кај која е направена проценка на сите можни ризици и обезбедени се условите за нивно надминување, потребно е да се **воспостават протоколи и правила** кои ќе овозможат континуирано задржување на нивото на практикување на безбедносните мерки. За таа цел, потребно е компаниите да постават јасни, разбирливи и конкретни протоколи за начинот на однесување на вработените при определена ситуација (протокол за евакуација во случај на пожар, протокол за дејствување при струен удар, истурање на хемикалија на кожа или во лабораторијата, контаминација на воздухот, итн.). Во зависност од типот на работната организација, односно делувањето на лабораторијата, протоколите може да бидат различни, односно за различни цели, дури и мерките во рамките на ист протокол (на пример за евакуација во случај на пожар), да опфаќаат различни чекори. Затоа, секоја работна организација е должна да изготви свои специфични протоколи. Се разбира, генералните упатства се дефинирани со Законот за безбедност и здравје при работа. Според овој Закон, работодавачот, меѓу другото, е должен да:

- донесе безбедносни мерки против пожар во согласност со посебните прописи,
- донесе мерки за прва помош и евакуација во случај на опасност.

Студиите покажале дека однесувањето и постапките на човекот се разликуваат во мирновремени услови и услови на вознемиреност и паника. Затоа е потребно да се **предвидат очекуваните постапки** на вработените при несреќен случај. На ваков начин може однапред да се истренира работникот да не постапува погрешно, на начин кој е интуитивен, туку смилено да ги преземе потребните активности за лична заштита, заштита на останатите присутни, како и материјалните добра. Со предвидување на очекуваниот начин на реакција, може да се подобрат и протоколите за дејствување, како и едукацијата на вработените во поглед на заштитата. Според предвидувањето на постапките, може преку едукација на вработените да се врши **„моделирање“ на начинот на размислување**. Со укажување на неправилен начин на интуитивно делување во услови на вонреден настан, едукацијата и укажувањата може да придонесат за некои постапки да не бидат инстинктивни, туку контролирани и точно насочени. На сличен начин се врши моделирање на начинот на размислување и делување на стјуардесите во услови на евакуација. Тие се тренираат да постапуваат на начин кој ќе овозможи најбрза и најефикасна евакуација на патниците во авионот во услови на несреќен случај. Во хемиската лабораторија, таа улога ја имаат сите вработени. Ова индиректно води до **дестимулирање на нерационалниот**

начин на делување, кој многу често е и најинтуитивниот. Но, интуицијата нè упатува да делуваме и да се заштитиме во првиот моментот од несреќата, при тоа не обраќајќи внимание на далекусежните последици од постапката. Преку моделирањето на начинот на размислување и тренингот, се овозможува **стимулирање на посакуваните постапки**, односно постапките кои ќе овозможат најбезбедно справување со настанатиот несреќен случај. Пример за ова може да биде контакт на кожата со концентрирана сулфурна киселина. Ако оваа киселина дојде во контакт со кожата, не смее веднаш да пристапиме кон миење на кожата со вода. Разредувањето на сулфурната киселина е силно егзотермен процес, така што миењето на кожата со вода ќе доведе до генерирање на топлина која дополнително ќе ја влоши состојбата. Во ваков случај, потребно е прво да се отстрани киселината од кожата со памук или хартија, а потоа да се промие со вода и раствор од натриум карбонат.

По воведувањето на мерките за безбедност и нивното воспоставување во работната организација, потребно е да се направат напори за континуитетот во нивната примена. Во спротивно, со времето, мерките застаруваат, вработените не се повеќе во тек со начинот на нивно спроведување при настанување на несреќен случај и како резултат на тоа, опаѓа нивото на безбедност. Затоа, работодавецот мора да обезбеди континуирана едукација на вработените за процедурите. Воедно, потребно е да се ревидираат протоколите во просек еднаш годишно, да се бара нивно континуирано подобрување, но и обезбедување средства за лична заштита и заштита на материјалните добра. Според Законот за безбедност и здравје при работа работодавачот, треба да:

- назначи најмалку едно стручно лице за безбедност при работа,
- ангажира здравствена установа за вршење стручни задачи за здравје при работа,
- овозможи обука на вработените за безбедно извршување на работата врз основа на сопствена програма,
- обезбеди опрема за лична заштита за вработените и нејзината употреба, доколку преземените безбедносни мерки во работната средина не се доволни,
- врши повремени прегледи и испитување на работната средина и опрема
- ја следи здравствената состојба на вработните.

Култура на безбедност

Во хемиските лаборатории постојат голем број дополнителни ризици по однос на безбедноста, но постојат и начини за нејзино подобрување. Тука пред сè влегува континуираното образование и обука на кадарот, процената на ризик на секое работно место индивидуално, развиен и воспоставен систем за управување со безбедност и негово континуирано надградување. За да се обезбеди функционалност на овој систем за безбедност, потребно е да постои развиена безбедносна култура. Познавањето на безбедноста и протоколите за работа, а нивното неспроведување е резултат на неразвиена

култура за безбедност. Ова е особено изразено во работните средини во нашите работни организации, што ја прави работата во лабораторија да биде ризична.

Безбедноста во многу случаи зависи од работникот. Честопати, работниците чувствуваат дека безбедноста е важна, но сепак се подложуваат себеси на небезбедни дејства кои можат да доведат до несреќа. Причината за тоа е заштеда на време, ресурси или едноставно немарност со што познавањата или информациите за протоколите се игнорираат и занемаруваат според нивните лични верувања и предрасуди. Овие навики на работа и збир од постапки, ја дефинираат **„културата на безбедност“**. Таа се оценува според однесувањето на работникот кога тој не е под директна контрола. Кога работникот ги извршува работните задачи без импровизации и според безбедносните упатства и протоколи во секој момент од работата во лабораторија, може да се каже дека тој е со висок степен на безбедносна култура. За избегнување на несреќите кои во хемиските лаборатории многу лесно може да настанат, потребно е да се поседува високо ниво на безбедносна култура.

Честопати, неносењето заштитни очила или лабораториски мантил кога се влегува во лабораторија за краток временски интервал е најчеста причина за настанување на некоја незгода. Процената дека степенот на ризик при влез во лабораторија без заштитни очила и мантил е низок, може да доведе до повреда. Ова е едноставна илустрација за низок степен на безбедносна култура.

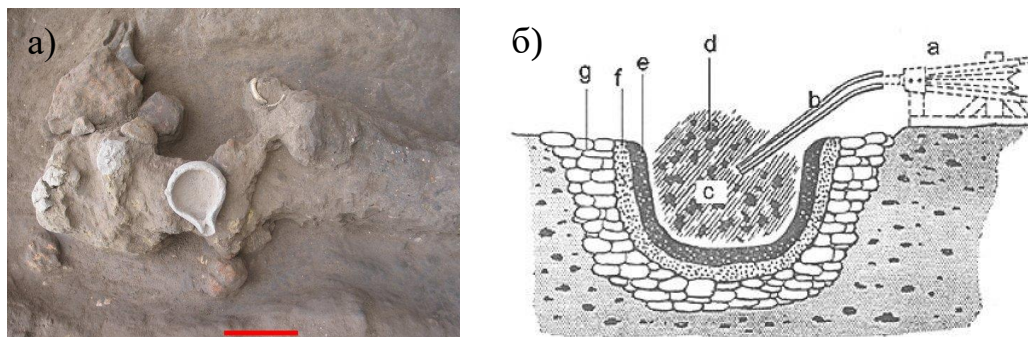
Културата на безбедност опфаќа збир на ставови, перцепции, компетенции, вредности и шаблон на однесување кај работниците кои се поврзани со ризиците присутни во работната организација. Таа е во врска со однесувањето на работникот кога тој не е под директна контрола. Кога постапките и работниот процес се набљудувани, работниците се свесни за безбедносните аспекти кои мора да се запазат и истите ги почитуваат и спроведуваат. Непочитувањето на безбедносните протоколи и заштита може да доведе до покренување казни. Во услови на отсуство на надзор, често се случува работникот да ги занемари протоколите, со цел побрзо и поедноставно завршување на работните обврски. На овој начин, работникот несвесно го загрозува сопственото здравје и живот, ставајќи ги во зголемен ризик и другите аспекти од безбедноста. Под поседувањето „култура на безбедност“ се подразбира примена на безбедносните мерки при извршување на работните задачи без импровизации и според безбедносните упатства и протоколи во секој момент од работата, вклучително и кога работникот знае дека не е набљудуван и кога знае дека нема да има реперкусии во однос на неприменување на безбедносните мерки. Единствено со високо развиена култура на безбедност, несаканите настани може да се сведат на минимум.

Хемиска лабораторија

Развојот на хемиските лаборатории

Хемиската лабораторија претставува специјално опремена просторија наменета за изведување хемиски експерименти, анализи и синтези, при контролирани услови. Условите за работа во хемиските лаборатории овозможуваат контролирано набљудување и мерење на предизвиканите појави.

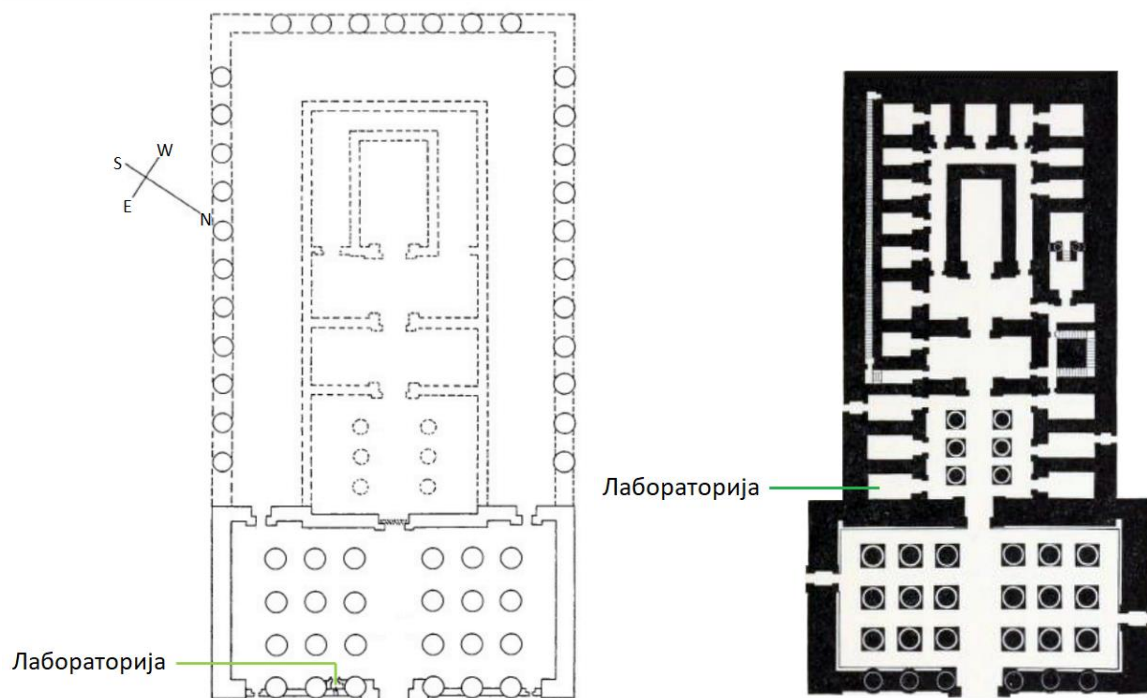
Потребата за следење на процесите при определени услови се наметнала многу одамна. Познавањето на факторите кои влијаат е од особено значење за контрола на текот на процесот. Како почеток на хемиските активности во животот на човекот може да се смета периодот кога тој го открива и почнува да го користи огнот. Подготовката на храната е своевиден хемиски процес кој е најдолго застапен на Земјата, а е поврзан со активноста на човекот. Но, посериозни активности со огнот следуваат во бронзениот период (околу **петтиот милениум п.н.е.**, кога човекот „експериментира“ со металите кои ги наоѓа во природата и ја создава првата легура - бронзата. Археолошките истражувања, покажуваат дека оттогаш потекнува и периодот кога човекот ги создава првите печки во кои топи поголемо количество калај и бакар изработувајќи и леејќи бронза. Ова се воедно и првите „лаборатории“, односно специјални места опремени со печки за топење, во кои се одвивале првите активности во поглед на добивање нови материјали. Подоцна, во железниот период, 1800 годна п.н.е., развојот на печките овозможува топење на железо и неговите руди.



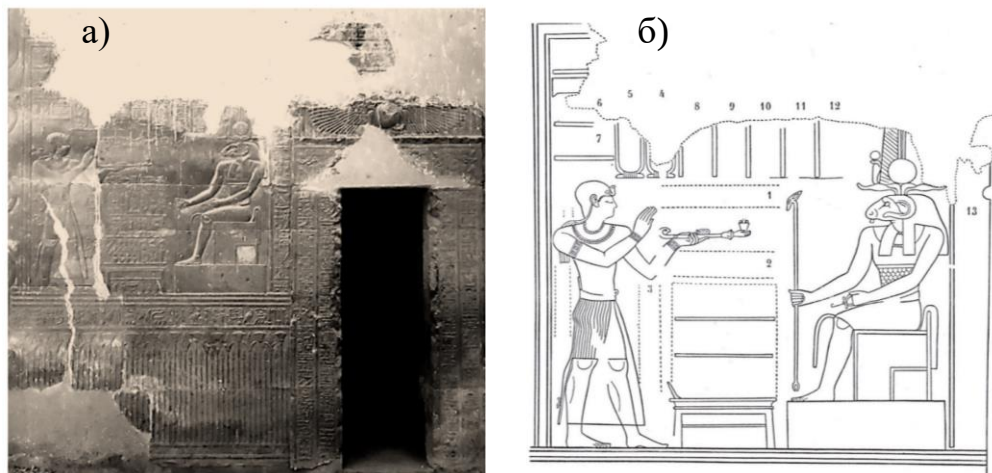
Слика ?? а) глинена печка со целосно зачувано лонче за загревање и материјал богат со јаглен, опкружен со истурена бронза, б) шематски приказ на печка за топење бронза и железо (а - б - млазница, с - јаглен, d - иситнета руда, е - слој од глина, f - слој од земја, g - слој од камен).

Во стариот Египет, познати се голем број лаборатории во кои била вршена екстракција на ароматични соединенија, користени во процесите на мумификација. Првата најдена лабораторија во Египет е лабораторијата во храмот во Едфу изграден во Грчко-Римски стил од страна на Птоломеј III. Храмот (и лабораторијата) потекнуваат од **3 век п.н.е.** Регистрирани се и лаборатории во храмовите во Дендара, Есна (Слика ??), Атрибис, Кон Омбо и Филе. Во лабораториите најдени се записи за постапките за добивање на голем број ароматични соединенија и екстракти. Само за мал дел од соединенијата најдени се рецептурите, пресметки и количества од користените материјали,

што ја потврдува функцијата на овие простории во храмовите. Честопати, она што се нарекува лабораторија во храмот е само просторија во која се чувале екстрактите и другите супстанции. Работилниците, т.е. лабораториите каде се изолирале супстанците биле надвор од храмот. Во рецептите се спомнува и божествениот камен: „Ова е тајна која никој не ја видел ни чул, а се пренесува од татко на син и ова е тајна која никој не ја знае“. Сложените и долги процедури и големата разновидност на супстанците опишани во текстовите ја докажуваат вредноста на различните масла и масти складирани во лабораторија. Бидејќи поголемиот дел од рецептите се однесуваат на ритуали за кои се направени овие парфеми, овие текстови се исто така одраз на функцијата на просторијата како врска меѓу надворешните работилници каде се правеле овие ароматични материи и местата на ритуали каде што всушност се користеле.



Слика ??. Лабораторија во Есна и Хатор

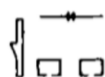


Слика ?? а) декорации на сидовите во лабораторијата која е дел од храмот во Есна, б) реконструкција на сцената.

Според она што беше опишано, и според податоците со кои располагаме од археолошките испитувања, може да се смета дека старите Египќани се првите кои на некој начин организирале простории во кои изведувале постапки што претставуваат своевидни екстракции, а биле наменети за религиозни цели. Тие користеле посебни садови и методи за добивање одредени супстанции.

И покрај тоа што развојот на научната мисла е мошне застапен во античка Грција, сепак постоењето на некоја форма на хемиски лаборатории (како оние во антички Египет) не може да се потврди. Она кон што повеќе биле насочени античките Грци, биле експерименти од областа на механиката, оптиката, но не и хемијата и покрај тоа што дисциплините се препокриваат.

Развојот на лабораториите е впечатлив во текот на периодот на алхемијата. Грчко-Римскиот период кој претставува почеток на алхемијата е периодот од 1 до 4 век од новата ера. Историските записи укажуваат на развој на првите методи и техники уште во првиот век кои се застапени и ден денес. Таков е случајот со конструкција на првата водна бања од страна на еден од првите алхемичари, Марија Еврејката (позната и како пророк Марија) која живеела во Александрија. Златниот период од развојот на алхемијата започнува во 16-от век. Оттогаш датираат и првите посистематски дизајнирани алхемиски лаборатории. Терминот „лабораторија“ за прв пат се споменува во латинскиот јазик од 1580 година и бил термин искористен за работното место на алхемичарите, поточно за работилницата на алхемичарите. Во англискиот јазик, овој збор е преземен во 1592 година со истото значење. Изворно, латинскиот термин „laboratorium“ означува работилница. Но, и во стариот Египет, се користеле посебни ознаки и назив за местата кои се користеле за складирање и подготовка на етеричните масла, парфеми и вино. Овие простории, заради нивната намена и активноста која се одвивала во нив, може да се сметаат за лаборатории, така што терминот „js“ означува лабораторија. Соодветната хиероглифска ознака што ја користеле е:



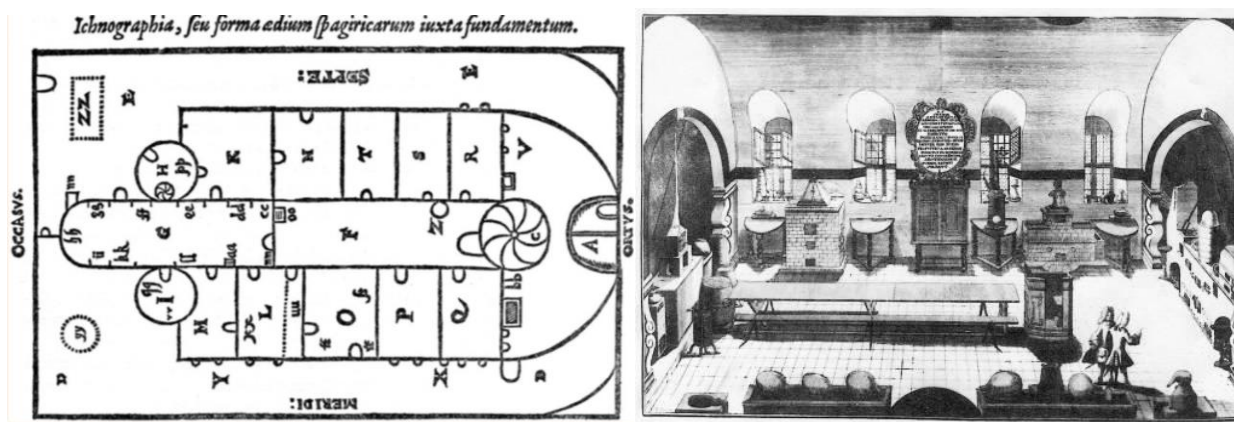
Во периодот на алхемијата, не постоел стандарден модел на алхемиска лабораторија. Тие главно биле простории во кои централно место имала печката, апаратури за дестилација и друг

ситен инвентар наменет за изведување на експериментите и екстракција на метали од рудите. Една таква алхемиска лабораторија е пронајдена во 2002 година, под една од улиците во централниот дел на Прага (Слика ??). Се смета дека била направена во периодот од 1576 – 1612 година. Лабораторијата се состои од три дела. Првата просторија може да се нарече припремна лабораторија, после која следува главната просторија со печката, каде се спроведуваат реакциите, и придружна просторија, која денес може да се нарече стаклодувачка работилница.

Систематската работа во овие работилници придонела да се јави потребата од планирање на лабораторискиот простор. Популарноста на алхемијата придонела таа да се развива и шири, така што се јавила потребата од оформување на поголем број лаборатории. Една од првите скици и нацрти за алхемиска лабораторија е онаа од 1606 година (Слика ?? а). Кон крајот на 17-тиот век се развиваат и лаборатории во кои се образуваат идните алхемичари, како што е онаа прикажана на Слика ?? б). Во оваа лабораторија централно место има масата со клупа за седење со што се потврдува нејзината намена.



Слика ?? Алхемиска лабораторија пронајдена под улиците во централниот дел на Прага, Чешка.



Слика ?? а) б)

Кон крајот на 17-тиот и почетокот на 18-тиот век, алхемијата го губи приматот и модерните хемичари ја напуштаат филозофската мисла за каменот на мудроста и еликсирот на младоста. Тие се фокусираат на решавање пофундаментални проблеми во хемијата, објаснување на набљудуваните феномени и квантитативно мерење на промените кои настануваат. Во овој период, хемичарите се интересираат повеќе за гасовите и нивните својства, така што трендот кој се развива (хемија на гасовите) го обликува и изгледот на лабораториите. Така, новите лаборатории од крајот на 18-тиот

век имаат поголеми работни површини (маси) за изведување експерименти со гасови, а големите печки повеќе не се дел од лабораториите.

Следниот чекор во развојот на лабораториите е она што го познаваме денес како класична лабораторија. Потребата од изведување на мерења со поголема прецизност бара соодветно опремени простории и услови кои задоволуваат определени барања. Така, првите модерни лаборатории се формираат кон крајот на 19-тиот век. Овие модерни лаборатории за прв пат се појавуваат на германските универзитети. Тие се состојат од дрвени маси со полици, како и фиоки со шкафчиња под масата. Масите се снабдени со проточна вода и гас за загревање. На краевите од масите, како и на самата маса, се поставени мијалници. Покрај сидовите се поставуваат и дигестори. За прв пат, во овие лаборатории се конструираат и осмислуваат системи за вентилација.



Слика ?? Хемиска лабораторија во „Техничката висока школа“ во Цирих, Швајцарија.

Развојот на хемијата и појавата на различни хемиски дисциплини, наскоро овозможила појава и конструкција на различни типови лаборатории. Втората светска војна има силно влијание во модернизирањето на лабораториите и воведување на нови инструментални техники. Електричната енергија во лабораториите е од големо значење. Системите за загревање, сè повеќе се базираат на користење електрична енергија, а безбедносните аспекти полесно почнуваат да се инкорпорираат во секојдневната лабораториска пракса.

Современи хемиски лаборатории

Денес, лабораториите ги имаат скоро истите карактеристики во однос на класичните лаборатории, со таа разлика што безбедносниот аспект е значително поизразен. Современите лаборатории претставуваат безбедни места за работа, ако и само ако се запазени сите мерки за

безбедност, а хемичарите во нив се соодветно обучени и поседуваат висок степен на култура на безбедност. Во спротивно, непознавањето на стандардните процедури за безбедна работа и некористењето на заштитна опрема ја прави работата во лабораторија небезбедна.

Различната опрема која се користи во лабораториите, го прави нивниот дизајн да биде различен. Безбедноста и функционалноста на лабораторискиот простор се најзначајните аспекти при дизајнот на лабораториите. Лабораторискиот простор може да биде:

- затворен, односно изолиран: се однесува на посебни лабораториски делови, простории, во рамките на една голема лабораторија, или
- отворен: повеќе лабораториски маси (работни места) се интегрирани во една отворена просторија.

Изборот за дизајн на лабораторијата зависи од повеќе фактори, меѓу кои и: безбедност, можност за контаминација, опремата која се користи (инструменти или лабораториски садови), произведената бучава, користени хемикалии. Другата генерална поделба на типот на лаборатории е направена според типот на активностите (анализи) кои се одвиваат во лабораторијата:

- **суви лаборатории** (инструментални лаборатории): простории кои се предвидени за инструменти и во овие лаборатории не е предвидена подготовка на примероците која опфаќа нивен хемиски третман. Најчесто, во овие лаборатории не се користат хемикалии и растворувачи. Покрај инструменти за различни набљудувања и мерења, сувите лаборатории може да бидат и компјутерски лаборатории во кои се спроведуваат најразлични хемиски пресметки.
- **мокри лаборатории** (хемиски лаборатории): предвидени за изведување на хемиски експерименти по мокар пат, како синтези или класични анализи, односно постапки за кои се користат хемиски методи, хемикалии и друга лабораториска опрема.

Во зависност од природата на лабораторијата (сува или мокра), начинот на опремување е различен. Некои лаборатории и покрај тоа што се инструментални (користат определен инструмент за работа), неопходно е да имаат директен пристап до мокра лабораторија или пак, лабораторијата во која се наоѓа инструментот да биде комбинирана лабораторија (сува и мокра). Стандардната опрема и системи кои треба да ги поседува секоја лабораторија, без разлика на типот, се состои од:

- алармен систем,
- противпожарен систем (апарати),
- систем за вентилација.

Алармниот систем, во зависност од типот на лабораторијата, може да биде:

- **противпожарен алармен систем**, кој се активира како резултат на зголемена температура во просторијата, а е резултат на пламен;
- **алармен систем за чад**, во овој случај системот е поврзан со детектор за чад и се огласува во случај на детекција на зголемено присуство честички во воздухот;
- **алармен систем за гас**, кога системот е поврзан со детектор за некој специфичен гас, во зависност од тоа што се користи во лабораторијата. Најчести системи за детекција на гас што се користат во лабораториите се: CO, CO₂, NH₃, SO₂/SO₃. Во поново време се поставуваат и алармни системи кои се активираат кога концентрацијата на кислород во просторијата ќе опадне под определена граница, критична за нормално функционирање на

човекот. Причината за намалување на концентрацијата на кислородот во воздухот може да биде различна. Најчесто тоа се случува при користење поголема количина инертни гасови (азот, аргон) и недоволно добра вентилација, па се случува инертните гасови да го „потиснат“ кислородот од просторијата.

Противпожарните апарати и/или системот за противпожарна заштита е важен дел од секоја лабораторија. Неговата изведба може да биде различна во зависност од типот на лабораторијата. Така, сувите лаборатории треба да бидат снабдени со противпожарни апарати на база на CO_2 или сув прав, а не на база на вода. Тие се задолжителен дел од секоја лабораторија, без разлика дали постои противпожарен систем. За противпожарната заштита и безбедност, поопширно ќе стане збор во поглавјето „Пожари“.

Системот за вентилација во хемиските лаборатории, без разлика дали станува збор за вентилацијата во просторијата или во дигесторите, игра клучна улога во одржување на чист амбиентален воздух. Несоодветната вентилација може да придонесе до акумулирање на поголемо количество штетни гасови или честички кои би придонеле до хронично труење на работниците. Слабата вентилација може да биде одговорна за акумулирање на гасови, а силната вентилација може да придонесе за зголемување на нивото на опасни честички во воздухот. Силното струење на воздухот може да ги подигне ситните честички од работните површини или отворените садови и да ги пренесе во воздухот.

Кај добро дизајниран систем за вентилација, потребно е системот за затоплување и ладење да биде соодветен за комфорноста на работниците и непречена работа на инструментите. Исто така, потребно е да постои разлика меѓу количеството воздух кое се изнесува од лабораторијата со системот за вентилација и количеството воздух кое се внесува, така што да постои негативен (понижок) притисок во лабораторијата. На ваков начин се оневозможува неконтролирано излегување на хемиските испарувања од лабораторијата. За разлика од лабораториите, кај стерилните (чистите) простории, потребно е да постои позитивна разлика во притисокот, како не би дошло до контаминација од надвор.

Постојат повеќе стандардни модели за брзината на замена на воздухот во лабораторијата. Како најприфатен во дизајнот и конструкцијата на системот за вентилација е моделот според кој се определува степенот на измена на воздухот во просторијата како број на циклуси на измена во единица време. Така, за стандардна хемиска лабораторија, потребно е системот за вентилација да овозможи 6 до 12 циклуси на замена на воздухот во текот на 1 час. За споредба, во дигесторите, брзината на измена на воздухот треба да изнесува 10 до 15 замени во минута.

Лабораториски мебел

Со потребата од честа промена на позицијата на елементите во лабораторијата, односно лабораторискиот мебел, како и со потребата за интервенција во делот на инсталацијата, се наметнува барањето за мебел кој е лесно и едноставно подвижен и прилагодлив. И покрај тоа што дел од мебелот е фиксиран во просторијата, постои можност од избор на позиција за нивна монтажа која би дозволила непречена и ефикасна преадаптација на лабораторијата. Монтажните елементи лесно може да се демантираат и да се интервенира во секој дел од лабораторијата и секој од тие елементи лесно може да биде заменет со нов. На ваков начин се овозможува лесна достапност и интервенција до сите инсталации во секој дел од просторијата (дигестор, лабораториски маси итн).

Дизајнот на лабораториите кој се практикува денес, е поставување на фиксните делови како дигесторите и мијалниците покрај сидовите, со што се овозможува максимална мобилност на опремата и останатиот мебел низ останатите делови од просторијата. Централните делови од лабораторијата најчесто се подвижни или пак, овозможуваат лесна демонтиража. Другиот тренд е таков што при изградбата се остава простор меѓу катовите, а целата инсталација е во подот, односно таванот на лабораторијата. Меѓукатната разлика е доволно голема за да се овозможи интервенција и одржување на инсталациите. Овој пристап е применет и при конструкцијата и изградбата на зградата на Институтот за хемија кој е дел од Природно-математичкиот факултет во Скопје. Третиот начин на конструкција на лабораториите е така што целата инсталацијата се поставува под таванот и се спушта до масите и другите работни површини. Интервенцијата во овој случај е многу едноставна, проблемите како протекување, пукната цевка итн. се веднаш воочливи, а интервенцијата и одржувањето е наједноставно. Единствената негативна страна е естетиката и одржувањето на хигиената на инсталациите.

Заради спецификата на експериментите кои се изведуваат, лабораториската опрема која се користи, како и корозивната природа на голем број супстанции, постои потреба од употреба на специјални материјали при изработката на лабораторискиот мебел. Материјалите, покрај издржливоста, треба да се карактеризираат и со инертност кон супстанциите кои се користат во хемиските лаборатории. Материјалот од кој е изработен мебелот треба да биде долготраен, отпорен на механички стрес за да може да се користи подолг временски период и да ја издржи потребата од прераспределба која би се правела во лабораторијата. Исто така, тој треба да биде мазен и лесно да се чисти.

Мебелот кој се користи во лабораторијата е сочинет од лабораториските површини (маси) со сите придружни делови, како шкафчиња, фиоки, полици, мијалници, потоа дигестори, ормани за чување хемикалии, сандачиња за прва помош, столчиња, антивибрациони маси, по потреба итн. Во ова поглавје, посебно ќе биде разгледан секој дел од мебелот од аспект на запазување на безбедноста во лабораторијата со препораките за соодветно користење, избор на соодветен материјал од кој треба да биде изработен, начинот на чистење и одржување итн.

Лабораториска маса

Лабораториската маса е најважниот дел од мебелот во хемиските (мокри) лаборатории. Таа претставува местото каде се изведуваат најголем дел од операциите за подготовка на реакционите системи, процесите и сите активности за кои не постои опасност од повреда при ракување (титрација, растворање, подготовка на раствори, поставување на апаратура итн). Честопати, на работните маси се одвиваат и поедноставни постапки на загревање, филтрирање и операции за кои не е неопходно потребно да се користи дигестор.

Лабораториските маси во мокрите лаборатории најчесто се снабдени со довод и одвод на обична и дестилирана вода, довод и одвод на вода (течност) за ладење, електрична инсталација, може да имаат и инсталација за гас за загревање, вакуум, други гасови по потреба (азот, аргон). Материјалот од кој е направена површината може да биде различен, но мора да биде огноотпорен и инертен на дејство на хемикалии. Како најдобар материјал за мокрите лаборатории е монолитната керамика (Слика ? а). Според тестирањето, единствено таа е најотпорна на сите растворувачи, киселини и обоени раствори (Табела ?), но истовремено и најскапа опција. Доколку станува збор за суви лаборатории, тогаш изборот на материјал е поголем. Треспата е материјал кој е сè позастапен

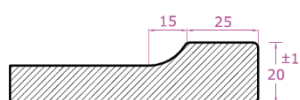
не само во сувите, туку и во мокрите лаборатории. Сепак, тој не е најдобар избор за мокра лабораторија (Табела ?), а сепак може да ги задоволи потребите за сувите лаборатории. Треспата преставува дрвен материјал (дрвни влакна) импрегнирани со смола под висок притисок.

Порано, како материјал за изработка на лабораториските маси било користено висококвалитетно дрво (даб), премачкано со анилински бои како заштита од дејство на хемикалии и топлина (Слика ? б). Според денешните стандарди, користењето на овој тип дрво не се препорачува заради безбедносни причини. Во случај на пожар, присуството на ова дрво, значително би придонело во разгорување на пожарот. Од материјалите кои **не се** одобрени за користење како работни површини во хемиската лабораторија, се и поливинил хлорид (PVC), стаклопластика („fiberglass“), плекси глас.



Слика ?? лабораториски маси изработени од различен материјал со површина од а) монолитна керамика, б) дрво премачкано со огноотпорна анилинска боја.

Според стандардите, работните површини потребно е да имаат повисоки рабови кои ќе го спречат излевањето на истурените течности и цврсти супстанции надвор од работната површина (Слика ?). Монолитната керамика овозможува при изработката, овие рабови да бидат излеани во целина, односно да бидат составен дел од целата површина (едно парче – монолит), за разлика од треспата, каде работ се поставува дополнително и се прицврстува за рамната површина на масата.



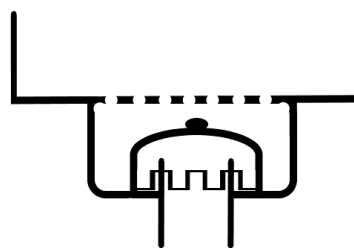
Слика ? Рабови на работните површини коиго спречуваат излевањето на истурените раствори и хемикалии.

Мијалници (лавабоа)

Мијалниците најчесто се составен дел од лабораториската маса и тие може да бидат излеани како монолит заедно со површината на масата или да бидат дополнително поставени. За

препораките за користење на материјал за изработка на мијалниците не се прави отстапка и тие најчесто се изработени од кисело-отпорна керамика или друг киселоотпорен и хемиски инертен материјал без разлика дали се дел од површината на масата или пак се поставени дополнително на работната маса. Околу мијалниците, површините се со „благ пад“ за да се овозможи слевање на водата (течностите) во мијалникот и да се спречи нивно разлевање на останатите делови од масата.

Специфично за постарите мијалници е тоа што биле изработувани од монолитна керамика (во некои случаи и порцелан) и биле со вграден сифон (Слика ?). Овој сифон не само што игра улогата за задржување на мирисите од одводот, туку има и улога за разредување на случајно истурените хемикалии во мијалникот. Неговата големина (Слика ? в) овозможува разредување пред истурената супстанца да стигне до одводот. Другата улога е да ги сопре ситните парчиња инвентар и стаклен крш да влезат во одводот и да дојде до негово затнување.



Слика ?. Изглед на кисело-отпорен порцелански мијалник со вграден сифон и шематски приказ на сифонот со неговите составни делови.

Хемиска компатибилност

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Неоргански кис.																						
2	Органски кис.	×																					
3	Бази	×	×																				
4	Амини и аминокиселини	×	×																				
5	Халогенирани деривати	×		×																			
6	Алкохоли, гликоли и гликол етери	×																					
7	Алдехиди	×	×	×																			
8	Кетони	×		×																			
9	Заситени јаглеводороди																						
10	Ароматични јаглеводороди	×																					
11	Алкени	×																					
12	Петролеуми																						
13	Естери	×		×																			
14	Мономери и полимеризабилни естери	×	×	×																			
15	Феноли	×		×																			
16	Алкилен оксиди	×	×	×																			
17	Цијанохидрини	×	×	×																			
18	Нитрили																						
19	Амонијак																						
20	Халогени																						
21	Етери																						
22	Фосфор, елементарен																						
23	Сулфур, стопен																						

Propylene Propylene butylene polymer Group 11: Olefins (cont.) Propylene tetramer (dodecene)
 1-Tetradecene 1-Tridecene Turpentine 1-Undecene Group 12: Petroleum Oils Asphalt Gasolines
 Casinghead Automotive Aviation Jet Fuels JP-1 (kerosene) JP-3 JP-4 JP-5 (kerosene, heavy)
 Kerosene Mineral spirits Naphtha (non aromatic) Naphtha Solvent Stoddard solvent VM&P Oils
 Absorption oil Clarified oil Crude oil Diesel oil Fuel oil No. 1 (kerosene) No. 1-D No. 2 No. 2-D
 No. 4 No. 5 No. 6 Lubricating oil Mineral oil Mineral seal oil Motor oil Penetration oil Range oil
 Road oil Spindle oil Spray oil Transformer oil Turbine oil Group 13: Esters Amyl acetate Amyl
 tallate Butyl acetates (n, iso, sec) Butyl benzyl phthalate Castor oil Croton oil Dibutyl phthalate
 Diethyl carbonate Dimethyl sulfate Dioctyl adipate Dioctyl phthalate Epoxidized vegetable oils
 Ethyl acetate Ethyl diacetate Ethylene glycol monoethyl ether acetate Ethylhexyl tallate Fish oil
 Glycol diacetate Methyl acetate Methyl amyl acetate Neatsfoot oil Olive oil Peanut oil Propyl
 acetates (n, iso) Resin oil Soya bean oil Sperm oil Tallow Tanner's oil Vegetable oil Wax,
 carnauba Group 14: Monomers and Polymerizable esters Acrylic acid (inhibited) Acrylonitrile
 Butadiene (inhibited) Butyl acrylate (n, iso) Ethyl acrylate (inhibited) 2-Ethylhexyl acrylate
 (inhibited) Isodecyl acrylate (inhibited) Isoprene (inhibited) Methyl acrylate (inhibited) Methyl
 methacrylate (inhibited) o-Propiolactone Styrene (inhibited) Vinyl acetate (inhibited) Vinyl
 chloride (inhibited) Vinylidene chloride (inhibited) Vinyl toluene Group 15: Phenols Carbolic oil
 Creosote, coal tar Cresols Nonylphenol Phenol Group 16: Alkylene Oxides Ethylene Oxide
 Propylene Oxide Group 17: Cyanohydrins Acetone cyanohydrin Ethylene cyanohydrin Group 18:
 Nitriles Acetonitrile Adiponitrile Group 19: Ammonia Ammonium hydroxide Group 20:
 Halogens Bromine Chlorine Group 21: Ethers Diethyl ether (ethyl ether) 1, 4, Dioxane
 Isoprophyl ether Ethers (cont) Tetrahydrofuran Group 22: Phosphorus, elemental Group 23:
 Sulfur, molten Group 24: Acid Anhydride Acetic anhydride Propionic anhydride