

K e m i j s k i   o d s j e k  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

---

Zavod za opću i anorgansku kemiju

# PRAKTIKUM OPĆE KEMIJE 1

I N T E R N A   S K R I P T A

Zagreb, 2012.

## PREDGOVOR

Ova skripta namijenjena je studentima Kemijskog odsjeka, a napisana je sa svrhom da se studentima koji se prvi put susreću s praktikumskom nastavom olakša izvođenje laboratorijskih vježbi. Skripta je napisana prema nastavnom programu Praktikum opće kemije 1 na osnovu odabranih poglavlja iz knjige *M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005*. Vježbe su prilagođene i izmijenjene ovisno o uvjetima i načinu rada, a na temelju dugogodišnjeg iskustva svih suradnika u praktikumu. Uz detaljne opise postupaka u skripti se nalaze i fotografije koje prikazuju aparature za pojedine vježbe (fotografije izradila dipl. inž. S. Meštrović uz asistenciju N. Maričić i B. Paić-Karega). Uvod o načinu i organizaciji rada u praktikumu kao i naputke o laboratorijskom dnevniku i referatima priredili su: dr. sc. D. Cinčić, dr. sc. M. Đaković, dipl. ing. I. Đilović, doc. dr. sc. N. Judaš, dr. sc. B. M. Kukovec, dipl. ing. D. Milić, doc. dr. sc. B. Prugovečki, dr. sc. M. Rubčić, doc. dr. sc. Ž. Soldin, dipl. ing. V. Stilinović, dipl. ing. M. Tašner, prof. K. Užarević i prof. J. Pisk, koji su ujedno i voditelji u praktikumu. Naputak o crtanju priredio je doc. dr. sc. N. Judaš.

Budući da skripta sadrže samo detaljne upute, sva dodatna objašnjenja valja potražiti u navedenoj knjizi, koja se koristi kao udžbenik za ovaj predmet, ili u drugoj literaturi.

*V. Vrdoljak*

## SADRŽAJ

### **1. Upoznavanje s radom u laboratoriju i laboratorijskim priborom**

VJEŽBA 1.1. Svojstva plamena plinskog plamenika	3
VJEŽBA 1.2. Obrada stakla	4
▪ Rezanje staklenih cijevi	4
▪ Zataljivanje oštih rubova stakla	4
▪ Izrada kapalice	5
▪ Izrada kapilare	6
VJEŽBA 1.3. Mjerenje mase predmeta	7

### **2. Svojstva tvari**

VJEŽBA 2.1. Određivanje gustoće uzorka metala	8
VJEŽBA 2.2. Određivanje tališta nepoznatog uzorka	10
VJEŽBA 2.3. Određivanje vrelišta tekućine	12

### **3. Rastavljanje smjesa**

VJEŽBA 3.1. Dekantiranje i filtriranje	13
VJEŽBA 3.2. Prekristalizacija kalijeva nitrata	15
VJEŽBA 3.3. Frakcijska kristalizacija	17
VJEŽBA 3.4. Razdvajanje smjese na temelju različite termičke postojanosti	19
VJEŽBA 3.5. Destilacija pri atmosferskom tlaku	20
VJEŽBA 3.6. Vakuumska destilacija	22

### **4. Molarna masa**

VJEŽBA 4.1. Određivanje molarne mase ugljikova dioksida	24
VJEŽBA 4.2. Određivanje molarne mase lako isparljive tekućine Dumasovom metodom	26
VJEŽBA 4.3. Određivanje molarne mase metala	28

### **5. Priprava otopina**

VJEŽBA 5.1. Razrijeđivanje klorovodične kiseline	30
VJEŽBA 5.2. Priprema otopine natrijeva karbonata	31
VJEŽBA 5.2. Standardizacija otopine klorovodične kiseline	32
VJEŽBA 5.3. Određivanje nepoznate množine natrijeva hidroksida	34

### **6. Prilozi**

PRILOG 1. Naputak o laboratorijskom dnevniku	i
PRILOG 2. Naputak o izvješćima o izvedenim pokusima	iii
PRILOG 3. Naputak o crtanju	v

## POHAĐANJE LABORATORIJSKE NASTAVE

Nastava počinje u naznačeno vrijeme (nema akademske četvrti) i traje četiri (4) sata. Prema Statutu fakulteta student može izostati do 20% nastave u semestru, a za četiri ili više izostanaka u semestru u karton i u indeks mu se upisuje PONOVI UPIS.

## NAČIN I ORGANIZACIJA RADA U PRAKTIKUMU

Pri dolasku na nastavu student **treba imati** kutu (dugačka do koljena, dugih rukava, kopčanje sprijeda); dvije krpe; bilježnicu za laboratorijski dnevnik (A5 formata, kvadratići); bilježnicu za referate (A4 formata, kvadratići); zaštitne naočale; šibice; milimetarski papir; kalkulator i pribor za pisanje; ravnalo ili trokut. Student dodatno može imati škare, zaštitne rukavice, pincetu, spatulu i alkoholni flomaster.

Na početku praktikuma student provjerava stanje u ormaru i prijavljuje eventualni nestali i/ili razbijeni pribor (posuđe) ispunjavanjem za to predviđenog reversa. Kemikalije kojih nema na zajedničkoj polici i pribor kojeg nema u stolu student dobiva od tehničarke, nakon što je pravilno ispisao i predao revers.

Student u praktikumu treba planirati pokus i **obvezno mora voditi laboratorijski dnevnik**. U laboratorijskom dnevniku student vodi izvješće prema predloženoj formi za svaki pokus (vidjeti Prilog 1). Pojedino izvješće uvijek započinje na prvoj praznoj desnoj stranici. Svako izvješće započinje pečatom.

datum: _____	
naziv vježbe:	
_____	
_____	
vježbu pregledao:	stol pregledao:
_____	_____

Po završetku praktikuma student ostavlja čisto i pospremljeno radno mjesto i ormar kojeg provjerava tehničarka. O posuđu i priboru koji je razbio ili oštetio tijekom izvođenja pokusa student je dužan izvijestiti tehničarku i to evidentirati reversom. Ako je sve u redu dobiva potpis.

Prije nego napusti praktikum student treba asistentu dati na uvid svoj laboratorijski dnevnik (koji potpisuje ispravno napravljene vježbe) i od asistenta saznati svoju sljedeću vježbu.

## REFERATI

Za svaku napravljenu vježbu student piše **referat** prema dogovorenom naputku (vidjeti Prilog 2) i predaje ga na dan i u vrijeme koje je dogovoreno s asistentom. U slučaju spriječenosti za pisanje referata ili predaje referata pristojno je na vrijeme ispričati se asistentu (telefonski, elektroničkom porukom ili ranije na praktikumu).

## OCJENA RADA

Student u praktikumu izvodi vježbe samostalno pa se za istu mora prethodno pripremiti. Pritom koristi skripta i drugu literaturu. Asistenti provjeravaju **pripremljenost svakog studenta prije početka rada** (pisanjem kolokvija, usmeno, eksperimentalno ili bilo kako drugačije). Oni ocjenjuju rad u praktikumu (prvenstveno studentovo razumijevanje vježbe), pripremljenost, zalaganje, urednost i pisanje izvještaja.

## MJERE SIGURNOSTI I PRAVILA PONAŠANJA I RADA U PRAKTIKUMU

Student mora biti upoznat s opasnostima kojima se izlaže prilikom izvođenja vježbi, s pravilima ponašanja te osnovama sigurnog rada u kemijskom laboratoriju. Tijekom laboratorijske nastave **obvezno je nošenje zakopčane kute propisane duljine i zaštitnih naočala**. Osobe duge kose istu imaju vezati (gumica ili *raif*). U praktikumu nije dozvoljena konzumacija hrane i pića, niti je u praktikumu i susjednim prostorijama dozvoljeno pušenje. Za vrijeme laboratorijske nastave **nema korištenja mobitela** (iznimka: mobiteli se mogu rabiti kao kalkulatori i za mjerenje vremena).

## VJEŽBA 1.1. Svojstva plamena plinskog plamenika\*

**Pribor:** Bunsenov plamenik, šibice, stalak sa staklokeramičkom pločom, komadić debljeg papira ili tanjega kartona, porculanska zdjelica

**PAZITE DA SE NE OPEČETE!**



a)



b)



c)

**Slika 1.** Bunsenov plamenik a) svijetleći ili čađavi plamen; b) šušteći plamen; c) grijanje porculanske zdjelice.

### Postupak

1. Dovod zraka na plameniku zatvorite okretanjem prstena s otvorom koji se nalazi na dnu dimnjaka. Plamenik postavite dalje od sebe, upalite šibicu i otvorite plinski pipac. Upaljenu šibicu prinesite vrhu dimnjaka plamenika (slika 1a).
2. Visinu plamena podesite polaganim okretanjem pipca plamenika.
3. Prsten s otvorom koji se nalazi na dnu dimnjaka okrećite tako da dobijete plavi konus u plamenu (slika 1b). Ukoliko dođe do „uskakanja“ plamena odmah zatvorite plinski pipac.
4. Ugasite plamenik (prvo smanjite dotok zraka okretanjem prstena s otvorom tako da dobijete čađavi plamen, a zatim zatvorite dovod plina).

### DEMONSTRACIJSKI DIO VJEŽBE:

- Upoznajte osnovne dijelove rastavljenog plinskog plamenika.
- Uočite promjene kad se karton kratko postavi okomito u plamen.
- Uočite promjene po stijenkama porculanske zdjelice kada se zdjelica grije izravno na svijetlećem plamenu oko pola minute (porculansku zdjelicu treba držati drvenom štipaljkom, slika 1c).

### PITANJA:

1. Crtežom prikažite šušteći plamen i označite temperaturu u pojedinim dijelovima plamena.
2. Koji je uzrok „uskakanja“ plamena plinskog plamenika? Na koji način ćete ga prepoznati?
3. Što se postiže okretanjem prstena s otvorom?

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 18.

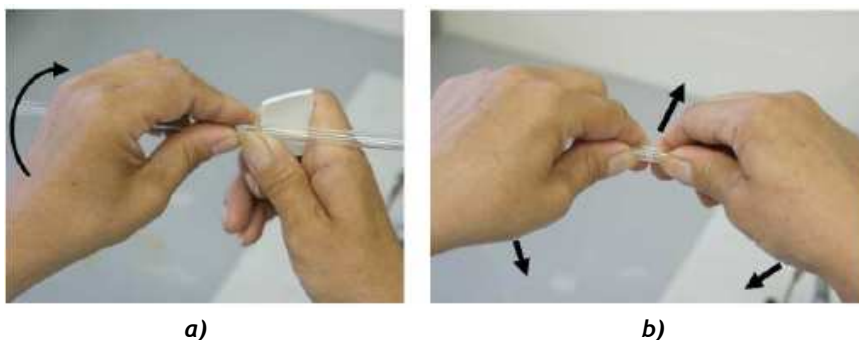
## VJEŽBA 1.2. Obrada stakla\*

**PAZITE DA SE NE POREŽETE ILI OPEČETE!**

### Rezanje staklenih cijevi

**Pribor:** Plamenik, staklene cijevi, porculanska krhotina, krpa

Staklene cijevi se izdaju na zahtjev kod tehničarke.



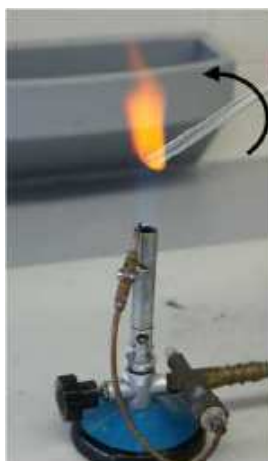
Slika 2. a) Zarezivanje staklene cijevi i b) način držanja zarezane staklene cijevi u trenutku lomljenja.

### Postupak

1. Krhotinu od porculana prislonite na staklenu cijev. Zarežite cijev tako da desnom rukom pritisnete porculansku krhotinu okomito na staklenu cijev, a cijev istovremeno zaokrenete za oko 90° lijevom rukom (slika 2a). Zarez navlažite mokrim prstom.
2. Cijev uhvatite s obje ruke tako da palce položite uz zarez na staklenoj cijevi (slika 2b). Ruke treba zaštititi krpom! Blagim pritiskom s palcima na cijev od sebe uz istovremeno savijanje krajeva cijevi prema sebi doći će do pravilnog pucanja staklene cijevi.

### Zataljivanje oštarih rubova stakla

**Pribor:** Plamenik, staklene cijevi



### Postupak

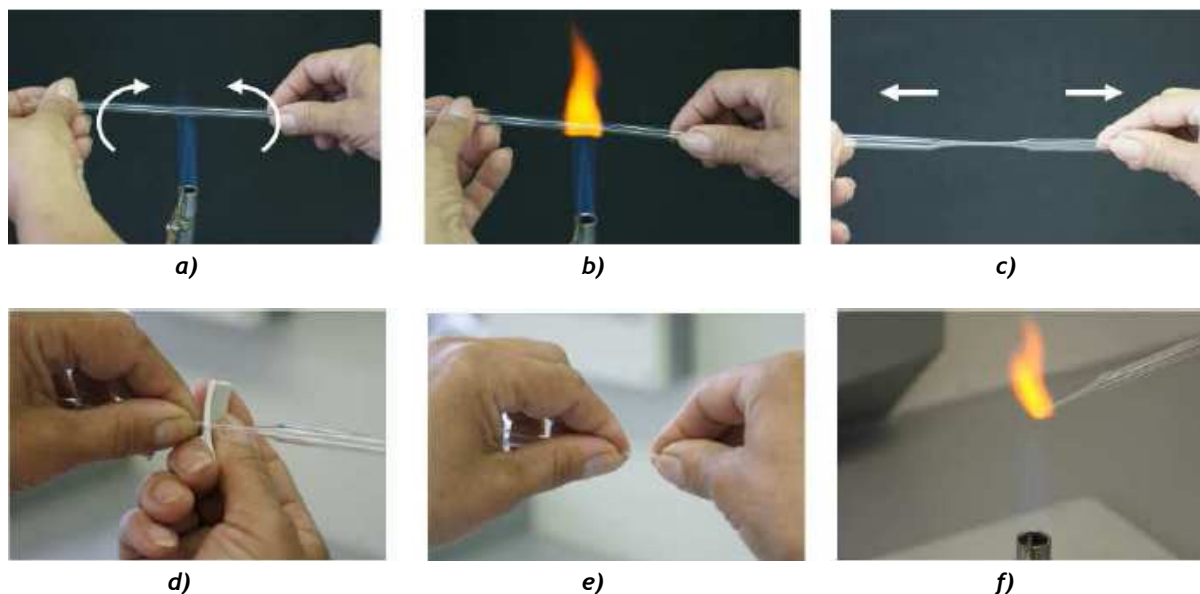
1. Prerezanu staklenu cijev držite rukom za jedan kraj, a drugi kraj unesite u čadavi plamen plamenika uz polagano okretanje. Nakon što se staklo predgrijalo, nastavite sa zagrijavanjem uz okretanje cijevi, ali na šuštećem plamenu, tako da dobijete zaobljene rubove cijevi (slika 3). *Pazite da pri tome ne dođe do smanjenja promjera cijevi.*
2. Izvadite cijev iz plamena. PAZITE DA VRUĆI DIO CIJEVI NE PRIMITE RUKOM! Cijev oslonite na jednu od staklenih cijevi ili na staklokeramičku ploču da se ohladi.
3. Ugasite plamenik (prvo smanjite dotok zraka okretanjem prstena s otvorom tako da dobijete čadavi plamen, a zatim zatvorite dovod plina).

Slika 3. Zataljivanje oštarih rubova staklene cijevi.

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 26.

## Izrada kapalice

**Pribor:** Plamenik, staklene cijevi



**Slika 4.** Izrada kapalice.

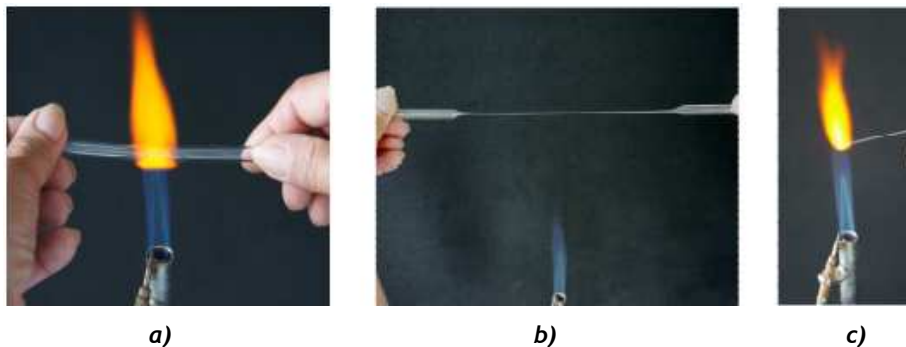
### Postupak

1. Staklenu cijev držite za krajeve, s obje ruke, iznad plamena i njen središnji dio postupno spuštajte u šušteći plamen plamenika uz neprestano okretanje (slika 4a).
2. Kad staklo omekša (slika 4b), izvadite cijev iz plamena i polagano je razvucite (slika 4c). **PAZITE DA VRUĆI DIO CIJEVI NE PRIMITE RUKOM!** Cijev oslonite na staklokeramičku ploču dok se ne ohladi.
3. Suženi dio cijevi zarezite krhotinom od porculana (slika 4d) i prelomite (slika 4e).
4. Vrh kapalice stavite kratko na rub plamena (slika 4f). Treba paziti da se pretjeranim grijanjem vrh kapalice u potpunosti ne zatvori.
5. Ugasite plamenik (prvo smanjite dotok zraka okretanjem prstena s otvorom tako da dobijete čađavi plamen, a zatim zatvorite dovod plina).



## Izrada kapilare

**Pribor:** Plamenik, staklene cijevi, krhotine porculana



*Slika 5. Izrada kapilare.*

### Postupak

1. Staklenu cijev držite za krajeve, s obje ruke, iznad plamena i njen središnji dio postupno spuštajte u šušteći plamen plamenika uz neprestano okretanje (slika 5a).
2. Kad staklo omekša cijev izvadite iz plamena i razvucite što duže možete (~50 cm) (slika 5b). Dugačku kapilaru izrežite na kraće djelove (oko 8 cm).
3. Jedan kraj kapilare zatalite u plamenu tako da na zagrijavanom dijelu nastane kuglica (slika 5c).
4. Ugasite plamenik (prvo smanjite dotok zraka okretanjem prstena s otvorom tako da dobijete čađavi plamen, a zatim zatvorite dovod plina).

### DEMONSTRACIJSKI DIO VJEŽBE:

- Upoznajte se s izradom **koljenasto savinute cijevi**: cijev se postupno grije prvo u plamenu bez dovoda zraka, a zatim u šuštećem. Kad se cijev dovoljno zagrije savije se pod željenim kutom.

### PITANJA:

1. Zašto je odrezanim staklenim cijevima ili štapiću potrebno zataliti rubove?
2. Zašto se tijekom zagrijavanja u plamenu plinskog plamenika staklene cijevi moraju neprekidno okretati, bez obzira ako im se želi zataliti rubove ili da bi se od njih izradila kapalica, kapilara ili koljenasto savinuta cijev?
3. U kojem dijelu plamena plinskog plamenika treba držati staklo da najbrže omekša?
4. Kako ćete se zaštititi prilikom umetanja staklene cijevi kroz gumene čepove?

### 1.3. Mjerenje mase predmeta\*

*Pribor:* elektronička vaga



*Slika 6.* Elektronička vaga s preciznošću 0,01 g.

#### Postupak

1. Uključite vagu (slika 6) pritiskom na tipku s oznakom POWER.
2. Pritisnite tipku TARE (ili T) dok se ne vidi oznaka 0,00 g (ili 0,000 g).
3. Predmet kojem želite odrediti masu pažljivo stavite na sredinu zdjelice vage i odčitajte masu. Prilikom vaganja svi se podaci bilježe u dnevnik, a ne na pojedinačne papire!

---

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 66.

## VJEŽBA 2.1. Određivanje gustoće uzorka metala\*

**Pribor i kemikalije:** Piknometar, elektronička vaga s preciznošću 0,001 g, uzorak za određivanje gustoće, destilirana voda, filtrirni papir, satno staklo

Piknometar i uzorak za određivanje gustoće (na satnom staklu) izdaju se na zahtjev kod tehničarke.



Slika 7. Piknometar.

### Postupak:

1. Suhi piknometar (slika 7) izvažite na elektroničkoj vagi s preciznošću od 0,001 g ( $m_1$ ).
2. U piknometar stavite uzorak i odredite masu piknometra s uzorkom ( $m_2$ ).
3. Piknometar s uzorkom napunite destiliranom vodom i začepite ga pazeći da u piknometru ne ostanu mjehurići zraka. Pri tome se višak tekućine istisne kroz kapilaru u čepu. Ako je piknometar izvana vlažan, pažljivo ga obrišite papirom. Kapljicu vode koja se nalazi na vrhu čepa pokupite filtrirnim papirom neposredno prije samog vaganja, pazeći da kapilarni dio čepa u potpunosti bude ispunjen vodom. Vaganjem odredite masu piknometra s uzorkom i vodom ( $m_3$ ).
4. Ispraznite piknometar i napunite ga destiliranom vodom. Odredite masu piknometra napunjenog vodom ( $m_4$ ) kao što je već opisano.
5. Izračunajte gustoću uzorka metala.<sup>#</sup>

### Rezultati mjerenja:

Masa praznog piknometra	$m_1 =$
Masa piknometra s uzorkom	$m_2 =$
Masa piknometra s uzorkom i vodom	$m_3 =$
Masa piknometra s vodom	$m_4 =$
Temperatura	$t =$
Tlak	$p =$
Gustoća zraka pri uvjetima eksperimenta	$\rho \text{ (zrak)} =$
Gustoća vode pri uvjetima eksperimenta	$\rho \text{ (H}_2\text{O)} =$
Volumen piknometra	$V =$
Gustoća uzorka	$\rho \text{ (uzorak)} =$

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 72.

<sup>#</sup> U priručniku «Praktikum iz opće kemije», na str. 75 nalazi se primjer izračuna gustoće metala.

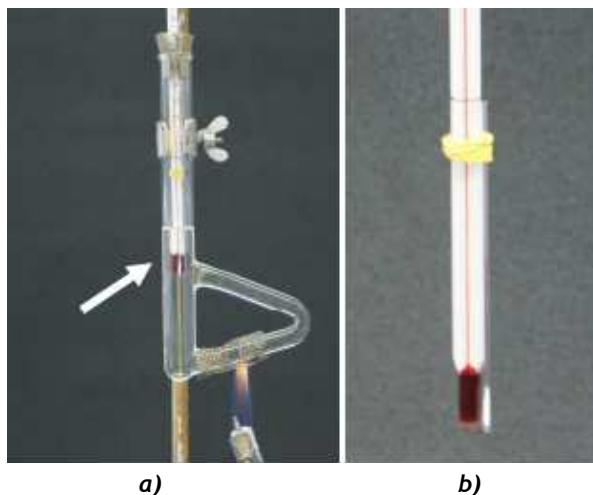
### PITANJA:

1. Zašto se pri određivanju gustoće krutog uzorka koristi tekućina u kojoj se uzorak ne otapa ili s njom ne reagira?
2. Zašto gustoća tekućine pomoću koje se određuje gustoća krutog uzorka piknometrom mora biti manja od gustoće uzorka?
3. Zašto se određivanje gustoće tekućina izvodi pri stalnoj temperaturi?
4. Izračunajte gustoću tekućine iz ovih podataka:

masa piknometra	10,545 g
masa piknometra s vodom	19,856 g
masa piknometra s tekućinom	25,436 g
$\rho(\text{H}_2\text{O})$	$0,9982 \text{ g cm}^{-3}$
$\rho(\text{zrak})$	$0,0012 \text{ g cm}^{-3}$

Sva su mjerenja izvedena pri 20 °C. Primijenite korekciju za uzgon.





*Slika 9. a) Thieleov aparat za određivanje tališta b) i položaj kapilare uz termometar.*

6. Na plameniku podesite visinu čađavog plamena i malim plamenom zagrijavajte Thieleov aparat na dijelu s metalnom mrežicom. Promatrajte promjenu u kapilari. Kad u kapilari uočite bistru tekućinu rastaljenog uzorka zabilježite temperaturu na termometru. Ukoliko se uzorak tali u određenom temperaturnom rasponu zabilježite temperaturu početka i kraja taljenja uzorka.
7. Pustite da se ulje u Thielovom aparatu ohladi za 30 °C, pričvrstite gumicom drugu kapilaru i ponovite određivanje tališta **još dva puta**. Koristeći se rezultatom prvog određivanja tališta, kod idućeg određivanja namjestite plamen plamenika tako da se temperatura u blizini tališta uzorka podiže sporo (oko 1 do 2 °C u minuti). Kao vrijednost tališta uzmite srednju vrijednost načinjenih mjerenja.

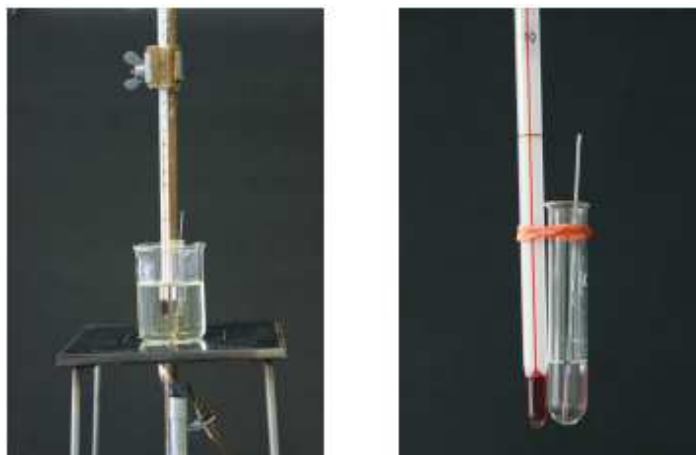
#### **PITANJA:**

1. Što je talište?
2. Kako određivanjem tališta uzorka možete odrediti čistoću neke tvari?
3. Koja je prednost Thieleova aparata za određivanje tališta u odnosu na čašu s parafinskim uljem?

## VJEŽBA 2.3. Određivanje vrelišta tekućine\*

**Pribor i kemikalije:** Stativ, klema, stalak sa staklokeramičkom pločom, plamenik, čaša od 100 mL, semi-mikro epruveta, termometar, kapilare s jednim zataljenim krajem, parafinsko ulje, uzorak tekućine

Epruveta s uzorkom za određivanje vrelišta i parafinsko ulje u čaši izdaju se na zahtjev kod tehničarke.



Slika 10. a) Aparatura za određivanje vrelišta tekućine; b) položaj epruvete s uzorkom uz termometrar.

### Postupak

1. U čašu od 100 mL ulijte oko 50 mL parafinskog ulja.
2. U epruvetu s uzorkom ubacite kapilaru tako da je zataljeni kraj okrenut prema gore. Epruvetu pričvrstite pomoću gumice za termometar tako da uzorak u epruveti bude pokraj rezervoara termometra.
3. Na termometar stavite čep s prorezom i pričvrstite ga klemom za stativ. Čep s prorezom i termometar postavite tako da se vidi skala na onom dijelu termometra koji prolazi kroz čep. Termometar s epruvetom uronite u čašu s parafinskim uljem (slika 10a). Gumica kojom je pričvršćena epruveta uz termometar treba biti izvan ulja.
4. Na plameniku podesite visinu čađavog plamena i malim plamenom zagrijavajte čašu preko staklokeramičke ploče. Povremeno promućkajte ulje u čaši (pazite da pri tome ne prolijete ulje ili se opečete). U trenutku kad iz kapilare počnu izlaziti brojni mjehurići, odčitajte temperaturu na termometru i zabilježite je kao vrelište tekućine.
5. Izvadite termometar s uzorkom iz ulja i pustite da se ulje u čaši ohladi za oko 30 °C. Ponovite mjerenje **još dva puta**. Za svako mjerenje u epruvetu stavite neupotrijebljenu kapilaru. Kao vrijednost vrelišta dobivene tekućine uzmite srednju vrijednost načinjenih mjerenja. Parafinsko ulje koje ste koristili ne bacajte u izljev nego vratite tehničarki.

### PITANJA:

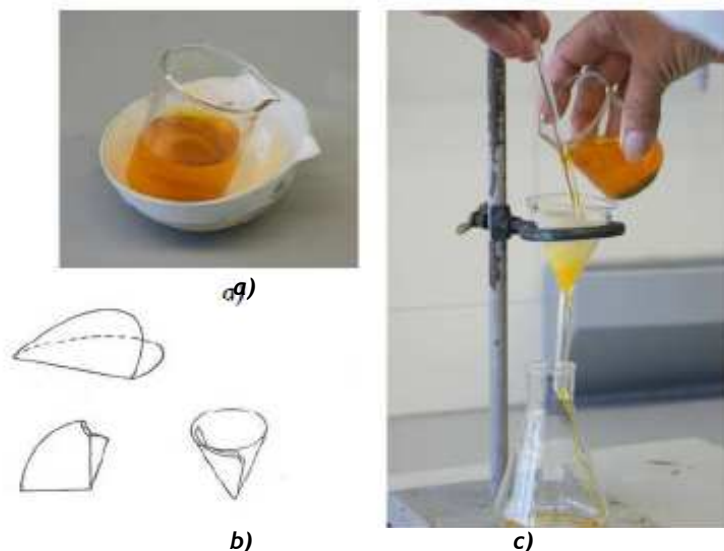
1. Objasnite što je vrelište neke tekućine.
2. Kako se mijenja vrelište tekućine s promjenom tlaka i zašto?
3. Kako određivanjem vrelišta tekućine možete odrediti čistoću neke tvari?
4. Koji je sastav mjehurića koji izlaze iz kapilare?

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 127.

### VJEŽBA 3.1. Dekantiranje i filtriranje\*

**Pribor i kemikalije:** Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, čaša od 100 mL, porculanska zdjelica, boca štrcaljka, menzura od 100 mL, stativ, stakleni štapić, kolut-klema, lijevak, uzorak za filtriranje, filtrni papir

Uzorak se izdaje (u čaši) na zahtjev kod tehničarke.



Slika 11. a) Položaj čaše pri dekantiranju; b) slaganje ravnog filtrirnog papira; c) postupak filtriranja.

#### Postupak

1. Uzorak stavite u čašu od 100 mL i ulijte 40 mL destilirane vode. Sadržaj u čaši miješajte staklenim štapićem. Kada uočite da ne dolazi do daljnjeg otapanja postavite čašu u kosi položaj (slika 11a) tako da je oslonite ili na krpu ili u porculansku zdjelicu. Čašu ostavite stajati dok se otopina iznad taloga razbistri.
2. Pripremite **aparaturu za filtriranje** (slika 11c).
  - a. Komad filtrirnog papira presavijte na pola, pa tu polovicu opet presavijte na pola (jedan vrh papira otkinite) (slika 11b). Papir odrežite na odgovarajuću veličinu, ovisno o veličini lijevka (nakon što papir uložite u lijevak treba biti oko 5 mm ispod ruba lijevka). Ako je filtrirni papir kvadratičnog oblika, složite ga na sličan način i potom polukružno odrežite na željenu veličinu.
  - b. Filtrirni papir raširite tako da se dobije stožac i umetnite u lijevak. Lijevak stavite na kolut-klema tako da završetak vrata lijevka naslonite na stijenku tikvice u koju prikupljate filtrat.
3. Filtrirni papir navlažite destiliranom vodom. Otopinu iznad taloga pažljivo odlijte (bez miješanja sadržaja u čaši) tako da je preko štapića prslonjenog na čašu usmjerite prema filtrirnom papiru (više prema rubu papira, a manje prema sredini lijevka). Razina tekućine u lijevku mora biti ispod gornjeg ruba filtrirnog papira.
4. Kad u čaši preostane još samo malo otopine iznad taloga, pričekajte da sva otopina isteče iz lijevka. Promiješajte talog s preostalom otopinom i odjednom ga prebacite u lijevak.

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 98.



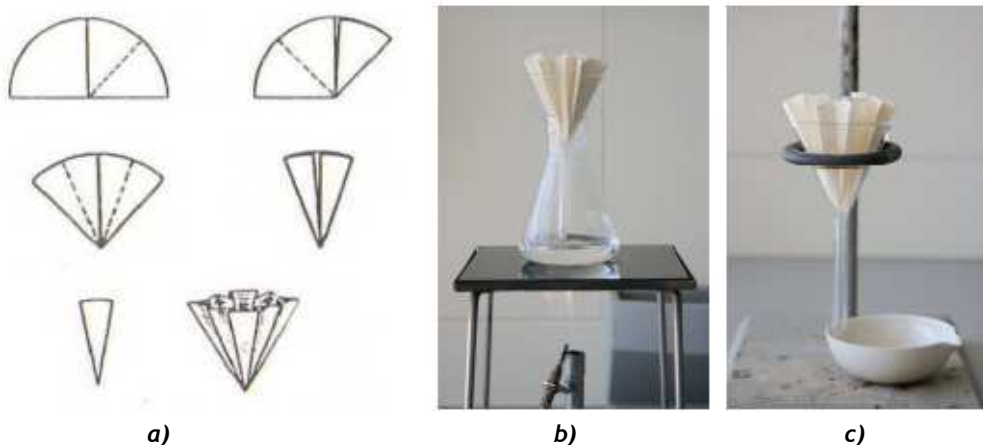
5. Nakon što gotovo sva otopina isteče iz lijevka, ostatku taloga u čaši dodajte 2 do 3 mL destilirane vode pomoću boce štrcaljke, promiješajte sadržaj u čaši i prebacite ga u lijevak. Postupak ponovite još dva do tri puta. Na kraju, isperite talog na filtrirnom papiru destiliranom vodom iz boce štrcaljke.
6. Filtrat i talog na papiru pokažite voditelju praktikuma. Filtrat prelijte u odgovarajuću bocu.

#### **PITANJA:**

1. U kojem se slučaju, za odjeljivanje taloga od otopine, može primijeniti dekantiranje, a u kojem centrifugiranje?
2. Što je dekantiranje?
3. Zašto je vrat lijevka potrebno nasloniti na stijenke tikvice u koju se prikuplja filtrat?
4. Zašto je filtrirni papir potrebno navlažiti vodom prije samog filtriranja? Hoćete li papir navlažiti vodom ukoliko filtrirate otopinu nekog spoja u tetraklormetanu? Objasnite!

### VJEŽBA 3.2. Prekristalizacija kalijeva nitrata\*

**Pribor i kemikalije:** Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, čaša od 600 mL, porculanska zdjelica, menzura od 100 mL, Büchnerov lijevak, stativ, klemu, stalak sa staklokeramičkom pločom, epruveta za odsisavanje, kapalica s gumicom, stakleni štapić, filtrirni papir, nečisti uzorak kalijeva nitrata



**Slika 12.** a) Način slaganja naboranog filtrirnog papira; b) predgrijavanje lijevka s filtrirnim papirom; c) aparatura za filtriranje s naboranim filtrirnim papirom.

#### Postupak:

1. Nečisti uzorak kalijeva nitrata (oko 5 g) stavite u Erlenmeyerovu tikvicu i dodajte 10 mL vode.
2. Pripremite aparaturu za filtriranje s naboranim filtrirnim papirom.
  - a. Filtrirni papir presavijte dva puta, a potom ga rastvorite na pola tako da je presavijeni rub okrenut prema vama. Svaku četvrtinu papira presavijte prema unutra još nekoliko puta. Ako je filtrirni papir kvadratičnog oblika, složite ga na sličan način i potom polukružno odrežite na željenu veličinu (slika 12a).
  - b. Filtrirni papir raširite u lijevku za filtriranje. Lijevak s filtrirnim papirom predgrjte tako da lijevak zajedno s naboranim filtrirnim papirom stavite na Erlenmeyerovu tikvicu u kojoj se nalazi oko 20 mL vruće vode. Vodu u tikvici zagrijavajte preko staklokeramičke ploče pomoću plamenika (slika 12b). Kad se lijevak dovoljno ugrije tikvicu s vrućom vodom stavite sa strane dok ne otopite uzorak.
3. Sadržaj u Erlenmeyerovoj tikvici s uzorkom kalijeva nitrata grijte preko staklokeramičke ploče pomoću plamenika.
4. Kad više ne dolazi do daljnjeg otapanja, vruću otopinu profiltrirajte koristeći stakleni štapić (predgrijani lijevak s filtrirnim papirom stavite na kolut-klemu tako da završetak vrata lijevka naslonite na na stijenku porculanske zdjelice).
5. Filtrat ohladite tako da zdjelicu stavite na ledenu kupelj (u čašu stavite leda i vode).



**Slika 13.** Aparatura za hlađenje otopine u ledenoj kupelji.

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 98.



a)



b)

Slika 14. a) Aparatura za filtriranje pomoću sniženoga tlaka (vakuuma); b) Büchnerov lijevak.

6. Pripremite aparaturu za filtriranje uz sniženi tlak (slika 14a).

- Gornji dio epruvete za odsisavanje učvrstite klemom za stativ. Büchnerov lijevak pomoću gumenog čepa postavite na epruvetu za odsisavanje.
  - Na rupičasto dno lijevka stavite okrugli filtrirni papir (odrežite ga na odgovarajuću veličinu tako da pokriva samo rupice na lijevku). Navlažite filtrirni papir destiliranom vodom.
  - Epruvetu za odsisavanje spojite gumenom cijevi s vakuumskim uređajem. Otvorite pipac za vakuum, a potom zatvorite pipac na sigurnosnoj boci.
7. Nastale kristale kalijeva nitrata otfiltrirate uz sniženi tlak preko Büchnerova lijevaka. Otopinu s kristalima prelijte preko staklenog štapića na lijevak i štapićem prebacite što više kristala iz zdjelice u lijevak. Otvorite pipac na sigurnosnoj boci, potom zatvorite pipac za vakuum i skinite lijevak s epruvete za odsisavanje.
8. Filtrat iz epruvete za odsisavanje prelijte natrag u porculansku zdjelicu s kristalima preostalim po stijenjkama zdjelice te ponovite postupak filtriranja. Kristale u Büchnerovom lijevku pustite da se osuše uz sniženi tlak.
9. Kristale kalijeva nitrata zajedno s filtrirnim papirom prebacite na prethodno izvaganu lađicu od papira. Kristale pažljivo odvojite od filtrirnog papira sa spatulom.
10. Prekristalizirani kalijev nitrat zajedno s papirnatom lađicom izvažite i pokažite voditelju praktikuma. Izračunajte udio kalijeva nitrata u uzorku. Na rubu lađice u kojoj se nalazi uzorak ispišite sljedeće podatke: datum, ime i prezime, masu uzorka (treba naznačiti koji je to uzorak). Lađicu s uzorkom predajte tehničarki.

**PITANJA:**

1. Isključujući mogućnost otapanja novih količina tvari, kako biste nezasićenu otopinu preveli u zasićenu?
2. Koji su uvjeti potrebni da bi se prekristalizacija mogla upotrijebiti za čišćenje spojeva?
3. Zašto se pri vrućem filtriranju koristi naborani filtrirni papir, a ne ravni filtrirni papir?
4. Zašto filtrirni papir u Büchnerovu lijevku ne smije prelaziti na vertikalnu stijenku lijevka?

### VJEŽBA 3.3. Frakcijska kristalizacija\*

**Pribor i kemikalije:** Erlenmeyerova tikvica od 100 mL (2 kom.), stalak sa staklokeramičkom pločom, epruveta za odsisavanje, menzura od 100 mL, Büchnerov lijevak, stakleni štapić, natrijev nitrat, kalijev klorid, stativ, klema.



*Slika 15. Aparatura za filtriranje uz sniženi tlak*

#### Postupak

1. Natrijev nitrat (8,5 g) i kalijev klorid (7,5 g) stavite u Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL i dodajte 25 mL destilirane vode. Tikvicu držite u ruci i sadržaj miješajte staklenim štapićem. Što primjećujete?
2. Pripremite aparaturu za filtriranje s naboranim filtrirnim papirom (kao u vježbi 3.2.).
3. Tikvicu s natrijevim nitratom i kalijevim kloridom zagrijavajte plamenikom preko staklokeramičke ploče.
4. Kad uočite da ne dolazi do daljnjeg otapanja vruću otopinu profiltrirajte od mogućih nečistoća preko naboranog filtrirnog papira u Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL.
5. Tikvicu ohladite pod mlazom tekuće vode ili u ledenoj kupelji (čaha s ledom i vodom).
6. Pripremite aparaturu za filtriranje uz sniženi tlak (kao što je to objašnjeno u vježbi 3.2.). Kristale kalijeva nitrata, nastale hlađenjem otopine, ofiltrirajte preko Büchnerova lijevka, pustite da se osuše uz sniženi tlak i prebacite ih na prethodno izvaganu lađicu od papira.
7. Filtrat u epruveti za odsisavanje prelijte u čahu od 100 mL. Otopinu uparite pažljivim zagrijavanjem do kristalizacije natrijeva klorida (približno na polovicu volumena).
8. Vrući sadržaj u čahi profiltrirajte uz sniženi tlak preko Büchnerova lijevka. Kristale natrijeva klorida u lijevku osušite uz sniženi tlak, a potom ih prebacite na drugu lađicu od papira koju ste prethodno izvagali.
9. Matičnici dodajte oko 2 mL vode, ohladite je u ledenoj kupelji i ukoliko iskristalizira još kalijeva nitrata izolirajte ga filtriranjem uz sniženi tlak, osušite i dodajte u lađicu s kalijevim nitratom kojeg ste prethodno ofiltrirali.

---

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 109.

10. Lađice od papira u kojima se nalazi kalijev nitrat i natrijev klorid izvažite i pokažite voditelju praktikuma. Izračunajte iskorištenje reakcije nastajanja kalijeva nitrata i natrijeva klorida. Na rubu lađice u kojoj se nalazi uzorak ispišite sljedeće podatke: datum, ime i prezime, masu uzorka (treba naznačiti koji je to uzorak). Lađicu s uzorkom predajte tehničarki.

**PITANJA:**

1. Što se podrazumjeva pod pojmom topljivost tvari?
2. Objasnite pomoću dijagrama topljivosti u kojim će uvjetima doći do kristalizacije kalijeva nitrata i natrijeva klorida.
3. Objasnite pojmove: zasićena otopina, nezasićena otopina i prezasićena otopina.
4. Što je frakcijska kristalizacija i na čemu se ona temelji?
5. Na temelju podataka koje ćete pročitati iz krivulje topljivosti izračunajte koliko kalijeva nitrata može iskristalizirati iz 100 g otopine zasićene pri 50 °C ako se ona ohladi na 15 °C.

### VJEŽBA 3.4. Razdvajanje smjese na temelju različite termičke postojanosti\*

**Pribor i kemikalije:** Epruveta od tvrdog stakla, stativ, klemo, plamenik, vata, uzorak (smjesa natrijeva i amonijeva klorida), krpica, čaša od 250 mL, tikvica s okruglim dnom

Epruveta s uzorkom izdaje se na zahtjev kod tehničarke.



Slika 16. Epruveta od teškotaljivog stakla s uzorkom.

#### Postupak

1. Epruvetu od teško taljivog stakla s uzorkom učvrstite klemom za stativ u kosom položaju. Gornji dio epruvete začepite smotuljkom vate i epruvetu omotajte komadićem mokre tkanine kao što je to prikazano na slici 16.
2. Donji dio epruvete zagrijavajte plamenikom, prvo lagano, a potom jakost plamena postupno pojačavajte sve dok ne primijetite da se na hladnijem dijelu epruvete stvara naslaga amonijeva klorida. Kad primijetite da više ne dolazi do daljnje promjene prekinite sa zagrijavanjem i pustite da se epruveta ohladi. Pazite da se ne opečete!
3. Amonijev klorid sastružite spatulom sa stijenki epruvete u prethodno izvaganu lađicu od papira. Izvažite lađicu s amonijevim kloridom.
4. Dio uzorka koji je preostao na dnu epruvete prebacite u drugu lađicu i izvažite. Izračunajte ukupnu masu i udio amonijeva klorida u uzorku. Lađice s uzorcima pokažite voditelju praktikuma i nakon toga predajte tehničarki. Na rubu lađice u kojoj se predaje uzorak treba ispisati sljedeće podatke: datum, ime i prezime i masu uzorka (treba naznačiti koji je to uzorak).

#### DEMONSTRACIJSKI DIO VJEŽBE:

**Upoznajte se sa sublimacijom joda:** u čašu od 250 mL stavite jod (oko 2 g) tako da se pokrije dno čaše. Čašu pokrijte tikvicom s okruglim dnom u koju prethodno ulijete hladnu vodu. Sadržaj u čaši blago grijte plamenikom preko staklokeramičke ploče. ***Pokus izvodite u digestoru!***

#### PITANJA:

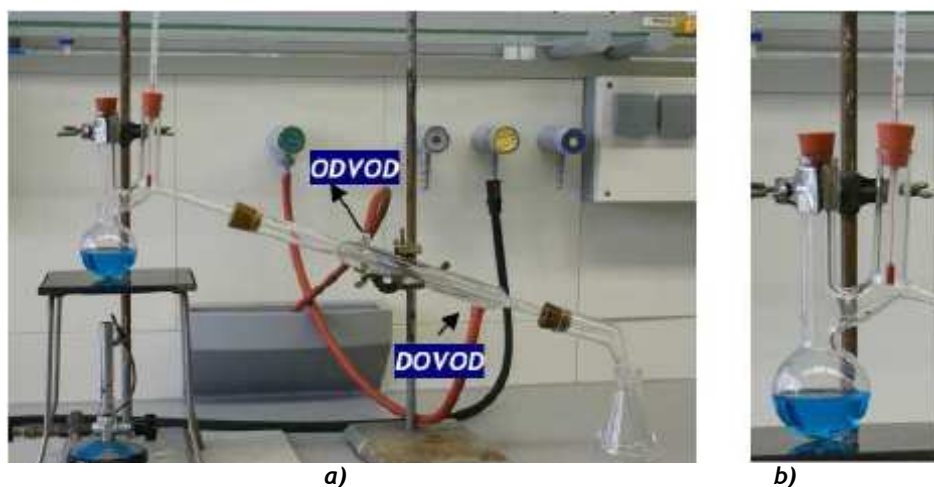
1. Objasnite što je sublimacija, kod kojih se spojeva može očekivati i zašto?
2. Po čemu se razlikuje postupak odjeljivanja amonijeva klorida od sublimacije joda?
3. U koje se svrhe rabi svojstvo sublimacije nekih tvari?
4. Koji biste postupak mogli primijeniti za odjeljivanje kemijski nestojanih tvari?

---

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str.126.

### VJEŽBA 3.5. Destilacija pri atmosferskom tlaku\*

**Pribori kemikalije:** Claissenova tikvica, termometar do 250 °C, Liebigovo hladilo, Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, nastavak za destilaciju (lula), 2 stativa, 2 kleme, stalak sa staklokeramičkom pločom, plamenik, čepovi, glicerol za podmazivanje čepova, kamenčići za vrenje, uzorak za destilaciju



Slika 17. a) Aparatura za destilaciju pri atmosferskom tlaku; b) Claissenova tikvica s termometrom.

#### Postupak

1. Sastavite aparaturu za destilaciju pri atmosferskom tlaku kao na slici 17a.
  - Postavite stativ s klemom i stalak sa staklokeramičkom pločom. Claissenovu tikvicu učvrstite klemom za stativ iznad staklokeramičke ploče. Na cijev Claissenove tikvice navucite probušeni čep koji veličinom odgovara otvoru Liebigova hladila.
  - Navucite gumene cijevi za dovod i odvod vode na hladilu. Hladilo u kosom položaju učvrstite klemom na drugi stativ. Podesite položaj i nagib hladila tako da ga možete spojiti s Claissenovom tikvicom. Niži otvor na hladilu spojite s gumenom cijevi na dovod vode i podesite protok vode kroz hladilo tako da se na izlaznoj cijevi dobije tanak mlaz.
  - Na izlaznu cijev hladila postavite lulu, a pod lulu Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL u koju ćete prikupljati destilat.
2. Uzorak za destilaciju (oko 50 mL) ulijte pomoću lijevka u Claissenovu tikvicu. Stavite u tikvicu nekoliko kamenčića.
3. Na termometar navucite čep i stavite ga na Claissenovu tikvicu tako da rezervoar termometra bude u razini odvodne cijevi na tikvici. Drugi otvor na tikvici začepite gumenim čepom kao na slici 17a.
4. Otopinu u tikvici grijte plamenikom preko staklokeramičke ploče. Kad prva kap padne s cijevi Claissenove tikvice u Liebigovo hladilo, odčitajte i zabilježite temperaturu početka destilacije. Pratite mijenja li se temperatura tijekom destilacije. Otopinu zagrijavajte tako da tekućina jednolično destilira kap po kap (pazite da ne grijete prejako).
5. Predestilirajte pola sadržaja tikvice, prekinite zagrijavanje i ohladite aparaturu.

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str.126.

**PITANJA:**

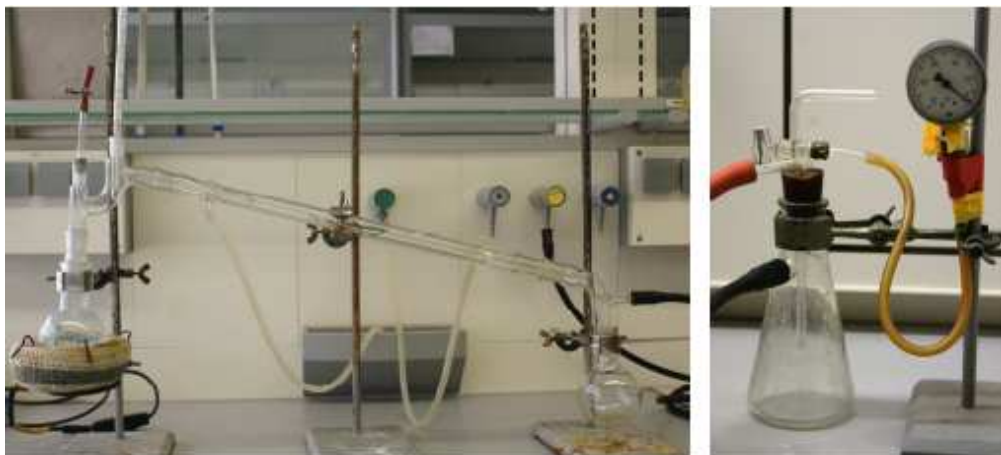
1. Objasnite kako se mijenja vrelište vode ako je u njoj otopljena neka količina tvari.
2. Zašto se voda pušta kroz niži otvor hladila?
3. Zašto staklenu tikvicu koju želite zagrijavati treba prethodno obrisati suhom krpom kako se na vanjskim stijenkama ne bi zadržale kapljice vode?
4. Hoće li bakrov(II) sulfat iz otopine prelaziti u destilat s vodenom parom? Objasnite svoj odgovor.
5. Zašto se u tikvicu stavljaju kamenčići?



### VJEŽBA 3.6. Vakuumska destilacija\*

**Pribor i kemikalije:** Okrugla tikvica (2 kom), Liebigovo hladilo, termometar, nastavci za destilaciju, 2 stativa, 2 hvataljke, grijača kapa, staklena kapilara, Hofmannova stezaljka, vakuumski uređaj, uzorak za vakuumsku destilaciju, gumeni čep

#### OPASNOST OD IMPLOZIJE!

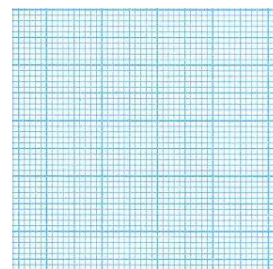


a) b)  
Slika 18. a) Aparatura za vakuumsku destilaciju; b) boca s manometrom.

#### Postupak

1. Aparatura za vakuumsku destilaciju treba biti složena kao na slici 18b (demonstracijski dio).
2. U okruglu tikvicu ulijte uzorak za destilaciju, najviše do polovice volumena tikvice.
3. Postavite gumeni čep s kapilarom tako da kapilara dosegne gotovo do dna tikvice, ali da ga ne dotiče. Pritegnite Hofmannovu stezaljku tako da potpuno zatvara gumenu cijev (slika 18a).
4. Otvorite ventil za vakuum. Na sigurnosnoj boci zatvorite pipac za zrak.
5. Otpuštanjem i stezanjem vijka Hofmannove stezaljke podesite strujanje zraka kroz kapilaru (mjehurić po mjehurić).
6. Pustite vodu kroz Liebigovo hladilo, a zatim počnite zagrijavati sadržaj tikvice pomoću grijaće kape. Kad ustanovite da je počela destilacija, odčitajte tlak na manometru i pripadnu temperaturu vrelišta vode. (Pazite da ne grijete prejako; destilat treba kapati kap po kap).
7. Promijenite tlak u aparaturi tako da na sigurnosnoj boci malim zakretanjem pipca pustite zrak u aparaturu. Nastavite sa grijanjem i ustanovite vrelište vode pri sve višem i višem tlaku. Rezultate mjerenja prikažite **tablično** i **grafički** (na milimetarskom papiru kojeg treba prilijepiti u bilježnicu). Na osima treba obilježiti veličine i jedinice. Na ordinatu nanosite tlak, a na apscisu temperaturu. Pazite na raspon vrijednosti na osima tako da se točke ne nađu u jednom kutu cijelokupnog prikaza. Eksperimentalne točke spojite u krivulju.

$p/\text{kPa}$	$t/^{\circ}\text{C}$



\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 126.

### **DEMONSTRACIJSKI DIO VJEŽBE:**

Upoznajte se s postupkom slaganja aparature za destilaciju pri sniženom tlaku. Tikvicu učvrstite klemom za stativ i na nju stavite Claissenov nastavak za destilaciju. Navucite gumene cijevi za dovod i odvod vode na hladilu. Hladilo u kosom položaju učvrstite klemom za stativ. Regulirajte položaj i nagib hladila tako da ono leži u produžetku odvodne cijevi nastavka za destilaciju. Tikvicu koja će vam poslužiti kao predložak za prikupljanje destilata učvrstite klemom na stativ. Na nju stavite nastavak za vakuumsku destilaciju i spojite ga s Liebigovim hladilom. Gumenu cijev vakuuskog uređaja priključite na otvor nastavka za destilaciju.

### **PITANJA:**

1. Objasnite razliku između destilacije pri atmosferskom tlaku i destilacije pri sniženom tlaku. U kojim slučajevima je osobito podesna vakuumska destilacija?
2. Na koji način ćete spriječiti zakašnjenje vrenje kod destilacije pri atmosferskom tlaku, a kako kod destilacije pri sniženom tlaku?
3. Objasnite zašto se otopine koje sadrže organska otapala prilikom destilacije ne smiju grijati plamenom. Kako biste mogli zagrijati takvu otopinu?
4. Kada se za destilaciju koristi Vigreuxova kolona? Crtežom prikažite aparaturu za destilaciju Vigreuxovom kolonom. Kako zovemo takvu destilaciju?

## VJEŽBA 4.1. Određivanje molarne mase ugljikova dioksida\*

**Pribor i kemikalije:** Epruveta za odsisavanje, Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, lijevak za dokapavanje, klor-kalcijeva cjevčica, dvije staklene cjevčice, satno staklo, gumene cjevčice, dva gumena čepa, menzura od 100 mL, 10%-tna klorovodična kiselina, mramor, kalcijev klorid, vata, stativ, klema.



Slika 19. Aparatura za dobivanje ugljikova(IV) oksida.

### Postupak:

1. Izvažite suhu Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL poklopljenu suhim satnim staklom.
2. Postavite aparaturu kao što je prikazano na slici 19.
  - Lijevak za dokapavanje pomoću probušenog gumenog čepa postavite na epruvetu za odsisavanje, koju učvrstite klemom za stativ.
  - Jedan kraj klor-kalcijeve cjevčice spojite na izlaznu cijev epruvete za odsisavane preko probušenog gumenog čepa sa staklenom cjevčicom, a drugi kraj spojite s koljenasto savijenom staklenom cijevi. Za spajanje dijelova aparature koristite što kraće gumene cijevi.
3. U epruvetu za odsisavanje stavite mramor. Zatvorite pipac lijevka za dokapavanje i u njega ulijte oko 30 mL 10%-tne klorovodične kiseline.
4. Otvorite pipac lijevka za dokapavanje tako da kiselinu dodajete kap po kap u epruvetu za odsisavanje. Nakon desetak minuta Erlenmeyerova tikvica bit će ispunjena s  $\text{CO}_2$ .
5. Staklenu cijev izvucite iz tikvice, a grlo tikvice brzo pokrijte satnim staklom i odmah izvažite.
6. Na jednak način ponovite postupak punjenja i vaganja tikvice s ugljikovim dioksidom **još dva puta**. Uzmite srednju vrijednost mjerenja.
7. Tikvicu napunite vodom do vrha. Vodu iz tikvice prelijte u menzuru i odčitajte njen volumen, koji je jednak volumenu ugljikova dioksida.
8. Odčitajte sobnu temperaturu i atmosferski tlak. Rezultate mjerenja prikažite **tablično**.
9. Izračunajte vrijednosti molarne mase, gustoće pri uvjetima eksperimenta, te relativne gustoće ugljikova dioksida prema vodiku i prema zraku.

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 144.

### Rezultati mjerenja i izračuna

Masa tikvice i satnog stakla ispunjena zrakom	$m_1 =$
Masa tikvice i satnog stakla ispunjena CO <sub>2</sub>	$m_2 =$
Volumen tikvice	$V =$
Temperatura zraka	$t =$
Atmosferski tlak	$p =$
Masa zraka u tikvici	$m_3 =$
Masa CO <sub>2</sub> u tikvici	$m(\text{CO}_2) =$
Molarna masa CO <sub>2</sub>	$M(\text{CO}_2) =$
Gustoća CO <sub>2</sub>	$\rho(\text{CO}_2) =$
Relativna gustoća CO <sub>2</sub> prema vodik	$d(\text{H}_2) =$
Relativna gustoća CO <sub>2</sub> prema zraku	$d(\text{zrak}) =$

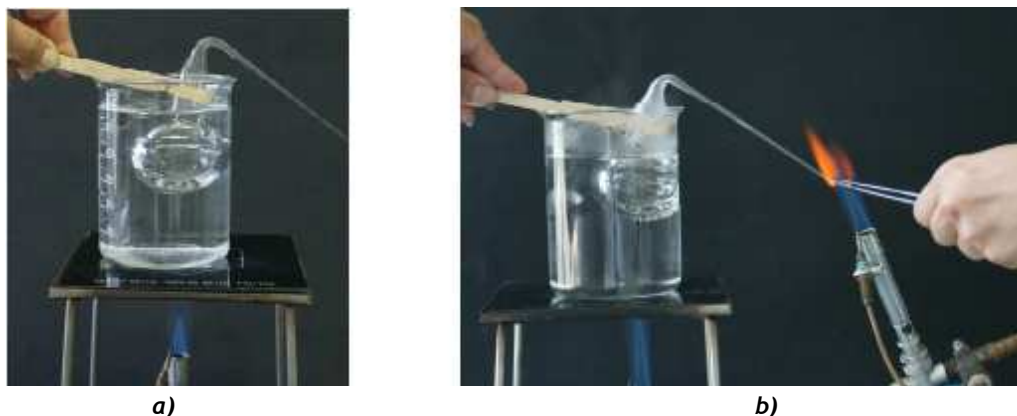
### PITANJA:

1. Predložite najmanje dva načina dobivanja ugljikova dioksida i napišite pripadne jednadžbe reakcija.
2. Što je relativna gustoća nekog plina i prema kojim plinovima se najčešće određuje? Napišite odgovarajuće izraze.
3. Gustoća nekog plina je 1,64 g L<sup>-1</sup>. Pri istoj temperaturi i tlaku, kisik ima gustoću 1,45 g L<sup>-1</sup>. Kolika je molarna masa nepoznatog plina?
4. 0,715 g nekog oksida sumpora ima volumen 275 mL pri 25,0 °C i 755 mm Hg. Izračunajte molnu masu tog oksida i predložite njegovu formulu.

## Vježba 4.2. Određivanje molarne mase lakoisparljive tekućine Dumasovom metodom\*

**Pribor i kemikalije:** Stakleni balon volumena oko 100 mL s dugačkim vratom, čaša od 600 mL, plamenik, stalak sa staklokeramičkom pločom, uzorak lakoisparljive tekućine

Stakleni balon s dugačkim vratom i uzorak izdaje se na zahtjev kod tehničarke.



Slika 20. a) Postupak zagrijavanja balona u čaši s vrućom vodom; b) postupak zataljivanja kapilarnog nastavka balona.

### Postupak

1. Čašu od 600 mL napunite destiliranom vodom, postavite je na stalak sa staklokeramičkom pločom i grijte plamenikom uz šušteći plamen tako da voda u čaši zavrije.
2. Suhi balon s kapilarnim nastavkom izvažite na vagi s preciznošću od 0,001 g.
3. Balon ugrijte držeći ga visoko iznad plamena plinskog plamenika, odmaknite ga od plamena i vrh kapilarnog dijela uronite u uzorak tekućine. Zbog hlađenja se u balonu smanji tlak pa se tekućina usisava u balon.
4. Drvenom štipaljkom uhvatite vrat balona te ga uronite u čašu s vrijućom vodom (slika 20a) i držite tako dugo da se sva tekućina prevede u plinovito stanje. **Balon ne smijete vaditi iz vode prije nego zatalite vrh.**
5. Uz pomoć voditelja ili demonstratora u praktikumu zatalite vrh kapilarnog nastavka balona **držeći i dalje balon u vrijućoj vodi** (slika 20b)
6. Izmjerite i zabilježite temperaturu vrijuće vode.
7. Izvadite balon iz vode, obrišite ga, ohladite i izvažite na vagi s preciznošću od 0,001 g.
8. Čašu napunite destiliranom vodom. Kapilarni nastavak balona uronite u vodu i pod vodom mu pomoću željezne pincete odlomite vrh. **Ne vadite vrh vrata balona iz vode sve dok se tikvica u potpunosti ne napuni vodom.**
9. Balon napunjen vodom i odlomljeni vrh izvažite na vagi s preciznošću od 0,01 g.
10. Odčitajte i zabilježite atmosferski tlak.
11. Rezultate mjerenja prikažite **tablično**. Izračunajte molnu masu uzorka tekućine.

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 144.

## Rezultati mjerenja

Masa staklenog balona sa zrakom	$m_1 =$
Masa staklenog balona s parama uzorka	$m_2 =$
Masa staklenog balona s vodom	$m_3 =$
Atmosferski tlak	$p =$
Temperatura zraka	$t_1 =$
Temperatura vodene kupelji	$t_2 =$
Volumen para uzorka $(m_3 - m_1) / \rho(\text{H}_2\text{O})$	$V =$
Masa zraka zamijenjenog parama uzorka	$m_4 =$
Masa staklenog balona i ostatka zraka	$m_5 =$
Masa para uzorka, $(m_2 - m_5)$	$m_6 =$
Molarna masa uzorka	$M =$

**Napomena:** Kod određivanja volumena tikvice u tablicama nađite podatak za gustoću vode ovisno o temperaturi eksperimenta. Kod punjenja tikvice vodom ne vrši se korekcija za masu uzorka koji je zaostao u tikvici.

## PITANJA:

1. U kojim se slučajevima upotrebljava Dumasova metoda?
2. Molarna masa nekog organskog spoja iznosi  $74,048 \text{ g mol}^{-1}$ . Izračunajte volumen  $100,0 \text{ g}$  te tvari u plinovitom stanju pri  $100,0^\circ\text{C}$  i  $95,00 \text{ kPa}$ .
3. Izračunajte molnu masu nepoznatog uzorka ako su prema Dumasovoj metodi dobiveni sljedeći podaci:

Masa staklenog balona sa zrakom .....	42,829 g
Masa staklenog balona s parama uzorka.....	42,793 g
Masa staklenog balona s vodom.....	366,801 g
Atmosferski tlak.....	104,8 kPa
Temperatura zraka.....	16,0 °C
Temperatura vodene kupelji.....	100,0 °C

4. Zašto je potrebno zataliti vrh kapilarnog nastavka balona ne vadeći pri tome balon iz kipuće vode?

### VJEŽBA 4.3. Određivanje molarne mase metala\*

**Pribor i kemikalije:** Čaša od 600 mL, menzura od 100 mL, gumeni čep, stativ, klema, termometar, uzorak metala, koncentrirana klorovodična kiselina, tanka bakrena žica

*Uzorak za određivanje molarne mase se izdaje na zahtjev kod tehničarke.*



*Slika 21. Aparatura za određivanje molarne mase metala.*

#### **Postupak:**

1. Uzorak izvažite na vagi s preciznošću od 0,001 g.
2. Omotajte uzorak tankom bakrenom žicom tako da je 5-8 cm žice slobodno za rukovanje.
3. U menzuru od 100 mL ulijte oko 30 mL koncentrirane klorovodične kiseline, a zatim je polako i pažljivo napunite do samog vrha s destiliranom vodom pazeći da se ne miješa s kiselinom.
4. Stavite uzorak metala u menzuru tako da gumeni čep drži bakrenu žicu uz stijenku menzure. Preokrenutu menzuru uronite u čašu s vodom i pričvrstite je klemom za stativ (slika 21).
5. Kad uzorak metala u potpunosti izreagira, ostavite aparaturu nekoliko minuta da se **ohladi na sobnu temperaturu**. Laganim kuckanjem po stijenci menzure uklonite s nje sve mjehuriće vodika koji su se prihvatili.
6. Izmjerite razliku razine vode u menzuri i u čaši i izračunajte pripadni hidrostatski tlak.
7. Odčitajte i zabilježite volumen vodika u menzuri.
8. Izmjerite temperaturu vode u čaši i odčitajte atmosferski tlak. Nađite u tablicama tlak vodene pare pri izmjerenoj temperaturi.
9. Rezultate mjerenja prikažite **tablično**.
10. Izračunajte parcijalni tlak vodika sakupljenog iznad vode. Izračunajte molarnu masu metala.

---

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 177.

**Rezultati mjerenja:**

Masa uzorka	$m(\text{metal}) =$
Volumen vodika	$V(\text{H}_2) =$
Temperatura vodika	$t =$
Atmosferski tlak	$p =$
Razlika u razinama vode	$\Delta h =$
Tlak vodene pare	$p(\text{H}_2\text{O}) =$
Parcijalni tlak vodika	$p(\text{H}_2) =$
Množina vodika	$n(\text{H}_2) =$
Molarna masa metala	$M =$

**PITANJA:**

1. Vježba se izvodi tako da se izvagani komadić metala omota tankom bakrenom žicom i uroni u 1:1 klorovodičnu kiselinu. Objasnite zašto se koristi bakrena žica, a ne žica od aluminija ili cinka.
2. Zašto u menzuru niste stavili razrijeđenu dušičnu kiselinu?
3. Volumen vodika sakupljen u menzuri mogli ste odčitati tako da njenim podizanjem ili spuštanjem postignete jednake razine vode u menzuri i čaši. Što bi na taj način postigli?
4. Je li nužno kod točnog mjerenja volumena tekućina u odmjernom posuđu paziti na temperaturu tekućine? Obrazložite svoj odgovor.



## VJEŽBA 5.1. Razrijeđivanje klorovodične kiseline\*

**Pribor i kemikalije:** Boca od 1000 mL, menzura od 500 mL, menzura od 10 mL, koncentrirana klorovodična kiselina.

### Postupak:

1. Prije pripreme razrijeđene klorovodične kiseline izračunajte volumen koncentrirane klorovodične kiseline  $V_1(\text{HCl})$  ( $w_1(\text{HCl}) = 36\%$ ,  $\rho_1 = 1,18 \text{ g cm}^{-3}$ ) potreban za pripremu 500 mL ( $V_2$ ) otopine množinske koncentracije  $c_2(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ .
2. Menzurom od 10 mL odmjerite izračunati volumen koncentrirane klorovodične kiseline  $V_1(\text{HCl})$ . U menzuru od 500 mL ulijte do pola destilirane vode, dodajte odmjereni volumen kiseline i potom dolijte još vode tako da ukupni volumen otopine bude 500 mL ( $V_2$ ). Sadržaj iz menzure prelijete u bocu i dobro promiješajte. Na bocu prilijepite naljepnicu sa svim potrebnim podacima.

### PITANJA:

1. Na koje se sve načine može izraziti sastav neke otopine?
2. Otopina sumporne kiseline masenog udjela 35% ima gustoću  $1,26 \text{ g cm}^{-3}$ . Na temelju tih podataka izračunajte:
  - a) množinsku koncentraciju sumporne kiseline u otopini,
  - b) masenu koncentraciju sumporne kiseline u otopini.
3. Koliki volumen 36% klorovodične kiseline, gustoće  $1,18 \text{ g cm}^{-3}$ , treba uzeti da bi se pripremilo 1000 mL razrijeđene otopine čija je koncentracija  $c(\text{HCl}) = 0,2 \text{ mol dm}^{-3}$ .
4. Raspolaže se dvjema otopinama razrijeđene dušične kiseline. Koncentracija jedne otopine je  $0,3 \text{ mol dm}^{-3}$ , a druge  $4 \text{ mol dm}^{-3}$ . Koliko treba uzeti jedne i druge otopine dušične kiseline i međusobno ih pomiješati da bi se dobila 1 L otopine masene koncentracije  $63 \text{ g L}^{-1}$ ? Pretpostavlja se aditivnost volumena.

---

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 317.

## VJEŽBA 5.2. Priprema otopine natrijeva karbonata\*

**Pribor i kemikalije:** Odmjerna tikvica od 100 mL sa staklenim čepom, posudica za vaganje, lijevak, natrijev karbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

*Uzorak natrijeva karbonata se izdaje na zahtjev kod tehničarke.*

### **Postupak:**

1. Posudicu s natrijevim karbonatom izvažite na analitičkoj vagi ( $m_1$ ). Na odmjernu tikvicu od 100 mL stavite lijevak i u tikvicu odsipajte oko 0,15 g natrijeva karbonata. Posudicu s preostalom količinom natrijeva karbonata ponovno izvažite na analitičkoj vagi ( $m_2$ ). Iz razlike posudice prije i poslije odsipavanja izračunajte masu ( $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ ) i množinu natrijeva karbonata ( $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ ).
2. Lijevak isperite vodom prikupljajući otopinu u odmjernu tikvicu od 100 mL. Dodajte destilirane vode do pola volumena, tikvicu začepite i sadržaj dobro izmiješajte višestrukim preokretanjem odmjerne tikvice. Potom dodajte još destilirane vode do oznake na odmjernoj tikvici. Ponovite postupak miješanja otopine preokretanjem tikvice.
3. Izračunajte koncentraciju natrijeva karbonata ( $c(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ ).

---

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 314.

### VJEŽBA 5.3. Standardizacija otopine klorovodične kiseline\*

**Pribor i kemikalije:** Bireta od 25 mL, pipeta od 25 mL, propipeta, lijevak, otopina metiloranža, Erlenmeyerova tikvica od 100 mL (3 kom), otopina razrijeđene klorovodične kiseline pripremljena u vježbi 5.1. ( $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ), otopina natrijeva karbonata pripremljena u vježbi 5.2..

#### Postupak:

1. Biretu isperite prvo destiliranom vodom, a potom klorovodičnom kiselinom približne koncentracije  $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$  koju ste pripremili u vježbi 5.1.. Za vrijeme ulijevanja kiseline na biretu stavite lijevak.
2. Biretu napunite otopinom razrijeđene klorovodične kiseline. Provjerite ima li u pipcu ili u kapilarnom nastavku birete mjehurića zraka. Naglim otvaranjem pipca i istjecanjem tekućine istjerajte mjehuriće zraka. Skinite lijevak s birete. Otpustite iz birete toliko otopine kiseline da njezina razina dođe točno na oznaku nula. Kapljicu otopine koja visi na kapilarnom produžetku birete pokupite tako da njegov vrh dotaknete stijenkom tikvice u koju ste ispustali višak kiseline iz birete.
3. Pipetu isperite s otopinom natrijeva karbonata (koncentracije  $c(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ ) pripremljenoj u vježbi 5.2.). U Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL otpipetirajte 25 mL otopine natrijeva karbonata ( $V(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ ). *Pri pipetiranju koristite propipetu!* U otopinu natrijeva karbonata dodajte 2-3 kapi otopine metiloranža.
4. Otopinu natrijeva karbonata titirajte otopinom kiseline uz neprestalno miješanje. Tikvicu držite jednom rukom i kružno je pokrećite. Drugom rukom otvarajte i zatvarajte pipac na bireti tako da postupno dodajete kiselinu. Pratite na bireti vrijednost volumena ukupno dodane kiseline prije nego što dodate sljedeći obrok kiseline. Kiselinu dodajete sve do točke ekvivalencije kad se narančasta boja otopine ne mijenja ponovno u žutu. Zapišite volumen kiseline kad je postignuta točka ekvivalencije  $V_1(\text{HCl})$ .
5. Ponovno napunite biretu otopinom kiseline (kao što je prethodno opisano pod 2) .
6. U čistu Erlenmeyerovu tikvicu odmjerite pipetom 25 mL otopine natrijeva karbonata ( $V(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ ). Dodajte 2-3 kapi metiloranža.
7. U Erlenmeyerovu tikvicu odjednom dodajte iz birete onaj volumen otopine kiseline koji nešto manji nego što je to potrebno da se postigne točka ekvivalencije (rezultat prethodnog mjerenja umanjen za oko 2 mL). Promiješajte dobro sadržaj tikvice. Kapljice na stijenkama tikvice isperite s malo destilirane vode pomoću boce štrcaljke.
8. Dodajte dalje kap po kap otopine kiseline iz birete, miješajte sadržaj neprestalno prateći njegovu boju. Zapišite volumen utrošene kiseline ( $V_2(\text{HCl})$ ) kad se postigne konačna promjena boje otopine.
9. Ponovite postupak titracije, a za konačan rezultat uzmite srednju vrijednost utroška kiseline triju uspješnih titracija.
10. Na osnovi jednadžbe reakcije i volumena otopina natrijeva karbonata i klorovodične kiseline izračunajte koncentraciju kiseline.

#### Rezultati mjerenja i izračuna

Koncentracija standardne otopine $\text{Na}_2\text{CO}_3$	$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$
Volumen standardne otopine $\text{Na}_2\text{CO}_3$	$V(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$
Volumen otopine kiseline (srednja vrijednost)	$V(\text{HCl}) =$
Koncentracija otopine kiseline	$c(\text{HCl}) =$

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 329.

**PITANJA:**

1. Zašto se odmjerne tikvice sa staklenim čepom ne smiju upotrebljavati za otopine jakih lužina?
2. Crtežom prikazite meniskus vodene otopine natrijeva karbonata i oznaku na odmjernoj tikvici u slučaju kad je odmjerena tikvica ispravno napunjena.
4. Opišite ispravan postupak pri pražnjenju pipete. Smije li se ispuhivati tekućina koja je zaostala na vrhu pipete?
5. Koji je najbolji postupak pranja staklenog odmjernog posuđa? Zašto se za sušenje odmjernog posuđa ne koristi sušionik?

## VJEŽBA 5.4. Određivanje nepoznate množine NaOH\*

**Pribor i kemikalije:** Bireta od 25 mL, pipeta od 10 mL, propiteta, Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, standardizirana otopina klorovodične kiseline, uzorak otopine natrijeva hidroksida u odmjerne tikvici od 100 mL.

*Uzorak za određivanje množine natrijeva hidroksida se izdaje na zahtjev kod tehničarke.*

### Postupak:

1. Uzorku otopine natrijeva hidroksida u odmjerne tikvici od 100 mL ( $V_1(\text{NaOH})$ ) dodajte destilirane vode tako da ukupni volumen otopine bude oko 1 cm ispod oznake na odmjerne tikvici. Začepite tikvicu i dobro promiješajte njezin sadržaj višestrukim preokretanjem. Zatim kapalicom dodajte destiliranu vodu kap po kap tako da se donji rub meniskusa podudara s oznakom na vratu tikvice. Ponovno dobro promiješajte sadržaj tikvice.
2. Pipetu isperite s priređenom otopinom natrijeva hidroksida. U Erlenmeyerovu tikvicu odmjerite pipetom 10 mL otopine natrijeva hidroksida ( $V_2(\text{NaOH})$ ). *Pri pipetiranju koristite propipetu!* Dodajte 2-3 kapi otopine metiloranža.
3. Biretu od 25 mL napunite standardiziranom otopinom klorovodične kiseline ( $c(\text{HCl})$ , vježba 5.3.). Skinite lijevak s birete i otpustite iz birete toliko otopine kiseline da njezina razina dođe točno na oznaku nula. Provjerite je li ostalo zraka u kapilarnom produžetku birete, te ga prema već opisanom postupku otklonite.
4. Otopinu natrijeva hidroksida u Erlenmeyerovoj tikvici titrirajte kiselinom do promjene boje u narančastu. Zapišite volumen utrošene kiseline  $V_1(\text{HCl})$  kad se postigne konačna promjena boje otopine. Titraciju ponovite i uzmite srednju vrijednost od tri uspješna mjerenja.
5. Napišite jednadžbu reakcije. Izračunajte množinu i masu natrijeva hidroksida u uzorku.

### Rezultati mjerenja i izračuna

Volumen utrošene standardne otopine klorovodične kiseline (srednja vrijednost)	$V(\text{HCl}) =$
Koncentracija standardne otopine klorovodične kiseline	$c(\text{HCl}) =$
Ukupni volumen otopine natrijeva hidroksida (volumen odmjerne tikvice)	$V_1(\text{NaOH}) =$
Otpipetirani volumen otopine natrijeva hidroksida	$V_2(\text{NaOH}) =$
Množina natrijeva hidroksida u uzorku	$n(\text{NaOH}) =$
Masa natrijeva hidroksida u uzorku	$m(\text{NaOH}) =$

---

\* M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 331.

## PRILOG 1. NAPUTAK O LABORATORIJSKOM DNEVNIKU

*Sastavili asistenti Zavoda za opću i anorgansku kemiju*

Laboratorijski dnevnik je bilježnica, formata A5, s kvadratićima i (preporučljivo) tvrdim koricama. U laboratorijskom dnevniku student vodi izvješće prema predloženoj formi za svaki pokus. Pojedino izvješće uvijek započinje na prvoj praznoj desnoj stranici.

Svako izvješće započinje pečatom koji ima sljedeću formu:

<b>DATUM:</b> _____	
<b>NAZIV VJEŽBE:</b>	
_____	
_____	
<b>VJEŽBU PREGLEDAO:</b>	<b>STOL PREGLEDAO:</b>
_____	_____

Asistent pregledava izvješće za svaki pojedini pokus i ovjerava pečat svojim potpisom. Pečat u danu posljednjeg izvedenog pokusa svojim potpisom ovjerava i tehničarka čime potvrđuje da je pregledala stol. Student ne smije napustiti praktikum, a da mu prethodno nije pregledan stol.

Izvješće za svaki pokus ima još sljedeće točke:

---

### 1. CRTEŽ APARATURE

Najvažniji laboratorijski pribor i aparature korištene u vježbi valja crtati grafitnom olovkom u shematskom prikazu. Na crtežu je potrebno naznačiti što se nalazi u pojedinom dijelu aparature. Crteži aparatura trebaju biti uredni i pregledni. U laboratorijskom dnevniku crtež valja načiniti prostom rukom.

Postoji određen broj pokusa za koje će ova točka izostati.

---

### 2. OPAŽANJA

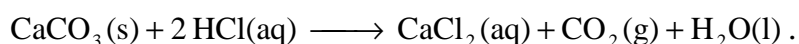
Valja zapisati sva opažanja vezana uz provedeni pokus, a koja smatrate bitnima. Zapažanja valja zapisati kao kratke rečenice, na primjer:

Miješanjem otopina A i B nastao je žuti talog. Dodatak otopine C uzrokuje pojavu mjehurića i nestanak taloga.

---

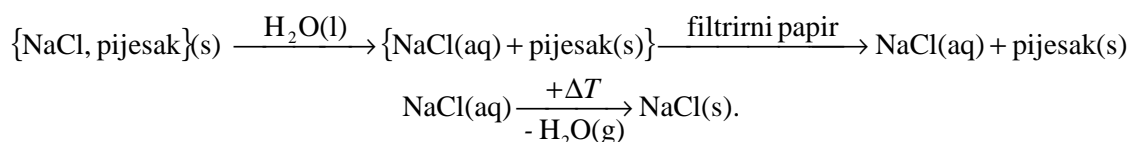
### 3. OPIS PROMJENE

Opis promjene je simbolički prikaz (zapis) promjena zamijećenih u vježbi. Kemijske promjene valja opisati prikladnom jednadžbom kemijske reakcije. Na primjer, dobivanje ugljikova dioksida dokapavanjem razrijeđene klorovodične kiseline na grumenčiće kalcijeva karbonata može opisati sljedeća jednadžba kemijske reakcije:

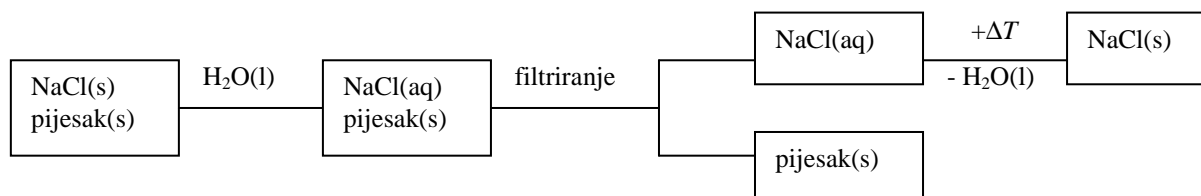


U jednadžbama kemijskih reakcija valja navesti oznake agregacijskih stanja pojedinih tvari ili jedinki. Njih treba pisati uvijek kad je to moguće kako bi se pobliže naznačilo do kakve je promjene zaista došlo. Nije isto ako u reakciji nastaje neka tvar u krutom agregacijskom stanju ili, primjerice, vodena otopina te tvari. Pogrešno je oznake agregacijskih stanja pisati u supskriptu (donjem desnom indeksu) - valja ih pisati kao što je u primjeru navedeno.

Osim kemijskih, simbolički mogu se opisati i fizičke promjene, ali i cijele pokuse. Za opis pokusa zgodno je poslužiti se tzv. dijagramima toka. Primjerice, postupak izdvajanja natrijevog klorida iz smjese s pijeskom moguće je shematski prikazati kako slijedi:



Natrijev klorid, za razliku od pijeska, je topljiv u vodi. Vodenu otopinu natrijeva klorida možemo odvojiti od pijeska filtriranjem preko filtrirnog papira. Zagrijavanjem filtrata isparava voda i zaostaje kruti natrijev klorid. Alternativno, isti postupak odvajanja pijeska od natrijeva klorida shematski je moguće prikazati i na sljedeći način:



Na Vama je da odlučite koji ćete prikaz u pojedinoj vježbi upotrijebiti.

#### 4. EKSPERIMENTALNI PODACI

Valja zapisati odmjerene volumene tekućine i odvagane mase tvari. Također je potrebno provesti sve izračune i nacrtati potrebne (prikadne) dijagrame. Kod računanja obratite pozornost na pravila preciznog računa.

Grafove valja crtati grafitnom olovkom na milimetarskom papiru kojeg valja uljepiti u bilježnicu. Svaki graf je slika koja mora imati svoj naziv. Nazive slika pišemo **ispod** njih, a u nastavku slijedi njihov opis.

Podatke je moguće prikazati i tablicom. Tablice također imaju svoje nazive, a njih pišemo **iznad** same tablice. Iza naziva slijedi opis tablice koji objašnjava što je u tablici prikazano.

Za detaljnija objašnjenja i upute v. M. Sikirica i B. Korpar-Čolig, *Praktikum iz opće kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 2005, str. 78-84.

## PRILOG 2. NAPUTAK O IZVJEŠĆIMA O IZVEDENIM POKUSIMA\*

(REFERATIMA)

*Sastavili asistenti Zavoda za opću i anorgansku kemiju*

Izvješća o izvedenim pokusima studenti pišu kemijskom olovkom u obrasce formata A4. Točke prema kojima valja pisati izvješće navedene su kako sljede:

VJEŽBA X.Y.:

*datum izvođenja pokusa*

### NASLOV POKUSA

#### 1. CILJ

U ovom dijelu potrebno je napisati precizno definiran cilj vježbe.

#### 2. UVOD

Pri pisanju uvoda valja načiniti sintezu potrebnih predznanja i razmišljati o ishodima koji se vježbom žele postići (znanja i vještine), stoga je ovo dio referata koji treba biti kratak, jezgrovit i autorski uradak studenta. U ovom dijelu potrebno je napisati jezgrovit pregled temeljnih pojmova i prirodnih zakonitosti, pregled prikladnih metoda i postupaka za provedbu vježbe, osvrt na vrstu kemijske reakcije i svojstva tvari koji u njoj sudjeluju i sl.

#### 3. POSTUPAK

Zadatak je dati kratki opis pokusa (kako je izveden - pogotovo ako je izveden drukčije nego što piše u naputku). Suhoparno prepisivanje teksta iz udžbenika, priručnika ili skripta ne smije biti praksa (kao ni skraćivanje istog).

#### 4. OPAŽANJA

U ovoj točki, u pravilu, neće biti značajnih razlika u odnosu na istu u laboratorijskom dnevniku. No, može se dogoditi da tijekom izvođenja pokusa ne budu zabilježene sve promjene i bitni trenutci (moguć je naravno i prevelik broj opažanja). U toj mjeri opažanja u izvješću će biti bogatija (ili siromašnija).

Studentima je preporučljivo, prije ispisivanja u izvješću, pokušati ovu točku ispisati po sjećanju na nekom drugom mjestu te potom zabilješku usporediti s podacima navedenim u laboratorijskom dnevniku.

#### 5. OPIS PROMJENE

U ovoj točki valja dati u odnosu na sadržaj u laboratorijskom dnevniku dorađene (popravljenе) simboličke prikaze. Kemijske promjene treba iskazati odgovarajućom jednadžbom kemijske reakcije. U jednadžbama kemijskih reakcija valja navoditi i oznake agregacijskih stanja pojedinih tvari.

#### 6. EKSPERIMENTALNI PODATCI

Prilikom pisanja ovog dijela valja primijeniti sva pravila navedena u naputku o vođenju laboratorijskog dnevnika.

\* Na temelju dogovora postignutog među nastavnicima i suradnicima Zavoda



---

## 7. SKICA APARATURE

Ova se točka razlikuje od iste u laboratorijskom dnevniku jedino u svojoj izvedbi. Obje izvedbe moraju biti uredne i pregledne, ali onu u laboratorijskom dnevniku izvodimo prostom rukom, a ovu u izvješću uz pomoć crtačkog pribora.

---

## 8. ZAKLJUČAK

U zaključku valja ukratko objasniti uočene promjene, iznijeti i komentirati najvažnije rezultate pokusa. Također se valja osvrnuti i pripomenuti načine kojima bi, primjerice, bilo moguće postići bolje rezultate pokusa. Primjerice, preciznije mjerenje promjene mase uzorka metala imalo bi za posljedicu preciznije (a i točnije) određivanje vrijednosti njegove molne mase.

---

## 9. ODGOVORI NA PITANJA

U izvješću je potrebno odgovoriti na pitanja.

---

## 10. LITERATURA

Ovdje valja navesti literaturne izvore koji su korišteni tijekom pisanja izvješća. Primjerice:

1. L. Jones i P. Atkins, *Chemistry - Molecules, Mater and Change*, Oxford University Press, New York, 1999, str. 34-37.
  2. URL: <http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u27/izjednaci.doc>, 19.10.2004.
-

### **PRILOG 3. NAPUTAK O CRTANJU**

**dr. sc. Nenad Judaš**

Kako uporabiti crtež (skicu) aparature u eksperimentalnoj nastavi kemije?

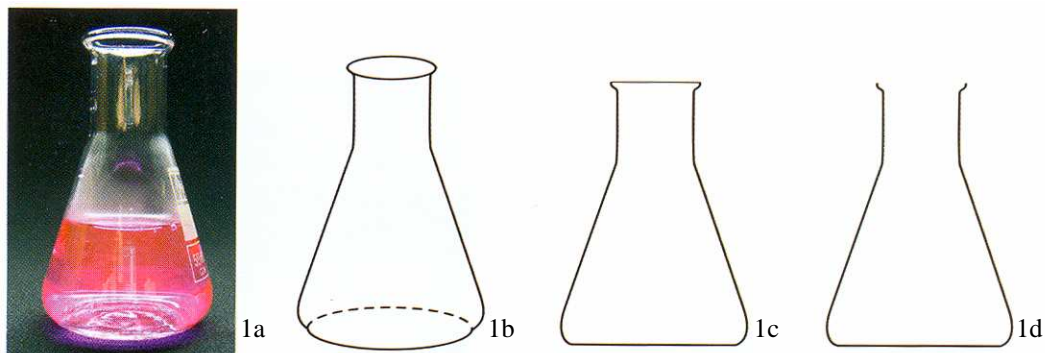
Crtež kao vještina organizirani je način plošnog operiranja podacima i prikazivanja problema. Stoga ovladavanje pravilima izrade crteža razvija i njeguje osim motoričkih i intelektualne sposobnosti. Dakle, različite vrste znanja: prisjećanje, razumijevanje, primjenu, analizu, sintezu, evaluaciju te kritično i kreativno mišljenje.<sup>1,2,3,4</sup>

U početku eksperimentalne nastave kemije temeljni je cilj razviti sposobnost planiranja laboratorijskog vremena i prostora te se izvještiti u razumijevanju i osmišljavanju pokusa. U nekoliko sati rada valja ponekad (valjda) učiniti i nekoliko pokusa. Niz je pitanja na koja si eksperimentator mora odgovoriti: Što moram znati da mogu pripremiti pokus? Što moram znati da mogu izvesti pokus? Kako se uopće pripremiti za ovu zadaću? Treba li pokuse izvoditi jednog po jednog ili usporedno? Kada i koliko paralelnog rada? Kako rasporediti aparaturu (aparature) na radnome stolu? Gdje što staviti? Urednost?! Neurednost?! Kako planirati i odmjeriti vrijeme i ciljeve?

To su pitanja na koja budući eksperimentator mora učiti odgovarati. Planiranje vremena izuzetno je važno. Kvalitetan crtež aparature ili nekog njezinog dijela (uredan, pregledan i prostorno odmjeran) dobra je polazna osnova boljem razumijevanju njezine funkcije. Vještina stvaranja shematskih prikaza nedvojbeno pomaže sistematizaciji znanja kao i sagledavanju eksperimentalnih i teorijskih problema. Kvalitetan shematski prikaz može dobro poslužiti i prilikom procjene poznavanja i razumijevanja nastavnih sadržaja. Kako to ostvariti?

#### **Kako crtati?**

Za početnika je najbolje vježbati u **bilježnici A4 formata** čiji listovi imaju mrežu **kvadratića**. Nadalje, dio radnji tijekom stvaranja crteža valja izvesti slobodnom rukom, a dio uporabom crtaćeg pribora. Sam po sebi crtež nekog predmeta može u većoj ili manjoj mjeri naznačavati prostornost predmeta. Najbolje je da prikaz bude središnji presjek predmeta bez ikakve naznake treće dimenzije, tj. da prikazuje samo one dijelove predmeta koji se nalaze u plohi središnjeg presjeka (vidi sliku 1). Iskustvo pokazuje da takav pristup koristi razvijanju i razumijevanju odnosa dvodimenzijskog i trodimenzijskog prostora.



**Slika 1a.** Fotografija Erlenmeyerove tikvice.

**Slika 1b.** Crtež Erlenmeyerove tikvice u kojem je naznačena njena trodimenzionalnost - nije pogodan.

**Slika 1c.** Crtež Erlenmeyerove tikvice u kojem je tankom crtom naznačen rub njenog grla vidljiv u pozadini presjeka - tehnički crtež presjeka tikvice.

**Slika 1d.** Crtež Erlenmeyerove tikvice u kojem je naznačeno samo ono što se zaista nalazi u ploh presjeka (nema tankog ruba grla u pozadini).

Stjecanje vještine kemijskog crtanja valja početi crtanjem prikaza jednostavnih elemenata: epruveta, tikvice, hladila, sisaljki, Büchnerovih lijevaka... Pri crtanju ovih predmeta odmah valja od crteža do crteža naglasiti (sačuvati) odnos veličine pojedinih predmeta (vidi sliku 2).

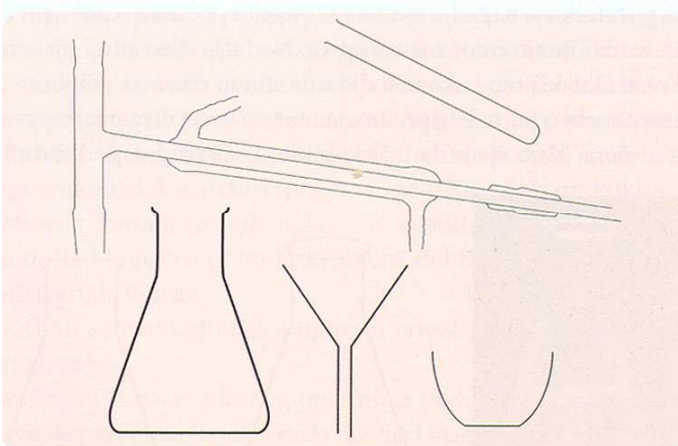
U konačnici slijedi spajanje pojedinačnih elemenata u cjeline - skice aparatura. Da bi se to ostvarilo kemijski crtež valja razviti kroz sljedeće faze:

- 1) Početno planiranje prostora i stvaranje predskice. U ovoj fazi valja obratiti posebnu pažnju na preklapanje pojedinih dijelova aparature. Na primjer, u kojoj mjeri grlo lijevka ulazi u epruvetu u koju će biti uhvaćena matičnica. Ovu fazu odraditi slobodnom rukom.
- 2) Povlačenje finih (vrlo tankih) pomoćnih linija koje uobličuju prikaz. Po ovim linijama u sljedećoj će fazi biti izrađeni (definirani) svi elementi aparature i njihovi spojevi. U ovoj fazi koristiti crtaći pribor.
- 3) Povlačenje glavnih linija na specifičnim dijelovima aparature - spojevi, zaobljenja. Rad slobodnom rukom.
- 4) Povlačenje ostatka glavnih linija - povezivanje glavnih linija povučenih u prethodnoj fazi. Uporaba crtaćeg pribora.
- 5) Otklanjanje suvišnih linija zaostalih iz prijašnjih faza.

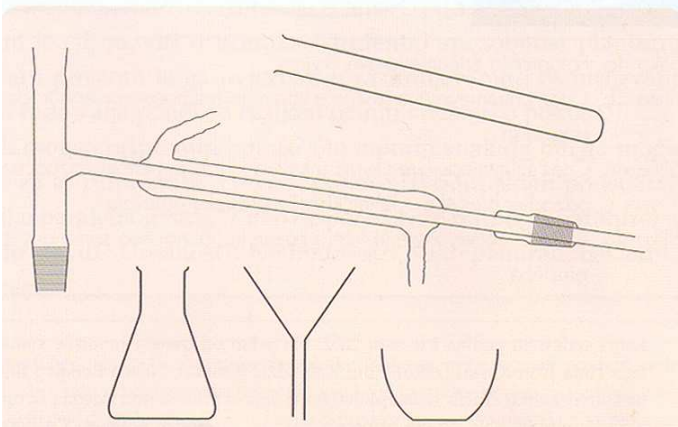
**Slika 2a.** Skupna fotografija epruvete, malog lijevka, hladila s nastavkom, male Erlenmeyerove tikvice i posudice za kristalizaciju.



**Slika 2b.** Loš crtež predmeta jer u njemu nije sačuvan odnos njihovih veličina.

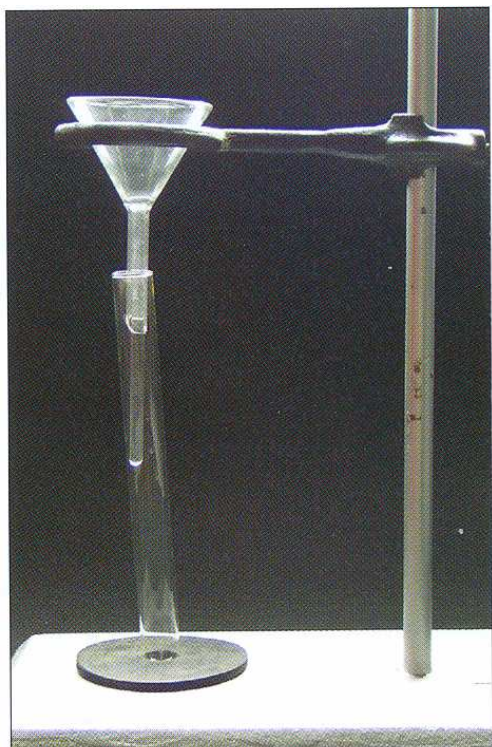


**Slika 2c.** Dobar crtež. Sačuvan je odnos veličina predmeta. U crtežu su naznačena i ubrušenja za spajanje s drugim elementima. (Gumene spojeve može se označiti kosim tankim crtama.)

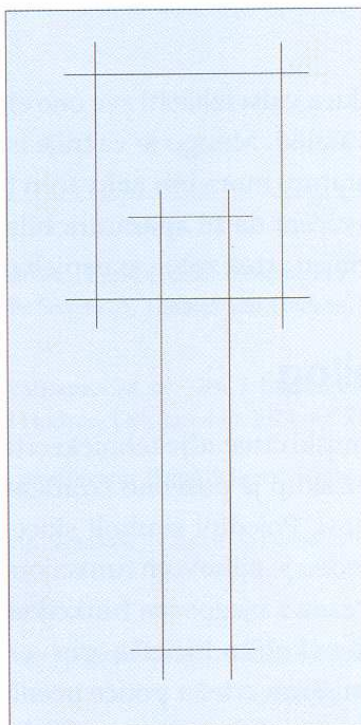


Iz crteža (skica) valja izbaciti sve one elemente koji ih kompliciraju (zagađuju), poput stativa, stalaka i hvataljki. Puno je važnije u crtežu ispravno naznačiti u kojem svojem dijelu svaki element aparature mora biti zahvaćen (učvršćen) te koji elementi aparature nužno moraju biti zahvaćeni da bi aparatura bila stabilna, funkcionalna, brzo složiva i brzo rasloživa. Tako načinjen crtež zalog je uspjeha i vrlo dobar pokazatelj razumijevanja postupka pokusa.

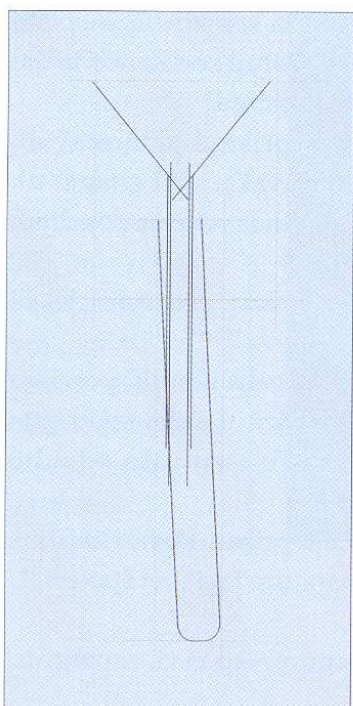




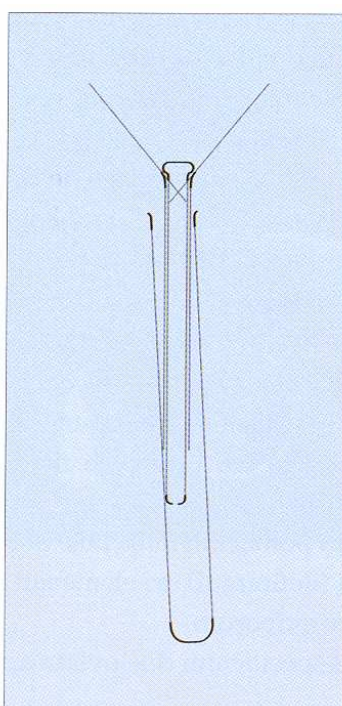
**Slika 3a.** Fotografija aparature za filtriranje s pomoću Willstätterova čavlića.



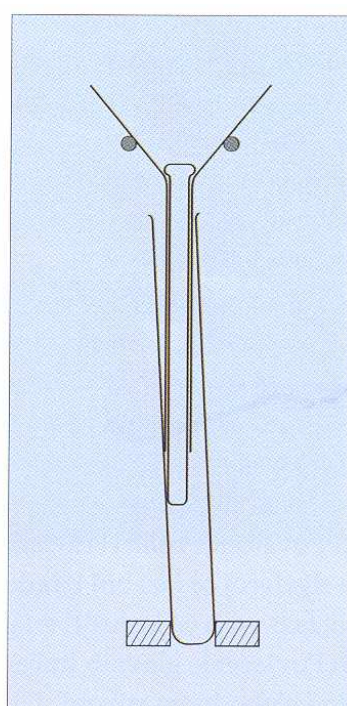
**Slika 3b.** Odmjeravanje prostora, vrlo fine jedva vidljive crte.



**Slika 3c.** Početno stvaranje elemenata finim crtama (Crtaći pribor).



**Slika 3d.** Naglašavanje zavojitih dijelova elemenata (Rukom).

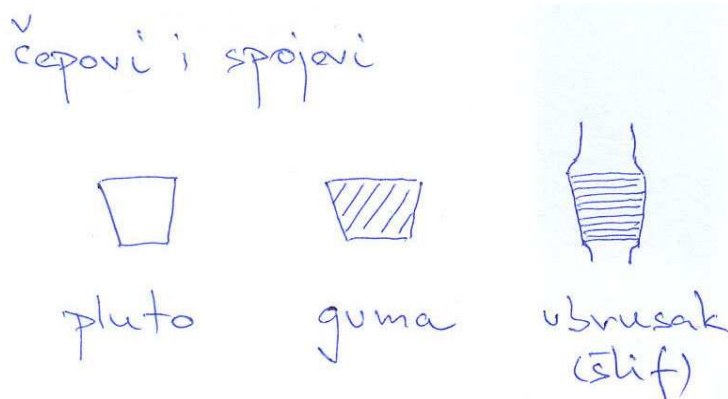


**Slika 3e.** Konačno spajanje zavojitih dijelova elemenata i uklanjanje suvišnih crta (Crtaći pribor i brisalo).

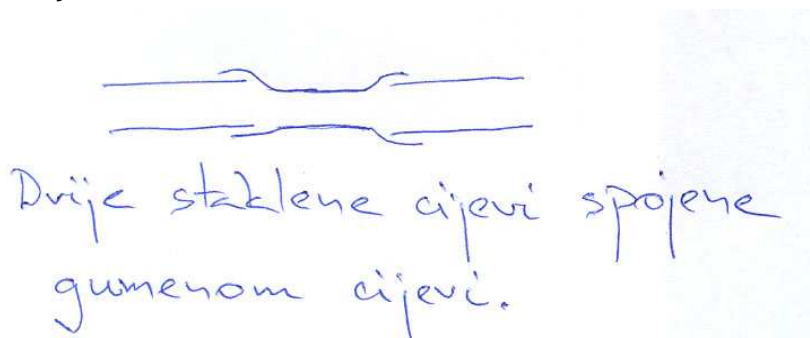
Kemijski crtež **nije** tehnički crtež iako u sebi sadrži mnoge njegove elemente. Kemijski crtež skup je posebno izrađenih simbola među kojima vladaju specifično definirani odnosi. Pojedini simboli su crteži (skice) elemenata aparature, a način njihovog povezivanja određen je njihovom funkcijom. Valja naglasiti da je oblik elementa aparature duboko povezan s njegovom funkcijom. Ovaj odnos nužno je znati objasniti, npr. objasniti povezaost funkcije i oblika različitih lijevaka ili hladila.

Za kraj, evo i nekoliko primjera crteža i simboličkih rješenja. Ovi su crteži načinjeni slobodnom rukom. Studentski crteži u laboratorijskim dnevnicima ne trebaju izgledati bolje (i urednije) od ponuđenih primjera. Oni u izvješćima (referatima) mogu (i trebaju) izgledati bolje.

**Primjer 1.** Kemijske aparature obiluju čepovima i spojevima. Čepove i spojeve valja razlikovati, a to je moguće na jednostavan način prema niže ponuđenoj shemi.



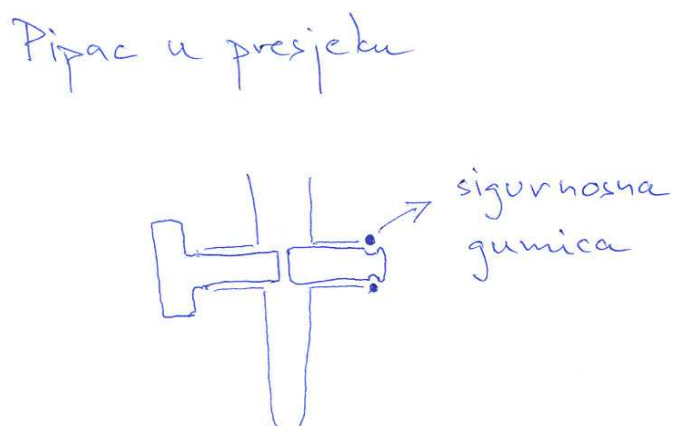
**Primjer 2.** Izgled središnjeg presjeka spoja dviju staklenih cijevica s jednom gumenom cijevi bez naznake treće dimenzije.



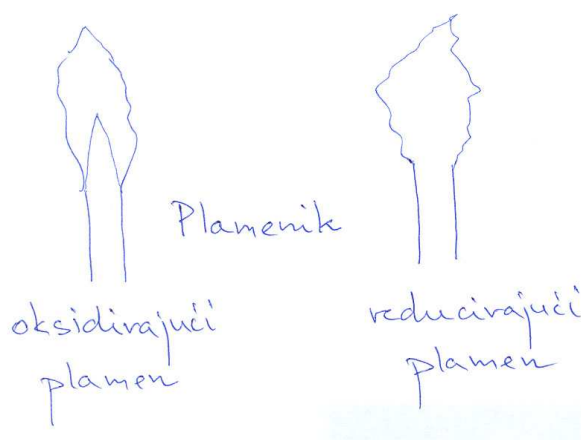
**Primjer 3.** Izgled središnjeg presjeka Liebigovog hladila bez naznake treće dimenzije.



**Primjer 4.** Prikaz središnjeg presjeka otvorenog pipca bez naznake treće dimenzije.



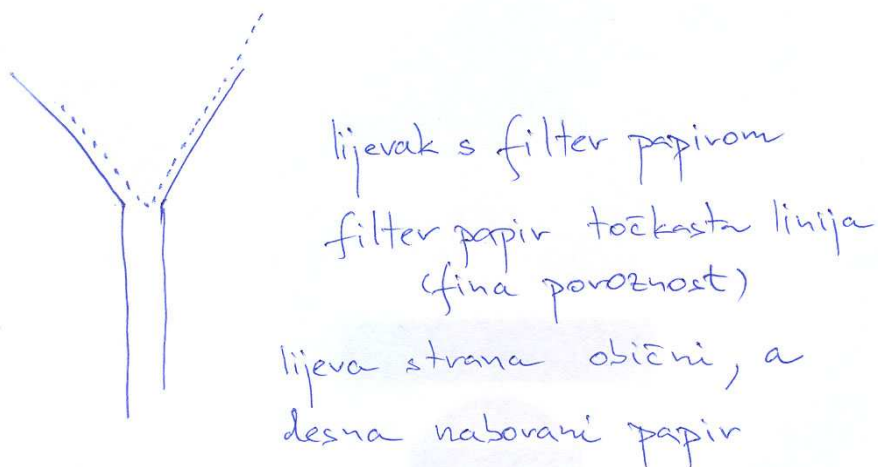
**Primjer 5.** Tijekom laboratorijske nastave predmete najčešće zagrijavamo plamenom. Više je mogućih rješenja za simbol plamenika, tj. zagrijavanja plamenom. Ovdje su ponuđena dva - plamen, u pravilu, rabimo kao oksidirajući i reducirajući. Mogući su i drugi prikazi. Zagrijavanje je moguće prikazati i slovnom oznakom  $+\Delta T$  (vidi primjer 8). Mogući su i drugi načini zagrijavanja, kupelji, električne grijače kape, miješalice i za njih je moguće načiniti jednostavne simbole.



**Primjer 6.** Simbolički prikaz termometra. Naravno, moguće je više rješenja ovdje je ponuđeno jedno.

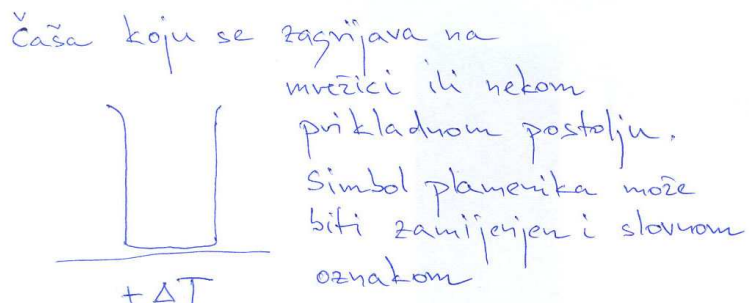


**Primjer 7.** Prikaz lijevka za filtriranje zajedno s filtrirnim papirom. Filter-papir prikazan je točkastom linijom čime se simbolizira njegova fina poroznost. S druge strane perforacija na dnu Büchnerovog lijevka bila bi prikazana crtkanom linijom. Ukoliko je simbol filter-papira niži (kraći) od stijenke lijevka onda je to "obični" filter-papir. Ukoliko je viši (dulji) od stijenke lijevka onda je to naborani filter-papir.

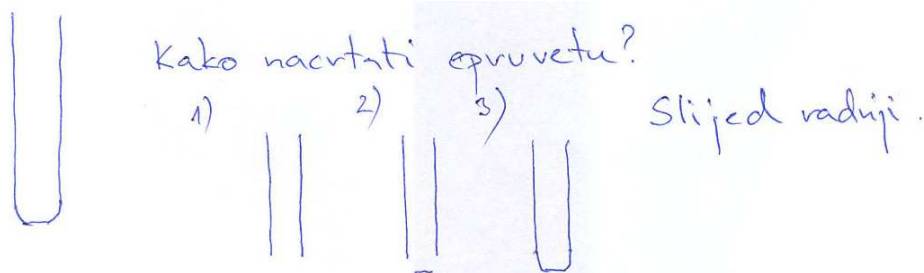




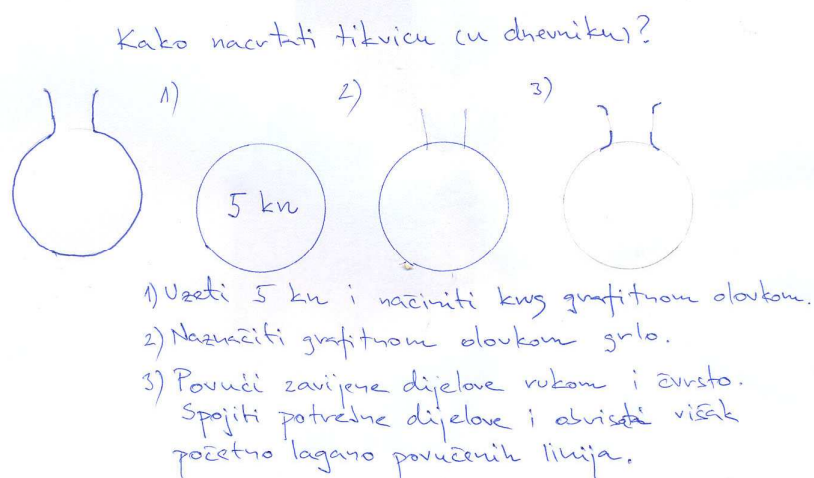
**Primjer 8.** Prikaz zagrijavanja laboratorijske čaše. Postolje na kojem čaša stoji jednostavno je prikazano crtom. Ukoliko je u pitanju zagrijavanje plamenom, upućenik u simboliku kemijskog crteža znat će da čaša stoji na postolju za zagrijavanje (npr. tronogu s mrežicom). Ukoliko je u pitanju zagrijavanje na neki drugi način, uporaba prikladne slovne oznake jasno će to prikazati.



**Primjer 9.** Pri stvaranju crteža bitno je promisliti kako izvesti crtež. (Odakle početi izrađivati crtež? Koje linije prve povući? S koji elementom započeti?). To je moguće vježbati već pri stvaranju najjednostavnijih elemenata poput epruvete. Traženje odgovora (a pogotovo zamjećivanje i pamćenje pogrešnih odluka tijekom stvaranja crteža) na gore postavljena pitanja dobra je vježba koja razvija kreativno i kritično mišljenje.



**Primjer 10.** Drugi jednostavan primjer za razvijanje strategije izrade crteža. Kako nacrtati tikvicu okruglog dna?



## Literatura

- 1) Benjamin S. Bloom, Taksonomija, Knjiga 1., Jugoslavenski zavod za proučavanje školskih i prosvetnih pitanja, Beograd, 1970. Preveo I. Furlan.
- 2) <http://www.learningandteaching.info/learning/bloomtax.htm>
- 3) <http://rite.ed.qut.edu.au/oz-teachernet/index.php?module=ContentExpress&func=display&ceid=29>
- 4) <http://www.uwsp.edu/education/lwilson/curric/newtaxonomy.htm>