

NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

Pisanje, pa i pregledavanje referata valja suziti na što manji broj elemenata – na one elemente koji studenta izravno uvode u srž pokusa, a koje je istovremeno moguće iskoristiti pri vrednovanju studentova znanja, stečenih vještina i sposobnosti.

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. Pri tome mislim – povodeći se za Bloomom¹ i Andersonovom^{2,3,4} na različite vrste znanja: sjećanje, razumijevanje, primjenu, analizu, sintezu, evaluaciju te kritičnost i kreativnost.

U početku eksperimentalne nastave kemije temeljni je cilj razviti u učenika (studenta) sposobnost planiranja laboratorijskog vremena i prostora te ga izvještiti u razumijevanju i osmišljavanju pokusa. U nekoliko sati rada valja ponekad (valjda) učiniti i nekoliko pokusa, zar ne?

Što moram znati da bih mogao pripremiti pokus? Što moram znati da bih ga mogao izvesti? Kako se uopće za to pripremiti? 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 početnik – bilo student, bilo asistent – mora učiti odgovarati. Planiranje vremena izuzetno je važno.

Kvalitetan crtež aparature ili nekog njezinog dijela (uredan, pregledan i prostorno odmjerjen) 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?

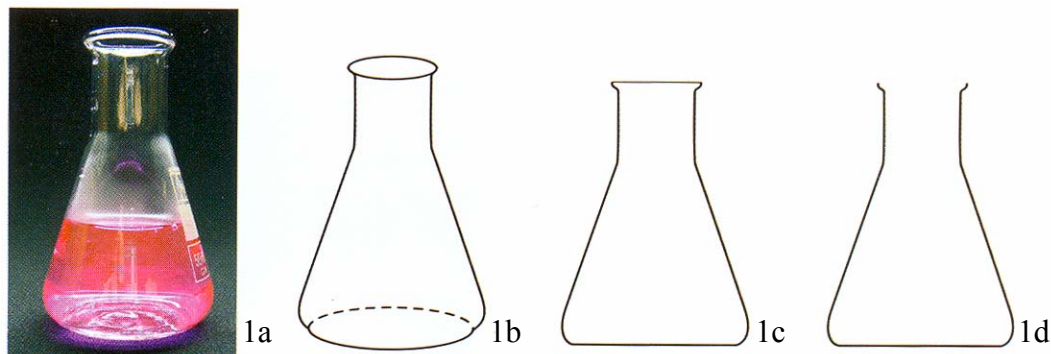
Kako crtati?

Za početnika je najbolje vježbati u **teci 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

NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

presjek predmeta bez naznake ikakve treće dimenzije, tj. da prikazuje samo one dijelove predmeta koji se nalaze 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 epruvete.

Slika 1d. Crtež Erlenmeyerove tikvice u kojem je naznačeno samo ono što se zaista nalazi u plohi presjeka.

Stjecanje vještine kemijskog crtanja valja početi crtanjem prikaza jednostavnih elemenata: epruveta, tikvica, 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.

NAPUTAK O CRTANJU

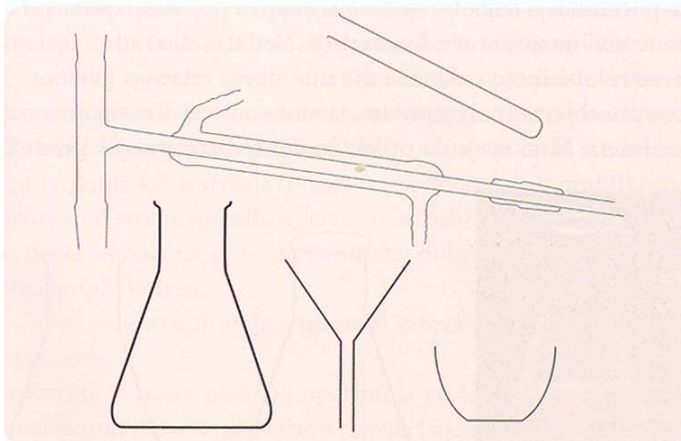
dr. sc. NENAD JUDAŠ

5) Otklanjanje suvišnih linija zaostalih iz prijašnjih faza.

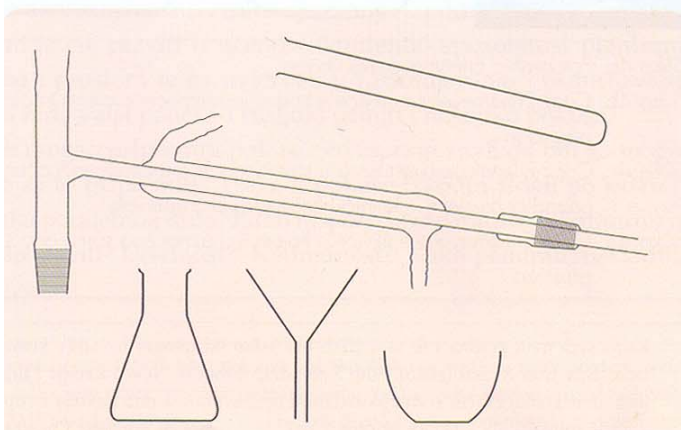
Slika 2a. Skupna fotografija epruvete, malog lijevka, hladila s nastavkom, male Erlenmeyerove tikvice i posudice za kristalizaciju.



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 stalaka i hvataljki. Puno je važnije ispravno naznačiti u kojem svojem dijelu svaki

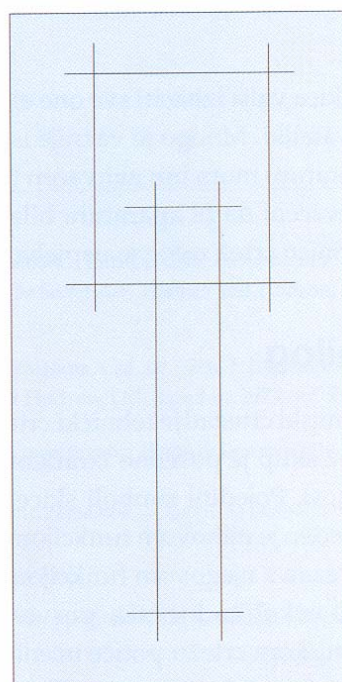
NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

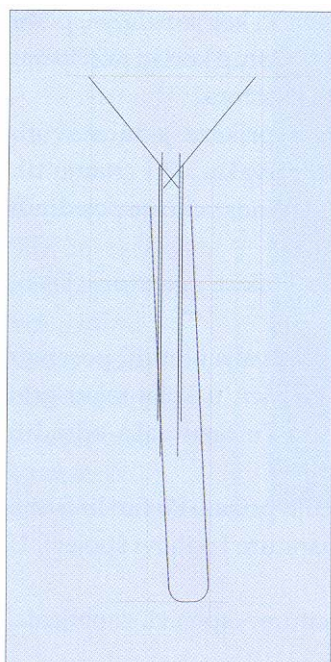
element aparature mora biti zahvaćen (učvršćen) te koji elementi aparature nužno moraju biti zahvaćeni da bi aparatura bila stabilna, funkcionalna, brzo složiva i rasloživa. Tako načinjen crtež zalag je uspjeha pokusa i pokazatelj studentovog razumijevanja.



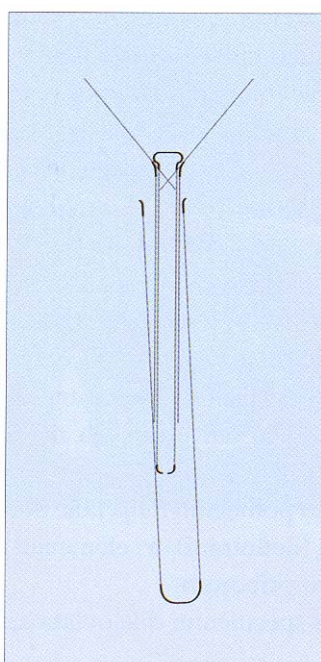
Slika 3a. Fotografija aparature za filtriranje s pomoću Willstätterova čavlića.



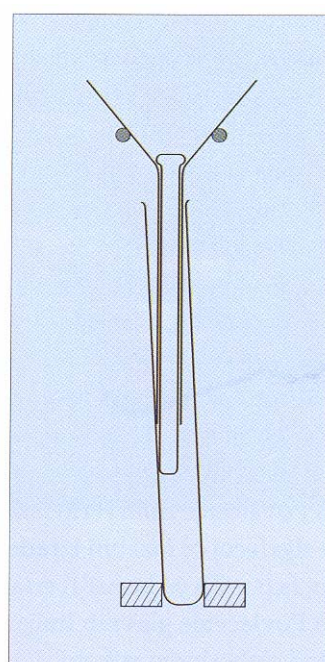
Slika 3b. Odmjeravanje prostora, vrlo fine jedva vidljive crte.



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).

NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

Epilog

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. I ovaj odnos nužno je protumačiti s nekoliko primjera (već nekoliko lijevaka sasvim je dovoljno za tu nakanu). Ovakav pristup posvećen kemijskom crtežu potiče učenika (studenta) da i on sam tako poima kemijski pribor i čitave kemijske aparature. Takvo razmišljanje osposobljava ga da i sam osmisli pokus. Ne treba zaboraviti da je, kao i svako drugo biće, učenik (student) sklon "džabalebarenju". Ta će se sklonost pogotovo lako razviti u dinamičnih osoba – *onih koje imaju dobre klikere* – posebice ako im je smisao zadaće (pohađanja praktikuma, crtanja...) pogrešno, da ne kažem loše, prikazan. Radi izbjegavanja ovakvih *nesporazuma* dovoljno je držati se nekoliko naputaka:

- 1) Studentu nastavnik (asistent) mora precizno i jasno objasniti zašto nešto mora učiniti i koju će koristiti student steći savlada li vještinu stvaranja crteža (skica) kemijskih aparatura.
- 2) Studentu nastavnik (asistent) mora točno definirati kako će i na koji način biti ocijenjena njegova vještina i kvaliteta crteža (skica) koje nacrtat.
- 3) Nastavnik treba prikladno odabranim crtežima elemenata aparature naučiti studenta ispravno ih crtati.
- 4) Nastavnik **mora** i sam znati načiniti kvalitetnu skicu aparature i svakog njezinog elementa.
- 5) Svakako izbjeci „miješanje” **teorijskog** znanja i umijeća crtanja. (Bez obzira na sve nije korektno reći nekome da ne zna što je destilacija samo zato što ima *gadan rukopis*. Stanje *gadnog rukopisa* je stanje koje valja liječiti.)

Današnja posvemašnja devalvacija znanja, sposobnosti i vještina, koje bi trebao imati završeni srednjoškolac upravo nameće zadatak asistentu da marnije pristupa nastavnim zadaćama. I to bi bilo sve – a na kraju treba reći:

„Svaki početak je težak, no kasnije stečeno *majstorstvo* veseli i oplemenjuje dušu.”

NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

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>

Komentar

Netko se, moguće, ne slaže s predloženom strategijom razvoja crteža. To je normalno – u pitanju je slobodno kreiranje nastavne strategije. Bitno je da su konačni produkti (crteži) jednoznačani. Ipak, čini mi se, a pogotovo za početnika, poprilično teškom zadaćom doći do crteža neke složenije aparature (primjerice aparature za vakuumsku destilaciju) nekim drugim putem.

Bez obzira na sve vrijedi sljedeće: kad se čovjek izvješti u crtanju taj put postaje kraći i neki se koraci sami po sebi objedinjuju. Osobno smatram da je za početnika dobro ići postupno.

U krajnjoj liniji ne tvrdim da je ovo najbolje rješenje – ovo je samo primjer kako je to moguće ostvariti.

Nastavni savjeti i primjeri

1) Na početku laboratorijske nastave dio će vremena biti posvećen izradi crteža pojedinih primjeraka kemijskog posuđa i pribora. Crtanje nije nešto što treba pokazati jednom pa će *svi biti sretni, zadovoljni i crtati kao veliki*. Ovo je takva vrsta nastavne aktivnosti koju valja razvijati tijekom cijelog nastavnog procesa i tek će s vremenom rezultati postati vidljivi i jasni.

2) Za očekivati je da će tijekom laboratorijske nastave studenti vidjeti i izraditi crteže nekoliko "egzotičnih" primjeraka posuđa te diskutirati njihovu funkciju. Inače, za svaki primjerak posuđa potrebno je prodiskutirati odnos oblik–funkcija. Čisto za primjer:

NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

pojedini dijelovi aparature za destilaciju su, ne tako davno, izgledali bitno drukčije. Razvoj metodologije i tehnički napredak, zahtijevao je (i ponudio) izmjenu oblika pojedinih elemenata.

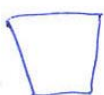
3) Kao dodatak prethodnoj točki valja postaviti sljedeći problemski zadatak: zadati traženu funkciju i zatražiti od studenata da ponude rješenje i da ga nacrtaju.

4) Poželjno je da studenti obraćaju pažnju na pogreške koje sami primjećuju tijekom izrade crteža. Primjerice, student izradu crteža započne na jednom mjestu te tijekom izrade shvati da je to bilo pogrešno i da bi bilo puno bolje započeti na drugom mjestu s drugim elementom. Na taj način student se uči promišljati svoja djela (ne *slijepo slijediti naputak* već planirati slijed svojih radnji).

Evo, za kraj, 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.

čepovi i spojevi



pluto



guma

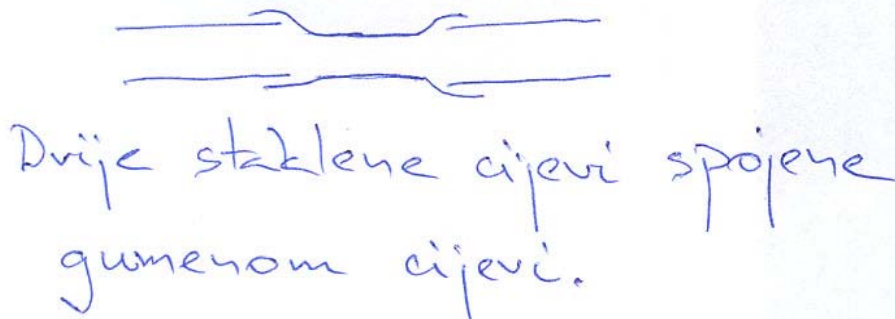


brusak
(slif)

NAPUTAK O CRTANJU

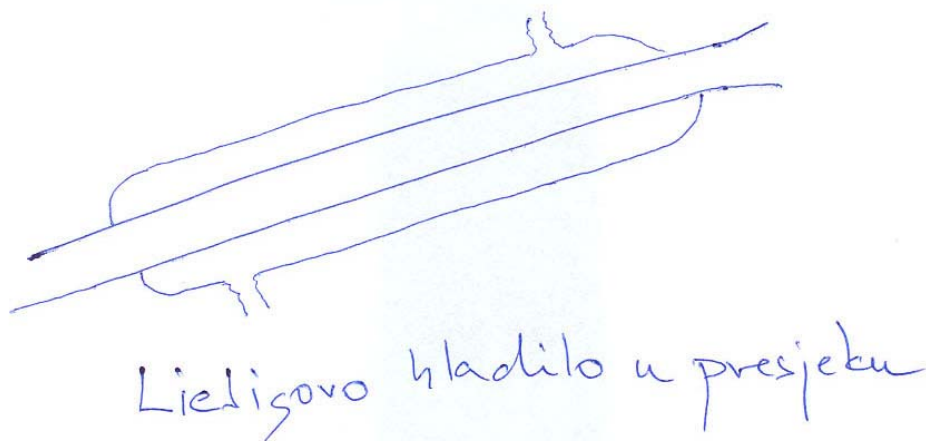
dr. sc. NENAD JUDAŠ

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



Primjer 3. Izgled središnjeg presjeka Liebigovog hladila bez naznake treće dimenzije. Dobro je studentima pokazati i stakleni pribor koji možda neće koristiti tijekom laboratorijske nastave "Praktikum opće kemije". Najvažniji razlog za to je razumijevanje odnosa oblik–funkcija. U tu svrhu zgodno se poslužiti različitim lijevcima ili hladilima. Primjerice, usporediti izgled (i diskutirati ga) Liebigovog, Alinhovog i spiralnog hladila. Također je zgodno pokazati i Davisovo hladilo. Njega je moguće uvesti problemskim pitanjem: Kako načiniti hladilo koje će još učinkovitije hladiti?

Kao vrlo zanimljiva i poučna zadaća pokazala se izrada crteža koji prikazuje središnji presjek bez naznake treće dimenzije spiralnog hladila. Ova zadaća poučna je kako za studenta tako i za nastavnika. Njome nastavnik lako može saznati imaju li (i u kojoj mjeri) studenti razvijeno poimanje odnosa dvo- i trodimenzijskog prostora. Stupanj razvijenosti ovog odnosa bitan je pri učenju stereokemije molekula.

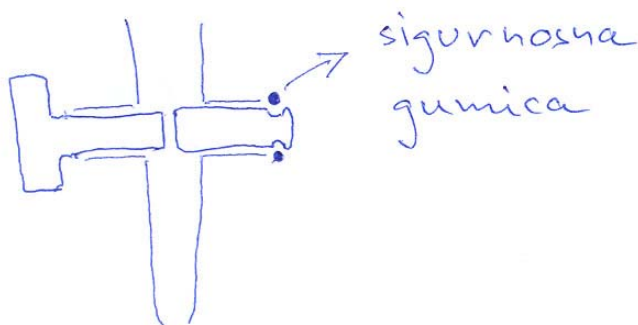


NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

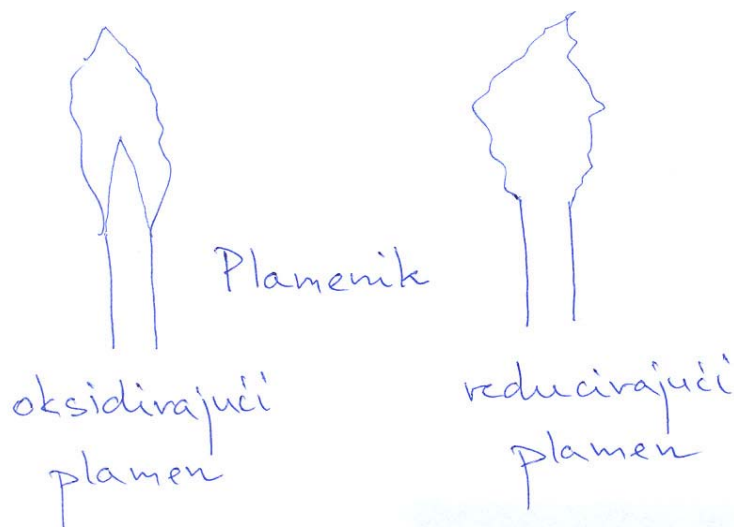
Primjer 4. Prikaz središnjeg presjeka otvorenog pipca bez naznake treće dimenzije.

Pipac u presjeku



Primjer 5. Tijekom ove 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 grijaće kape, miješalice i za njih je moguće načiniti jednostavne simbole.

Ipak, tijekom laboratorijske nastave studentima je barem jednom potrebno rastaviti plamenika (stari Bunsenov) i barem jednom moraju načiniti crtež plamenika u presjeku i znati objasniti kako plamenik funkcionira i kako struji zrak oko njega.



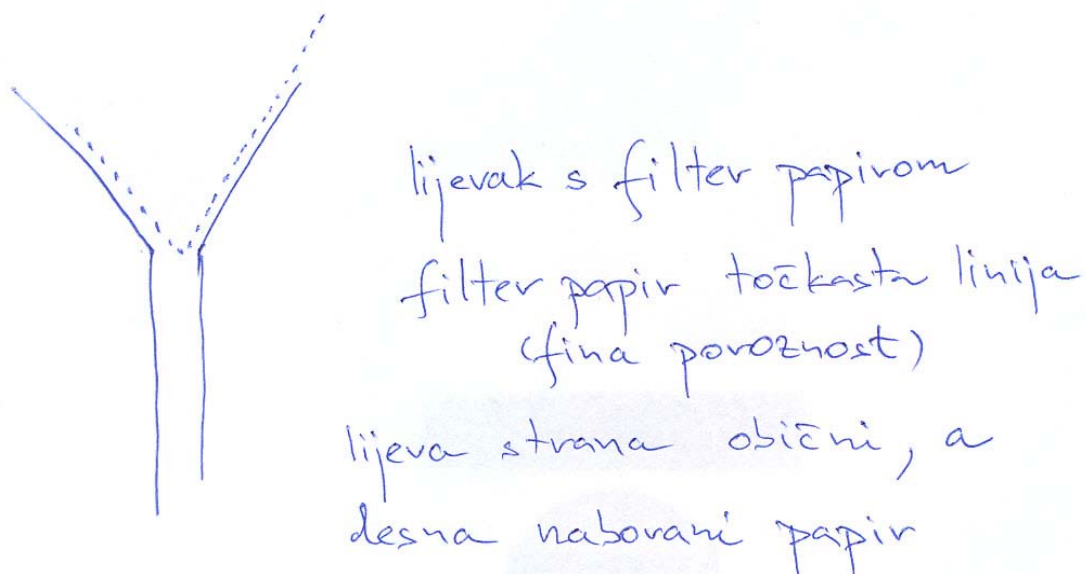
NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

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



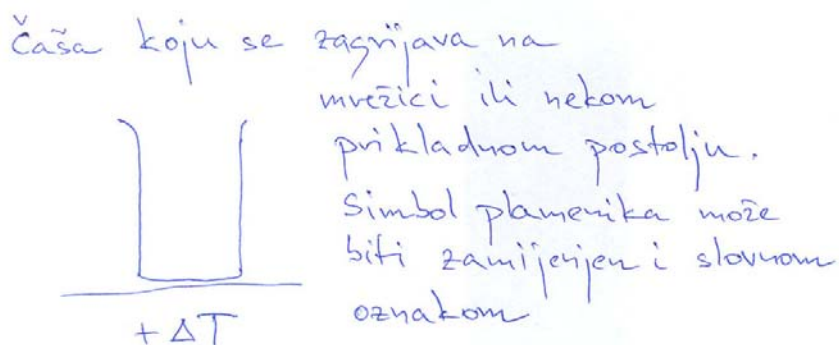
Primjer 7. Prikaz lijevka za filtriranje zajedno s filtrirnim papirom. Filter-papir prikazan je točkastom linijom čime se simbolizira njegova fina poroznost. S druge strane perforacija na dnu Büchnerovog lijevka bila bi prikazana crtkanom linijom. Ukoliko je simbol filter-papira niži (kraći) od stijenke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



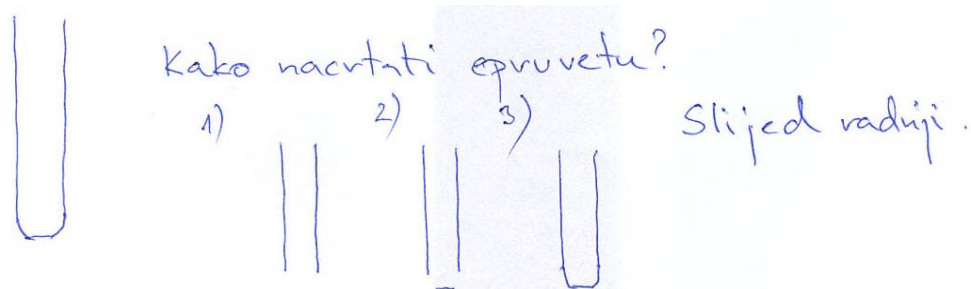
NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

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 tronogu s mrežicom. Ukoliko je u pitanju zagrijavanje na neki drugi način, uporaba prikladne slovne oznake jasno će to prikazati.



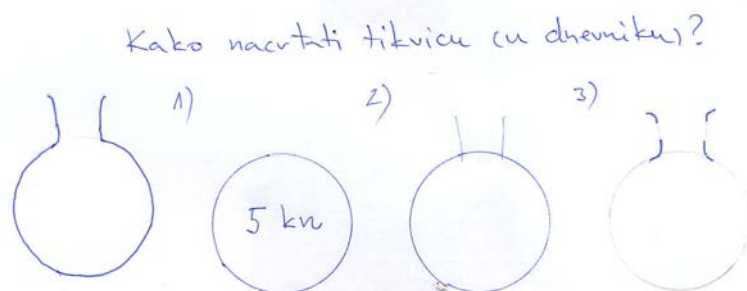
Primjer 9. Pri stvaranju crteža bitno je promisliti kako izvesti crtež. (Odakle početi izrađivati crtež? Koje linije prve povući? S koji elementom započeti?). To je moguće vježbati već pri stvaranju najjednostavnijih elemenata poput epruvete. Traženje odgovora (a pogotovo zamjećivanje i pamćenje pogrešnih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



NAPUTAK O CRTANJU

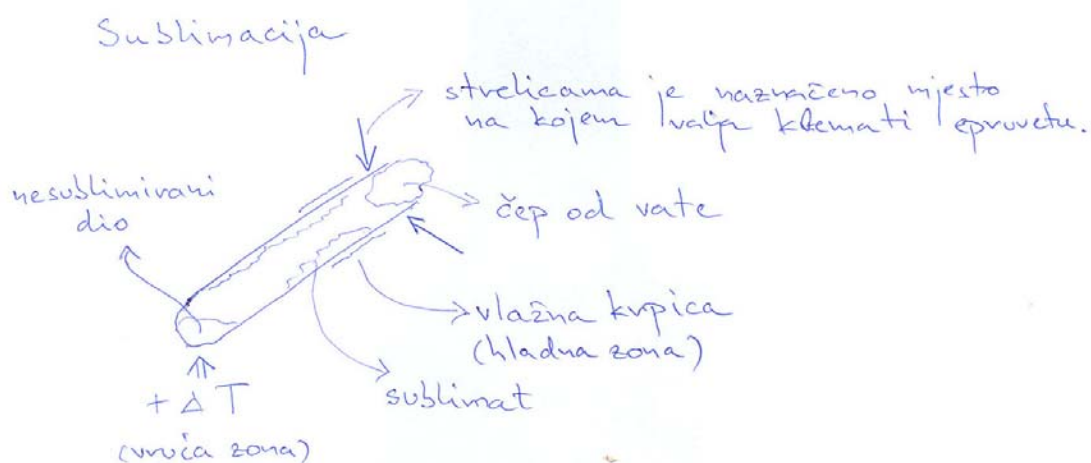
dr. sc. NENAD JUDAŠ

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



- 1) Uzeti 5 kv i načiniti kvug grafitnom olovkom.
- 2) Naznačiti grafitnom olovkom grlo.
- 3) Povuci zavijene dijelove rukom i čvrsto. Spojiti potrebne dijelove i abrisati višak početno lagano povučeni linija.

Primjer 11. Prikaz crteža pokusa sublimacije. Mjesto zahvata epruvete (klemanja) naznačeno je strelicama. Studente valja poučiti da elemente uvijek klemaju za krajeve (za grlo). Na taj način aparature su pregledne te studenti (a i nastavnici) imaju uvid u stanje reakcijskog prostora (opažanja!). Naravno, ima slučajeva kada je nužno klemati na drugom mjestu, no takvi su rijetki.

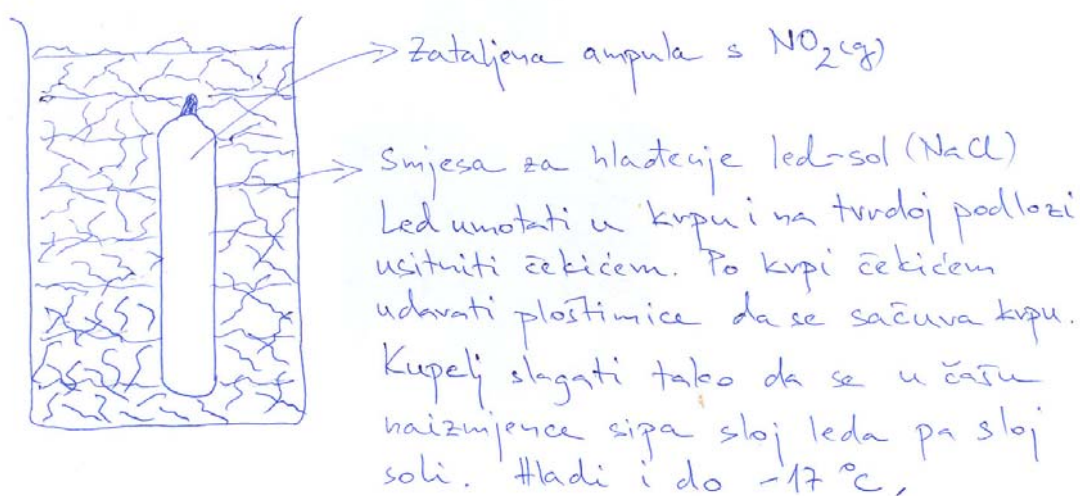


OPASKA: Tijekom sublimacije sublimat se na donjoj stijenci epruvete hvata dovoljno dalje u odnosu na uzorak. Na gornjoj stijenci ne. Problem je lako riješiti rotacijom epruvete oko njene osi nakon nekog vremena. Na taj način lakše je prikupiti sublimat.

NAPUTAK O CRTANJU

dr. sc. NENAD JUDAŠ

Primjer 12. Tijekom laboratorijske nastave nastavnik bi mogao naći za shodno (ili potrebno) pokazati studentima i neke druge pokuse ili im zadati da ih izvedu.¹ Zgodan takav primjer je pokus sa zataljenim ampulama koje sadrže dušikov(IV) oksid. Uroni li jednu u kupelj s vrućom vodom, drugu u kupelj led-sol (kuhinjska sol), a treću ostavi pri sobnoj temperaturi, na lijep će način demonstrirati više fenomena i pri tome studente poučiti kako valja načiniti ovakvu hladnu kupelj. Crtež bi u laboratorijskom dnevniku mogao ovako izgledati, pri čemu je kao opaska odmah zapisano i kako izraditi hladnu kupelj.



¹ Neki studenti već imaju iskustva u laboratorijskom radu. Takvi studenti često brže (u kraćem roku) obave programom propisani obvezni nastavni minimum. Njima nastavnik može ponuditi i dodatne pokuse (zadaje). Poželjno je da te zadaje imaju problemsku narav tako da studenti dok ih pokušavaju riješiti moraju na njih promišljeno primjeniti usvojene vještine, znanja i sposobnosti. Zgodan primjer: Studentu je dana smjesa dviju studentu nepoznatih tvari. On mora otkriti koje su i iz smjese izdvojiti pojedine komponente. Ovakve zadaje su izrazito korisne i razvijaju kritičko i kreativno mišljenje. Studenti ih nalaze privlačnima i motivirajućima. Razlog je jednostavan: kod takvih zadataka do maksimuma dolazi do izražaja njihova osobnost, a ponuđenim rješenjem imaju priliku nadmašiti i najbolje među sobom.