

EKSPERIMENTI V SPLOŠNI IN ANORGANSKI KEMIJI

navodila



MOJCA SLEMNIK - IRENA BAN - MATJAŽ KRISTL - JANJA STERGAR



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kemijo
in kemijsko tehnologijo

EKSPERIMENTI V SPLOŠNI IN

ANORGANSKI KEMIJI

NAVODILA



AVTORJI

MOJCA SLEMNIK

IRENA BAN

MATJAŽ KRISTL

JANJA STERGAR

Avgust, 2022

Naslov	Eksperimenti v splošni in anorganski kemiji		
<i>Title</i>	<i>Experiments in General and Inorganic Chemistry</i>		
Podnaslov	Navodila		
<i>Subtitle</i>	<i>Instructions</i>		
Avtorji	Mojca Slemnik (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)		
<i>Authors</i>	Irena Ban (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)		
	Matjaž Kristl (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)		
	Janja Stergar (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)		
Tehnična urednika	Mojca Slemnik		
<i>Technical editors</i>	(Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)		
	Jan Perša		
	(Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)		
Oblikovanje ovitka	Mojca Slemnik		
<i>Cover designer</i>	(Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)		
Grafika na ovitku	LAB©Mojca Slemnik, 2022		
<i>Cover graphics</i>			
Grafične priloge	Mojca Slemnik, 2022		
<i>Graphic material</i>			
Založnik	Univerza v Mariboru/Univerzitetna založba		
<i>Published by</i>	Slomškovo trg 15, 2000 Maribor, Slovenija; https://press.um.si , zalozba@um.si		
Izdajatelj	Univerza v Mariboru/Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo		
<i>Issued by</i>	Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija; https://www.fkkt.um.si , fkkt@um.si		
Izdaja	Prva izdaja	Izdano	Maribor, avgust 2022
<i>Edition</i>		<i>Published at</i>	
Vrsta publikacije	E-knjiga	Dostopno na	https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/630
<i>Publication type</i>		<i>Available at</i>	https://www.fkkt.um.si/egradiva/egradiva.php

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Univerzitetna knjižnica Maribor

54(075.8)(076.5)(0.034.2)

EKSPERIMENTI v splošni in anorganski kemiji [Elektronski vir] : navodila / avtorji Mojca Slemnik ... [et al.]. - 1. izd. - E-knjiga. - Maribor : Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba, 2022

Način dostopa (URL): <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/630>

ISBN 978-961-286-634-1 (PDF)

doi: 10.18690/um.fkkt.5.2022

COBISS.SI-ID 117920771



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

ISBN 978-961-286-634-1 (pdf)

DOI <https://doi.org/10.18690/um.fkkt.5.2022>

Dostopno na <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/630>

Cena
Price Brezplačni izvod

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

Citiranje
Attribution Slemnik, M., Ban, I., Kristl, M. in Stergar, J. (2022). Eksperimenti v splošni in anorganski kemiji: navodila. Maribor: Univerzitetna založba. doi: 10.18690/um.fkkt.5.2022

KAZALO

UVOD SPLOŠNA NAVODILA	01
NAVODILA ZA DELO V LABORATORIJU	02
LABORATORIJSKI DNEVNIK	03
LABORATORIJSKI INVENTAR	05
LABORATORIJSKE TEHNIKE	11
Tehtanje	12
Odmerjanje tekočin, pipetiranje	12
Birete	14
Merilne bučke	16
Mešanje tekočin	16
Pravilna uporaba kapalk	16
Filtriranje	17
Pravilno segrevanje tekočin v epruveti	18
OSNOVNE ENOTE SI	19
EKSPERIMENTALNE VAJE	23
1. vaja: Določevanje formule kristalohidrata	25
2. vaja: Plinski zakoni	29
3. vaja: Raztopine	33
4. vaja: Topnost	37
5. vaja: Kisline, baze, soli, nevtralizacijska titracija	41
6. vaja: Ionske reakcije, destilacija in retitracija	47
7. vaja: Kemijsko ravnotežje, ravnotežna konstanta kemijske reakcije	51
8. vaja: Kemijsko ravnotežje, protolitska ravnotežja v vodnih raztopinah, titracijska krivulja	55
9. vaja: Topnostni produkt	63
10. vaja: Reakcije oksidacije in redukcije	67
PRIPOROČENA LITERATURA ZA NADALJNI ŠTUDIJ	71
LITERATURA	72

UVOD

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 seminarske vaje, kjer se seznanjajo s kemijskim računanjem. S kemijskim računanjem ne bo imel težav le v primeru, da obvlada osnovno znanje teorije in izračunavanje tudi sam vadi.

NAVODILA ZA DELO V LABORATORIJU

- Pred začetkom izvajanja praktičnih vaj v laboratoriju **se mora študent seznaniti z varstvom pri delu v laboratoriju**: Vsak študent dobi pisna navodila in mora podpisati izjavo, da je seznanjen z 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** za skupni inventar in laboratorijsko pohištvo.

V LABORATORIJ 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 zlivanju odpadnih produktov v odtok pa 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.

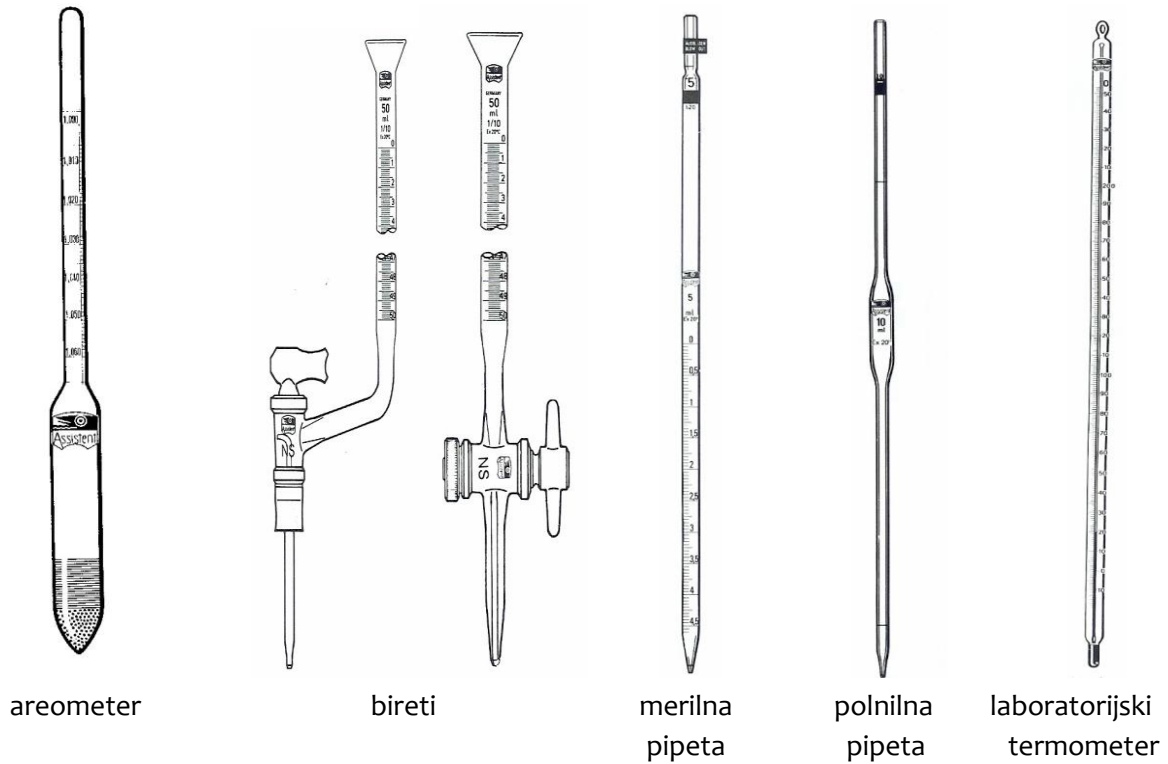
V drugem delu vaj so v glavnem zastopane kvalitativne eksperimentalne naloge. Pri teh nalogah sledi po definiciji namena vaje kratek opis eksperimentalne izvedbe vaje in študentova opažanja. **Zapisane pa morajo biti tudi vse enačbe kemijskih reakcij, ki so pri izvedbi naloge potekale.** Na koncu opisa 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.**

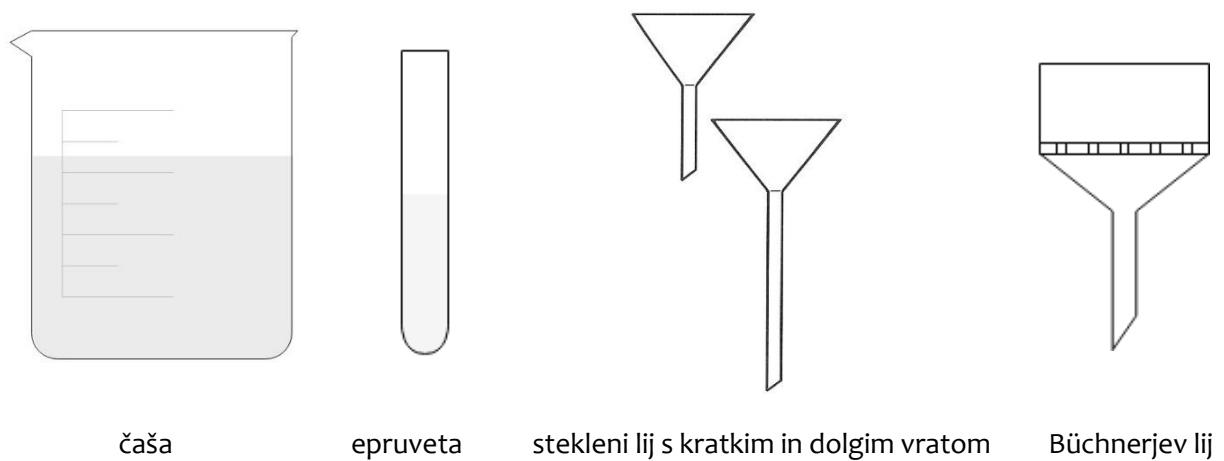
Nepravilno izvedene vaje mora študent ponavljati. Za termin ponovnega opravljanja vaje se mora z asistentom predhodno dogovoriti, če vaje ne more ponoviti v istem dnevu.

Po končani vaji mora študent dnevnik pokazati asistentu, ki najprej pregleda **rezultate praktičnega dela vaje**, 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



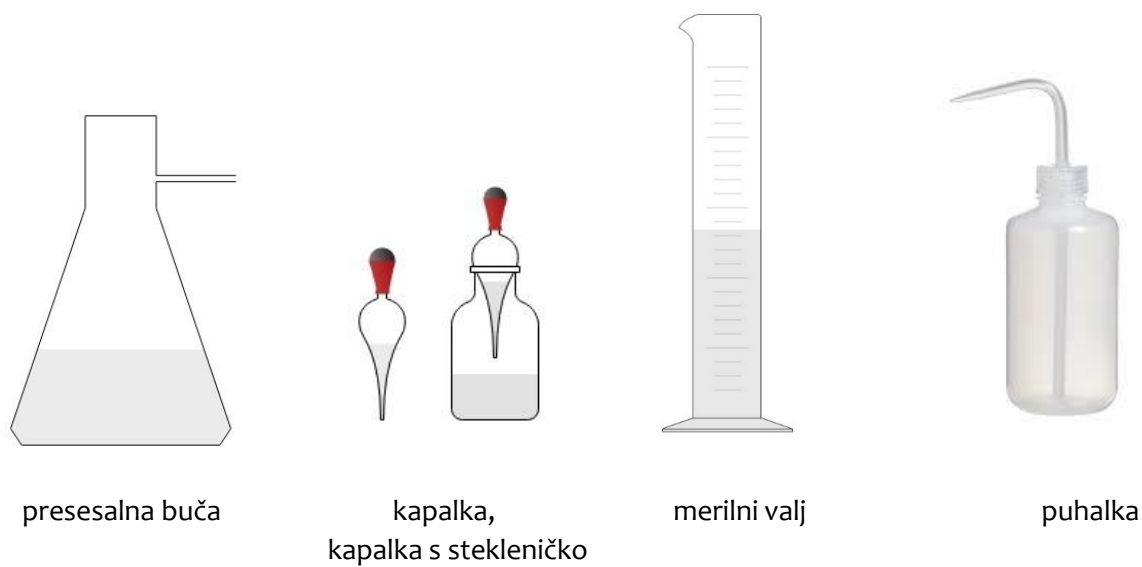
Slika 1. Laboratorijski inventar, vir [1]



Slika 2. Laboratorijski inventar, vir: lasten



Slika 3. Laboratorijski inventar, vir: lasten



Slika 4. Laboratorijski inventar, vir: lasten



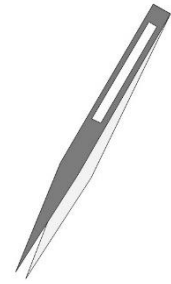
Slika 5. Laboratorijski inventar, vir: lasten



magnetki



klešče za žarilne lončke

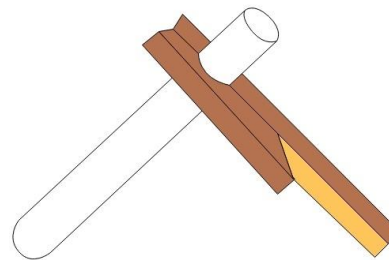


laboratorijska pinceta

Slika 6. Laboratorijski inventar, vir: lasten



laboratorijska žlička
s spatulo

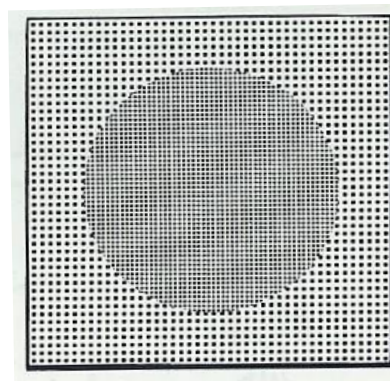


ščipalka za epruvete

Slika 7. Laboratorijski inventar, vir: lasten



žogica za pipetiranje

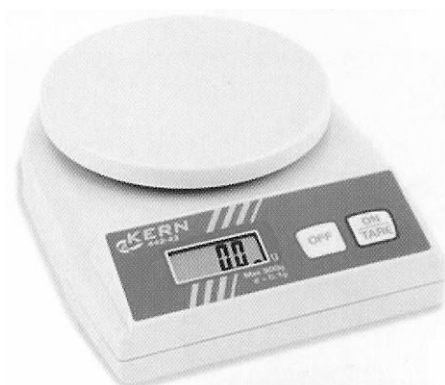


keramična mreža

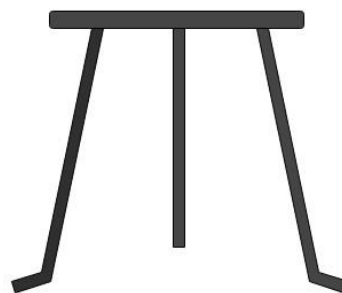


plinski gorilnik

Slika 8. Laboratorijski inventar, vir: [1]



elektronska tehtnica



trinožno stojalo

Slika 9. Laboratorijski inventar, vir: lasten

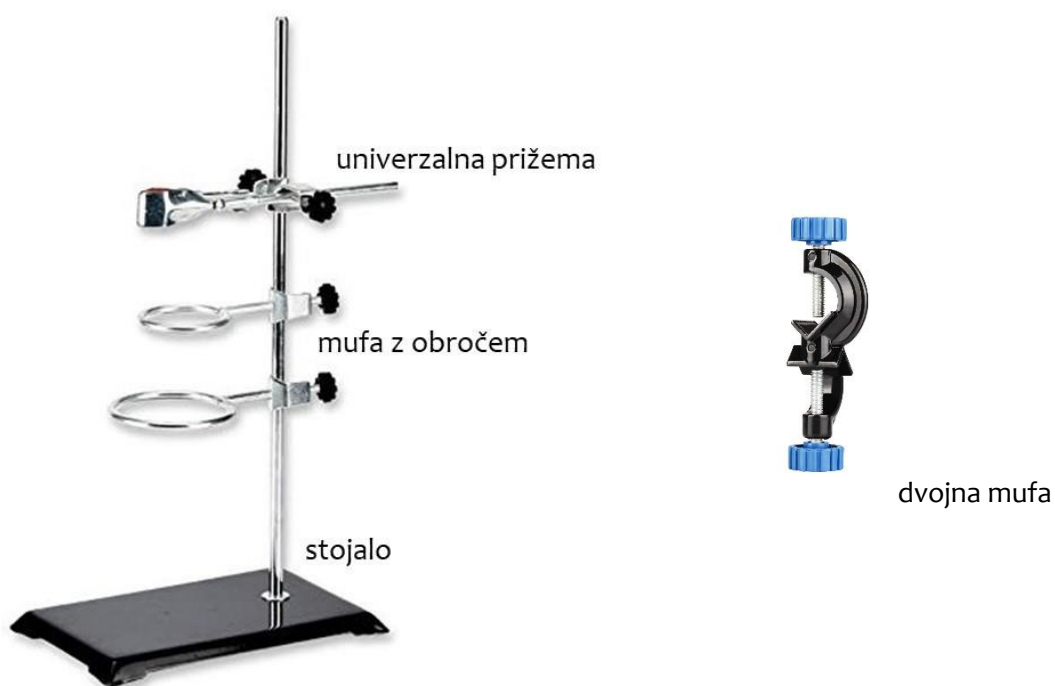


stojalo za epruvete



terilnica s pestilom

Slika 10. Laboratorijski inventar, vir: lasten



Slika 11. Laboratorijski inventar, vir: lasten



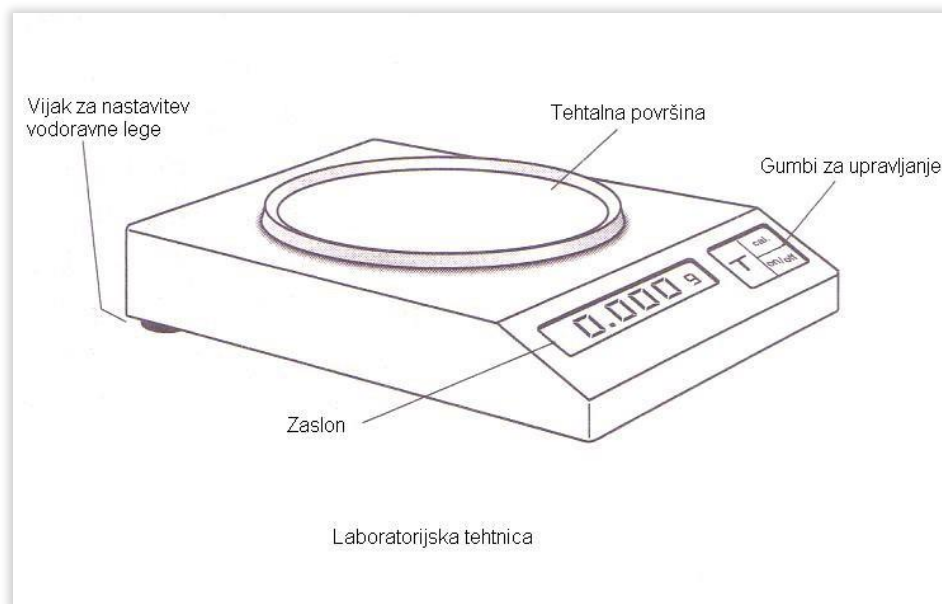
Slika 12. Laboratorijski inventar, vir: lasten

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 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.

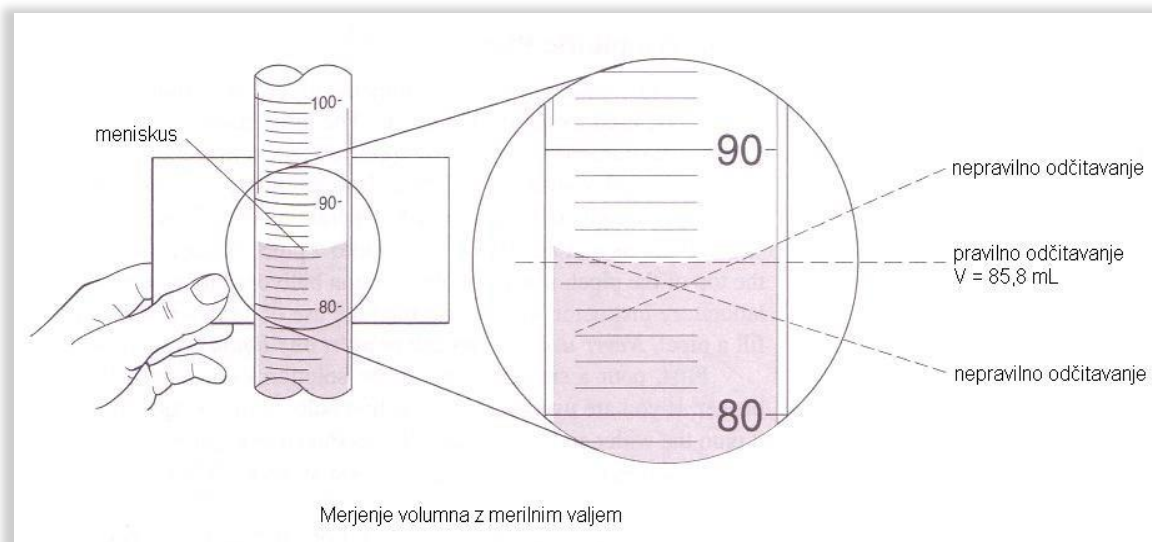


Slika 13. vir: [1]

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE

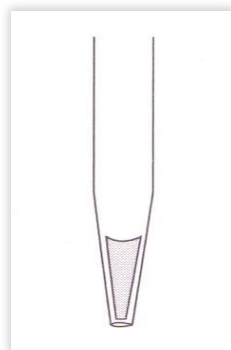
Za odmerjanje tekočih reagentov in topil uporabljamo volumetrično steklovino, ki ima kalibracijske oznake za določanje volumna. Najpogosteje uporabljamo **merilne valje** različnih volumnov in **pipete**, ki jih delimo na merilne (graduירane) in polnilne.

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]

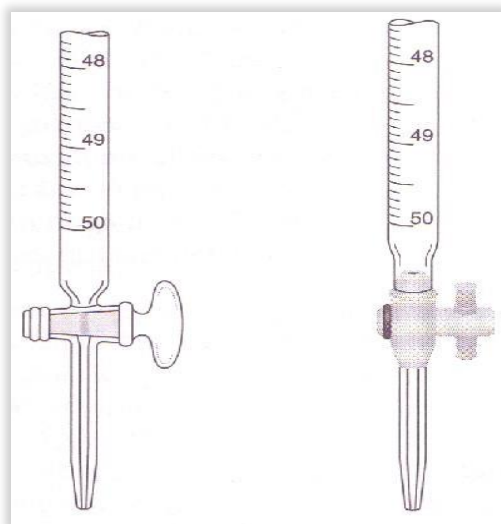
Pri uporabi pipet v nobenem primeru **ne smemo pipetirati z usti**, saj je to lahko nevarno zaradi možnosti zaužitja kemikalij in vdihavanja hlapov, razen tega pa je nehigienično. Na razpolago so gumijasti ('žogice') ali plastični nastavki za pipetiranje. Pri uporabi nastavkov se ravnamo po navodilih 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]

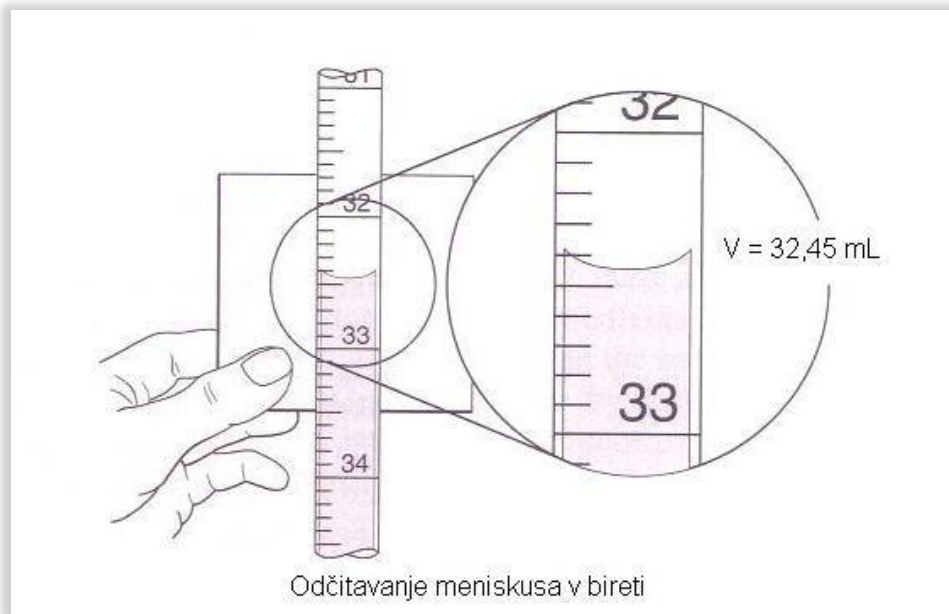
BIRETE

Birete so dolge, ozke, kalibrirane steklene cevke z ventilom (petelinčkom), ki se uporablja 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]

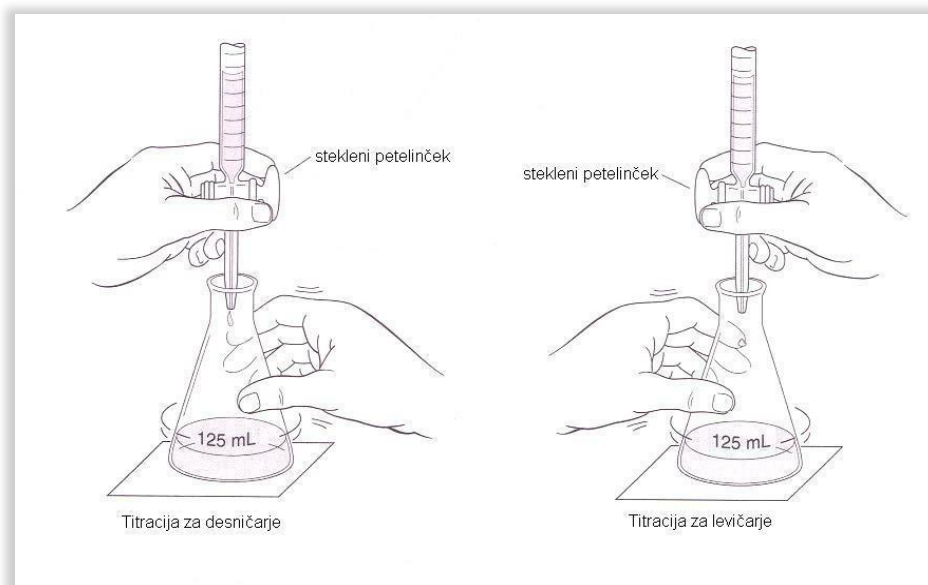
Pri delu pazimo, da je bireta **v stožalu vpeta v navpičnem položaju**, saj le tako dobimo pravilne rezultate. Preverimo, ali je petelinček zaprt, in nato bireto napolnimo z ustrežno raztopino, pri čemer si pomagamo s steklenim lijakom. Bireto vedno napolnimo nekoliko nad oznako 0 mL, **odstranimo lijak**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

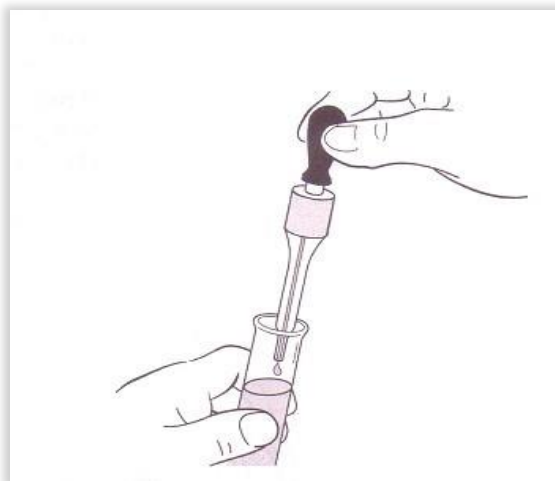
V obeh primerih moramo bučko dopolniti do oznake s topilom. Zadnje kapljice topila dodajamo počasi in previdno, da preprečimo prekomerno razredčenje. Pomagamo si s puhalko z ozko konico. Pri odčitavanju volumna bodimo pozorni, **da volumen odčitamo na spodnjem robu meniskusa!**

MEŠANJE TEKONČIN

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 obrokih.

PRAVILNA UPORABA KAPALK

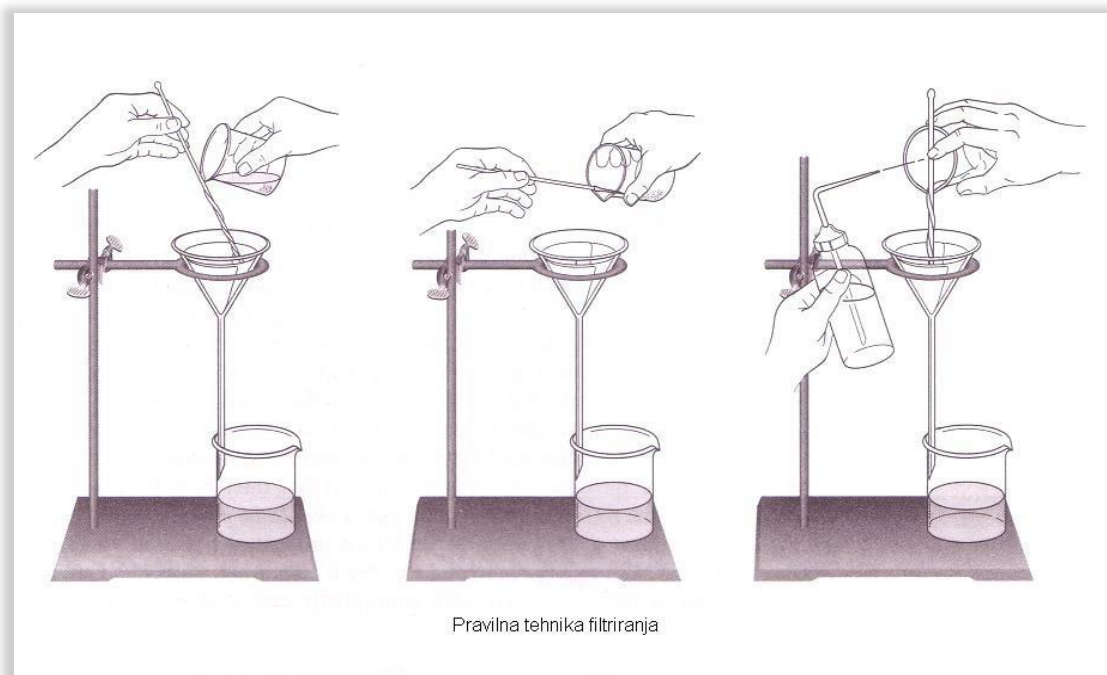
Pri dodajanju reagenta s kapalkami moramo paziti, da ne kontaminiramo reagenta v kapalni steklenički. **Kapalke nikoli ne odlagamo na delovno površino in pazimo, da se s konico ne dotaknemo epruvete ali druge posode, v katero s kapalko dodajamo reagent.**



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.

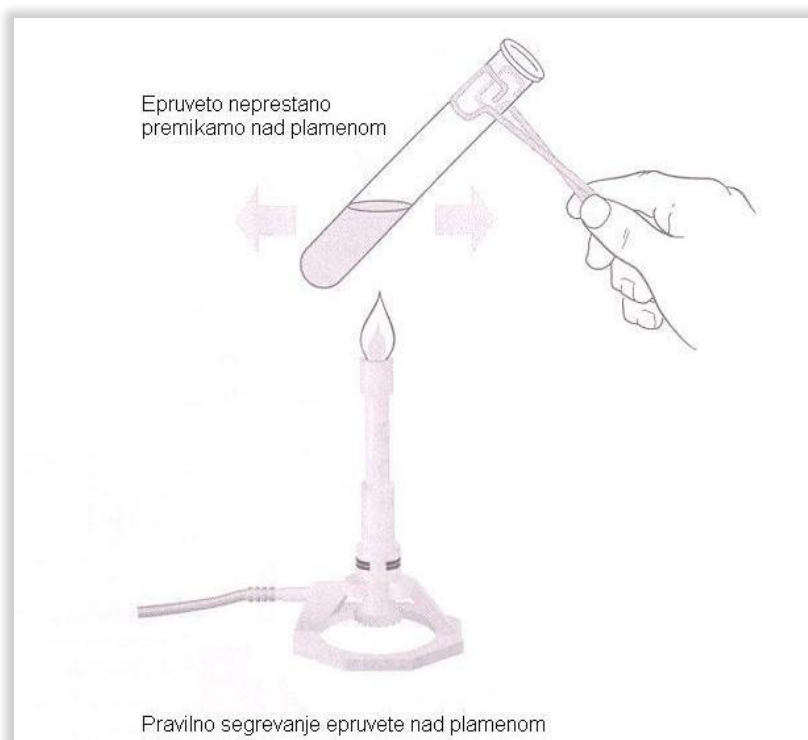


Slika 20. vir: [1]

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 $\frac{1}{3}$ 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 eksperimentatorja ali drugih oseb v okolici.



Slika 21. 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	$y(X)$	$Y(X) = \frac{m(X)}{V}$	g/L
molalnost topjenca 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

EKSPERIMENTALNE VAJE



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.11

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. RAČUNSKE 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,
- tehtnica.

Osebni inventar

- porcelanasta izparilnica,
- steklena palčka .

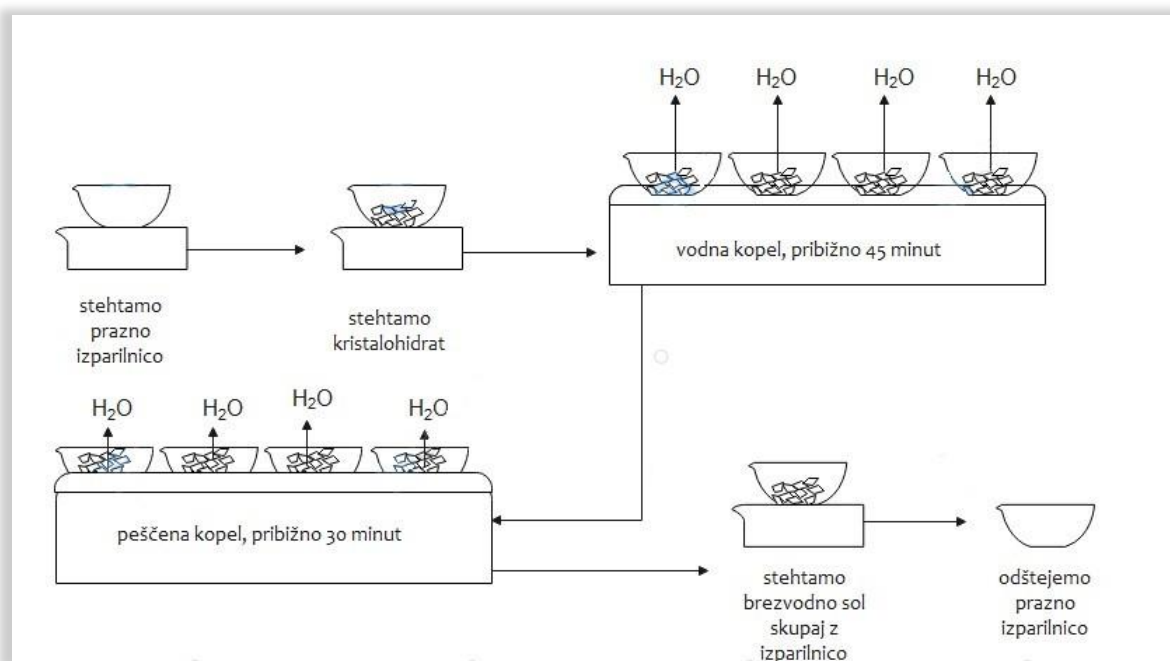
4. KEMIKALIJE

- 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!
- Tehtnico 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: lasten

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?

2. VAJA: PLINSKI ZAKONI

POTREBNO ZNANJE plinski zakoni, 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.12

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.

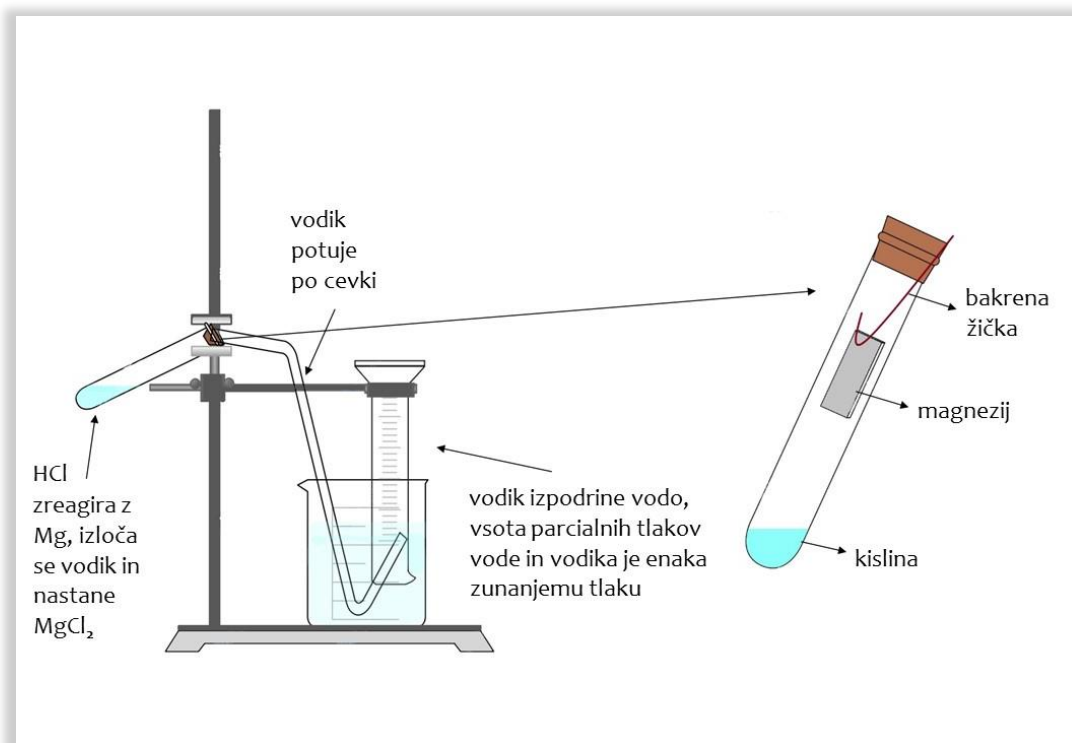
4. KEMIKALIJE

- magnezijev trak,
- kislina HCl s koncentracijo $c = 2 \text{ mol/L}$.

5. IZVEDBA VAJE

- Sestavite aparaturo, kot je prikazana na skici. 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 (omočen 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 zunanega 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: lasten

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?

3. VAJA: RAZTOPINE

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.11

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.12

MEŠANJE TEKOČIN, str.16

MERILNE BUČKE, str.16

POMEMBNE FORMULE

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

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

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

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

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 Pripravljene raztopine 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

Na osnovi izračunov pripravite raztopine. Rezultate predhodno preverite pri asistentu!

3. INVENTAR

Skupni inventar

- tehtnica,
- termometer,
- areometer (gostotomer),
- trinožno stojalo,
- plinski gorilnik,
- 10 mL merilni valji,
- 5 mL merilni valji.

Osebni inventar

- čaše,
- merilni valj,
- steklena palčka,
- keramična mreža,
- 100 mL merilni valj,
- steklena palčka,
- 250 mL merilna bučka.

4. KEMIKALIJE

- soli, ki jih dobite pri asistentu.

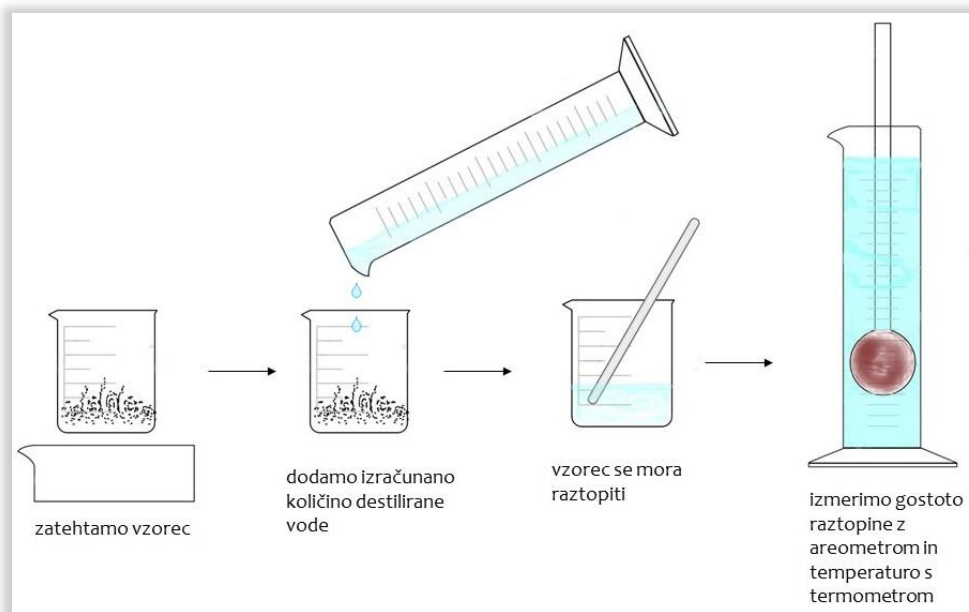
5. IZVEDBA VAJE

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.

Tabela 8. Gostote raztopin z različnim masnim deležem snovi v g/mL pri 20°C

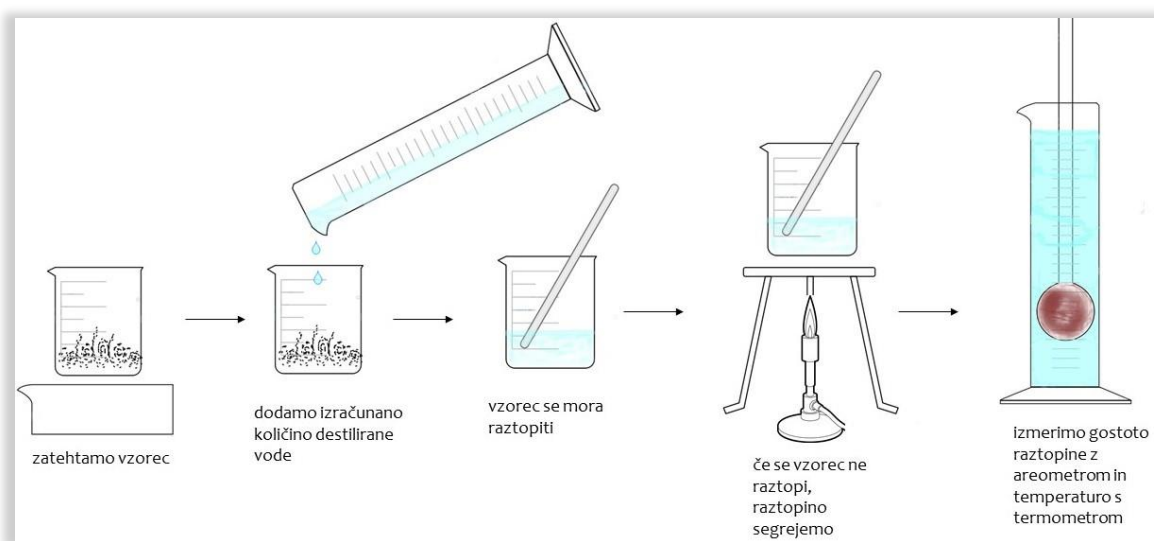
H ₂ SO ₄		NaOH	
masni delež	gostota	masni delež	gostota
9,1%	1,060	7,5%	1,081
20%	1,139	20%	1,219
96%	1,836	30%	1,326



Slika 24. Potek vaje a), vir: lasten

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

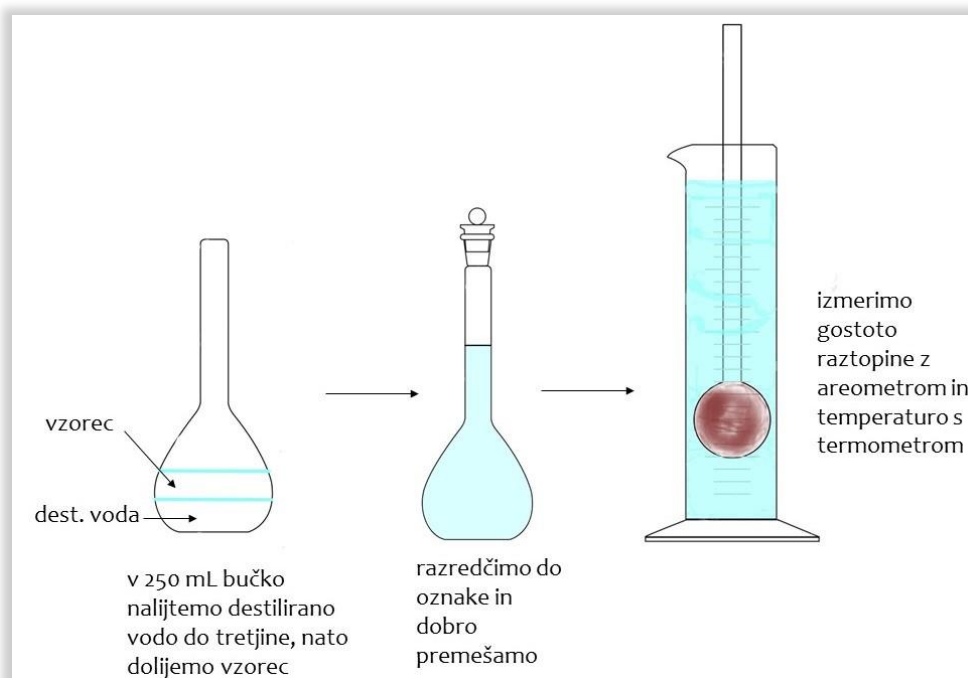
- Pri raztapljanju kristalohidrata raztopino neprestano mešajte. Če se kristalohidrat v nekaj minutah ne raztopi, postavite čašo z raztopino na trinožno stojalo s keramično mrežico in raztopino nekoliko segrejte.
- Preden izmerite gostoto, raztopino ohladite v večji čaši s hladno vodo na sobno temperaturo.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



Slika 25. Potek vaje b), vir: lasten

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 26. Potek vaje c), vir: lasten

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 preračunavaš masno koncentracijo v množinsko?
5. Izpeljite formulo za preračunavanje masnega deleža topljenca v množinsko koncentracijo?
6. Katere koncentracije raztopin so odvisne od temperature?

4. VAJA: TOPNOST

POTREBNO ZNANJE nasičena raztopina, koncentracija nasičene raztopine, odvisnost topnosti od topila, odvisnost topnosti od zunanjih pogojev (p , T), diagrami topnosti, prekristalizacija

VARNOST: Upoštevajte delo z vročimi predmeti in napravami. Ostanke soli kovin pospravite v pripravljene posode.

LABORATORIJSKE TEHNIKE

TEHTANJE, str.11

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.12

FILTRIRANJE, str.17

POMEMBNE FORMULE

$$t = \frac{m(x)}{m(y)} \cdot 100 \text{ (g topljenca / 100g topila)}$$

NALOGE

1. RAČUNSKÉ NALOGE (podatke dobite na listku):

- Izračunajte, koliko gramov KNO_3 se izloči, če g nasičene raztopine KNO_3 pri 100°C ohladimo na 20°C ! Topnost KNO_3 pri 100°C je $246 \text{ g KNO}_3/100 \text{ g H}_2\text{O}$, pri 20°C pa je topnost KNO_3 $32 \text{ g KNO}_3/100 \text{ g H}_2\text{O}$.
- Koliko mL H_2O moramo dodati g trdne zmesi Na_2CO_3 in $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ (množinsko razmerje med njima je 1:2), da dobimo pri 60°C nasičeno raztopino? Topnost Na_2CO_3 je pri 60°C $46,4 \text{ g Na}_2\text{CO}_3/100 \text{ g H}_2\text{O}$.

2. EKSPERIMENTALNA NALOGA

Določite topnost soli, ki jo dobite od asistenta!

3. INVENTAR

Skupni inventar

- stojalo,
- filtrirni papir,
- vodna kopel,

- pečena kopel,
- termometer,
- 10 mL polnilna pipeta,
- žogice za pipetiranje.

Osebni inventar

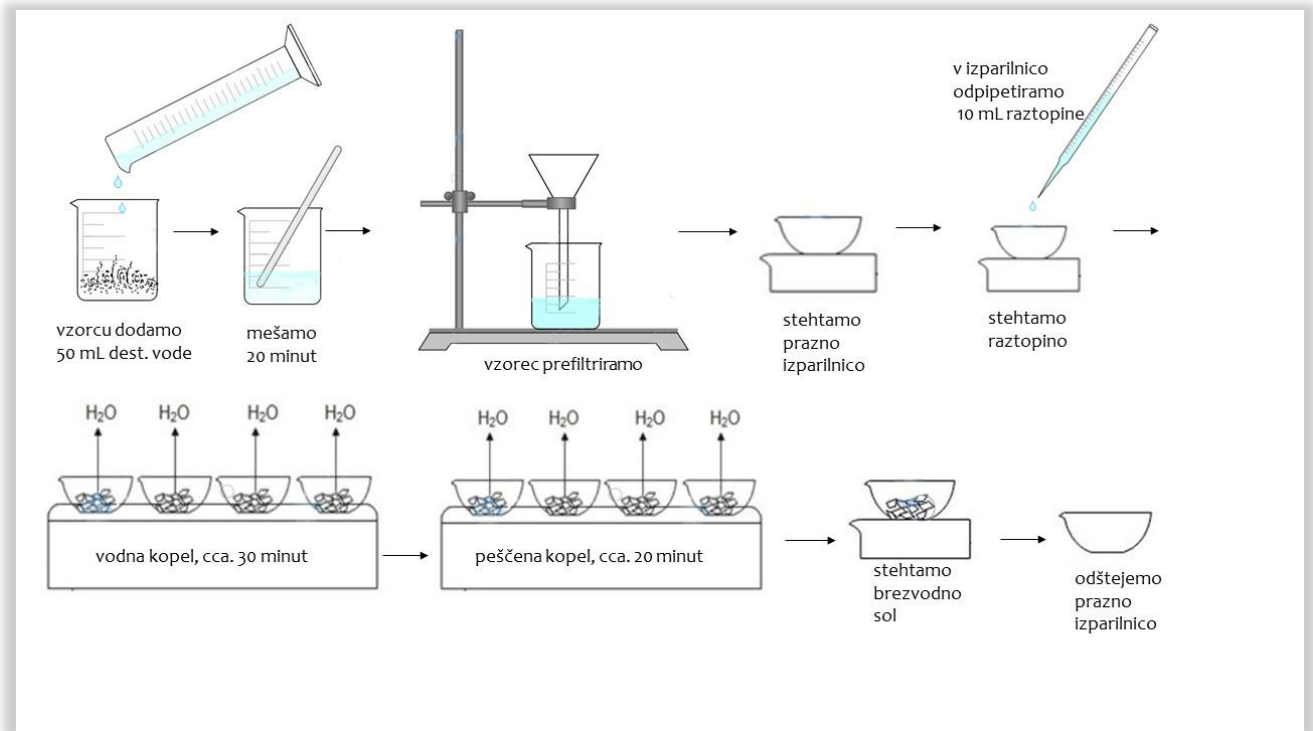
- 100 (ali 150) mL in 250 mL čaša,
- steklena palčka,
- porcelanasta izparilnica,
- mufa z obročem.

4. KEMIKALIJE

- sol, ki jo dobite od asistenta.

5. IZVEDBA VAJE

- V 100 mL oziroma 150 mL čaši, ki ste jo oddali, dobite od asistenta sol. Dobljeni soli prilijete 50 mL destilirane vode. Počakajte 20 minut in raztopino večkrat premešajte.
- **Pripravljena raztopina je nasičena**, kar pomeni, da mora ostati na dnu čaše v raztopini nekaj neraztopljenih soli.
- Raztopino prefiltrirajte skozi naguban filtrirni papir v drugo čašo. Nekaj prvih mililitrov filtrata zavržite.
- Filtratu izmerite temperaturo in **odpipetirajte z 10 mL polnilno pipeto** 10 mL filtrata (nasičene raztopine soli) **v izparilnico, ki ste jo predhodno stehtali**.
- Stehtajte še izparilnico z nasičeno raztopino in jo postavite na vodno kopel.
- Raztopino uparite do suhega na vodni kopeli, na peščeni kopeli pa sol posušite še do **konstantne mase**.
- Iz zatehte po sušenju in prazne izparilnice izračunate maso soli v 10 mL nasičene raztopine te soli.
- Izračunajte **topnost dobljene soli in masno koncentracijo nasičene raztopine pri izmerjeni temperaturi!**



Slika 27. Potek vaje, vir: lasten

RAZMISLIMO

1. Zakaj zavržemo nekaj prvih mL filtrata?
2. Kaj je nasičena raztopina in kako jo pripravite?

5. VAJA: KISLINE, BAZE IN SOLI, NEVTRALIZACIJSKA TITRACIJA

POTREBNO ZNANJE kisline, baze in soli, močni in šibki elektroliti, nevtralizacijska reakcija, ionske reakcije, indikatorji

VARNOST: Upoštevajte navodila za delo s kisljinami in bazami! **OBVEZNO UPORABLJAJTE ZAŠČITNA OČALA IN ROKAVICE!**

LABORATORIJSKE TEHNIKE

PRAVILNA UPORABA KAPALK, str.16
ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.12
MERILNE BUČKE, str.16
BIRETE, str.14

POMEMBNE FORMULE

$$n = C \cdot V$$

nevtralizacija: $n_1 = n_2$;

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

NALOGE (podatke dobite na listku)

1. RAČUNSKI NALOGE

- a) Izračunajte množinsko koncentracijo raztopine, če v mL merilni bučki zmešamo 10 g Na_2CO_3 , 10 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10 \text{ H}_2\text{O}$, 10 g 5 % raztopine Na_2CO_3 in 10 mL raztopine Na_2CO_3 z množinsko koncentracijo 1 mol/L, ter dopolnimo dobljeno raztopino z destilirano vodo do oznake!
- b) mL HCl z množinsko koncentracijo 1 mol/L nevtralizira 1 g trdne zmesi KOH in $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Izračunajte masni delež KOH v prvotni zmesi!

2. EKSPERIMENTALNE NALOGE

- a) **Določite barvo naslednjih indikatorjev v kislem oziroma bazičnem mediju:**
- fenolftalein,
 - lakmus,
 - metilrdeče,
 - metiloranž.
- b) **Določite razliko med jakostjo klorovodikove in očetne kisline!**

- c) Določite razliko med jakostjo natrijevega hidroksida in amonijaka!
- d) S titracijo določite koncentracijo neznanega vzorca kisline oziroma baze v bučki!

3. INVENTAR

Skupni inventar

- bireta,
- filtrirni papir ali papirnata brisača,
- žogice za pipetiranje,
- zamaški za epruvete.

Osebni inventar

- epruvete,
- zamaški za epruvete,
- čaše,
- 250 mL merilna bučka,
- 25 mL merilna pipeta oz. merilni valj,
- 300 mL erlenmajerice,
- 10 mL oz. 5 mL merilni valji.

4. KEMIKALIJE

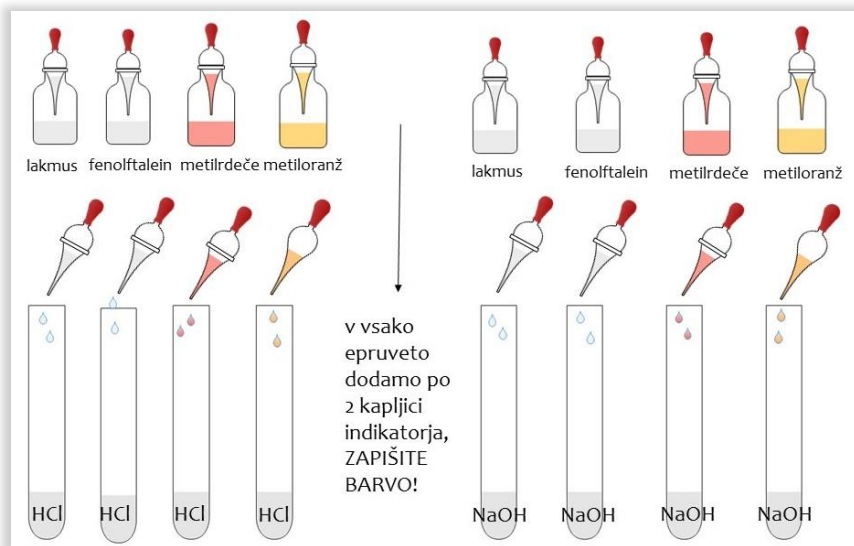
- 0,1 M NaOH,
- 2 M HCl,
- 2 M CH₃COOH,
- 2 M NaOH,
- raztopina za bakrenje,
- etilacetat,
- 0,1 M HCl,
- 0,1 M NaOH,
- lakmusov papir (lističi),
- fenolftalein,
- lakmusova tinktura,
- metilrdeče,
- metiloranž,
- cink v granulah.

5. IZVEDBA VAJE

a) Barva indikatorjev

- V stojalu za epruvete pripravite 8 epruvet.
- V štiri nalijte po 3 mL 2 M HCl in v vsako dajte po 2 kapljici vsakega od indikatorjev (fenolftalein, lakmusova tinktura, metilrdeče in metiloranž).

- Za vsakega od indikatorjev zapišite barvo v kislem mediju.
- V naslednje štiri epruvete nalijte po 3 mL 0,1 M NaOH in ponovite poskus z istimi indikatorji ter prav tako zapišite barvo vseh indikatorjev v alkalnem mediju.



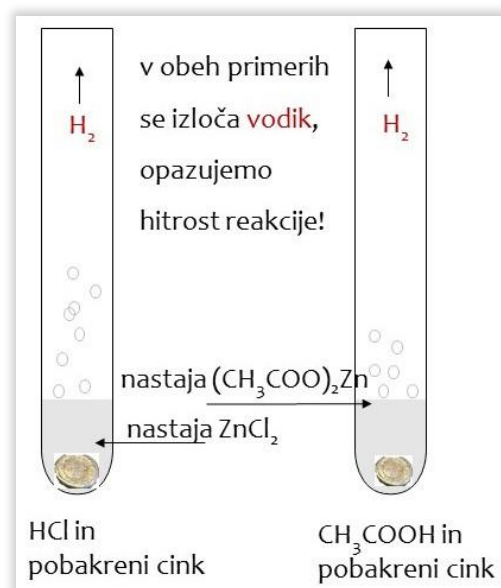
Slika 28. Potek vaje a), vir: lasten

Tabela 9. Barve indikatorjev v kislem in bazičnem mediju (vpišite v tabelo!)

medij	lakmus tinktura	fenolftalein	metilrdeče	metiloranž
HCl (aq)				
NaOH (aq)				

b) Jakost kisline

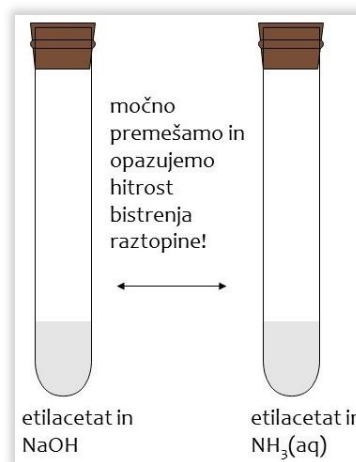
- V dve epruveti nalijte po 5 mL 2M HCl in 2 M CH_3COOH . V vsako epruveto dajte košček pobakrenega cinka in opazujte potek reakcije! Razložite reakcije!
- Cink v granulah pobakrite tako, da na granule cinka v čaši nalijete raztopino CuSO_4 za bakrenje in pustite potekati reakcijo 10 sekund. Nato raztopino za bakrenje odlijete in pobakreni cink operete z destilirano vodo in ga pustite posušiti na kosu filtrirnega papirja ali papirnate brisače.



Slika 29. Potek vaje b), vir: lasten

c) Jakost baze

- V dve epruveti nalijte po 1 mL etilacetata.
- V prvo epruveto dodajte 10 mL 2 M NaOH, v drugo epruveto pa 10 mL 2 M $\text{NH}_3(\text{aq})$.
- Obe epruveti zamažite z gumijastima zamaškoma in močno premešajte. Opazujte hitrost bistrenja raztopine!
- Glede na hitrost bistrenja in izginjanja acetatne faze ugotovite razliko v jakosti med NaOH in $\text{NH}_3(\text{aq})$.

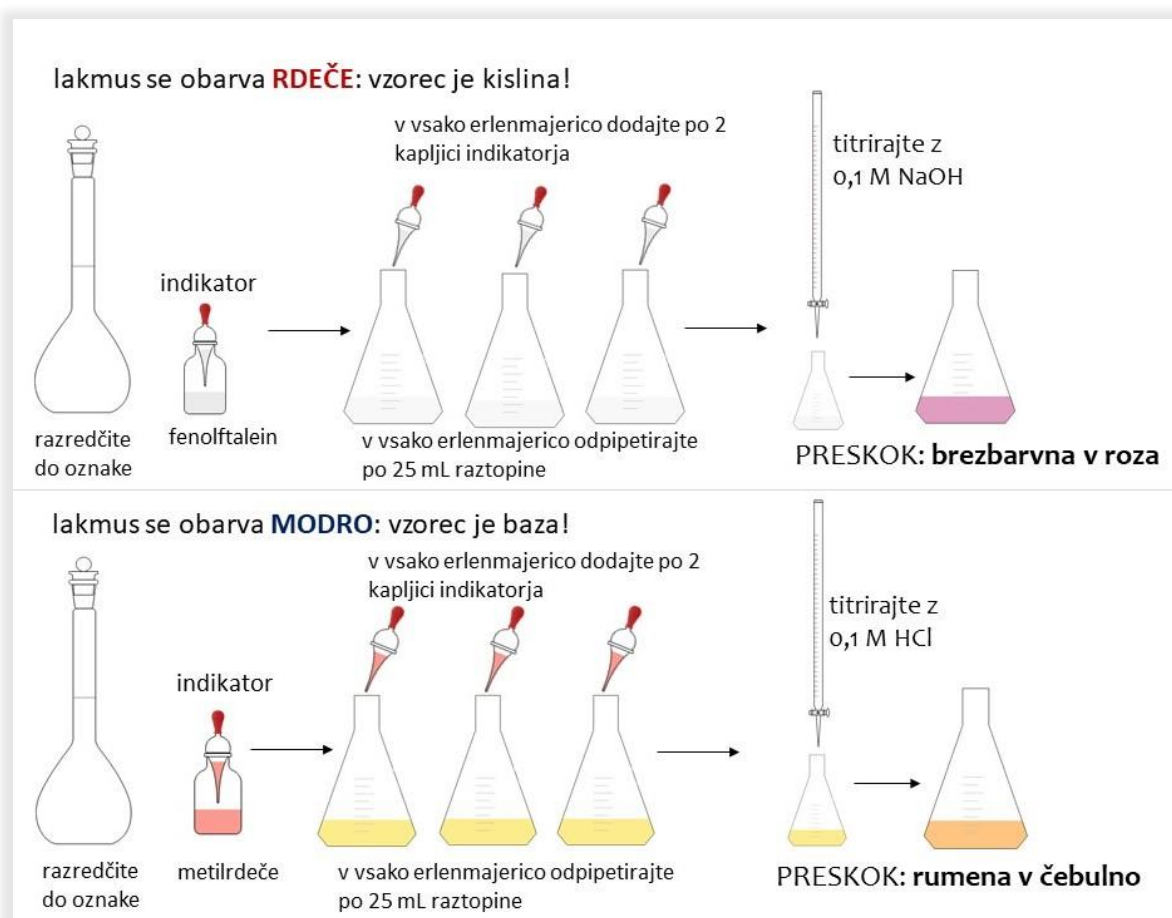


Slika 30. Potek vaje c), vir: lasten

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 kot indikator **fenolftalein**. Raztopina je v kislem brezbarvna.
- Titirate 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.



Slika 31. Potek vaje d), vir: lasten

RAZMISLIMO

1. Zapomnite si barve indikatorjev v kislem oziroma bazičnem mediju!
2. Razložite, zakaj uporabljamo pri nevtralizacijski titraciji kisline z bazo kot indikator fenolftalein in zakaj pri titraciji baze s kislino indikator metilrdeče?
3. Zapišite enačbe reakcij!
4. Razložite, kaj je titracija!

6. VAJA: IONSKE REAKCIJE, DESTILACIJA IN RETITRACIJA

POTREBNO ZNANJE koncentracije raztopin, množina snovi, mol, ionske reakcije, titracija, destilacija, šibki in močni elektroliti

VARNOST: Upoštevajte delo z vročimi predmeti in aparaturami, navodila za delo s kislinami in bazami ter delo s plinskimi napravami. Bodite pozorni, da so po končanem delu v laboratoriju zaprti vsi plinski ventili.

Po končanem poskusu **raztopine v epruveti ne zlivajte v odtok**, temveč v posodo, ki je namenjena za zbiranje odpadne raztopine Hg!

LABORATORIJSKE TEHNIKE

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.12
BIRETE, str.14

POMEMBNE UGOTOVITVE

Ionska reakcija poteče, če nastane:

- Težko topna spojina
- Slabo disociirana spojina
- Lahko hlapna spojina (plin)

NALOGE

1. PISNA NALOGA

Zapišite in razložite ionske reakcije iz eksperimentalne naloge!

2. EKSPERIMENTALNA NALOGA

Določite maso amonijevega klorida v dobljenem vzorcu!

3. INVENTAR

Skupni inventar

- 2 x stojalo,
- zamašek s cevko za lijak in uvajalno cevko,
- majhna epruveta – epruveta za uvajalko,
- bireta za 0,1 M HCl,
- bireta za 0,1 M NaOH,
- 2x trinožno stojalo,
- vrelni kamenčki,
- plinski gorilnik,

- 5 mL oziroma 10 mL merilni valj,
- zamaški za epruvete.

Osebni inventar

- stojalo za epruvete,
- epruvete,
- čaše,
- 1000 mL buča z ravnim dnom,
- merilni valj,
- erlenmajerica,
- 2x keramična mrežica,
- mufa,
- univerzalna prižema,
- posoda za zbiranje odpadne raztopine Hg.

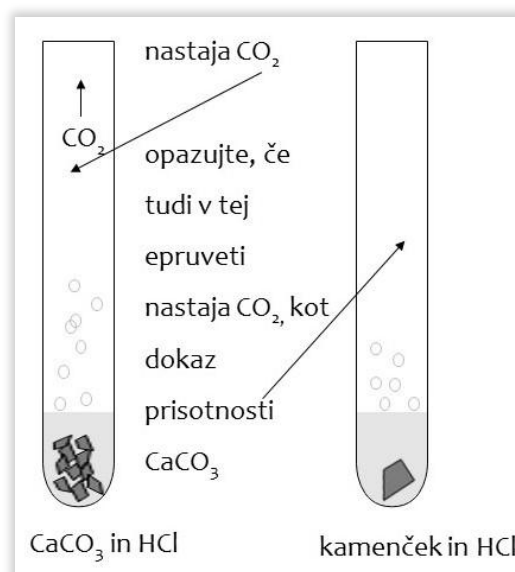
4. KEMIKALIJE

- CaCO_3 v prahu,
- kamenčki s ceste,
- 2 M HCl,
- 0,1 M HCl,
- 2 M NaOH,
- 0,1 M NaOH,
- 0,1 M AgCl,
- 0,1 M AgNO_3 ,
- 0,1 M $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$,
- metilrdeče.

5. IZVEDBA VAJE

a) nastanek plinaste snovi

- V epruveto v stojalu za epruvete stresite za noževu konico CaCO_3 v prahu.
- Z merilnim valjem odmerite 5 mL 2 M HCl in zlijte kislino v epruveto s CaCO_3 v prahu
- Opazujte reakcijo in razložite njen potek!
- V drugo epruveto v stojalu nalijte 5 mL 2 M HCl in vanjo vrzite kamenček, ki ste ga pobrali na cesti.
- Opazujte, ali reakcija poteka, in če poteka, razložite njen potek!

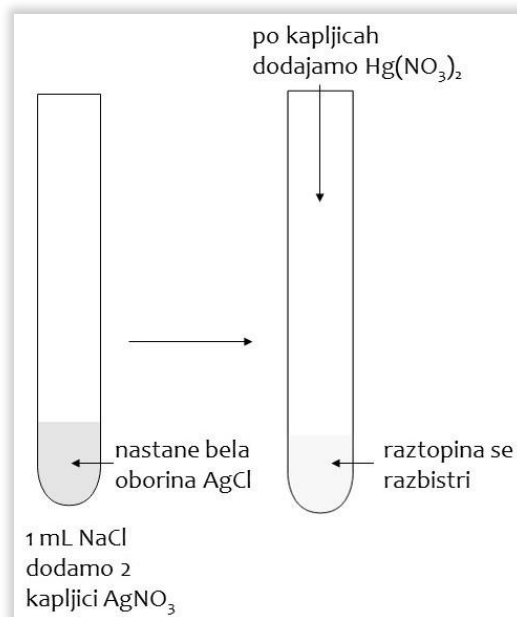


Slika 32. Potek vaje a), vir: lasten

- Zakaj v nekaterih primerih reakcija ne poteče?

b) nastanek slabo topne in slabo disociirane snovi

- V tretjo epruveto nalijte približno 1 mL 0,1 M NaCl.
- Dodajte dve kapljici 0,1 M raztopine AgNO_3 .
- Opazujte potek reakcije!
- Nastali beli oborini AgCl med stresanjem epruvete po kapljicah dodajte 0,1 M raztopino $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$.
- Kaj opazite?
- Potek reakcije opišite s pomočjo reakcij, ki so potekale in enačbe reakcij tudi zapišite!

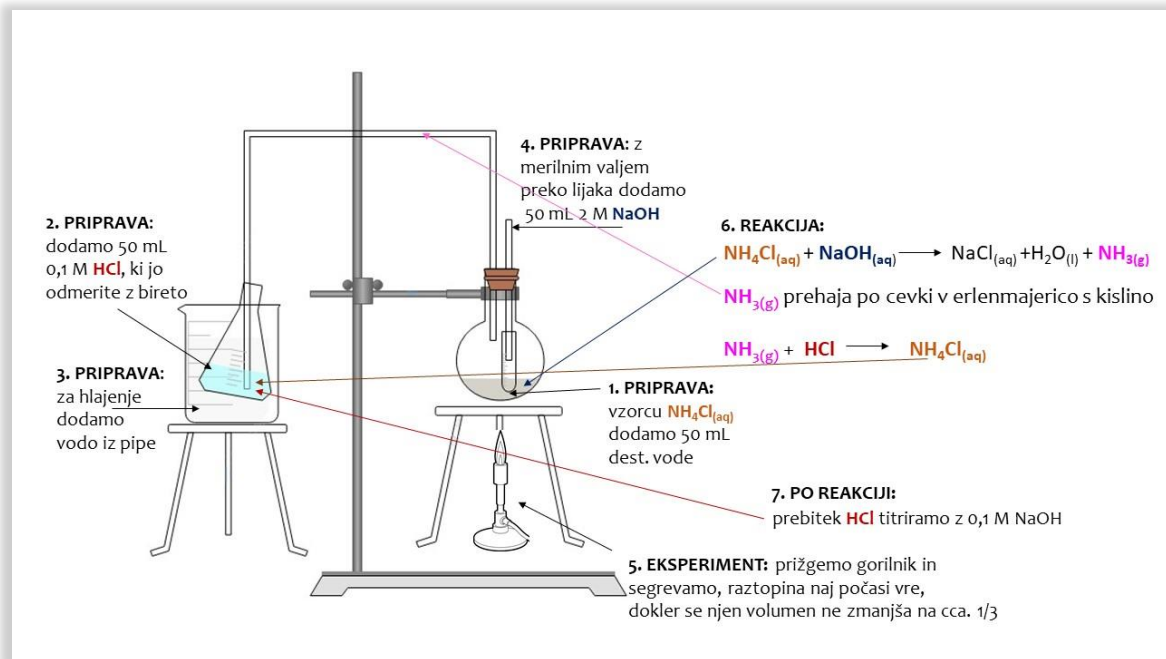


c) določanje mase amonijevega klorida v vzorcu

Slika 33. Potek vaje b), vir: lasten

- Asistentu po parih oddajte 1000 mL bučko z ravnim dnom.
- Dobljen vzorec v bučki razredčite s **50 mL destilirane vode**.
- V tako pripravljeno raztopino dodajte nekaj vrelnih kamenčkov (3-4).
- Poiščite zamašek z uvajalko, ki dobro tesni izliv bučke.
- V erlenmajerico s pomočjo birete odmerite **50 mL 0,1 M raztopine HCl**.
- Sestavite aparaturo po skici.
- S 100 mL merilnim valjem odmerite **50 mL 2 M NaOH** in ga skozi lijak na vrhu aparature previdno zlijte v bučo.
- Pričnite segrevati raztopino v buči in segrevajte raztopino toliko časa, da se volumen raztopine v bučki zmanjša na 1/3 prvotnega volumna raztopine. Pri reakciji bodite pozorni na to, da je uvajalna cevka ves čas reakcije potopljena v raztopino HCl v erlenmajerici.
- **Raztopino vzorca v buči segrevajte le toliko, da raztopina počasi vre.**
- **Hladilno vodo** v čaši, v kateri hladite vsebino erlenmajerice, **po potrebi večkrat zamenjajte**. Pri tem pazite, da cevke v erlenmajerici ne dvignete iz raztopine HCl.
- Ko je reakcija končana, najprej konec uvajalne cevke sperite z nekaj mL destilirane vode.
- **Odmaknite erlenmajerico z raztopino, šele nato ugasnite gorilnik.**
- Raztopino v erlenmajerici ohladite na sobno temperaturo, **dodajte nekaj kapljic indikatorja metilrdeče** ter **titrirajte prebitno množino HCl v erlenmajerici z 0,1 M NaOH do prve spremembe barve**. Titrirajte previdno in počasi, ker imate za izračun mase NH_4Cl le eno paralelko!

- Napišite enačbe reakcij in izračunajte maso amonijevega klorida v vzorcu!



Slika 34. Prikaz aparature za določanje amonijeve soli, vir: lasten

RAZMISLIMO

- Zakaj dodamo v raztopino pri segrevanju vrelnne kamenčke?
- Zakaj dodamo v raztopino vzorca NaOH in to šele potem, ko je aparatura popolnoma sestavljena in je v erlenmajerici že kislina?
- Čemu služi tekočinska zapora?
- Zakaj moramo raztopino kisline v erlenmajerici med reakcijo hladiti?
- Zakaj uporabimo pri titraciji kot indikator metilrdeče?

7. VAJA: KEMIJSKO RAVNOTEŽJE, RAVNOTEŽNA KONSTANTA KEMIJSKE REAKCIJE

POTREBNO ZNANJE kemijsko ravnotežje, ravnotežna konstanta K_c , začetne množine, ravnotežne množine, zakon o vplivu koncentracij, Le Chatelierov princip, ionizacija vode, pH

VARNOST: Upoštevajte delo z vročimi predmeti in aparaturami, navodila za delo s kislinami in bazami! **OBVEZNO UPORABLJAJTE ZAŠČITNA OČALA IN ROKAVICE!**

LABORATORIJSKE TEHNIKE

ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.12
PRAVILNA UPORABA KAPALK, str.16

POMEMBNE ENAČBE

Disociacija šibke kisline

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Disociacija šibke baze

$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

$$pH = -\log[H^+]$$

NALOGE

1. RAČUNSKE NALOGE (podatke dobite na listku)

a) Konstanta K_a (CH_3COOH) = $1,74 \cdot 10^{-5}$. Izračunajte stopnjo disociacije očetne kisline

- a1) po približni formuli
- a2) po kvadratni enačbi

b) Izračunajte pH 0,1 M baze s stopnjo disociacije.....!

c) Izračunajte množinsko koncentracijo (molarost), ki ima pH = in $K_d = \dots\dots$.
Delež disociiranih molekul je zanemarljiv.

2. EKSPERIMENTALNI NALOGI

Izvedite poskusa, s katerima boste opazovali spremembe v raztopini v zvezi z zakonom o vplivu koncentracij!

3. INVENTAR

Skupni inventar

- 5 mL oziroma 10 mL merilni valji.

Osebni inventar

- 100 mL čaša,
- 100 mL merilni valj,
- stojalo za epruvete,
- epruvete.

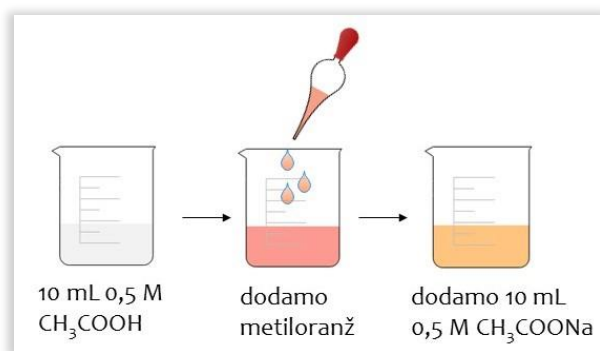
4. KEMIKALIJE

- 0,5 M CH_3COOH ,
- 0,5 M NaCH_3COO ,
- 0,015 M $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$,
- 0,1 M NH_4SCN ,
- 3 M NH_4Cl .

5. IZVEDBA VAJE

a) Sprememba barve

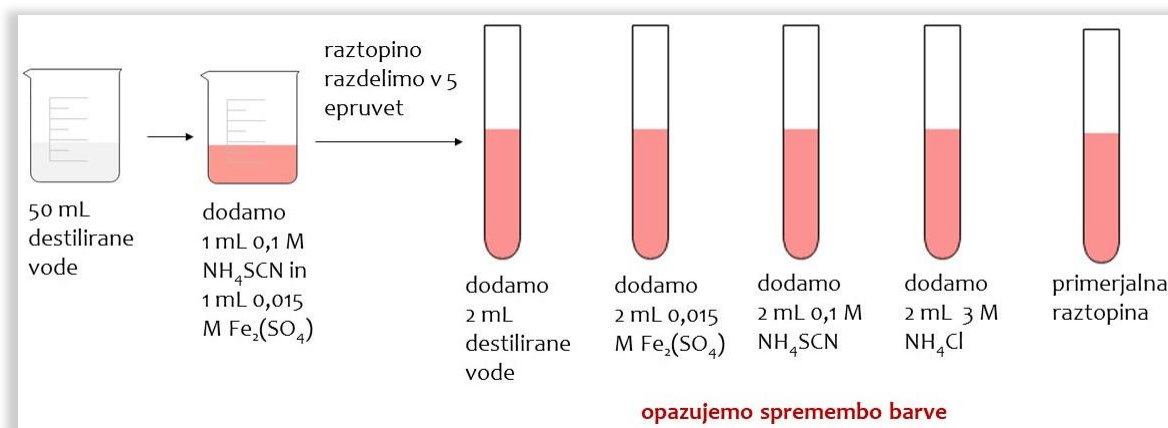
- V 100 mL čašo nalijte 10 mL 0,5 M CH_3COOH , ki ste jo predhodno odmerili z 10 mL merilnim valjem.
- Raztopini v čaši dodajte nekaj kapljic indikatorja metiloranž in jo dobro premešajte.
- Nato odmerite z merilnim valjem 10 mL 0,5 M NaCH_3COO in opazujte spremembo barve raztopine po dodatku raztopine NaCH_3COO .
- Spremembo razložite s pomočjo zakona o vplivu koncentracij!



Slika 35. Potek vaje a), vir: lasten

b) **Sprememba intenzivnosti obarvanja, pred pripravljanjem raztopin dobro operite steklovino, sicer ne boste videli razlike v intenziteti obarvanja!**

- V 100 mL čašo nalijte 50 mL destilirane vode, ki ste jo odmerili z merilnim valjem.
- S 5 mL oziroma 10 mL merilnim valjem odmerite 1 mL 0,1 M NH_4SCN in 1 mL 0,015 M $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ in obe raztopini zlijte v destilirano vodo v čaši in temeljito premešajte.
- Nastane rdeče obarvana raztopina slabo disociiranega železovega(III) tiocianata.
- Raztopino razdelite v pet epruvet do približno enake višine.
- V prvo epruveto dodajte 2 mL destilirane vode, v drugo 2 mL 0,015 M $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, v tretjo 2 mL 0,1 M NH_4SCN in v četrto 2 mL 3 M NH_4Cl .
- Raztopina v peti epruveti je primerjalna in vanjo ne dodajate ničesar. Opazujte spremembo intenzivnosti obarvanja in sicer s pogledom skozi epruveto od zgoraj navzdol proti beli podlagi.
- Intenziteta obarvanja posamezne raztopine v epruveti je odvisna od koncentracije obarvanega železovega(III) tiocianata. Opažanja razložite s pomočjo zakona o vplivu koncentracij!



Slika 36. Potek vaje b), vir: lasten

RAZMISLIMO

1. Kakšna je barva raztopine očetne kisline po dodatku indikatorja metiloranž?
2. Kakšna je barva raztopine po dodatku natrijevega acetata in zakaj?
3. Napišite ravnotežno reakcijo nastanka $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$! Kaj se zgodi po dodatku vode, raztopine $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, raztopine NH_4SCN oz. raztopine NH_4Cl ?

8. VAJA: KEMIJSKO RAVNOTEŽJE, PROTOLITSKA RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH, TITRACIJSKA KRIVULJA

POTREBNO ZNANJE ionska ravnotežja, šibki in močni elektroliti, ionske reakcije, protolitska ravnotežja v vodnih raztopinah, ekvivalentna točka, nevtralna točka, titracijska krivulja, ionizacija vode, pH

VARNOST: Upoštevajte navodila za delo z vročimi predmeti (epruveto pri segrevanju držite s ščipalko za epruvete in vsebino počasi segrevajte, da vam vsebina ne brizgne iz epruvete); po končanem delu v laboratoriju zaprite vse plinske ventile! **UPORABITE ZAŠČITNA OČALA!**

LABORATORIJSKE TEHNIKE

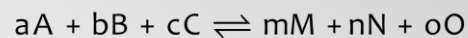
ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.12

PRAVILNA UPORABA KAPALK, str.16

PRAVILNO SEGREVANJE TEKOČIN V EPRUVETI, str.18

BIRETE, str.14

POMEMBNE ENAČBE



$$K_r = \frac{[M]^m \cdot [N]^n \cdot [O]^o}{[A]^a \cdot [B]^b \cdot [C]^c}$$

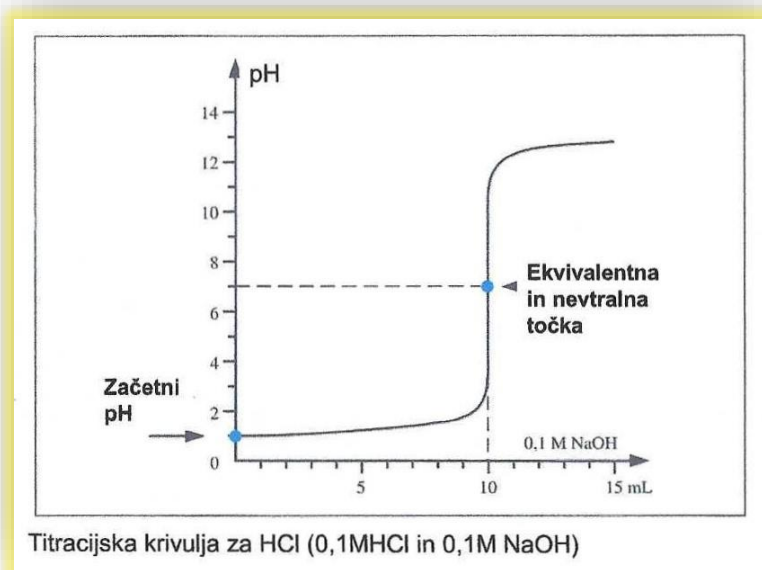
$$[X] = c(x)$$

NALOGE

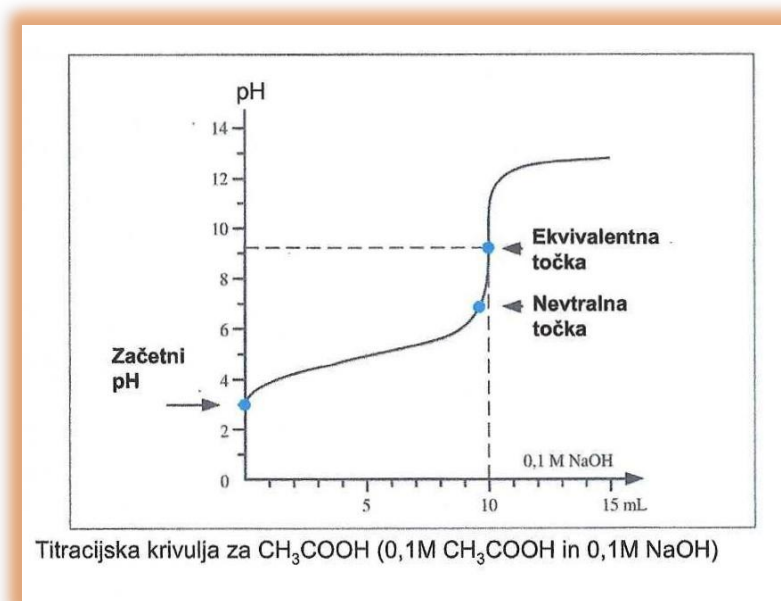
1. RAČUNSKÉ NALOGE (podatke dobite na listku):

Izračunajte točke titracijske krivulje in titracijsko krivuljo tudi narišite, če k

- 10 mL M HCl dodajate po 1 mL M NaOH tako, da dodate skupno 20 mL raztopine NaOH!
- 10 mL M CH₃COOH dodajate po 1 mL M NaOH tako, da dodate skupno 20 mL raztopine NaOH!



Slika 37. Primer a) močna kislina in močna baza: ekvivalentna in nevtralna točka ($\text{pH} = 7$) sovpadata, vir [1]



Slika 38. Primer b) šibka kislina in močna baza, vir [1]

2. EKSPERIMENTALNE NALOGE

Izvedite poskuse za merjenje pH raztopin in določanje karbonatne trdote vode, jih opišite in razložite!

3. INVENTAR

Skupni inventar

- stojalo,
- magnetno mešalo,
- magneti za mešalo,
- magnetna palčka,
- pH – meter,
- birete za 0,1 M HCl,
- čaše za odpadno vodo pri spiranju elektrode,
- 5 mL oziroma 10 mL merilni valji,
- plinski gorilnik,
- žličke za soli.

Osebni inventar

- čaše,
- stojalo za epruvete,
- epruvete,
- 100 mL merilni valj,
- ščipalka za epruvete.

4. KEMIKALIJE

- $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$,
- NH_4Cl ,
- 2 M NaCH_3COO ,
- fenolftalein,
- metiloranž.

5. IZVEDBA VAJE

TEHNIKA: Merjenje pH raztopin s pH – metrom

- Pred merjenjem pH raztopin mora biti pH – meter umerjen.
- Elektroda pH- metra mora biti ves čas med posameznimi meritvami potopljena v destilirani vodi.

- Pred vsako meritvijo elektrodo temeljito operite z destilirano vodo iz pihalke in jo popivnajte z mehko papirnato brisačo, da jo osuši. Pri sušenju ne drgnite z brisačo po elektrodi!
- Nato elektrodo potopite v raztopino, ki ji nameravate izmeriti pH.
- Raztopino s pomočjo magnetnega mešala neprekinjeno mešajte.
- Magnet pred merjenjem pH prav tako temeljito operite z destilirano vodo in ga posušite s papirnato brisačo.
- Elektroda naj bo potopljena v raztopino vsaj 2 cm.
- Pritisnite tipko z oznako pH.
- Vrednost pH raztopine odčitajte šele, ko se številke na prikazovalniku ne spreminjajo več.
- Po končani meritvi elektrodo dvignite iz raztopine, podstavite čašo za zbiranje odpadne destilirane vode in elektrodo operite z destilirano vodo iz pihalke.
- Po končanem merjenju pH – pred odhodom - je potrebno očiščeno elektrodo pustiti v destilirani vodi, da se elektroda ne posuši in ne pride do njene okvare!

a) **pH v destilirani vodi**

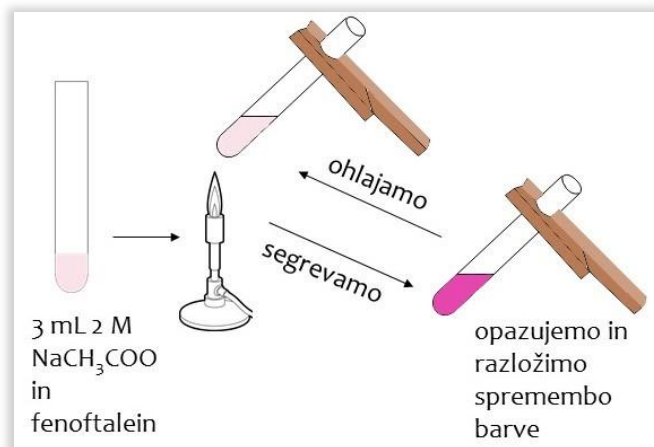
- V 100 mL čašo odmerite ~50 mL destilirane vode in ji izmerite pH.
- V vodo dodajte 0,5 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ (približno žličko soli). Raztopino mešajte tako dolgo, da se sol raztopi. Nato raztopini ponovno izmerite pH.
- Razložite, zakaj je prišlo do spremembe pH vrednosti po dodatku soli!

b) **pH v vodovodni vodi**

- V 100 mL čašo odmerite 50 mL vodovodne vode in ji prav tako izmerite pH.
- V odmerjeno vodo dodajte nato 0,5 g NH_4Cl (približno žlička soli), pustite mešati, da se vsa sol raztopi in raztopini ponovno izmerite pH.
- Razložite spremembo v pH vrednosti raztopine!

c) **hidroliza**

- V epruveto odmerite s 5 mL oziroma 10 mL merilnim valjem 3 mL 2 M raztopine natrijevega acetata in

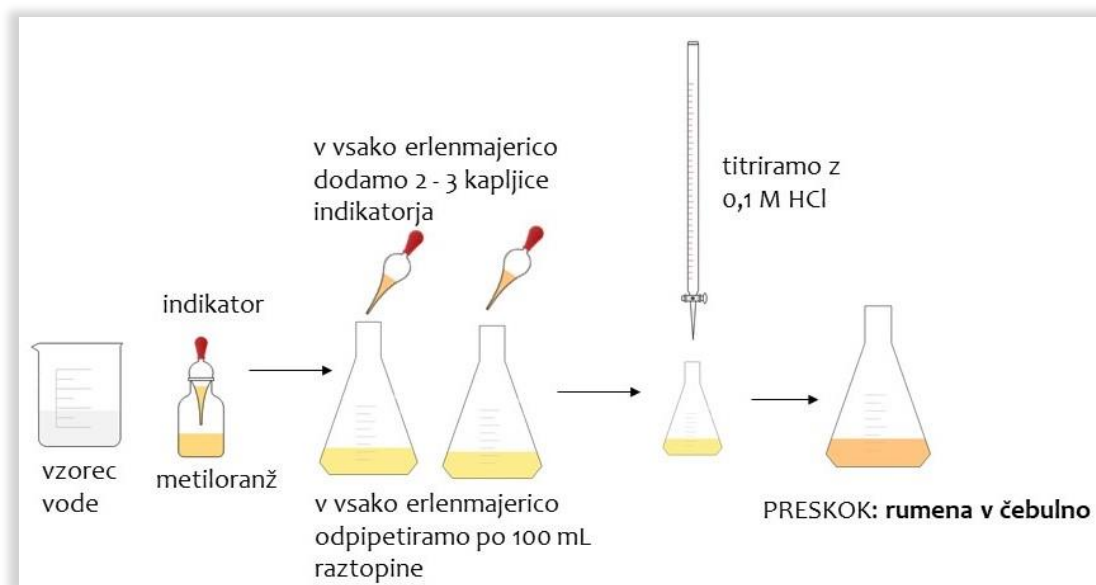


Slika 39. Hidroliza, vir: lasten

dodajte 3 kapljice fenolftaleina. Raztopino v epruveti segrejte do vrenja in nato pustite, da se raztopina ponovno ohladi. Opazujte spremembo barve raztopine in razložite, zakaj je prišlo do spremembe barve.

d) **karbonatna trdota vode**

- Oddajte asistentu 250 mL ali 400 mL čašo!
- Od dobljenega vzorca z merilnim valjem odmerite po 100 mL v dve erlenmajerici in dodajte v vsako erlenmajerico še po 2-3 kapljice indikatorja metiloranž.
- Z 0,1 M raztopino HCl titirajte vzorca vode do **preskoka iz rumene v čebulno barvo**.
- Če se rezultata titracije med seboj močno razlikujeta, zaprosite ponovno za vzorec in izvedite še eno titracijo!
- Izračunajte karbonatno trdoto vzorca iz porabljenega volumna 0,1 M HCl!



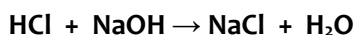
Slika 40. Potek vaje d), vir: lasten

RAZMISIMO

1. Kakšen pH ima destilirana voda in zakaj? Kaj je vzrok v spremembi pH po dodatku $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$?
2. Kakšen je pH vodovodne vode in zakaj se spremeni ob dodatku NH_4Cl ?
3. Kaj je karbonatna trdota vode in kako jo določimo?

PRILOGA TABELI ZA IZRAČUN pH V ODVISNOSTI OD VOLUMNA, za TITRACIJSKI KRIVULJI
(krivulji izračunate in narišete s svojimi podatki, ki jih dobite na listku!). pH računajte
na **dve decimalki natančno!**

- a) Titracija močne kisline z močno bazo, primer: 10,0 mL 0,1 M HCl dodajamo po 1,0 mL 0,1 M NaOH tako, da dodamo skupno 20,0 mL raztopine NaOH!



Najprej izračunamo

ekvivalentno točko:

$$n_K = n_B \Rightarrow c_K \cdot V_K = c_B \cdot V_B$$

$$V_B = \frac{c_K \cdot V_K}{c_B} = \frac{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 10 \text{ mL}}{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 10 \text{ mL}$$

Tabela 10. Močna kislina/močna baza

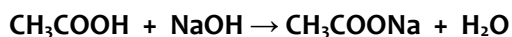
V(NaOH) v mL	[H ⁺] ali [OH ⁻]	pH
0	[H ⁺] = c _k	
1	[H ⁺] = (n _k - n _b) / (V _k + V _b)	
2		
3		
4		
5		
6	enačba ostane enaka do ekvivalentne točke!	
7		
8		
9		
10 mL:	ekvivalentna točka, prikaz izračuna spodaj!	
11	[OH ⁻] = (n _b - n _k) / (V _k + V _b)	
12		
13		
14		
15		
16	enačba ostane enaka do 20 mL!	
17		
18		
19		
20		

Ekvivalentna točka, enačbe in izračun: $n_k = n_b$, $K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$,

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = x, \quad x^2 = 10^{-14}, \quad x = 10^{-7}, \quad \text{pH} = 7,00$$

b) Titracija šibke kisline z močno bazo, primer: 10 mL 0,5 M CH₃COOH dodajamo po 1,0 mL 0,4 M NaOH tako, da dodamo skupno 20,0 mL raztopine NaOH!

$$K_{\text{disoc.}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$



Najprej izračunamo ekvivalentno točko:

$$n_K = n_B \Rightarrow c_K \cdot V_K = c_B \cdot V_B$$

$$V_B = \frac{c_K \cdot V_K}{c_B} = \frac{0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 10 \text{ mL}}{0,4 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 12,5 \text{ mL}$$

Tabela 11 . Šibka kislina/močna baza

V(NaOH) v mL	[H ⁺] ali [OH ⁻]	pH
0	$[H^+] = \sqrt{K_K \cdot c_K}$	
1	$[H^+] = K_K \cdot c_K / c_s = K_K \cdot (n_K - n_B) / n_B$	
2		
3		
4		
5		
6	enačba ostane enaka do ekvivalentne točke!	
7		
8		
9		
10		
11		
12		
12,5 mL: ekvivalentna točka, prikaz izračuna spodaj!		
13	$[OH^-] = (n_B - n_K) / (V_K + V_B)$	
14		
15		
16		
17	enačba ostane enaka do 20 mL!	
18		
19		
20		

Ekvivalentna točka, enačbe in izračun,

$$n_K = n_B \Rightarrow c_K \cdot V_K = c_B \cdot V_B$$

glede na to, da imamo šibko kislino in

močno bazo, bo njuna sol rahlo

bazična:

$$c_S = \frac{n_K}{V_K + V_B} = \frac{n_B}{V_K + V_B}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_W}{K_K} \cdot c_S}$$

9. VAJA: TOPNOSTNI PRODUKT

POTREBNO ZNANJE težko topne soli, ionska ravnotežja, topnostni produkt, topnost soli, koncentracija nasičene raztopine, vpliv istoimenskih ionov na topnost soli

VARNOST: Upoštevajte navodila za delo s kislinami! **UPORABLJAJE ZAŠČITNA OČALA IN ROKAVICE!**

LABORATORIJSKE TEHNIKE

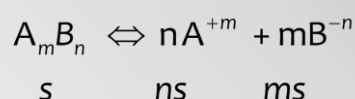
ODMERJANJE TEKOČIN, PIPETIRANJE, str.12

PRAVILNA UPORABA KAPALK, str.16

MERILNE BUČKE, str.16

FILTRIRANJE, str.17

POMEMBNE ENAČBE



$$K = [A^{+m}]^n \cdot [B^{-n}]^m$$

$$= (ns)^n \cdot (ms)^m$$

$$= n^n m^m s^{n+m}$$

$$s = \left(K / n^n m^m \right)^{\frac{1}{n+m}}$$

NALOGE

1. RAČUNSKI NALOGI (podatke dobite na listku):

a) Topnostni produkt je Koliko mg se lahko raztopi v 1 L vode?

Koliko mg pa se raztopi v 1 L M ?

b) Topnostni produkt je Izračunaj množinsko koncentracijo (molarnost) nasičene raztopine! Koliko mg se lahko raztopi v 150 L vode?

2. EKSPERIMENTALNE NALOGE

a) Izvedite reakcijo med srebrovimi (Ag^+) ioni in kloridnimi (Cl^-) ioni pri različnih koncentracijah ter ugotovite mejo, kjer se oborina več ne pojavi.

b) Zmanjšajte topnost svinčevega klorida!

c) Zmanjšajte topnost natrijevega klorida!

3. INVENTAR

Skupni inventar

- tehtnica,
- stojalo,

- filtrirni papir,
- 10 mL polnilna pipeta,
- mufa z obročem,
- žogica za pipetiranje,
- laboratorijska žlica,
- 10 mL merilni valj.

Osebni inventar

- čaše,
- epruvete,
- stekleni lij.

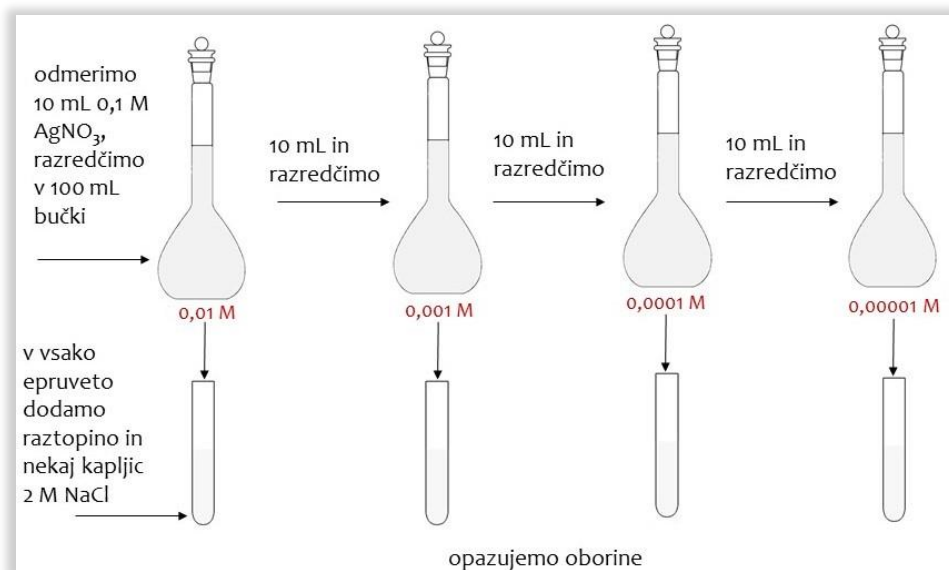
4. KEMIKALIJE

- 0,1 M raztopina AgNO_3 ,
- PbCl_2 ,
- nasičena raztopina NaCl ,
- 2 M NaCl ,
- 1 M H_2SO_4 (v kapalni plastenki),
- 37 % HCl .

5. IZVEDBA VAJE

a) Različne koncentracije AgNO_3

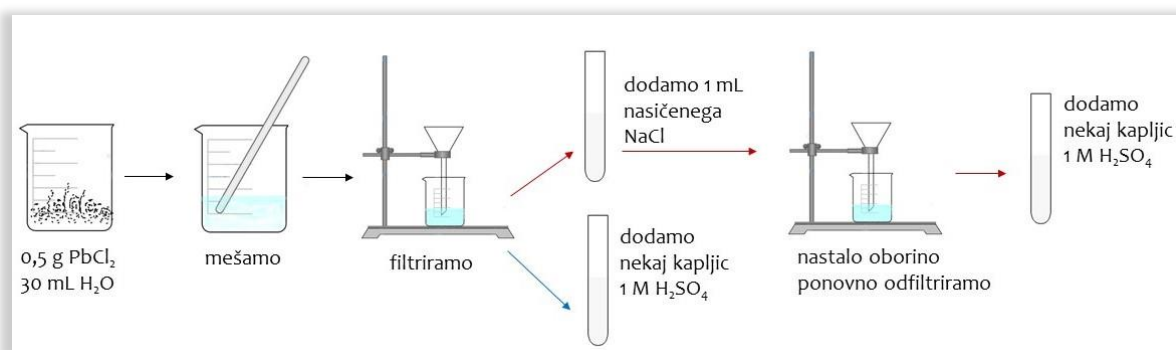
- Pri pripravi raztopin sodelujejo po štirje študenti, tako da vsak prispeva svojo 100 mL merilno bučko.
- Raztopine pripravljajte čim bolj natančno, da bo razlika v motnosti nastalih raztopin ob dodatku nekaj kapljic 2 M NaCl dobro vidna.
- **Pred pripravljanjem raztopin dobro operite steklovino**, sicer ne boste videli razlike v intenziteti oborine!
- S polnilno pipeto odmerite **10 mL 0,1 M raztopine AgNO_3** in jo v 100 mL merilni bučki razredčite z destilirano vodo do oznake. Pripravljena raztopina je 0,01 M.
- Od tako pripravljene raztopine ponovno odpipetirate s polnilno pipeto 10 mL raztopine in jo razredčite v drugi 100 mL merilni bučki z destilirano vodo do oznake na vratu bučke. Ta raztopina ima koncentracijo 0,001 mol/L.
- Postopek ponovite še dvakrat, tako da si pripravite še raztopini s koncentracijo 0,0001 mol/L in 0,00001 mol/L.
- Raztopine prelijte v **4 epruvete** do 1/3 višine epruvete. V vsako epruveto dodajte nekaj kapljic 2 M NaCl . Premešajte raztopine in ugotovite, pri kateri koncentraciji oborina ne nastane več. Razložite, zakaj oborina ni nastala!



Slika 41. Potek vaje a), vir: lasten

b) Zmanjšamo topnost PbCl_2

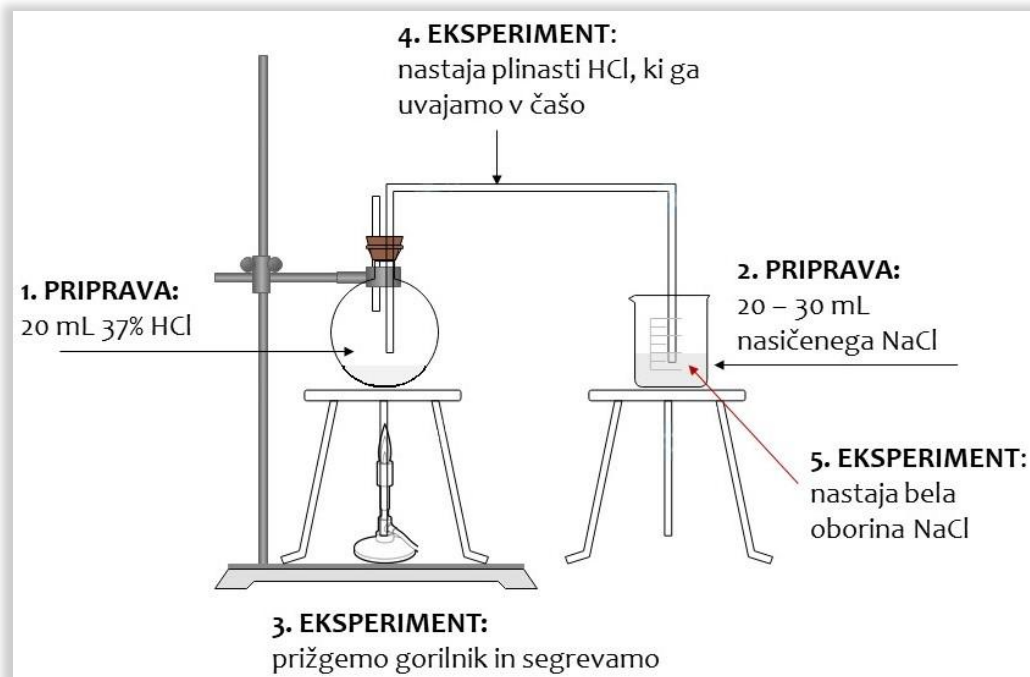
- Pripravite približno 30 mL nasičene raztopine PbCl_2 .
- Raztopino pripravite tako, da 0,5 g PbCl_2 raztopite v 30 mL destilirane vode in nekaj minut raztopino mešate.
- Nasičeno raztopino prefiltrirajte skozi filtrirni papir v 100 mL čašo in filtrat razdelite v dve epruveti.
- V prvo epruveto dodajte 1 mL nasičene raztopine NaCl. Nastane bela oborina, ki jo ponovno odfiltrirate. Razložite, zakaj je nastala bela oborina!
- Nato v filtrat, ki je ostal po prvem filtriranju v drugi epruveti, ter tudi v filtrat po drugem filtriranju dodajte nekaj kapljic 1 M H_2SO_4 .
- Opazujte potek reakcije in napišite ter razložite enačbe reakcij! V kateri epruveti nastane več oborine in zakaj?



Slika 42. Potek vaje b), vir: lasten

c) Zmanjšamo topnost NaCl

- Demonstracijsko se pripravi aparatura, podobna kot je aparatura za določevanje amonijeve soli.
- Ker pri poskusu nastaja dražeči plin, se poskus izvede v odduhi (digestoriju).
- V bučko odmerimo 20 mL 37% HCl in damo vanjo nekaj vrelnih kamenčkov, v čašo pa 20 – 30 mL nasičene raztopine NaCl.
- HCl v bučki počasi segrevamo in pustimo, da počasi vre. Tako nastaja plinasti HCl, ki ga po cevki vodimo v čašo z nasičeno raztopino NaCl.
- Opišite in razložite, kaj se zgodi v raztopini v čaši z nasičeno raztopino NaCl, ko vanjo uvajamo plinasti HCl! Po končanem eksperimentu nalijemo v bučko vodo, da preprečimo nadaljnje izhajanje plina HCl.



Slika 43. Potek vaje c), vir: lasten

RAZMISLIMO

1. Zakaj je prišlo do zmanjšanja topnosti svinčevega klorida?
2. Kaj je povzročilo manjšo topnost NaCl v raztopini po uvajanju plinastega HCl in opišite, kako ste to opazili!

10. 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 kisljinami 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.12
MERILNE BUČKE, str.16
BIRETE, str.14

POMEMBNO

Razredčena HNO_3 (< 60 %) nastaja plin NO

Koncentrirana HNO_3 (≥ 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

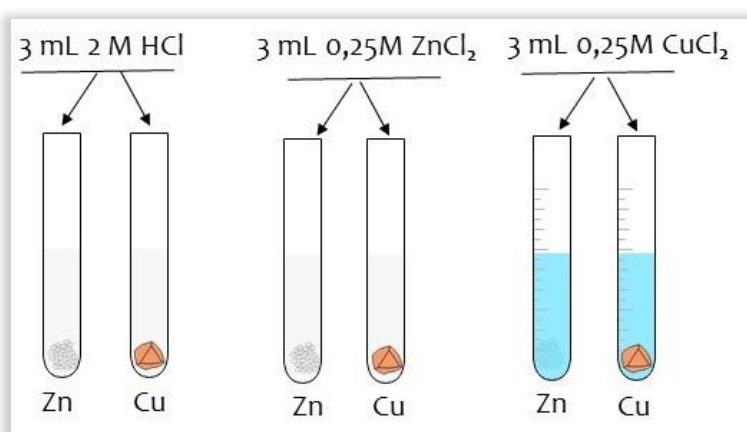
- 250 mL merilna bučka,
- epruvete,
- stojalo za epruvete,
- 100 mL merilni valj,
- 25 mL polnilna pipeta,
- erlenmajerice.

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.

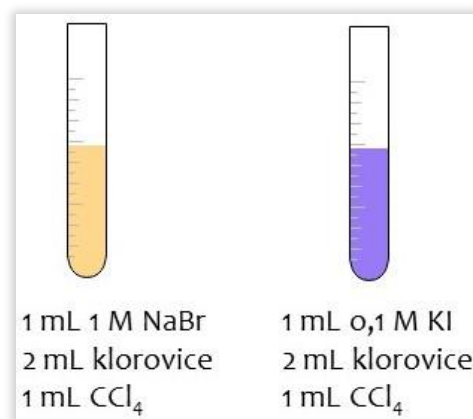


Slika 44. Potek vaje a), vir: lasten

- Opazujte potek reakcij in jih razložite ter zapišite vse enačbe reakcij, ki so potekle!

b) napetostna vrsta za nekovine

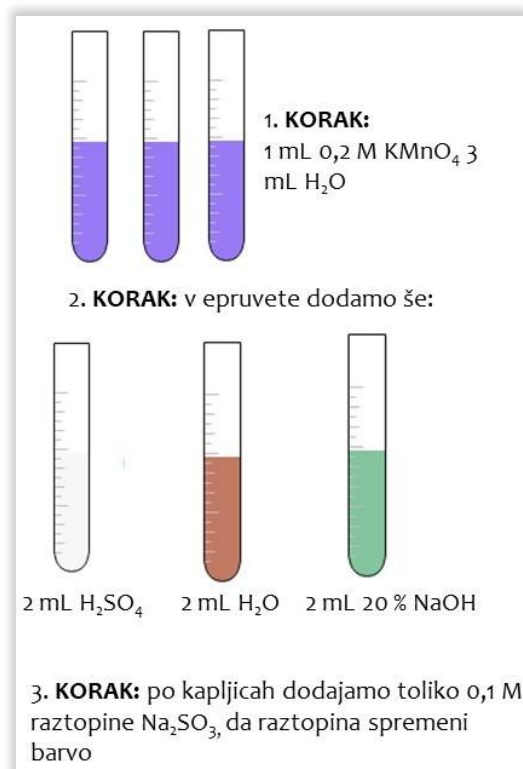
- V prvo epruveto nalijte 1 mL 1 M NaBr, v drugo pa 1 mL 0,1 M KI. Obema raztopinama v epruveh dolijte po 2 mL klorovica (klorovica je nasičena raztopina klora v vodi) in po 1 mL tetraklormetana (CCl_4).
- Epruveti močno stresajte in opazujte barvo obeh nastalih plasti.
- Razložite poskus in zapišite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



Slika 45. Potek vaje b), vir: lasten

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 epruveh 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!

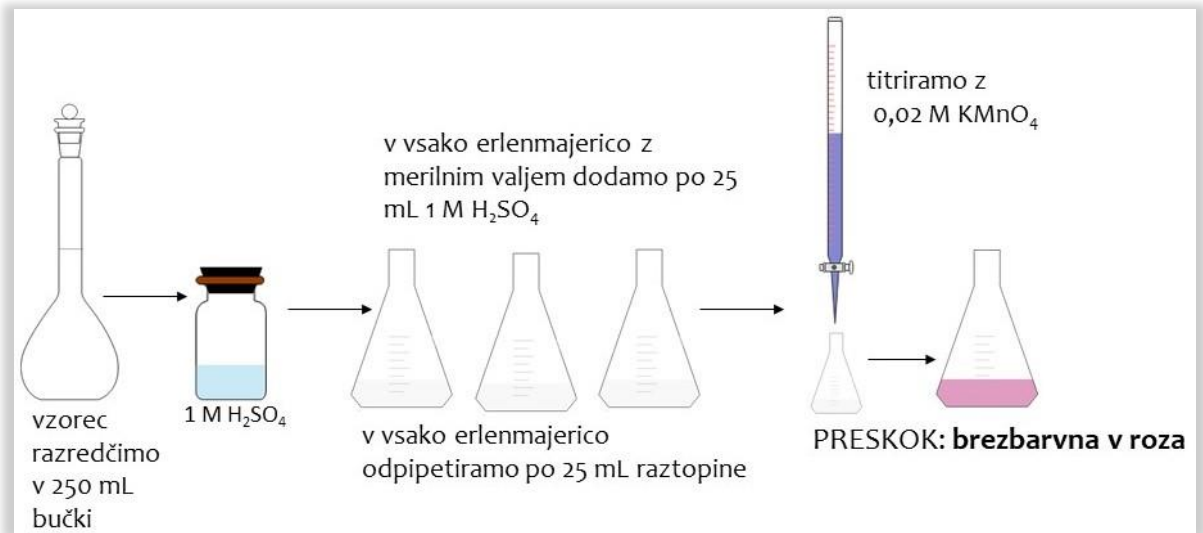


Slika 46. Potek vaje c), vir: lasten

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 47. Potek vaje d), vir: lasten

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. Stoltzfus, *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, BAN, Irena, *Vaje iz splošne in anorganske kemije : navodila za vaje*. Maribor: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2009



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kemijo
in kemijsko tehnologijo

EKSPERIMENTI V SPLOŠNI IN ANORGANSKI KEMIJI

MOJCA SLEMNIK, IRENA BAN, MATJAŽ KRISTL IN JANJA STERGAR

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

Povzetek Delo predstavlja zbirko navodil za praktično izvajanje eksperimentov v splošni in anorganski kemiji. Študenti se srečajo z osnovami eksperimentalnega dela v laboratoriju: spoznajo 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



ISBN 978-961-286-634-1 (pdf)

DOI <https://doi.org/10.18690/um.fkkt.5.2022>