

SPLOŠNA IN ANORGANSKA KEMIJA

NAVODILA ZA LABORATORIJSKE VAJE

ŠTUDIJSKEGA PROGRAMA **FARMACIJA**



Mojca Slemnik, Janja Stergar, Irena Ban



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kemijo
in kemijsko tehnologijo

SPLOŠNA IN ANORGANSKA KEMIJA

NAVODILA ZA LABORATORIJSKE VAJE

ŠTUDIJSKEGA PROGRAMA **FARMACIJA**

Avtorice

Mojca Slemnik

Janja Stergar

Irena Ban

April 2026

Naslov Title	Splošna in anorganska kemija <i>General and Inorganic Chemistry</i>
Podnaslov Subtitle	Navodila za laboratorijske vaje študijskega programa Farmacija <i>Instructions for Laboratory Exercises in the Pharmacy Study Program</i>
Avtorice Authors	Mojca Slemnik (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo) Janja Stergar (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo) Irena Ban (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)
Recenzija Review	Matjaž Kristl (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)
Lektoriranje Language editing	Ana Ambrož (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)
Tehnična urednika Technical editors	Mojca Slemnik (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo) Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)
Oblikovanje ovitka Cover designer	Mojca Slemnik (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)
Grafika na ovitku Cover graphics	LABFAR, avtorica: Mojca Slemnik, 2022
Grafične priloge Graphic material	Viri so lastni, razen če ni navedeno drugače. Slemnik (avtorica), 2026
Založnik Published by	Univerza v Mariboru Univerzitetna založba Slomškov trg 15 2000 Maribor, Slovenija https://press.um.si , zalozba@um.si
Izdajatelj Issued by	Univerza v Mariboru Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Smetanova ulica 17 2000 Maribor, Slovenija https://www.fkkt.um.si , fkkt@um.si
Izdaja Edition	Prva izdaja. Delo temelji na že objavljenem delu Slemnik, M., Ban, I., Kristl, M., Stergar, J. (2022). <i>Eksperiment v splošni anorganski kemiji: navodila</i> . Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba. doi.: 10.18690/um.fkkt.5.2022
Izdano Published at	Maribor, Slovenija, April 2026
Vrsta publikacije Publication type	E-knjiga
Dostopno na Available at	https://press.um.si/index.php/ump/sl/catalog/book/1114



© Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba
/ University of Maribor, University of Maribor Press

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav 4.0 Mednarodna. / This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0 International License.

Uporabnikom je dovoljeno reproduciranje brez predelave avtorskega dela, distribuiranje, dajanje v najem in priobčitev javnosti samega izvirnega avtorskega dela, in sicer pod pogojem, da navedejo avtorja in da ne gre za komercialno uporabo.

Vsa gradiva tretjih oseb v tej knjigi so objavljena pod licenco Creative Commons, razen če to ni navedeno drugače. Če želite ponovno uporabiti gradivo tretjih oseb, ki ni zajeto v licenci Creative Commons, boste morali pridobiti dovoljenje neposredno od imetnika avtorskih pravic.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

542 (075.8) (076.5) (0.034.2)

SLEMNIK, Mojca

Splošna in anorganska kemija [Elektronski vir] : navodila za laboratorijske vaje študijskega programa Farmacija / avtorice Mojca Slemnik, Janja Stergar, Irena Ban. - E-knjiga. - Maribor : Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba, 2026

Način dostopa (URL) : <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/1114>

ISBN 978-961-299-138-8 (PDF)
doi: 10.18690/um.fkkt.3.2026
COBISS.SI-ID 275241731

ISBN 978-961-299-138-8 (pdf)

DOI <https://doi.org/10.18690/um.fkkt.3.2026>

Cena
Price Brezplačni izvod

Odgovorna oseba založnika prof. dr. Zdravko Kačič,
For publisher rektor Univerze v Mariboru

Citiranje Slemnik, M., Stergar, J., Ban, I. (2026). *Splošna in anorganska kemija: navodila za*
Attribution *laboratorijske vaje študijskega programa Farmacija*. Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba. doi.: 10.18690/um.fkkt.3.2026

KAZALO

UVOD SPLOŠNA NAVODILA	01
NAVODILA ZA DELO V LABORATORIJU	02
LABORATORIJSKI DNEVNIK	03
LABORATORIJSKI INVENTAR	05
LABORATORIJSKE TEHNIKE	10
Tehtanje	10
Odmerjanje tekočin, pipetiranje	11
Birete	13
Merilne bučke	15
Mešanje tekočin	15
Pravilna uporaba kapalk	15
Filtriranje	16
Pravilno segrevanje tekočin v epruveti	17
OSNOVNE ENOTE SI	18
EKSPERIMENTALNE VAJE	22
1. vaja: Določevanje formule kristalohidrata	22
2. vaja: Plinski zakon	26
3. vaja: Kemijska reakcija	32
4. vaja: Raztopine, nevtralizacijska titracija	36
5. vaja: Reakcije oksidacije in redukcije	44
PRIPOROČENA LITERATURA ZA NADALJNI ŠTUDIJ	49
LITERATURA	50

UVOD

Navodila za laboratorijske vaje v večini temeljijo na delu *Eksperimenti v splošni in anorganski kemiji*, avtorjev M. SLEMNIK, I. BAN, M. KRISTL, J. STERGAR, [2].

Farmacevti pri svojem delu pogosto naletijo na situacije, kjer je potrebno natančno razumevanje osnovne kemije: od priprave raztopin, izračuna odmerkov, določanja čistosti učinkovin, do razumevanja stabilnosti zdravilnih pripravkov. Zato je temeljno znanje kemijskih izračunov, formul, reakcij in raztopin ključnega pomena.

Vaje v tem gradivu so zasnovane tako, da študentom pomagajo razviti veščine, ki jih bodo neposredno uporabljali v farmacevtski praksi:

- določanje kemijskih formul (npr. pri identifikaciji učinkovin),
- uporaba plinskih zakonov (npr. v analitski kemiji plinov),
- poznavanje kemijskih reakcij (npr. reakcije v želodcu ali v ampulah),
- priprava raztopin (npr. za injekcijske raztopine, kapljice ali mazila),
- prepoznavanje redoks procesov (npr. razgradnja učinkovin pod vplivom oksidacije).

Poudarek je na razumevanju povezave med osnovnimi kemijskimi zakonitostmi in farmacevtsko prakso.

SPLOŠNA NAVODILA

- **Študent mora prihajati na vaje temeljito pripravljen.**
- Prebrati mora navodilo za eksperimentalni del vaje ter se naučiti teorijo za vajo, ki jo lahko najde v ustreznih učbenikih, in je osnova za izračunavanje nalog in izvedbo eksperimentalnega dela vaje.
- Zavedati se mora, da praktične vaje dosežejo svoj namen le, če se na vaje dobro pripravi in vaje samostojno opravi.
- Med laboratorijskimi vajami sme asistent preveriti študentovo znanje, tako ustno kot pisno. Če s študentovim znanjem in pripravo na vajo ni zadovoljen, mu lahko prepove opravljanje eksperimentalnega dela vaje.
- Pri vsaki vaji študent rešuje tudi računske naloge, ki so povezane s teorijo posamezne vaje.
- Pred vsako praktično vajo asistent izračuna s študenti tudi nekaj računskih primerov, zato mora študent redno obiskovati predavanja kjer se seznanjajo s kemijskim računanjem. S kemijskim

računanjem ne bo imel težav le v primeru, da obvlada osnovno znanje teorije in samostojno vadi kemijsko računanje.

NAVODILA ZA DELO V LABORATORIJU

- Pred začetkom izvajanja laboratorijskih vaj **se mora študent seznaniti z varstvom pri delu v laboratoriju**: Vsak študent dobi pisna navodila in mora podpisati izjavo, da je seznanjen z varnim delom v laboratoriju. Ta navodila mora pri svojem samostojnem delu v laboratoriju dosledno upoštevati! V primeru, da pride do kakršnekoli nezgode oziroma poškodbe, mora o tem takoj obvestiti asistenta!
- Pri laboratorijskem delu mora **študent nositi delovno obleko (haljo) in pri delu z jedkimi snovmi (kislina, baze) še zaščitna očala in rokavice**.
- V laboratoriju morajo študenti skrbeti za red, izvajati pa smejo le predpisane poskuse.
- Po končani vaji mora vsak študent **pospraviti svoj delovni prostor**. To pomeni, da mora pomiti svoj inventar, ki ga je uporabljal pri praktičnem delu vaje, ga **splahniti z destilirano vodo** in pospraviti v omarico ter obrisati svoj delovni pult.
- **Skrbeti mora za svoj inventar**, za skupni inventar in laboratorijsko pohištvo.

V LABORATORIJU JE STROGO PREPOVEDANO PRINAŠANJE IN UŽIVANJE HRANE IN PIJAČE, KAJENJE TER UPORABA MOBILNIH TELEFONOV.

- Vse reakcije, pri katerih nastajajo dražeči oziroma strupeni plini, je treba izvajati v digestorijih (v odduhi).

Za izlivanje odpadnih produktov se uporabljajo le izlivna korita na koncih delovnih pultov, ne pa izlivi na delovnih pultih. Ob izlivanju odpadnih produktov v odtok je potrebno tudi izpiranje s tekočo vodo. **Vse snovi, ki bi ob izlivanju v kanalizacijo lahko imele škodljive posledice za okolje** (težke kovine, strupene snovi itd.) **se zbirajo v posebnih posodah ob izlivnih koritih**, kasneje pa se nevtralizirajo oziroma odpeljejo v ustanove, ki se ukvarjajo z zbiranjem in uničevanjem teh odpadkov. Na zbiranje teh odpadnih snovi mora opozoriti študente asistent pred začetkom izvajanja vaje.

Študent mora na vaje prinesiti zaščitni plašč, zaščitna očala in rokavice, žogico za pipetiranje, svoj kalkulator ter krpo za brisanje pulta.

Za vsako odsotnost z vaj mora študent prinesiti asistentu zdravniško opravičilo. V primeru pa, da bo prišlo do predvidene odsotnosti, se mora z asistentom tudi dogovoriti za termin, v katerem bo lahko manjkajočo vajo opravil.

LABORATORIJSKI DNEVNIK

Študent mora pisati laboratorijski dnevnik. To je 60 do 100 listni zvezek formata A5 (mali format zvezka). Vanj zapisuje študent pregledno in čitljivo svoja opažanja, izračune, meritve in rezultate vaj.

Pri pisanju dnevnika naj dosledno upošteva vrstni red naslednjih točk:

Številka in **naslov vaje** ter datum

Številka listka s podatki

1. Namen vaje
2. Meritve
3. Računi
4. Opis dela
5. Rezultati

Računske naloge je treba napisati v taki obliki, da je pregledno, kako je študent prišel do končnega rezultata. Na začetku naloge je treba izpisati podatke, ki jih je študent uporabljal pri izračunu (največkrat je to **številka listka s podatki**).

Pri eksperimentalnem delu mora študent jasno definirati **namen vaje**. Pregledno mora tudi zapisati vse **meritve, račune in opise** izvedbe vaje, ki morajo biti kratki in jedrnat.

V opisu dela mora študent na kratko opisati, kako je eksperimentalni del izvedel in ali je prišlo pri izvedbi vaje do kakšnih posebnosti, ki bi lahko vplivale na končni rezultat. Opis dela mora biti napisan v prvi osebi ednine v preteklem času.

Pri zapisovanju eksperimentalnega dela mora študent pravilno uporabljati kemijsko izrazoslovje. Pri opisu eksperimentalnega dela sme študent uporabljati navodilo za izvedbo vaje, ki mu naj bo le v pomoč pri opisu postopka s svojimi besedami. Opis mora biti napisan tako, da lahko vsak drug študent za njim celoten eksperiment ponovi.

Rezultati posameznih nalog morajo biti pregledno označeni.

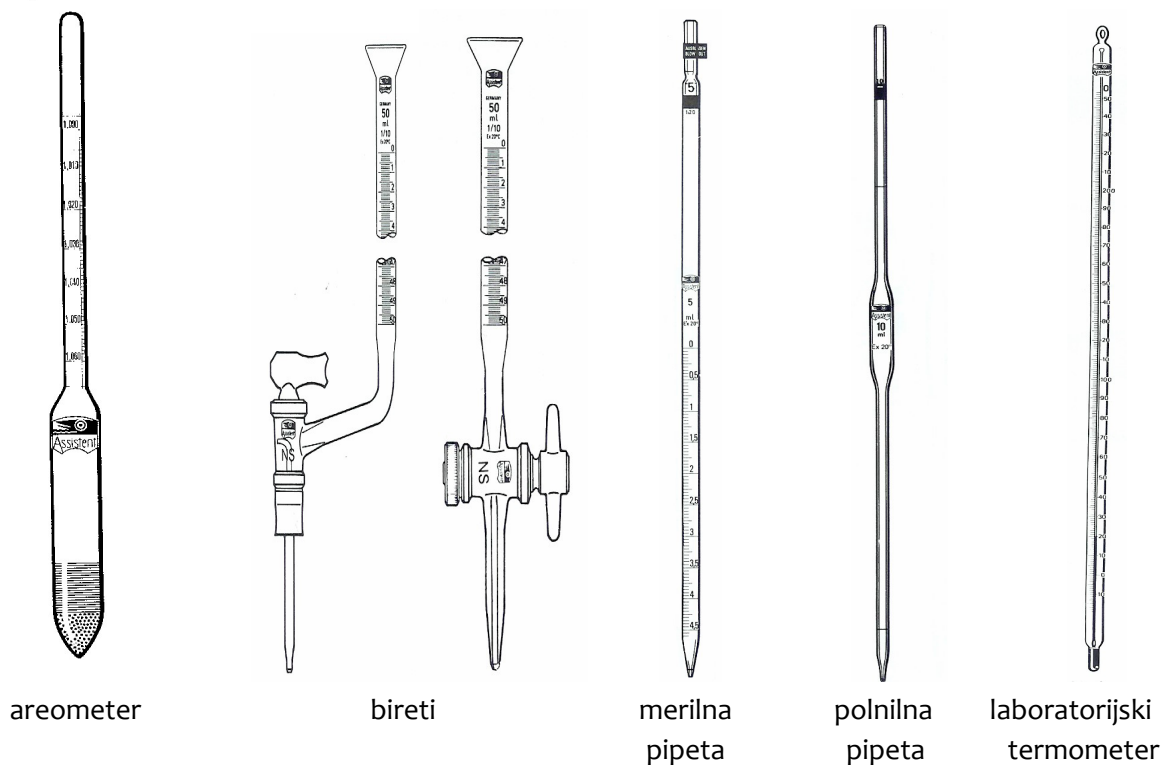
V drugem delu vaj so v glavnem zastopane kvalitativne eksperimentalne naloge. Pri teh nalogah sledi po definiciji namena vaje kratek opis eksperimentalne izvedbe vaje in študentova opažanja. **Zapisane pa morajo biti tudi vse enačbe kemijskih reakcij, ki so pri izvedbi naloge potekale.** Na koncu opisa je treba zapisati še razlage opažanj, ugotovitve in zaključke, odvisno pač od tega, kaj naloga od študenta zahteva.

Napake, ki jih asistent pri pregledu dnevnika opazi in tudi definira, je študent dolžan popraviti. **Popravo piše študent kot nadaljevanje dnevnika oziroma označi stran v dnevniku, na kateri lahko asistent popravo tudi najde.**

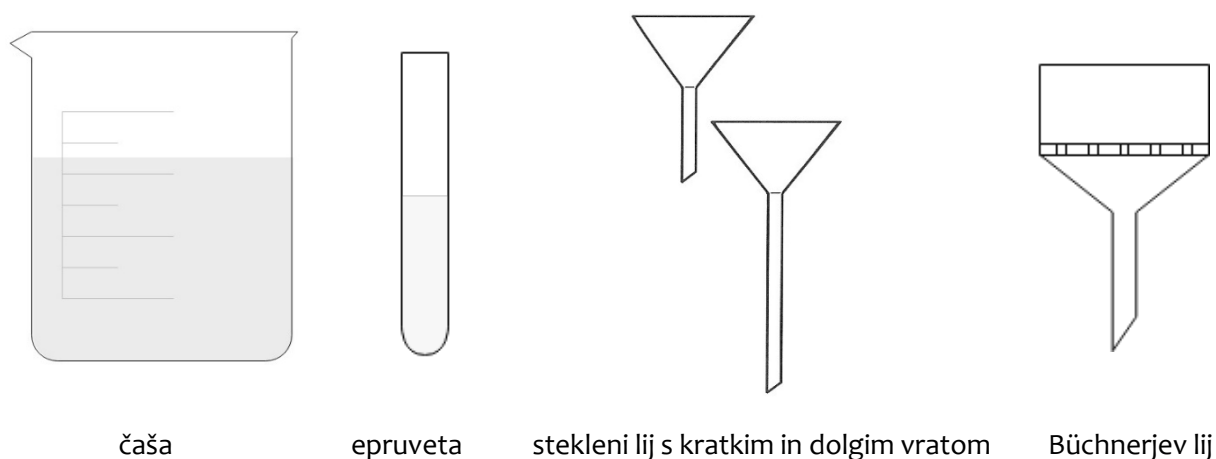
Nepravilno izvedene vaje mora študent ponavljati. Za termin ponovnega opravljanja vaje se mora z asistentom predhodno dogovoriti, če vaje ne more ponoviti v istem dnevu.

Po končani vaji mora študent dnevnik pokazati asistentu, ki najprej pregleda **rezultate praktičnega dela vaje in rezultate računskih nalog**, nato pa mora dnevnik asistentu tudi oddati. Asistent dnevnik do izvajanja naslednje vaje pregleda in popravi. Študent ima opravljene vaje šele takrat, ko asistent skupaj z navedenim datumom vse vaje podpiše. Po končanih vajah ostanejo pregledani in podpisani dnevniki v lasti študenta.

LABORATORIJSKI INVENTAR



Slika 1. Laboratorijski inventar, vir: [1]



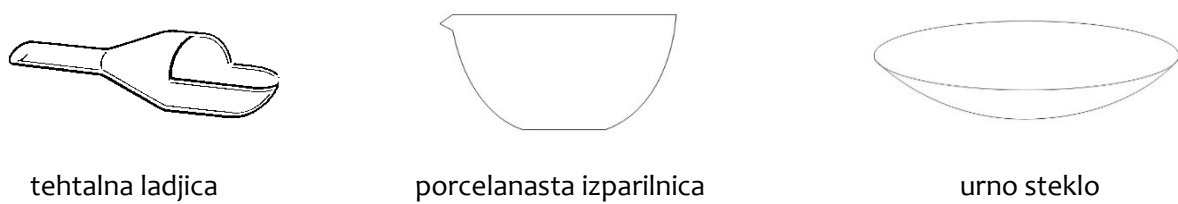
Slika 2. Laboratorijski inventar, vir: [2]



Slika 3. Laboratorijski inventar, vir: [2]



Slika 4. Laboratorijski inventar, vir: [2]



Slika 5. Laboratorijski inventar, vir: [2]

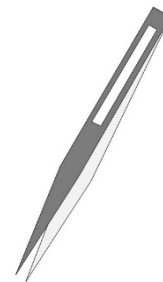
**NAPAKA! ČE ŽELITE UPORABITI HEADING 1 ZA BESEDILO, ZA KATEREGA ŽELITE, DA SE POJAVI
TUKAJ, UPORABITE ZAVIHEK »OSNOVNO«. LABORATORIJSKI INVENTAR**



mešalni magnetki



klešče za žarilne lončke

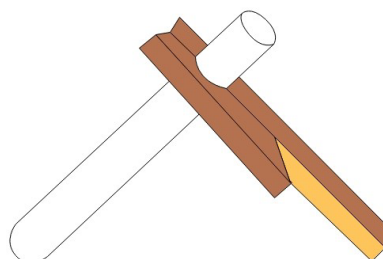


laboratorijska pinceta

Slika 6. Laboratorijski inventar, vir: [2]



laboratorijska žlička
s spatulo

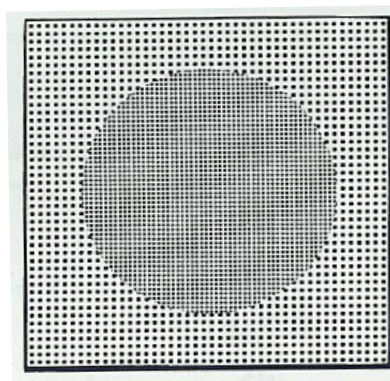


ščipalka za epruvete

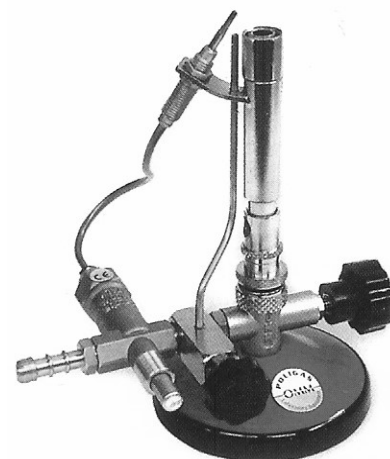
Slika 7. Laboratorijski inventar, vir: [2]



žogica za pipetiranje



keramična mreža

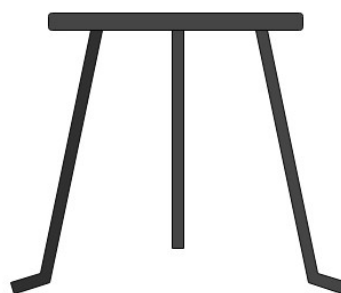


plinski gorilnik

Slika 8. Laboratorijski inventar, vir: [1]



elektronska tehtnica



trinožno stojalo

Slika 9. Laboratorijski inventar, vir: [2]



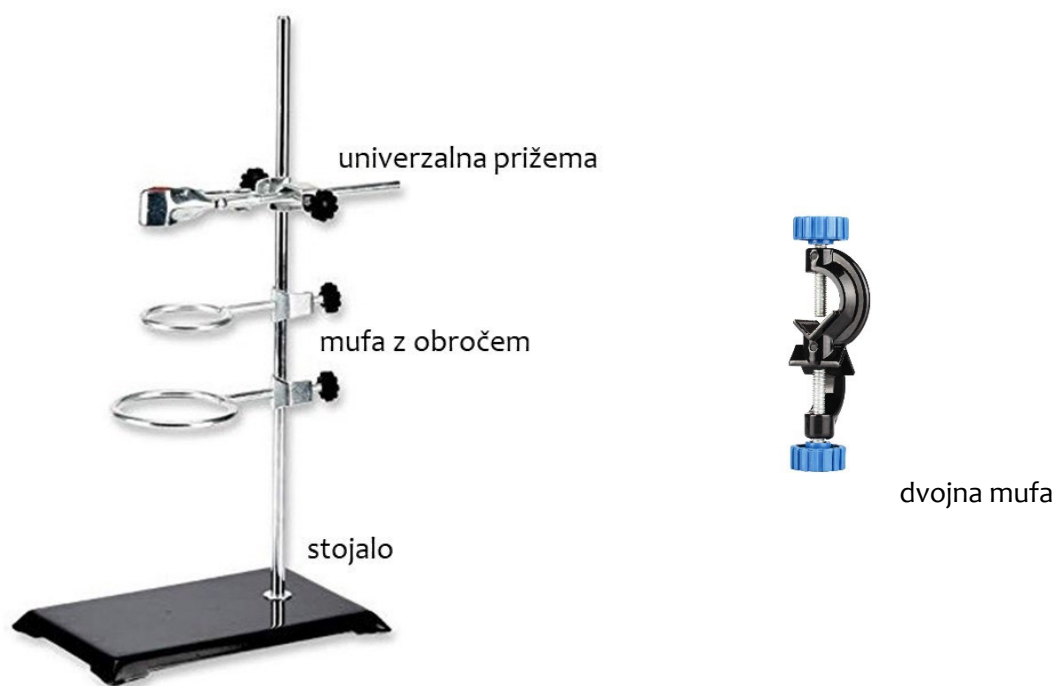
stojalo za epruvete



terilnica s pestilom

Slika 10. Laboratorijski inventar, vir: [2]

NAPAKA! ČE ŽELITE UPORABITI HEADING 1 ZA BESEDILO, ZA KATEREGA ŽELITE, DA SE POJAVI
TUKAJ, UPORABITE ZAVIHEK »OSNOVNO«. LABORATORIJSKI INVENTAR



Slika 11. Laboratorijski inventar, vir: [2]



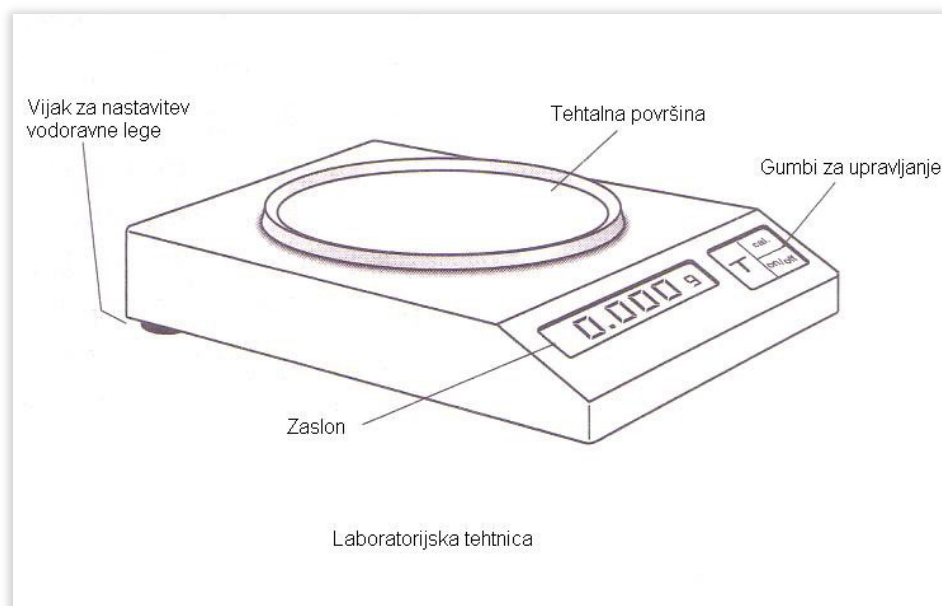
Slika 12. Laboratorijski inventar, vir: [2]

LABORATORIJSKE TEHNIKE

TEHTANJE

Za tehtanje trdnih snovi pri vajah uporabljamo precizne tehtnice z odčitavanjem na dve decimalni mesti. Pri delu se držimo naslednjih pravil:

- Kemikalij **nikoli ne tehtamo neposredno na tehtalno površino tehtnice**, vedno uporabimo primerno posodo – izparilnico, čašo, urno steklo, tehtič ali tehtalno ladjico.
- Na tehtnico **nikoli ne postavljamo vročih predmetov!** Vročo steklovino pred tehtanjem ohladimo na sobno temperaturo. Tehtanje vročih predmetov daje napačne rezultate in lahko poškoduje tehtnico.
- Izogibamo se tehtanju na prepihu. Okna in vrata v bližini tehtnice naj bodo med tehtanjem zaprta.
- **Pred tehtanjem preverimo, če je tehtnica nastavljena na ničlo.** V kolikor ni, jo nastavimo na nič z ustreznim gumbom (TARA). Če se tehtnice ne da nastaviti na ničlo, obvestite asistenta ali tehniškega sodelavca!
- Najprej stehtamo prazno posodo. Če bomo pri izračunih to maso potrebovali, si jo zapišemo. Nato z ustreznim gumbom nastavimo tehtnico na ničlo ('tariramo') in zatehtamo potrebni reagent. Maso zapišemo v laboratorijski dnevnik!
- **V kolikor smo po tehtnici raztresli kemikalijo, jo moramo takoj očistiti** po navodilih asistenta ali tehniškega sodelavca!
- Po končanem tehtanju tehtnico ponovno nastavimo na ničlo.

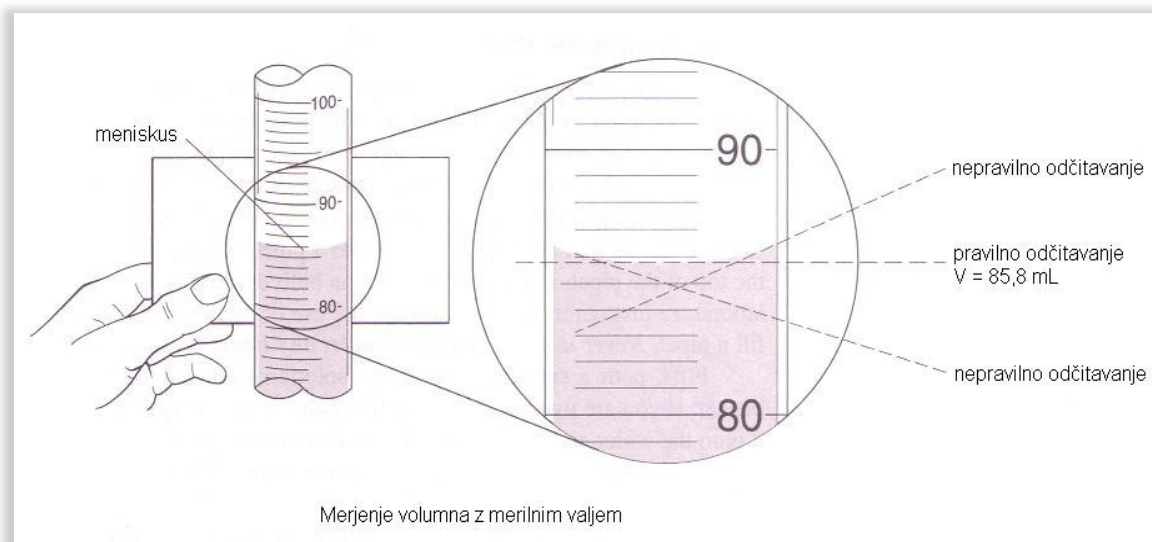


Slika 13. vir: [1]

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE

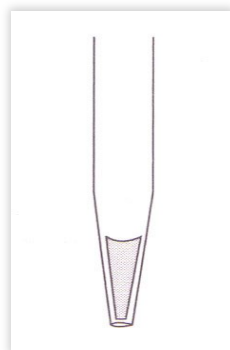
Za odmerjanje tekočih reagentov in topil uporabljamo volumetrično steklovino, ki ima kalibracijske oznake za določanje volumna. Najpogosteje uporabljamo **merilne valje** različnih volumnov in **pipete**, ki jih delimo na merilne (graduirane) in polnilne.

Vodne raztopine v steklenih posodah nimajo ravne površine, ampak se oblikujejo v konkavno obliko, ki jo imenujemo **meniskus**. Pri odčitavanju moramo biti pozorni na lego očesa, ki mora biti poravnana s spodnjim robom meniskusa!



Slika 14. vir: [1]

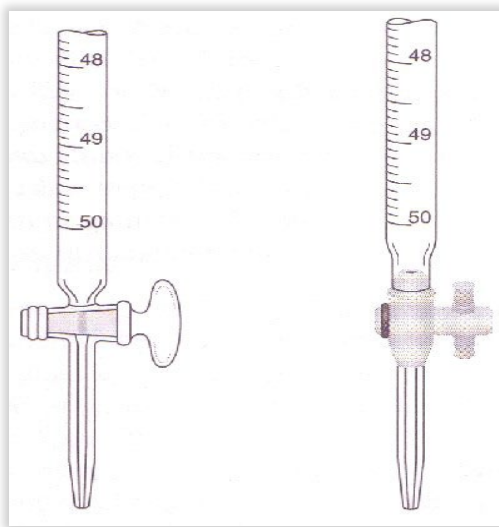
Pri uporabi pipet v nobenem primeru **ne smemo pipetirati z usti**, saj je to nevarno zaradi možnosti zaužitja kemikalij in vdihavanja hlapov, razen tega pa je nehigienično. Na razpolago so gumijasti ('žogice') ali plastični nastavki za pipetiranje. Pri uporabi nastavkov se ravnamo po navodilih asistenta ali tehniškega sodelavca. Pazimo, da ne potegnemo tekočine v nastavek! Pri praznjenju pipete **ne poskušamo izpihati majhnega volumna tekočine**, ki ostane v pipeti – ta volumen je bil upoštevan pri kalibraciji!



Slika 15. Volumen tekočine, ki ostane v konici pipete, je upoštevan pri kalibraciji, vir: [1]

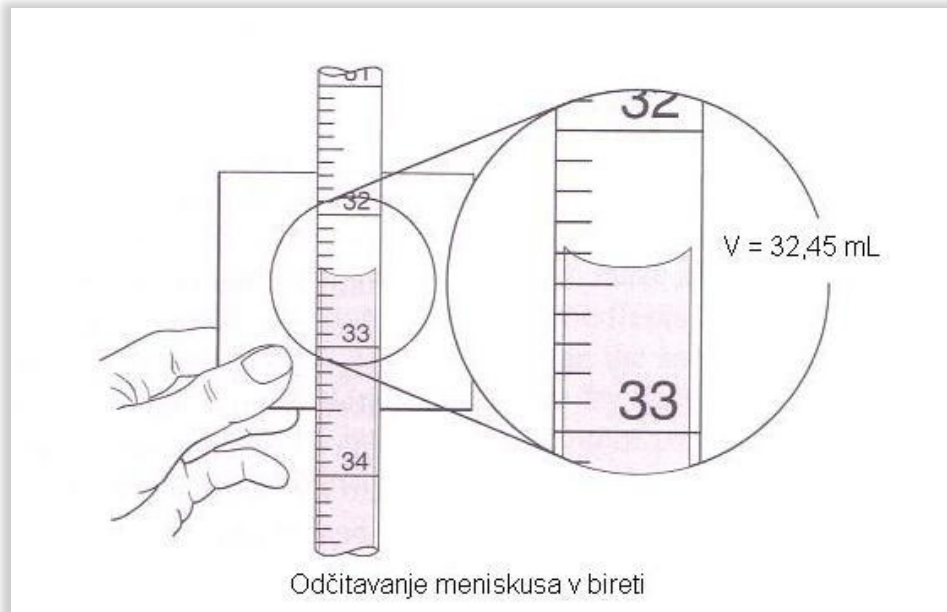
BIRETE

Birete so dolge, ozke, kalibrirane steklene cevke z ventilom (petelinčkom), ki se uporabljajo za nastavljanje hitrosti pretoka iz birete. Uporabljajo se za odmerjanje tekočin, pogosteje pa pri **kvantitativni analizi za titracijo**. Najpogosteje se uporabljajo birete z brušenim steklenim petelinčkom, v novejšem času pa vse pogosteje s teflonskim petelinčkom.



Slika 16. Bireta s steklenim in s teflonskim petelinčkom, vir: [1]

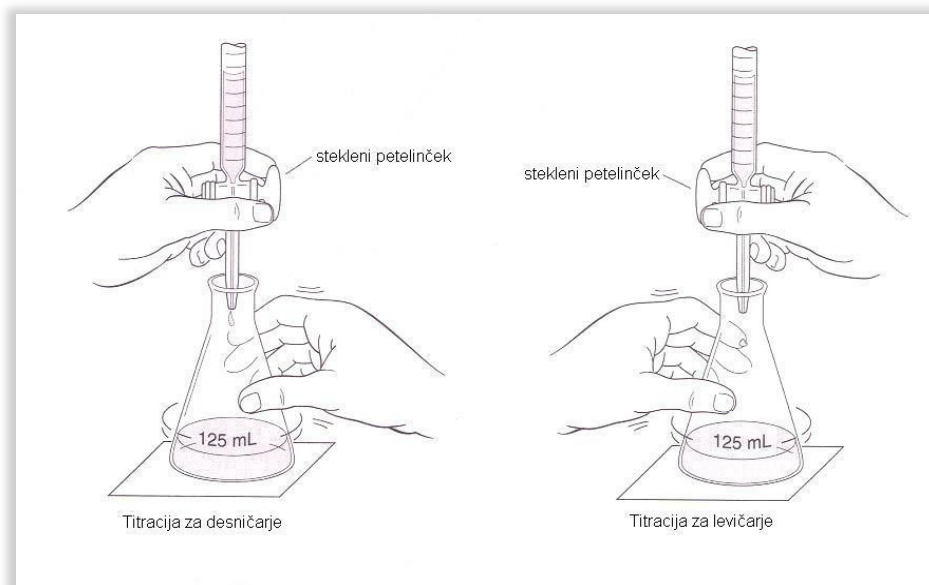
Pri delu pazimo, da je bireta **v stojalu vpeta v navpičnem položaju**, saj le tako dobimo pravilne rezultate. Preverimo, ali je petelinček zaprt, in nato bireto napolnimo z ustrežno raztopino, pri čemer si pomagamo s steklenim lijakom. Bireto vedno napolnimo nekoliko nad oznako 0 mL, **odstranimo lijak** in iz birete spustimo odvečno raztopino, da se spodnji rob meniskusa poravnava z oznako 0 mL.



Slika 17. vir: [1]

Pri titraciji primemo bireto z levo roko, erlenmajerico pa z desno. S tem preprečimo, da bi izvlekli petelinček iz obrusa (navedeno velja za desničarje, gl. sliko).

Navedeno je še posebej pomembno pri steklenih ventilih, manj pri teflonskih. **Barvo raztopine vedno opazujemo proti beli podlagi.** Raztopino v erlenmajerici **ves čas titracije mešamo** s krožnimi gibi roke:



Slika 18. Tehnike titriranja, vir: [1]

MERILNE BUČKE

Merilne bučke različnih volumnov se uporabljajo za pripravo natančno določenih volumnov raztopin. S tem namenom imajo na vratu eno samo oznako, do katere jih moramo napolniti. **Če raztopino pripravljamo iz trdnega topljenca, tega nikoli ne zatehtamo neposredno v bučko, ampak ga raztopimo v čaši v volumnu topila**, ki je manjši od volumna bučke. Raztopino kvantitativno prelijemo v bučko in čašo speremo s topilom. Če raztopino pripravljamo z redčenjem koncentrirane raztopine, najprej v bučko nalijemo nekaj topila (približno 1/3 prostornine bučke), nato dolijemo preračunan volumen koncentrirane raztopine (odvisno od zahtevane natančnosti uporabimo merilni valj ali pipeto).

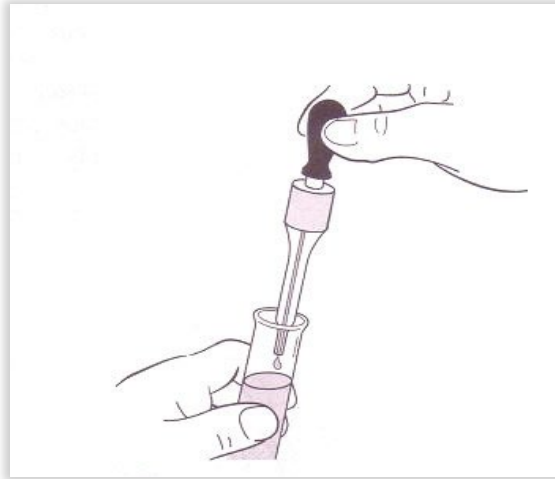
V obeh primerih moramo bučko dopolniti do oznake s topilom. Zadnje kapljice topila dodajamo počasi in previdno, da preprečimo prekomerno razredčenje. Pomagamo si s puhalko z ozko konico. Pri odčitavanju volumna bodimo pozorni, **da volumen odčitamo na spodnjem robu meniskusa!**

MEŠANJE TEKOČIN

Kadar mešamo koncentrirano raztopino z vodo ali dve raztopini različnih koncentracij, **vedno dodajamo koncentrirano raztopino vodi** oziroma bolj koncentrirano raztopino manj koncentrirani! Še posebej pomembno je upoštevanje tega pravila pri pripravi kislin iz koncentrirane raztopine in vode. Koncentrirano raztopino dodajamo vodi postopoma, v manjših obrokkih.

PRAVILNA UPORABA KAPALK

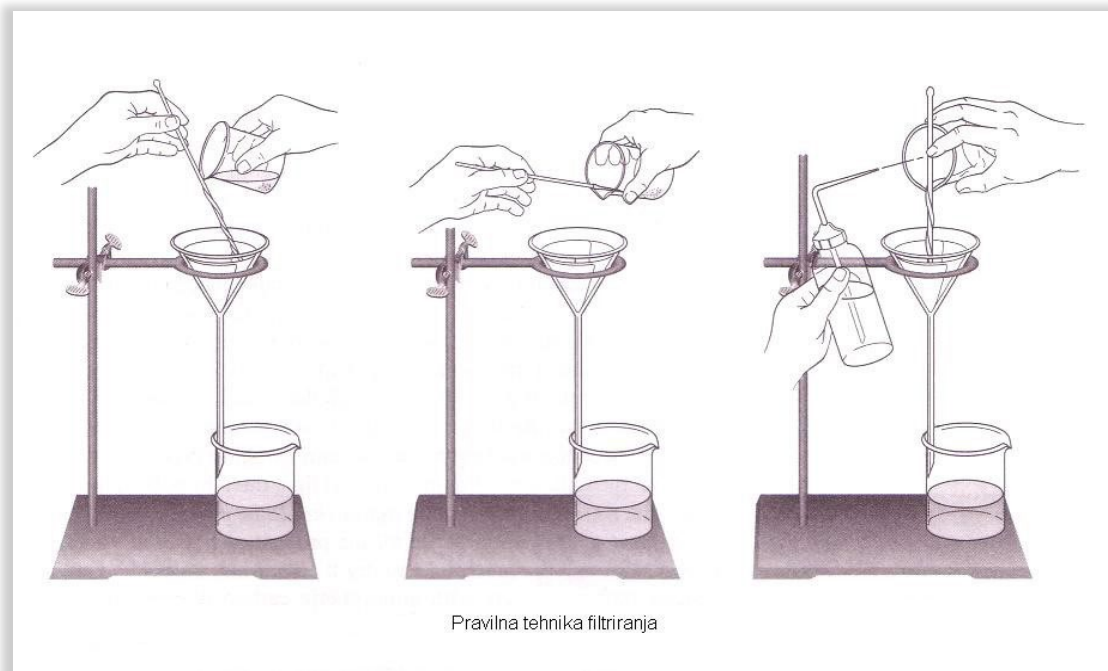
Pri dodajanju reagenta s kapalkami moramo paziti, da ne kontaminiramo reagenta v kapalni steklenički. **Kapalke nikoli ne odlagamo na delovno površino in pazimo, da se s konico ne dotaknemo epruvete ali druge posode, v katero s kapalko dodajamo reagent.**



Slika 19. Uporaba kapalke, vir: [1]

FILTRIRANJE

Za pravilno filtriranje potrebujemo stojalo, obroč za filtriranje, stekleni lijak, čašo, stekleno palčko in ustrezen filtrirni papir. Papir preložimo ali nagubamo, da se prilega lijaku. Izlivna cevka lijaka naj se s svojim daljšim koncem dotika stene čaše. Tekočino prelivamo iz čaše na filtrirni papir preko steklene palčke.

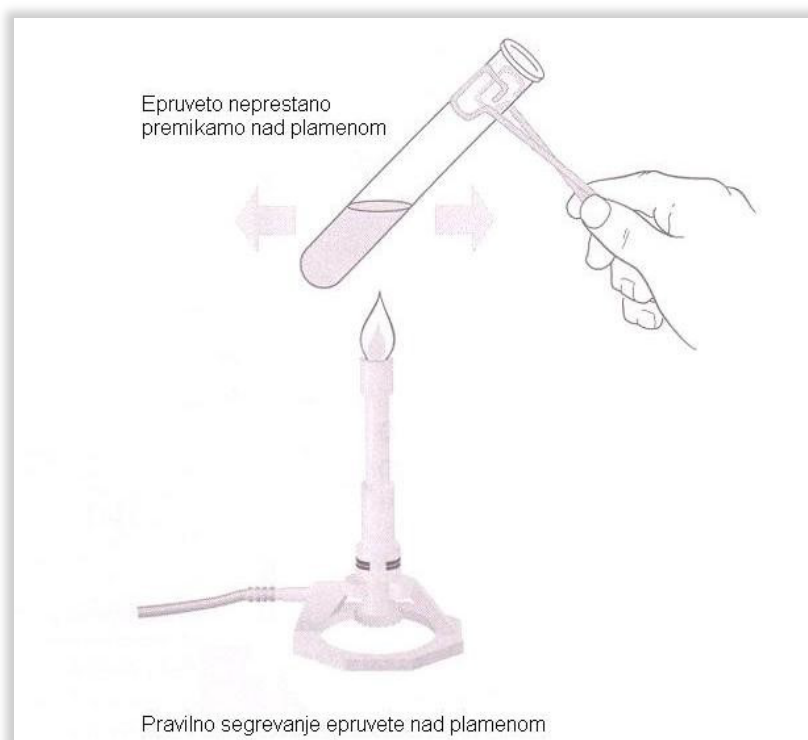


Slika 20. Pravilna tehnika filtriranja, vir: [1]

PRAVILNO SEGREVANJE TEKOČIN V EPRUVETI

Negorljive tekočine, najpogosteje vodne raztopine, lahko segrevamo v epruveti neposredno nad plamenom gorilnika, vendar moramo pri delu upoštevati nekatera varnostna navodila. Neupoštevanje lahko povzroči nenadno in burno zavretje segrevane tekočine in/ali lom epruvete zaradi prehitrega segrevanja:

- epruveto napolnimo s tekočino maksimalno do $1/3$ volumna,
- epruveto primemo s ščipalko za epruvete pod kotom približno 45° ,
- epruvete ne postavimo direktno v plamen, ampak tik **nad** zgornji rob plamena,
- epruveto med segrevanjem neprestano rahlo pretresamo,
- odprtino epruvete držimo v tako smer, da ni usmerjena proti obrazu izvajalca poskusa ali drugih oseb v okolici.



Slika 21. Pravilno segrevanje epruvete nad plamenom, vir: [1]

OSNOVNE ENOTE SI

Tabela 1. Mednarodni merski sistem temelji na 7 osnovnih enotah

VELIČINA		ENOTA	
IME	ZNAK	IME	OZNAKA
dolžina	<i>l</i>	meter	m
masa	<i>m</i>	kilogram	kg
čas	<i>t</i>	sekunda	s
električni tok	<i>I</i>	amper	A
temperatura	<i>T</i>	kelvin	K
svetilnost	<i>I_v</i>	kandela	cd
množina	<i>n</i>	mol	mol

Tabela 2. Plinska konstanta v različnih enotah

VREDNOST R	ENOTA
8,314472	$\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
0,0820574587	$\text{L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
$8,20574587 \cdot 10^{-5}$	$\text{m}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
8,314472	$\text{cm}^3 \cdot \text{MPa} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
8,314472	$\text{L} \cdot \text{kPa} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
8,314472	$\text{m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
62,3637	$\text{L} \cdot \text{mm Hg} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
83,14472	$\text{L} \cdot \text{mbar} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
1,987	$\text{cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Tabela 3. Decimalne enote SI dobimo iz enot SI in predpon

PREDPONA		FAKTOR	VREDNOST
IME	ZNAK		
eksa	E	10^{18}	1 000 000 000 000 000 000
peta	P	10^{15}	1 000 000 000 000 000
tera	T	10^{12}	1 000 000 000 000
giga	G	10^9	1 000 000 000
mega	M	10^6	1 000 000
kilo	k	10^3	1 000
hekto	h	10^2	100
deka	da	10	10
deci	d	10^{-1}	0,1
centi	c	10^{-2}	0,01
mili	m	10^{-3}	0,001
mikro	μ	10^{-6}	0,000 001
nano	n	10^{-9}	0,000 000 001
piko	p	10^{-12}	0,000 000 000 001
femto	f	10^{-15}	0,000 000 000 000 001
ato	a	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001

Izpeljane enote SI so izpeljane iz osnovnih enot s faktorjem 1. Npr.:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Poleg osnovnih in izpeljanih enot SI se v naravoslovju in tehniki smejo zaradi njihovega praktičnega pomena uporabljati tudi nekatere druge enote.

Tabela 4. Nekatere izjemno dopustne enote izven SI

VELIČINA		ENOTA		ZVEZA Z ENOTO SI
IME	ZNAK	IME	OZNAKA	
prostornina	<i>V</i>	liter	L	1 L = 1 dm ³
masa	<i>m</i>	tona	t	1 t = 10 ³ kg
čas	<i>t</i>	minuta	min	1 min = 60 s
		ura	h	1 h = 3600 s
		dan	d	1 d = 86400 s
tlak	<i>P</i>	bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa
energija	<i>W</i>	elektronvolt	eV	1 eV = 1,602·10 ⁻¹⁹ J
temperatura	<i>T</i>	celzijeva stopinja	°C	0 °C = 273,15 K

Poleg osnovnih, izpeljanih enot SI ter izjemno dopustnih enot so občasno v uporabi še zastarele enote. Načeloma se moramo uporabiti teh enot izogibati, vendar so na nekaterih področjih znanosti in tehnike še vsakodnevno v uporabi, zato je njihovo poznavanje potrebno.

Tabela 5. Zastarele enote

VELIČINA		ENOTA		ZVEZA Z ENOTO SI
IME	ZNAK	IME	OZNAKA	
dolžina	<i>l</i>	ångström	Å	1 Å = 10 ⁻¹⁰ m
		mikron	μm	1 μm = 10 ⁻⁶ m
		palec (cola)	in	1 in = 25,4 mm
tlak	<i>p</i>	atmosfera	atm	1 atm = 101325 Pa
		mm Hg	torr	1 torr = 133,3 Pa

Tabela 6. Izpeljane veličine v kemiji

VELIČINA	ZNAK	DEFINICIJA	ENOTA
številnost (snovi X)	$N(X)$	$N(X) = n(X) \cdot N_A$	-
molska masa (snovi X)	$M(X)$	$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)}$	g/mol
gostota	ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	g/mL
množinska koncentracija (molarost)	$c(X)$	$c(X) = \frac{n(X)}{V}$	mol/L
masna koncentracija	$\gamma(X)$	$\gamma(X) = \frac{m(X)}{V}$	g/L
molalnost topljenca X v topilu Y	$b(X)$	$b(X) = \frac{n(X)}{m(Y)}$	mol/kg
množinski delež snovi X	$x(X)$	$x(X) = \frac{n(X)}{i} \sum n_i$	-
masni delež snovi X	$w(X)$	$w(X) = \frac{m(X)}{\sum m_i}$	-
prostorninski delež snovi X	$\varphi(X)$	$\varphi(X) = \frac{V(X)}{i} \sum V_i$	-
topnost snovi X v topilu Y	t	$t = \frac{m(X)}{m(Y)} \cdot 100$	$\frac{g(X)}{100 g(Y)}$
stopnja disociacije	α	$\alpha = \frac{N}{N_0}$	-

EKSPERIMENTALNE VAJE



1. VAJA

DOLOČEVANJE FORMULE KRISTALOHIDRATA

1. VAJA: DOLOČEVANJE FORMULE KRISTALOHIDRATA

POTREBNO ZNANJE: osnovni kemijski zakoni, atomska teorija, množina snovi, mol, Avogadrovo število, relativna atomska masa, relativna molekulska masa, formule kemijskih spojin, kemijske enačbe, nomenklatura kemijskih spojin.

VARNOST: upoštevajte navodila pri delu z vročimi predmeti in napravami!

LABORATORIJSKE TEHNIKE

TEHTANJE, str.10

POMEMBNE FORMULE

$$\text{množina snovi } n(x) = \frac{m(x)}{M(x)}$$

$$\text{št. atomov } N = n \cdot N_A; \quad N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. mol}^{-1}$$

$$\text{masni delež } \omega(x) = \frac{m(x)}{\sum m_i}$$

NALOGEI

1. RAČUNSKÉ NALOGE (podatke dobite na listku):

- Izračunajte, koliko atomov je v 1 mg!
- Izračunajte maso 1 atoma !
- Iz podanih masnih deležev določite enostavno formulo spojine!
- Iz znane formule spojine izračunajte masne deleže elementov v tej spojini!

2. EKSPERIMENTALNA NALOGA

Določite enostavno formulo kristalohidrata, ki ga dobite pri asistentu!

3. INVENTAR

Skupni inventar

- Vodna kopel
- Peščena kopel
- Laboratorijska žlica
- Tehnica

Osebni inventar

- Porcelanasta izparilnica
- Steklena palčka

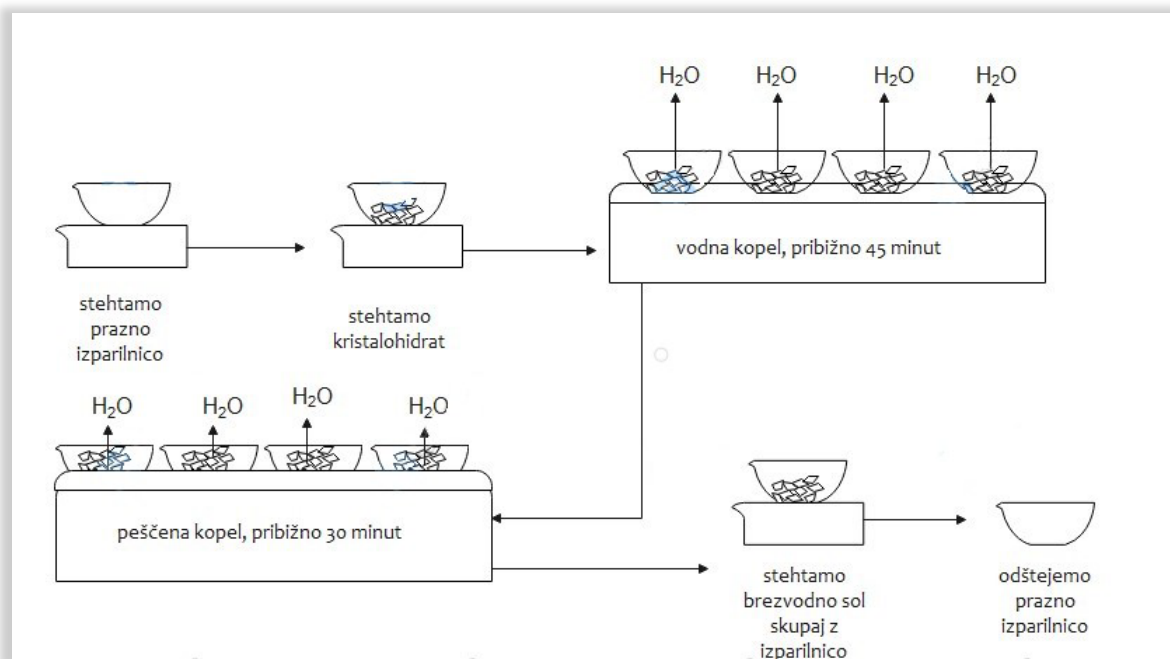
4. KEMIKALIJE

- Različni kristalohidrati

5. IZVEDBA VAJE

- Stehtajte prazno izparilnico, označite jo s številko delovnega mesta. Če imate vzorec, kjer je potrebna steklena palčka (za mešanje soli), palčko stehtajte skupaj z izparilnico. V tem primeru mora biti palčka v izparilnici ves čas!
- Tehnico postavite v položaj 0,000 g (stisnete gumb TARA) in stehtajte maso kristalohidrata.
- Obe meritvi skrbno zapišite!
- Izparilnico s kristalohidratom postavite na vodno kopel. Ko odpirate obročke vodne kopeli, pazite, da pri tem ne pokapljate vzorcev, ki so že na vodni kopeli!
- Ko izpari vsa voda, izparilnico prestavite na peščeno kopel. Pri tem pazite, da izparilnico s soljo najprej postavite na zgornjo površino peska. Šele čez nekaj časa jo zakopljite malo globlje v pesek, saj je temperatura peščene kopeli v globini višja kot na površini. Za izločitev kristalno vezane vode je namreč potrebno segrevanje pri višji temperaturi.
- Ko menite, da je izparela vsa voda, izparilnico z brezvodno soljo ohladite in stehtajte ter si maso izparilnice in soli zapišite v dnevnik. Če ste stehtali na začetku vaje z izparilnico tudi palčko, jo ves čas tehtajte skupaj z izparilnico.

- Prepričajte se, da je sol dejansko suha (sušenje do **konstantne mase**). Prepričate se tako, da izparilnico s posušeno soljo za nekaj časa ponovno postavite na pečeno kopel, jo ponovno ohladite in stehtate. **Če med prvim in drugim tehtanjem v masi ne opazite bistvene razlike, lahko sklepate, da je iz kristalohidrata izparela vsa voda.**
- Masa kristalno vezane vode je razlika v masi soli pred in po izparevanju. Maso vode preračunajte v množino kristalne vode in jo podajte v molih vode na 1 mol kristalohidrata! Odpadno sol oddajte v posodo, ki jo dobite pri asistentu.



Slika 22. Potek vaje, vir: [2]

RAZMISLIMO

1. Zakaj je potrebno pred tehtanjem kristalohidrata skupaj z izparilnico stehtati tudi stekleno palčko?
2. Zakaj sušimo kristalohidrat najprej na vodni kopeli in šele nato na peščeni kopeli? Zakaj pustimo izpareti vodo do suhega na vodni kopeli?
3. Zakaj položimo na peščeni kopeli izparilnico najprej na vrh peska in jo šele kasneje poglobimo v pesek?
4. Kaj pomeni tehtanje do konstantne mase?

EKSPERIMENTALNE VAJE



2. VAJA

PLINSKI ZAKON

2. VAJA: PLINSKI ZAKON

POTREBNO ZNANJE: plinski zakon, množina snovi, molska masa, povprečna molska masa, Gay Lussacov zakon o stalnih prostorninskih razmerjih, Avogadrov zakon, gostota plinov, parcialni tlak, množinski delež.

VARNOST: upoštevajte varnost pri delu s kisljinami in nastajanje plinastega vodika! **OBVEZNO UPORABITE ZAŠČITNA OČALA IN ROKAVICE!**

LABORATORIJSKE TEHNIKE

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE,
str.11

POMEMBNE FORMULE

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot M = \rho \cdot R \cdot T$$

$$\bar{M} = \sum x_i \cdot M_i$$

NALOGE

1. RAČUNSKÉ NALOGE (podatke dobite na listku):

- Izračunajte molsko maso plina, katerega masa gramov zavzema prostornino litrov pri temperaturi°C in tlaku kPa!
- Zmes plinov (plin A) in (plin B) ima pri temperaturi °C in tlaku kPa gostotog/L. Izračunajte masna in prostorninska deleža obeh plinov v tej zmesi!
Izračunajte še parcialna tlaka posameznih plinskih komponent v plinski zmesi!
- Masa g ogljikovodika zgori na zraku v ogljikov dioksid in vodno paro. Izračunajte prostornini obeh plinastih produktov, nastalih pri izgorevanju ogljikovodika, pri temperaturi°C in tlaku kPa!

2. EKSPERIMENTALNA NALOGA

Izračunajte maso magnezija s pomočjo merjenja prostornine vodika, ki je nastal pri kemijski reakciji magnezija s klorovodikovo kislino!

3. INVENTAR

Skupni inventar

- Stojalo
- Ukrivljena steklena cevka z gumijastim zamaškom
- Bakrena žica
- 10 mL merilni valj
- Barometer (v primeru, da v prostoru ni barometra, dobite podatek o vrednosti zračnega tlaka pri asistentu)
- Termometer za odčitavanje temperature zraka
- Termometer za odčitavanje temperature vode

Osebni inventar

- Dvojna mufa
- Univerzalna prižema
- Mufa z obročem
- Epruveta
- 1 L čaša
- 100 mL merilni valj

4. KEMIKALIJE

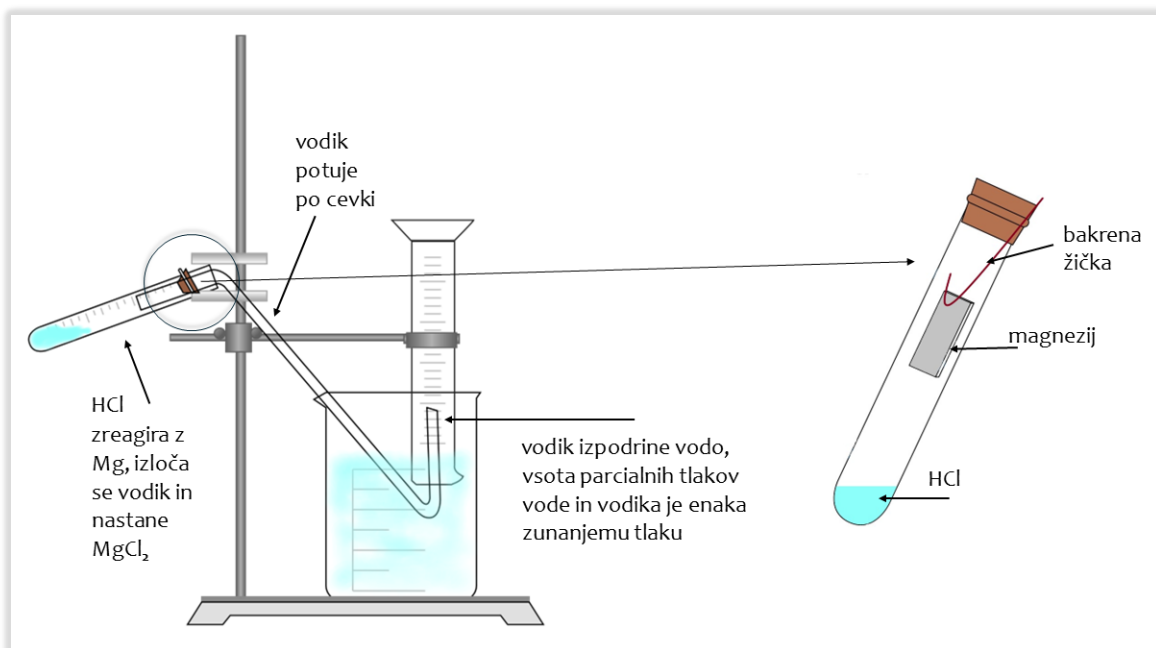
- Magnezijev trak
- Kislina HCl s koncentracijo $c = 2 \text{ mol/L}$

5. IZVEDBA VAJE

- Sestavite aparaturo, kot je prikazana na sliki 23. Preverite, če zamašek v epruveti dobro tesni!
- Merilni valj napolnite do vrha z vodo, čašo pa malo pod zgornji rob. To storite tako, da izlivno korito na koncu delovnega pulta napolnite z vodo. Merilni valj skupaj z obročem obrnete narobe v čašo, nato merilni valj ter čašo istočasno potopite vanjo. Preverite ali ni morda ostal v njem kakšen zračni mehurček. Merilni valj pritrdite na stojalo. Pri tem pazite, da vam vanj ne vdre zrak, sicer morate postopek polnjenja z vodo ponoviti.
- V epruveto po eni strani stene nalijete 6 mL HCl s koncentracijo $c = 2 \text{ mol/L}$. Pri nalivanju kisline v epruveto bodite pozorni, da omočite le eno steno epruvete!
- Košček magnezija, ki ste ga dobili pri asistentu, obesite na bakreno žico in jo previdno

položite na suhi del stene epruvete (omóčen del stene epruvete obrnete navzgor). Pri tem pazite, da magnezija ne potopite v nalito kislino. Epruveto s prižemo pritrdite na stojalo, zaprite epruveto z zamaškom z ukrivljeno cevko. Preverite, če leži spodnji del ukrivljene cevke pod spodnjim robom merilnega valja, sicer bo del vodika, nastalega pri reakciji raztapljanja magnezija v HCl, ušel izpod merilnega valja.

- Ko je aparatura ponovno pravilno sestavljena, potegnite bakreno žico skozi magnezijev trak med steno epruvete in zamaškom, tako da magnezij pade v kislino.
- Pri tem poteče reakcija in se prične razvijati vodik. Reakcija je končana, ko se vodik ne razvija več (ne nastajajo več mehurčki vodika v merilnem valju).
- Po končani reakciji odčitajte volumen nastalega vodika. Pri tem čimbolj izenačite gladini vode v merilnem valju in v čaši.
- Odčitajte zračni tlak na barometru, temperaturo zraka na termometru v prostoru ter izmerite temperaturo vode v čaši.
- Od zunanjega tlaka odštejte parcialni tlak vodne pare (glejte tabelo 6 - parcialni tlak vodne pare je odvisen od temperature vode v čaši) in iz dobljenih podatkov izračunajte maso kovine!



Slika 23. Prikaz aparature za izvedbo vaje, vir: [2]

Tabela 7. Odvisnost tlaka vodne pare od temperature vode (od 10 – 25°C)

$T(^{\circ}\text{C})$	p (kPa)	$T(^{\circ}\text{C})$	p (kPa)	$T(^{\circ}\text{C})$	p (kPa)	$T(^{\circ}\text{C})$	p (kPa)
10	1,22	14	1,60	18	2,07	22	2,64
11	1,32	15	1,71	19	2,20	23	2,81
12	1,40	16	1,81	20	2,33	24	2,98
13	1,49	17	1,93	21	2,48	25	3,17

RAZMISLIMO

1. Zakaj položimo magnezij na suho steno epruvete?
2. Zakaj pred odčitavanjem prostornine nastalega plina pri reakciji izenačimo gladini vode v merilnem valju in čaši?
3. Zakaj odštejemo od zunanjega tlaka parcialni tlak vodne pare?

EKSPERIMENTALNE VAJE



3. VAJA

KEMIJSKA REAKCIJA

3. VAJA: KEMIJSKA REAKCIJA

POTREBNO ZNANJE: osnovni kemijski zakoni, atomska teorija, formule kemijskih spojin, kemijske enačbe, računanje s kemijskimi enačbami, nomenklatura.

VARNOST: upoštevajte delo s kislinami in delo z vročimi predmeti in aparaturami! Upoštevajte varnost pri delu s koncentriranimi kislinami in bazami! Pri merjenju volumna raztopine z merilnim valjem pri koncentriranih kislinah in bazah **OBVEZNO UPORABLJAJTE ZAŠČITNA OČALA IN ROKAVICE!**

LABORATORIJSKE TEHNIKE

TEHTANJE, str.10

FILTRIRANJE, str. 16

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.11

POMEMBNE FORMULE

izračun izkoristka

$$\text{množina snovi: } n_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{M_{\text{Fe}}}$$

$$n_{\text{Fe}} = n_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{teoreticna}} = n_{\text{Fe}} \cdot M_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}$$

$$\text{izkoristek (\%): } \frac{m_{\text{kristalnega produkta}}}{m_{\text{teoreticna}}} \cdot 100$$

NALOGE

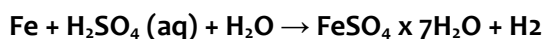
1. RAČUNSKE NALOGE (podatke dobite na listku):



Po zgornji enačbi reagira g SiO₂ in g C. Kateri reaktant je v prebitku (ostane nezreagiran) in koliko (v gramih) ga je v prebitku? Koliko g SiC pri tem nastane?

2. EKSPERIMENTALNA NALOGA

Po naslednji kemijski reakciji pripravite železov(II) sulfat(VI) heptahidrat FeSO₄ x 7H₂O!



3. INVENTAR

Skupni inventar

- Bunsenov ventil
- Presesalna buča
- Büchnerjev lij
- Tehtnica
- Vodna kopel
- Laboratorijska žlica
- Tehtalna ladjica
- Stojalo
- Pinceta

Osebni inventar

- 300 mL erlenmajerica z ozkim vratom
- Čaše
- Merilni valj
- Stekleni lijak
- Mufa z obročem
- Steklena palčka
- Filtrirni papir
- Urno steklo

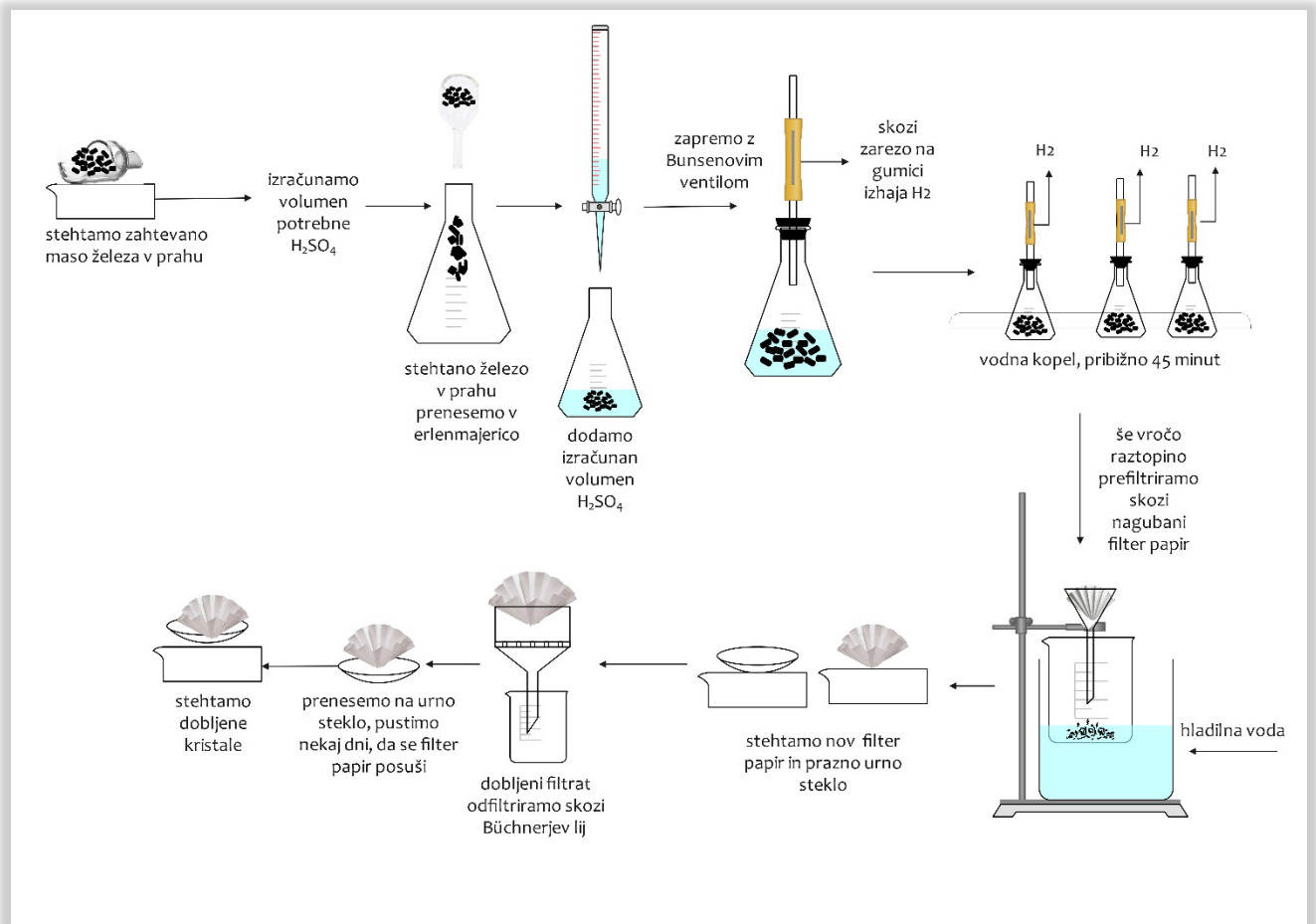
4. KEMIKALIJE

- Železo v prahu
- 20 % H_2SO_4

5. IZVEDBA VAJE

- V tehtič zatehtajte zahtevano maso železa v prahu (podatke dobite z listka).
- Zatehto si zapišite in glede na to vrednost najprej izračunajte potreben volumen 20 % H_2SO_4 z gostoto 1,139 g/mL in z 10 % prebitkom. **Rezultat obvezno preverite pri asistentu** pred nadaljevanjem praktičnega dela vaje.
- Odmerite izračunan volumen 20 % H_2SO_4 z bireto in kvantitativno prenesite zatehtano maso železa v prahu v 300 mL erlenmajerico. To storite tako, da najprej stresete železo v prahu v erlenmajerico, nato pa tehtič sperete z 20 % H_2SO_4 . Delajte v odduhi, saj poteka reakcija že pri sobni temperaturi. Erlenmajerico takoj zamašite z Bunsenovim ventilom in jo postavite na vodno kopel. Raztopino v erlenmajerici večkrat premešajte!

- Reakcija je končana po 30 – 45 minutah, ko prenehajo izhajati mehurčki H_2 .
- Raztopine **ne pustite na vodni kopeli predolgo**, ker se sicer pričnejo vanjo izločati kristali $FeSO_4$. V tem primeru jih morate raztopiti z nekaj mililitri vode. Raztopino pustite stati približno 5 minut, da se malo ohladi.
- Še toplo raztopino filtrirajte čez nagubani filter papir in stekleni lijak v manjšo čašo, ki jo postavite v večjo čašo s hladno vodo (po potrebi vodo večkrat zamenjajte) in filtrat ohladite na sobno temperaturo. Pri tem se čez čas izločijo kristali $FeSO_4 \cdot 7H_2O$.
- Pripravite Büchnerjev lij in **filtrirni papir, ki ga predhodno stehtate**. Izločene kristale odfiltrirajte s pomočjo Büchnerjevega lija in presesalne buče skozi filtrirni papir.
- Po končanem filtriranju prenesite filtrirni papir s pomočjo pincete iz lijaka na **urno steklo, ki ste ga pred tem stehtali. Urno steklo s kristali shranite v omarici, dobljene kristale stehtajte pred začetkom naslednje vaje** – odštejte maso praznega urnega stekla!
- Izračunajte izkoristek kemijske reakcije (v opomniku POMEMBNE FORMULE!): Izkoristek kemijske reakcije je razmerje med maso nastalih kristalov in teoretično maso kristalohidrata.
- Kristale oddajte asistentu!



Slika 24. Prikaz postopka za izvedbo vaje, vir: lasten

RAZMISLIMO

1. Zakaj moramo filtrirati raztopino pred kristalizacijo?
2. Kaj pomeni izraz heptahidrat v imenu $FeSO_4 \times 7H_2O$?
3. Kateri plin nastaja med reakcijo in kako preverimo njegovo prisotnost?
4. Zakaj je pomembno, da pri kristalizaciji ne pregrevamo raztopine?
5. Naštej vsaj dva razloga, zakaj dobite manj produkta, kot kaže teoretični izračun.

EKSPERIMENTALNE VAJE



4. VAJA

RAZTOPINE,

NEVTRALIZACIJSKA TITRACIJA

4. VAJA: RAZTOPINE, NEVTRALIZACIJSKA TITRACIJA

POTREBNO ZNANJE: koncentracije raztopin, gostota raztopin, priprava raztopin.

VARNOST: upoštevajte delo s plinom – bodite pozorni na to, da so po končanem delu zaprti vsi ventili na plinski napeljavi! Upoštevajte varnost pri delu s koncentriranimi kislinami in bazami! Pri merjenju volumna raztopine z merilnim valjem pri koncentriranih kislinah in bazah **OBVEZNO UPORABLJAJTE ZAŠČITNA OČALA IN ROKAVICE!**

LABORATORIJSKE TEHNIKE

TEHTANJE, str.10

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.11

MEŠANJE TEKOČIN, str.15

MERILNE BUČKE, str.15

PRAVILNA UPORABA KAPALK, str.15

BIRETE, str.13

POMEMBNE FORMULE

$$\text{masni delež snovi: } \omega(x) = \frac{m(x)}{\sum m_i}$$

$$\text{molarnost: } c(x) = \frac{n(x)}{V_{\text{raztopine}}}$$

$$\text{masna koncentracija: } \gamma(x) = \frac{m(x)}{V_{\text{raztopine}}}$$

$$\text{molalnost: } b(x) = \frac{n(x)}{m_{\text{topila}}}$$

$$n = C \cdot V$$

$$\text{nevtralizacija: } n_1 = n_2;$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

NALOGE

1. RAČUNSKÉ NALOGE (podatke dobite na listku):

a) **Priprava raztopine z masnim deležem snovi iz soli**

Pripravite gramov% raztopine natrijevega klorida (podatki z listka, ki ga dobite pri asistentu). Izmerite gostoto in temperaturo pripravljene raztopine in izračunajte še njeno množinsko (molarnost), molalno in masno koncentracijo!

b) **Priprava raztopine z masnim deležem snovi iz kristalohidrata**

Pripravitegramov% raztopine iz Pripravljeni raztopini izmerite temperaturo in gostoto in izračunajte množinsko koncentracijo (molarnost)!

c) **Priprava raztopine z množinsko koncentracijo**

Pripravite 250 mL M raztopine iz % raztopine z gostoto g/mL. Izračunajte procentnost pripravljene raztopine ter izmerite njeno temperaturo in gostoto!

2. EKSPERIMENTALNA NALOGA

a), b) in c) Na osnovi izračunov pripravite raztopine. **Rezultate predhodno preverite pri asistentu!**

d) S titracijo določite koncentracijo neznanega vzorca kisline oziroma baze v bučki!

3. INVENTAR**Skupni inventar**

- Tehnica
- Termometer
- Areometer (gostotomer)
- Trinožno stojalo
- Plinski gorilnik
- 10 mL merilni valji
- 5 mL merilni valji
- Birete
- Filtrirni papir ali papirnata brisača
- Zamaški za epruvete

Osebni inventar

- Čaše
- Merilni valj
- Steklena palčka
- Keramična mreža
- 100 mL merilni valj
- Steklena palčka
- 250 mL merilna bučka
- Žogice za pipetiranje

4. KEMIKALIJE

- Soli, ki jih dobite pri asistentu
- Vzorec baze ali kisline, ki ga dobite pri asistentu
- Lakmusov papir (lističi)
- Fenolftalein
- Metilrdeče

Tabela 8. Gostote raztopin z različnim

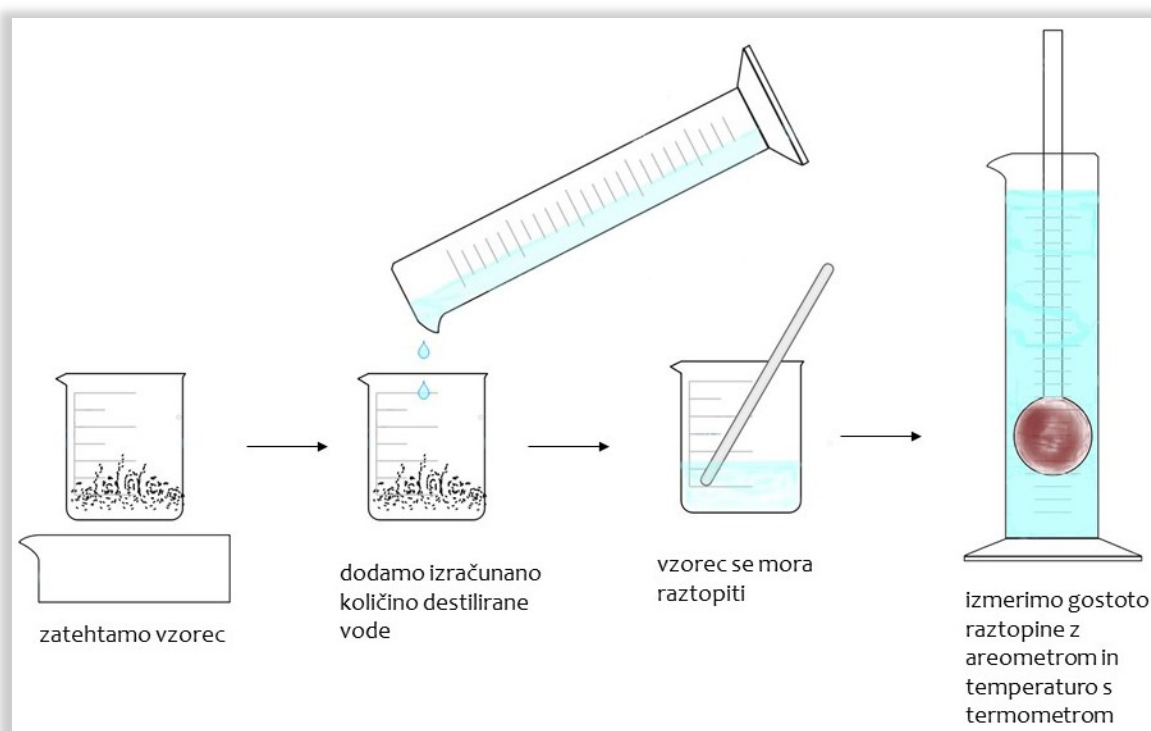
masnim deležem snovi v g/mL pri 20°C

H ₂ SO ₄		NaOH	
Odstotna konc. (%)	Gostota	Odstotna konc. (%)	Gostota
9,1%	1,060	7,5%	1,081
20%	1,139	20%	1,219
96%	1,836	30%	1,326

5. IZVEDBA VAJE

a) Izračunajte maso soli za pripravo raztopine (podatki z listka).

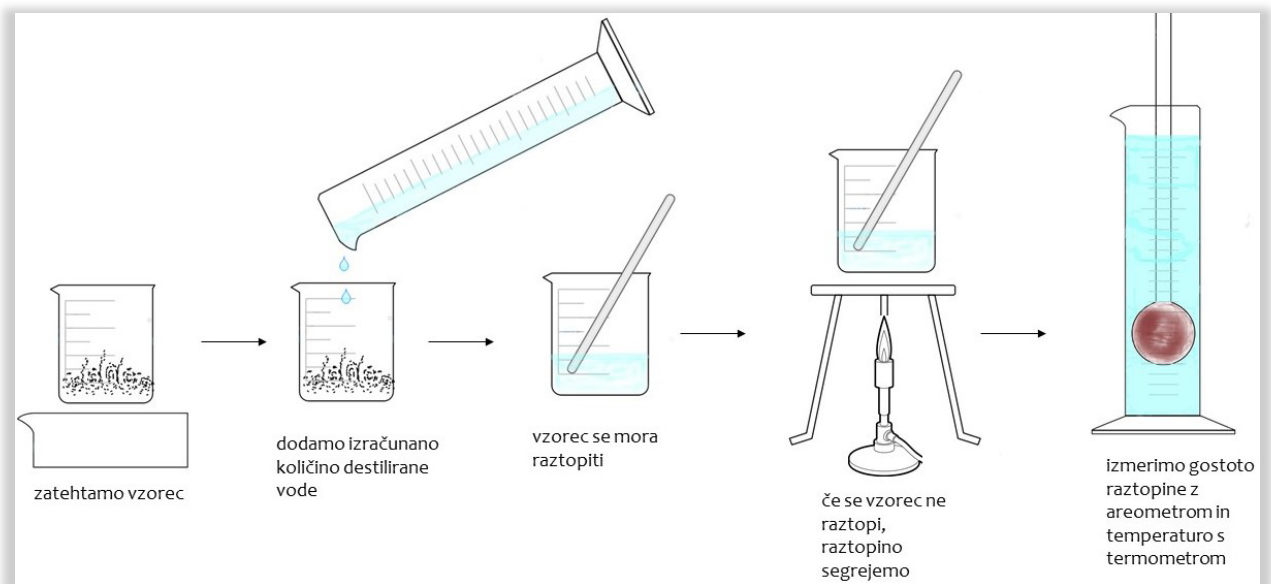
- Sol zatehtajte v čisto čašo in prilijte izračunan volumen destilirane vode z merilnim valjem. Raztopino mešajte tako dolgo, da se raztopi vsa sol.
- S pripravljeno raztopino najprej operite merilni valj, v katerem boste izmerili gostoto pripravljene raztopine, šele nato napolnite merilni valj z raztopino.
- Areometer previdno potopite v raztopino. **Pri merjenju gostote mora areometer prosto plavati** (pomagate si lahko s prazno epruveto).
- Izmerite še temperaturo pripravljene raztopine.



Slika 25. Potek vaje a), [2]

b) Raztopino pripravite po enakem postopku kot pri a) nalogi, le da **pri izračunu upoštevate maso kristalno vezane vode v kristalohidratu** (to maso vode odštejte od izračunane prostornine vode).

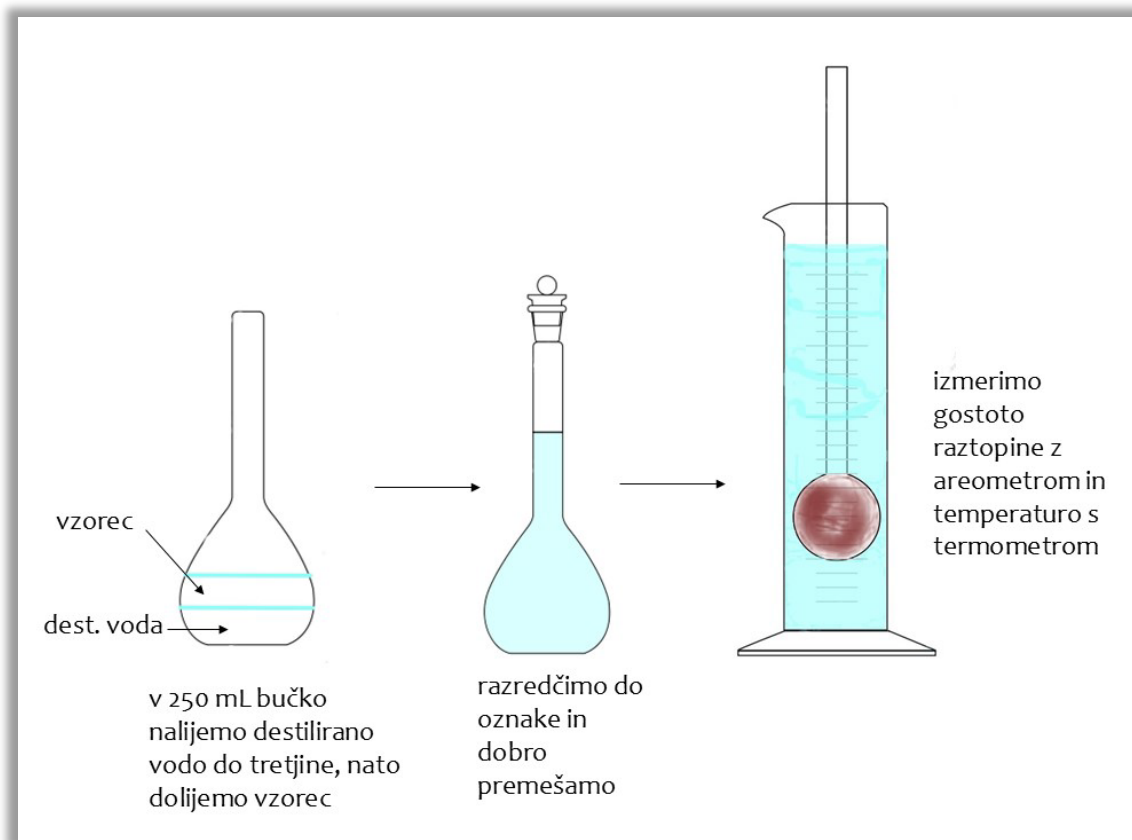
- Pri raztapljanju kristalohidrata raztopino neprestano mešajte. Če se kristalohidrat v nekaj minutah ne raztopi, postavite čašo z raztopino na trinožno stojalo s keramično mrežico in raztopino nekoliko segrejte.
- Preden izmerite gostoto, raztopino ohladite v večji čaši s hladno vodo na sobno temperaturo. Zapišite tudi temperaturo, pri kateri ste izmerili gostoto.



Slika 26. Potek vaje b), vir: [2]

c) Priprava raztopine z množinsko koncentracijo iz raztopin z masnim deležem snovi

- V 250 mL merilno bučko nalijte nekaj vode (približno 1/3 prostornine).
- Izmerite izračunan volumen raztopine z masnim deležem snovi in zlijte to raztopino v merilno bučko.
- Pri zlivanju izmerjene raztopine v merilno bučko **bodite pozorni na to, da se raztopina v merilni bučki lahko segreje**. V tem primeru bučko z raztopino ohladite s hladno vodo na sobno temperaturo.
- Nato dopolnite raztopino z destilirano vodo do oznake na vratu merilne bučke (**spodnji meniskus mora biti na oznaki!**) ter vsebino bučke temeljito premešajte.
- Izmerite še temperaturo in gostoto pripravljene raztopine!



Slika 27. Potek vaje c), vir: [2]

d) Koncentracija neznanega vzorca

- Oddajte 250 mL merilno bučko asistentu.
- Dobljen vzorec v bučki dopolnite z destilirano vodo do oznake na vratu bučke! Bodite zelo natančni (spodnji meniskus mora biti točno na oznaki)!
- Pripravljeno raztopino v bučki temeljito premešajte!
- Z lističem lakmusovega papirja ugotovite ali je vzorec v bučki kislina ali baza.
- Z merilno pipeto odpipetirajte trikrat po 25 mL raztopine iz bučke v erlenmajerice in v vsako erlenmajerico dajte po 2 kapljici ustreznega indikatorja.
- **V primeru, da je vzorec baza, uporabite kot indikator metilrdeče.** Ko dodate v raztopino nekaj kapljic indikatorja **metilrdeče**, se le-ta obarva rumeno.
- Vzorec titrirajte z 0,1 M raztopino HCl **do čebulne barve**.
- Zapišite si prvi volumen HCl, pri katerem je prišlo do spremembe barve raztopine. Prva titracija je orientacijska. To pomeni, da s prvo titracijo dobite podatek, približno kakšen volumen kisline potrebujete za titracijo 25 mL vzorca.
- Poraba kisline za titracijo vzorca vseh treh paralelk mora biti približno enaka, sicer morate pripraviti še eno paralelko vzorca za titracijo in titracijo ponoviti.
- Za povprečno porabo kisline upoštevajte tiste titracije, pri katerih so bili volumni kisline najbolj podobni.
- Izračunajte povprečno porabo kisline pri titracijah.
- Če se porabe kisline pri posameznih titracijah med seboj zelo razlikujejo, je bil vzorec neenakomerno premešan in morate asistenta zaprositi za nov vzorec ter titracije ponoviti.
- Iz izmerjenih volumnov kisline, ki ste jo potrebovali pri titraciji, s pomočjo koncentracije kisline izračunajte koncentracijo dobljenega vzorca v merilni bučki.
- **Če je vzorec v bučki kislina, dodajte indikator fenolftalein.** Raztopina je v kislem brezbarvna.
- Titriate po enakem postopku kot se titrira baza, le da za titracijo uporabite 0,1 M NaOH.
- Po prvi prebitni kapljici dodane baze, se raztopina obarva rahlo roza. Zapišite volumen po dodatku prve kapljice, ki povzroči spremembo barve.
- Barva mora biti stabilna – raztopina se ne sme razbarvati, sicer dodate še eno kapljico baze.
- Kot pri titraciji s kislino tudi tukaj izračunajte povprečno porabo treh paralelk in na koncu še koncentracijo vzorca v merilni bučki.

lakmus se obarva RDEČE: vzorec je kislina!

razredčite do oznake

indikator fenolftalein

v vsako erlenmajerico dodajte po 2 kapljici indikatorja

v vsako erlenmajerico odpipetirajte po 25 mL raztopine

titrirajte z 0,1 M NaOH

PRESKOK: brezbarvna v roza

lakmus se obarva MODRO: vzorec je baza!

razredčite do oznake

indikator metilrdeče

v vsako erlenmajerico dodajte po 2 kapljici indikatorja

v vsako erlenmajerico odpipetirajte po 25 mL raztopine

titrirajte z 0,1 M HCl

PRESKOK: rumena v čebulno

Slika 28. Potek vaje d), vir: [2]

RAZMISLIMO

1. Kako sta definirani masna in množinska koncentracija?
2. Kaj je molalna koncentracija?
3. Kako je definirana gostota raztopin?
4. Kateri podatek je potreben, če preračunate masno koncentracijo v množinsko?
5. Izpeljite formulo za preračunavanje masnega deleža topljenca v množinsko koncentracijo?
6. Katere koncentracije raztopin so odvisne od temperature?

EKSPERIMENTALNE VAJE



5. VAJA

REAKCIJE OKSIDACIJE IN REDUKCIJE

5. VAJA: REAKCIJE OKSIDACIJE IN REDUKCIJE

POTREBNO ZNANJE: urejanje redoks enačb, oksidacijska števila, oksidanti in reducenti v anorganski kemiji, elektrokemijska napetostna vrsta za kovine in nekovine.

VARNOST: upoštevajte navodila za delo s kislinami in bazami! Odpadne produkte s CCl_4 zlijte v posebno posodo ob izlivnem koritu! **UPORABLJAJTE ZAŠČITNA OČALA IN ROKAVICE!**

LABORATORIJSKE TEHNIKE

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.11

MERILNE BUČKE, str.15

BIRETE, str.13

POMEMBNO

Razredčena HNO_3 (< 60 %) nastaja plin NO

Koncentrirana HNO_3 (\geq 60 %) nastaja plin NO_2

NALOGE

1. RAČUNSKA NALOGA

Izračunajte, koliko mililitrov HNO_3 z gostoto g/mL potrebujete za raztapljanje g!
Izračunajte tudi, koliko litrov in kateri plin pri reakciji nastane pri temperaturi °C in tlaku kPa!

2. EKSPERIMENTALNE NALOGE

- V elektrokemijski napetostni vrsti določite lego Zn in Cu glede na vodik!
- Določite, kateri izmed halogenov je močnejši oksidant!
- Ugotovite jakost kalijevega manganata(VII) – KMnO_4 v različnih medijih (kisli, nevtralni, alkalni)!
- Določite maso Fe^{2+} v vzorcu, ki ga dobite pri asistentu, s titracijo vzorca z 0,02 M raztopino KMnO_4 !

3. INVENTAR

Skupni inventar

- Stojalo
- Bireta
- 5 ml oz. 10 mL merilni valj

Osebni inventar

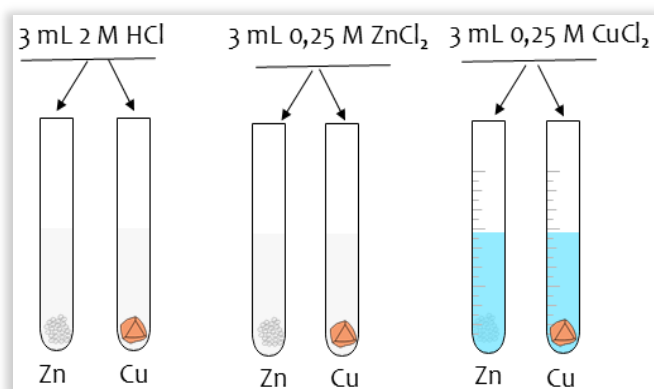
- 250 mL merilna bučka
- Epruvete
- Stojalo za epruvete
- 100 mL merilni valj
- 25 mL polnilna pipeta
- Erlenmajerice
- Žogica za pipetiranje

4. KEMIKALIJE

- 2 M HCl
- Zn granule
- Koščki Cu
- 0,25 M ZnCl₂
- 0,25 M CuCl₂
- 0,1 M NaBr
- 0,1 M KI
- Klorovica
- CCl₄
- 0,02 M KMnO₄
- 20 % NaOH
- 0,1 M Na₂SO₃
- 1 M H₂SO₄

5. IZVEDBA VAJE**a) napetostna vrsta za kovine**

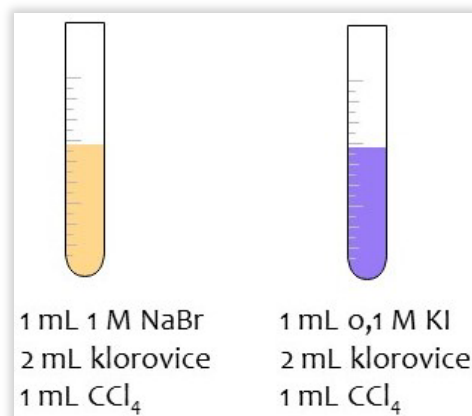
- V dve epruveti nalijte po 3 mL 2 M HCl. V prvo epruveto vrzite granulo Zn, v drugo pa košček Cu.
- V dve epruveti nalijte po 3 mL 0,25 M ZnCl₂ in vrzite v prvo epruveto granulo Zn, v drugo pa košček Cu.
- Nato v dve epruveti nalijte po 3 mL 0,25 M CuCl₂ in dodajte v prvo epruveto granulo Zn, v drugo epruveto pa košček Cu.
- Opazujte potek reakcij in jih razložite ter zapišite vse enačbe reakcij, ki so potekle!



Slika 29. Potek vaje a), vir: [2]

b) napetostna vrsta za nekovine

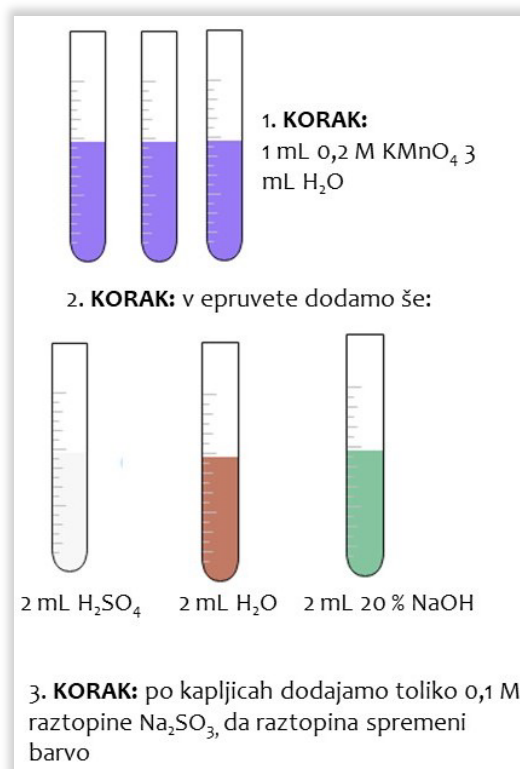
- V prvo epruveto nalijte 1 mL 1 M NaBr, v drugo pa 1 mL 0,1 M KI. Obema raztopinama v epruvetah dolijte po 2 mL klorovice (klorovica je nasičena raztopina klora v vodi) in po 1 mL tetraklorometana (CCl_4).
- Epruveti močno stresajte in opazujte barvo obeh nastalih plasti.
- Razložite poskus in zapišite enačbi reakcij!
- Rjava barva plasti CCl_4 je dokaz za elementarni brom, vijoličasta barva plasti CCl_4 pa je dokaz za elementarni jod.



Slika 30. Potek vaje b), vir: [2]

c) oksidativne lastnosti KMnO_4

- V tri epruvete nalijte po 1 mL 0,02 M KMnO_4 in dodajte v vsako po 3 mL destilirane H_2O .
- V prvo epruveto dodajte 2 mL 1 M H_2SO_4 , v drugo 2 mL destilirane vode in v tretjo epruveto 2 mL 20 % NaOH.
- V tako pripravljene raztopine v vseh treh epruvetah dodajte po kapljicah toliko 0,1 M raztopine Na_2SO_3 , da raztopine spremenijo barvo. Po dodatku raztopine Na_2SO_3 raztopino v epruveti premešajte.
- Zapišite enačbe redoks reakcij v ionski obliki!

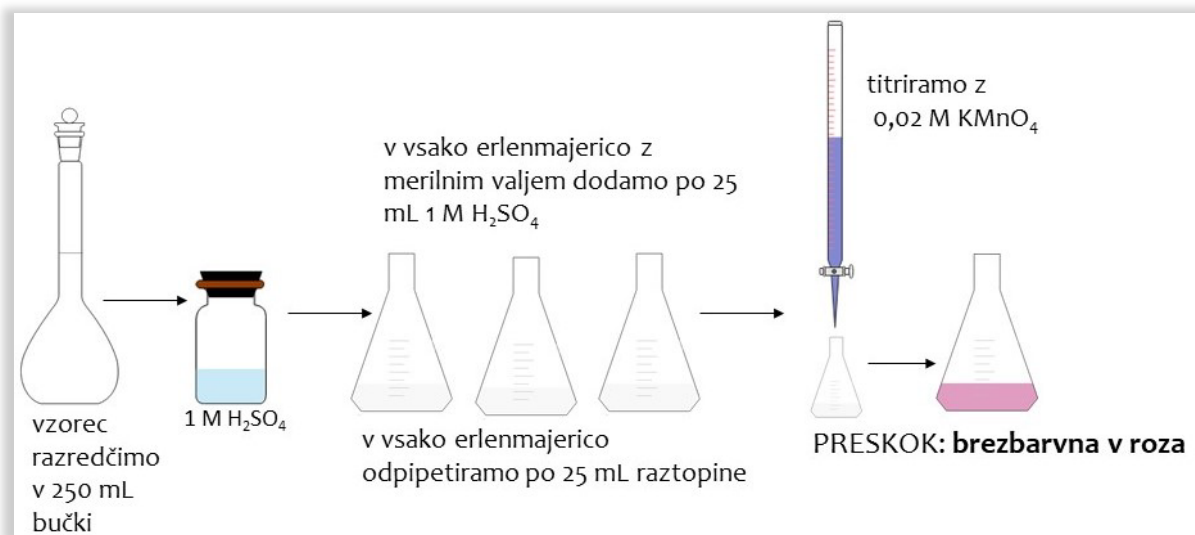


Slika 31. Potek vaje c), vir: [2]

d) določanje mase železa v vzorcu

- Vzorec Fe^{2+} , ki ste ga dobili pri asistentu, **razredčite v 250 mL merilni bučki** do oznake in raztopino temeljito premešajte.
- S **polnilno pipeto odmerite po 25 mL razredčenega vzorca** v tri erlenmajerice, dodajte z merilnim valjem v vsako erlenmajerico še **po 25 mL 1 M H_2SO_4** .
- **Titrirajte z 0,02 M KMnO_4 do preskoka barve raztopine v svetlo rožnato.**

- Izračunajte povprečno porabo KMnO_4 pri titraciji in maso železa v celotnem vzorcu!
- Zapišite tudi enačbo reakcije!



Slika 32. Potek vaje d), vir: [2]

RAZMISLIMO

1. Katere reakcije potekajo pri poskusih pod točko a)?
2. Po čem sklepate, kateri od halogenov je močnejši oksidant?
3. Opišite barve raztopin pri poskusu pod točko c) v kislem, nevtralnem in alkalnem mediju po dodatku Na_2SO_3 !

PRIPOROČENA LITERATURA ZA NADALJNI ŠTUDIJ

1. L. Golič, I. Leban, P. Šegedin, J. Šiftar, V. Volk, *Vaje iz splošne in anorganske kemije. Navodila za vaje*, DZS Ljubljana, 1995.
2. N. Bukovec, R. Cerc Korošec, E. Tratar-Pirc, V. Volk, *Praktikum iz splošne in anorganske kemije*, FKKT UL, 2018.
3. B. Kozlevčar, N. Kitanovski, P. Šegedin: *Navodila za laboratorijske vaje iz splošne kemije*, Študijsko gradivo VSŠT, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo UL, 2005.
4. N. Bukovec in I. Leban, *Vaje iz anorganske kemije*, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana, 2005.
5. I. Ban, *Varnost v kemijskem laboratoriju : (samo za interno uporabo)*, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor 2007.
6. T. E. Brown, H. E. LeMay (Editor), B. E. Bursten, *Laboratory Experiments for Chemistry: The Central Science*, S Paperback – March 2, 2018.
7. T. L. Brown, H. E. LeMay, Jr, B. E. Bursten, C.J. Murphy, P. M. Woodward, M.W. Stolzhus, *Chemistry, The central science*, Prentice Hall New Jersey, 14th Edition, 2018.
8. N. Bukovec, N. Bulc, B. Čeh, A. Demšar, A. Golobič, I. Leban, B. Modec in P. Šegedin, *Vaje iz anorganske kemije*, Zbirka nalog, Ljubljana, 2005
9. J. C. Kotz, P. Treichel, *Chemistry & Chemical Reactivity, Third Edition*, Saunders college publishing, 1996
10. L. K. Kinsland, *Problem Solving in General Chemistry*, Whitten, Davis, Peck, Saunders College Publishing, 1996

LITERATURA

1. I. Ban, M. Kristl, *Vaje iz splošne in anorganske kemije : navodila za vaje*. Maribor: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2009
2. M. SLEMNIK, I. BAN, M. KRISTL, J. STERGAR. *Eksperimenti v splošni in anorganski kemiji : navodila*. 1. izd. Maribor: Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba, 2022. 1 spletni vir (1 PDF datoteka ([VII], 72 str.)), ilustr. ISBN 978-961-286-634-1. DOI: 10.18690/um.fkkt.5.2022. [COBISS.SI-ID 117920771]



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kemijo
in kemijsko tehnologijo

SPLOŠNA IN ANORGANSKA KEMIJA: NAVODILA ZA LABORATORIJSKE VAJE ŠTUDIJSKEGA PROGRAMA FARMACIJA

MOJCA SLEMNIK, JANJA STERGAR, IRENA BAN

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, Slovenija
mojca.slemnik@um.si, janja.stergar@um.si, irena.ban@um.si

Delo predstavlja zbirko navodil za praktično izvajanje eksperimentov v splošni in anorganski kemiji za študente Farmacije. Študenti se srečajo z osnovami eksperimentalnega dela v laboratoriju: spoznavajo laboratorijski inventar, osvojijo osnovne laboratorijske tehnike ter njihovo nadgradnjo v smislu sestavljanja aparaturne opreme za kemijske poskuse, računske naloge povežejo z eksperimenti, naučijo se pisanja poročil in se seznanijo z varnostjo v kemijskem laboratoriju.

Ključne besede:

splošna kemija,
anorganska kemija,
laboratorijski
eksperimenti,
laboratorijski inventar,
laboratorijske tehnike

Opomba:

Delo temelji na Slemnik, M., Ban, I., Kristl, M., Stergar, J. (2022). Eksperiment v splošni anorganski kemiji: navodila. Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba. doi.: 10.18690/um.fkkt.5.2022



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

ISBN 978-961-299-138-8

DOI <https://doi.org/10.18690/um.fkkt.3.2026>



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kemijo
in kemijsko tehnologijo