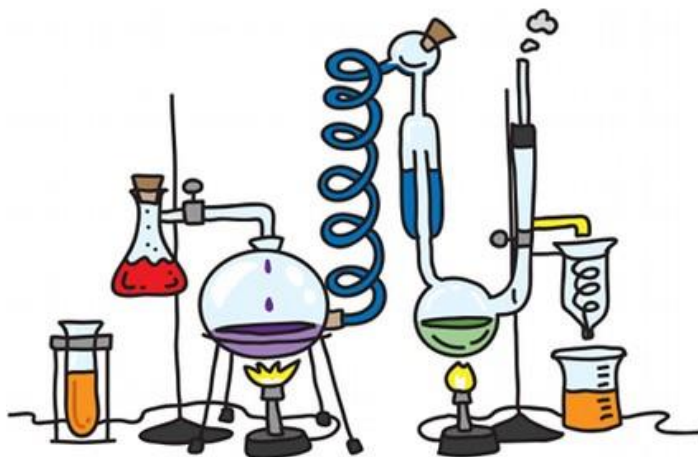




KEMIJA S VJEŽBAMA

Interna skripta za prvi razred prirodoslovne gimnazije



Autor: Vedran Vulić

Prirodoslovna škola Vladimira Preloga, Zagreb, rujan 2026.

Sadržaj

Pravila reda i rada – mjere sigurnosti pri radu u kemijskom laboratoriju	1
Pružanje prve pomoći u kemijskom laboratoriju	2
Potreban pribor za rad u laboratoriju	4
Pisanje laboratorijskog dnevnika	5
Grafički i tablični prikaz podataka	6
Posuđe i pribor u kemijskom laboratoriju	9
Naputak o crtanju laboratorijskog pribora i posuđa	12
Sastavljanje aparatura	15
Plin i plinski plamenici	17
Mjernje mase i volumena	21
Mjerenje mase i volumena	23
Mjerenje temperature	25
Fizikalni postupci razdvajanja smjesa	26
Filtracija	27
Prekristalizacija	28
Ekstrakcija	29
Destilacija pri atmosferskom tlaku	30
Sublimacija	31
Kromatografija	32
Bojenje plamena – Beilsteinova proba	33
Ionski i kovalentni spojevi	34
Soli	35
Otapanje ionskih spojeva u vodi	36
Topljivost soli	37
Krivulja hlađenja	39
Polarnost i međučestične interakcije	40
Plinovi – topljivost plinova u vodi	42
Topljivost plinova u vodi	43
Otopine – 1. dio	44
Svojstva tekućina – Viskoznost	45
Relativna jakost elektrolita	47
Zakon o očuvanju mase	48
Teče i teče, teče jedan slap; / što u njem znači moja mala kap?	49
Otopine – 2. dio	51
Određivanje formule spoja	52
Natrijev nitrat (čilska salitra)	53
Molarna masa idealnog plina	54
Dodatak	55

PRAVILA REDA I RADA – MJERE SIGURNOSTI PRI RADU U KEMIJSKOM LABORATORIJU

Zbog mnogih opasnosti koje prijete u laboratoriju, treba ponoviti način rada, mjere sigurnosti i opreza. Neoprezan i nepromišljen pristup radu u kemijskom laboratoriju može lako izazvati nezgodu. Zbog toga svaki član laboratorijskog kolektiva mora biti potpuno i ozbiljno svjestan svojih dužnosti:

- proučiti dobro propis za rad, raditi pažljivo, te se pridržavati svih uputa nastavnika,
- za vrijeme boravka u laboratoriju i tijekom izvođenja vježbi potrebno je nositi **ZAKOPČANU** pamučnu ili lanenu **KUTU** i **zaštitne naočale**,
- osobe koje imaju dužu kosu, obavezno povezuju kosu,
- ne raditi s dugim, ukrasnim, geliranim i/ili umjetnim noktima; ukloniti ukrasne predmete (narukvice, prstenje) i ručni sat prije početka rada
- prilikom rada s koncentriranim kiselinama i/ili lužinama, uz prethodno navedenu zaštitnu opremu, obavezno je i nošenje zaštitnih rukavica,
- zaštitne rukavice se **nikada ne nose** pri radu s plinskim plamenikom,
- pripremiti sve što je potrebno za rad i sve što bi moglo zatrebati tijekom izvođenja vježbe,
- posuđe kojim se služite pri izvođenju vježbe mora biti čisto, a svi ostaci po završetku vježbe, moraju se baciti u za to određenu posudu,
- kemikalije iz laboratorija ne uzimati niti odnositi, za bilo kakvu upotrebu, izvan laboratorija,
- apsolutno svaku kemikaliju smatrati otrovom i tako se odnositi prema njoj,
- kemikalije se ne pipetiraju ustima, već korištenjem propipete,
- otvor epruvete (posude) pri zagrijavanju držati okrenut od sebe, ali paziti na kolegu/icu,
- pri sastavljanju aparatura uvijek ispitati sve cijevi na aparaturi (da nije neka slučajno začepljena) jer može doći do eksplozije,
- ne nositi u laboratorij ukrasne predmete (posebno one vrijedne), jer u slučaju štete škola ne odgovara
- uvijek bude dobro provjetriti laboratorij,
- oprati ruke nakon izvedene vježbe, **NE jesti i NE piti u laboratoriju**,
- ne ostavljati aparaturu bez nadzora naročito kod zagrijavanja,
- nikada ne raditi niti boraviti sam/a u laboratoriju,
- voditi brigu o urednosti i organiziranosti radnog mjesta u laboratoriju,
- oprezno postupati pri radu s lako hlapljivim i lakozapaljivim tvarima (npr. eter, aceton, alkohol, benzin i sl.). Ove tekućine ne smiju se držati u otvorenim bocama ili posudama koje se ne mogu potpuno zatvoriti (pare ovih tvari u smjesi sa zrakom su lakozapaljive i eksplozivne smjese),
- lako hlapljive i lako zapaljive tvari ne grijati otvorenim plamenom (ne paliti plamenik u blizini ovih tvari), a najbolje je s ovim kemikalijama raditi s posebnim oprezom u digestoru,
- prije napuštanja radnog mjesta i laboratorija: **ugasiti sve plinske plamenike, zatvoriti dovode plina i vode, isključiti električne grijače i druge uređaje, spremite reagense na svoje mjesto, obrisati sve izljeve i radno mjesto**
- ako se i pored sveg opreza dogodi nezgoda pozvati:

194 - hitna pomoć, 193 - vatrogasci, 112 - poziv za žurnu pomoć

PRUŽANJE PRVE POMOĆI U KEMIJSKOM LABORATORIJU

GHS PIKTOGRAMI OPASNOSTI

Da bi se olakšala trgovina na svjetskoj razini i istovremeno zaštitilo zdravlje ljudi i okoliš, u okviru Ujedinjenih naroda (UN) su tijekom 12 godina brižljivoga rada izrađeni usklađeni kriteriji za razvrstavanje i označivanje, koji su rezultirali *Globalno usklađenim sustavom razvrstavanja i označivanja kemikalija* (GHS).

Opasnosti pri upotrebi opasnih tvari i smjesa prikazane su piktogramima u obliku romba s crvenim obrubom.

					
nagrizajuće	eksplozivno	zapaljivo	opasno za vodeni okoliš	oksidirajuće	opasno za zdravlje

		
otrovno	plin pod tlakom	štetno

U kemijskom laboratoriju postoji mogućnost od raznih povreda tijekom rada zato svaka osoba koja radi u kemijskom laboratoriju mora znati osnove prve pomoći, odnosno osnovne postupke kako pomoći sebi ili drugoj povrijeđenoj osobi. U kemijskom laboratoriju povrede možemo svrstati u nekoliko najčešćih kategorija.

1.) OPEKLINE

- najčešće nastaju zbog hvatanja vrućih predmeta golim rukama, ali mogu nastati i zbog polijevanja vrućim tekućinama
- opečeno mjesto potrebno je hladiti pod mlazom hladne vode iz vodovoda (optimalno 15 °C); **NIKAKO koristiti led, masti, kreme i ostale kućne pripravke te ih stavljati na opečeno mjesto!**
- ako je opekline veća i došlo je do stvaranja plikova na opečeno mjesto potrebno je staviti **ALUPLAST** (flaster za opekline) pri čemu **metalizirana (srebrnosiva) strana postavlja se na opečeno mjesto – HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**

2.) POSJEKOTINE

- najčešće nastaju pri radu sa staklenim priborom, a okarakterizirane su vanjskim krvarenjem
- ako je posjekotina manja, a krvarenje kapilarno ono prestaje samo po sebi ili se zaustavlja stavljanjem manjeg ili većeg flastera ranu koja se prethodno može očistiti antiseptičkim sredstvom za rane, kao što je primjerice *Octenisept* – **NE ČISTITI RANU ALKOHOLOM, MAZATI KREMAMA, MASTIMA ILI BILO KAKVIM DRUGIM PRIPRAVCIMA**
- ukoliko je posjekotina veća, a krvarenje vensko ili arterijsko, potrebno je provjeriti je li u rani ostao komadić stakla i odstraniti ga sterilnom pincetom; napraviti stisak (kompresiju) na žilu koja je blizu posječenog mjesta; u pravilu na ruku (nadlaktica); na ranu se stavlja kompresivni zavoj – **HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**

3.) POVREDE UZROKOVANE KEMIJSKIM DJELOVANJEM REAGENSA

- najčešće su povrede kože i očiju, a nastaju zbog ne nošenja zaštitnih rukavica odnosno zaštitnih naočala – **UVIJEK NOSITI ZAŠTITNE NAOČALE**
- najopasnije kemikalije u laboratoriju su jake i koncentrirane kiseline i lužine - ako kiselina ili lužina dospije na kožu potrebno je poliveno mjesto odmah obrisati krpom i ispirati pod mlazom tekuće vode; **NE NEUTRALIZIRATI KOŽU SLABIM KISELINAMA ILI LUŽINAMA**
- dođe li do vidljivih promjena na koži (u vidu plikova, opekline, mjehura...) potrebno je odmah zatražiti medicinsku pomoć
- ako kiselina ili lužina dospije u oko potrebno je što prije oko dugotrajno ispirati (**minimalno 15 minuta**) pod mlazom vode i **HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**

4.) TROVANJA

- najčešće nastaju uslijed udisanja otrovnih para ili gutanja štetnih kemikalija
- ukoliko je došlo do gutanja treba postupiti ovisno o tome što je progutana tvar; ako je progutana tvar kiselina, lužina, soli teških metala, benzin, petrolej, otapala za boje ili tvar koja uzrokuje pjenjenje - **NIKAKO SE NE IZAZIVA POVRAĆANJE - HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**
- kod ostalih progutanih tvari, popiti 2 – 3 žlice aktivnog ugljena (*carbo medicinalis*) u čaši vode; **NE davati aktivni ugljen ako je progutana kiselina ili lužina**
- ukoliko je došlo do udisanja štetnih para ili plinova, unesrećenu osobu potrebno je izvesti na svjež zrak, a u slučaju otežanog disanja ili gubitka svijesti, osobu postaviti u **bočni položaj, provjeravati disanje i puls te HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**
- kontaktirati **Centar za kontrolu otrovanja (CKO) na broj: 01 / 2348 - 342**

5.) POŽARI

- u laboratoriju uzroci požara mogu biti razni
- vrlo je važno **znati što gori** u laboratoriju, tj. što je izazvalo požar (npr. nije svejedno gori li obična tkanina, električna instalacija, organsko otapalo ili je požar izazvao zapaljen natrij)
- u slučaju većih požara obavezno nazvati vatrogasce na broj **193**
- prije napuštanja laboratorija, potrebno je:
 - 1.) zatvoriti sve plinske ventile, uključujući i **GLAVNI** plinski ventil
 - 2.) upaliti svjetlo
 - 3.) zatvoriti sve prozore (onemogućiti dotok zraka)
 - 4.) što brže napustiti laboratorij prateći plan evakuacije (na vratima svih učionica i laboratorija)

SADRŽAJ ORMARIĆA PRVE POMOĆI

dimenzije: 370 x 300 x 150 mm

- 2 paketa po 25 kompresu sterilne hidrofilne gaze (10 x 10 cm)
- 1 boca dezinfekcijskog sredstva (250 mL)
- 1 boca vodikova peroksida (250 mL)
- 1 vrećica rashladnog sredstva
- 1 gumena vrpca za stezanje
- 1 paket flastera (20 flastera u 4 različite veličine)
- 1 par zaštitnih rukavica
- 1 flaster u kolutu (5 m x 1,25 cm)
- 1 neistkan sterilan pokrov za opekline (60 x 40 cm)
- 2 zavoja (kolut, 4 m x 5 cm)
- 1 zavoj (kolut, 4 m x 7 cm)
- 1 metalne škari dužine 10 cm s plastičnim ručicama
- 6 sigurnosnih igala („ziherice“)
- 1 sapun od 15 grama
- 4 paketa hidrofilne vate po 50 grama
- 2 plastične udlage (182 x 25 x 3 mm)
- 1 posudica za pod bradu



POTREBAN PRIBOR ZA RAD U LABORATORIJU

Pri radu u kemijskom laboratoriju učenici na svakim vježbama moraju imati sljedeći pribor:

- **PAMUČNA KUTA** – bijele ili plave boje duljine ispod koljena
- **ZAŠTITNE NAOČALE**
- **DRVENA HVATALJKA**
- **PROPIPETA**
- **METALNA PINCETA** – duljine 15 – 20 cm
- **ČETKICA ZA PRANJE POSUĐA** – širine epruvete ili malo uža
- **2 PAMUČNE KRPE**
- **RAZRIJEĐENI DETERDŽENT ZA PRANJE POSUĐA** – deterdžent razrijediti u omjeru 1:1
- **ŠIBICE**
- **GUMENE RUKAVICE**
- **KALKULATOR I PRIBOR ZA PISANJE** – olovka, gumica, ravnalo, trokut...
- **MALA (A5) BILJEŽNICA ILI MANJI BLOK** – za pisanje opažanja, crtanje skica na vježbama

LABORATORIJSKI DNEVNIK

- velika A4 bilježnica na kvadratiće tvrdih korica (preporuka)

- laboratorijski dnevnik je bilježnica u koju učenici pišu referat na temelju provedene vježbe prema sastavnicama koje su navedene u nastavku

- izgled laboratorijskog dnevnika

grupa

LABORATORIJSKI DNEVNIK

Kemija s vježbama

Ime i prezime razred

Slika 1. Korice laboratorijskog dnevnika

datum	1. RADNI DAN		
	NAZIV VJEŽBE RADNI ZADATAK (...)		

2 - 3 cm 2 - 3 cm 2 - 3 cm 2 - 3 cm

Slika 2. Unutrašnjost laboratorijskog dnevnika

- prije pisanja u laboratorijski dnevnik, učenici koriste malu A5 bilježnicu ili blok u koji si kratko bilježe sve važne promjene, opažanja i sve ono što smatraju važnim za pisanje referata u laboratorijskom dnevniku.

PISANJE LABORATORIJSKOG DNEVNIKA

Svaka vježba u laboratorijskom dnevniku treba sadržavati sljedeće sastavnice napisane **točno ovim redoslijedom**:

- 1.) **NAZIV VJEŽBE** – naziv vježbe koji jasno daje naslutiti o čemu će biti riječ
- 2.) **RADNI ZADATK** – radni zadatak vrlo kratko i pobliže opisuje naziv vježbe, odnosno pokazuje cilj vježbe
- 3.) **PRIBOR I KEMIKA LIJE** – potrebno je navesti sav stakleni, metalni, porculanski i ostali pribor koji se koristio tijekom vježbe; također, potrebno je navesti i sve kemikalije (naziv i kemijsku formulu) te njihova agregacijska stanja kao i koncentraciju
- 4.) **OPIS POSTUPKA** – kratko opisati postupak koji se koristio tijekom rada. Opis postupka mora biti svakome tko ga čita jasan do te mjere da ga može izvesti bez poteškoća.
- 5.) **SKICA APARATURE** – skica aparature crta se rukom, **NAŠILJENOM** grafitnom olovkom ili tehničkom olovkom uz pomoć **PRIBORA ZA CRTANJE** (ravnalo, trokut); na crtežu je potrebno naznačiti što se nalazi u pojedinom dijelu aparature; crteži trebaju biti uredni i pregledni te treba paziti na omjere. Aparatura se sastoji od minimalno **DVA DIJELA**. Npr. Ako se cijela vježba izvodila u jednoj ili više čaša i/ili epruvetama to NIJE aparatura.
- 6.) **OPAŽANJA** – kratkim rečenicama ili natuknicama potrebno je navesti sva bitna opažanja, tj. sve ono što ste **VIDJELI, OSJETILI MIRISOM, OPIPOM** ili **SLUHOM**. Npr.: Miješanjem plave otopine A i zelene otopine B nastaje žuti talog. Dodatak bezbojne otopine C nastalom žutom talogu, uzrokuje pojavu mjehurića i nestanak taloga.
- 7.) **JEDNADŽBA KEMIJSKE REAKCIJE** – opis promjene simbolički je prikaz (zapis) promjene koja se dogodila u vježbi bilo da se radi o kemijskoj ili fizikalnoj promjeni; sve kemijske promjene opisuju se jednadžbama kemijske reakcije u kojima se **OBAVEZNO** naznačuje **AGREGACIJSKO STANJE** svakog sudionika reakcije, a piše se u ravnini s kemijskim simbolima (NE u INDEKSU); za opis fizikalnih promjena i hodograma pokusa koristiti sheme i **dijagrame tijeka**.
- 8.) **REZULTATI MJERENJA** – kod rezultata mjerenja ili eksperimentalnih podataka potrebno je zapisati sve odmjerene volumene tekućine ili odvagane mase tvari; ukoliko ima puno podataka, podaci se mogu organizirati tablično radi bolje preglednosti; **TABLICA IMA SVOJ NAZIV KOJI SE PIŠE IZNAD TABLICE! IZA BROJA SLIJEDI KRATAK OPIS ŠTO TABLICA PRIKAŽUJE!**
- 9.) **RAČUN** – izračun mora sadržavati sve izraze i formule, pravilne oznake fizikalnih veličina (m , V , p , ...) i mjerne jedinice **u svakom koraku računa**
- 10.) **GRAFIČKI PRIKAZ** – grafovi se crtaju **NAŠILJENOM GRAFITNOM OLOVKOM** ili **TEHNIČKOM OLOVKOM** na **milimetarskom papiru** koji treba zalijepiti u dnevnik rada; **SVAKI GRAF IMA SVOJ NAZIV KOJI SE PIŠE ISPOD SLIKE, A U NASTAVKU SLIJEDI KRATAKI OPIS ŠTO PRIKAŽUJE GRAF**; u prvom polugodištu grafove crtate rukom, a u drugom možete koristiti alat MS Excel – vidjeti **Grafički i tablični prikaz podataka**
- 11.) **ZAKLJUČAK** – u zaključku treba kratko objasniti uočene promjene, iznijeti i komentirati najvažnije rezultate pokusa; zaključak se uvijek i prije **svega iznosi na temelju opažanja, jednadžbe kemijske reakcije i grafa odnosno promjene do koje je došlo**; osim toga, treba navesti načine kako bi se moglo postići bolje rezultate i objasniti gdje su eventualni nedostaci eksperimenta; također, u zaključku se **MORA u jednoj rečenici odgovoriti na RADNI ZADATAK**; primjerice ako je radni zadatak: odrediti gustoću uzorka metala, onda u zaključku jedna rečenica mora biti: gustoća uzorka metala iznosi g/mL te se prema literaturnim podacima može zaključiti da je uzorak metala olovo;

LABORATORIJSKI DNEVNIK DIO JE PRIBORA I UVIJEK GA MORATE IMATI NA VJEŽBAMA! NASTAVNIK MOŽE BEZ PRETHODNE NAJAVE OD UČENIKA ZATRAŽITI LABORATORIJSKI DNEVNIK NA PREGLED TE GA OCIJENITI!

GRAFIČKI I TABLIČNI PRIKAZ PODATAKA

Grafički prikaz – prikaz podataka u koordinatnom sustavu

Eksperimentalno dobiveni podatci, radi što zornijeg prikaza, predložuju se tablično i grafički. Kod izrade grafičkog prikaza za niz eksperimentalno dobivenih podataka treba voditi računa o nekim jednostavnim pravilima:

- Ispravno navesti što graf prikazuje, primjerice, *Ovisnost topljivosti bakrova(II) sulfata o temperaturi*.
- Na apscisu (x-os) nanosimo nezavisno promjenljivu veličinu (nezavisna varijabla), a na ordinatu (y-os) zavisno promjenljivu veličinu (zavisna varijabla).
- Naznačiti značenja osi korištenjem omjera simbola **odgovarajuće fizikalne veličine i mjerne jedinice**.
- Odrediti veličinu dijelova skale na pojedinim osima tako da se točno definira vrijednost između dviju podjela na osi, što ovisi o veličini zadanog dijagrama i rasponu dobivenih vrijednosti. Ako bi u dijagramu ostala velika praznina, **ishodište koordinatnog sustava ne mora imati vrijednost nula, već vrijednosti treba odabrati tako da iskoristimo veći dio površine predloženog grafa**. Veličina dijelova skale na pojedinim osima ne mora biti jednaka.
- Eksperimentalno dobivene podatke treba jasno naznačiti kao **točke** u grafu. Točke se mogu **zaokružiti kružicom (•)** ili prikazati u **obliku križića (x)**.
- Kod crtanja eksperimentalne krivulje ili pravca **NE spajamo točke ravnom crtom**, od točke do točke, već nastojimo pogoditi matematičku ovisnost te krivulje ili pravca povlačeći je tako da ona prolazi kroz veći broj točaka, ali i da podjednak broj točaka bude iznad ili ispod krivulje. **Dobivena krivulja ili pravac NE MORA prolaziti kroz SVE točke** jer je moguće da su pojedina mjerenja izvedena s određenom eksperimentalnom pogreškom.

Grafički prikaz u MS Excel (2010)

Prilikom prikazivanja rezultata mjerenja, često puta je potrebno podatke prikazati grafički u čemu može poslužiti MS Excel

Osnovne upute za prikazivanje grafova u MS Excelu:

- 1.) U ćelije se uvijek prvo unosi nezavisna varijabla (vrijednosti koje će se nalaziti na x osi), a tek onda zavisna varijabla (vrijednosti koje će se nalaziti na y osi) – **OVO JE NAJVAŽNIJI KORAK I NIKAKO SE VRIJEDNOSTI X I Y NE SMIJU ZAMIJENITI!**
- 2.) Nakon unosa svih x i svih y vrijednosti, držanjem lijevog klika miša označe se oba stupca i iz gornjeg izbornika odabere **INSERT (UMETNI) → SCATTER (GRAF)** i to prvi koji nema nikakve linije ili crte.
- 3.) Nako toga, odmah se pojavljuje prikaz pri čemu još nema oznaka osi. Sada je potrebno obrisati sve pomoćne linije, kao i oznaku **Series 1** (klikom na linije i **Series 1** i tipka Delete).
- 4.) S obzirom da su točke označene s rombovima, to treba promijeniti ili u **•** ili **x**, a veličinu treba postaviti na 4; DESNI klik na oznake (romb) → **FORMAT DATA SERIES → MARKER OPTIONS → BUILT-IN → TYPE (• ili x) → SIZE (4)**
- 5.) Sada je potrebno prilagoditi x i y os, tj. početne vrijednosti na grafu tako da bude ispunjena cijela površina grafa – **GRAF NE MORA I NE TREBA POČINJATI OD ISHODIŠTA (0,0)**; najprije lijevi, a potom desni klik na vrijednosti x os – **FORMAT AXIS → MINIMUM** (upisati vrijednost koja bi najbolje odgovarala) – isti postupak je i za y os. Također, nije loše upisati i podjelu osi (**MAJOR UNIT**) – upisati vrijednost koja bi najbolje odgovarala (bolje je upisati manju vrijednost od one koju je Excel odredio, jer je kasnije lakše iščitavati graf)

6.) Nakon toga, nije loše dodati oznake. Ponovno, lijevi, a potom desni klik na vrijednosti x osi; **FORMAT AXIS** → **MAJOR TICK MARK TYPE** → **INSIDE**; **MINOR TICK MARK TYPE** → **INSIDE**

7.) Nakon toga, potrebno je dodati liniju koja najbolje opisuje dobivenu krivulju – najčešće pravac; desni klik na točku na grafu (sve točke moraju biti označene) → **ADD TRENDLINE (dodaj crtu trenda)** → **LINEAR** → **DISPLAY EQUATION ON CHART (prikaži jednadžbu na grafu)**

8.) **OVO JOŠ UVIJEK NIJE GRAF!** Naime, još nema oznaka osi. S gornje alatne trake, odabere se **LAYOUT (Poredak)** → **AXIS TITLE (naziv osi)** → **PRIMARY HORIZONTAL AXIS TITLE** → **TITLE BELOW AXIS**; sada je prikazan mali prozor ispod grafa u koji se upisuje fizikalna veličina i mjerna jedinica.

9.) **FIZIKALNA VELIČINA SE UVIJEK PIŠE U NAKOSO (ITALIC)**: V , m , p ... osim pH. Nakon fizikalne veličine se stavlja kosa crta (/) i onda ide mjerna jedinica. Ako je mjerna jedinica složena treba je pisati kao umnožak. **Npr.: $c / mol\ dm^{-3}$, a NE $c / mol/dm^3$ jer je zbunjujuće.** Eksponent ili indeks se dodaju tako da se prvo sve upiše u jednom redu, a potom se označi držeći lijevi klik i kod gornjeg izbornika odabere **FONT** te potom **SUPERSCRIPT** (eksponent) (ili **SUBSCRIPT** (indeks)).

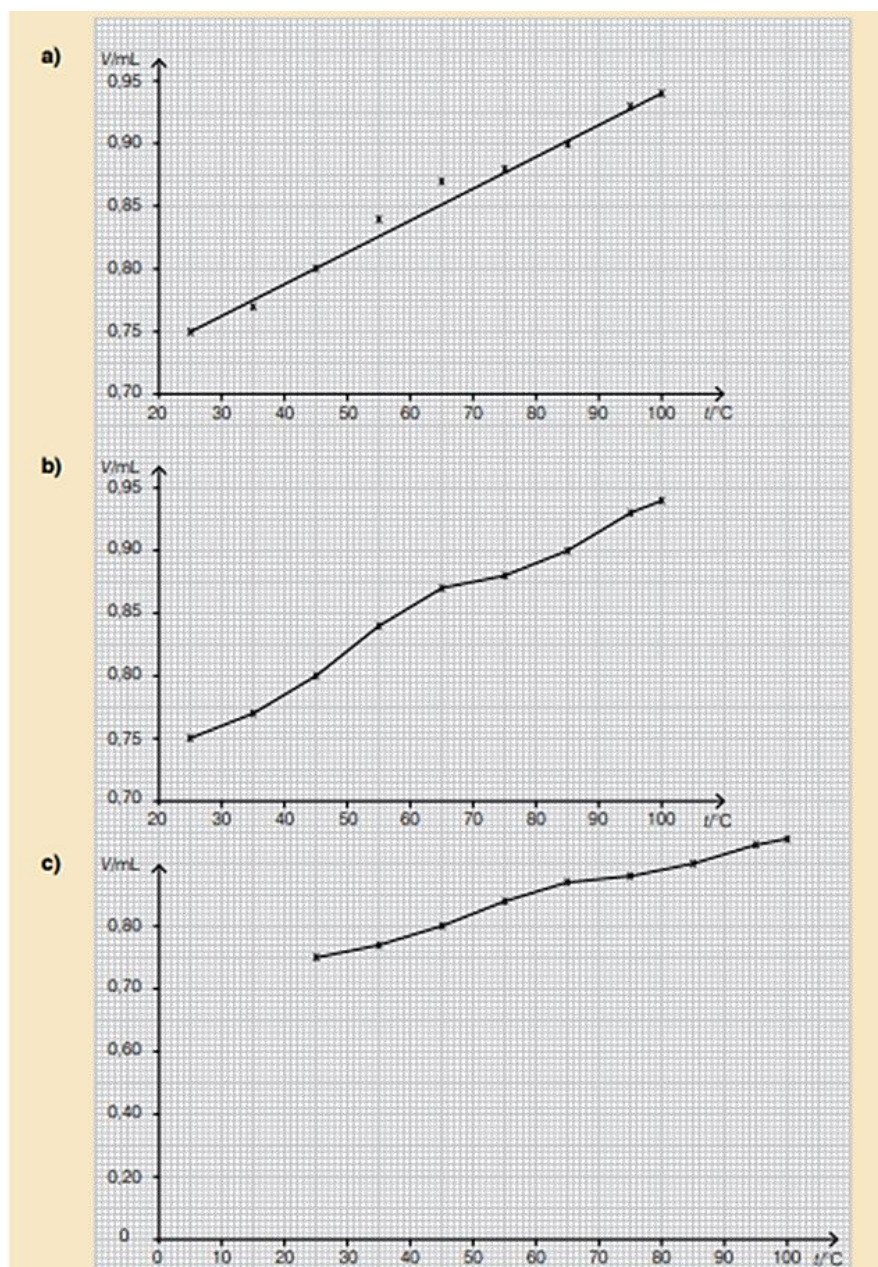
10.) Graf je gotov. Graf se može normalno kopirati u, npr. Wordov dokument i ispisati te zalijepiti u dnevnik. **Graf je slika i ispod nalijepljenog grafa mora pisati: Slika 1. (ili već koji broj slike je po redu) i naziv, tj. opis što graf prikazuje.**

11.) Ako je potrebno nešto računati, naravno da je apsolutno dozvoljeno koristiti jednadžbu pravca koju je Excel odredio i iz nje računati nepoznatu vrijednost. Također, i na samom ispisanom grafu, može se ucrtati tražena vrijednost.

Grafički prikaz ovisnosti volumena plina o temperaturi pri konstantnom tlaku.

a) ispravno crtanje grafa; b) i c) neispravno crtanje grafa

V/mL	t/°C
0,75	25
0,77	35
0,80	45
0,84	55
0,87	65
0,88	75
0,90	85
0,93	95
0,94	100



Napomena: Umjesto izraza *konstantni tlak* može i treba se navesti koliki je bio taj konstantni tlak u uvjetima izvođenja eksperimenta (npr. 1 bar, 1 atm, 101,3 kPa...). Također, nije naodmet navesti i o kojem je plinu riječ (npr. vodik, dušik, kisik, helij...).

Iz zadnje navedene rečenice slijedi kako je **volumen plina zavisno promjenljiva veličina (zavisna varijabla)** te se vrijednosti volumena plina ucrtavaju na ordinatu (y-os), a temperatura je **nezavisno promjenljiva veličina (nezavisna varijabla)** te se vrijednosti temperature ucrtavaju na apscisu (x-os).

Tablični prikaz

Obratite pozornost pri definiranju zaglavlja tablice. Kao i u grafičkom prikazu, simbol odgovarajuće fizikalne veličine također treba podijeliti mjernom jedinicom.

U tablici su navedeni podatci mjerenja promjene volumena plina s temperaturom pri konstantnom tlaku. Prikaži grafički ovisnost volumena plina o temperaturi pri konstantnom tlaku.

POSUDE I PRIBOR U KEMIJSKOM LABORATORIJU

U kemijskom laboratoriju upotrebljava se različito kemijsko posuđe i pribor.

POSUDE - spremnici u kojem se odvijaju kemijske reakcije, čuvaju kemikalije ili mjeri volumen; Izravno dolazi u doticaj s kemikalijama, služi za provođenje reakcija, otapanje, zagrijavanje ili čuvanje tvari. Najčešće se izrađuje od stakla ili porculana.

STAKLENO POSUĐE

Iako je lakolomljivo i krhko, staklo je još uvijek nezamjenjiv materijal u izradi posuđa jer se odlikuje prozirnošću, relativno dobrom termičkom stabilnošću i inertnošću prema većini kemikalija.

U kemijskom laboratoriju se upotrebljava posuđe izrađeno od različitih vrste stakala:

1.) MEKO STAKLO (STAKLO NATRIJEVOG VAPNA – SODA LIME STAKLO) - izuzetno krhko i ima nisko talište. Nema visoku otpornost na toplinske udare i gotovo je nemoguće u potpunosti popraviti nakon uporabe. I dalje se koristi jer je pristupačno, jeftino i lako se može napraviti. Koristi se za izradu pipeta, menzura, jednokratnih epruveta i odmjernih tikvica. Ne podnosi zagrijavanje.

2.) BOROSILIKATNO STAKLO – laboratorijsko ili vatrostalno staklo, ima višu temperaturu omekšavanja nego obično mekano staklo; **mali koeficijent termičkog rastezanja** te bolju otpornost prema promjeni temperature i veću tvrdoću. Može se zagrijavati do 400 °C, a najviše do 500 °C. Također, postoji i debelozidno (vakuumsko) borosilikatno staklo koje može podnijeti veće razlike u tlakovima u unutrašnjosti posude i izvan nje.

3.) KVARCNO STAKLO – po sastavu čisti silicijev dioksid (SiO_2), vrlo skupo, upotrebljava se za instrumentalne metode, ima **izrazito mali koeficijent termičkog širenja** kako ne bi došlo do pucanja pribora prilikom zagrijavanja ili naglih promjena temperature. Posuđe izrađeno od čistog silicijeva dioksida može se zagrijavati do 1500 °C.

4.) ZATAMNJENO (AKTINIČNO) STAKLO - Izrađeno je u **tamno smeđoj** ili **jantarnoj boji** radi zaštite kemijskih spojeva osjetljivih na svjetlost (npr. **spojevi srebra**) od promjene infracrvenog zračenja, vidljive svjetlosti i ultraljubičastog zračenja. U laboratoriju se zatamnjeno stakleno posuđe koristi samo za pohranjivanje kemikalija u obliku otopine ili praha u bocama.

Čuvanje i skladištenje kemikalija

Kemikalije se moraju skladištiti u originalnoj ambalaži s jasno vidljivim oznakama i sigurnosnim upozorenjima. Posude trebaju biti dobro zatvorene kako bi se spriječilo isparavanje ili izlivanje sadržaja. Prostor za skladištenje treba biti suh, čist, dobro prozračan i zaštićen od izravne sunčeve svjetlosti te izvora topline.

Posebnu pozornost treba posvetiti odvajanju međusobno nespojivih kemikalija. Primjerice, kiseline se ne smiju skladištiti zajedno s lužinama jer u slučaju miješanja može doći do burne reakcije. Oksidacijska sredstva treba držati odvojeno od zapaljivih tvari kako bi se smanjio rizik od požara.

Kiseline – čuvaju se u staklenim bocama, zatvorene **staklenim** ili **plastičnim** čepom (izuzev fluorovodične kiseline koja nagrizava staklo; čuva se u plastičnim bocama)

Lužine – čuvaju se u staklenim bocama, zatvorene **gumenim** ili **plastičnim** čepom; staklo polagano reagira s lužinama pri čemu bi se stakleni čep zapekao za staklo

STAKLENO POSUĐE

Stakleno posuđe koristi se za provođenje kemijskih reakcija, čuvanje kemikalija, ali i mjerenje volumena (odmjerno posuđe).



- a) laboratorijska čaša,
- b) Erlenmeyerova tikvica,
- c) okrugla tikvica s ravnim dnom,
- d) boca za otopine (reagens boca),
- e) boca za prah (zatamnjenog stakla),
- f) Petrijeva zdjelica,
- g) tikvica za destilaciju (Claisenova tikvica),
- h) lijevak,
- i) epruveta,
- j) lijevak za odjeljivanje,
- k) Liebigovo hladilo
- l) satno staklo.

Odmjerno posuđe

Kao što i sam naziv kaže služi za mjerenje volumena tekućina. Može biti grubo i precizno.



- a) menzura
- b) odmjerna tikvica
- c) trbušasta pipeta
- d) graduirana pipeta
- e) bireta

PORCULANSKO POSUĐE

Porculansko posuđe služi za **spaljivanje**, **žarenje** i **usitnjavanje** uzoraka. Od porculanskog posuđa najčešće se koriste zdjelica, lončić i tarionik s tučkom. Zdjelice i lončići mogu se zagrijavati izravno na plameniku, a tarionik ne smije. Zdjelice i lončići koriste se kad postoji opasnost od pucanja specijalnog stakla zbog naglog zagrijavanja. Jažice se koriste kada se reakcije provode na mikroskali, odnosno na razini 1 – 2 kapi. Buchnerov lijevak je porculanski lijevak koji se koristi kod vakuum filtracije; ima rupičasto dno.

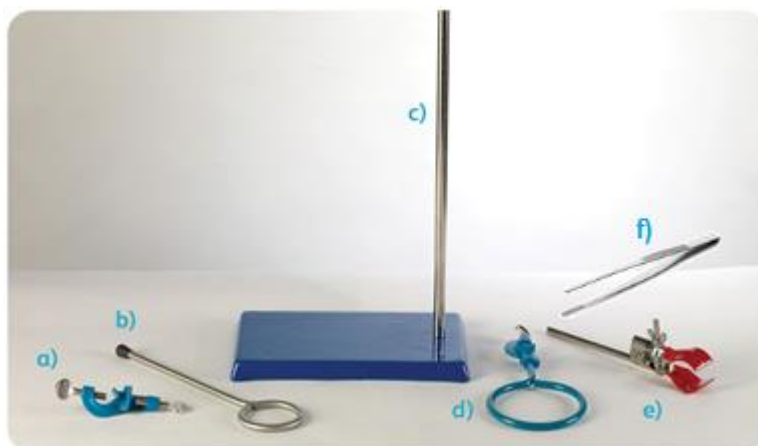


- a) porculanska zdjelica
- b) porculanski lončić
- c) porculanske jažice
- d) tarionik s tučkom
- e) Büchnerov lijevak

PRIBOR - obuhvaća sve ostale alate, stalke i pomagala koja omogućuju izvođenje pokusa, sigurno rukovanje posuđem i mjerenje drugih fizikalnih veličina. Služi kao pomoćno sredstvo za postavljanje aparatura, držanje i zagrijavanje posuđa te rukovanje tvarima (ne služi kao primarni spremnik za kemikalije). Najčešće se izrađuje od **metala, drva, plastike i gume**.

METALNI PRIBOR

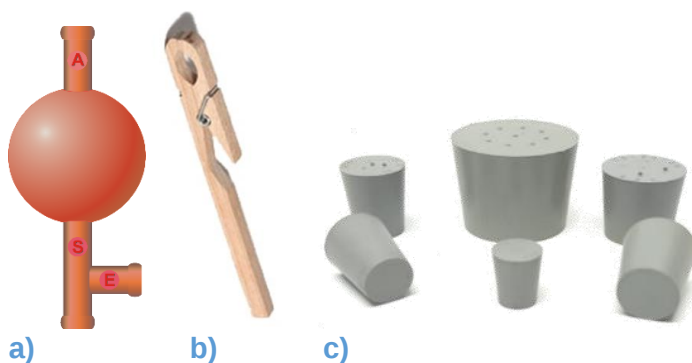
Metalni pribor služi ponajprije za postavljanje i pričvršćivanje kemijskog posuđa za izvođenje pokusa. Tako složeno posuđe i pribor čini kemijsku aparaturu.



- a) stezaljka (mufa)
- b) i d) metalni prsten
- c) metalni stalak (stativ)
- e) hvataljka (uglata ili obla)
- f) pinceta

OSTALI PRIBOR

Različite vrste pomoćnog pribora. Propipeta se koristi za uvlačenje tekućina prilikom preciznog odmjeravanja tekućina korištenjem trbušaste ili graduirane pipete, drvena hvataljka za pridržavanje epruvete tijekom zagrijavanja tekućine, a čepovi za zatvaranje posuda različitih volumena.



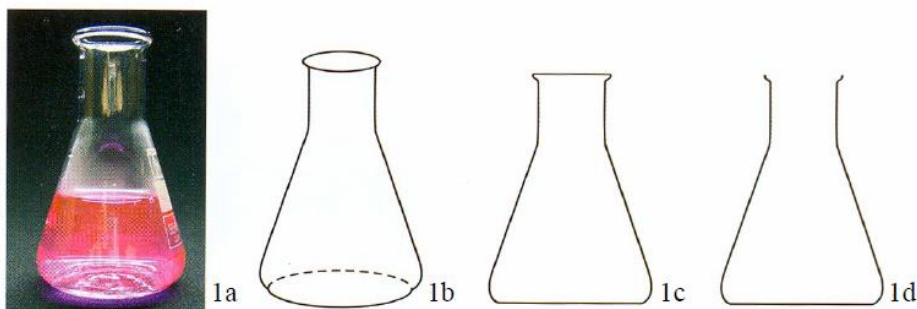
- a) propipeta
- b) drvena hvataljka
- c) gumeni čepovi raznih dimenzija

Pravila crtanja kemijskog posuđa:

- 1.) **Tehničkom olovkom** crta se dvodimenzijski (2D) prikaz posuđa ili aparature.
- 2.) Paziti na očuvanje **odnosa veličina** između kemijskog posuđa.
- 3.) Stalci i hvataljke se ne crtaju, već samo označujemo mjesta na kojima smo učvrstili elemente aparature.
- 4.) Plamenici se također ne crtaju, već je dovoljno nacrtati samo vrstu plamena koja se koristi za zagrijavanje.

Postupak pri crtanju kemijskog posuđa:

- 1.) Isplanirati prostor. Svrha ovog koraka je čim bolje očuvanje odnosa veličina između kemijskog posuđa te određivanje njihovih međusobnih položaja
- 2.) Crtačim priborom (ravnalo, trokuti, šestar) povući glavne linije posude ili djela aparature koji crtamo. U ovom koraku uobličava se osnovni oblik kemijskog posuđa ili aparature.
- 3.) Slobodnom rukom upotpuniti crtež na specifičnim dijelovima – spojevi, zaobljenja, rubovi aparature.
- 4.) Gumicom obrisati suvišne linije koje su nastale kroz prijašnje korake crtanja.



Slika 1a. Fotografija Erlenmeyerove tikvice.

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

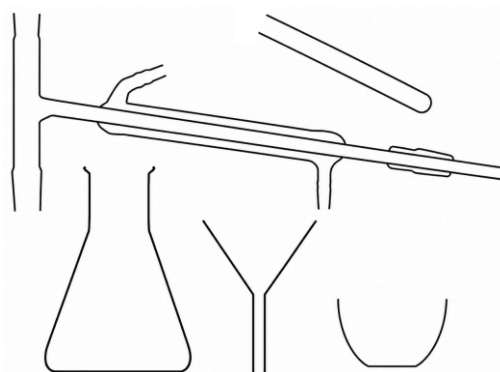
Slika 1c. Crtež Erlenmeyerove tikvice u kojem je tankom crtom naznačen rub njenog grla vidljiv u pozadini presjeka – tehnički crtež presjeka Erlenmeyerova tikvice.

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

Odnos veličina



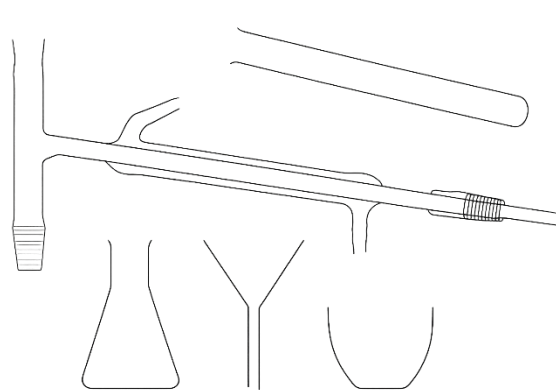
Slika 2. Skupna fotografija epruvete, malog lijevka, hladila s nastavkom, male Erlenmeyerove tikvice i posudice za kristalizaciju.



Slika 3. Loš crtež predmeta jer u njemu **nije sačuvan odnos njihovih veličina**.



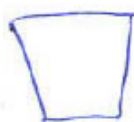
Slika 2. Skupna fotografija epruvete, malog lijevka, hladila s nastavkom, male Erlenmeyerove tikvice i posudice za kristalizaciju.



Slika 4. 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.)

Savjeti za crtanje određenih dijelova na aparaturama

Čepovi i spojevi



pluto



guma

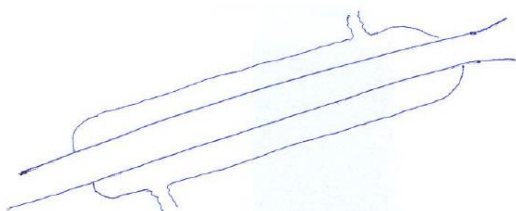


ubrusak (šlif)

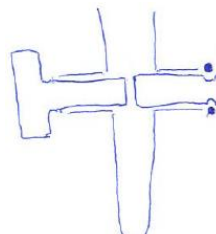


Dvije staklene cijevi spojene gumenom cijevi

Pojedini dijelovi aparatura



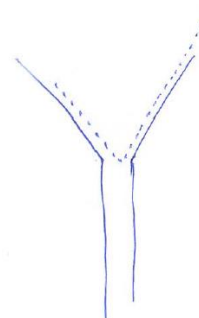
Liebigovo hladilo u presjeku



Pipac u presjeku



Termometar u presjeku

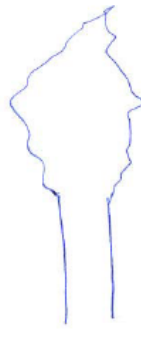


Lijevak s filter papirom – iscrtkana linija predstavlja filter papir; **lijeva strana** – obični, a **desna** naborani filter papir

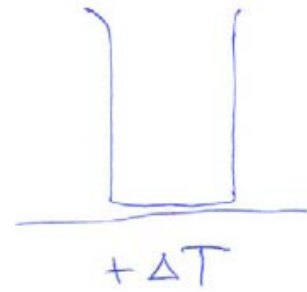
Plamenici i prikaz zagrijavanja



Prikaz šuštećeg
(oksidirajućeg) plamena



Prikaz čađavog
(reducirajućeg) plamena



Zagrijavanje sadržaja u čaši
preko mrežice nekim drugim
grijaćim tijelom

Crtanje epruvete i tikvice



1. Dvije okomite, paralelne
linije



2. kraća linija za dno
epruvete



3. zaobljivanje rubova



1. Uzeti kovanicu (ovisno o
veličini tikvice)



2. Olovkom nacrtati puni
krug oko kovanice



3. Povuci zavijene dijelove
rukom. Spojiti potrebne
dijelove i obrisati višak
početno lagano povučenih
linija

SASTAVLJANJE APARATURA

Naziv vježbe: Sastavljanje aparatura

Radni zadatak: Složiti aparature: za zagrijavanje u čaši, zagrijavanje u epruveti, zagrijavanje u Erlenmeyerovoj tikvici, za filtraciju

Pribor: metalni stalak, stezaljka, okrugla hvataljka, uglata hvataljka, metalni prsten, tronog, plamenik, ekološka mrežica, čaša, Erlenmeyerova tikvica, epruveta, lijevak

Opis postupka:

- 1.) Složiti jednostavnije aparature prema pravilima za slaganje aparatura.
- 2.) Nacrtati sve aparature (naputak o crtanju).

Uvod:

U laboratoriju se u svrhu provođenja pokusa često puta moraju sastaviti jednostavnije ili složenije aparature.

PRAVILA PRILIKOM SLAGANJA APARATURA

- 1.) **PRVO** se sastavljaju **METALNI DIJELOVI** – željezni stalak, stezaljke, hvataljke, tronog, plamenik. Ovo je jako važno i niti jedan dio staklenog posuđa se ne nalazi na stolu sve dok svi metalni dijelovi nisu učvršćeni. Staklo je krhko i metalnim priborom može se vrlo lako razbiti stakleno posuđe i pribor.
- 2.) Učvršćivanje staklenog posuđa i pribora.
- 3.) Reguliranje visine i dubine aparature.



Slika 1. Način postavljanja stezaljke (mufe) na stalak



Slika 2. Način postavljanja hvataljke (okrugle ili uglate) u stezaljku na stalku

INSTALACIJE U LABORATORIJU

U kemijskom laboratoriju postoje različite vrste instalacija koje omogućuju siguran rad, provođenje pokusa i zaštitu osoblja. Najčešće se dijele na:

- 1.) VODOVODNE INSTALACIJE** – dovod tople i hladne vode, laboratorijski sudoperi, dovod destilirane vode
- 2.) ELEKTRIČNE INSTALACIJE** – napajanje laboratorijskih uređaja, rasvjeta
- 3.) VENTILACIJSKE INSTALACIJE** – opća ventilacija laboratorija, digestori (posebni ormari sa sustavom za ventilaciju prilikom rada s opasnim i štetnim plinovima)
- 4.) PLINSKE INSTALACIJE** – dovod zemnog plina za plamenike, centralni i lokalni plinski ventili



Slika 1. Digestor

PLIN I PLINSKI PLAMENICI

Laboratorij se plinom opskrbljuje iz plinovodne mreže. U praktičnoj uporabi su dvije vrste plina: **metan** ili zemni plin te plin iz boce (**butan-plin**; zapravo se radi o smjesi **propana** i **butana**).

Tablica 1. Sastav zemnog plina

SASTOJAK	φ / %
metan, CH ₄	60 – 80
etan, C ₂ H ₆	5 – 9
propan, C ₃ H ₈	3 – 18
viši ugljikovodici	2 – 15

Svaki laboratorij ima centralni plinski ventil – prekid i dovod plina na svim radnim mjestima



Slika 1. **ZATVOREN** PLINSKI VENTIL – ventil je **OKOMIT** na plinsku cijev

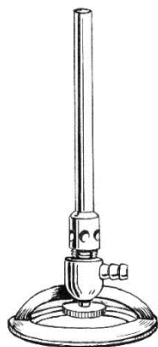


Slika 2. **OTVOREN** PLINSKI VENTIL – ventil je **PARALELAN** s plinskom cijevi

Vrste plinskih plamenika

U laboratoriju se plamenici koriste za zagrijavanje i žarenje tvari.

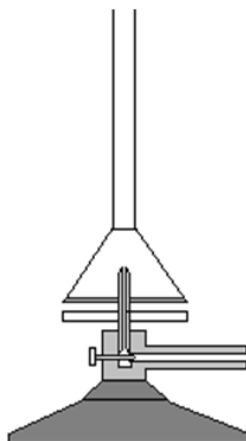
Ovisno o namjeni, u laboratorijima se koriste različite vrste plinskih plamenika.



Slika 3. Bunsenov plamenik

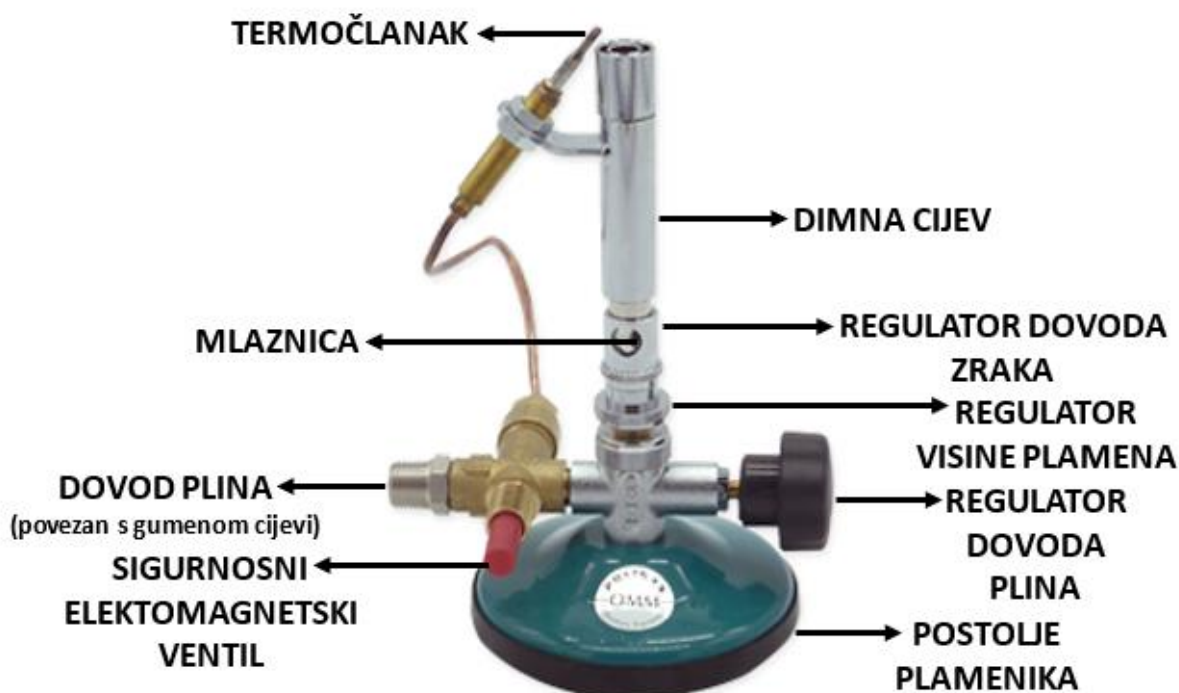


Slika 4. Tecluov plamenik



Slika 5. Mekеров plamenik

U laboratorijima se danas najviše koristi Bunsenov plamenik te su u nastavku prikazani osnovni dijelovi Bunsenova plamenika



Slika 6. Glavni dijelovi Bunsenova plamenika

Redoslijed PALJENJA plinskog (Bunsenova) plamenika:

- 1.) **Zavezati** dugu kosu i postaviti plamenik na sigurnu udaljenost od sebe.
- 2.) Otvoriti glavni plinski ventil na radnom stolu.
- 3.) Potpuno **ZATVORITI** regulator dovoda zraka.
- 4.) **OTVORITI** dovod plina na radnom mjestu (**žuti ventil**).
- 5.) **OTVORITI** regulator dovoda plina (crni kotačić) na plameniku – **dva lagana okretaja**
- 6.) Dvije paralelne radnje: Upaliti šibicu, držati šibicu jednom rukom, a palcem druge ruke pritisnuti i **DRŽATI** sigurnosni elektromagnetski ventil.
- 7.) **DRŽATI** sigurnosni elektromagnetski ventil i prinijeti upaljenu šibicu sa strane kod otvora dimne cijevi.
- 8.) Sigurnosni elektromagnetski ventil držati najmanje **5 sekundi** nakon paljenja plamenika i lagano pustiti. Ugasiti šibicu **ODMAHIVANJEM** u ruci. (**NE PUHATI U PLAMEN ŠIBICE!!!**)

Redoslijed GAŠENJA plinskog (Bunsenova) plamenika:

- 1.) Potpuno **ZATVORITI** regulator dovoda zraka.
- 2.) **ZATVORITI** dovod plina na radnom mjestu (**žuti ventil**).
- 3.) **ZATVORITI** regulator dovoda plina.

VAŽNO!!!

PLAMENIK SE UVIJEK NAJPRIJE GASI NA RADNOM MJESTU, A TEK ONDA NA SAMOM PLAMENIKU!
PLAMENIK SE U RUCI DRŽI ISKLJUČIVO ZA POSTOLJE!

Razlozi nepaljenja plinskog plamenika

1.) **ZATVOREN** glavni plinski ventil na radnom stolu – Nitko na stolu ne može upaliti plinski plamenik!

- otvoriti glavni plinski ventil za cijeli stol

2.) **PREKINUT** dovod plina na način da je gumena cijev negdje savijena – **OPASNO!**

- ispraviti plinsku cijev kako bi se omogućio nesmetan dovod plina u plamenik

3.) **ZATVOREN** dovod plina na radnom mjestu (žuti ventil).

- otvoriti plinski (žuti) ventil na radnom mjestu.

4.) **OTVOREN** regulator dovoda zraka – prejaka struja zraka koja gasi plamen šibice.

- potpuno zatvoriti regulator dovoda zraka

5.) **ZATVOREN** regulator dovoda plina (crni kotačić).

- otvoriti regulator dovoda plina (crni kotačić) – dva lagana okretaja

6.) **ZATVOREN (VRLO ČESTO)** - regulator visine plamena –

- otvoriti oba prstena tako da su pomična u obje strane.

Vrste plamena

1.) ČAĐAVI (REDUCIRAJUĆI) PLAMEN

- **ZATVOREN** regulator dovoda zraka
- niska temperatura, gori **lelujavim, žutim, nepravilnim** plamenom
- zove se još i svijetleći plamen
- ne koristi se jer ostavlja čađu na posuđu i postiže niske temperature



2.) ŠUŠTEĆI (OKSIDIRAJUĆI) PLAMEN

- **OTVOREN** regulator dovoda zraka
- visoka temperatura, gori **plavim, pravilnim** plamenom, uočavaju se dva konusa – vanjski i unutrašnji – iznad unutrašnjeg konusa **temperatura doseže do 1500 °C**
- zove se šušteći plamen jer se plin miješa sa zrakom te zbog razlike u gustoći plina i zraka se mijenjaju uvjeti strujanja što se očituje promjenom šuma
- koristi se kada je potrebno dugotrajno žarenje na visokim temperaturama – smije se zagrijavati samo **porculansko posuđe i vatrostalno staklo** s većim udjelom kvarca



3.) POLUŠUŠTEĆI PLAMEN

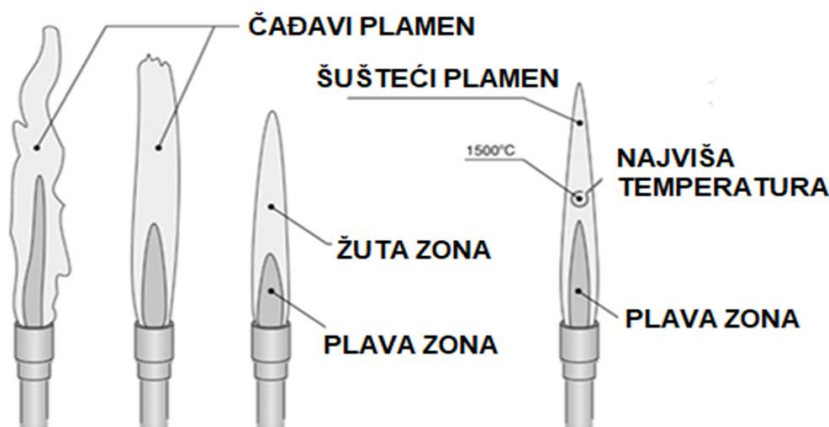
- **DJELOMIČNO OTVOREN** regulator dovoda zraka visoka temperatura
- gori **pravilnim, plavim** plamenom, uočava se jedan vanjski konus i samo djelomično unutrašnji konus
- najčešće se koristi za zagrijavanje sadržaja u posuđu



4.) „USKOČENI” PLAMEN

- **IZRAZITO NEPOŽELJNA I OPASNA POJAVA**
- prejak dotok zraka u plamenik – plin gori unutar dimne cijevi na samoj mlaznici – kaže se da je plamen „uskočio”
- prijenos topline na cijeli plamenik – gumena cijev se s vremenom može razmekšati i rastaliti što može dovesti do **EKSPLOZIJE I POŽARA**
- gori uskim duguljastim plamenom – nakon duljeg vremena plamen postaje zelen od bakra koji je u sastavu mjedi od kojeg je izrađena dimna cijev
- **ODMAH UGASITI NA RADNOM STOLU (ŽUTI VENTIL)**
- **PLAMENIK SE MORA POTPUNO OHLADITI DO PONOVRNOG PALJENJA**

Temperature i zone plamena plamenika



Opasnosti

1.) **NIKADA** ne ostavljajte upaljen plamenik bez nadzora!

2.) U slučaju istjecanja plina (karakterističan miris):

- zatvoriti sve glavne ventile na radnim stolovima i centralni plinski ventil
- otvoriti prozore i dobro prozračiti laboratorij
- **NE PALITI** rasvjetu, šibice ili bilo što što izaziva iskrenje – i najmanja iskra može dovesti do eksplozije i požara

3.) Na kraju rada obavezno provjeriti jesu li svi žuti ventili na radnim mjestima zatvoreni i **ZATVORITI** glavni ventil na radnom stolu

MJERENJE MASE I VOLUMENA

Mjerenje mase i volumena jedna je od osnovnih aktivnosti u kemijskom laboratoriju. Masa tvari mjeri se laboratorijskom vagom, pri čemu je važno koristiti čistu posudu i pravilno očitati rezultat.

U laboratoriju se, ovisno o preciznosti mjerenja, koriste dvije vrste vaga:

1.) TEHNIČKE VAGE – manja preciznost ($\pm 0,1$ ili $0,01$ g)

2.) ANALITIČKE VAGE – izuzetno precizne ($\pm 0,0001$ g)



Slika 1. Tehničke vage



Slika 2. Analitička vaga

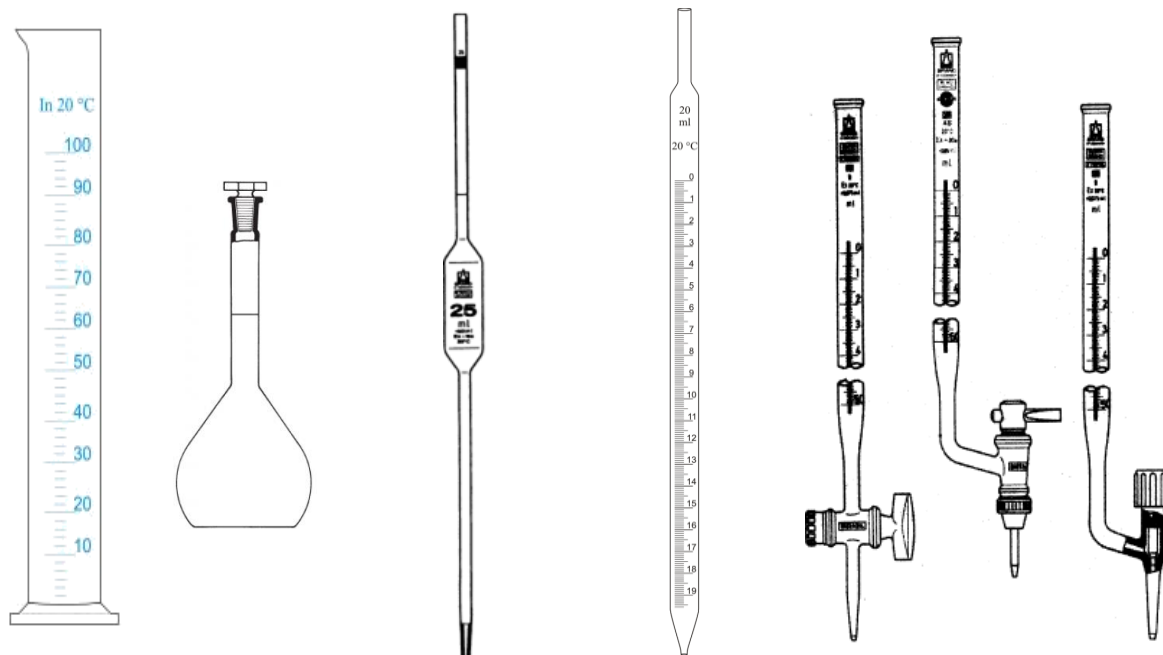
Svaka vaga mora zadovoljiti sljedeće uvjete:

- 1.) Vaga mora biti **STABILNA**.
- 2.) Mora biti **TOČNA** tj. mora odgovarati određenom stupnju točnosti.
- 3.) Vaga mora biti **PRECIZNA**, što znači da u nizu uzastopnih vaganja istog predmeta moramo dobiti isti rezultat.
- 4.) Mora biti **OSJETLJIVA**.

PRAVILA PRI VAGANJU:

- 1.) Provjeriti je li vaga u **horizontalnom** položaju.
- 2.) Uključiti vagu i pričekati da sama odradi proces provjere **nul-točke**. Kada se na ekranu pokažu nule, vaga je spremna za rad.
- 3.) Na vagu se **NE SMIJU** stavljati **VRUĆI**, **MOKRI** i **NEČISTI** predmeti. Predmeti koji se važu moraju biti jednake temperature kao i prostor u kojem se vaga nalazi.
- 4.) Kemijski se reagensi nikada ne važu direktnim stavljanjem na zdjelicu vage, nego ih važemo u posudici za vaganje, satnom staklu, Petrijevoj zdjelici ili papirnatnoj lađici.
- 5.) Vaga se nikada ne smije opteretiti preko dozvoljene granice.
- 6.) Kod vaganja analitičkom vagom koriste se bočna vratašca na ormariću vage koja je potrebno zatvoriti prije očitavanja mase.
- 7.) Vaga ima opciju **tariranja** označenu oznakom **TARE** ili **0/T** koja omogućuje da se poništi masa predmeta stavljenoga na vagu (npr. na vagu stavimo posudicu za vaganje, tariranje omogućuje da se vaga vrati na nulu).
- 8.) Po završetku vaganja, vagu je potrebno pregledati, po potrebi očistiti i isključiti.

Volumen tekućina mjeri se odmjernim posuđem, pipetama, biretama. Točnost mjerenja vrlo je važna jer o njoj ovise rezultati pokusa i analiza. Prilikom mjerenja potrebno je pažljivo rukovati priborom te bilježiti dobivene vrijednosti kako bi rezultati bili pouzdani i precizni.



menzura

odmjerna
tikvica

trbušasta
pipeta

graduirana
pipeta

birete

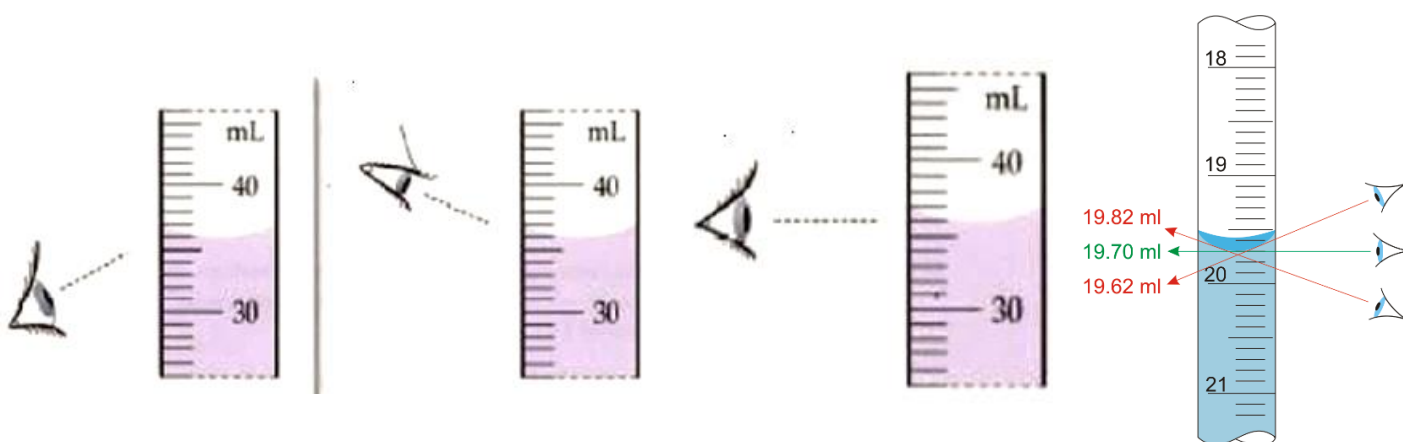
Očitavanje volumena

Kod očitavanja volumena tekućine na odmjernom posuđu treba znati da površina tekućine nije ravna, već je **udubljena** ili **ispupčena**. Površina je udubljena kada prevladavaju **adhezijske** privlačne sile između tekućine i stijenke posude a ispupčena kada prevladavaju **kohezijske** sile između istovrsnih atoma.

Ako je površina tekućine udubljena, očitava se najniži dio luka (donji meniskus), a ako je površina tekućine ispupčena očitava se najviši dio luka (gornji meniskus).

Položaj oka pri očitavanju volumena mora biti u **visini površine tekućine**, a posuda mora stajati **okomito** inače dolazi do pogreške.

To je zbog **paralakse** (prividna promjena položaja promatranog objekta s promjenom mjesta promatrača). Paralaksa će uzrokovati pogrešku pri očitavanju položaja meniskusa tekućine i to pozitivnu pogrešku ako je oko niže, a negativnu ako je više od ravnine meniskusa.



Slika 1. Nepravilno očitavanje volumena

Slika 2. Pravilno očitavanje volumena

Slika 3. Paralaksa

Naziv vježbe: Mjerenje mase i volumena

Radni zadatak: 1.) Odrediti gustoću čvrste tvari

2.) Odrediti gustoću tekućine areometrom

Uvod:

Gustoća (ρ ; čita se „ro”) neke tvari pri **određenoj temperaturi** jest omjer mase te tvari i njezina volumena:

$$\text{gustoća} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

Osnovna SI jedinica gustoće je kg/m^3 (kg m^{-3}), ali gustoću najčešće izražavamo manjom jedinicom kao npr. g/cm^3 (g cm^{-3}) ili g/mL (g mL^{-1}). U praktičnom radu se često upotrebljava tzv. **RELATIVNA GUSTOĆA**, a to je omjer gustoće tvari uzete pri nekoj temperaturi, u odnosu na gustoću neke druge (referentne) tvari pri istoj ili nekoj drugoj temperaturi.

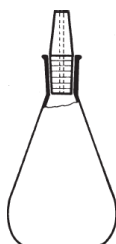
$$d = \frac{\rho}{\rho^*}$$

d = relativna gustoća ispitivane tvari

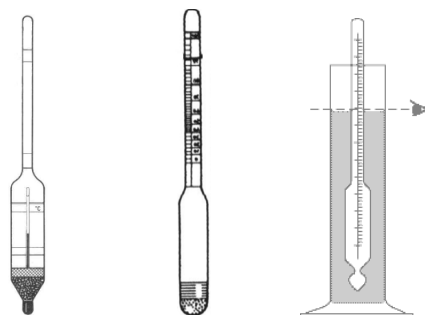
ρ = gustoća ispitivane tvari

ρ^* = gustoća referentne tvari

Za tekućine i krutine se kao referentna tvar uzima najčešće **voda pri 4 °C** ili pri nekoj drugoj temperaturi. Kod određivanja gustoće **vrlo je važno navesti temperaturu jer gustoća ovisi o temperaturi**. Za određivanje gustoće čvrstim tvarima najčešće se koristi **PIKNOMETAR**, dok se za brzo određivanje gustoće tekućina koristi **AREOMETAR** koji može biti univerzalni ili specifični.



Slika 1. Piknometar



Slika 2. Areometri i način očitavanja prilikom određivanja gustoće tekućine

Pribor i kemikalije: menzura (50 mL ili 100 mL), menzura (250 mL ili 500 mL) vaga, uzorak čvrste tvari (kamenčić, metal...), destilirana voda, uzorci tekućina

Opis postupka:

Određivanje gustoće čvrste tvari

- 1.) Izvažite uzorak čvrste tvari na tehničkoj vagi (***m***) i izmjerite temperaturu.
- 2.) Ulijte u menzuru određeni volumen vode i zapišite ga (***V*₁**).
- 3.) Lagano ispuštite uzorak čvrste tvari u menzuru s vodom. Očitajte volumen (***V*₂**).
- 4.) Izračunajte gustoću čvrstog uzorka pri danoj temperaturi.

Određivanje gustoće tekućeg uzorka

- 1.) Napunite menzure različitim uzorcima tekućine i postavite areometar tako da areometar pliva u tekućini bez da dodiruje dno menzure i stijenke (**Slika 2.**).
- 2.) Očitajte gustoću na areometru. Rezultate prikazati tablično.

ZADATCI:**Tablica 1.** Gustoće odabranih metala pri 25 °C

metal	$\rho / \text{g cm}^{-3}$
aluminij	2,70
cink	7,14
željezo	7,87
bakar	8,96
olovo	11,34
živa	13,60
zlato	19,30

Tablica 2. Gustoća vode u ovisnosti o temperaturi

$t / ^\circ\text{C}$	$\rho(\text{H}_2\text{O}) / \text{g cm}^{-3}$
0	0,99984
1	0,99990
2	0,99994
3	0,99996
4	0,99997
5	0,99997
6	0,99994
7	0,99990
8	0,99985
9	0,99978
10	0,99970
11	0,99961
12	0,99950
13	0,99938
14	0,99924
15	0,99910

- 1.) Na **milimetarskom papiru** prikaži ovisnost gustoće vode o temperaturi (**Tablica 2.**).
- 2.) Objasni Arhimedov zakon na primjeru načinjene vježbe.
- 3.) Pronađi podatak kolika je gustoća vode pri sobnoj temperaturi (25 °C)?
- 4.) Zašto led pliva na površini vode?
- 5.) Kolika je gustoća tijela mase 300 kg, a volumen tijela 150 L, koliko iznosi gustoća tijela? Izrazi gustoću tijela u g/cm^3 , kg/m^3 i g/dm^3 .
- 6.) Kockica izrađena od čistog srebra, duljine brida 5 cm, ima masu 1,31 kg. Koliko iznosi gustoća srebra u g cm^{-3} .
- 7.) Bakrena žica ima oblik valjka. Ako promjer bakrene žice iznosi 0,75 mm te sadrži $7,5 \cdot 10^{22}$ atoma bakra, izračunaj duljinu bakrene žice. Za gustoću bakra koristi se podatkom u **Tablici 1.**
- 8.) Termometar ispunjen živom se razbio, te su se na podu formirale kuglice žive. Ako je masa kuglice 0,057 mg, koliko iznosi promjer kuglice žive? Za gustoću žive koristi se podatkom u **Tablici 1.**
- 9.) Jan je trebao odrediti gustoću olovnog ključa. Izvagao je ključ te je masa ključa bila 61,6 g. Potom je u menzuru ulio 20 mL vode, a nakon što je stavio ključ u menzuru, razina vode se povisila na 25,5 mL. Koliko iznosi gustoća olovnog ključa? Usporedi gustoću dobivenu pokusom i onu u **Tablici 1.** Izračunaj relativnu pogrešku mjerenja.

10.) Gustoća tekućina može se odrediti i pomoću **PIKNOMETRA**. Piknometar je staklena bočica s ubrušenim čepom kroz koji prolazi kapilara. Određivanje gustoće temelji se na određivanju mase i činjenice da je $V_{\text{piknometar}} = V_{\text{voda}} = V_{\text{tekućina}}$. Na temelju podataka u tablici, izračunaj gustoću kloroforma (CHCl_3) pri 25 °C:

m_1 (prazan piknometar)	24,6127 g
m_2 (piknometar + H_2O)	74,6593 g
m_3 (piknometar + CHCl_3)	99,1254 g
$\rho(\text{H}_2\text{O}, 25^\circ\text{C})$	0,9970 g cm^{-3}

Ako teoretska vrijednost gustoće kloroforma pri 25 °C iznosi 1,489 g cm^{-3} , izračunaj koliko iznosi pogreška mjerenja.

Naziv vježbe: Mjerenje temperature

Radni zadatak: 1.) Izmjeriti temperaturu zraka u laboratoriju

2.) Mjeriti temperaturu destilirane vode tijekom zagrijavanja

3.) Mjeriti temperaturu otopine natrijeva klorida tijekom zagrijavanja

Pribor i kemikalije: Erlenmeyerova tikvica, alkoholni termometar, željezni stalak, tronog, metalna mrežica, okrugla hvataljka (klema), stezaljke (mufe), plamenik, šibice, plastična žličica, destilirana voda, natrijev klorid

Opis postupka:

1.) Očitajte temperaturu laboratorija i zapišite vrijednost. Proučite skalu, tj. podjelu na termometru.

1.) Sastavite aparaturu za zagrijavanje u Erlenmeyerovoj tikvici prema **Slici 1.** Prije učvršćivanja Erlenmeyerove tikvice, u tikvicu ulijte oko **150 mL destilirane vode**.

2.) Termometar postavite u prerezani gumeni ili pluteni čep te čep učvrstite pomoću stezaljke i ugrlate hvataljke za **ISTI** željezni stalak za koji je učvršćena i Erlenmeyerova tikvica. Važno je da je rezervoar termometra u **potpunosti pod vodom**, ali da pri tom **NE dodiruje dno tikvice**.

3.) Upalite plamenik, otvorite djelomično regulator dovoda zraka i regulirajte visinu plamena (profesor će pregledati svaki plamen). Očitajte i zapišite temperaturu vode **PRIJE** nego plamenik postavite ispod tronoga ($t = 0 \text{ min}$).

4.) Postavite termometar ispod tronoga plamenika i istovremeno pokrenite štopericu na mobilnom telefonu.

5.) Očitavajte temperaturu **svake minute**, a rezultati prikažite **TABLIČNO** (Tablica 1.).

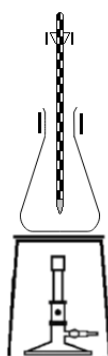
6.) Kada voda zavrije, očitajte još barem 3 mjerenja dok temperatura vrenja nije stalna. Plamenik ugasi tako da se samo zatvorite regulator dovoda zraka i ventil na radnom mjestu, ali **NE ZATVARAJTE REGULATOR DOVODA PLINA NA PLAMENIKU** (crni ventil).

7.) Na kraju ponovite postupak još jednom s istim volumenom destilirane vode, pri čemu prethodno dodajte i otopite **5 žličica natrijeva klorida**.

8.) Ponovno očitavajte temperaturu **svake minute**, a rezultati prikažite **TABLIČNO** (Tablica 2.).

9.) Rezultati zagrijavanja destilirane vode i vodene otopine natrijeva klorida prikažite grafički kao ovisnost temperature o vremenu zagrijavanja (termogram) na **ISTOM MILIMETARSKOM PAPIRU**.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za zagrijavanje u Erlenmeyerovoj tikvici

UVOD:

Najvažnije fizikalne metode razdvajanja smjesa su: **dekantiranje, filtracija, prekrystalizacija, ekstrakcija, destilacija, sublimacija i kromatografija.**

DEKANTIRANJE je metoda odjeljivanja heterogenih smjesa, najčešće tekućine od taloga ili neotopljene nepoželjne primjese. Dekantiranje se izvodi odlijevanjem bistrog tekućeg dijela iznad čvrstog taloga, nakon što se netopljivi čvrsti dio **sedimentira** (slegne) stajanjem.

FILTRACIJA je metoda odjeljivanja heterogenih smjesa, najčešće tekućine od taloga ili neotopljene nepoželjne primjese pomoću filtra koji zadržava čvrsti dio – **talog**, a propušta tekućinu – **filtrat**. Kao sredstva za filtriranje u laboratoriju se najčešće koristi filtrirni papir, ali mogu se koristiti i različite staklene ili porculanske porozne pločice, pijesak, staklena vuna, vata, tkanine, itd.

Filtrirni papiri mogu biti različitih „gustoća“, tj. pore filter papira koje zadržavaju **talog**, a propuštaju **filtrat**, mogu biti različitih veličina. Pravilo je da se vrsta filter papira može složiti na tri načina ovisno za koju vrstu filtracije ga trebamo:

1. Glatki filter papir slaže se presavijanjem papira na četvrtinu u obliku kružnog isječka. Smjesa se filtrira samo kroz četvrtinu ukupne površine papira. Visina papira mora biti oko 0,5 cm niže od visine lijevka, a prilikom filtriranja volumen otopine ne smije prelaziti 0,5 cm od ruba filter papira.

2. Naborani filter papir slaže se po principu harmonike (lepeze). Smjesa se filtrira kroz cijelu površinu papira te je ovakva filtracija znatno brža. Koristi se za **filtraciju vrućih otopina** kod prekrystalizacije te je prije filtracije lijevak i papir potrebno također ugrijati.

3. Kružni filter papir se koristi za vakuum filtraciju, a njegove dimenzije ovise o dimenzijama **Büchnerovog lijevka** u koji se stavlja. Ova filtracija najčešće se koristi kada se nakon odvajanja tekuće i čvrste faze želi zadržati talog. Tekuća faza u kojoj je čvrsta tvar kristalizirala zove se **matičnica** i često ju je dobro zadržati za dodatno ispiranje taloga.

PREKRISTALIZACIJA je metoda razdvajanja smjesa (homogenih i heterogenih) koja se najčešće koristi za pročišćavanje onečišćenih tvari. Da bi se neka tvar mogla očistiti prekrystalizacijom, mora imati svojstvo da je u odabranom otapalu pri povišenoj temperaturi puno topljivija nego pri sobnoj temperaturi. Prisutna onečišćenja u vrućoj otopini prije filtriranja mogu biti topljiva i netopljiva: topljiva onečišćenja neće iskristalizirati hlađenjem jer otopina nije zasićena s obzirom na njih, a netopljiva se uklanjaju filtriranjem vruće otopine preko naboranog filter papira.

EKSTRAKCIJA se odnosi se na prijenos spoja (spojeva) iz čvrste tvari ili tekućine u drugo otapalo ili fazu. Metoda se temelji na različitoj topljivosti tvari u dvama otapalima koja se međusobno **NE** miješaju. Postupak ekstrakcije izvodi se u **lijevku za odjeljivanje**.

DESTILACIJA je metoda odjeljivanja, najčešće homogenih smjesa, dviju ili više tekućina od kojih svaka ima različito vrelište ili tekućine i u njoj otopljene čvrste tvari koja ne isparava. Sam postupak sastoji se u tome da se smjesa zagrijava u tikvici dok se tlak para tekućine koja ima niže vrelište ne izjednači s atmosferskim tlakom (vrelište). Tada tekućina isparava, pare se prilikom prolaska kroz **Liebigovo hladilo** kondenziraju, a **destilat** se skuplja u drugu tikvicu, tzv. **predlošku**.

Ako tvari koje odvajamo destilacijom imaju visoka vrelišta ili su osjetljive na visoku temperaturu (termički se raspadaju) radi se **DESTILACIJA PRI SNIŽENOM TLAKU (VAKUUM DESTILACIJA)**.

FRAKCIJSKOM DESTILACIJOM mogu se odvojiti tvari bliskog vrelišta, a aparatura se razlikuje od prethodne dvije po koloni za frakcijsku destilaciju (**Vigreuxova kolona**) koja se nastavlja na tikvicu u kojoj se nalazi smjesa.

SUBLIMACIJA podrazumijeva fazni prijelaz iz čvrstog, direktno, u plinovito agregacijsko stanje. U kemiji se, također, koristi za pročišćavanje tvari. Da bi se neka tvar mogla odvojiti sublimacijom, ta tvar pri povišenoj temperaturi mora sublimirati, a ostale tvari u smjesi ne. Primjer tvari koje sublimiraju su: jod, naftalen, kamfor, sumpor i dr.

KROMATOGRAFIJA metoda za odvajanje, identifikaciju i analizu sastojaka smjese. Temelji se na različitom kretanju tvari između dvije faze: stacionarne (nepokretne) faze (npr. papir, silikagel) i mobilne (pokretne) faze (npr. otapalo ili plin) koja prenosi sastojke smjese. Komponente smjese različito međudjeluju sa stacionarnom i mobilnom fazom, pa se kreću različitim brzinama i tako odvajaju.

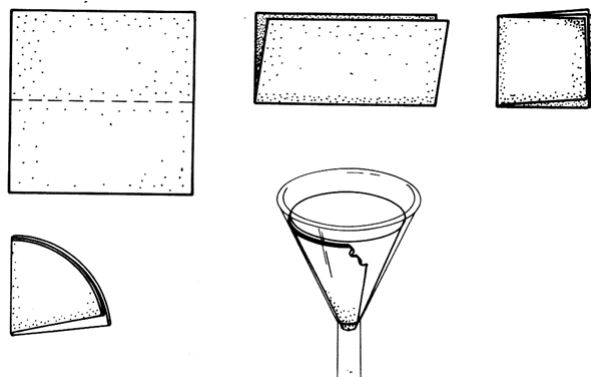
Naziv vježbe: Filtracija

Radni zadatak: Provesti sedimentaciju, dekantiranje i filtraciju odabrane smjese

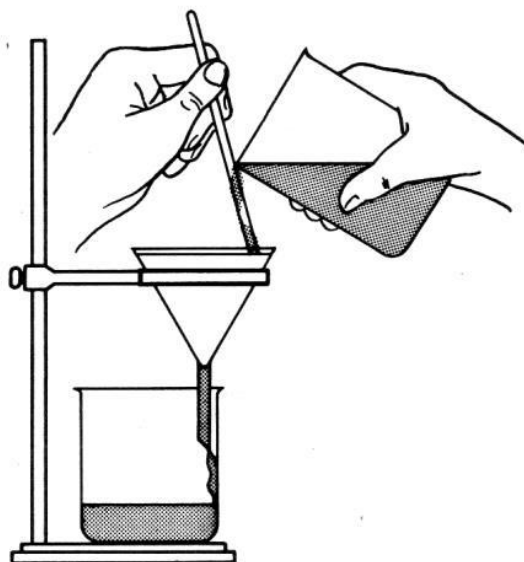
Pribor i kemikalije: metalni stalak, metalni prsten, Erlenmeyerova tikvica, obični lijevak, filter papir, čaša, stakleni štapić, voda, uzorak smjese za filtraciju (pijesak, usitnjena kreda...)

Opis postupka:

- 1.) Sastaviti aparaturu za filtraciju. Ljevak mora biti postavljen tako da vrat lijevka s **duljom stranom dodiruje**, tj. stoji priljubljeno uz stijenku čaše/tikvice.
- 2.) Složiti običan filter papir (**Slika 1.**).
- 3.) Postavite filter papir u lijevak. Visina filter papira mora biti oko 0,5 cm niže od visine lijevka.
- 4.) Provedite filtraciju odabrane smjese (**Slika 2.**). Prilikom filtriranja volumen smjese **NE SMIJE** prelaziti 0,5 cm od ruba filter papira. Također, smjesa se izlijeva preko staklenog štapića pri čemu stakleni štapić **NE SMIJE DODIRIVATI** filter papir u lijevku; stakleni štapić samo usmjerava tekućinu u lijevak.



Slika 1. Postupak slaganja običnog filter papira



Slika 2. Postupak filtracije

Naziv vježbe: Prekristalizacija

Radni zadatak: Pročistiti tvar prekristalizacijom

Uvod:

Metoda razdvajanja smjesa (homogenih i heterogenih) koja se najčešće koristi za čišćenje onečišćenih tvari.

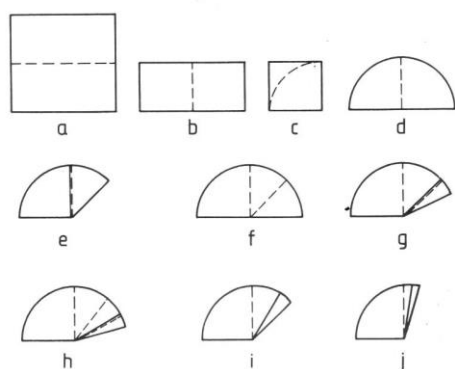
Da bi se neka tvar mogla očistiti prekristalizacijom, mora imati svojstvo da je u odabranom otapalu pri **povišenoj temperaturi** puno topljivija nego pri sobnoj temperaturi.

Za otapanje tvari uzima se **što manja količina otapala**, kako bi se pri povišenoj temperaturi dobila **zasićena otopina** s obzirom na otoplenu tvar koja se želi prekristalizirati.

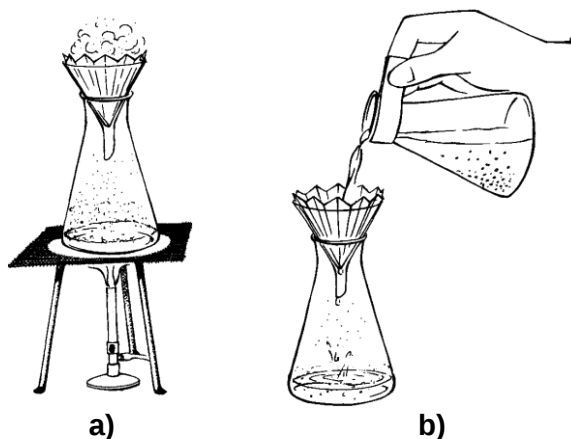
Hlađenjem pročišćene otopine dolazi do kristalizacije čiste tvari iz **matičnice**.

Prisutna onečišćenja u vrućoj otopini prije filtriranja mogu biti topljiva i netopljiva: topljiva onečišćenja neće iskristalizirati hlađenjem jer otopina nije zasićena s obzirom na njih, a netopljiva se uklanjaju filtriranjem vruće otopine preko naboranog filter papira

Kao tvar za pročišćavanje često se koristi i **aktivni ugljen** koji ima veliku **specifičnu površinu** (do 2500 m²/g) te ima sposobnost **adsorpcije** (vezanja) nečistoća.



Slika 1. Postupak slaganja naboranog filter papira



Slika 2. Prekristalizacija - **a)** zagrijavanje lijevka s naboranim filter papirom, **(b)** filtriranje vruće otopine preko **NABORANOG** filter papira

Pribor i kemikalije: tronog, željezni stalak, metalni prsten, lijevak, ekološka mrežica, plamenik, vaga, Erlenmeyerova tikvica, čaša, menzura, žličica, filter papir, nečista benzojeva kiselina (C₆H₅COOH, s), aktivni ugljen

Opis postupka:

- 1.) Složite dvije aparature: za zagrijavanje u tikvici i za filtraciju.
- 2.) Složite naborani filter papir (**Slika 1.**).
- 3.) Izvažite 1 g nečiste tvari direktno u Erlenmeyerovu tikvicu (benzojeva kiseline – **m = 1 g**)
- 4.) Dodajte između 30 i 40 mL vode te na **vrh žličice** aktivnog ugljena. Otapa li se benzojeva kiselina u vodi?
- 5.) Zagrijte smjesu do vrenja, tako da je lijevak s naboranim filter papirom na Erlenmeyerovoj tikvici tijekom zagrijavanja (**Slika 2.a**). Zašto lijevak s filter papirom mora biti na tikvici tijekom zagrijavanja?
- 6.) Kada para počne izlaziti preko lijevka i filter papira, što brže prebacite lijevak s filter papirom na metalni prsten, i odmah odjednom prelijte sadržaj tikvice preko lijevka (**Slika 2.b**)

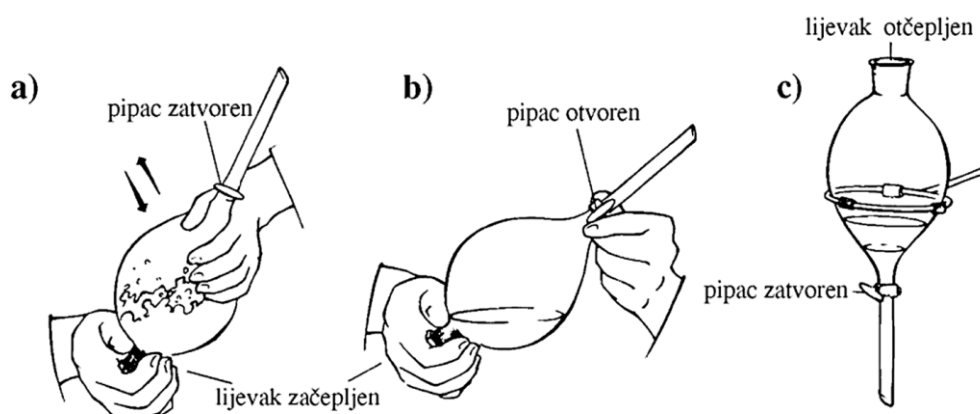
Naziv vježbe: Ekstrakcija

Radni zadatak: Izdvojiti jod iz vodene otopine

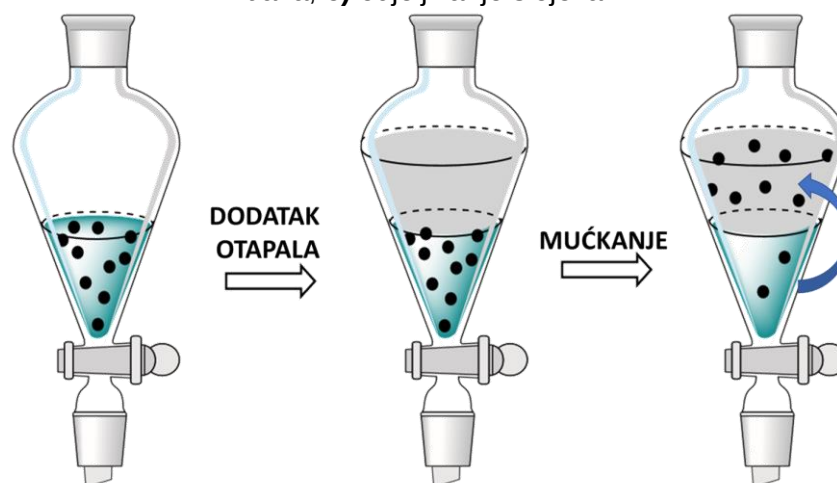
Pribor i kemikalije: vodena otopina joda (I_2 , aq), organsko otapalo (dietil-eter, kloroform, heksan...) lijevak za odjeljivanje, metalni stalak, metalni prsten, obični lijevak, menzura, čaša, Erlenmeyerova tikvica

Opis postupka:

- 1.) Postavite lijevak za odvajanje u metalni prsten koji je pričvršćen za metalni stalak.
- 2.) U lijevak za odjeljivanje dodajte približno 10 mL vodene otopine joda. Uočite boju otopine joda.
- 3.) Zatim dodajte 5 mL organskog otapala (dietil-eter, kloroform, heksan...) u menzuru i pomoću običnog lijevka i prenesite u lijevak za odjeljivanje.
- 4.) Začepite lijevak za odjeljivanje i dobro protresite smjesu. Povremeno prestanite tresti i otvorite ventil na lijevku za odvajanje kako biste izjednačili tlak (**Slika 1.**).
- 5.) Nakon toga postavite lijevak za odjeljivanje na metalni prsten i **odmah MAKNITE ČEP.**
- 6.) Pričekajte nekoliko minuta dok se postigne ravnoteža i jasno uočite dva sloja. Provjerite boju. Ispustite donji sloj do Erlenmeyerove tikvice, a gornji sloj kroz otvor lijevka.
- 7.) Vratite vodeni sloj u lijevak za odjeljivanje, dodajte dietil-eter ili kloroform i ponovite postupak. Uočite intenzitet boje.



Slika 1. Ekstrakcija: **a)** izmućkavanje, **b)** izjednačavanje unutarnjeg i vanjskog tlaka, **c)** odjeljivanje slojeva



Slika 2. Odjeljivanje slojeva

Naziv vježbe: Destilacija pri atmosferskom tlaku

Radni zadatak: Odvojiti sastojke iz smjese destilacijom pri atmosferskom tlaku

Pribor i kemikalije: pribor je naveden uz skicu aparature, otopina modre galice

Uvod:

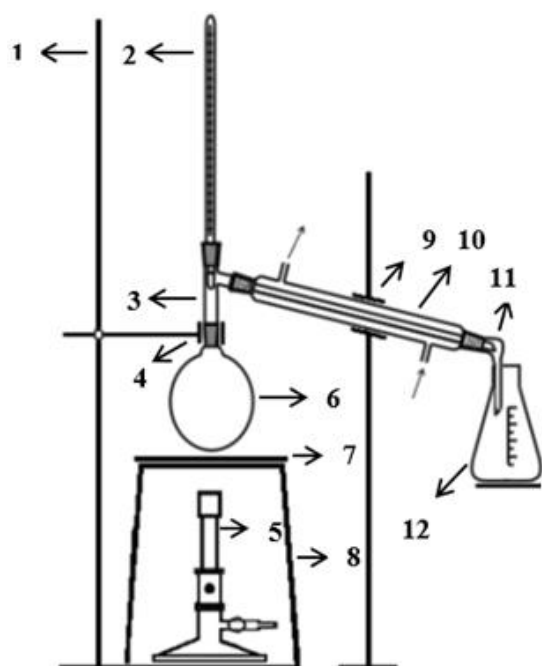
Destilacija je metoda koja se temelji na razdvajanju **HOMOGENIH SMJESA (OTOPINE)** koje se sastoje od **NEHLAPLJIVE** čvrste tvari i **HLAPLJIVIJEG** otapala. Razdvajanje se temelji na **razlici u vrelištu**.

Vrelište otapala je redovito niže od vrelišta otopljene tvari pa će, prema tome, prvo destilirati otapalo, a u tikvici će ostati čvrsta tvar.

Tijekom zagrijavanja otopine, u otopinu je obavezno staviti tzv. **kamenčiće za vrenje** (komadići neglaziranog porculana) kako ne bi došlo do **ZAKAŠNJELOG VRENJA**.

Zakašnjelo vrenje je pojava da se tekućina pri zagrijavanju lokalno (mjestimično) pregrije, tj. zagrije iznad temperature vrelišta, a onda odjednom, naglo prijeđe u paru uz „poskakivanje.“ Kamenčići za vrenje omogućavaju jednolično zagrijavanje tekućine.

Skica aparature:



Slika 1. Skica aparature za destilaciju pri atmosferskom tlaku

Opis promjene:

Zapažanja:

Zaključak:

- 1.) Što je vrelište i koja je veza između vrelišta i tlaka pare?
- 2.) Kako vrelište tekućine ovisi o atmosferskom tlaku? Pri kojem tlaku je određeno vrelište svih čistih tvari?
- 3.) Ima li više vrelišta otopina ili čisto otapalo? Objasni svoj odgovor.
- 4.) Zašto je kod destilacije pri atmosferskom tlaku važno da je otopljena tvar nehlapljiva?
- 5.) Kako se iz homogene smjese (otopine) mogu odvojiti tvari koje imaju bliska vrelišta (npr. smjesa etanola ($t_v = 78\text{ }^{\circ}\text{C}$) i vode ($t_v = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$))?
- 6.) Objasni zašto je vrelište vode više od vrelišta etanola?

1 –
2 –
3 –
4 –
5 –
6 –
7 –
8 –
9 –
10 –
11 –
12 –

Naziv vježbe: Sublimacija

Radni zadatak: Odvojiti natrijev klorid i amonijev klorid te izračunati masene udjele sastojaka u smjesi

Pribor i kemikalije: tehnička vaga, dvije papirnate lađice, željezni stalak, uglata hvataljka, mufa, plamenik, šibice, komadić vate, natrijev klorid (NaCl, s), amonijev klorid (NH₄Cl, s)

Opis postupka:

- 1.) Izvažite **ČISTU** i **potpuno SUHU** epruvetu na tehničkoj vagi. Ukoliko nemate suhu epruvetu, osušite epruvetu s pomoću plamenika.
- 2.) U epruvetu stavite oko 1,5 žličica natrijeva klorida i isto toliko amonijeva klorida. Ponovno izvažite epruvetu na **ISTOJ** vagi kao i prvi put.
- 3.) Epruvetu uzorkom učvrstite na stalak u blago kosom položaju. Epruvetu začepite rahlim smotuljkom vate. Vata ne smije biti previše nabijena u epruvetu. Gornji kraj epruvete omotajte komadićem tkanine koji ste prethodno namočili vodovodnom vodom i **dobro** ocijedili.
- 4.) Upalite plamenik i lagano zagrijavajte polušuštećim plamenom tako da plamenik konstantno držite za postolje u ruci. Uočite što se događa sa sadržajem tijekom zagrijavanja.
- 5.) Kada više ne uočavate promjene tijekom zagrijavanja, prekinite zagrijavanje. Napravite i izvažite dvije papirnate lađice. Svaku lađicu označite (**NaCl** i **NH₄Cl**).
- 6.) Pomoću spatule i/ili staklenog štapića sa stijenke epruvete sastružite amonijev klorid u jednu lađicu (koliko je maksimalno moguće), a u drugu istresite natrijev klorid zaostao na dnu epruvete.
- 7.) Izračunajte udio natrijeva klorida i amonijeva klorida u smjesi.

REZULTATI MJERENJA:

Tablica 1. Određivanje mase i masenih udjela amonijeva klorida i natrijeva klorida u smjesi

masa prazne epruvete	$m_1 =$
masa epruvete + NaCl + NH ₄ Cl	$m_2 =$
masa smjese (NaCl + NH ₄ Cl)	$m_3 = m_2 - m_1 =$
masa prazne lađice za NH ₄ Cl	$m_4(\text{lađica})_{\text{NH}_4\text{Cl}} =$
masa lađice + NH ₄ Cl	$m_5(\text{lađica} + \text{NH}_4\text{Cl}) =$
masa NH ₄ Cl	$m_6(\text{NH}_4\text{Cl}) = m_5 - m_4 =$
masa prazne lađice za NaCl	$m_7(\text{lađica})_{\text{NaCl}} =$
masa lađice + NaCl	$m_8(\text{lađica} + \text{NaCl}) =$
masa NaCl	$m_9(\text{NaCl}) = m_8 - m_7 =$
maseni udio NH ₄ Cl	$w(\text{NH}_4\text{Cl}) =$
maseni udio NaCl	$w(\text{NaCl}) =$

ZAKLJUČAK:

- 1.) Koja je razlika između sublimacije i termičke disocijacije? Sublimira li amonijev klorid?
- 2.) Koje su kemijske veze prisutne u natrijevom kloridu, a koje u amonijevom kloridu?
- 3.) Koja tvar ima više talište? Zašto?
- 4.) Je li zbroj masenih udjela jednak 100 %? Zašto? Objasni.

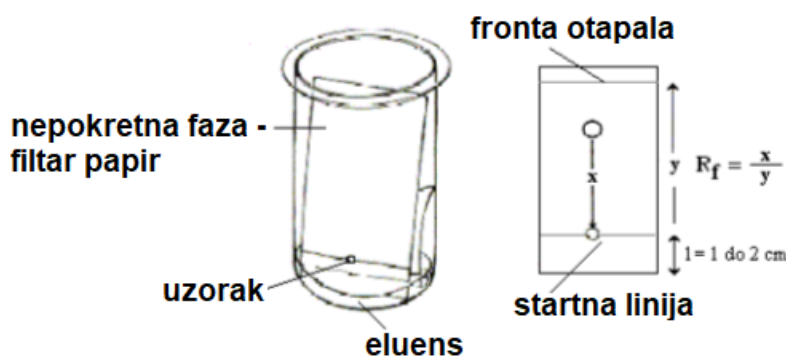
Naziv vježbe: Kromatografija

Radni zadatak: Kromatografijom odvojiti i odrediti sastav prehrambenih boja te izračunati faktor zadržavanja

Pribor i kemikalije: čaša, kromatografski papir, satno staklo, Petrijeva zdjelica, kapilare, prehrambene boje, otapalo

Uvod:

Pod kromatografijom se podrazumijevaju metode odvajanja koje se temelje na različitoj raspodjeli komponenti uzorka između dvije faze koje se gibaju jedna u usporedbi s drugom. Metodu je među prvima razvio Mikhail Semjonovič Tsvet početkom 20. st. **Nepokretna (stacionarna) faza** može biti krutina ili tekućina, **pokretna (mobilna)** tekućina ili plin. Kromatografija na papiru zasniva se na razdiobi tvari koju razdjeljujemo (npr. ekstrakt pigmenta) između otapala kao tekuće mobilne faze (smjesa otapala, **eluens**) i stacionarne faze krutog **adsorbensa** (npr. filtrirni papir). Kod ovakve kromatografije otapalo se uspinje uz papir zbog kapilarnih sila pri čemu dolazi do prenošenja i razdvajanja komponenti smjese. Kad se otapalo približi gornjem rubu papira, papir se izvadi iz komore i zabilježi se udaljenost do koje je došlo otapalo (*fronta otapala*). Papir s definiranim mjestima adsorbirane tvari zove se **kromatogram**.



Slika 1. Tankoslojna kromatografija – postupak razvijanja kromatograma

Komponente smjese poznatog sastava mogu se identificirati na temelju izračunatih **R_f vrijednosti** (faktor zadržavanja, engl. *related to front*). Općenito se tankoslojna kromatografija koristi za **identificiranje tvari, kontrolu čistoće nekog spoja, praćenje tijeka reakcije**, ali i u **preparativne svrhe**.

Opis postupka:

- 1.) Na kromatografskom papiru 1 cm od ruba povucite ravnu liniju (startna linija) grafitnom olovkom s pomoću ravnala.
- 2.) Na startnu liniju nanosite uzorke prehrambenih boja s pomoću kapilare. Također, nanosite i smjesu prehrambenih boja.
- 3.) Papir s nanesenim uzorcima uronite u čašu s otapalom, ali tako da otapalo **NIKAKO** ne prelazi startnu liniju – samo rub papira mora biti uronjen u otapalo.
- 4.) Poklopite čašu satnim staklom i **više ne pomičite čašu**.
- 5.) Otapalo se uspinje kapilarnim silama po papiru. Kada otapalo dođe 2 cm ispod gornjeg ruba, izvadite papir iz čaše i odmah olovkom označite do kuda je došlo otapalo – fronta otapala.
- 6.) Osušite kromatogram, uočite od kojih se komponenata sastoji smjesa te izračunajte faktore zadržavanja. Rezultate prikažite tablično.

Naziv vježbe: Bojenje plamena – Beilsteinova proba

Radni zadatak: Uočiti boje plamena koje daju soli alkalijskih i zemnoalkalijskih metala

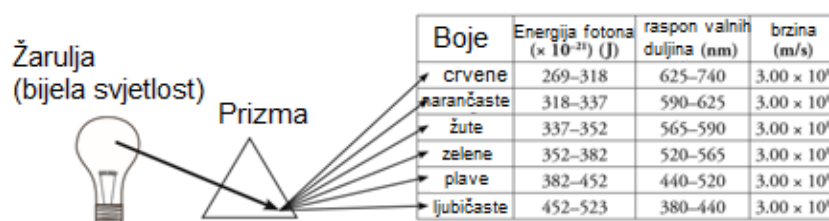
Pribor i kemikalije: bakrena žica provučena kroz pluteni čep, satno staklo, plamenik, soli alkalijskih ($\text{Li}^+(\text{aq})$, $\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{K}^+(\text{aq})$) i zemnoalkalijskih ($\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Sr}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$) metala

Opis postupka:

- 1.) Upalite plamenik te se u potpunosti otvori regulator dovoda zraka te regulira visina plamena tako da se jasno vide dvije zone plamena.
- 2.) Na satno staklo kapnite 3 – 4 kapi vodene otopine soli alkalijskog i/ili zemnoalkalijskog metala.
- 3.) Užarite bakrenu žicu (do crvenog usijanja) u najtoplijem dijelu plamena, a satno staklo sa kapljicama vodene otopine soli prinesite otvoru zraka. Užarenom žicom dotaknite otopinu tako da se otopina rasprši u dimnu cijev plamenika.
- 4.) Uočite boje pojedinih soli i zapišite ih u obliku tablice.

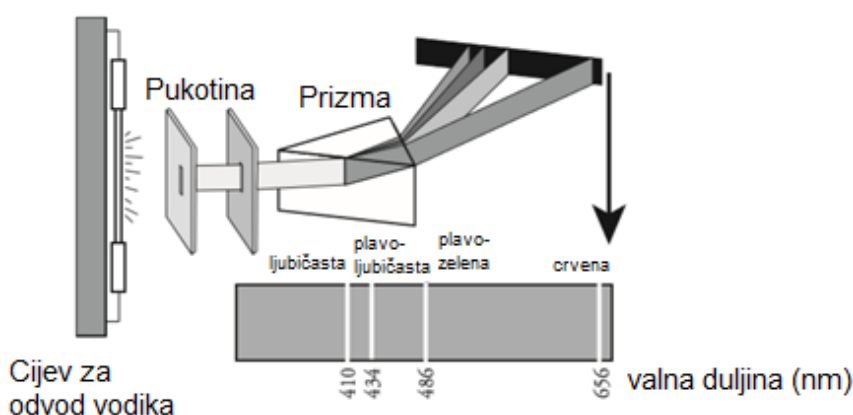
Zadaci:

- 1.) Zašto boje u tablici nisu napisane u jednini nego u množini (crvenE, narančastE, žutE...)?



- 2.) Prouči emisijski spektar atoma vodika i odgovori:

- a) Koja boja u spektru ima najveću valnu duljinu?
- b) Koja boja u spektru ima najveću energiju?
- c) Koja boja u spektru ima najmanju valnu duljinu?
- d) Koja boja u spektru ima najmanju energiju?



- 3.) Svjetlost valne duljine 614,5 nm emitira narančastu boju. Koliku energiju (u eV) daje foton narančaste svjetlosti? ($1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)
- 4.) Emisijski spektar cezija (Cs) sadrži dvije linije čije su frekvencije $3,45 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ i $6,53 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Izračunaj valne duljine i energije zračenja tih dviju linija. Koje boje su te linije (koristi tablicu iz prvog zadatka)?
- 5.) Kada se ionima rubidija dovede toplinska energija, u emisijskom spektru opažaju se dvije linije čije su valne duljine $7,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ i $4,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Izračunaj frekvencije tih linija i izrazi ih u THz. Koje boje su linije opažene u spektru?
- 6.) Oči pojedinih gmazova prenose vizualni signal u mozak kada su vidni receptori (štapići i čunjići) na udaru fotona valne duljine od 850 nm. Ako je za aktiviranje signala potrebna ukupna energija od $3,15 \cdot 10^{-14} \text{ J}$, koji je minimalni broj fotona koji mora pogoditi receptor?

Naziv vježbe: Ionski i kovalentni spojevi

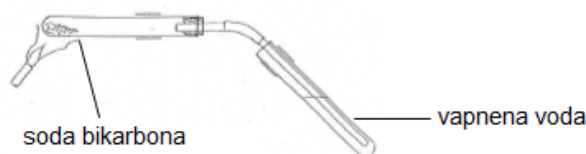
Radni zadatak: Dobiti sodu žarenjem sode bikarbone i ispitati kemijska svojstva sode bikarbone i sode

Pribor i kemikalije: stalak s epruvetama, gumena cjevčica s čepom za epruvete, plamenik, željezni stalak, stezaljka (mufa), uglata hvataljka, šibice, destilirana voda, natrijev hidrogenkarbonat (soda bikarbona), kiselina (dušična, sumporna, klorovodična ili octena), otopina fenolftaleina, vapnena voda (vodena otopina kalcijeva hidroksida)

Opis postupka:

- 1.) U epruvetu stavite žličicu sode bikarbone (natrijeva hidrogenkarbonata) i dodajte oko 2 mL destilirane vode. Što uočavaš? Je li soda bikarbona dobro topljiva sol u vodi? Dotakni stijenke epruvete? Što primjećuješ?
- 2.) U istu epruvetu dodajte 1 – 2 kapi fenolftaleina. Što uočavaš? Koji ioni su prisutni u vodenoj otopini sode bikarbone?
- 3.) Sada u istu epruvetu dodajte oko 0,5 mL kiseline (po izboru). Što uočavaš. Otvoru epruvete prinesite upaljenu šibicu. Što se dogodilo s plamenom šibice?
- 4.) U **potpuno SUHU** epruvetu (ukoliko nema suhe epruvete u stalku, epruveta se osuši koristeći plamenik) stavite oko **2 žličice sode bikarbone** te epruveta začepite čepom s gumenom cijevi (**Slika 1.**) i učvrstite za željezni stalak.
- 5.) U drugu epruvetu ulijte oko **2 mL vapnene vode** (vodena otopina kalcijeva hidroksida) i visinu epruvete (na stalku) postavite tako da je **gumena cijev uronjena u vapnenu vodu** (**Slika 1.**). Epruveta u koju ste ulili vapnenu vodu **NE MORA biti SUHA**.
- 6.) Sodu bikarbonu žarite polušuštećim plamenom plamenika pri čemu **plamenik konstantno držite za postolje u jednoj ruci**, a **epruvetu s vapnenom vodom u drugoj ruci**. Sodu bikarbonu žarite toliko dugo dok se ne uoče promjene u epruveti s vapnenom vodom. Nakon uočenih promjena, **CIJEV ODMAH IZVADITE IZ EPRUVETE S VAPNENOM VODOM** te uzorak žarite još minimalno 3 – 5 minuta.
- 7.) Nakon zagrijavanja, epruveta u kojoj ste žarili sodu bikarbonu ostavite da se ohladi.
- 8.) Kada se epruveta ohladi, malu količinu produkta iz epruvete pretresite u drugu epruvetu i dodajte oko 2 mL destilirane vode. Što uočavaš? Je li dobiveni produkt dobro topljiv u vodi? Dotakni stijenke epruvete? Što primjećuješ?
- 9.) U istu epruvetu dodajte 1 – 2 kapi fenolftaleina. Što uočavaš? Koji ioni su prisutni u vodenoj otopini produkta?
- 10.) Sada u istu epruvetu dodajte oko 0,5 mL kiseline (po izboru). Što uočavaš. Otvoru epruvete prinesi upaljenu šibicu. Što se dogodilo s plamenom šibice?
- 11.) Koristeći Lewisove strukturne formule prikažite sve **ANIONE** koji se pojavljuju u vježbi.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za analizu i žarenje uzorka sode bikarbone

Naziv vježbe: Soli

Radni zadatak: Dobiti i ispitati svojstva u vodi topljivih i netopljivih soli

Pribor i kemikalije stalak s epruvetama, šibice, vodene otopine soli: natrijeva klorida, kalijeva jodida, kalijeva (ili natrijeva bromida), magnezijeva sulfata, natrijeva karbonata, srebrova nitrata i barijeva klorida, otopina amonijaka, koncentrirana sumporna kiselina, otopina octene (etanske) kiseline, olovov(II) acetat (etanoat)

Opis postupka:

Napomena: Prije rada, sve epruvete potrebno je dobro oprati deterdžentom, isprati vodovodnom i na kraju destiliranom vodom!

1.) U šest epruveta redom dodajte oko 1 mL sljedećih vodenih otopina: natrijev klorid, kalijev (ili natrijev) bromid, kalijev jodid, magnezijev sulfat, olovov(II) acetat (etanoat) – peta i šesta epruveta i natrijev karbonat (vidi tablicu). Pripazite da je razina svih otopina u epruvetama približno jednaka.

2.) U prve tri epruvete dodajte otopinu **srebrova nitrata** i sadržaj protresite. Potom u iste tri epruvete dodajte otopinu **amonijaka**. Sadržaj epruveta **snažno** protresite.

3.) U **četvrtu epruvetu** (otopina **magnezijeva sulfata**) dodajte otopinu **barijeva klorida**. Sadržaj protresite. Sadržaju dodajte oko **2 mL sumporne kiseline**. Što uočavaš?

4.) U **petu i šestu epruvetu** dodajte otopinu olovova(II) acetata, otopinu **kalijeva jodida** (peta epruveta), a u **šestu epruvetu** dodajte otopina natrijeva sulfida.

5.) Sadržaj prve epruvete bacite u izljevi i operite ju. Ulijte u epruvetu otopinu natrijeva karbonata i dodajte otopinu kalcijeva klorida. Protresite sadržaj i istoj otopini dodajte oko 1 mL otopine octene (etanske) kiseline. **ODMAH** u epruvetu prinesite upaljenu šibicu. Što uočavaš?

6.) Zabilježite sva zapažanja iz svakog koraka.

Zapažanja:

epruveta	NaCl(aq) 1. epruveta	KBr(aq) 2. epruveta	KI(aq) 3. epruveta	MgSO ₄ (aq) 4. epruveta	Pb(CH ₃ COO) ₂ (aq) 5. i 6. epruveta	Na ₂ CO ₃ (aq)
1. dodana otopina	AgNO ₃ (aq)	AgNO ₃ (aq)	AgNO ₃ (aq)	BaCl ₂ (aq)	KI(aq) – peta epruveta	CaCl ₂ (aq)
2. dodana otopina	NH ₃ (aq)	NH ₃ (aq)	NH ₃ (aq)	H ₂ SO ₄ (aq)	Na ₂ S(aq) – šesta epruveta	CH ₃ COOH(aq)

Jednadžbe kemijskih reakcija:

- 1.) jednadžba kemijske reakcije na *molekularnoj* razini
- 2.) ukupna ionska jednadžba kemijske reakcije
- 3.) jednadžba kemijske reakcije

Zaključak:

Naziv vježbe: Otapanje ionskih spojeva u vodi

Radni zadatak: Kvalitativno odrediti kako se otapaju soli u vodi te zaključiti koji proces je dominantniji pri otapanju soli u vodi

Pribor i kemikalije: stalak sa 6 epruveta, menzura od 5 ili 10 mL, termometar, destilirana voda, čvrsti uzorci soli

Opis postupka:

- 1.) Odmjerite menzurom 5 mL destilirane vode u epruvetu.
- 2.) Izmjerite temperaturu destilirane vode i zapisati je (t_1). Temperatura vode je ista za sve uzorke
- 3.) U preostalih 5 epruveta stavite jednu žličicu različitih uzoraka soli. **Pazite da se pri tome ne pomiješaju žličice!**
- 4.) Odmjerite menzurom 5 mL destilirane vode i odmah staviti termometar u epruvetu s uzorkom soli te lagano miješajte sadržaj epruvete.
- 5.) Kada se sva sol otopi, zapišite konačnu temperaturu otopine (t_2).
- 6.) Isperite termometar vodom i obrišite ga krpom te ponovite korake 4.) i 5.) za svaku sol.
- 7.) Rezultate mjerenja prikažite tablično.

Rezultati mjerenja:

Formula soli	$t_1(\text{H}_2\text{O}) / ^\circ\text{C}$	$t_2(\text{otopina}) / ^\circ\text{C}$	$\Delta t / ^\circ\text{C}$	$\Delta T / \text{K}$	$\Delta_{\text{ks}}H$ i $\Delta_{\text{hid}}H$	$\Delta_{\text{sol}}H$ (< 0 ili > 0)
					$ \Delta_{\text{ks}}H $ $ \Delta_{\text{hid}}H $	
					$ \Delta_{\text{ks}}H $ $ \Delta_{\text{hid}}H $	
					$ \Delta_{\text{ks}}H $ $ \Delta_{\text{hid}}H $	
					$ \Delta_{\text{ks}}H $ $ \Delta_{\text{hid}}H $	
					$ \Delta_{\text{ks}}H $ $ \Delta_{\text{hid}}H $	
					$ \Delta_{\text{ks}}H $ $ \Delta_{\text{hid}}H $	

Zaključak:

- 1.) Do kojih energetske procesa uvijek dolazi tijekom otapanja soli u vodi?
- 2.) Koji je proces endoterman, a koji je egzoterman?
- 3.) Koje soli (u provedenoj vježbi) u vodi otapaju endotermno, a koje egzotermno? Objasni odgovor na temelju procesa koji se odvijaju tijekom otapanja soli.
- 4.) Što možeš zaključiti o soli kod koje se otapanjem temperatura gotovo nije promijenila ili se vrlo malo promijenila? Koja je to sol?
- 5.) Prema odgovoru 3.) pitanju, kojim solima se topljivost povećava, a kojima smanjuje s porastom temperature?

Naziv vježbe: Topljivost soli

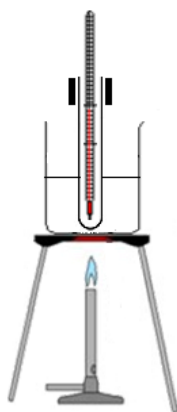
Radni zadatak: Eksperimentalno odrediti krivulju topljivosti kalijeva nitrata

Pribor i kemikalije: čaša od 250 mL, menzura od 5 mL ili 10 mL, tehnička vaga, kuhalo za vodu, tronog, ekološka mrežica, plamenik, termometar, kalijev nitrat (KNO_3 , s), destilirana voda (H_2O , l)

Opis postupka:

- 1.) Izvažite **3 g kalijevog nitrata** u suhu epruvetu i dodajte **3 mL destilirane vode** u epruvetu. Ako nemate suhu epruvetu, osušite je s pomoću plamenika.
- 2.) Zagrijte vodu u kuhalu do vrenja, a zatim je prelijte u čašu. Nastavite grijati vodu plamenom plamenika kako biste je održali na temperaturi vrenja.
- 3.) Stavite termometar u epruvetu i miješajte sadržaj neko vrijeme koristeći termometar. **Od ovog trenutka NE vadite termometar iz epruvete do kraja vježbe!** Što možete primijetiti? Što se događa s temperaturom? Što možete zaključiti?
- 4.) Stavite ekološku mrežicu na tronog i postavite čašu na nju. Učvrstite epruvetu s termometrom na željezni stalak tako da epruveta bude iznad čaše (**Slika 1.**). Uronite epruvetu s termometrom u čašu s vrućom vodom te **vrlo NJEŽNO i LAGANO miješajte sadržaj epruvete dok se sav kalijev nitrat ne otopi.** Epruveta je najtanja na samom dnu zato je iznimno važno miješati sadržaj polako kako epruveta ne bi puknula.
- 5.) Kada se sav kalijev nitrat otopi, podignite epruvetu s termometrom iznad čaše tako da više nije uronjena u vodu. **NJEŽNO i LAGANO** miješajte sadržaj termometrom.
- 6.) Kada se pojavi **PRVI** kristalić kalijevog nitrata, očitajte i zabilježite temperaturu u tablicu.
- 7.) Dodajte 1 mL vode u epruvetu, spustite je ponovno u čašu s vrućom vodom i nježno miješajte termometrom dok se sadržaj ne otopi.
- 8.) Ponovite korake 4.) do 7.) barem još 4 – 5 puta i zabilježite podatke u tablicu. Pretpostavite gustoću vode, $\rho(\text{H}_2\text{O}) \approx 1 \text{ g mL}^{-1}$. Nakon trećeg mjerenja, hladite epruvetu u čaši s hladnom vodom kako biste ubrzali proces kristalizacije.
- 9.) **Kalijev nitrat** iz epruvete **NE bacajte u izljev** već ga prelijte u posebnu čašu. Uparavanjem vode može se dobiti ponovno čvrsti kalijev nitrat koji se ponovno može iskoristiti.
- 10.) Prikažite podatke iz tablice **GRAFIČKI** na milimetarskom papiru, kao **ovisnost topljivosti kalijevog nitrata o temperaturi**.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za zagrijavanje sadržaja u vodenoj kupelji

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Prikaz rezultata topljivosti kalijeva nitrata

Broj mjerenja	$m(\text{KNO}_3) / \text{g}$	$m(\text{H}_2\text{O}) / \text{g}$	$m(\text{otopine}) / \text{g}$	$t / ^\circ\text{C}$	TOPLJIVOST	
					$w_{\text{sat}}(\text{KNO}_3) / \%$	$\frac{m(\text{KNO}_3)}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Zadatci:

1.) Izračunaj masu kalijeva permanganata kojeg treba otopiti da se pripravi 200 g zasićene otopine. Topljivost kalijeva permanganata pri 20 °C je 6,33 g u 100 g H₂O.

2.) Na temelju podataka iz krivulje topljivosti izračunaj maseni udio olovova(II) nitrata u zasićenoj otopini pri 40 °C.

3.) Na temelju podataka iz krivulje topljivosti izračunaj masu kalijeva klorata koju je potrebno dodati u 250 g vode da bi otopina bila zasićena.

4.) Na temelju podataka iz krivulje topljivosti izračunaj koliko se kalijeva nitrata može iskristalizirati iz 100 g otopine zasićene pri 50 °C ako se ona ohladi na 15 °C.

5.) Koliko će kalijeva dikromata iskristalizirati iz 100 g otopine zasićene pri 90 °C ako se ista otopina ohladi na 50 °C? Za podatke o topljivosti koristi priloženi graf.

6.) Prema priloženom grafu odgovori kojoj se od soli navedenih u dijagramu topljivost smanjuje povišenjem temperature u temperaturnom području od 0 °C do 30 °C?

A. NaNO₃

B. Ce₂(SO₄)₃

C. KCl

D. KNO₃

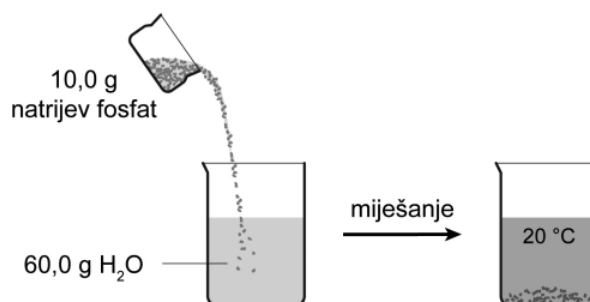
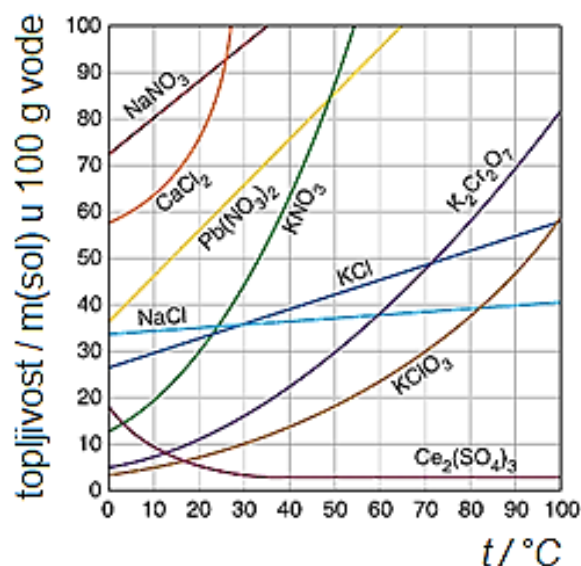
7.) Crtežom je prikazan pokus otapanja natrijeva fosfata u vodi. U 100 g vode pri 20 °C može se otopiti najviše 12,1 g natrijeva fosfata.

a) Jednadžbom reakcije prikaži otapanje natrijeva fosfata u vodi. Označi agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

b) Koja vrsta smjese nastaje prikazanim pokusom?

c) Izračunaj masu **neotopljenog** natrijeva fosfata u čaši nakon uspostavljanja ravnotežnog stanja. (Rj.: 2,74 g)

d) Kolika je najmanja masa vode koju treba dodati pripremljenoj smjesi pri 20 °C da bi se, uz miješanje, otopio sav natrijev fosfat? (Rj.: 22,6 g)



Naziv vježbe: Krivulja hlađenja

Radni zadatak: Eksperimentalno odrediti krivulju hlađenja stearinske kiseline

Pribor i kemikalije: čaša, epruveta, termometar do 100 °C, željezni stalak, hvataljka s mufom, tronog, plamenik, štoperica, stearinska kiselina

Opis postupka:

- 1.) Epruvetu napunite do polovine stearinskom kiselinom. Čašu napunite vrućom vodom (oko 80 °C)
- 2.) Epruvetu napunite stearinskom kiselinom do trećine visine te uronite u čašu s vrućom vodom. U rastaljenu stearinsku kiselinu uronite termometar tako da se njegov rezervoar nađe u sredini taline. Koristite prerezani gumeni čep koji ne zaklanja skalu termometra.
- 3.) Epruvetu s rastaljenim uzorkom stearinske kiseline i termometrom izvadite iz čaše s toplom vodom i učvrstite hvataljkom na željezni stalak dalje od izvora topline. Epruveta s uzorkom pustite kako bi se spontano hladila te se svake minute očitava temperatura.
- 4.) Na **milimetarskom papiru** (ili u MS Excelu) prikažite termogram - ovisnost temperature hlađenja o vremenu. Točke povežite u krivulju. Odredite talište stearinske kiseline.

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Hlađenje taline stearinske kiseline tijekom vremena

<i>t/min</i>	<i>t °C</i>
0	
1	
2	
3	
...	

Grafički prikaz:

Opis promjene:

Zapažanja:

Zaključak:

- 1.) Je li potrebno izvana dovoditi toplinu za taljenje stearinske kiseline?
- 2.) Što se događa daljnjim zagrijavanjem rastaljene stearinske kiseline?
- 3.) Je li se temperatura tijekom hlađenja stearinske kiseline linearno snizuje protekom vremena?
- 4.) Zašto se temperatura stearinske kiseline ne mijenja tijekom njezina skrućivanja?
- 5.) Na temelju krivulje hlađenja odredite talište i krutište stearinske kiseline.
- 6.) Kako bi izgledala krivulja hlađenja dvostruko veće količine stearinske kiseline?

Naziv vježbe: Polarnost i međučestične interakcije

Radni zadatak: Ispitati polarnost kovalentnih i ionskih spojeva u različitim otapalima

Pribor i kemikalije: stalak s epruvetama, drvena hvataljka, destilirana voda, heksan (C_6H_{14} , l), kloroform ($CHCl_3$, l), benzin za čišćenje, dietil-eter ($(CH_3CH_2)_2O$, l), etanol (CH_3CH_2OH , aq), jod (I_2 , s), kalijev jodid (KI , s), modra galica ($CuSO_4 \cdot 5 H_2O$, s), kalijev permanganat ($KMnO_4$, s)

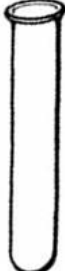
Pokus 1. Tko se gdje skrio?

KORAK 1. U dvije epruvete ulije se oko 3 mL destilirane vode i 3 mL organskog otapala.

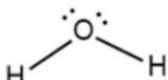
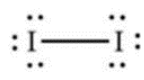
PITANJE 1. Miješaju li se otapala? Kakva je gustoća organskog otapala u odnosu na vodu?

KORAK 2. U **1. epruvetu** dodaj vrlo sitni kristalić joda, a u **2. epruvetu** jedan kristalić kalijeva permanganata. Promotri uzorke prije miješanja. Začepi epruvetu gumenim čepom i snažno promućkaj sadržaj.

PITANJE 2. Promotri promjene u epruvetama i na slike u tablici upišite opažanja.

1. epruveta + $I_2(s)$		2. epruveta + $KMnO_4(s)$	
PRIJE MUĆKANJA	NAKON MUĆKANJA	PRIJE MUĆKANJA	NAKON MUĆKANJA
			

PITANJE 3. Za navedene tvari imenuj dominantne međumolekulske interakcije pri povezivanju njihovih molekula.

tvar (Lewisov prikaz)			
dominantne međumolekulske interakcije			

PITANJE 4. S obzirom na promjene u epruvetama nakon miješanja zaključite koje su dominantne međučestične interakcije između jedinki u otopinama.

epruveta	1.		2.		
jedinke u otopini (Lewisov prikaz)					
dominantne međučestične interakcije					

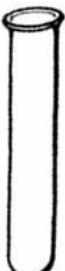
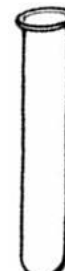
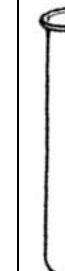
PITANJE 5. Što možeš zaključiti o topljivosti joda, a što o topljivosti kalijeva permanganata?

Pokus 2. Koga najviše volim?

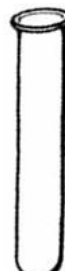
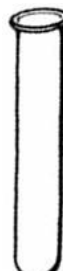
KORAK 1. U 1. epruvetu se ulije oko 3 mL destilirane vode, u 2. epruvetu oko 3 mL etanola, a u 3. epruvetu oko 3 mL kloroforma.

KORAK 2. U **sve tri epruvete** dodaj vrlo sitni kristalić joda. Promotri uzorke prije miješanja. Začepi epruvetu gumenim čepom i snažno promućkaj sadržaj.

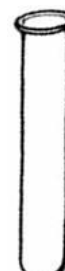
PITANJE 2. Promotri promjene u epruvetama i na slike u tablici upišite opažanja.

1. epruveta + I ₂ (s)		2. epruveta + I ₂ (s)		3. epruveta + I ₂ (s)	
PRIJE MUČKANJA	NAKON MUČKANJA	PRIJE MUČKANJA	NAKON MUČKANJA	PRIJE MUČKANJA	NAKON MUČKANJA
					

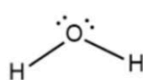
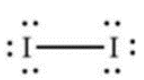
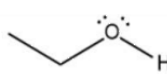
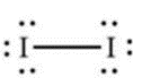
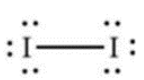
KORAK 3. U 1. epruvetu sada dodaj oko na vrh žličice kalijev jodid. Začepi epruvetu gumenim čepom i snažno promućkaj sadržaj. Na sliku u tablicu upiši opažanja nakon dodatka kalijeva jodida

1. epruveta + I ₂ (s) + KI(s)	
PRIJE MUČKANJA	NAKON MUČKANJA
	

KORAK 4. Sada u 1. epruvetu dodaj 3 mL organskog otapala (benzin za čišćenje, dietil eter...). Začepi epruvetu gumenim čepom i snažno promućkaj sadržaj. Na sliku u tablicu upiši opažanja nakon dodatka kalijeva jodida.

1. epruveta + I ₂ (s) + KI(s) + organsko otapalo	
PRIJE MUČKANJA	NAKON MUČKANJA
	

PITANJE 3. S obzirom na promjene u epruvetama nakon miješanja zaključite koje su dominantne međučestične interakcije između jedinki u otopinama.

epruvete	1.		2.		3.	
jedinke u otopini (Lewisov prikaz)						
dominantne međučestične interakcije						

Naziv vježbe: Plinovi – topljivost plinova u vodi

Radni zadatci: 1.) Sintetizirati amonijak te ispitati topljivost amonijaka u vodi

2.) Sintetizirati klorovodik te ispitati topljivost klorovodika u vodi

Napomena: Amonijak i klorovodik su otrovni i zagušljivi plinovi koji nagrizzaju kožu i sluznicu!

Pribor i kemikalije: dvije epruvete s čepovima kroz koje su provučene staklene cjevčice, čaše, stalak, mufe, hvataljke, plamenik, gumeni čep s dvije rupe, Erlenmeyerova tikvica, lijevak za dokapavanje, gumena cijev, veća okrugla tikvica s čepom kroz koju je provučena staklena cjevčica, pinceta, amonijev klorid (NH_4Cl , s), kalcijev oksid (CaO , s) ili kalcijev hidroksid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, s), natrijev klorid (NaCl , s), sumporna kiselina (H_2SO_4 , konc.), crven i plavi lakmus papir, otopina fenolftaleina, otopina metiloranža

Sinteza amonijaka

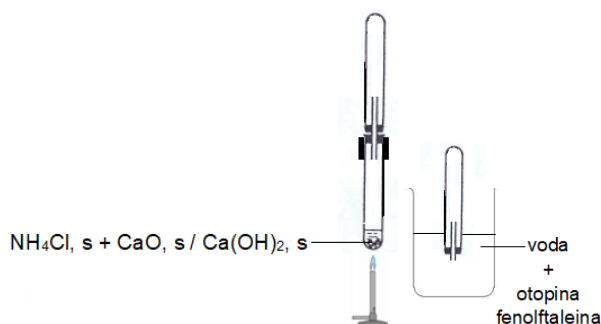
- 1.) Staviti u **suhi** epruvetu žličicu amonijevog klorida i žličicu kalcijeva oksida ili kalcijeva hidroksida. Smjesu promiješati protresanjem epruvete.
- 2.) Epruvetu zatvoriti čepom kroz koji je provučena staklena cjevčica. Iznad epruvete postaviti drugu suhu epruvetu okrenutu otvorom prema dolje.
- 3.) Epruvetu sa amonijevim kloridom i kalcijevim oksidom ili kalcijevim hidroksidom lagano zagrijavati dok navlaženi lakmus papir prinesen otvoru gornje epruvete ne promijeni boju.
- 4.) Potom gornju epruvetu začepiti čepom s provučenom staklenom cjevčicom (epruveta mora biti neprestano okrenuta **otvorom prema dolje**) i uroniti je u čašu s vodom kojoj je dodano nekoliko kapi fenolftaleina. Zapišite opažanja

Sinteza klorovodika – demonstracijski

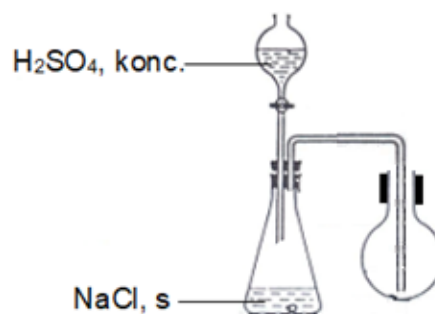
POKUS IZVODI NASTAVNIK U DIGESTORU!

- 1.) U Erlenmeyerovu tikvicu, dodati oko 10 g čvrstog natrijeva klorida.
- 2.) Na tikvicu učvrstiti pomoću gumenog čepa lijevak za dokapavanje.
- 3.) Učvrstiti okruglu tikvicu u stalak **otvorom prema gore** tako da cjevčica ulazi u tikvicu (Slika 2.).
- 4.) Uliti oko 10 mL koncentrirane sumporne kiseline u lijevak za dokapavanje i lagano početi dokapavati koncentriranu kiselinu na čvrsti natrijev klorid. Zapišite opažanja.
- 5.) Ispitati je li okrugla tikvica ispunjena klorovodikom pomoću navlaženog plavog lakmus papira.
- 6.) Začepiti okruglu tikvicu s čepom kroz koji je provučena staklena cjevčica te sve skupa uroniti u čašu s vodom u koju je dodano nekoliko kapi metiloranža. Zapišite opažanja.

Skice aparatura:



Slika 1. Aparatura za dobivanje amonijaka



Slika 2. Aparatura za dobivanje klorovodika

Naziv vježbe: Topljivost plinova u vodi

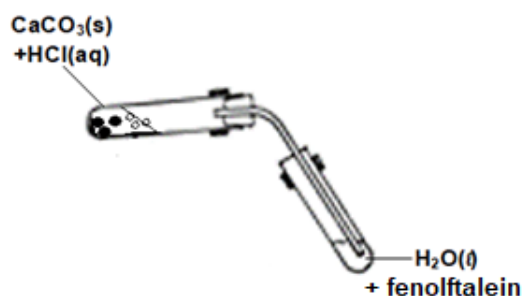
Radni zadatak: Ispitati kako topljivost plina ovisi o temperaturi

Pribor i kemikalije: stalak s epruvetama, menzura od 5 mL ili 10 mL, čaša, termometar, gumena cjevčica s čepom, kapalica, kuhalo za vodu, željezni stalak, uglata hvataljka, stezaljka, destilirana voda, led, mramor (CaCO_3 , s), vodena otopina natrijeva hidroksida ($w(\text{NaOH}) \approx 0,1 \%$), klorovodična kiselina (HCl , aq (1:1)), fenolftalein

Opis postupka:

- 1.) Sastavite aparaturu prema slici. U epruvetu stavite nekoliko komadića mramora.
- 2.) U čistu epruvetu ulijte 3 mL destilirane vode i 3 – 5 kapi otopine fenolftaleina.
- 3.) Izmjerite temperaturu otopine u epruveti s destiliranom vodom.
- 4.) U epruvetu s mramorom učvršćenu na stalku dodajte oko 3 mL klorovodične kiseline. **Odmah** začepite epruvetu čepom kroz koji je provučena gumena cjevčica, a cjevčicu uronite u destiliranu vodu s otopinom fenolftaleina. Što primjećuješ?
- 5.) Uvodite plin u epruvetu s destiliranom vodom barem 5 minuta.
- 6.) Dodajte 5 kapi natrijeve lužine u drugu epruvetu te nakon toga menzurom dodajte 10 mL destilirane vode.
- 7.) Kapalicom dodavajte kap po kap natrijeve lužine te brojite kapi. **NAKON SVAKE DODANE KAPI NATRIJEVE LUŽINE PROTRESTI SADRŽAJ EPRUVETE!** Dokapavajte natrijevu lužinu sve dok se boja indikatora ne promijeni iz bezbojne u svijetlo ljubičastu boju koja se zadržava minimalno 30 sekundi.
- 8.) Ponovite cijeli postupak, ali tako da sada epruvetu s destiliranom vodom postavite u ledenu kupelj (smjesa leda i vode u čaši) tako da temperatura vode u epruveti bude ispod 10 °C. Izmjerite temperaturu vode u epruveti.
- 9.) Još jednom ponovite cijeli postupak, ali tako da sada epruvetu s destiliranom vodom postavite u vruću kupelj (vruća voda u čaši) tako da temperatura vode u epruveti bude iznad 50 °C. Izmjerite temperaturu vode u epruveti.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za uvođenje plina u epruvetu

Jednadžbe kemijskih reakcija:

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Rezultati mjerenja ispitivanja topljivosti plinova pri $p = \rule{1cm}{0.4pt}$ hPa

	1. EPRUVETA	2. EPRUVETA	3. EPRUVETA
$t / ^\circ\text{C}$			
$N(\text{kapi})_{\text{NaOH, aq}}$			

Naziv vježbe: Otopine – 1. dio

Radni zadatak: Pripremiti otopinu otapanjem _____ u _____ g vode pri čemu je maseni udio otopljene tvari _____ %

Pribor i kemikalije: čaša, menzura (50 mL ili 100 mL) žlica, vaga, čvrsta tvar topljiva u vodi (natrijev klorid, saharoza, limunska kiselina, soda bikarbona....), destilirana voda

Opis postupka:

- 1.) Izračunajte masu čvrste tvari potrebnu za pripremu otopine zadanog masenog udjela. U računu se pretpostavlja gustoća vode, $\rho(\text{H}_2\text{O}) \approx 1 \text{ g mL}^{-1}$.
- 2.) Napravite papirnatu lađicu i izvagati čvrsti uzorak.
- 3.) Odmjerite zadani volumen vode. **Pazi na očitavanje volumena!**
- 4.) Kvantitativno (**u potpunosti**) prenesite čvrsti uzorak u čašu i dodajte destiliranu vodu.
- 5.) Miješajte staklenim štapićem dok se čvrsti uzorak skroz ne otopi.
- 6.) Izračunajte teoretsku masu otopine (zbroj mase vode i mase čvrste tvari).
- 7.) Odnosite pripremljenu otopinu do nastavnika koji će provjeriti vaganjem (eksperimentalno) masu otopine.
- 8.) Izračunajte pogrešku mjerenja.

Zadatci:

- 1.) Kako eksperimentalno (**bez ispitivanja okusa**) možemo razlikovati vodene otopine **kuhinjske soli, kuhinjskog šećera i limunske kiseline**?
- 2.) Topljivost natrijeva hidroksida u vodi pri 20 °C iznosi 54 g u 100 g vode. Iskaži topljivost natrijeva hidroksida u vodi masenim udjelom NaOH u otopini.
- 3.) Izračunaj masu kalijeva hidroksida koju treba odvagati za pripremu 150 mL vodene otopine masenog udjela 5,0 %. Gustoća te otopine iznosi 1,0419 g/cm³.
- 4.) Otopljeno je 5 grama saharoze u 1 L vode pri 20 °C. Ako gustoća vode pri 20 °C iznosi 0,9982 g/cm³ izračunaj maseni udio saharoze u otopini i izrazi rezultat u % i ‰.
- 5.) U čaši je pomiješano 20 mL benzena ($\rho = 0,8765 \text{ g/cm}^3$) i 35 mL cikloheksana ($\rho = 0,7739 \text{ g/cm}^3$). Iskaži sastav te smjese:
 - a) volumnim udjelima benzena i cikloheksana;
 - b) masenim udjelima benzena i cikloheksana.
- 6.) Koliko grama kristalne sode (natrijeva karbonata dekahidrata) je potrebno otopiti za 70 g otopine u kojoj je maseni udio sode (natrijeva karbonata) 2 %?

Naziv vježbe: Svojstva tekućina – Viskoznost

Radni zadatak: Ispitati viskoznost i odrediti volumni protok (Q) za različite tekućine pri sobnoj temperaturi i pri povišenoj temperaturi

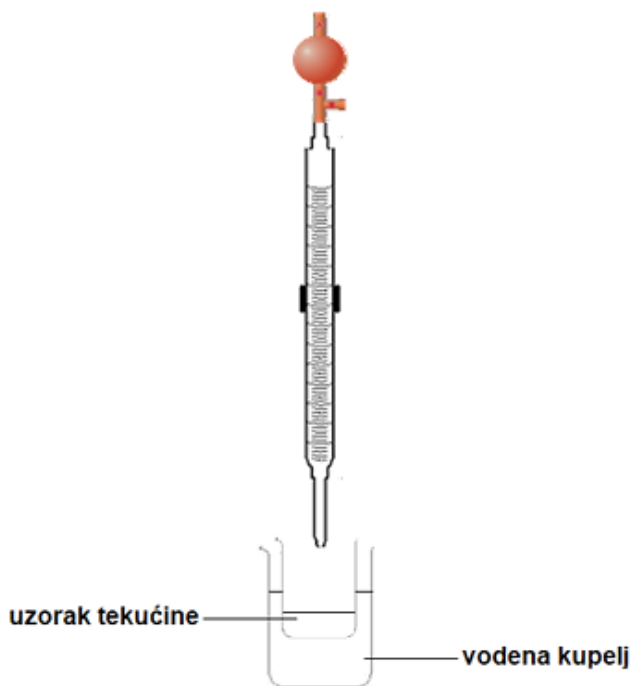
Pribor i kemikalije: željezni stalak, mufa, okrugla hvataljka, plastična graduirana pipeta od 100 mL (serološka pipeta), staklena čaša od 250 mL (ili veća), plastična čaša od 250 mL (ili veća), propipeta, vodena kupelj, tj. kuhalo za vodu, termometar (do 110 °C), štoperica, različiti uzorci tekućina (destilirana voda, etanol, suncokretovo ulje, maslinovo ulje, biljno ulje, glicerol, med...)

Opis postupka:

- 1.) Složite aparaturu tako da u željezni stalak učvrstite plastičnu graduiranu pipetu (serološka pipeta) od 100 mL – **Slika 1.**
- 2.) Izmjerite temperaturu u laboratoriju. To je ujedno i temperatura svih uzoraka tekućina.
- 3.) Uzorak tekućine ulijte u plastičnu čašu te iz nje pomoću propipete uvucite tekućinu do volumena 50 mL. Čaša s uzorkom tekućine stoji cijelo vrijeme ispod graduirane pipete – **Slika 1.**
- 4.) Pripremite štopericu (na mobitelu) i u trenutku kada maknete propipetu s pipete pokrenite štopericu. U trenutku kada i posljednja kap tekućine istekne iz pipete zaustavite štopericu.
- 5.) Za svaku tekućinu vrijeme potrebno za istjecanje tekućine mjerite tri puta te izračunajte srednju vrijednost i volumni protok (u mL/s). Podatke prikažite tablično.
- 6.) Ponovite postupak, ali ovaj puta u kuhalu za vodu ugrijte vode do otprilike 80 °C.
- 7.) Vruću vodu ulijte u staklenu čašu (vodena kupelj), a u nju umetnite čašu s ispitivanom tekućinom te tekućinu miješajte termometrom dok temperatura tekućine u čaši dosegne 50 °C – **Slika 2.**
- 8.) Nakon toga se ponove koraci 3.) i 4.)



Slika 1. Aparatura za određivanje volumnog protoka različitih tekućina pri sobnoj temperaturi



Slika 2. Aparatura za određivanje volumnog protoka različitih tekućina pri povišenoj temperaturi

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Određivanje volumnog protoka (Q) za uzorke različitih tekućina volumena 50 mL pri _____ °C.

Uzorak tekućine	t_1 / s	t_2 / s	t_3 / s	$\bar{t} / s$	$Q / \text{mL s}^{-1}$

Tablica 2. Određivanje volumnog protoka (Q) za uzorke različitih tekućina volumena 50 mL pri _____ °C.

Uzorak tekućine	t_1 / s	t_2 / s	t_3 / s	$\bar{t} / s$	$Q / \text{mL s}^{-1}$

Zaključak:

- 1.) Kako se odnose vrijeme i volumni protok tekućine ako je volumen svih tekućina uvijek konstantan (50 mL)?
- 2.) Komentiraj rezultate mjerenja određene pri sobnoj temperaturi (**Tablica 1.**) i pri povišenoj temperaturi (**Tablica 2.**). Usporedi dobivene vrijednosti. Što možeš zaključiti?
- 3.) Objasni kako struktura molekula utječe na viskoznost na uzorcima tekućina koji su korišteni u pokusu.
- 4.) Koja tekućina najbrže istječe, a koja najsporije. Zašto? Koja tekućina ima najmanju, a koja najveću vrijednost volumnog protoka?
- 5.) Glicerol je alkohol sustavnog imena propan-1,2,3-triol. Prikaži strukturnu formulu glicerola te prikaži na koji način se povezuju dvije molekule glicerola i imenuj tu međumolekulsku interakciju.

Naziv vježbe: Relativna jakost elektrolita

Radni zadatak: Usporediti elektrolite po jakosti provođenja električne energije te ih razvrstati na jake elektrolite, slabe elektrolite i neelektrolite

Pribor i kemikalije: galvanometar, grafitne elektrode s krokodil štipaljkama, baterija (4,5 V), čaše od 100 mL, vodovodna voda, destilirana voda, saharoza ($C_{12}H_{22}O_{11}$ s), otopina saharoze ($C_{12}H_{22}O_{11}$ aq), natrijev klorid (NaCl, s), otopina natrijeva klorida (NaCl, aq), otopine kiseline (HCl, H_2SO_4 , H_3PO_4 , CH_3COOH), lužine (NaOH, NH_3)

Opis postupka:

1.) Sastavite aparaturu tako da grafitne elektrode (anoda i katoda) spojite na galvanometar i izvor (baterija).

2.) U čašu od 100 mL ulijte različite otopine.

3.) Elektrode istovremeno uronite u čašu s uzorkom elektrolita te promatrajte otklon kazaljke na galvanometru.

4.) Elektrode isperite destiliranom vodom prije uranjanja u novu otopinu.

5.) Podatke prikažite tablično.

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Usporedba relativne jakosti različitih elektrolita i neelektrolita

Elektrolit	Opis promjene	Očitanje na instrumentu	jaki elektrolit / slabi elektrolit / neelektrolit

Naziv vježbe: Zakon o očuvanju mase

Radni zadatak: Ispitati zakon o očuvanju mase

Pribor: suha epruveta s odgovarajućim čepom, Erlenmeyerova tikvica s odgovarajućim gumenim čepovima, željezni stalak, okrugla hvataljka, stezaljka, vaga s preciznošću 0,01 g, plamenik, kiveta ili mala čaša (od 10 mL), pinceta

Kemikalije: glavica šibice, zasićena otopina natrijeva klorida, otopina srebrova nitrata

Opis postupka:

POKUS 1 – Reakcija gorenja

1.) U suhu epruvetu stavite **samo glavicu šibice** te epruvetu začepite gumenim čepom. Sve zajedno izvažite i zabilježite masu.

2.) Sastavite aparaturu za zagrijavanje u epruveti te dno pažljivo zagrijte **šuštećim** plamenom do trenutka dok se glavica šibice ne rasplamsa. Odmah se prekine zagrijavanje i tikvica ostavi da se ohladi.

NAPOMENA: Zagrijavanje glavice šibice treba trajati **što kraće**. Ukoliko zagrijavanje traje predugo, zbog širenja zraka u tikvici može doći do iskakanja čepa s epruvete, ali i do pucanja epruvete. Ako se to dogodi, pokus treba ponoviti.

3.) Kada se epruveta ohladi, ponovno izvažite epruvetu s čepom i izgorenom glavicom šibice (produkti reakcije) te ponovno zabilježite masu. Što možete zaključiti?

POKUS 2 – Taložna reakcija - DEMONSTRACIJSKI

1.) U Erlenmeyerovu tikvicu ulijte oko 50 mL zasićene otopine natrijeva klorida.

2.) U kivetu ili čašicu od 10 mL ulijte oko 5 mL otopine srebrova nitrata. Kivetu ili čašicu potom pomoću pincete polako i pažljivo spustite u Erlenmeyerovu tikvicu pazeći da se sadržaj iz kivete/čašice ne prolije u tikvicu.

3.) Erlenmeyerova tikvica pažljivo začepite gumenim čepom pazeći da se sadržaj kivete/čašice ne prolije u tikvicu. Tikvica se postavi na vagu i zabilježi masa.

4.) Sadržaj tikvice se promiješajte tako da se sadržaj kivete/čašice prolije i pomiješa sa sadržajem u tikvici. Što opažate?

5.) Izvažite Erlenmeyerovu tikvicu ponovno i zabilježite masu. Što možete zaključiti?

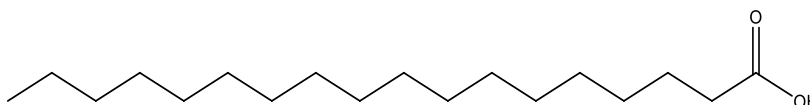
Naziv vježbe: Teče i teče, teče jedan slap; / što u njem znači moja mala kap?
(D. Cesarić - Slap)

CILJ: Odrediti broj jedinki molekule stearinske kiseline u jednoj kapi otopine i Avogadrovu konstantu.

Pribor i kemikalije staklena čaša od 400 mL, menzura od 5 mL kapaljka, cjedilo, plastična tacna (35,5 cm x 45 cm x 2 cm ili sličnih dimenzija), ravnalo, epruveta, gumeni čep, stalak za epruvetu, Petrijeva zdjelica, satno staklo, stearinska kiselina, petroleter (frakcija 40 do 70 °C), sumpor u prahu, voda

OTOPINA: U 20,0 mL petroletera ($\rho = 0,66 \text{ g cm}^{-3}$) otopi se 40 mg stearinske kiseline ($\rho = 0,94 \text{ g cm}^{-3}$). Volumni udio stearinske kiseline u tako priređenoj otopini iznosi 2 %.

ZADATAK 1 Napiši kemijsku formulu i izračunaj relativnu molekulsku masu za molekulu stearinske kiseline prikazane strukturnom formulom.



Kemijska formula: _____

Relativna molekulska masa (M_r): _____

KORAK 1

- ✓ Plastičnu tacnu postavite na sigurno i ravno mjesto na stolu.
- ✓ Kapaljkom uzmite uzorak otopine iz epruvete i uvježbajte ispuštanje **samo jedne kapi** nad satnim staklom. Obavezno začepite epruvetu.
- ✓ Ulijte 600 mL vode iz čaše u tacnu te kratko pričekajte da se površina „smiri.”
- ✓ Pomoću cjedila prekrijte cijelu površinu vode u tacni **tankim i ravnomjernim** slojem sumpora u prahu.
- ✓ Prinesite kapaljku s uzorkom otopine površini sadržaja tacne i u **središte** tacne kapnite **jednu** kap.
- ✓ **Odmah** izmjerite naiveći promjer „mrlje.”

Napomene: - **NE** pomičite tacnu

- vrh kapaljke kao ni cjedilo **NE** smiju dodirnuti sadržaj tacne.
- „mrlja” se jako brzo širi i skuplja te je mjerenje promjera potrebno obaviti što brže

ZADATAK 2 A) Odredi broj jedinki molekula stearinske kiseline u jednoj kapi otopine.		
relativna molekulska masa stearinske kiseline		
gustoća stearinske kiseline / g cm^{-3}		0,94
volumen u 100 kapi otopine / cm^3	V	
volumen jedne kapi otopine / cm^3	V_1	
volumni udio stearinske kiseline u otopini / ‰		2
volumen stearinske kiseline u jednoj kapi / cm^3		
masa stearinske kiseline u jednoj kapi / g		
promjer „mrlje” / cm		
površina „mrlje” / cm^2		
visina „mrlje” / cm		
volumen jedne molekulu stearinske kiseline / cm^3		
broj molekula stearinske kiseline u jednoj kapi		

Bilješke, račun:

Odredi Avogadrovu konstantu na temelju izračunatih podataka.

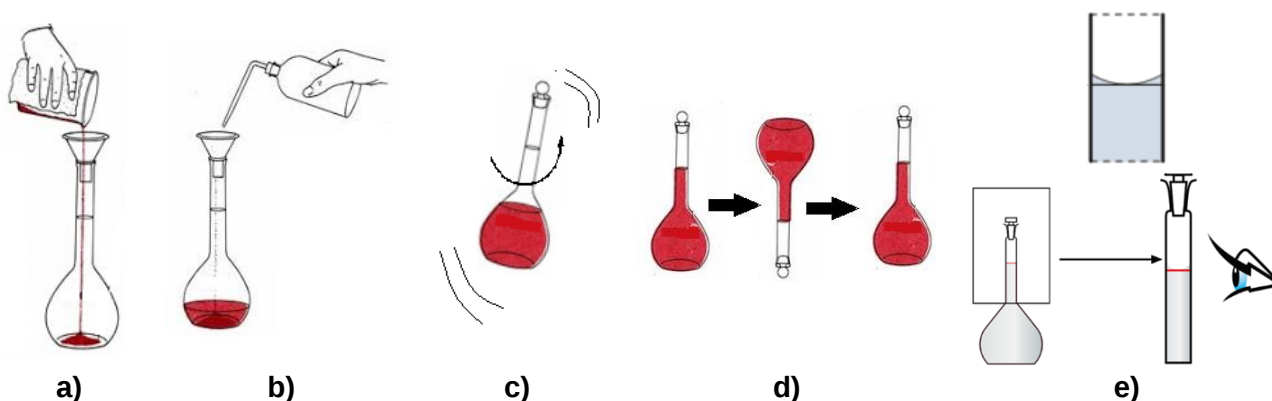
Naziv vježbe: Otopine – 2. dio

Radni zadatak: Pripremiti 100 mL otopine _____ množinske koncentracije _____ mol/dm³

Pribor i kemikalije: odmjerna tikvica od 100 mL, žlica, vaga, obični lijevak, čvrsta tvar topljiva u vodi (natrijev klorid, saharoza, limunska kiselina, soda bikarbona....), destilirana voda

Opis postupka:

- 1.) Izračunajte masu tvari potrebnu za pripremu 100 mL otopine zadane množinske koncentracije.
- 2.) Napravite papirnatu lađicu i izvažite čvrsti uzorak.
- 3.) Postavite lijevak na odmjernu tikvicu.
- 4.) Kvantitativno (**u potpunosti**) prenesite čvrsti uzorak u čašu i destiliranom vodom dobro isperite čašu i lijevak. Dodajte destilirane vode do maksimalno polovice proširenog dijela odmjerne tikvice.
- 5.) Začepite tikvicu i kružnim pokretima miješajte sadržaj dok se čvrsta tvar u potpunosti ne otopi! **NE OKREĆITE TIKVICU!**
- 6.) Kada se čvrsta tvar u potpunosti otopila dodajte destiliranu vodu do oznake na tikvici! **Paziti na očitavanje i donji meniskus!** Dobro promiješati sadržaj tikvice okretanjem tikvice 10 – 15 puta.



Slika 1. Priprema otopine zadane množinske koncentracije

Zadatci:

- 1.) Izračunaj množinsku koncentraciju otopljene tvari u otopini natrijeva klorida ako 250 mL otopine sadrži 4,5 g natrijeva klorida. (**Rj.:** $c = 0,308 \text{ mol L}^{-1}$)
- 2.) Izračunaj brojnost natrijevih i sulfatnih iona u otopini natrijeva sulfata ako 500 mL otopine ima množinsku koncentraciju $0,200 \text{ mol L}^{-1}$. (**Rj.:** $N(\text{Na}^+) = 1,20 \cdot 10^{23}$; $N(\text{SO}_4^{2-}) = 6,02 \cdot 10^{23}$)
- 3.) Ako je $3,4 \cdot 10^{21}$ molekula saharoze ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) sadržano u 1 L otopine, koliko iznosi množinska koncentracija saharoze u otopini? (**Rj.:** $c = 5,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$)
- 4.) Pripremljeno je 100 mL otopine koja sadrži 500 mg kalijeva klorida, 750 mg kalcijeva klorida i 120 mg aluminijskog klorida. Koliko iznosi množinska koncentracija kloridnih iona u toj otopini? (**Rj.:** $c = 0,229 \text{ mol L}^{-1}$)
- 5.) Fiziološka otopina je otopina natrijeva klorida čiji je maseni udio u otopini 0,9 %. Ako je gustoća fiziološke otopine približno 1 g mL^{-1} , izračunaj koja masa natrijeva klorida je otopljena u 500 mL otopine i koliko iznosi množinska koncentracija natrijeva klorida u fiziološkoj otopini. (**Rj.:** $m = 4,5 \text{ g}$; $c = 0,154 \text{ mol L}^{-1}$)

Naziv vježbe: Određivanje formule spoja

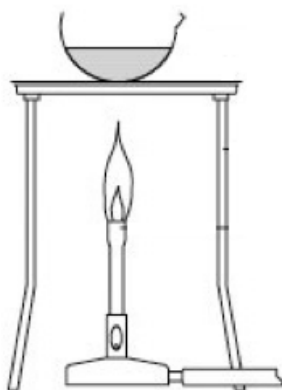
Radni zadatak: Odrediti formulu gorke (Epsomove) soli

Pribor i kemikalije: porculanska zdjelica, tarionik s tučkom, žlica, tronog, ekološka mrežica, plamenik, tehnička vaga (0,01 g), gorka sol ($\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)

Opis postupka:

- 1.) Ukoliko je potrebno, usitnite u suhom tarioniku kristale gorke soli tako da se dobije bijeli prah.
- 2.) Izvažite na tehničkoj vagi porculansku zdjelicu.
- 3.) Manjom plastičnom žlicom stavite oko dvije žlice gorke soli u zdjelicu i ponovo izvažite na tehničkoj vagi. Raširite gorku sol po porculanskoj zdjelici.
- 4.) Zagrijavajte smjesu polušuštećim plamenom oko 5 minuta.
- 5.) Ohladite zdjelicu i ponovo izvagati.
- 6.) Izračunajte sadržaj vode u gorkoj soli.
- 7.) Napišite jednadžbu kemijske reakcije i odredite formulu gorke soli.

Skica aparature:



Rezultati mjerenja:

$m(\text{porculanska zdjelica}) / \text{g}$	
$m(\text{porculanska zdjelica} + \text{gorka sol}) / \text{g}$	
$m(\text{modra galica}) / \text{g}$	
$m(\text{porculanska zdjelica} + \text{MgSO}_4) / \text{g}$	
$m(\text{MgSO}_4) / \text{g}$	
$m(\text{H}_2\text{O}) / \text{g}$	
$n(\text{MgSO}_4) / \text{mol}$	
$n(\text{H}_2\text{O}) / \text{mol}$	
$N(\text{MgSO}_4) : N(\text{H}_2\text{O}) =$	

Naziv vježbe: Natrijev nitrat (čilska salitra)

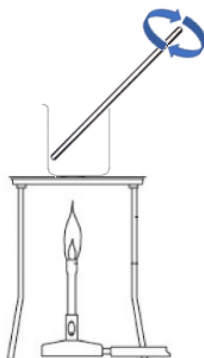
Radni zadatak: Sintetizirati natrijev nitrat (čilsku salitru) te izračunati iskorištenje reakcije

Pribor i kemikalije: dvije čaše od 100 mL, plastična čaša, stakleni štapić, kapalica, plamenik, tronog, mrežica, vaga, čvrsti natrijev karbonat (Na_2CO_3 , s), dušična kiselina ($c(\text{HNO}_3) = 2 \text{ mol/L}$)

Opis postupka:

- 1.) Napišite jednadžbu kemijske reakcije i izračunajte masu natrijeva karbonata koju je potrebno izvagati kako bi se dobila **TEORETSKA masa natrijeva nitrata od 2,57 g**.
- 2.) Izvažite izračunatu masu natrijeva karbonata direktno u prvu čašu od 100 mL.
- 3.) Ulijte oko 20 mL dušične kiseline u drugu čašu od 100 mL.
- 4.) Kapalicom dodavajte dušičnu kiselinu iz druge čaše na čvrsti natrijev karbonat u prvoj čaši sve dok prestane nastajanje mjehurića.
- 5.) Istovremeno miješajte sadržaj čaše staklenim štapićem, pazeći da se ne prolije sadržaj čaše. **STAKLENI ŠTAPIĆ NE VADITI IZ ČAŠE I NE OSTAVLJATI NA STOLU!**
- 6.) Složite aparaturu za zagrijavanje u čaši. Zagrijavajte sadržaj čaše sve dok se volumen otopine ne smanji na pola.
- 7.) Prelijte sadržaj iz staklene čaše u plastičnu čašu te prekrijte papirom na kojem piše ime i prezime te razred.
- 8.) Izbušite rupice na papiru te ostavite čašu na dva tjedna do pojave kristala natrijeva nitrata.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za zagrijavanje i uparavanje otopine u čaši

Jednadžba kemijske reakcije:

Račun:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \text{_____ g}$$

Naziv vježbe: Molarna masa idealnog plina

Radni zadatak: Odrediti molarnu masu plina u upaljaču, izračunati molarni volumen, gustoću plina i pogrešku mjerenja

Pribor i kemikalije: termometar, čaša od 600 mL ili 1000 mL ili veća plastična posuda, plinski upaljač, menzura od 100 mL ili 200 mL, tehnička vaga ($\pm 0,001$ g), filter papir, mufa, okrugla hvataljka, željezni stalak,

Opis postupka:

- 1.) Uronite upaljač u vodu. Izvadite ga iz vode i što bolje osušite. Izvažite suhi plinski upaljač na tehničkoj vagi i zapišite masu, m_1 .
- 2.) Napunite čašu/posudu vodovodnom vodom; 2/3 volumena čaše/posude treba biti napunjeno vodom.
- 3.) Napunite menzuru vodovodnom vodom do vrha tako da se na vrhu formira opna.
- 4.) Stavite komad filter papira na vrh menzure tako da zatvori menzuru; filter papir mora biti malo veći od otvora menzure.
- 5.) Kada je papir postavljen na otvor menzure, okrenite menzuru u čašu/posudu ispunjenu vodom. **Prilikom okretanja menzure ne smije ući zrak.**
- 6.) Ukoliko u menzuru uđe zrak, ponoviti 3.), 4.) i 5.) korak.
- 7.) Učvrstite menzuru u željezni stalak.
- 8.) Stavite plinski upaljač ispod vode i skupljajte plin u menzuru. Zašto je to moguće?
- 9.) Pritisnite upaljač i držite ga dok se u menzuri ne skupi barem 90 - 95 mL ukoliko koristite menzuru od 100 mL ili 180 - 190 mL ukoliko koristite menzuru od 200 mL.
- 10.) Izmjerite razliku u visinama stupca vode u menzuri i čaši/posudi, h .
- 11.) Zabilježite točan volumen plina u menzuri V .
- 12.) Zabilježite atmosferski tlak (p_{atm}) koristeći se aktualnim podacima na internetu.
- 13.) Zabilježite parcijalni tlak vodene pare ($p_{\text{H}_2\text{O}}$) koristeći temperaturu vode i tablicu za tlak vodene pare pri izmjerenoj temperaturi vode.
- 14.) Protresite plinski upaljač. **NE PRITISKATI upaljač jer će to utjecati na rezultate. Upaljač mora biti potpuno suh prije vaganja.**
- 15.) Ponovno izmjerite masu plinskog upaljača na tehničkoj vagi i zapišite masu, m_2 .
- 16.) Stavite termometar u čašu napunjenu vodom i pričekajte oko 3 minute; zabilježite temperaturu vode (t), što je ujedno i temperatura skupljenog plina. Zašto?
- 17.) Zapišite sva mjerenja u obliku tablice, zabilježite sva opažanja, izračunajte molarnu masu plina, molarni volumen plina (**pri uvjetima pokusa**), gustoću plina i izračunajte pogrešku mjerenja.

Rezultati mjerenja:

masa upaljača (prije pokusa)	$m_1 =$
masa upaljača (nakon pokusa)	$m_2 =$
masa plina ispuštenog u menzuru	$m =$
volumen skupljenog plina u menzuri	$V =$
temperatura vode = temperatura plina	$t =$
razlika u visinama stupca vode	$h =$
gustoća vode (pri temperaturi t)	$\rho =$
atmosferski tlak	$p_{\text{atm}} =$
tlak vodene pare (pri temperaturi t)	$p_{\text{H}_2\text{O}} =$

DODATAK

TEMELJNE PRIRODNE KONSTANTE

Veličina	Znak	Vrijednost
brzina svjetlosti u vakuumu	c_0	$3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planckova konstanta	h	$6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
elementarni naboj	e	$1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
masa mirovanja elektrona	m_e	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
masa mirovanja protona	m_p	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
masa mirovanja neutrona	m_n	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
atomska masena konstanta, unificirana atomska jedinica mase, dalton	$m_u = 1 \text{ u} = 1 \text{ Da}$	$1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadrova konstanta	L, N_A	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannova konstanta	k	$1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Faradayeva konstanta	F	$9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
molarna plinska konstanta	R	$8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
nula Celzijeve temperature		273 K
molarni volumen idealnoga plina ($p = 101 \text{ kPa}$, $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$)	V_m	$22,4 \text{ L mol}^{-1}$

STANDARDNI REDUKCIJSKI ELEKTRODNI POTENCIJALI
ODABRANIH REDOKS-SUSTAVA U VODENIM OTOPINAMA PRI 25 °C

Shematski prikaz	E° / V
$\text{Au}^+ \text{Au}$	1,692
$\text{Cl}^- \text{Cl}_2$	1,358
$\text{Br}^- \text{Br}_2$	1,087
$\text{Hg}_2^{2+} \text{Hg}$	0,851
$\text{Ag}^+ \text{Ag}$	0,800
$\text{I}^- \text{I}_2$	0,535
$\text{Cu}^+ \text{Cu}$	0,521
$\text{OH}^- \text{O}_2$	0,401
$\text{Cu}^{2+} \text{Cu}$	0,342
$\text{H}^+ \text{H}_2$	0
$\text{Fe}^{3+} \text{Fe}$	-0,037
$\text{Pb}^{2+} \text{Pb}$	-0,126
$\text{Sn}^{2+} \text{Sn}$	-0,137
$\text{Ni}^{2+} \text{Ni}$	-0,257
$\text{Co}^{2+} \text{Co}$	-0,28
$\text{Cd}^{2+} \text{Cd}$	-0,352
$\text{Fe}^{2+} \text{Fe}$	-0,447
$\text{Cr}^{3+} \text{Cr}$	-0,744
$\text{Zn}^{2+} \text{Zn}$	-0,762
$\text{Cr}^{2+} \text{Cr}$	-0,913
$\text{Mn}^{2+} \text{Mn}$	-1,185
$\text{Ti}^{2+} \text{Ti}$	-1,630
$\text{Al}^{3+} \text{Al}$	-1,662
$\text{Mg}^{2+} \text{Mg}$	-2,372
$\text{Na}^+ \text{Na}$	-2,711
$\text{Ca}^{2+} \text{Ca}$	-2,868
$\text{Ba}^{2+} \text{Ba}$	-2,912
$\text{K}^+ \text{K}$	-2,931
$\text{Cs}^+ \text{Cs}$	-3,026

PERIODNI SUSTAV ELEMENATA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,01																	2 He 4,00
3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2
11 Na 23,0	12 Mg 24,3											13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc [98]	44 Ru 101	45 Rh 103	46 Pd 106	47 Ag 108	48 Cd 112	49 In 115	50 Sn 119	51 Sb 122	52 Te 128	53 I 127	54 Xe 131
55 Cs 133	56 Ba 137	57-71 lantanoïdi	72 Hf 178	73 Ta 181	74 W 184	75 Re 186	76 Os 190	77 Ir 192	78 Pt 195	79 Au 197	80 Hg 201	81 Tl 204	82 Pb 207	83 Bi 209	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 aktinoïdi	104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [277]	109 Mt [268]	110 Ds [269]	111 Rg [272]	112 Cn [285]						
		57 La 139	58 Ce 140	59 Pr 141	60 Nd 144	61 Pm [145]	62 Sm 150	63 Eu 152	64 Gd 157	65 Tb 159	66 Dy 163	67 Ho 165	68 Er 167	69 Tm 169	70 Yb 173	71 Lu 175	
		89 Ac [227]	90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]	

Literatura:

1. M. Sikirica, B. Korpar-Čolig, *Kemija s vježbama*, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
2. V. Mayer, *Eksperimentalna nastava kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
3. B. Bach-Dragutinović, B. Mayer, *Praktikum opće i anorganske kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 1988.
4. M. Sikirica, *Metodika nastave kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 2003.
5. M. Sikirica, B. Korpar-Čolig, *Praktikum iz opće kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 2005.
6. M. Sikirica, *Zbirka kemijskih pokusa za osnovnu i srednju školu*, Školska knjiga, Zagreb, 2011.
7. M. Herak, Lj. Kušec, D. Galas, *Laboratorijske vježbe iz fizikalne kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 1978.
8. S. Rupčić Petelinc, Z. Weihnacht, *Praktikum iz fizikalne kemije*, za srednje strukovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2005.
9. T. Preočanin, M. Luetić, V. Petrović Peroković, R. Ruić Funčić, S. Rupčić Petelinc, D. Turčinović, *Kemija 1*, udžbenik gimnazije u prvom razredu gimnazije, Školska knjiga, Zagreb, 2025.
10. A. Habuš, M. Barić Tominac, S. Liber, R. Vladušić, *Kemija 1*, udžbenik kemije za prvi razred gimnazije, Profil Klett, Zagreb, 2020.
11. A. Habuš, M. Barić Tominac, S. Liber, R. Vladušić, *Kemija 1*, zbirka riješenih primjera i zadataka iz kemije za učenike drugih razreda gimnazije, Profil Klett, Zagreb, 2020.
11. M. Cindrić, M. Rubčić, *Praktikum anorganske kemije 1*, skripta za internu upotrebu, Zagreb, 2012.
12. Generalić, Eni. "Galerija slika iz kemije." *EniG. Periodni sustav elemenata*. KTF-Split, 22 Jan. 2021. Web. 20 June 2021. <<https://www.periodni.com/gallery/slike.php>>
13. <https://www.ncvvo.hr/kategorija/drzavna-matura/provedeni-ispiti/> (datum pristupa: 1. lipanj 2026.)