

## Техника на хемиско експериментирање

(хемиска лабораторија: прибор, хемикалии и оштитни уреди за работа)

## ХЕМИСКА ЛАБОРАТОРИЈА

### Општо за хемиската лабораторија

**Хемиската лабораторија** претставува специјално опремена просторија наменета за изведување хемиски активности (експерименти). Лабораторијата треба да биде чиста, уредна, проветрена и добро осветлена. Освен тоа, треба да биде опремена со соодветни работни маси и дигестори (простори кои ќе обезбедуваат работа со супстанци што се опасни по здравјето).

**Лабораториските работни маси** наменски се изработуваат според потребите на хемиската лабораторија. Тие треба да имаат полици за чување на шишињата (односно садовите) со супстанци, довод и одвод за вода, приклучок за струја, а може да имаат и довод на гас за согорување. За миење на приборот и за истурање на течниот отпад, по правило, на двата краја од масите се поставени лавабоа. Во непосредна близина се чуваат четки за миење на приборот. Од левата и од десната страна на лавабоата се наоѓаат канти за цврсти отпадоци. Лабораториските маси се изработуваат од дрво, а во последно време, заради поедноставно одржување, сè почесто се користат полимерни материјали.

Би сакале на ова место да истакнеме дека катедрите во предавалните каде што се изведува настава по хемија (или, барем во една предавална) би требало, всушност, да бидат демонстрациони лабораториски маси што се снабдени со сè што е потребно за нормално изведување на демонстрациони експерименти (довод и одвод на вода, дигестор и сл.). Имено, многу експерименти може да се изведуваат единствено како демонстрациони експерименти. За ова треба да постојат соодветни услови.

**Дигесторот** се користи за изведување експерименти со смрдливи, со отровни и запаливи супстанци т.е. за изведување експерименти при кои постои некаква опасност по животот, за здравјето или за безбедноста на експериментаторот и на присутните. Може да биде подвижен (поставен на тркала\*) при што содржи ќелија за апсорпција на штетните гасови, или да биде изграден (изсидан) во еден од сидовите, при што штетните гасови може да се апсорбираат во специјална ќелија или да се изнесуваат надвор, во околната, преку систем за вентилација (последново, иако почесто практикувано, не е пожелно решение). Дигесторот содржи простор што по својата функција е еднаков со лабораториската работна маса и, според тоа, и тој е снабден со довод и со одвод за вода, приклучок за електрична струја итн. За разлика од работните маси, содржи систем за вентилација и вертикална подвижна врата (стакlena преграда). При работа со штетни гасови (било тие да се користат како реактанти или да се добиваат како продукти), задолжително е вклучување на системот за вентилација и спуштање на вратата од дигесторот до онаа висина која овозможува непречено вршење на операциите потребни за изведување на експериментот. Ако постои опасност од експлозија, по поставувањето на апара-

\* Ваквите дигестори се идеални за изведување демонстрациони експерименти и во „обични“ предавални (т.е. предавални кои немаат вистинска лабораториска маса, какви што се, всушност, најголем дел од постојните предавални во училиштата и на факултетите).

## *Експериментот во настапавања по хемија*

---

турата и по започнувањето на експериментот, вратата на дигесторот се затвора целосно (за да се заштитат експериментаторот и слушателите). Доколку, пак, ваков експеримент (во кој постои опасност од експлозија) се изведува на демонстрационата маса, меѓу апаратурата и аудиториумот треба да се постави заштитен параван (преграда) изработен од плексиглас или од стакло. Дебелината на плексигласот (стаклото) треба да биде најмалку 5 mm, а големината на параванот околу 120 cm × 50 cm. Треба, секако, да се предвиди и соодветно подножје за ваквиот параван.

**Важно:** *по завршувањето на експериментот, „обичниот“ течен отива се истура во одводот (од дигесторот) наменет за тоа и приборот не се изнесува од дигесторот сè додека барем еднаш не се исилакне со вода или со друг походен растворувач, а и тоа добро се мие на чешмата од лабораториската работна маса.*

**Лабораториските работни маси и дигесторите** треба да се одржуваат чисти и уредни, што значи дека, доколку нешто се истури врз нив, потребно е тоа и да се исчисти.

## **Правила за однесување во хемиска лабораторија**

За користењето на хемиската лабораторија постојат определени правила што треба да се почитуваат. Тешко е, се разбира, да се наброи сè што е важно. Подолу се наведени некои работи за кои се свесни авторите на оваа книга.

### **Задолжително е:**

- да се носи бел лабораториски мантил (што, при работа во лабораторијата, треба секогаш да биде запетлан);
- да се носат заштитни очила или штит за лицето, додека се работи;
- доколку експериментаторот има долга коса, да ја собере (косата да не биде пуштена), зашто постои опасност од запалување;
- по завршувањето на работата, да се измие приборот, да се врати на место и пред да се напушти лабораторијата да се проверат славините за вода и на доводот на гас за согорување;
- да се запази чистотата на работното место.

### **Забрането е:**

- пушење во лабораторијата;
- внесување и консумирање прехранбени производи;
- изведување експерименти што не се предвидени со програмата;
- трчање низ (или правење врева во) лабораторијата;
- изведување експерименти без надзор и одобрение;
- изведување експерименти во куси панталони или сандали;
- седење или лежење на лабораториските работни маси и потпирање врз опремата (мерните инструменти итн.);
- напуштање на лабораторијата без дозвола на асистентот (одговорното лице).

### **Пожелено е:**

- да не се носат контактни леќи (поради опасност од нивно оштетување од пареите на органските растворувачи);
- да не се работи во лабораторија доколку се чувствува замор или општо лоша состојба на организмот;
- да не се „пика“ главата во дигесторот, додека се изведуваат експерименти.

## **Мерки на претпазливост при работа во лабораторијата**

Работата во хемиската лабораторија честопати во себе вклучува низа опасности и ризици. Искуството покажало дека, за правилно и безбедно работење, треба да се почитуваат следниве принципи:

- пред започнувањето со работа, експериментаторот треба да се запознае со содржината на експериментите и со својствата на супстанциите што ќе ги користи;
- да се запознае со правилната употреба на приборот и дигесторот;
- при претурањето течности, никогаш не треба да се наведнува над садовите (треба да се задржи безбедно растојание);
- при земање шише со супстанца, не се фаќа затворачот, туку се зема шишето со цела рака, при што, заради поголема стабилност, добро е малиот прст да се стави на дното;
- при отворање, шишето се става на масата и, придржувајќи го со едната рака, се отвора со другата;
  - затворачот се става на масата, внимавајќи да не се извалка масата или затворачот (доколку е потребно, може да се употреби чисто саатно стакло, во кое се става затворачот);
  - не треба да се допираат деловите од затворачот коишто може да бидат oneчистени со супстанцата;
  - не треба да се наведнува над сад во кој нешто се загрева или се одвива хемиска реакција;
  - во ситуација кога треба да се помириса некоја супстанца, никако не смее директно и интензивно да се вдишува, туку гасовите (парите), мавтајќи со рака, се приведуваат кон носот;
  - при разредување на концентрирани киселини или бази, **секогаш** во водата се става киселината, т.е. базата, и тоа во мали количества, при постојано мешање (и ладење, ако се работи за поголемо количество или за повисока концентрација на растворот што се подготвува);
  - при изведување на експерименти со запаливи супстанци, шишињата (садовите) во кои се наоѓаат супстанците се тргаат подалеку од пламенот (изворот на топлина);
  - при загревање на супстанца во епрувета треба да се користи штилка, која, начелно, се поставува на горниот дел од епруветата (се внимава штилката да не се внесува во пламенот);
  - големите епрувети и епруветите во кои има големо количество супстанца, треба внимателно да се загреваат (се држат со штилка, или се прицврствуваат на статив);
  - при загревање на супстанца во епрувета, отворот секогаш треба да биде насочен кон дел од просторот каде што нема опасност некој да биде испрскан со содржината на епруветата;
  - при загревање на цврста супстанца во епрувета, ако се ослободува вода (загревање на кристалохидрат итн.) или некоја друга течност, епруветата треба да се постави во хоризонтална или близу до хоризонтална положба, за да не дојде до напукнување или до кршење на епруветата (од последново, покрај безбедноста на експериментаторот, зависи и успешниот исход на експериментот).

## Хемикалии и општи правила за нивно користење

Хемикалиите (секогаш кога постои можност) треба да се чуваат во оригиналната амбалажа. Доколку ова не е можно, садот во кој се наоѓа хемикалијата треба да биде соодветно означен, со етикета што содржи информации за супстанцата (хемиска формула и име, а за растворите и концентрација).

Треба да се почитуваат следниве правилата за работа со хемикалиите:

- хемикалиите **не смее** да се допираат со прсти;
- **не смее** да се користат супстанци што се наоѓаат во амбалажа која има нечитлива етикета;
- хемикалии, по правило, **не се пипетираат со уста** (за тоа се користи гумена пумпичка или специјален шприц);
- при првото изведување на експериментот, доколку не е наведена квантитативна рецептура, хемикалиите се земаат во **сосема мало** количество;
- при загревање на цврсти супстанци во епрувета, епруветата **задолжително** треба да биде сува;
- кога се додаваат реактанти во некој систем, се додава малку по малку (лесно е да се додаде повеќе, ама не е можно да се одземе веќе додаденото);
- цврстите супстанци се земаат со чиста и сува лажичка (по користењето, лажичката треба да се измие и да се исуши или, најмалку, темелно да се избрише);
- никако не смее да се земаат две или повеќе хемикалии со иста лажичка, без лажичката претходно да се исчисти;
- при претурање на течност, треба да се внимава тоа да се прави од страната на шишето од која нема етикета;
- земениот вишок од супстанците, по правило, не смее да се враќа во садот од кој е земен (исклучок може, понекогаш, да се направи со техничките хемикалии);
- треба да се внимава да не се онечистат хемикалиите (онечистувањето најчесто доаѓа како резултат на замена на затворачи, или користење на една лажичка за повеќе супстанци, без претходно да се исчисти);
- по користењето на хемикалијата, шишето (садот) треба веднаш да се врати на своето место;
- при претурање на течности од еден сад во друг, доколку дијаметарот на садовите во кој се става течноста е значително помал од оној од кој се става, треба да се користи инка или пипета (можно е дел од течноста да се претури прво во чаша, па потоа од чашата да се префрли во садот);
- растворите од хидроксиди (особено силните бази) се чуваат во шишиња затворени со гумена затка.

## Класификација, складирање, чување и правила за работа со опасни (агресивни) хемикалии

Голем број супстанци, при заемна реакција, може да доведат до пожар или до експлозија, до создавање токсични супстанци и сл. На таков начин, тие претставуваат опасност по здравјето и материјалните добра. Ваквите супстанци се нарекуваат **некомпатибилни** и тие не смее да се чуваат едни до други, туку треба, на некаков начин, да се изолираат (од ова, на пример, произлегува дека чувањето хемикалии што се наредени по азбучен ред е еден од најлошите начини на чување).

Групирањето на супстанците, општо земено, се врши врз основа на определени критериуми базирани врз физичките и хемиските својства (во прв ред запаливоста, токсичноста и експлозивноста, но и можноста при реакција на две безопасни супстанци да се добијат опасни). Овие принципи довеле до следнава класификација на опасните супстанци:

- експлозиви;
- запаливи агенси;
- оксидациони средства;
- супстанци осетливи на влага (следено со опасност од пожар или експлозија);
- супстанци што се самозапалуваат на воздух;
- супстанци осетливи на киселини и нивни пари (следено со опасност од пожар и експлозија, односно од труење);
- токсични супстанци;
- корозивни супстанци;
- компримирани гасови.

За поголем дел од овие класи постојат стандардни ознаки (символи). За некои класи, симболите се предложени од авторите на книгата.

### Експлозиви



Експлозивите се супстанци што при удар, потрес, висока температура или при определен агент се разложуваат со ослободување големо количество топлина и гасови. Ваквото разложување се манифестира како **експлозија** (детонација).

*Со експлозиви треба да се работи крајно внимателно. Доколку се подгошува експлозивна суштаница за определена демонстрација, се подгошува само онолку колку што е потребно за да се демонстрира феноменот. Во никој случај во хемиската лабораторија не смее да се чуваат гостови експлозиви.*

### Запаливи хемикалии



Во групата на запаливи супстанци се вбројуваат оние што имаат својство лесно да се палат (имаат ниска температура на запалување). Ваквите супстанци задолжително треба да се чуваат при ниска температура, за да се избегне создавањето запаливи смеси од парите и од воздухот, а добро е просториите со вакви супстанци да имаат обезбедено ефикасна вентилација. Запаливите супстанци треба да се чуваат колку што е можно подалеку од извори на топлина, од искри и од оксидациони супстанци.

## Оксидациони средства



Оксидационите средства, најчесто се, супстанци што во својот состав содржат кислород што лесно може да го ослободат. Кога се тие присутни, согорувањето е можно и без атмосферски кислород. Оксидационите супстанци не треба да се чуваат во близина на запаливи течности.

## Супстанци осетливи на влага



Во групата на супстанци осетливи на влага, со опасност од пожар или од експлозија се вбројуваат: алкалните метали и калциумот, нивните легури и др. Овие супстанци треба да се чуваат во херметички затворени садови, максимално заштитени од влага. Системите за автоматско гасење на пожар со распрскувачи на вода **не смее** да се користат во простории каде се чуваат овие супстанци. При работа со нив, освен заштитни очила, потребно е да се носи и штит за лицето и треба да се води сметка приборот со кој се работи да биде грижливо исушен.

## Супстанци што се самозапалуваат на воздух



Голем број од супстанците што лесно оксидираат имаат способност да се самозапалат на воздух. Со тоа тие се вбројуваат во супстанци со висок ризик од пожар. Овие супстанци треба да се чуваат во добро затворени садови во инертна средина (инертна атмосфера).

## Супстанци осетливи на киселините и на нивни пари



Овие супстанци, под дејство на киселините, ослободуваат запаливи или отровни гасови. Ваквите реакции се проследени со ослободување топлина, од што произлегува главната опасност. Просторот каде што се чуваат овие супстанци треба да е добро проветрен и изолиран од извори на пламен и од искри. Со овие супстанци, по правило, треба да се работи само во дигестор.

## Токсични супстанци



Во токсични супстанци се вбројуваат супстанци што, орално применети, имаат средна летална доза\* (LD50) помала од 500 mg на килограм телесна маса. Во оваа група се вбројуваат и оние супстанци што се во состојба, при одредени услови, да генерираат токсични супстанци. Токсичните супстанци треба да се чуваат во одделни простории (по можност на пониска температура), во означени шкафови, со ограничен пристап (заклучени), при што повремено ќе

\* Средна летална доза е онаа доза што, при определен начин на интервенција, предизвикува смрт кај 50% од експерименталните животни (во случајов – бели лабораториски глувци). Вообично се изразува како маса од супстанцата на килограм телесна маса од животното.

се врши контрола. Садовите треба да се **добро затворени и не смее да бидат изложени на директна сончева светлина**. При работа, пак, со дел од нив, може да биде пожелно носење заштитна маска (понекогаш, дури, и заштитни ракавици). Задолжително е работење во дигестор.

### **Корозивни супстанци**



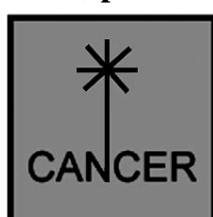
Корозивните супстанци се карактеризираат со способност да разоруваат материјали (метални, дрвени или стаклени предмети, биолошки ткива и др.). Доколку се испарливи, може да ја загадат (контаминираат) и атмосферата. Киселините и нивните пари ги уништуваат градежните материјали и уреди. Просторот одреден за чување на корозивните супстанци треба да биде заштитен од корозивното дејство (металните и дрвените површини да се премачкаат со заштитни премази, лакови итн.).

### **Компримирали гасови**



Компримираните гасови се чуваат под голем притисок, во специјални метални (најчесто челични) садови (контејнери, т.н. „бомби“) со дебели сидови.

### **Канцерогени хемикалии**



За некои хемикалии постојат основани сомневања дека предизвикуваат туморни заболувања. Особено важно е секогаш да се избегнува контакт со кожата или вдишување на парите. Се разбира, идеално би било канцерогените супстанци да се заменат со соодветни, неканцерогени, т.е. канцерогените супстанци воопшто да не се употребуваат (чуваат) во лабораторијата. За жал, ова не е секогаш можно.

## Лабораториски прибор

За успешно изведување на хемиски експерименти неопходен е соодветен лабораториски прибор. Според материјалот од којшто е направен, приборот може да се класифицира во неколку групи:

- а) стаклен,
- б) порцелански,
- в) метален,
- г) дрвен,
- д) пластичен.

Подолу, во одделни групи, ќе биде описан еден дел од приборот.

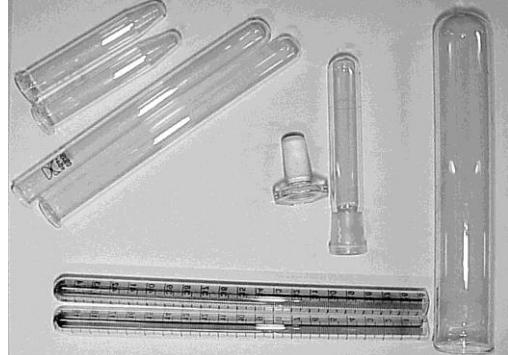
### Стаклен лабораториски прибор

Стаклениот прибор, по правило, е изработен од специјално лабораториско стакло. Тоа е различно од она од коешто се изработуваат прозорци и стаклена амбалажа. Лабораториското стакло во својот состав содржи бор (се додава во форма на оксид) и затоа уште се нарекува и борсиликатно стакло. Едно од најпознатите вакви стакла се нарекува ругех („пајрекс“). Садовите изработени од ова стакло може да се загреваат во широк температурен интервал, без притоа да дојде до кршење на садот (инаку кажано, ова стакло има мал температурен коефициент на кубно ширење).

За изработка на садови што треба да издржат високи температури и рески температурни промени, како и за садови (на пример, кивети) што треба да пропуштаат ултравиолетова светлина, се употребува кварц (кварцно стакло).

**Епрувети** (Сл. I.1). Епруветите се стаклени цевки со заоблено затопено дно. Се изработуваат во различни големини. Во нив може да се врши и загревање и ладење. Стандардните епрувети ( $160\text{ mm} \times 16\text{ mm}$ ) обично се користат за изведување хемиски реакции со мали количества реактанти и се речиси идеални за индивидуална работа (за лабораториски експерименти). Поголемите епрувети (на пример,  $250\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ ) се погодни за демонстрациони експерименти.

**Лабораториски чаши** (Сл. I.2). Се изработуваат во различни големини и од специјално стакло. На горниот дел најчесто имаат одлив (клун) којшто овозможува поедноставно претурање на течности. На сидот од надворешната страна најчесто имаат градуирана скала која **само приближно** го покажува волуменот на течноста. Се користат за изведување експерименти со поголеми количества супстанци, за собирање филтрат при филтрација, подготвување раствори итн.



Сл. I.1: Епрувети

**Стаклени цевки** (Сл. I.3). Стаклените цевки се користат за составување апаратури. Правите стаклени цевки (Сл. I.3a) обично се користат за поврзување на различни делови од апаратурата. Доколку еден од краевите им е извлечен во капилара, најчесто се користат за да се запали некој гас на излезот од капиларата. Еднаш свитканите цевки (Сл. I.3b) може да бидат свиткани под различен агол и најчесто се користат за спроведување гас низ раствор или над цврста супстанца. Двапати свитканата цевка (Сл. I.3b) најчесто се користи за собирање гасови под вода.

**Стаклено стапче** (Сл. I.6). Се користи за мешање на содржината во садовите и при операцијата филтрирање.

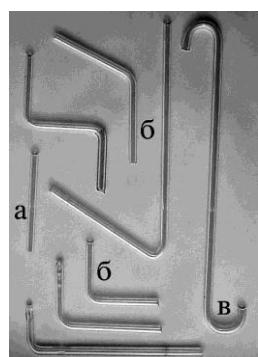
**Саатни стакла** (Сл. I.7). Се користат за одмерување цврсти супстанци, за покривање на садови во коишто се наоѓа некоја супстанца и за испарување/кристиализација.

**Инки** (Сл. I.8) Постојат обични (Сл. I.8а), квантитативни (Сл. I.8б) и одделителни инки (Сл. I.8в) (има и други типови). Најчесто се користат за претурање течности и за филтрирање, а одделителните инки се користат за одделување на заемно немешливи течности и за контролирано додавање течност во реакциониот систем.

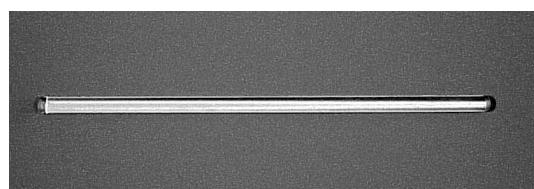
**Стаклена када** (Сл. I.9) служи за собирање гасови под вода (газови коишто се практично нерастворливи или не реагираат со водата). Во недостаток на када може да се користи сад изработен од рамно стакло (со дебелина од најмалку 6 mm) каде деловите се залепени со силиконски лепак. Вакви садови може да изработи секој стаклар.



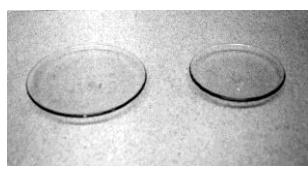
Сл. I.2: Лабораториски чаши



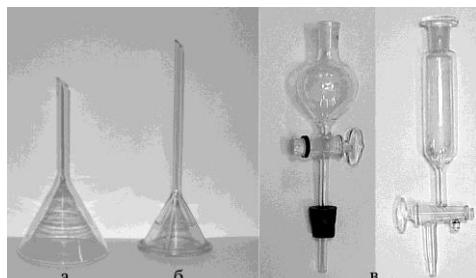
Сл. I.3: Стаклени цевки



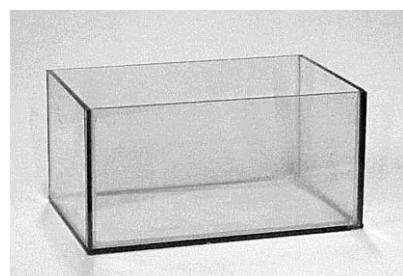
Сл. I.6: Стаклено стапче



Сл. I.7: Саатни стакла



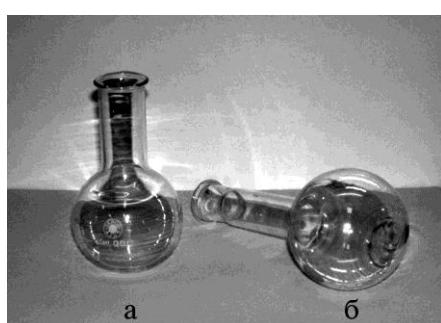
Сл. I.8: Инки



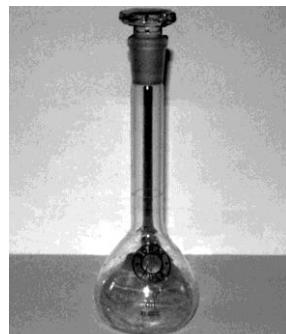
Сл. I.9: Стаклена када

**Колби** (тиковички, Сл. I.11). Сите се состојат од сферен дел. Ги има во различна големина и изведба. Може да бидат со рамно (а) или со тркалезно (б) дно. Обата вида се изработуваат со краток или со долг врат, со или без шлифуван отвор. Имаат извонредно широка примена (изведување хемиски реакции, различни дестилации итн.).

**Одмерителна колба** (одмерителна тиквичка, Сл. I.13) е стаклен сад за приготвување раствор, со точно определен волумен чија бројна вредност е запишана на сидот на садот. На горниот дел од садот (вратот на колбата) има врежано линија (марка) во форма на прстен. Оваа линија го дефинира определениот волумен при точно определена температура (што е исто така запишана на колбата). При приготвување раствор, колбата треба да се држи за горниот дел внимавајќи при тоа да не дојде до непотребно загревање на садот. Дополнувањето на колбата со растворувач се врши така што долнниот менискус на течноста лежи на марката (а марката, поставена во висина на очите, се гледа како отсечка).



Сл. I.11: Колби



Сл. I.13: Одмерителна тиквичка



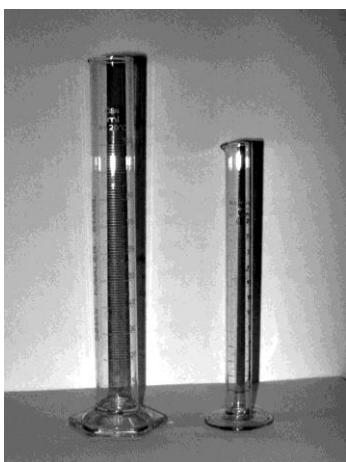
Сл. I.23: Садче за вагање

**Садче за вагање** (Сл. I.23). Овој сад личи на мала чаша, но има шлифувано стаклено капаче. Како што навестува самото име, се користи за вагање на хемикалии. Садчињата за вагање се изработуваат во различни големини.

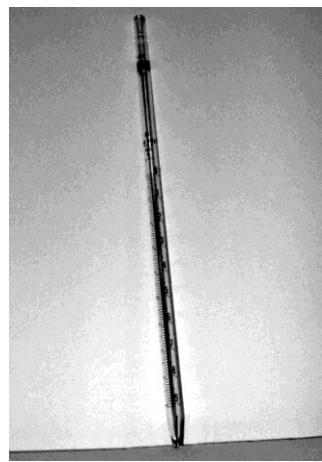
**Мензура или градуиран цилиндер** (Сл. I.24). Мензурата претставува цилиндричен одмерителен сад којшто се користи за приближно мерење волумен на течности. Се изработува во различни големини. На сидот од надворешната страна има градуирано скала на којшто се отчитува волуменот. Со зголемување на волуменот којшто може да го мери, се зголемува и абсолютната грешка на отчитаната вредност. Отчитувањето треба да се врши така што долниот дел од менискусот да биде во висина на очите.

**Градуирана пипета** (Сл. I.25). Ова е стаклена цевка што на едниот крај е извлечена во капилара, со градуирана скала на надворешниот дел. Служи за мерење волумен со точност поголема од онаа на мензурата со еднаков волумен. Пипетите најчесто се изработуваат за волуеми од 10 или 25 cm<sup>3</sup>. Постапката за мерење на волумен од течност со помош на пипета се нарекува пипетирање. Тоа се изведува на едноставен начин, со потопување на капиларниот дел од пипетата во шишето (садот) во кој се наоѓа течноста што се пипетира. Потоа, откако течноста ќе навлезе во пипетата до „доволна висина“ (така што зафатениот волумен течност е поголем од потребниот), горниот отвор се затвора со показалецот и внимателно се испушта (со олабавување на притисокот од показалецот) вишокот од течноста во пипетата, до соодветниот волумен. Потоа внимателно, без нагли движења, се пренесува во работниот сад и со подигање на показалецот се става измерениот волумен течност. Ова се прави во случај кога е потребен мал волумен течност (1–5 cm<sup>3</sup> во зависност од столбот на течноста во шишето). Во случај кога тоа не е изводливо, понекогаш се практикува капиларата да се стави во течноста, а другиот дел да се стави во уста и внимателно да се повлече, сè додека течноста не се искачи над саканата вредност, а потоа отворот се затвора со показалецот. Останатите операции се исти како и во претходниот случај. Треба да се води сметка дека вака не смее да се пипетираат концентрирани киселини и бази, отровни и лесно испарливи течности (во вакви случаи се користи гумена пумпичка во која се вметнува горниот отвор на пипетата). Поради можните опасности од труење и повреди, добро е да се изгради навика (и таа навика да се пренесува и на другите) **никогаш да не се пипетира со уста**.

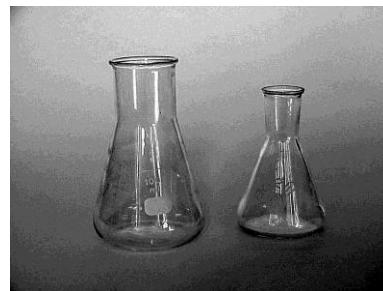
**Еrlenmaерово шише** (ерленмаер, ерленмаерка – Сл. I.27). Има форма на пресечен конус. Служи за изведување на голем број различни реакции (обично, со поголеми количества реагенти). Се изработува во различни големини (од 50 mL до 2 L). Отворот може да биде направен од шлифувано или од обично стакло.



Сл. I.24: Мензури



Сл. I.25: Градуирана пипета



Сл. I.27: Ерленмаер

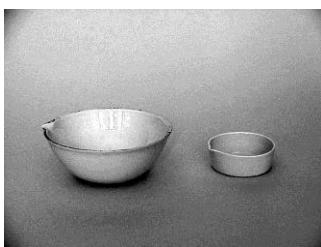
### Порцелански лабораториски прибор

Порцеланските садови се изработени од посебен вид порцелан. Подолу ќе биде спомнат само најчесто употребуваниот прибор.

**Порцеланско садче (здела)** (Сл. I.32). Се користи за упарување на раствори, за изведување на хемиски реакции, за загревање, за жарење при пониски температури итн.

**Лабораториски аван со толчник** (Сл. I.33). Се користи за дробење (со притискање, а не со удирање!) и за ситнење (со притискање и триенje) на цврсти супстанци. Честопати не се разликува порцеланското садче од аванот. Садчето има тенки сидови и не смее да се користи за дробење и за ситнење на супстанци (постои опасност од кршење). Аванот има дебели сидови. За разлика, пак, од порцеланското садче, аванот не смее да се загрева.

**Порцеланско лонче (тигел)** (Сл. I.34). Порцеланското лонче најчесто се користи за загревање до релативно високи температури (спалување и жарење). Се користи и при изведување на реакции (во цврста фаза), при кои се ослободува големо количество топлина, па соодветно се развива и висока температура, или е потребно загревање на високи температури.



Сл. I.32: Порцелански садчиња



Сл. I.33: Аван со толчник



Сл. I.34: Лончиња

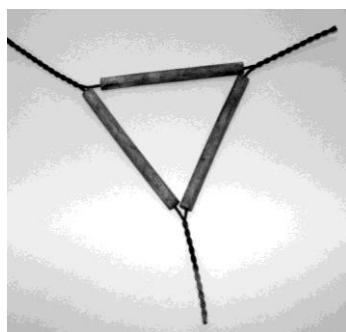
## Метален лабораториски прибор

Металниот прибор се изработува од железо и од негови легури, но и од месинг, алуминиум, цинк, а понекогаш, според потребите, и од некои други метали и легури (никел, титан, хром). Најголемиот дел од овој вид прибор се користи за поставување на апаратури, т.е. за изведување на посложени експерименти кои, честопати, содржат повеќе садови поврзани во низа.

**Триаголник за жарење** (Сл. I.35). Ова е триаголник изработен од дебела железна жица. Во средината, на трите страни, се навлечени шамотни цевки (може да се употреби и друг огноотпорен материјал). Се користи за поставување на лончето (тигелот) во соодветна положба за жарење.

**Стави** (Сл. I.36). Постојат различни изведби. Во основа се состојат од метална прачка која е вертикално поставена на некаква основа.

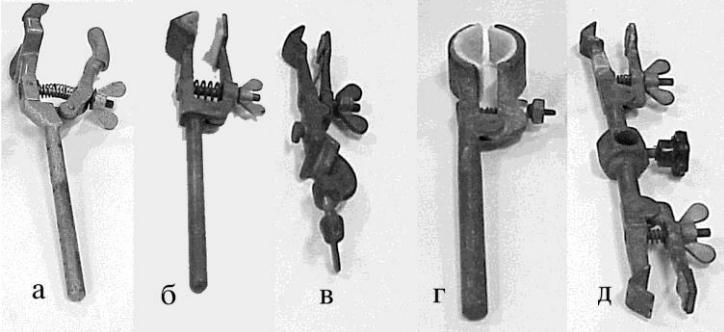
**Клеми** (Сл. I.37). Клемите се користат за поставување садови при поставување апаратури.



Сл. I.35: Триаголник за жарење



Сл. I.36: Стави



Сл. I.37: Клеми

**Муфи** (Сл. I.38). Постојат различни технички решенија за изработка на муфите. И тие, како и клемите, се користат за поставување апаратури.

**Метален прстен** (Сл. I.39). Некои садови може да се постават на ставивот со помош на метален прстен (на пр. обичните и одделителните инки, колби).

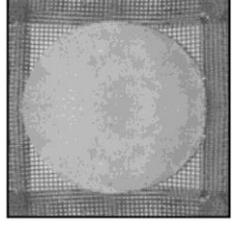
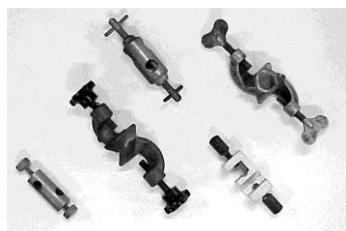
**Метален триножник** (Сл. I.40) и **азбестна мрежичка** (Сл. I.41). Загревањето, честопати, не треба да биде директно со пламен. Во вакви случаи, садот се става на метален триножник (или, евентуално, на метален прстен прицврстен на ставив), на којшто претходно има ставено азбестна мрежа.

**Лажичка за согорување** (Сл. I.42). За изведување на експерименти при кои е потребно да се запали определена супстанца и да се внесе во некаков сад, се користи лажичка за согорување.

**Метални машинчики** (Сл. I.43). Се користат за работа со загреани садови.

**Пинцети** (Сл. I.44). Се користат за земање цврсти супстанци (магнезиумова лента, метални гранули итн.). Може да бидат изработени од метал или од пластика.

**Спатула** (Сл. I.45). Се користи за земање мало количество супстанца, кое потоа се внесува во садови со мал отвор и сл.



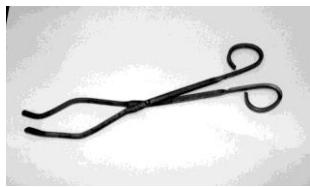
## Експериментот во настапавања по хемија

Сл. I.38: Муфи



Сл.I.42: Лажичка за согорување

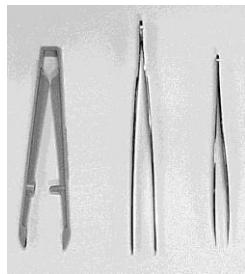
Сл. I.39: Метални прстени



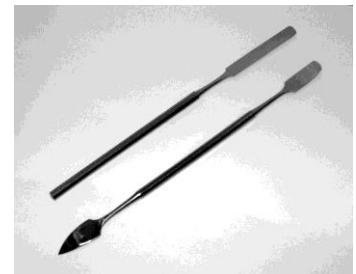
Сл. I.43: Машичка

Сл. I.40: Триножник

Сл. I.41: Азбестна мрежичка



Сл. I.44: Пинцети



Сл. I.45: Спатули

## Дрвен лабораториски прибор

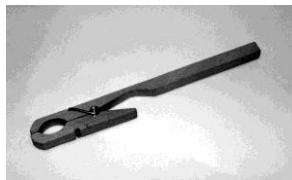
Овој прибор сè поретко се среќава во лабораториите. Причина за тоа е што дрвото, како материјал, не е отпорно на влијанието на хемикалиите.

**Сталак за епрувети** (Сл. I.47). Сè уште се среќаваат дрвени сталки за епрувети на кои се оставаат епруветите. Инаку, за оваа намена, сè повеќе се употребуваат метални сталки (има и пластични).

**Дрвена штипка за епрувети** (Сл. I.48). Се користи при загревање на пламен. Епруветата се поставува на штипката и се внесува во пламенот при што експериментаторот ја загрева содржината на епруветата држејќи ја дрвената штипка.



Сл.I.47: Сталак за епрувети



Сл. I.48: Штипка за епрувети

## Пластичен лабораториски прибор

Се употребува за специјални намени (на пример, при работа со флуороводородна киселина). Нај;есто користен пластичен прибор во лабораторија се лажичките за земање супстанци.

## Ситен лабораториски прибор

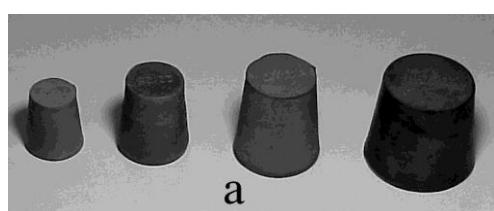
**Гумени затворачи** (Сл. I.49a). Се изработуваат во различни големини, коишто се означени на долниот дел (Сл. I.49b). Доколку не се предвидени само за една намена (односно, за еден експеримент), добро е, по употребата, затворачите да се раздвојуваат од сиот останат прибор. Причината е јасна – доаѓа до „запекување“ на затворачот и на стаклените цевки (односно на други садови).

**Плутени затворачи** (Сл. I.51). Тие сè поретко се применуваат во лабораториската работа. При нивната примена треба да се има предвид дека плутата е порозен материјал.

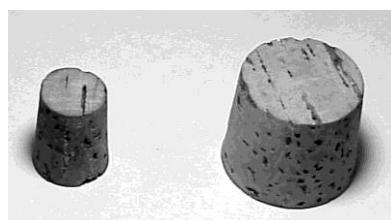
**Стаклени шлифувани затворачи** (Сл. I.52). Овие затворачи речиси секогаш се наоѓаат со соодветниот сад кој поседува отвор со внатрешен шлиф соодветен за затворачот.

**Гумени и пластични црева** (Сл. I.53а,б). Гумените и пластичните црева наоѓаат голема примена. Всушност, неопходни се за составување на апаратура.

**Лажички** (Сл. I.55) Се употребуваат за земање цврсти супстанци. Може да бидат изработени од метал или од пластика. Пластичните лажички имаат предност во работата, бидејќи најчесто се поотпорни на дејството на различни хемиски агенси, а се многу поевтини.



Сл. I.49: Гумени затворачи



Сл. I.51: Плутени затворачи



Сл. I.52: Стаклени затворачи

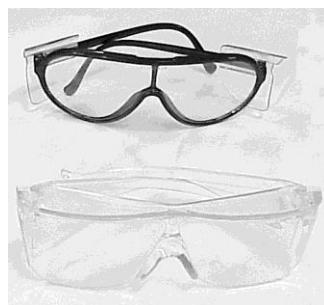
### Прибор за заштита (заштитни средства)

**Заштитни очила** (Сл. I.56). Заштитните очила се изработуваат со различен дизајн (на пример, отворени или затворени, како маска). Некои од нив се изработуваат со еластична лента, а некои се многу слични на обичните очила, освен што наместо леќи имаат рамна пластика.

**Ракавици** (Сл. I.58). Покрај заштитните очила и штитовите, ракавиците имаат важно место во заштитата при лабораториската работа. Клучен фактор при користењето ракавици е нивниот правилен избор, како заштита од одредени хемикалии.



Сл. I.55: Лажички



Сл. I.56: Заштитни очила

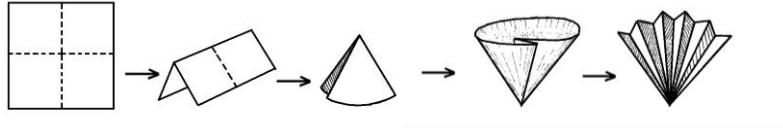


Сл. I.58: Заштитна ракавица

## Операции за раздвојување

**Декантација.** Со декантација може да се раздвојат компонентите од хетерогена смеса, што се карактеризираат со значителна разлика во густините. Ќе го разгледаме примерот на бакар(II) оксид диспергиран во вода. Ако овој систем, сместен во лабораториска чаша, го измешаме со стаклена прачка ќе забележиме дека остава впечаток ( зависно од големината на честичките од оксидот) како да се работи за хомоген систем. По кратко мирување, може да се забележи спротивното. Системот бил хетероген, а во текот на мирувањето дошло до таложење на оксидот на дното од чашата. Едноставното, внимателно одлевање (декантирање) на водата во друг сад ќе овозможи раздвојување на оксидот од неа. Со внимателен избор на течна фаза може да се раздвои и цврста хетерогена смеса составена од две компоненти доколку тие имаат релативно голема разлика во густините. Густината на течната фаза треба да е меѓу густините на двете цврсти компоненти. Оваа операција се применува кога се располага со големо количество цврста супстанца.

**Растворување.** Раздвојување на компоненти од хетерогена смеса може да се изврши (со правилен избор на растворувач) и со растворување. На пример, ако хетерогена смеса е составена од сулфур и од натриум карбонат, компонентите може да се раздвојат со употреба на вода (како растворувач за натриум хидрогенкарбонатот), или на јаглерод дисулфид (како растворувач за сулфурот). Првиот растворувач е поевтин, неотровен и поедноставен за работа. Не секогаш, меѓутоа, постои можност за избор.



Сл. I.79: Виткање на филтерната хартија



Сл. I.80: Апаратура за филтрирање

**Филтрација.** Со филтрација се раздвојуваат компонентите на хетерогена смеса: течно-цврсто, цврсто–газосовито, а дури и течно–газосовито. Се темели врз различната големина (среден дијаметар) на честичките на двете фази. Се изведува со пропуштање на смесата низ филтри, коишто може да бидат изработени од повеќе слоеви песок (најчесто, за прочистување на вода), стаклена волна, специјални платна итн. Во хемиската лабораторија најмногу се користи филтерна хартија. За филтрирање, хартијата се витка на посебен начин, прикажан на Сл. I.79. Свитканата хартија се става во инка за филтрирање и се навлажнува со соодветниот растворувач. Се поставува на апаратурата прикажана на Сл. I.80, при што треба да се внимава цевката од инката да го допира сидот од садот приемник во кој ќе се собира течната фаза (фильтрат).

тратот). Пред филтрацијата, талогот, обично, неколкупати се проплакнува со растворувачот и се декантира, а потоа со помош на стакlena прачка се пренесува на филтерната хартија.

**Сублимација.** Ова е операција за раздвојување на компонента од хетерогена смеса што може да сублимира. Имено, при сублимација доаѓа до фазен премин на супстанца од цврста директно во парна (гасна) фаза. Понекогаш, за сублимација зборуваме и во случаи кога супстанцата има доволно голем парен притисок при определена температура, иако при загревање таа не ја пресокнува течната состојба (на пример, јод).

**Кристализација.** Со кристализација се раздвојува растворена цврста супстанца од растворувачот. Принципот врз кој се базира оваа операција е намалување на растворливоста со зголемување или со намалување на температурата или, едноставно, со отпарување на растворувачот. Брзата кристализација доведува до создавање цврста супстанца со многу ситни кристали (често и понечиста од супстанца добиена со бавна кристализација), додека при бавна кристализација се добива супстанца со покрупни кристали.

**Магнетна сепарација.** Магнетната сепарација се користи за раздвојување на компоненти од хетерогени смеси кога некоја од компонентите има магнетни својства. Оваа операција е повеќе застапена во индустриската отколку во хемиските лаборатории, иако, честопати, токму вака се демонстрира раздвојување на смеса од железо и сулфур.