

# Praktikum iz Prirodoslovlja I: Priručnik s vježbama, praktičnim radovima i zadacima za praktikum iz Prirodoslovlja I

---

Kišmartin, Irena; Bogut, Irella

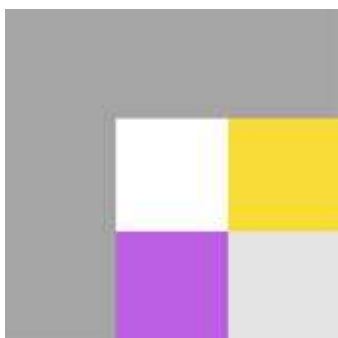
**Authored book / Autorska knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2024**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:141:708121>

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-30**



*Repository / Repozitorij:*

[FOOZOS Repository - Repository of the Faculty of Education](#)





**Irena Kišmartin i Irella Bogut**

## **PRAKTIKUM IZ PRIRODOSLOVLJA I**

Priručnik s vježbama, praktičnim radovima i zadacima  
za praktikum iz Prirodoslovlja I

Osijek, 2024.

Irena Kišmartin i Irella Bogut

**PRAKTIKUM IZ PRIRODOSLOVLJA I**

Izdavač

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti

Ulica cara Hadrijana 10, 31000 Osijek

Za nakladnika

prof. dr. sc. Emina Berbić Kolar

Autorice

Irena Kišmartin, prof. biol. i kem., univ. spec. techn. aliment.

prof. dr. sc. Irella Bogut

Recenzenti

prof. dr. sc. Dajana Gašo-Sokač

izv. prof. dr. sc. Zvonimir Užarević

Lektorica

doc. dr. sc. Antonija Huljev

Ilustrirao i tehnički uredio

Krešimir Vidačić, mag. prim. edu.

ISBN 978-953-8371-34-9

## **Predgovor**

Priručnik za praktikum iz Prirodoslovlja I nastao je iz potrebe studenata Sveučilišnoga integriranog prijediplomskog i diplomskog Učiteljskog studija Fakulteta za odgojne i obrazovne znanosti Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku za nastavnim materijalom koji bi im omogućio lakše usvajanje znanja i stjecanje vještina u izvođenju laboratorijskih pokusa i praktičnih radova iz prirodoslovlja. Na početku radnoga priručnika autorice studente upoznaju s mjerama sigurnoga rada u praktikumu te laboratorijskim priborom i postupcima. Nakon toga u priručniku slijede laboratorijski pokusi i praktični radovi iz odabranih poglavlja kemije i fizike, a s kojima su studenti upoznati na predavanjima. Svaki pokus i praktični rad sadrži teorijski dio, ciljeve, popis pribora i kemikalija potrebnih za izvođenje pokusa, postupke izvođenja te prostor za crtanje sheme aparature i upisivanje opažanja i zaključka pokusa. S obzirom na to da se radi o radnom priručniku, isti služi i kao laboratorijski dnevnik (referat) te pomaže kritičkom sagledavanju obrade i prikaza rezultata laboratorijskoga rada, savladavanje dobre laboratorijske prakse u praktikumu iz prirodoslovlja. Priručnik završava zadacima iz pripadajućih, odabranih poglavlja kemije i fizike. Radom u praktikumu iz prirodoslovlja i korištenjem ovoga priručnika ostvarit će se i ishodi nastavnoga predmeta Prirodoslovlje I: studenti će moći samostalno, poznavajući mjere sigurnosti, istražiti osnovne prirodne pojave i koristiti praktična znanja i vještine te s lakoćom eksperimentirati u nastavi Prirode i društva i Prirodoslovlja.

## Sadržaj

1. MJERE OPREZA I POSTUPCI ZA SIGURAN RAD.....	1
1.1. Mjere opreza .....	1
1.2. Postupci za siguran rad.....	1
1.3. Pružanje prve pomoći ozlijeđenoj osobi.....	2
2. LABORATORIJSKO POSUĐE I PRIBOR .....	3
2.1. Stakleno posuđe i pribor .....	3
2.2. Porculansko posuđe i pribor.....	4
2.3. Metalni pribor.....	5
2.4. Crtanje laboratorijskog posuđa i pribora .....	6
3. LABORATORIJSKI POSTUPCI .....	7
3.1. Mjerenje mase – vaganje .....	8
3.2. Mjerenje volumena.....	10
3.3. Mjerenje duljina .....	13
3.3.1. Mjerenje duljina pomičnom mjerkom .....	13
<b>Pokus 1. Mjerenje duljina i izračunavanje volumena pravilnih tijela .....</b>	<b>15</b>
<b>Pokus 2. Mjerenje volumena nepravilnih tijela menzuruom .....</b>	<b>16</b>
3.3.2. Matematičko njihalo .....	18
<b>Pokus 3. Određivanje ubrzanja Zemljine sile teže matematičkim njihalom .....</b>	<b>19</b>
3.4. Mjerenje sile.....	21
<b>Pokus 4. Određivanje koeficijenta trenja .....</b>	<b>23</b>
3.5. Zagrijavanje staklenog posuda .....	25
<b>Pokus 5. Zagrijavanje tekućine u epruveti .....</b>	<b>26</b>
4. VRSTE TVARI I SVOJSTVA TVARI .....	27
4.1. Vrste tvari.....	27
4.2. Svojstva čistih tvari .....	28

4.2.1. Toplina i specifični toplinski kapacitet .....	29
Pokus 6. Određivanje specifičnog toplinskog kapaciteta čvrstog tijela .....	31
4.2.2. Električna vodljivost tvari i električna struja .....	33
Pokus 7. Ispitivanje električne i toplinske vodljivosti tvari .....	34
Pokus 8. Korozija željeza u vodi .....	37
4.2.3. Agregacijska stanja tvari .....	39
4.2.4. Gustoća tvari .....	41
Pokus 9. Određivanje gustoće krutina pravilnoga i nepravilnoga oblika .....	43
4.2.5. Svjetlost i refleksija svjetlosti .....	45
Pokus 10. Zakon refleksije svjetlosti .....	46
4.3. Elementarne tvari i kemijski spojevi .....	48
4.3.1. Vodik .....	48
Pokus 11. Dobivanje vodika i ispitivanje njegovih svojstava .....	49
4.3.2. Kisik .....	51
Pokus 12. Dobivanje kisika i ispitivanje njegovih svojstava .....	52
4.3.3. Voda .....	54
Pokus 13. Agregacijska stanja vode .....	57
Pokus 14. Površinska napetost vode .....	59
Pokus 15. Ispitivanje topljivosti tvari .....	63
Pokus 16. Priprema otopine natrijeva karbonata .....	65
4.3.5. Kiseline i baze .....	67
Pokus 17. Ispitivanje kiselosti i lužnatosti otopina .....	70
Pokus 18. Crveni kupus kao univerzalni prirodni indikator .....	72
4.3.6. Soli .....	74
Pokus 19. Sastav soli – bakrov (II) sulfat pentahidrat .....	76
Pokus 20. Reakcije metala s razrijeđenom $H_2SO_4$ i razrijeđenom $HCl$ .....	78
Pokus 21. Neutralizacija .....	80

4.3.7. Oksidi.....	82
Pokus 22. Dobivanje ugljikovog (IV) oksida i ispitivanje njegovih svojstava .....	84
5. RAZDVAJANJE TVARI NA ČISTE TVARI.....	86
5.1. Razdvajanje sastojaka homogene smjese .....	86
5.1.1. Isparavanje .....	86
5.1.2. Destilacija .....	86
Pokus 24. Zrak svuda oko nas.....	92
Pokus 25. Kako se mijenja gustoća zraka s promjenom temperature? .....	94
Pokus 26. Destilacija vodene otopine modre galice .....	96
5.1.3. Kristalizacija.....	98
Pokus 27. Kristalizacija .....	99
5.2. Razdvajanje sastojaka heterogene smjese.....	101
5.2.1. Filtriranje i dekantiranje .....	101
Pokus 28. Razdvajanje sastojaka smjese filtriranjem .....	103
Pokus 29. Razdvajanje sastojaka smjese dekantiranjem .....	105
Pokus 30. Odjeljivanje tekućina koje se ne miješaju .....	107
5.2.2. Magnetsko odjeljivanje .....	109
Pokus 31. Razdvajanje sastojaka smjese magnetom.....	110
5.2.3. Sublimacija.....	111
Pokus 32. Odjeljivanje joda od natrijevog klorida sublimacijom .....	112
6. BIOLOŠKI VAŽNI SPOJEVI .....	114
6.1. Ugljikohidrati .....	114
6.1.1. Monosaharidi .....	114
Pokus 33. Reakcija za dokazivanje ketoza (Seliwanova reakcija).....	117
6.1.2. Disaharidi .....	119
Pokus 34. Dokazivanje reducirajućih šećera Fehlingovim reagensom .....	120
6.1.3. Polisaharidi .....	122

<b>Pokus 35. Dokazivanje škroba Lugolovom otopinom.....</b>	<b>123</b>
<b>6.2. Proteini (bjelančevine) .....</b>	<b>125</b>
<b>Pokus 36. Svojstva proteina.....</b>	<b>126</b>
<b>Pokus 37. Dokazivanje proteina – biuret-reakcija .....</b>	<b>128</b>
<b>6.3. Masti i ulja.....</b>	<b>130</b>
<b>Pokus 38. Dokazivanje nezasićenih masnih kiselina (Jodni broj) .....</b>	<b>131</b>
<b>7. ZADATCI .....</b>	<b>133</b>
<b>8. LITERATURA.....</b>	<b>136</b>
<b>9.1. Popis slika.....</b>	<b>139</b>
<b>9.2. Popis tablica .....</b>	<b>145</b>



## 1. MJERE OPREZA I POSTUPCI ZA SIGURAN RAD

### 1.1. Mjere opreza

Tijekom rada u laboratoriju obvezno je pridržavati se mjera opreza i postupaka koji osiguravaju siguran rad.

1. Prije svakoga pokusa obvezno je temeljito proučiti upute za izvođenje istoga te se upoznati s opasnostima i mjerama opreza koje je potrebno poduzeti radi vlastite sigurnosti i sigurnosti drugih.
2. U praktikum nije dopušteno unositi hranu i piće niti ih konzumirati.
3. Pri radu je obvezno nositi zatvorenu obuću, koristiti zaštitnu odjeću, rukavice i naočale.
4. Dugu kosu potrebno je povezati zbog opasnosti od otvorenoga plamena i zapaljenja.

### 1.2. Postupci za siguran rad

1. Prije upotrebe kemikalije nužno je pročitati oznaku na boci.
2. Zabranjeno je kušati ili udisati kemikalije. Ukoliko je potrebno provjeriti miris neke kemikalije (slika 1.1.), lagano zamahnuti rukom iznad posude tako da zrak iznad posude bude usmjeren prema nosu.



Slika 1.1. Ispitivanje mirisa kemikalija.

3. Pri rukovanju kemikalijama potrebno je pridržavati se sljedećih pravila:
  - Krute tvari uzimati suhom žlicom, a bocu s kemikalijom odmah nakon upotrebe zatvoriti njezinim čepom.
  - Ne otvarati istovremeno više od jedne boce s kemikalijama kako ne bi došlo do onečišćenja istih.

- Suvišak reagensa nikada ne vraćati u bocu. Otpadne kemikalije ne ispuštati u kanalizaciju, nego prikupljati u posebnu posudu te zbrinuti u skladu sa zakonskom regulativom.
  - Koncentrirane kiseline i lužine prije puštanja u kanalizaciju obvezno razrijediti većom količinom vodovodne vode.
4. Nakon provedenih pokusa, upotrijebljeno laboratorijsko posuđe i pribor oprati deterdžentom, isprati većom količinom vodovodne vode, a potom destiliranom vodom.

### **1.3. Pružanje prve pomoći ozlijeđenoj osobi**

Unatoč primijenjenim mjerama opreza i postupcima za siguran rad, u praktikumu su moguće ozljede poput opekline i posjekotina te pružanje prve pomoći ovisi o vrsti zadobivene ozljede pri čemu se koristi pribor koji se nalazi u praktikumu, u ormariću za prvu pomoć. Opekline su ozljede kože ili potkožnih tkiva izazvane toplinom, električnom strujom, kemijskim tvarima ili zračenjem. Pružanje je prve pomoći uslijed opekline različito, ovisno o površini kože zahvaćenoj opeklinom i dubini oštećenoga potkožnog tkiva. U slučaju površinske opekline izazvane vrućom tekućinom ili kemikalijom nužno je odmah skinuti odjeću natopljenu istima. Ukoliko je dio odjeće zalijepljen za kožu, ne skidati ju nasilno, nego obrezati škarama oko opekline. S ciljem smanjenja boli i oštećenja kože, opečenu površinu kože nužno je odmah hladiti većom količinom hladne vode. Ukoliko je opekline na ruci potrebno je skinuti nakit. Ako dođe do stvaranja mjehura i otvorenih rana potrebno je zatražiti liječničku pomoć. Kod opekline izazvanih koncentriranom kiselinom, potrebno je skinuti odjeću i obuću te ispirati vodom onoliko dugo koliko je predviđeno uputom za određenu kiselinu. Po završetku ispiranja, potrebno je obrisati vodu s kože upijanjem ručnikom, staničevinom ili gazom. Ne smiju se koristiti nikakva sredstva za neutralizaciju, niti kreme za mazanje ozlijeđenih mjesta. Ukoliko je opekline uzrokovana koncentriranom lužinom, kožu treba dobro isprati tekućom vodom najmanje 15 minuta.

U slučaju manjih posjekotina uzrokovanih staklenim ili metalnim priborom, od kojih je dio ostao u koži, predmet je potrebno ukloniti sterilnom pincetom te krvarenje zaustaviti laganim pritiskom. Ukoliko je strano tijelo zabodeno duboko u tkivo potrebno je potražiti liječničku pomoć. Obilna krvarenja potrebno je zaustaviti pritiskom iznad rane te odmah zatražiti liječničku pomoć.

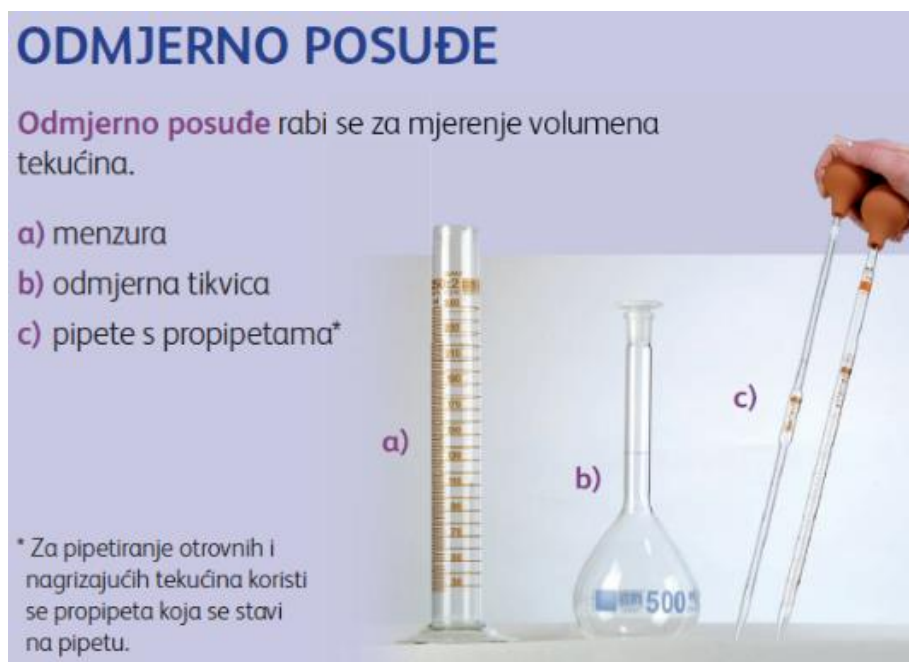
## 2. LABORATORIJSKO POSUĐE I PRIBOR

U laboratoriju se najčešće koristi posuđe i pribor izrađeno od stakla, porculana, metala (željeza, metalnih legura i drugih metala), drva i plastičnih masa.

### 2.1. Stakleno posuđe i pribor

Stakleno je posuđe izrađeno od običnoga, kemijskoga (laboratorijsko ili vatrostalno staklo) ili kvarcnoga stakla.

Obično staklo (natrijevo ili meko staklo), osim silicijevog dioksida, sadrži i natrijev i kalijev oksid. Nije otporno na temperaturne promjene pa se nikada ne smije zagrijavati. Od ovoga stakla izrađene su boce za tekuće reagense, boce za krutine, boce kapaljke, posudice za vaganje, Petrijeve zdjelice, satna stakla, lijevci (za prelijevanje kemikalija i filtraciju), lijevci za odjeljivanje i odmjerne posuđe (slika 2.1.).



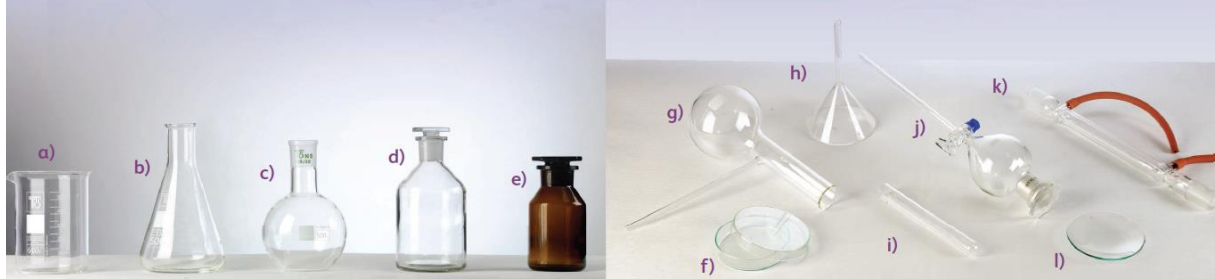
Slika 2.1. Odmjerno posuđe.

Kemijsko staklo (laboratorijsko ili vatrostalno staklo) osim silicijevog dioksida sadrži aluminijev i borov oksid. Ima veću tvrdoću i otpornije je na promjene temperature pa se posuđe i pribor izrađeni od kemijskoga stakla smiju zagrijavati. Od kemijskoga stakla izrađene su epruvete, laboratorijske čaše, Erlenmeyerove tikvice i ostale tikvice (okrugle, s ravnim dnom), tikvice za destilaciju, hladila, staklene cijevi i drugi pribor (slika 2.2.).

## STAKLENO POSUĐE

Stakleno posuđe služi za izvođenje pokusa i čuvanje kemikalija.

- |                                  |                       |                           |                            |
|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|
| a) laboratorijska čaša           | d) boca za otopine    | g) tikvica za destilaciju | j) lijevak za odjeljivanje |
| b) Erlenmeyerova tikvica         | e) boca za prah       | h) lijevak                | k) Liebigovo hladilo       |
| c) okrugla tikvica s ravnim dnom | f) Petrijeve zdjelice | i) epruveta               | l) satno staklo            |



Slika 2.2. Stakleno posuđe.

## 2.2. Porculansko posuđe i pribor

Porculan ima znatno veću čvrstoću i mali koeficijent rastezanja te podnosi visoke temperature. Zbog svojih karakteristika koristi se za izradu laboratorijskoga posuđa i pribora koje se izlaže visokim temperaturama izravno na plinskom plameniku poput porculanskih lončića, porculanskih zdjelica i lađica te za izradu Büchnerovih lijevaka (za filtraciju pri sniženom tlaku) i tarionika s tučkom za mrvljenje krutina (slika 2.3.).

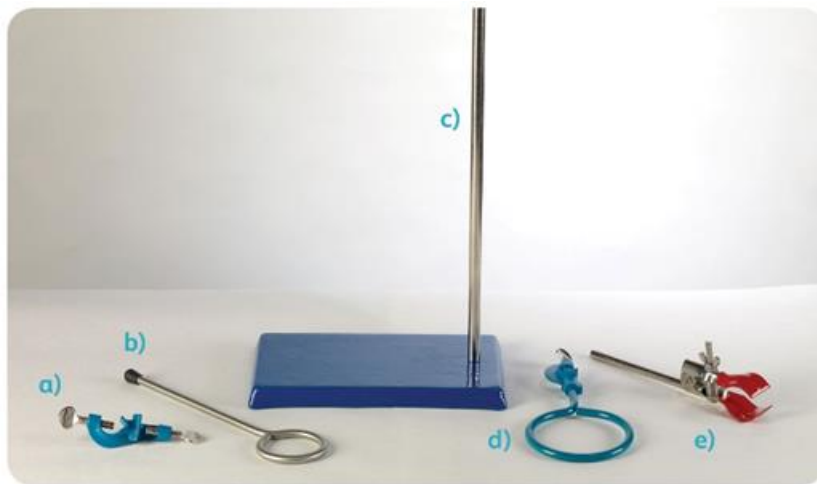


Slika 2.3. Porculansko posuđe.

### 2.3. Metalni pribor

Pribor može biti izrađen od različitih vrsta metala: željeza i njegove legure (čelik), platine i drugih. Dodavanjem kroma, nikla i drugih metala željezu, nastaju čelici koji poboljšavaju svojstva željeza (otpornost na koroziju, visoke temperature) dok se platina koristi za izradu elektroda potrebnih u elektrokemiji.

Metalni se pribor koristi za pričvršćivanje pojedinih dijelova i slaganje aparatura, primjerice: željezni stalak (stativ), hvataljka (klema), tronožac, spojnica ili mufa (slika 2.4.). Od metala se izrađuju i žličice i spatule, stezaljke za gumene cijevi, pincete, škare, laboratorijska kliješta. Za zagrijavanje se koristi metalni tronožac, keramička mrežica i ostali pribor (slika 2.5.).



Slika 2.4. Metalni pribor: a) mufa, b) metalni prsten, c) metalni stativ, d) metalni prsten s mufom, e) hvataljka.



Slika 2.5. Pribor za zagrijavanje.

## 2.4. Crtanje laboratorijskog posuđa i pribora

Tijekom izvođenja pokusa studenti moraju voditi bilješke, a za svaki izvedeni pokus kemijskom olovkom pišu laboratorijski dnevnik/referat. Referat treba sadržavati broj i naslov pokusa, cilj pokusa, shemu aparature, opažanja, eksperimentalne podatke i zaključak. Laboratorijski pribor, aparaturu i postupak studenti crtaju grafitnom olovkom, plošno (slika 2.6.).



Slika 2.6. Crtanje laboratorijskog posuđa i pribora.

### 3. LABORATORIJSKI POSTUPCI

Laboratorijski postupci obuhvaćaju različite metode i tehnike koje se sigurno primjenjuju za mjerenje, istraživanje i analizu.

„Mjerenje je postupak kojim se pri eksperimentalnom istraživanju neke veličine brojčani rezultat i njegova pogreška uspoređuju s utvrđenom jedinicom za tu veličinu“ [9]. U svrhu uspoređivanja rezultata mjerenja uspostavljen je Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI sustav), a temelji se na metričkome mjernom sustavu (tablica 3.1.).

Tablica 3.1. Osnovne i neke izvedene fizikalne veličine i pripadajuće SI-jedinice.

NAZIV FIZIKALNE VELIČINE	OZNAKA FIZIKALNE VELIČINE	NAZIV MJERNE JEDINICE	OZNAKA MJERNE JEDINICE	
OSNOVNE FIZIKALNE VELIČINE I PRIPADAJUĆE SI-JEDINICE				
duljina	l	metar	m	
masa	m	kilogram	kg	
vrijeme	t	sekunda	s	
jakost struje	I	amper	A	
termodinamička temperatura	T	kelvin	K	
količina tvari	n	mol	mol	
jakost svjetlosti	I	kandela	cd	
IZVEDENE FIZIKALNE VELIČINE I PRIPADAJUĆE SI-JEDINICE				
molarna masa	M	kilogram po molu	kg/mol	
volumen	V	kubični metar	m <sup>3</sup>	
gustoća	$\rho$ (čitajte: ro)	kilogram po kubičnom metru	kg/m <sup>3</sup>	
Celzijeva temperatura	t	celzij	C	
brzina	v	metar u sekundi	m/s	
sila	F	njutn	N	
težina	G	njutn	N	
tlak	p	paskal	Pa	
toplina	Q	džul	J	
električni otpor	R	ohm (om)	$\Omega$	
koncentracija	c	mol po kubičnom metru	mol/m <sup>3</sup>	
masena koncentracija	$\gamma$ (čitajte: gama)	kilogram po kubičnom metru	kg/m <sup>3</sup>	

Tablica 3.1. nastavak Osnovne i neke izvedene fizikalne veličine i pripadajuće SI-jedinice.

maseni udio	w		1	
volumni udio	$\psi$ (čitajte:fi)		1	
akceleracija	a	metar u sekundi na kvadrat	$m/s^2$	
specifični toplinski kapacitet	C	džul po kilogramu i kelvinu	$Jkg^{-1}K^{-1}$	
napon	U	volt	V	
površinska napetost	$\sigma$ (čitajte: sigma)	njutn po metru	N/m	

Za mjerenje fizikalnih veličina (vrijeme, duljina, masa, volumen, temperatura, sila, jakost i napon struje, toplina) koriste se mjerni instrumenti: zaporni sat, sat, metar i pomična mjerka, vaga, menzura, termometar, dinamometar, ampermetar i voltmetar, kalorimetar.

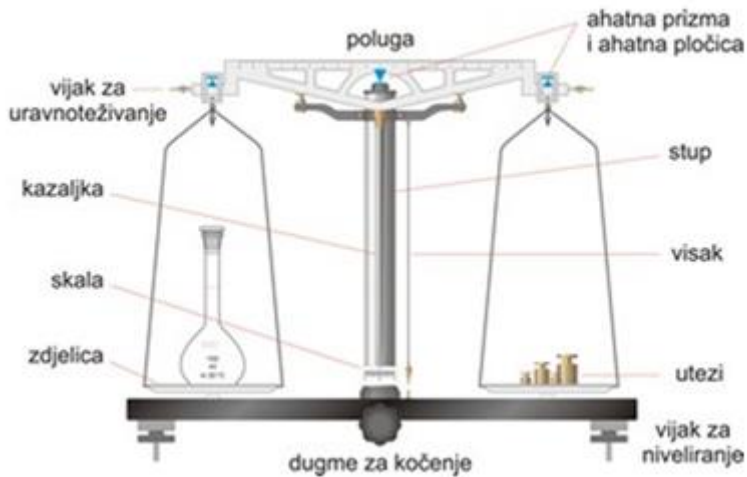
Osim pravilno provedenih mjerenja, poznavanje posuđa i pribora, kemikalija, pridržavanje propisanih postupaka, mjera opreza i zaštite tijekom izvođenja pokusa temelj su uspješnoga i sigurnoga rada u laboratoriju.

### 3.1. Mjerenje mase – vaganje

Masa (m) je jedna od osnovnih fizikalnih veličina. Mjerna je jedinica za masu kilogram (kg). Svojstvo je svakoga tijela, tj. mjera tromosti (inertnosti) tijela, što znači da masa obilježava količinu tvari u tijelu i određuje koliko je tijelo tromo za ubrzavanje ili usporavanje. Uslijed povećanja mase tijela, tijelo je tromije te ga je teže pokrenuti. Mjerni instrument koji nam pruža mogućnost određivanja mase tijela je vaga.

Vage mogu biti tehničke i analitičke, a razlikuju se po materijalima i preciznosti izrade. Za vaganje s točnošću do  $\pm 0,01$  g upotrebljavaju se tehničke vage (slika 3.1.), a za vaganje s točnošću do  $\pm 0,0001$  g, analitičke vage (slika 3.2.). Klasična tehnička vaga ima jednake krakove i dvije zdjelice. Na jednom je kraku obješena zdjelica na koju se stavlja predmet nepoznate mase, a na drugom je kraku zdjelica s odgovarajućom masom utega (slika 3.1.).





Slika 3.1. Tehnička vaga.



Slika 3.2. Analitička vaga.

Prije i tijekom vaganja obvezno je pridržavati se pravila:

1. Prije vaganja potrebno je provjeriti je li vaga postavljena u vodoravni položaj i po potrebi provesti njezino niveliranje okretanjem nožica tehničke vage.
2. Potrebno je očitati masu koju pokazuje vaga neopterećena ikakvim predmetom tj. provjeriti nultu točku vage. Ako je masa različita od nule, vagu treba postaviti u nulti položaj – tarirati, pritiskanjem dugmeta (T = Tara).
3. Na vagu je zabranjeno stavljati vruće, mokre ili nečiste predmete jer takvi predmeti mogu uzrokovati koroziju plitica vage.
4. Niti jednu tvar koja se važe ne smije se staviti direktno na plitice vage, već u prethodno odvagane posudice za vaganje, satno staklo ili lađicu, koji se potom postavljaju na pliticu vage. Na slici 3.3. prikazan je način pripreme papirnate lađice u kojoj se važe uzorak.



Slika 3.3. Priprema lađice.

Ukoliko se kemikalija prosipa po plitici vage, odmah treba očistiti pliticu i vagu.

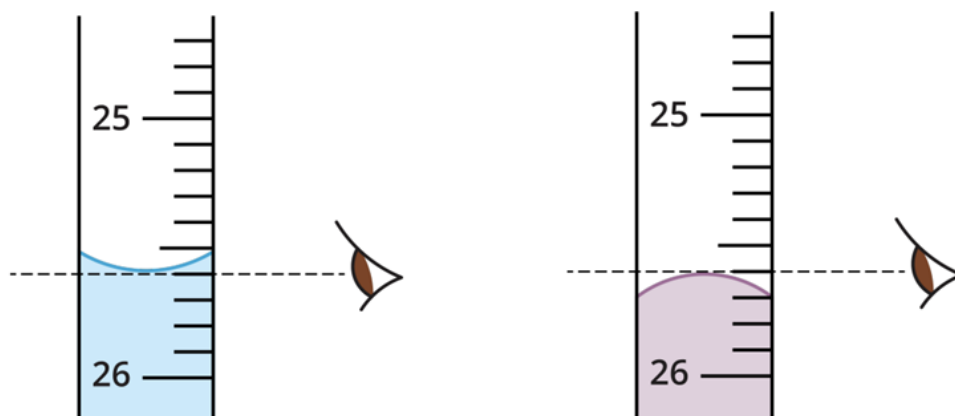
5. Vagu se nikada ne smije opterećivati preko njezinoga maksimalnog opterećenja.
6. Pri vaganju treba koristiti bočna vratašca na ormariću vage. Prednje se staklo ne smije dizati jer ono štiti vagu od zraka uzrokovanoga disanjem, od vlage, od ugljikovog (IV) oksida.
7. Očitavanje otklona vage treba provoditi samo uz zatvorena vratašca.
8. Nakon vaganja vagu treba zakočiti i očistiti.

### 3.2. Mjerenje volumena

„Volumen (V) je fizikalna veličina koja opisuje koliki je dio prostora zauzela neka tvar, tijelo ili ga sadržava neka posuda“ [12]. Mjerna je jedinica za volumen kubni metar ( $m^3$ ). Volumen se može izraziti i u litrama (L), pri čemu vrijedi odnos:

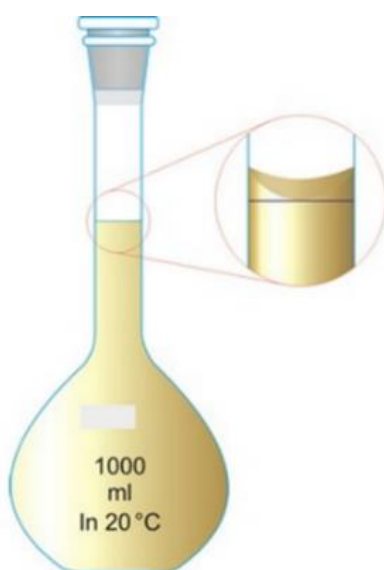
$$1 m^3 = 1000 L, \text{ odnosno } 1 dm^3 = 1 L \text{ i } 1 cm^3 = 1 mL.$$

Za mjerenje volumena tekućine koristi se odmjerno posuđe: menzura, pipeta, odmjerna tikvica i drugo. Menzure se koriste za mjerenje volumena čija točnost ne mora biti velika. Ukoliko tekućina kvasi stijenke menzure površina tekućine nije ravna nego udubljena te se očitava najniži dio luka – donji meniskus. Kada tekućina ne kvasi stijenku posude površina je tekućine ispupčena pa se očitava najviši dio luka – gornji meniskus. Pri očitavanju volumena tekućine (sl. 3.4.) u odmjernom posuđu položaj očiju mora biti u visini površine tekućine, a pogled usmjeren okomito na odmjerno posuđe.



Slika 3.4. Pravilno očitavanje volumena u menzuri.

Za pripremanje otopina poznatoga volumena, odnosno za precizno mjerenje volumena, koriste se odmjerne tikvice (slika 3.5.), posude kruškolikoga oblika, ravnoga dna s dugim uskim vratom na kojemu se nalazi prstenasta oznaka volumena. Vrat tikvice završava ubrušenim grlom u koji ulazi brušeni stakleni čep.



Slika 3.5. Odmjerna tikvica.

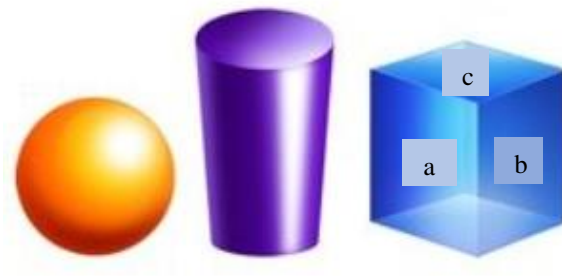
Volumen nepravilnih tijela određuje se menzutom. Prvo se izmjeri volumen vode u menzuri ( $V_1$ ), potom se u menzuru uroni nepravilno tijelo te se izmjeri ukupni volumen ( $V_2$ ). Razlika vrijednosti ( $V_2 - V_1$ ) je volumen nepravilnoga tijela.

Volumen geometrijskih tijela kugle, valjka i kvadra (slika 3.6.) određuje se izravnim mjerenjem duljina tijela i izračunava prema formulama za pojedino tijelo:

$$V_{\text{kvadra}} = a b c$$

$$V_{\text{kugle}} = \frac{4}{3} r^3 \pi$$

$$V_{\text{valjka}} = r^2 \pi h.$$



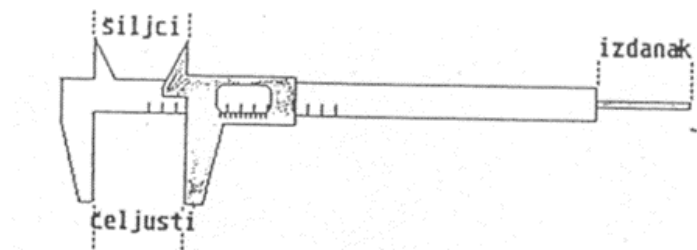
Slika 3.6. Kugla, valjak i kvadar.

### 3.3. Mjerenje duljina

„Duljina je veličina koja opisuje jedno svojstvo tijela. To je udaljenost između krajnjih točaka tog tijela“ [39]. Mjerna je jedinica za duljinu metar (m). Jedna je od temeljnih jedinica SI-sustava.

#### 3.3.1. Mjerenje duljina pomičnom mjerkom

Za precizno mjerenje dimenzija predmeta koristi se pomična mjerka. Sastoji se od pomičnoga i nepomičnoga dijela. Na nepomičnom dijelu nalaze se mjerni krakovi (čeljusti) za mjerenje vanjskih dimenzija, mjerni krakovi za mjerenje unutarnjih dimenzija (šiljci) i izdanak za mjerenje dubina predmeta (slika 3.7.).



Slika 3.7. Pomična mjerka.

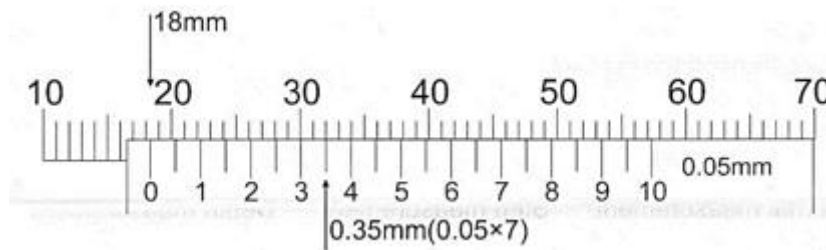
Na nepomičnom je dijelu milimetarska podjela, a na pomičnom nonijus podjela. S obzirom na najmanju mjeru koja se može izmjeriti razlikuju se pomične mjerke preciznosti od jedne desetinke (0,1 mm – 1/10) do preciznosti jedne stotinke (0,01 mm – 1/100).

Pri mjerenju pomičnom mjerkom kracima treba zahvatiti što veću površinu (slika 3.8.), pomični dio mjerke zakočiti vijkom pa ju skinuti s predmeta koji mjerimo. Potom pomičnu mjerku treba okrenuti prema sebi, pogled usmjeriti okomito na mjernu letvu mjerke te očitati mjeru.



Slika 3.8. Pravilno zahvaćanje predmeta pomičnom mjerkom.

Pri očitavanju mjere pomičnom mjerkom preciznosti 0,05 mm prvo treba pročitati koliko je punih milimetara do nule na nonijus podjeli, a zatim pronaći crticu na nonijusu koja se poklapa s nekom crticom na milimetarskoj podjeli. Primjerice, ako je do nule na nonijusu 18 mm, a osma se crtica nonijusa poklapa s crticom na milimetarskoj podjeli, onda je to mjera od 18,35 mm (slika 3.9.).



Slika 3.9. Očitavanje mjere s pomične mjerke preciznosti 0,05 mm.

## **Pokus 1. Mjerenje duljina i izračunavanje volumena pravilnih tijela**

### Pribor:

Pomična mjerka, kugla, prsten, drvena pločica.

### Postupak:

Izmjerite duljine zadanih tijela (kugle, prstena i drvene pločice – kvadra) pa izračunajte volumen svakog tijela i izrazite ga u  $m^3$ .

### Ciljevi pokusa:

### Shema:

### Ekperimentalni podatci:

## **Pokus 2. Mjerenje volumena nepravilnih tijela menzutom**

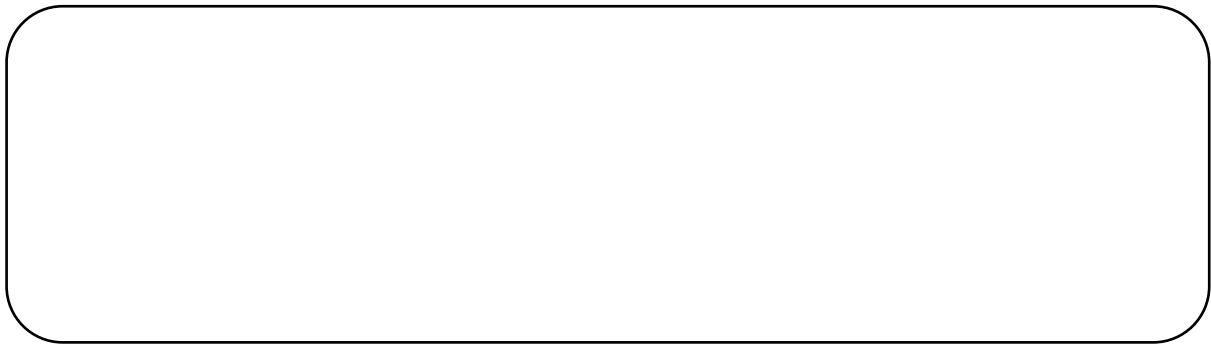
### Pribor i kemikalije:

Vaga, menzura od 500 mL, laboratorijska čaša od 500 mL, tijelo od plastelina, vodovodna voda.

### Postupak:

1. Menzuru napunite vodom do volumena prema vlastitom izboru (maksimalno do 400 mL) pa pažljivo očitajte vrijednost volumena vode u menzuri ( $V_1$ ).
2. Tijelo od plastelina najprije izvažite te ga uronite u menzuru tako da sasvim potone.
3. Očitajte vrijednost volumena vode poslije uranjanja tijela ( $V_2$ ).
4. Iz vrijednosti  $V_1$  i  $V_2$  odredite volumen tijela od plastelina ( $V$ ).

### Ciljevi pokusa:

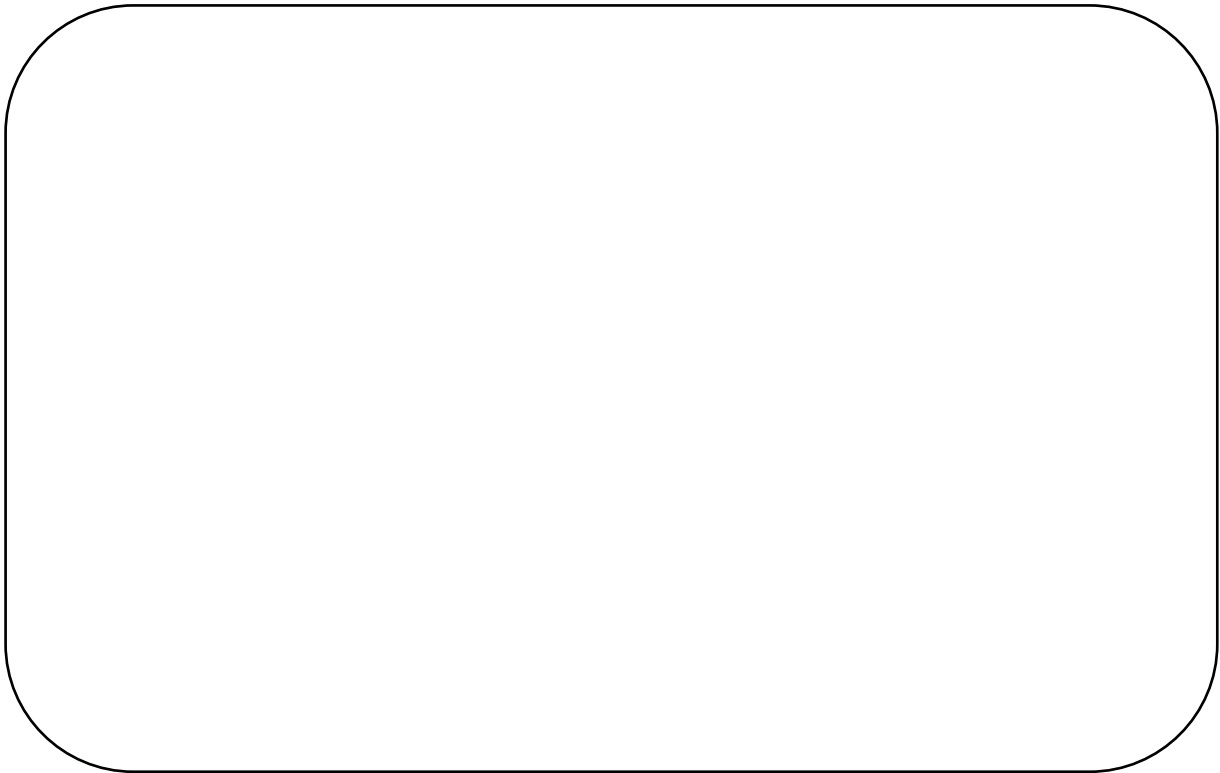


### Shema aparature:



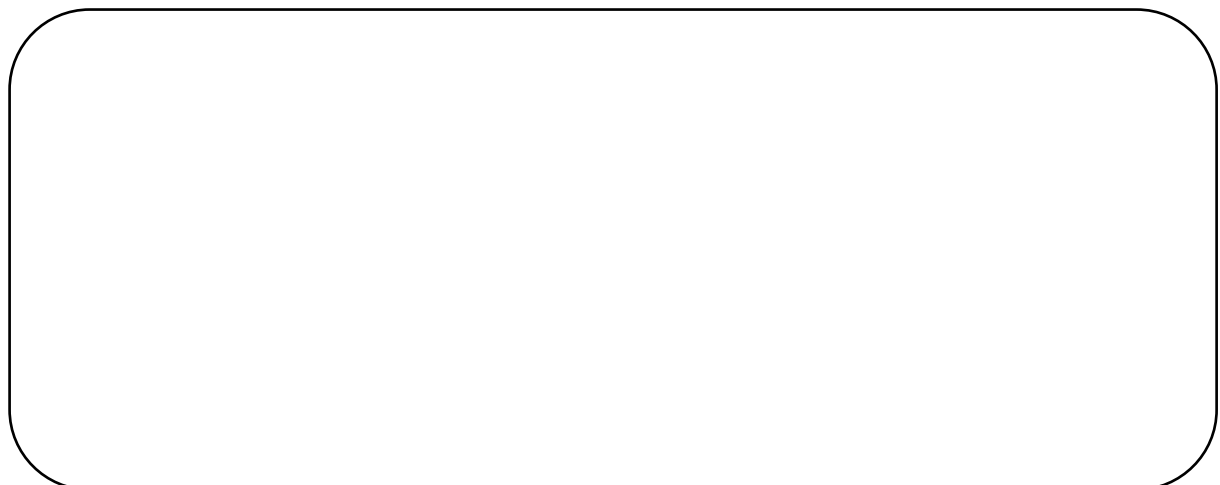


Ekperimentalni podatci/opažanje:



m (kg)	
V <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> )	
V <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> )	
V (m <sup>3</sup> )	

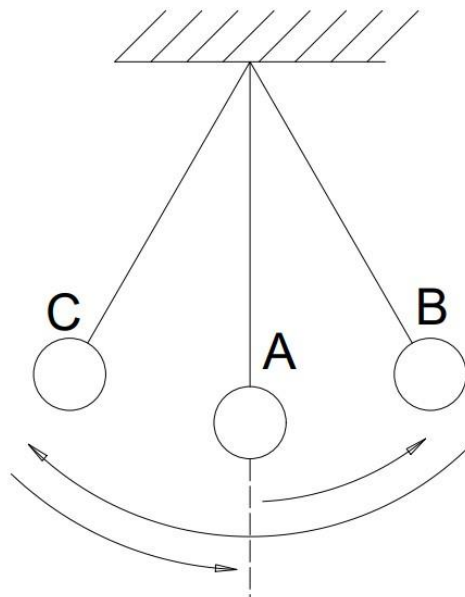
Zaključak:



### 3.3.2. Matematičko njihalo

Mjerenjem duljine niti ( $l$ ) matematičkog njihala te perioda titranja možemo odrediti ubrzanje sile teže. Matematičko se njihalo sastoji od tijela mase ( $m$ ) obješenoga na čvrstu nerastezljivu nit zanemarive mase i duljine ( $l$ ). Uslijed pomicanja njihala iz ravnotežnoga položaja sila Zemljine teže (gravitacijska sila) stvorit će moment sile koji nastoji tijelo mase  $m$  vratiti u ravnotežni položaj.

Gibanje njihala (slika 3.10.) iz ravnotežnoga stanja A do položaja B, natrag kroz A do položaja C i konačni povratak u ravnotežni položaj A je jedan titraj. Vrijeme jednoga titraja naziva se period njihala ( $T$ ). Veličina otklona tijela mase  $m$  od ravnotežnoga položaja naziva se elongacija, a njegova je maksimalna udaljenost od ravnotežnoga položaja amplituda.



Slika 3.10. Gibanje njihala.

Period titranja matematičkog njihala ne ovisi o masi tijela niti o amplitudi njihala, a ovisi o duljini niti ( $l$ ) i ubrzanju sile teže ( $g$ ) i iskazuje se formulom:

$$T = 2\pi \sqrt{l/g}.$$

Iz formule za period titranja matematičkog njihala slijedi da se ubrzanje sile teže može odrediti prema izrazu:

$$g = 4\pi^2 l / T^2.$$

### **Pokus 3. Određivanje ubrzanja Zemljine sile teže matematičkim njihalom**


#### Pribor:

Kuglica na niti obješena na visokom stalku (njihalo), zaporni sat, metar, kalkulator.

#### Postupak:

1. Izmjerite duljinu njihala  $l$  (m) mjereći od sredine kuglice do sredine nosača kuglice.
2. Na izmjerenoj duljini njihala izmjerite vrijeme  $t$  (s) potrebno za deset titraja ( $n$ ). Postupak ponovite tri puta, na istoj duljini njihala.
3. Iz podataka za vrijeme potrebno za deset titraja izračunajte vrijeme jednog titraja  $T$  (s).
4. Izračunajte ubrzanje sile teže ( $g/ms^{-2}$ ) za sva tri mjerenja i srednju vrijednost ubrzanja sile teže.

#### Ciljevi pokusa:



#### Shema:



Eksperimentalni podatci/opažanje:



FIZIKALNA VELIČINA (mjerna jedinica)	1. MJERENJE	2. MJERENJE	3. MJERENJE
l (m)			
n			
t (s)			
T (s)			
g (ms <sup>-2</sup> )			

Zaključak:

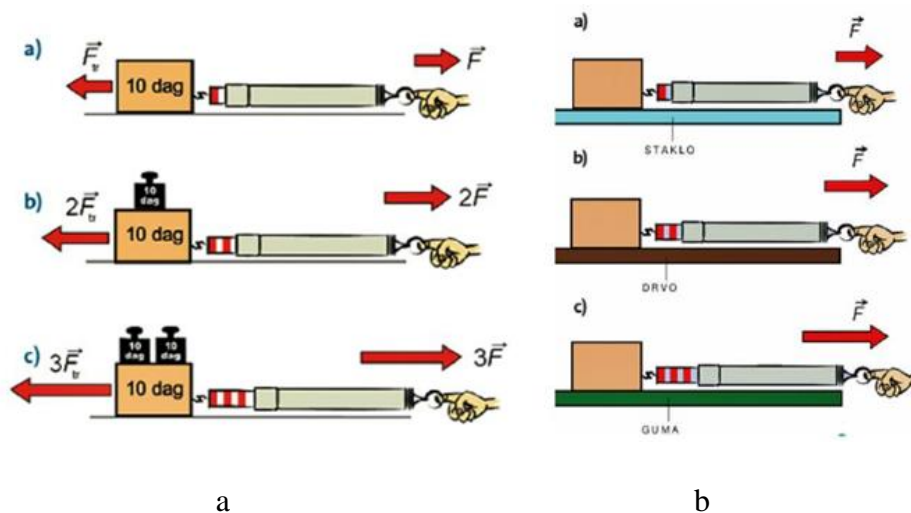


### 3.4. Mjerenje sile

„Sila trenja ( $F_{tr}$ ) je sila između tijela i okoline koja pruža otpor gibanju“ [2], a iskazuje se mjernom jedinicom njutn (N). Javlja se kada tijelo miruje, a želimo ga pokrenuti pa govorimo o sili trenja u mirovanju tj. o statičkom trenju. Ukoliko se sila trenja javlja kada se tijelo giba pri čemu je u dodiru s drugim tijelom, govorimo o sili trenja pri gibanju, odnosno o dinamičkom trenju. Najčešće sila trenja djeluje u suprotnom smjeru od smjera gibanja.

Sila trenja neovisna je o veličini dodirne površine predmeta i podloge, a proporcionalno se mijenja sa silom kojom tijelo pritišće podlogu - pritiskom silom (slika 3.11.) i s karakteristikama dodirnih ploha. Pritisna sila je na vodoravnoj površini jednaka težini tijela ( $G$ ).

Težina ( $G$ ) je sila kojom na neko tijelo djeluje gravitacijsko polje, jednaka je umnošku mase ( $m$ ) tijela i lokalnoga ubrzanja slobodnoga pada ( $g$ ) što ga to polje daje tijelu  $G = m g$ .



Slika 3.11. Ovisnost sile trenja o težini tijela (a) i ovisnost sile trenja o hrapavosti dodirnih površina (b).

Karakteristike dodirnih ploha iskazujemo koeficijentom trenja ( $\mu$ ), bezdimenzijskom veličinom. Koeficijent trenja je konstanta za određenu kombinaciju materijala tijela i podloge, čije su vrijednosti između 0 i 1. Silu trenja možemo izraziti formulom:

$$F_{tr} = \mu G.$$

Za mjerenje sile trenja koristi se instrument – dinamometar.



Slika 3.12. Očitavanje sile dinamometrom.

Sastoji se od elastične opruge koja je jednim krajem pričvršćena za kućište, a drugim krajem za pomični valjak u kućištu. Duž valjka mjerna je ljestvica koja pokazuje silu u njutnima. Kada ne djeluje sila valjak je unutar kućišta, a djelovanjem sile opruga se isteže i valjak se izvlači iz kućišta. Dinamometrom očitavamo silu tako da predmet vučemo po podlozi ili ga na njega objesimo (slika 3.12.). Pri tome se opruga u dinamometru isteže proporcionalno sili kojom djelujemo. Usmjeravanjem pogleda okomito na ljestvicu i očitavanjem do koje se oznake na mjernoj ljestvici opruga istegnula određujemo kolika je sila.

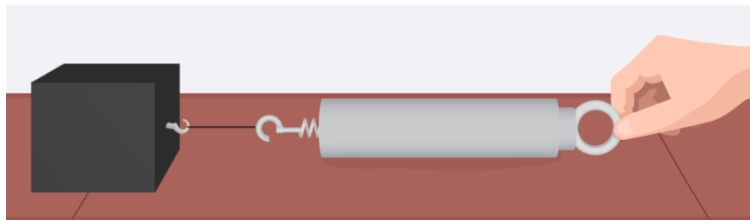
## Pokus 4. Određivanje koeficijenta trenja

### Pribor:

Drvene pločice (kvadri), dinamometar, staklena ploča, kuhinjska krpa.

### Postupak:

1. Izmjerite dinamometrom težinu jedne drvene pločice (kvadra).
2. Postavite drvenu pločicu (kvadar) na staklenu ploču, pričvrstite kraj dinamometra za kukicu i polako vucite kvadar stalnom brzinom (pogledajte sliku 3.13.).



Slika 3.13. Povlačenje pločice (kvadra) dinamometrom.

3. Tijekom povlačenja očitajte silu trenja koju pokazuje dinamometar.
4. Ponovite postupak dvjema drvenim pločicama na staklenoj površini, a potom i na tkanini.
5. Za sva četiri mjerenja izračunajte koeficijent trenja formulom:  $F_{tr} = \mu G$ .

### Ciljevi pokusa:

Shema:

Eksperimentalni podatci/opažanje:

VRSTA DODIRNE POVRŠINE	BROJ DRVENIH PLOČICA (KVADRA)	PRITISAK NA PODLOGU – G (N)	TRENJE $F_{tr}$ (N)	KOEFICIJENT TRENJA $\mu$
staklena				
staklena				
tkanina (kuhinjska krpa)				
tkanina (kuhinjska krpa)				

Zaključak:

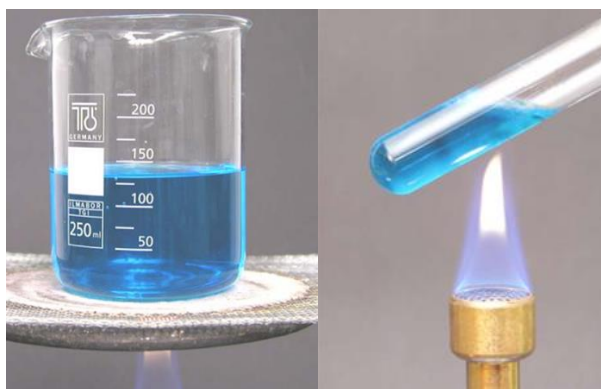


### 3.5. Zagrijavanje staklenog posuđa

Pri zagrijavanju tvari smije se koristiti samo pribor koji je predviđen za zagrijavanje. Zagrijavanje staklenog posuđa može se provoditi izravno plamenikom ili na električnoj grijaćoj ploči (kuhalu) (slika 3.14.). Prije zagrijavanja posuđe i pribor je potrebno izvana obrisati.

Prilikom zagrijavanja tekućine u epruveti treba paziti da zagrijavanje bude jednoliko na način da se epruveta pomiče kroz plamen i zagrijava pri vrhu stupca tekućine uz istovremeno potresanje kako bi se tekućina u epruveti miješala (slika 3.14.b). Nikada se ne smije zagrijavati samo dno epruvete jer se takvim postupkom dio tekućine zagrije do vrenja, a pare koje nastaju vrenjem tekućine na dnu epruvete potiskuju ostatak tekućine te ona izleti iz epruvete. Otvor epruvete tijekom zagrijavanja ne smije biti okrenut prema osobama, nego prema zidu. Pri zagrijavanju ostaloga posuđa plamenikom plamen treba pomicati jednoliko po površini posuđa kako bi zagrijavanje bilo jednoliko. U suprotnom, postoji opasnost nejednolikog zagrijavanja i pucanja posuđa. Prilikom zagrijavanja laboratorijskih čaša nužno je hvatati ih preko kuhinjske krpe i odložiti na ploču ili mrežicu, a ne na površinu radnoga stola kako ga ne biste oštetili.

Zagrijavanje se može provoditi i neizravno – preko vodene kupelji do temperature od 100 °C koja se kontrolira termometrom uronjenim u kupelj, na električnoj grijaćoj ploči ili plinskim plamenikom. Odmah po prestanku zagrijavanja ugasi izvor topline: plinski plamenik ili električni izvor.



Slika 3.14. Postupci pri zagrijavanju u laboratorijskoj čaši (a) i u epruveti (b).

## **Pokus 5. Zagrijavanje tekućine u epruveti**

### Pribor i kemikalije:

Stalak za epruvete, epruveta, laboratorijska čaša, plamenik, šibice, drvena hvataljka, vodovodna voda.

### Postupak:

Iz čaše u epruvetu ulijte malo vode. Epruveta izvana mora biti suha. Epruvetu pridržavajte drvenom hvataljkom. Zagrijavajte vodu u epruveti uz primjenu mjera opreza za siguran rad.

### Ciljevi pokusa:

### Schema aparature:

### Opažanje:

## 4. VRSTE TVARI I SVOJSTVA TVARI

### 4.1. Vrste tvari

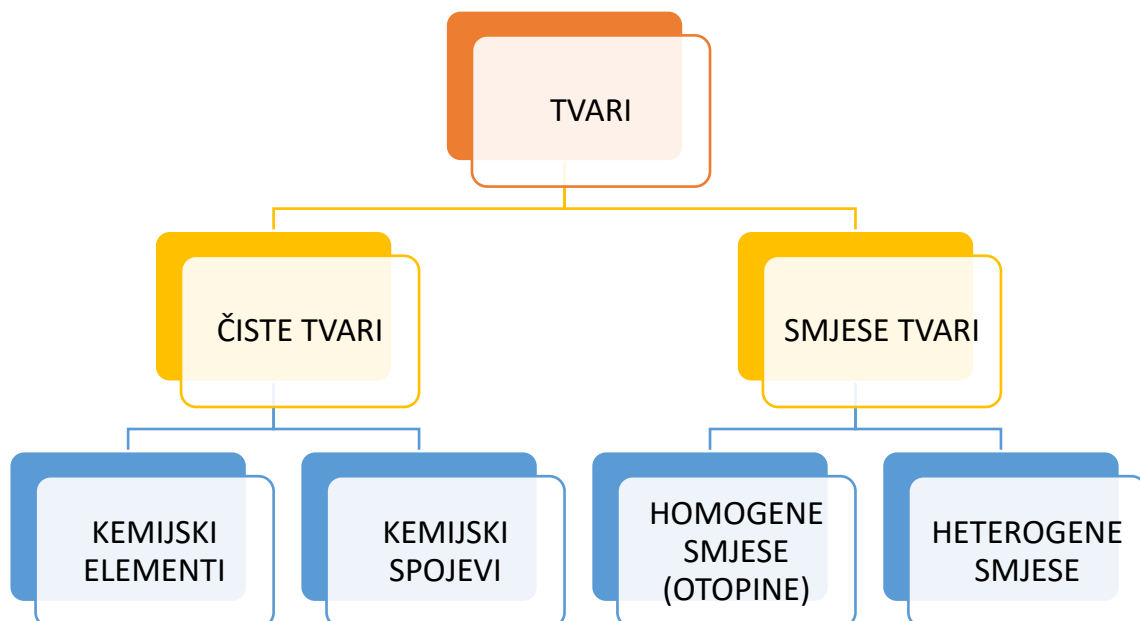
„Bilo koji stupanj organizacije (sređenosti) materije naziva se tvar ili supstancija“ [1]. Sve tvari u prirodi mogu se podijeliti u dvije skupine: homogene tvari – jednake u svakom svom dijelu i heterogene tvari (slika 4.1.).

1. Homogene tvari se dijele u dvije skupine:

a) čiste tvari – tvari određenoga i stalnoga kemijskog sastava te karakterističnih konstantnih fizikalnih i kemijskih svojstava. Postoje dvije vrste čistih tvari: elementarne čiste tvari (kemijski elementi) i složene čiste tvari (kemijski spojevi).

b) homogene smjese ili otopine – sastavljene su od smjese čistih tvari u kojima sastojke ne možemo razlikovati golim okom, povećalom ili mikroskopom i koje su u svim svojim dijelovima jednake. To su otopine poput morske vode (vodena otopina natrijevog klorida i drugih kemijskih tvari), smjesa alkohola i vode, otopina šećera, ali i smjese plinovitih tvari, npr. zrak (smjesa dušika, kisika, ugljikovog (IV) oksida i drugih tvari).

2. Heterogene tvari su heterogene smjese raznih homogenih tvari. Sastav je smjese promjenjiv, svaka tvar u smjesi zadržava svoja svojstva pa svojstva smjese ovise o svojstvima tvari koje ju čine kao i o njihovim količinama u smjesi. Heterogene su smjese one smjese u kojima se sastojci mogu razlikovati golim okom, povećalom ili mikroskopom (npr. granit, mlijeko, dim, smjesa ulja i vode).

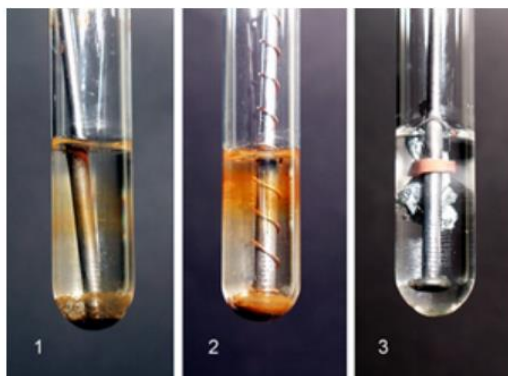


Slika 4.1. Podjela tvari.

## 4.2. Svojstva čistih tvari

Razlikujemo fizikalna i kemijska svojstva tvari.

Kemijska svojstva čistih tvari, primjerice: hrđanje (slika 4.2.), zapaljivost, reagiranje sa vodom, očituju se pri kemijskim reakcijama kada prelaze u druge tvari, odnosno prilikom kemijskih promjena tvari.



Slika 4.2. Korozija željeza u vodovodnoj vodi (1), u vodovodnoj vodi i doticaju s bakrom (2), u vodovodnoj vodi u doticaju s cinkom (3).

Fizikalna svojstva tvari su: boja, okus, miris, tvrdoća, gustoća, topljivost, toplinska vodljivost, električna vodljivost, specifični toplinski kapacitet, talište, vrelište tvari te magnetska svojstva. Elemente VIII skupine periodnoga sustava elemenata (željezo, kobalt i nikal) obilježava pojava feromagnetizma, odnosno, zadržavanje magnetskih svojstava nakon prestanka djelovanja magnetskoga polja, ili pokazuju magnetska svojstva čak i kada na njih ne djeluje vanjsko magnetsko polje. U tablici 4.1. usporedno su prikazana neka od fizikalnih svojstava metala i nemetala. Kod fizikalnih promjena tvari ne nastaje nova tvar, nego se samo mijenja jedno ili više fizikalnih svojstava tvari.

Tablica 4.1. Fizikalna svojstva metalnih i nemetalnih tvari.

SVOJSTVO	METALI	NEMETALI
agregacijsko stanje	Svi su krutine, osim žive – tekućina.	11 plinova, brom je tekućina, a krutine su: ugljik, fosfor, sumpor, jod.
gustoća	Velika, uglavnom nekoliko puta veća od gustoće vode.	Uglavnom mala (plinovi). Izuzetak je jod čija je gustoća veća od gustoće aluminijske i drugih lakih metala.
toplinska vodljivost	Dobri vodiči topline (osobito bakar).	Slabi vodiči topline, izolatori.
električna vodljivost	Dobri vodiči električne struje, najbolji je vodič bakar.	Izolatori – ne provode električnu struju, osim ugljika koji je provodi u obliku grafita (slika 4.3.).
talište	Najčešće visoko.	Nisko. Izuzetak je ugljik koji ima visoko talište.

#### 4.2.1. Toplina i specifični toplinski kapacitet

Toplina ( $Q$ ) je oblik energije koji prelazi iz jednoga sustava u drugi ili iz sustava u okolinu zbog njihove razlike u temperaturama. Tijekom dodira dvaju tijela različitih temperatura toplina uvijek prelazi s tijela više temperature na tijelo niže temperature, odnosno, hladnije se tijelo zagrijava, a toplije se tijelo hladi. Toplina koju tijela razmijene proporcionalno se mijenja s masom tijela i temperaturnom razlikom:  $Q \sim m (T_2 - T_1)$ . Razliku temperature ( $T_2 - T_1$ ) kraće označavamo  $\Delta T$ . Toplinski je kapacitet ( $C$ ) svojstvo pojedine vrste tvari ovisno o količini apsorbirane topline  $Q$  i prirasta temperature te ga izražavamo formulom:

$$C = Q/\Delta T .$$

Mjerna je jedinica za toplinski kapacitet  $\text{JK}^{-1}$ .

Specifični toplinski kapacitet ( $c$ ) ovisi o vrsti tvari od kojih se tijelo sastoji pa je različit za pojedine tvari (tablica 4.2.).

Tablica 4.2. Specifični toplinski kapacitet nekih čvrstih tvari i tekućina pri 25 °C.

VRSTA TVARI	$c$ ( $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ )
voda	4186
etanol	2440
led	2050
aluminij	900
željezo	450
bakar	385
živa	140

Specifični je toplinski kapacitet toplina koju treba dovesti jednom kilogramu neke tvari da se temperatura te tvari povisi za 1K, a iskazuje se formulom:

$$c = Q/(m \Delta T)$$

Mjerna je jedinica za specifični toplinski kapacitet  $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ . Iz formule za specifični toplinski kapacitet slijedi:  $Q = m c \Delta T$ .

Richmannovo pravilo glasi: „Toplina koju hladnije tijelo prima od toplijeg će biti jednaka toplini koju toplije tijelo predaje hladnijem“,  $m_1 c_1 (T_1 - T) = m c_v (T - T_2)$ , iz čega proizlazi da je:

$$c_1 = m c_v (T - T_2) / m_1 (T_1 - T) \text{ [ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}\text{] gdje je:}$$

$m_1$  = masa čvrstog tijela/kg

$m$  = masa vode/kg

$T_1$  = temperatura tijela/K

$T_2$  = temperatura vode/K

$T$  = ravnotežna temperatura/K

$c_v$  = specifični toplinski kapacitet vode =  $4186 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

$c_1$  = specifični toplinski kapacitet čvrstog tijela/  $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

## **Pokus 6. Određivanje specifičnog toplinskog kapaciteta čvrstog tijela**

### Pribor:

Vaga, električno kuhalo, posuda s vodom, kalorimetar, termometar, menzura od 500 mL, laboratorijska čaša od 500 mL, metalni valjak.

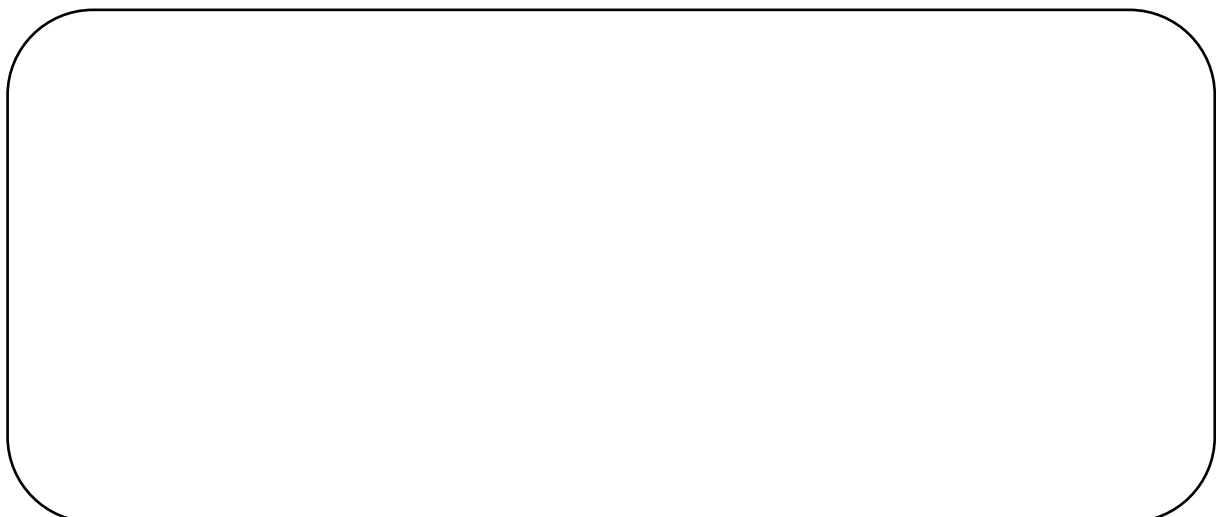
### Postupak:

1. Odredite masu ( $m_1$ ) metalnog valjka pa ga stavite u kipuću vodu na kuhalu. Tijelo postiže temperaturu  $T_1 = 373,15$  K.
2. U kalorimetar ulijte vodu mase  $m = 1$  kg. Nakon nekog vremena, miješajući vodu, izmjerite temperaturu vode ( $T_2$ ).
3. Stavite metalni valjak u kalorimetar. Miješajte vodu i kada se temperatura ustali, očitajte temperaturu vode ( $T$ ).
4. Izračunajte specifični toplinski kapacitet metalnog valjka.

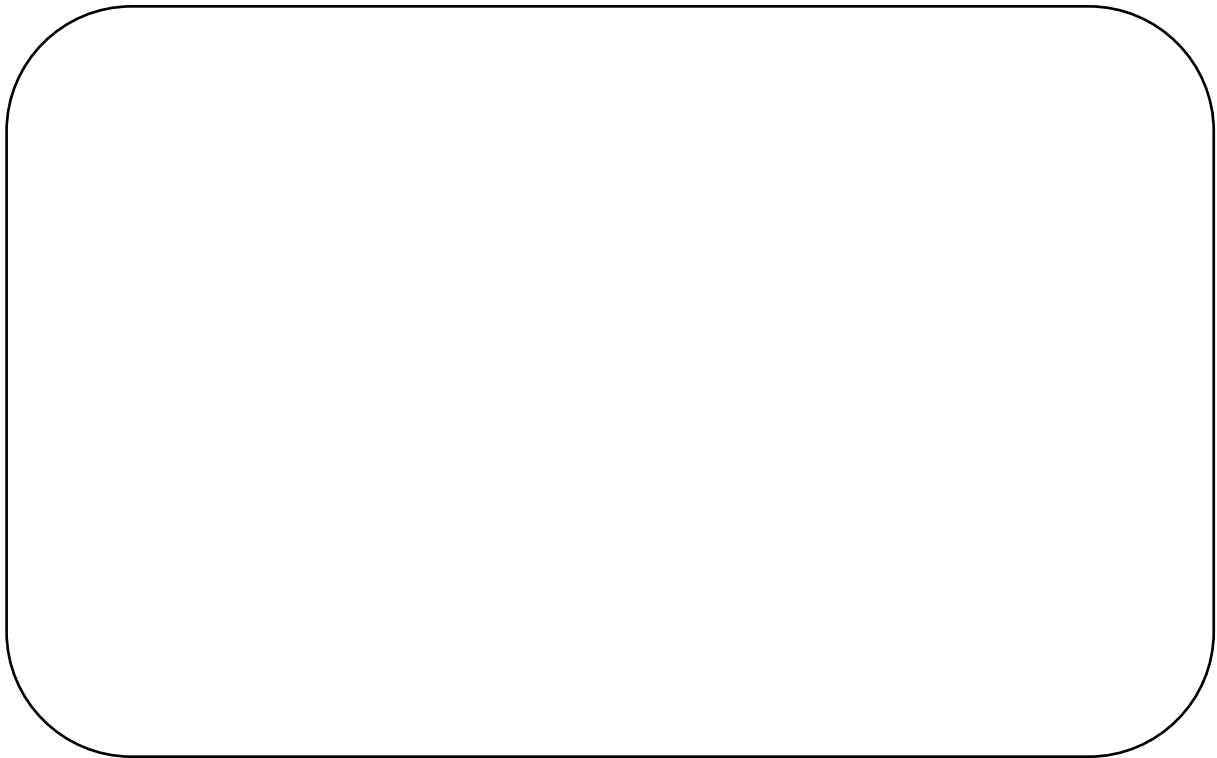
### Ciljevi pokusa:



### Schema aparature:



Eksperimentalni podatci/opažanje:



$m_1/\text{kg}$	
$m/\text{kg}$	
$T_1/\text{K}$	
$T_2/\text{K}$	
$T/\text{K}$	
$c_1/\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$	

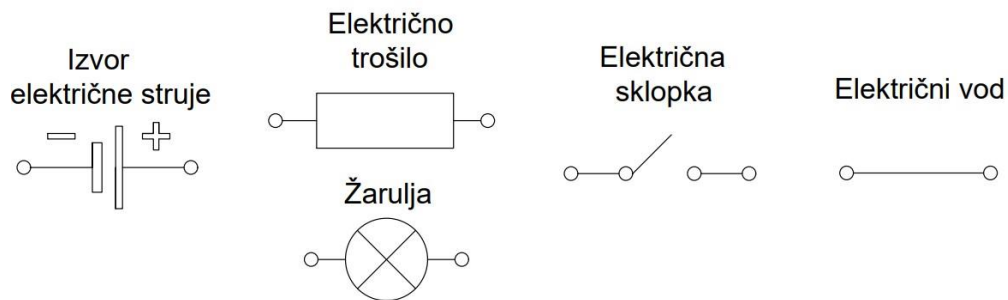
Zaključak:





#### 4.2.2. Električna vodljivost tvari i električna struja

Električna je struja usmjerenom gibanje nabijenih čestica, elektrona ili iona. U elektrolitima (talinama i vodenim otopinama) pozitivni i negativni ioni provode električnu struju, odnosno, prenose električni naboj, dok u metalima električni naboj prenose elektroni. Električni se strujni krug sastoji od električnog izvora, električnog trošila i električnih vodiča koji povezuju izvor i trošilo, a prikazuje se crtežom – shemom (slika 4.3.).



Slika 4.3. Shematski prikaz osnovnih elemenata jednostavnog električnog strujnog kruga.

Svaki električni izvor ima električni napon ( $U$ ). Mjerna je jedinica za napon volt ( $V$ ), a jakost napona mjeri se uređajem – voltmetrom. Napon gradske električne mreže iznosi  $220\text{ V}$ , a napon u bateriji može biti različite jakosti: od  $1,5\text{ V}$  do  $9\text{ V}$ . Razlikujemo istosmjernu struju (oznaka  $\Rightarrow$ ) trajno istog smjera, primjerice strujni krug s baterijom i izmjeničnu struju (oznaka  $\approx$ ) koja neprekidno mijenja svoj smjer, poput struje gradske mreže.

Za mjerenje jakosti električne struje ( $I$ ) koristi se uređaj – ampermetar. Kako bismo izmjerili jakost električne struje, ampermetar i trošilo uključujemo u strujni krug serijski, jedan za drugim. Izmjerena vrijednost jakosti struje izražava se jedinicom amper ( $A$ ). Nakon mjerenja jakosti struje ampermetrom i jakosti napona voltmetrom, može se izračunati električni otpor ( $R$ ) vodiča kroz koji teče istosmjerna struja iz odnosa:

$$R = U/I.$$

Električni otpor veličina je koja opisuje utjecaj vrste i svojstava tvari (duljine i presjeka električnog vodiča) na tok električne struje. „Električni otpor metalnog vodiča ne ovisi o naponu izvora na koji je priključen:  $R =$  stalna vrijednost.“ Ovo se pravilo naziva Ohmov zakon, a vrijedi za metale i otopine. Jedinica je električnog otpora om ( $\Omega$ ).

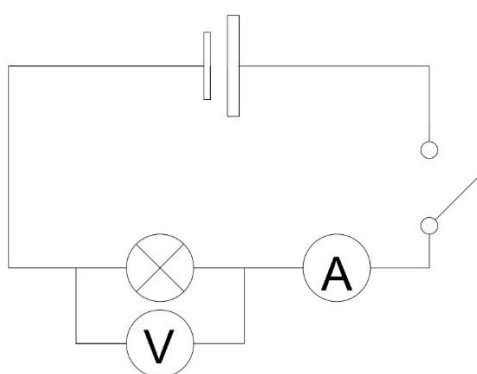
## Pokus 7. Ispitivanje električne i toplinske vodljivosti tvari

### Pribor i kemikalije:

Tronožac, azbestna mrežica, plamenik, šibice, čaša od 200 mL, voda, metalna žlica, stakleni štapić, plastična slamka, drvena kuhača, voltmetar (10 V), ampermetar (0-0,5 A), baterija od 4,5 V, žaruljica, žice s krokodil-štikaljkama, sklopka, grafitna olovka.

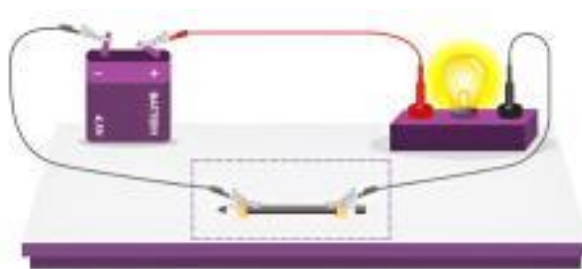
### Postupak:

a) Sastavite strujni krug prema shemi.



Pomoću ampermetra i voltmetra izmjerite i očitajte vrijednosti jakosti struje i napona. Na temelju očitanih vrijednosti izračunajte otpor.

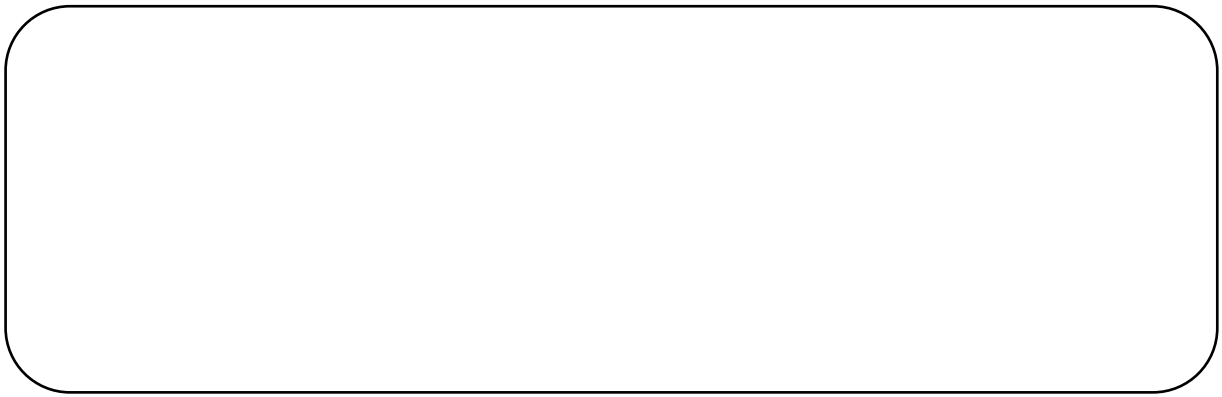
b) U strujni krug stavite grafitnu olovku pa ispitajte vodljivost grafita (slika 4.4.).



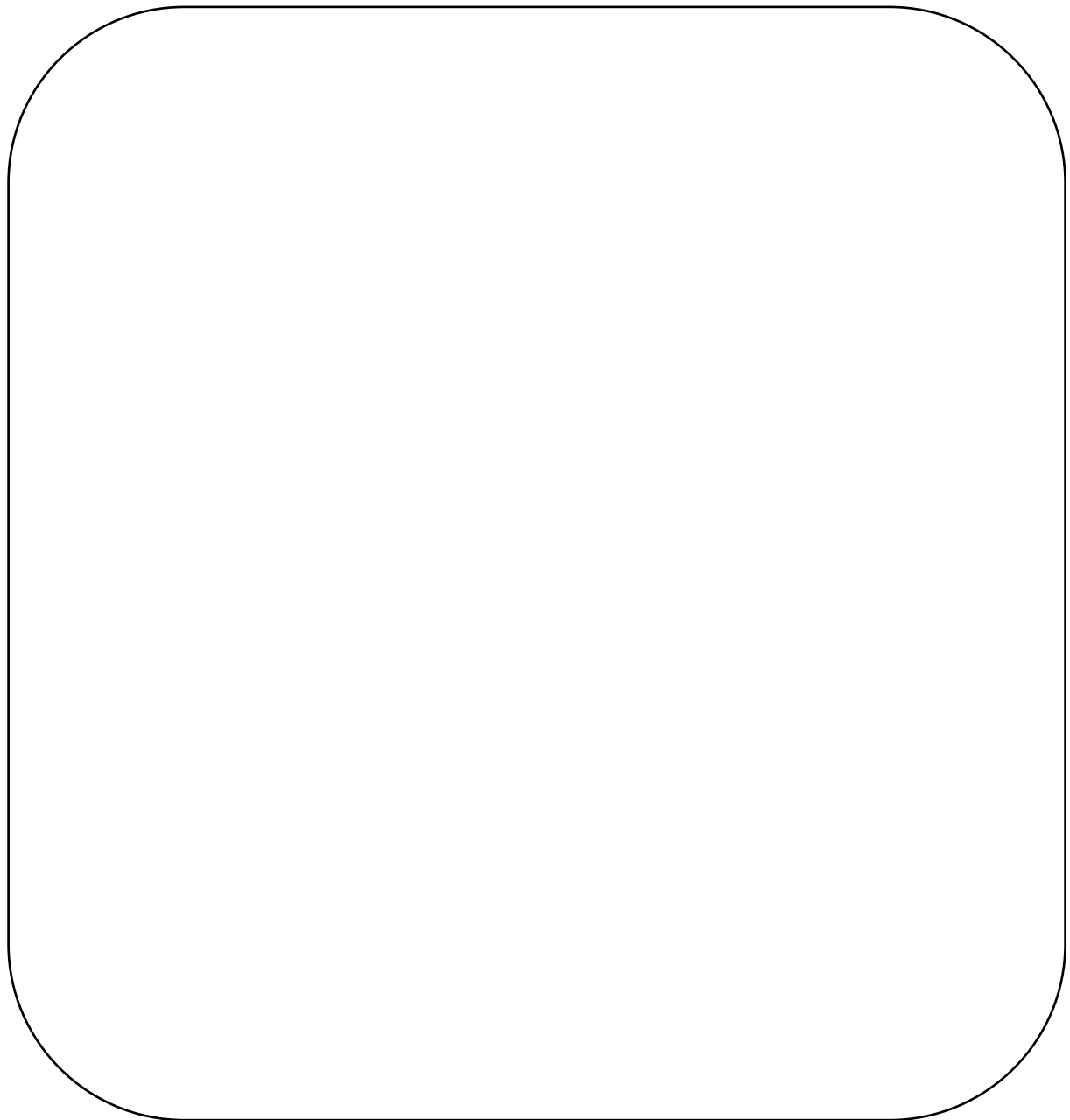
Slika 4.4. Ispitivanje vodljivosti grafita.

c) Postavite čašu na azbestnu mrežicu i ugrijte vodu do vrenja. Ugasite plamenik. Uronite u vodu metalnu žlicu, stakleni štapić, plastičnu slamku i drvenu kuhaču tako da do svoje polovice vire iz vruće vode. Nakon 1-2 minute opipajte vrh svakog predmeta.

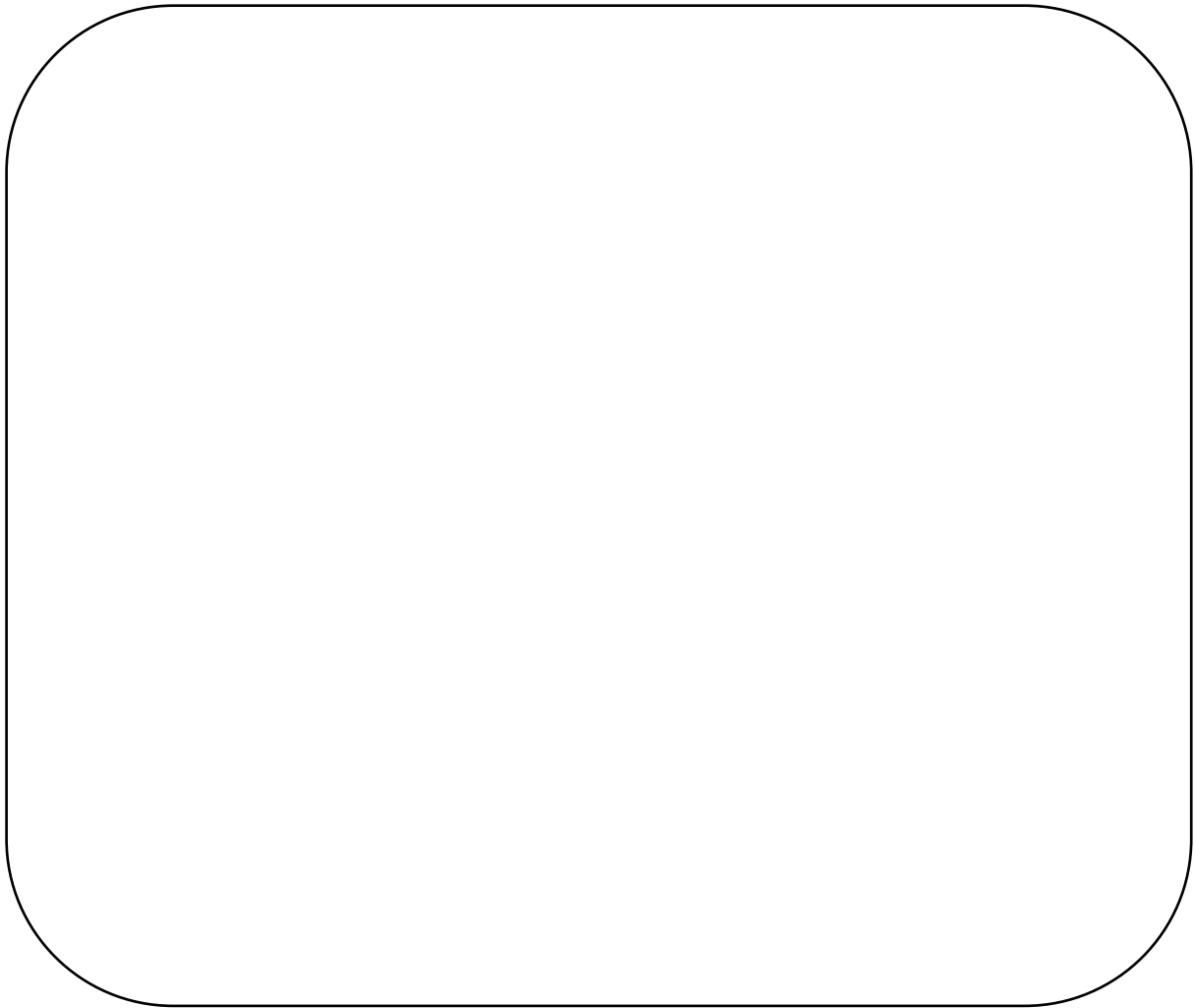
Ciljevi pokusa:



Shema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes or observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for drawing conclusions or summarizing findings.

## **Pokus 8. Korozijska željeza u vodi**

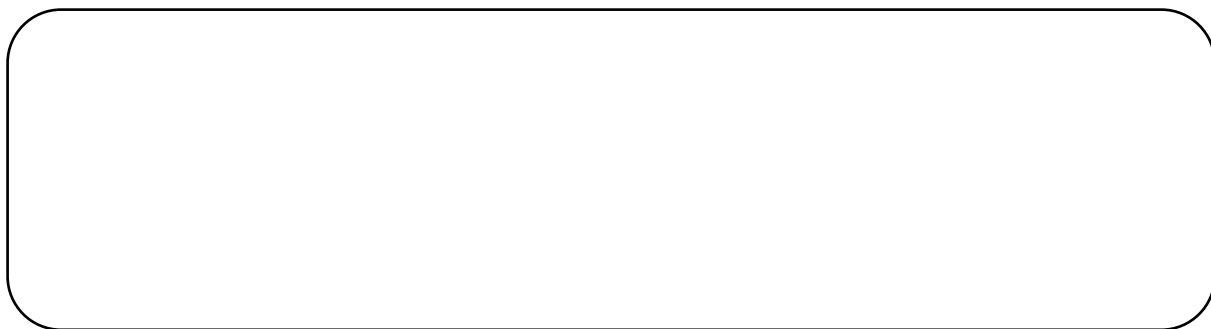
### Pribor i kemikalije:

Tri epruvete, tri obična nova željezna čavla, komadić bakrene žice, granula cinka.

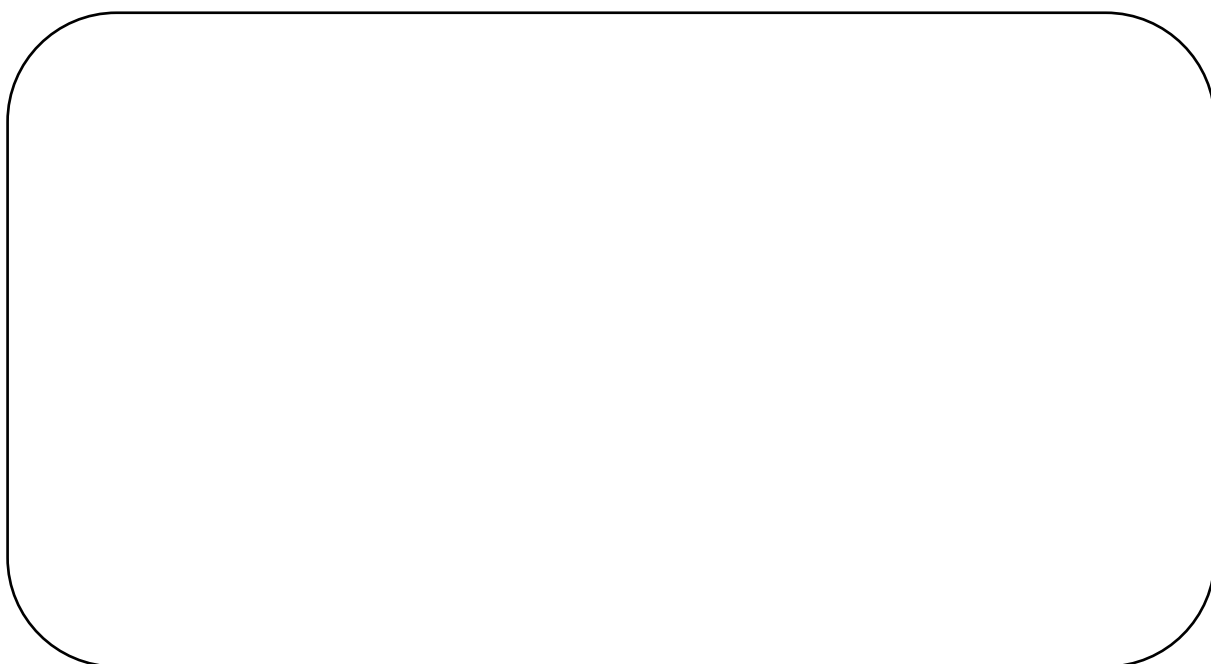
### Postupak:

U sve tri epruvete ulijte 3 do 4 mL obične vode iz vodovoda. U prvu epruvetu stavite običan čavao, u drugu čavao omotan komadićem bakrene žice, a u treću čavao na koji je gumičicom pričvršćena granula cinka. Pratite promjene tijekom desetak dana i obrazložite ih.

### Ciljevi pokusa:



### Shema:



Opažanje:

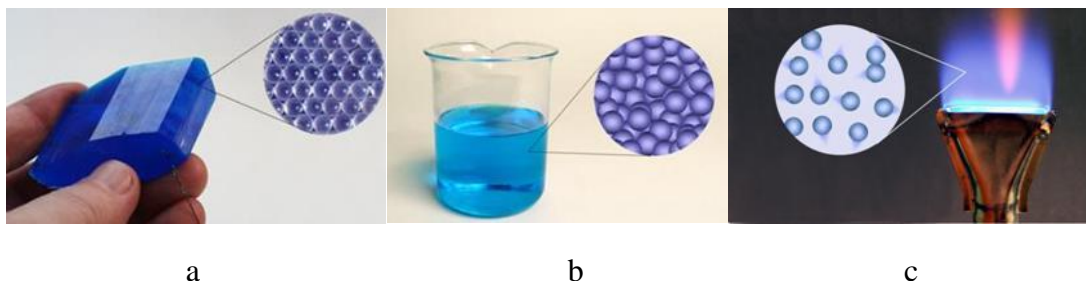
A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions.

### 4.2.3. Agregacijska stanja tvari

U prirodi se tvari nalaze u četirima agregacijskim stanjima: čvrstom, tekućem, plinovitom ili stanju plazme. U kojem će se agregacijskom stanju tvar nalaziti ovisi o stupnju uređenosti strukture (slika 4.5.), odnosno, o privlačnim silama između čestica.



Slika 4.5. Raspored čestica u krutinama (a), tekućinama (b) i plinovima (c).

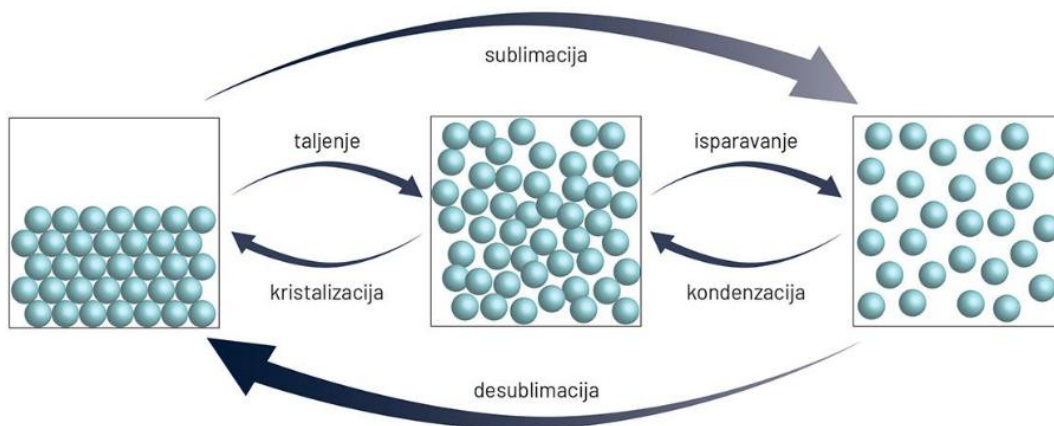
U krutinama su čestice raspoređene na najgušći mogući način pa se ne mogu slobodno gibati, već mogu samo titrati oko ravnotežnog položaja. Stoga krutine imaju stalan oblik pa njihov volumen ostaje gotovo nepromijenjen i pod najvećim tlakom.

Tequćina zauzima određen volumen, nema stalan oblik, već poprima oblik posude u kojoj se nalazi. Čestice tequćina također su međusobno gusto složene, ali bez ikakva reda te se mogu gibati neovisno jedna o drugoj. Povišenjem temperature volumen tequćine raste, ali manje nego u plinova.

Plin nema svoj volumen ni oblik, nego ih poprima od posude u kojoj se nalazi. Čestice su plina međusobno jako udaljene i kreću se velikom brzinom. Povišenjem temperature brzina čestica raste pa raste volumen plina. Plinove karakterizira znatno manja gustoća od gustoće krutina i tequćina, stoga se plinovi lako mogu stlačiti.

Plazma je ionizirani plin, a tvari koje su u plazma stanju dobro provode električnu energiju i reagiraju na električno i magnetsko polje. Tvari u plazma stanju nemaju određen oblik niti zauzimaju određeni volumen.

Ovisno o temperaturi i tlaku ista se tvar može pojaviti u različitim agregacijskim stanjima. Tako su led, voda i vodena para ista tvar u različitim agregacijskim stanjima: krutom (s), lat. *solidus* = krut, tekućem (l), lat. *liquidus* = tekući i plinovitom (g), *gas* = plin. Pri određenom tlaku i temperaturi tvari mogu prelaziti iz jednoga agregacijskoga stanja u drugo (slika 4.6.).



Slika 4.6. Prijelazi između pojedinih agregacijskih stanja tvari.



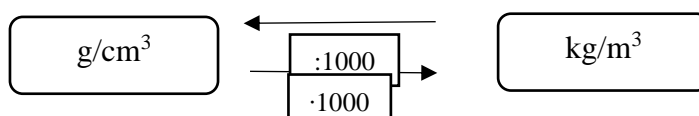
#### 4.2.4. Gustoća tvari

Gustoća je temeljno svojstvo tvari jer je tvar sve ono što ima gustoću, odnosno, ima masu i zauzima prostor. Iskazuje se omjerom mase i volumena uzorka ispitivane tvari:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

SI jedinica gustoće je  $\text{kg/m}^3$ , no najčešće se izražava u  $\text{g/cm}^3$ .

Pretvorba mjerne jedinice za gustoću:



Gustoća otopina razlikuje se od gustoće čistoga otapala. Vodene otopine kiselina, lužina i soli imaju veću gustoću od gustoće vode, dok vodene otopine alkohola i ulje imaju manju gustoću od gustoće vode.

Tablica 4.3. Gustoća nekih tvari.

VRSTA TVARI	$\rho$ ( $\text{kg/m}^3$ )
zlato	19300
olovo	11300
bakar	8900
željezo	7800
aluminij	2700
staklo	2500
med	1435
voda	997,0479
ulje	918
etanol	785,1

Gustoća pravilnih krutih tijela može se izmjeriti posredno – mjerenjem mase (vaganjem) i mjerenjem dimenzija (određivanje volumena).

Gustoća krutih tijela nepravilnih oblika može se izmjeriti Arhimedovom metodom (slika 4.7.), vaganjem tijela i određivanjem volumena menzutom.

## Mjerenje gustoće krutina Arhimedovom metodom



Slika 4.7. Mjerenje gustoće krutih tijela Arhimedovom metodom.

## **Pokus 9. Određivanje gustoće krutina pravilnoga i nepravilnoga oblika**

### Pribor i kemikalije:

Vaga, automatska pomična mjerka, uzorci različitih metala (alumijska folija, bakrena žica, granule olova i cinka, vijci, čavlići, zakovice), plastelin, plastični predmet po izboru, metalna pločica, menzura od 500 mL, voda.

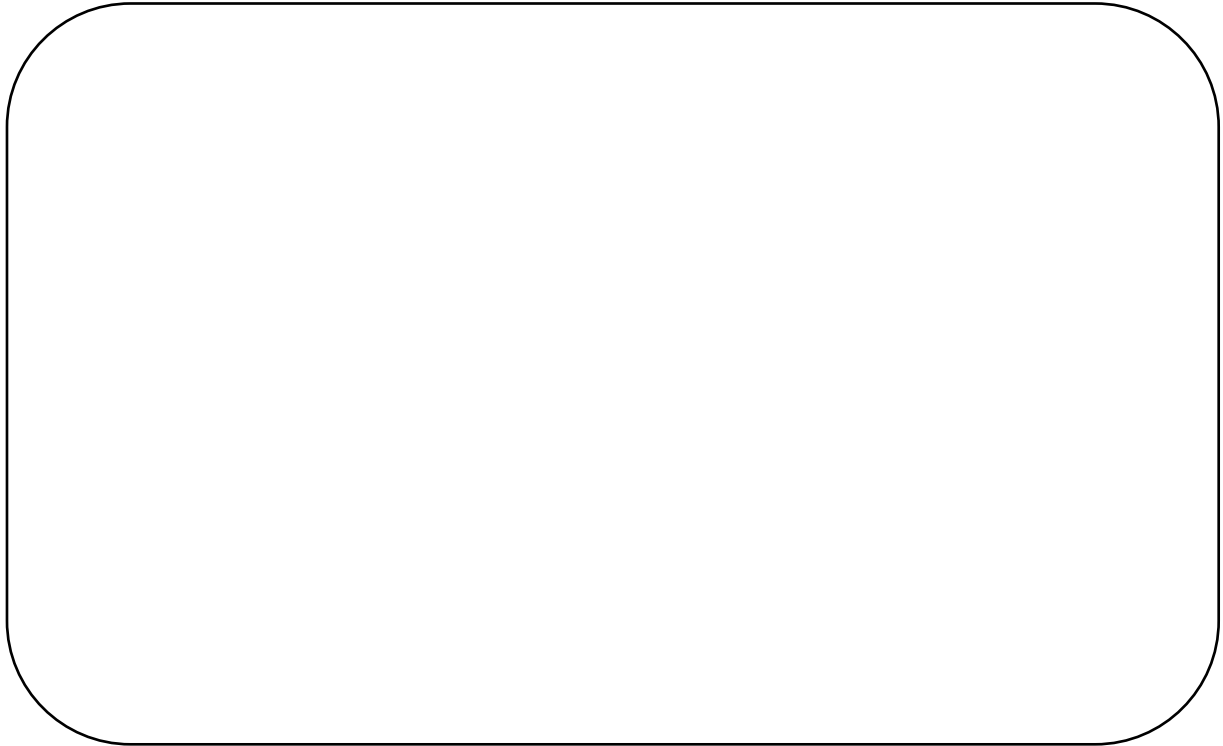
### Postupak:

- a) Izvažite metalnu pločicu te izmjerite stranice metalne pločice automatskom pomičnom mjerkom. Izračunajte volumen pločice i odredite njezinu gustoću. Gustoću izrazite u  $\text{kg/m}^3$ .
- b) Odaberite predmete nepravilnoga oblika, različitih materijala koji mogu stati u menzuru. Suhe predmete izvažite. Menzuru do polovice napunite vodom te očitajte volumen vode u menzuri. Izvagane predmete pažljivo uronite u vodu u menzuri i ponovno očitajte volumen. Izračunajte gustoću ispitivanih uzoraka te ju usporedite s gustoćom vode.

### Ciljevi pokusa:

### Schema aparature:

Eksperimentalni podatci/opažanje:



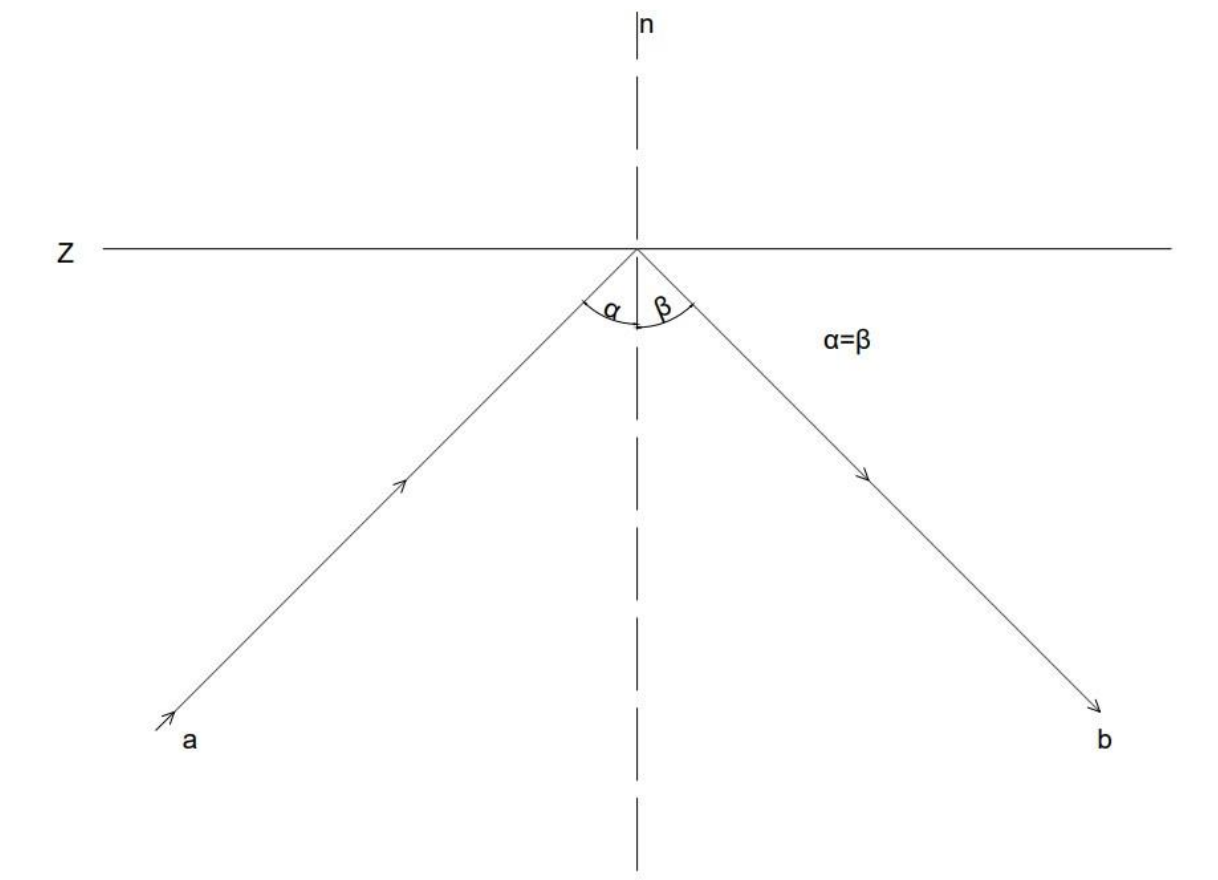
UZORAK	MASA UZORKA (g)	VOLUMEN UZORKA (cm <sup>3</sup> )	GUSTOĆA UZORKA (g/cm <sup>3</sup> )
PLASTELIN			
PLASTIKA			
ALUMINIJ			
BAKAR			
OLOVO			
ŽELJEZO			
CINK			

Zaključak:



#### 4.2.5. Svjetlost i refleksija svjetlosti

Tijela koja stvaraju svjetlost nazivamo izvorima svjetlosti, a najjače je od svih izvora svjetlosti Sunce. Svjetlost može stvarati i tamno tijelo ukoliko na njega pada svjetlost i odbija se od površine pa govorimo o sekundarnom izvoru svjetlosti kao što je Mjesec. Širenje je zraka svjetlosti pravocrtno. Svjetlost prolazi kroz prozirno tijelo – optičko sredstvo poput stakla, ali se pri tome dio svjetlosti odbija od površine. Ravno je zrcalo ravna, glatka površina od koju se svjetlost odbija. Zraka svjetlosti koja dolazi iz izvora svjetlosti na površinu ravnog zrcala zove se upadna zraka, a reflektirana je zraka koja se odbija od zrcala. Kut što ga zatvaraju upadna zraka i okomica -n na zrcalo je upadni kut, dok je kut refleksije kut između reflektirane zrake i okomice. Kut koji upadna zraka zatvara s okomicom na sredstvo refleksije (zrcalo)  $\alpha$  jednak je kutu koji reflektirana zraka zatvara s istom okomicom  $\beta$ .



Slika 4.8. Zakon refleksije svjetlosti.

## **Pokus 10. Zakon refleksije svjetlosti**

### Pribor:

Stiroporna ploča, zrcalo, pribadače, papir, trokut, olovka, kutomjer.

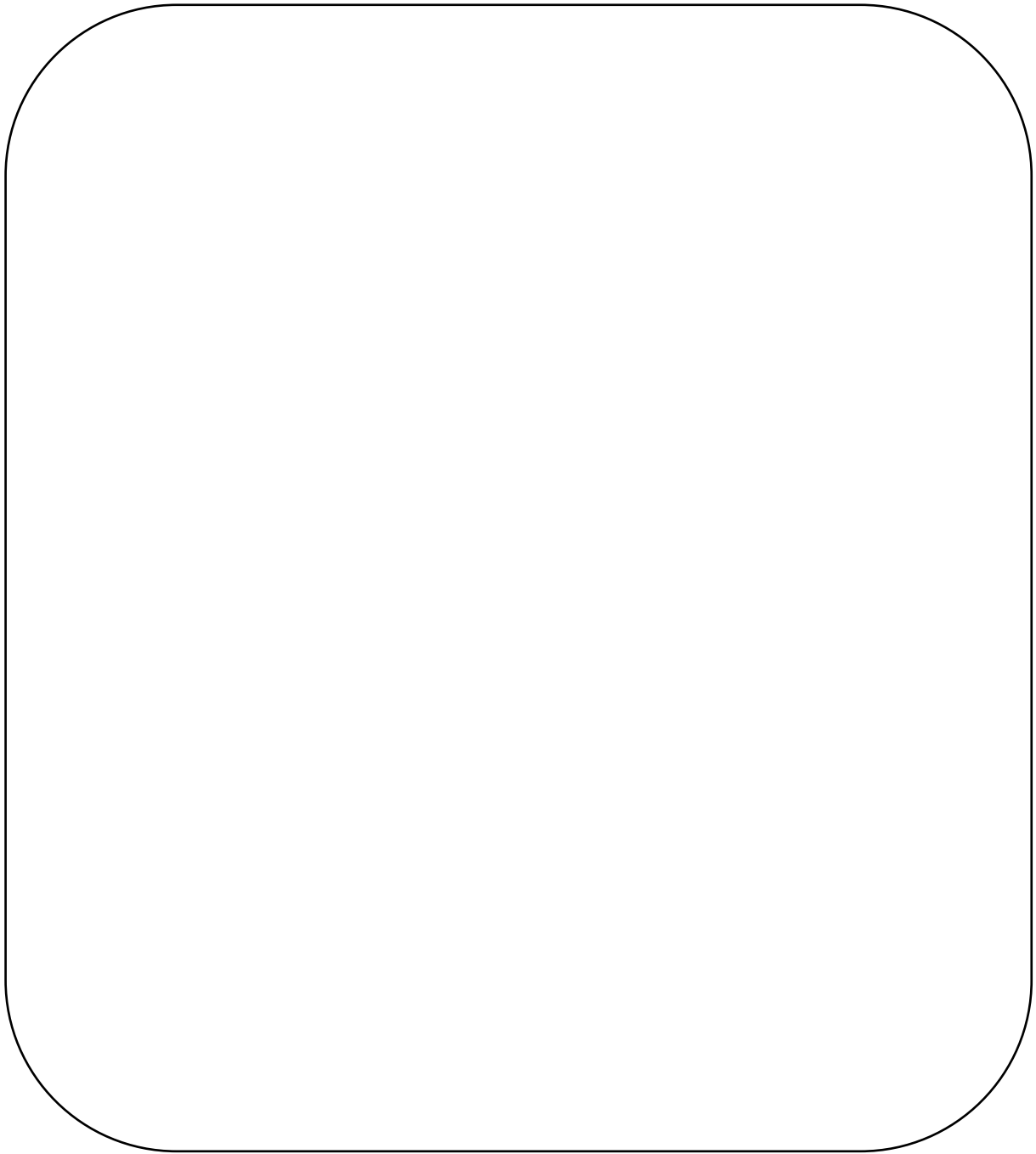
### Postupak:

1. Na stiropornu ploču stavite čisti papir i na gornjem dijelu papira povucite jednu tanku liniju - pravac z.
2. Na tu liniju postavite zrcalo.
3. Na stiropornu ploču zabodite uspravno pribadače 1 i 2 u razmaku 5-10 cm, na način da pribadača 2 bude 3-4 cm udaljena od zrcala.
4. Postavite oko u smjeru zrake b i udaljeno oko 50 cm od zrcala te zabodite pribadače 3 i 4, tako da se oku čini da su sve četiri pribadače na jednom pravcu. Provjerite jeste li dobro stavili pribadače stavljajući oko u smjer zrake a.
5. Skinite zrcalo i pribadače te povucite pravce a i b i konstruirajte okomicu n na pravac z.
6. Kutomjerom izmjerite kutove  $\alpha$  i  $\beta$ .

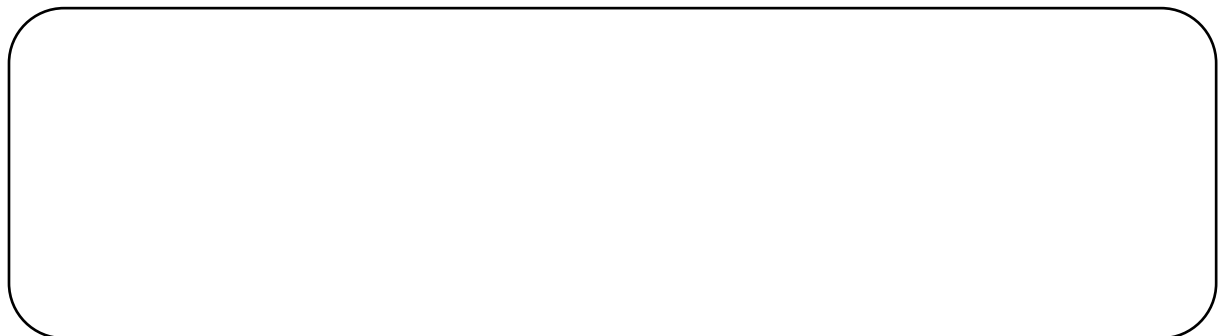
### Ciljevi pokusa:



Ekperimentalni podatci/konstrukcija:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for recording experimental data or a construction.

Zaključak:

A smaller, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for recording a conclusion.

### 4.3. Elementarne tvari i kemijski spojevi

Elementarne (jednostavne) čiste tvari su tvari koje ne možemo kemijskim postupcima razdvojiti na jednostavnije tvari (metali, nemetali, polimetali).

Kemijski su spojevi složene čiste tvari koje možemo kemijskim postupcima razdvojiti na jednostavnije kemijske spojeve ili čiste tvari (oksidi, kiseline, baze, soli).

#### 4.3.1. Vodik

Najrasprostranjenija elementarna tvar u svemiru je vodik. Na Zemlji ga ima malo jer je Zemljina gravitacija prema zvijezdama premala da zadrži lagane molekule vodika. Nalazi se u sastavu mnogih spojeva: voda, ugljikovodici (nafta, zemni plin).

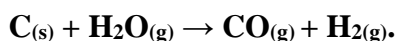
Vodik je kao elementarna tvar pri sobnoj temperaturi plin bez boje, okusa i mirisa, slabo topljiv u vodi, najlakši je od svih plinova, lako je zapaljiv. Zagrijavanjem smjese vodika i kisika u volumnom omjeru 2 : 1, na temperaturu od 600 °C dolazi do reakcije popraćene eksplozijom, a nastalu smjesu zovemo plin praskavac.

U laboratoriju se vodik najčešće dobiva reakcijom cinka i razrijeđene klorovodične kiseline u Kippovom aparatu ili elektrolizom vode.

Industrijski se najčešće proizvodi pirolizom ugljikovodika:



i redukcijom vodene pare ugljikom:





## **Pokus 11. Dobivanje vodika i ispitivanje njegovih svojstava**

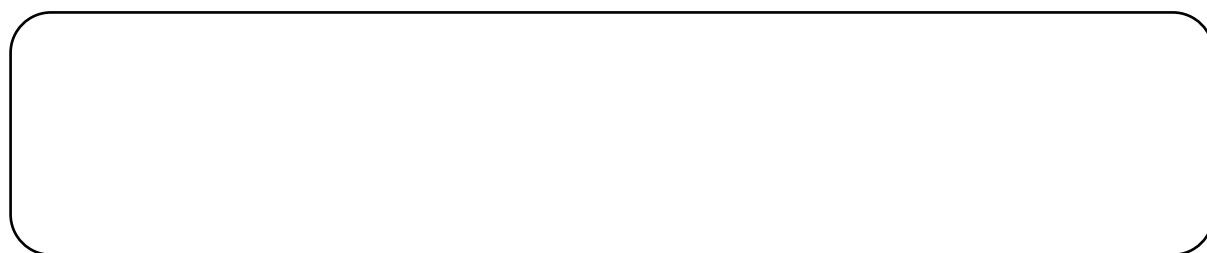
### Pribor i kemikalije:

Željezni stalak s hvataljkom, šibice, epruveta s rupičastim dnom, dvije staklene čaše od 100 mL, staklena cjevčica, gumeni čep, voda, cink u granulama, 20%-tna HCl.

### Postupak:

U rupičastu epruvetu stavite granulu cinka. Epruvetu začepite gumenim čepom kroz koji je provučena staklena cjevčica sužena prema vrhu. Epruvetu s cinkom uronite u čašu s razrijeđenom HCl. Reakcija se može prekinuti ako se epruveta s cinkom premjesti u drugu čašu u kojoj je voda. Pustite da se vodik razvija neko vrijeme. Kada ste sigurni da je istisnut zrak iz epruvete, zapalite vodik na suženom kraju cjevčice.

### Ciljevi pokusa:



### Schema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes under the heading 'Opažanje:'. The corners are smoothly rounded.

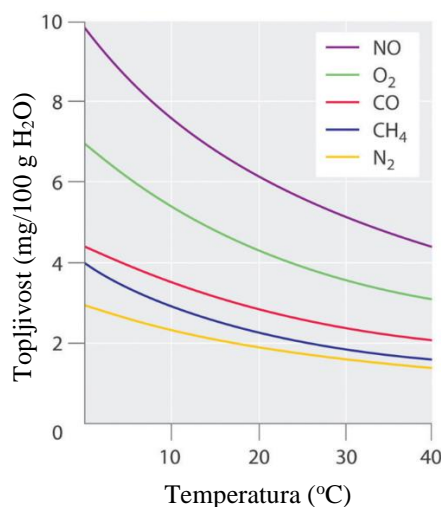
Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes under the heading 'Zaključak:'. The corners are smoothly rounded.

### 4.3.2. Kisik

Kisik je najrasprostranjeniji element u Zemljinoj kori (maseni je udio kisika 49,5 %), u atmosferi je u slobodnom stanju (volumni je udio kisika u zraku 21 %). Sastavni je dio brojnih spojeva od kojih je na Zemlji najrasprostranjenija voda. Važan je biogeni element jer uz ugljik, vodik i dušik čini veći dio mase svih živih bića.

Pri sobnoj temperaturi kisik je plin bez boje, okusa i mirisa. Topljivost je kisika u vodi mala. Pri 20 °C u 1 litri vode otapa se samo 6,8 mL kisika, ali ovo svojstvo kisika omogućuje život u vodi. Snižanjem tlaka i povišenjem temperature vode smanjuje se topljivost kisika u vodi (slika 4.9.) uslijed koje može nastupiti smrt živih bića u vodi.



Slika 4.9. Ovisnost topljivosti kisika i drugih plinova o temperaturi.

Kisik je teži od zraka, ne gori, ali podržava gorenje. Kemijski je vrlo reaktivan. Gotovo svi elementi, osim helija, neona, argona i kriptonu s kisikom tvore okside, spojeve u kojima je stupanj oksidacije kisika -2. Za razliku od njih, spojevi koji sadrže kisik sa stupnjem oksidacije -1, zovu se peroksidi.

Alotropna modifikacija kisika je ozon (grč. *ozein* = miriše), čija se molekula sastoji od triju kisikovih atoma (O<sub>3</sub>). Modrikasti je plin karakterističnog mirisa, snažnih oksidacijskih svojstava i djelovanja. Upotrebljava se za uništavanje mikroorganizama u vodi i zraku te kao sredstvo za izbjeljivanje.

U prirodi kisik nastaje procesom fotosinteze.

Za dobivanje kisika u laboratoriju najčešće se primjenjuje zagrijavanje spojeva bogatih kisikom, primjerice kalijeveg permanganata:



U većim količinama industrijski kisik dobivamo elektrolizom vode i frakcijskom destilacijom tekućega zraka.

## **Pokus 12. Dobivanje kisika i ispitivanje njegovih svojstava**

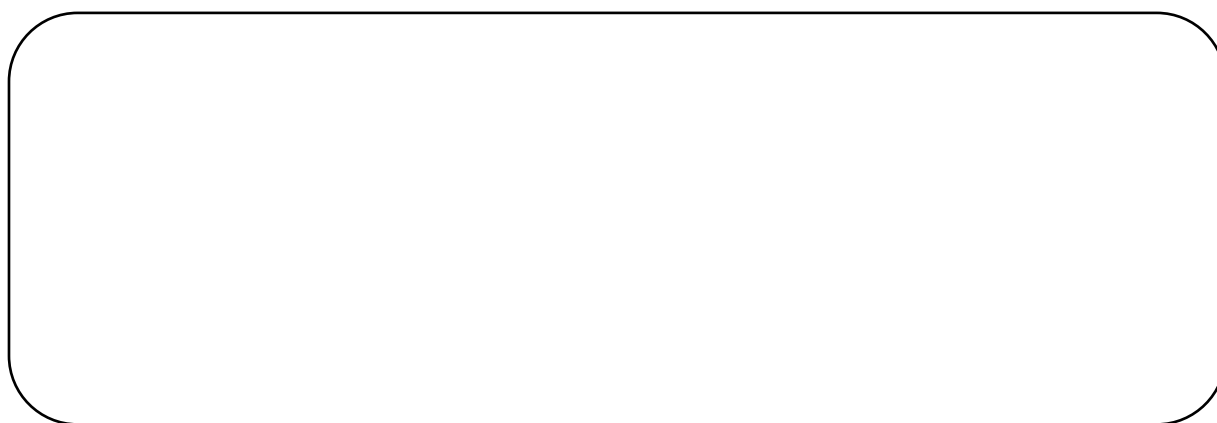
### Pribor i kemikalije:

Veća epruveta od teško taljivoga stakla, odvodna cijev, dvije epruvete, dvije staklene čaše od 100 mL, pneumatska kada, satno staklo, pluteni čep, željezni stativ, hvataljka, plamenik, šibice, drvena triješčica, kalijev permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ).

### Postupak:

Pričvrstite epruvetu od teško taljivoga stakla na željezni stativ i u nju stavite 1 g  $\text{KMnO}_4$ . Pneumatsku kadu napunite do polovice vodom. Epruvete napunite do vrha vodom, otvor pokrijte staklenim poklopcem ili začepite gumenim čepom. Preokrenute epruvete unesite u kadu s vodom te ih odčepite i postavite ih u jedan od uglova kade. Odvodnu cijev epruvete s  $\text{KMnO}_4$  uronite u kadu. Epruvetu od teško taljivoga stakla začepite gumenim čepom s rupom kroz koju je provučena staklena cijev. Epruvetu s  $\text{KMnO}_4$  zagrijavajte lagano da biste istjerali dio zraka, a zatim, bez da prekidate zagrijavanje postavite preokrenutu epruvetu iznad odvodne cijevi i skupljajte razvijeni kisik. Nastavite lagano zagrijavati sadržaj epruvete dok se sav  $\text{KMnO}_4$  ne raspadne. Kada je sva voda iz epruvete istisnuta, zamijenite ju drugom, a prvu pod vodom začepite, izvadite iz kade i ostavite u uspravnom položaju. Ponovite to s drugom epruvetom. Jednu epruvetu okrenite otvorom prema gore, a drugu otvorom prema dolje. U obje epruvete unesite tinjajuću triješčicu. Zabilježite opažanja, nacrtajte shemu aparature, zaključite, napišite pripadajuću kemijsku jednadžbu i imenujte nastale produkte.

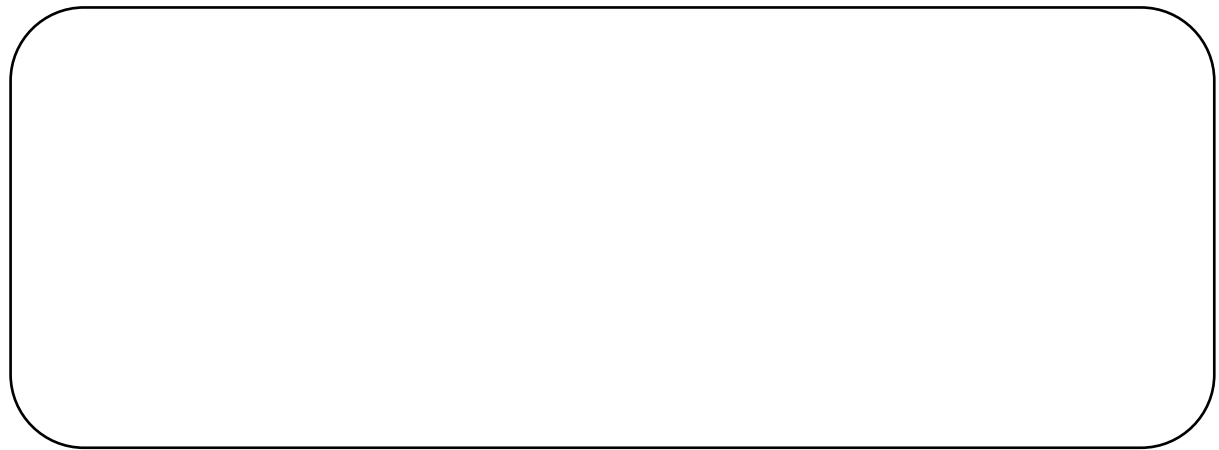
### Ciljevi pokusa:



Shema aparature:



Opažanje:



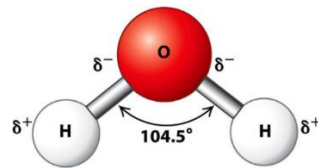
Zaključak:



### 4.3.3. Voda

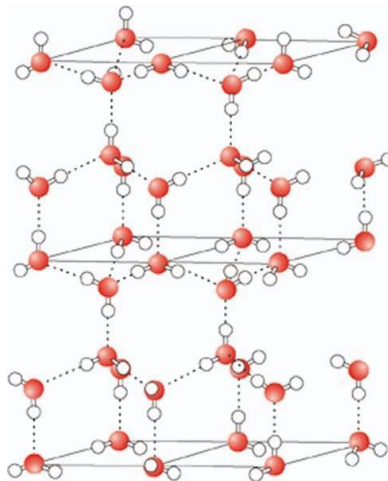
Najvažniji oksid i jedan od najvažnijih spojeva za život na Zemlji je voda. Zauzima više od dvije trećine Zemljine površine kao slane vode (oceani i mora), slatke vode (rijeke, jezera, bare i močvare) i ledenjaci te je bitan sastojak živih organizama.

Karakteristična fizikalna i kemijska svojstva vode posljedica su kemijske i prostorne građe njezinih molekula. Molekula vode trokutaste je strukture sa kutom od  $104,5^\circ$  (slika 4.10.) koji zatvaraju dvije kovalentne veze između kisikova i vodikovih atoma. Uslijed velike razlike u elektronegativnosti vodika i kisika, molekula vode ima izrazito dipolni karakter.



Slika 4.10. Molekula vode.

Molekule vode u tekućem stanju grade nestabilne nakupine molekula, a u ledu tvore tetraedarsku prostornu strukturu pri čemu tetraedri grade heksagonalne kanale (slika 4.11.).

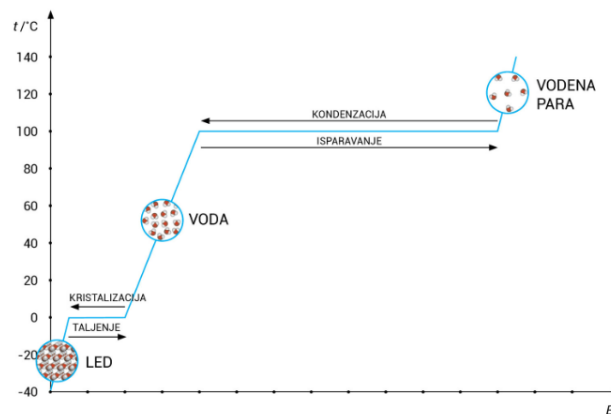


Slika 4.11. Kristalna struktura leda.

Taljenjem leda narušava se njegova tetraedarska struktura pa se gustoća vode povećava do maksimalne vrijednosti  $999,972 \text{ kg/m}^3$  pri  $3,98 \text{ }^\circ\text{C}$  – anomalija vode. Daljnjim porastom temperature iznad  $3,98 \text{ }^\circ\text{C}$  povećava se gibanje molekula vode, one se međusobno udaljavaju pa se gustoća vode smanjuje. Led je manje gustoće od gustoće vode pa na njezinoj površini pluta i djeluje kao toplinski izolator koji usporava smrzavanje i omogućuje održavanje života organizama u vodi.

Temperatura pri kojoj se led pretvara u vodu naziva se temperatura tališta. Pri atmosferskom tlaku,  $p = 101\,325\text{ Pa}$ , temperatura tališta iznosi  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Obratno, prilikom hlađenja voda prelazi u kruto stanje – led pri istoj temperaturi. Prema tome, talište leda i ledište vode pri atmosferskom tlaku ista je temperatura,  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (slika 4.12.).

Osim Celzijeve ljestvice, koristi se i Kelvinova ljestvica, a njezin stupanj zove se Kelvin (K). Temperatura od 0 K odgovara temperaturi od  $-273,15$  po Celzijevoj ljestvici ( $0\text{ K} = -273,15\text{ C}$ ).



Slika 4.12. Promjene agregacijskih stanja vode pri  $101325\text{ Pa}$ .

Pri atmosferskom tlaku i temperaturi između  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $273,15\text{ K}$ ) i  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $373,15\text{ K}$ ) voda je bezbojna tekućina, bez mirisa i okusa. Povišenjem tlaka voda vrije na višoj temperaturi i obrnuto.

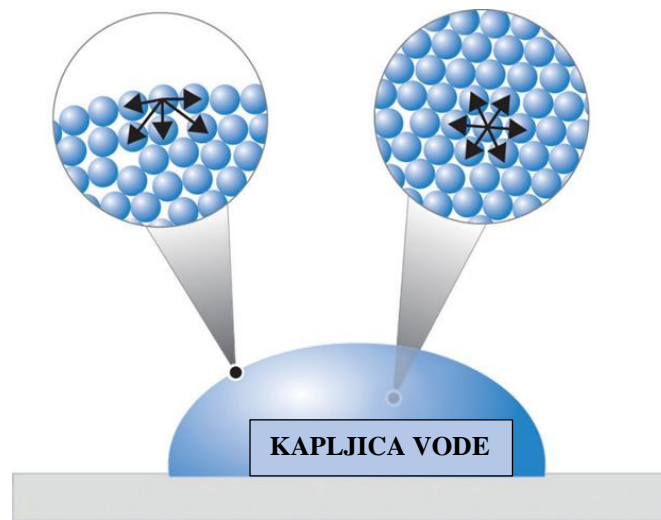
Jedno je od najvažnijih svojstava vode dipolni moment, tj. polarnost molekule vode. Prema pravilu „polarno se otapa u polarnom“, slično se otapa u sličnome, u vodi će se otapati polarne molekule. Voda je dobro otapalo, no topljivost tvari u vodi ovisi o građi tvari, promjeni tlaka i temperature pri kojoj se otapanje odvija.

Voda ima veliku površinsku napetost koja je posljedica jakih privlačnih sila među njezinim molekulama. Zbog ove pojave neke se tvari i kukci, veće gustoće od gustoće vode, mogu zadržavati/hodati na površini vode (slika 4.13.).



Slika 4.13. Koprnica (lat. *Gerris Najas*) hoda na površini vode.

Površinska je napetost sila koja nastaje zbog različitog okruženja čestica na površini i u unutrašnjosti vode. U unutrašnjosti je pojedina molekula vode okružena istovrsnim molekulama te između molekula djeluju jake vodikove veze. U površinskom sloju molekule vode su u dodiru s istovrsnim česticama vode, ali i česticama zraka te između njih djeluju vrlo slabe sile (slika 4.14.). Razmak između molekula na površini veći je nego unutar vode te među njima djeluju privlačne sile paralelne s površinom koje nastoje smanjiti razmak među molekulama. Stoga se javlja površinska napetost, tekućina nastoji poprimiti oblik koji će imati najmanju površinu (kapljica).



Slika 4.14. Shematski prikaz međumolekulskih sila u unutrašnjosti i na površini vode.

Napetost površine vode može se smanjiti površinski aktivnim tvarima, kao što su sapuni i deterdženti.



### **Pokus 13. Agregacijska stanja vode**

#### Pribor i kemikalije:

Laboratorijska čaša od 500 mL, lijevak, kuhalo, termometar, led.

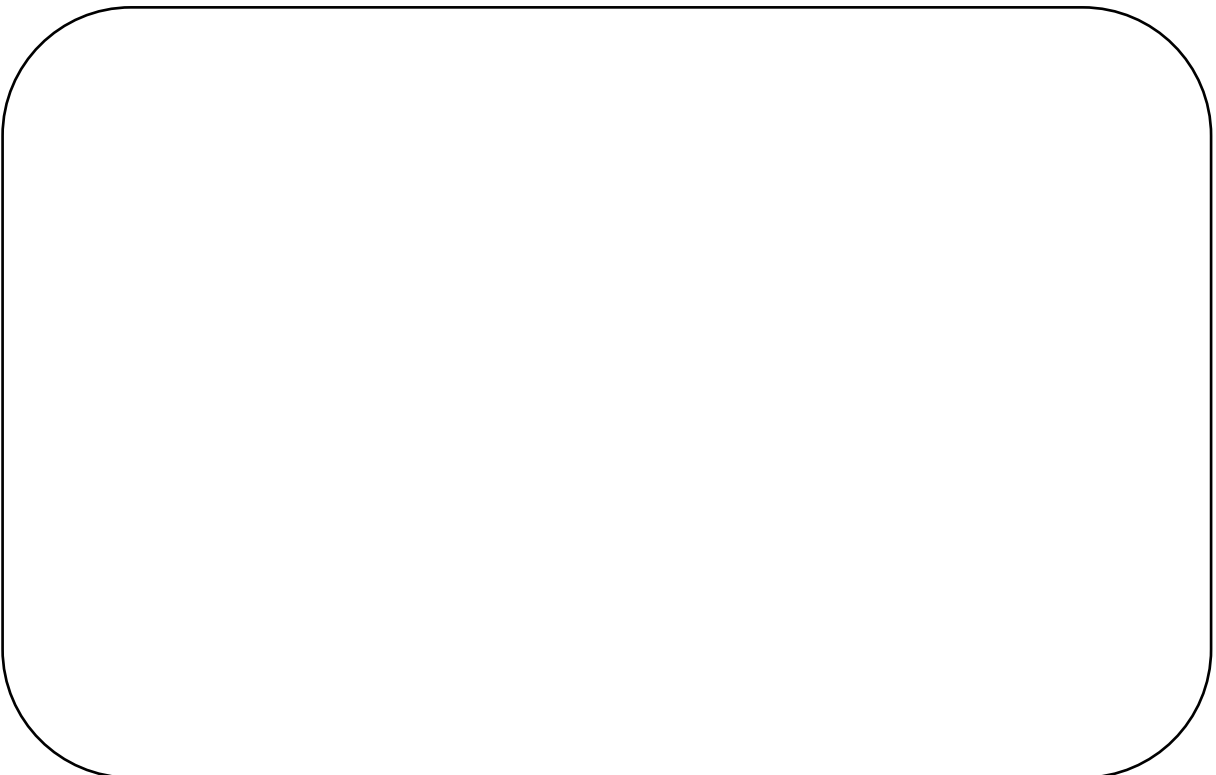
#### Postupak:

U čašu stavite led, polagano zagrijavajte i miješajte termometrom. Temperaturu upisujte svake minute sve dok voda ne zavrije. Postavite stakleni lijevak iznad čaše s vodom koja vrije. Opišite promjene nastale tijekom zagrijavanja.

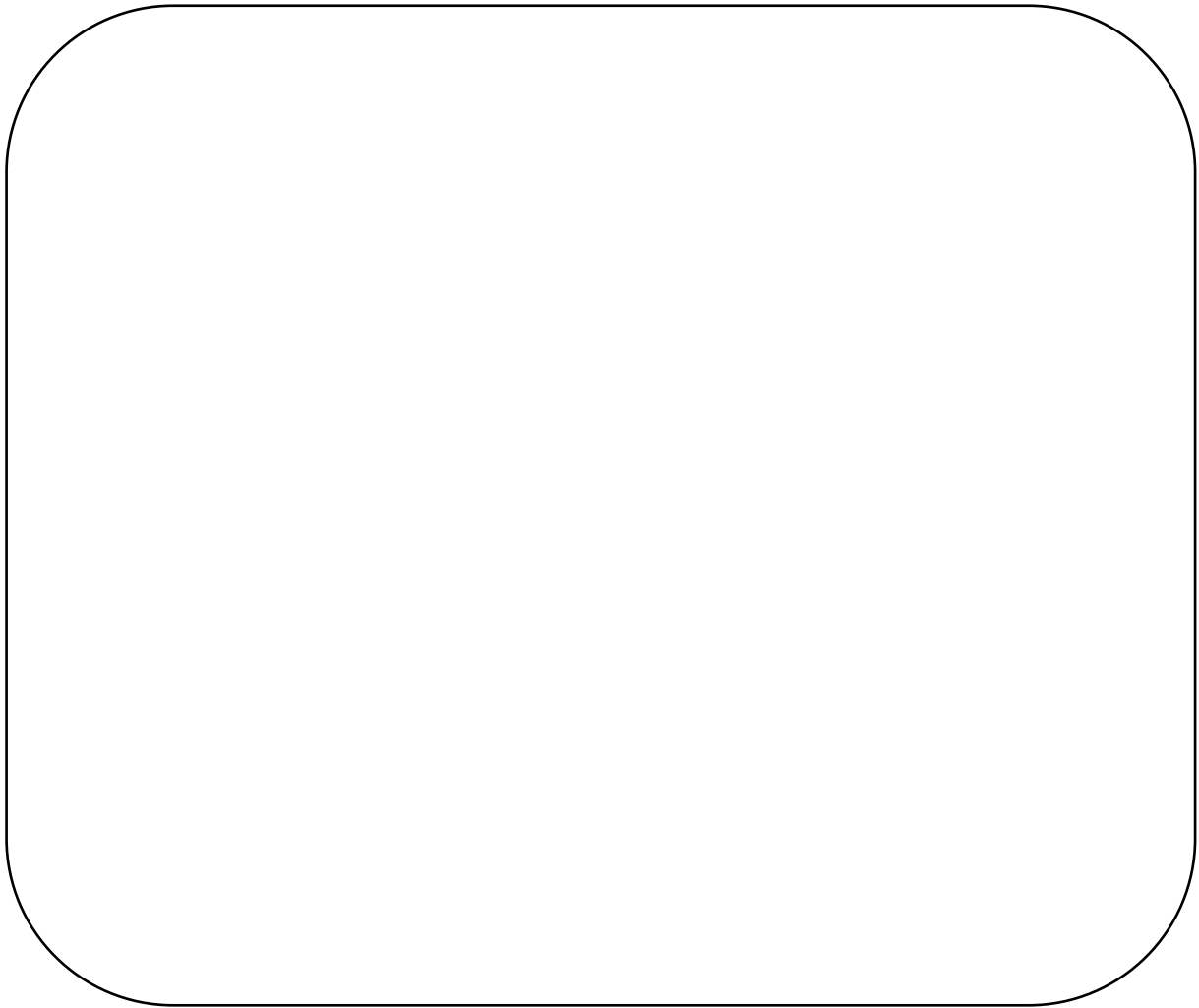
#### Ciljevi pokusa:



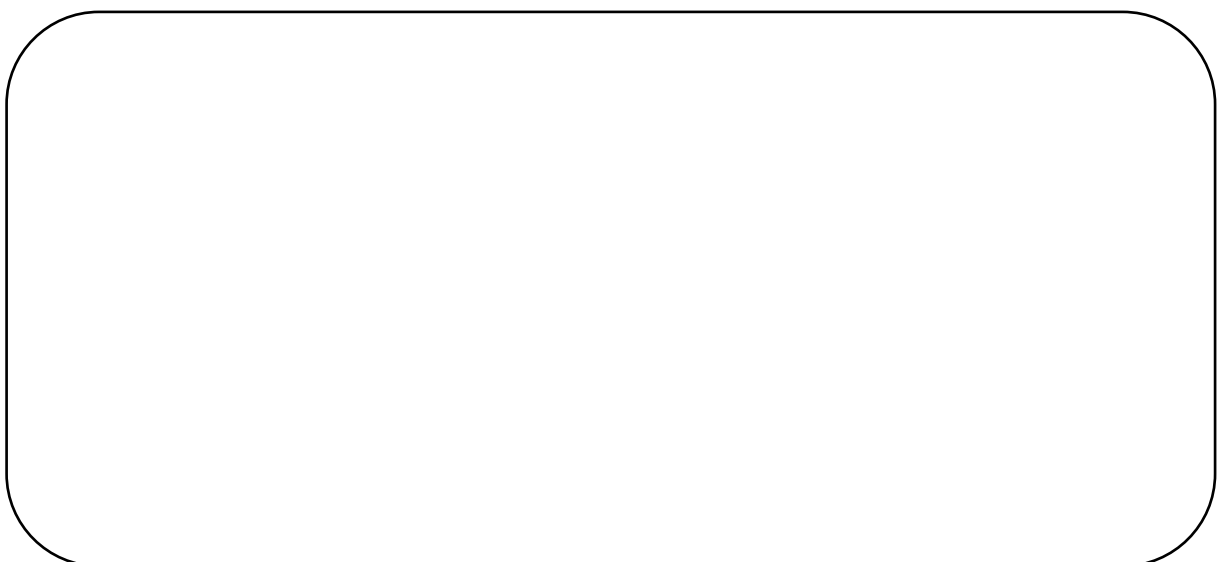
#### Schema:



Ekperimentalni podatci/opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for recording experimental data or observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for recording the conclusion of the experiment.

## **Pokus 14. Površinska napetost vode**

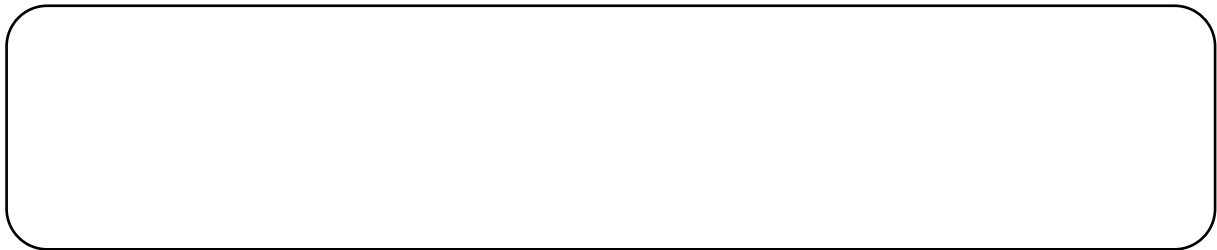
### Pribor i kemikalije:

Laboratorijska čaša od 200 mL, tanjur, mlijeko, voda, aluminijski novčić, prehrambene boje, štapić s vatom, deterdžent za suđe, kapaljka.

### Postupak:

- a) U laboratorijsku čašu, na površinu vode pažljivo spustite aluminijski novčić.
- b) U tanjur ulijte malo mlijeka. U sredinu tanjura na površinu mlijeka kapnite po jednu kap od svake prehrambene boje vrlo blizu jedne drugoj. Štapić s vatom umočite u deterdžent za posuđe i dodirnite njime mjesto gdje su kapljice boja.

### Ciljevi pokusa:



### Shema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations or notes.

Zaključak:

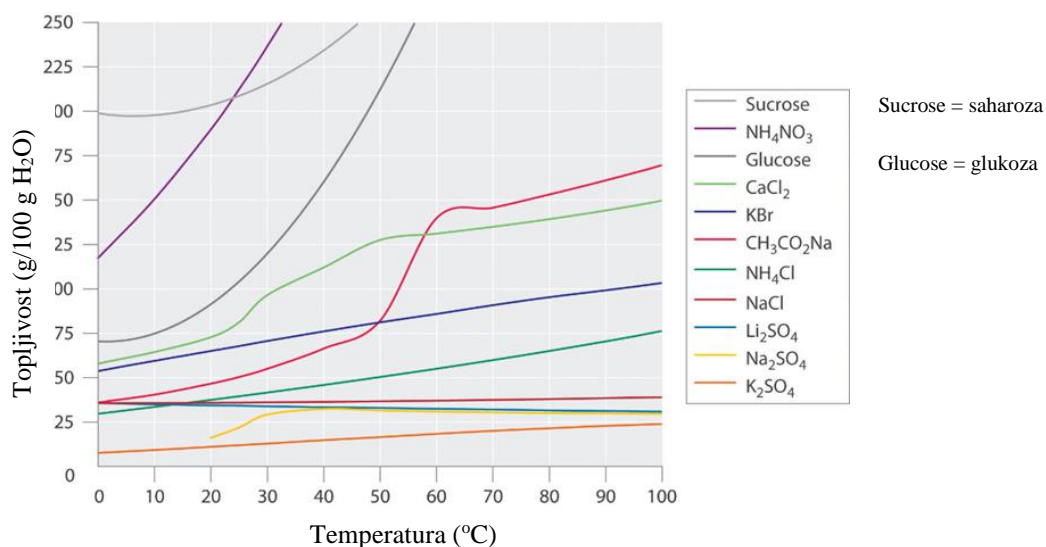
A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions or final thoughts.

#### 4.3.4. Otopine

Otopine su homogene smjese čistih tvari sastavljene od komponenti. Komponenta koja se u otopini nalazi u većoj količini od ostalih komponenata je otapalo, a ostale su komponente otopljene (čvrste, tekuće ili plinovite) tvari. Miješanjem čvrste tvari s tekućinom nastaje otopina čvrstih tvari pri čemu vrijedi pravilo, iako ima izuzetaka, da se neka tvar otapa u otapalu koje je kemijski slično toj tvari („slično se otapa u sličnome“). Nepolarne tvari, ulja i masti otapaju se u nepolarnim, hidrofobnim otapalima poput benzina, ugljik-tetraklorida, ugljikovog disulfida i drugih. Polarne se tvari otapaju u polarnoj tekućini – vodi.

Pri otapanju tekućina u tekućinama možemo razlikovati tri slučaja: tekućina se potpuno miješa s drugom tekućinom (alkohol i voda), tekućine se djelomično miješaju (eter i voda) i tekućina se ne miješa s drugom tekućinom (nitrobenzen i voda, ulje i voda).

Topljivost čvrste tvari u otapalu ovisi o temperaturi, a prikazuje se dijagramom topljivosti (slika 4.15.). Većinom se topljivost čvrste tvari u vodi povećava s porastom temperature – proces je endoterman, temperatura se otopine smanjuje (toplina se veže). No tijekom otapanja čvrste tvari u vodi temperatura otopine može rasti (toplina se oslobađa), proces je egzoterman – topljivost tvari opada porastom temperature.



Slika 4.15. Dijagram topljivosti nekih krutina u vodi.

S obzirom na količinu otopljene tvari u otopini, razlikujemo nezasićene, zasićene i prezasićene otopine. Otopina u kojoj se pri danoj temperaturi može otopiti još topljive tvari naziva se nezasićena otopina. Zasićena je otopina ona koja sadrži najveću moguću masu otopljene tvari pri određenoj temperaturi. Hlađenjem, iz takve otopine kristalizira suvišak tvari. Prezasićena je ona otopina koja sadrži više otopljene tvari nego što se pri toj temperaturi može otopiti. Može se pripremiti samo od nekih soli, otapanjem na višoj temperaturi, a zatim laganim hlađenjem te otopine. Ova je otopina nestabilna jer na nižoj temperaturi ima više otopljene tvari od njezine topljivosti pri toj temperaturi. Dodavanjem kristalića ili potresanjem dolazi do kristalizacije.

Koncentracija je skupni naziv za veličine koje određuju sastav neke otopine.

Množinska koncentracija,  $c(x)$  otopljene tvari iskazuje se omjerom količine (množine) otopljene tvari,  $n(x)$  i volumena otopine.

$$c(x) = \frac{n(x)}{V(\text{otopina})}$$

SI jedinica za množinsku koncentraciju je mol/m<sup>3</sup>, ali najčešće je u uporabi mol/dm<sup>3</sup> i mmol/cm<sup>3</sup>.

Masena koncentracija  $\gamma(x)$  otopljene tvari iskazuje se omjerom mase otopljene tvari,  $m(x)$  i volumena otopine.

$$\gamma(x) = \frac{m(x)}{V(\text{otopina})}$$

SI-jedinica za masenu koncentraciju je kg/m<sup>3</sup>, ali se u laboratoriju najčešće izražava g/dm<sup>3</sup> (g/L).

Otopina zadane koncentracije često se priprema u odmjernoj tikvici na način da se najprije odvaže zadana količina tvari, a potom otopi u nešto manjem volumenu otapala. Kada je tvar otopljena dopuni se otapalom do zadanoga volumena.

## **Pokus 15. Ispitivanje topljivosti tvari**

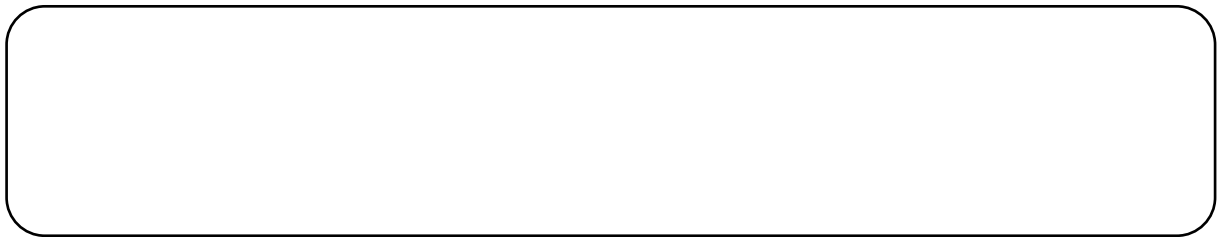
### Pribor i kemikalije:

Stalak za epruvete, četiri epruvete, žlice, kuhinjska sol, svinjska mast, ulje, voda, ugljikov-tetraklorid ili benzin.

### Postupak:

U prvu epruvetu stavite pola žličice kuhinjske soli, u sljedeće dvije epruvete stavite po jednu žlicu svinjske masti, a u četvrtu epruvetu ulijte 1-2 mililitra ulja. Protresite sadržaj epruveta. U prve dvije epruvete dodajte 1-2 mililitra vode pa protresite sadržaje obje epruvete. U treću i četvrtu epruvetu, na uzorke svinjske masti i ulja, dodajte ugljikov-tetraklorid ili benzin (ovisno o raspoloživosti). Protresite sadržaj epruveta. Ostavite epruvete stajati u stalku za epruvete nekoliko minuta.

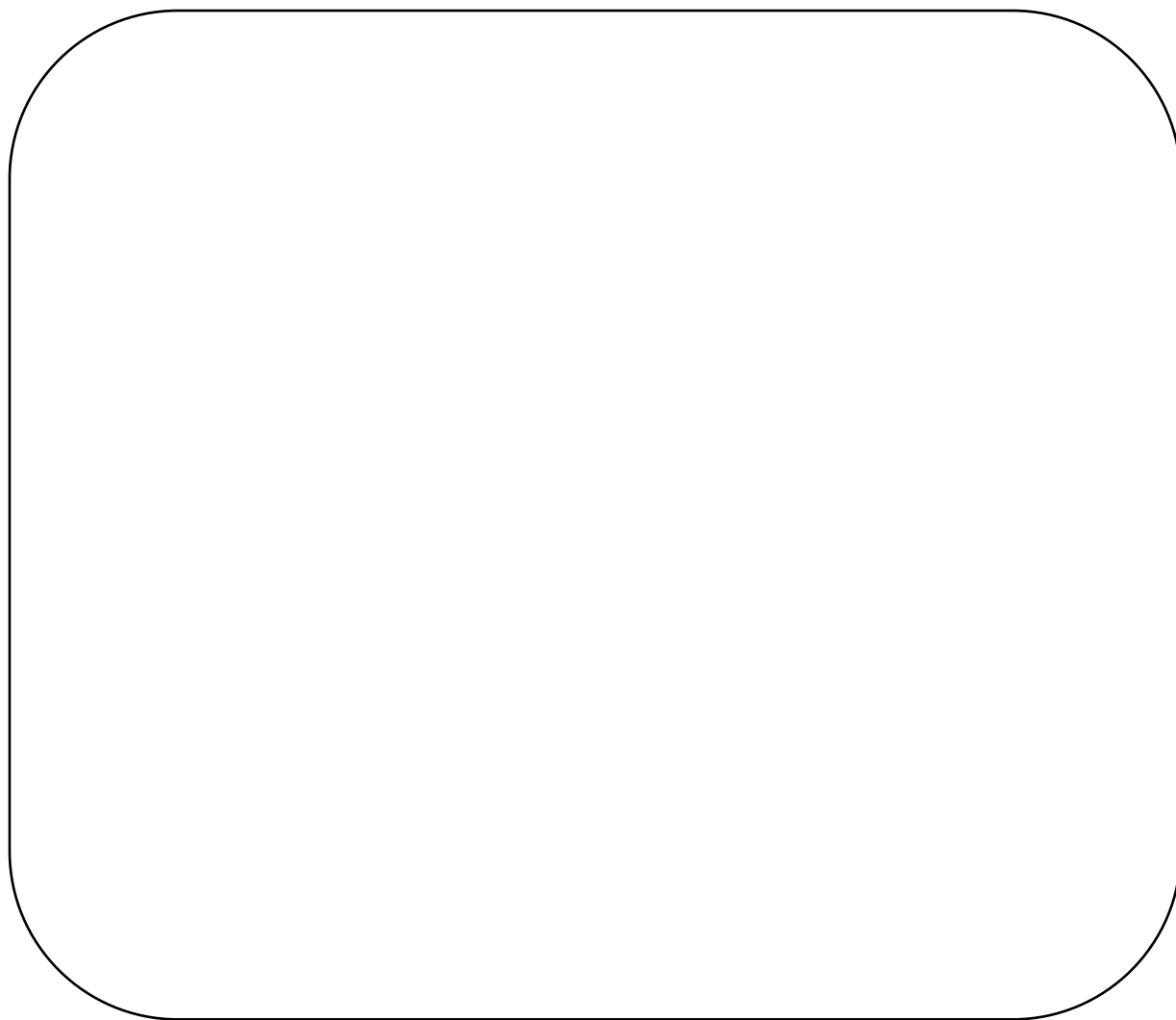
### Ciljevi pokusa:



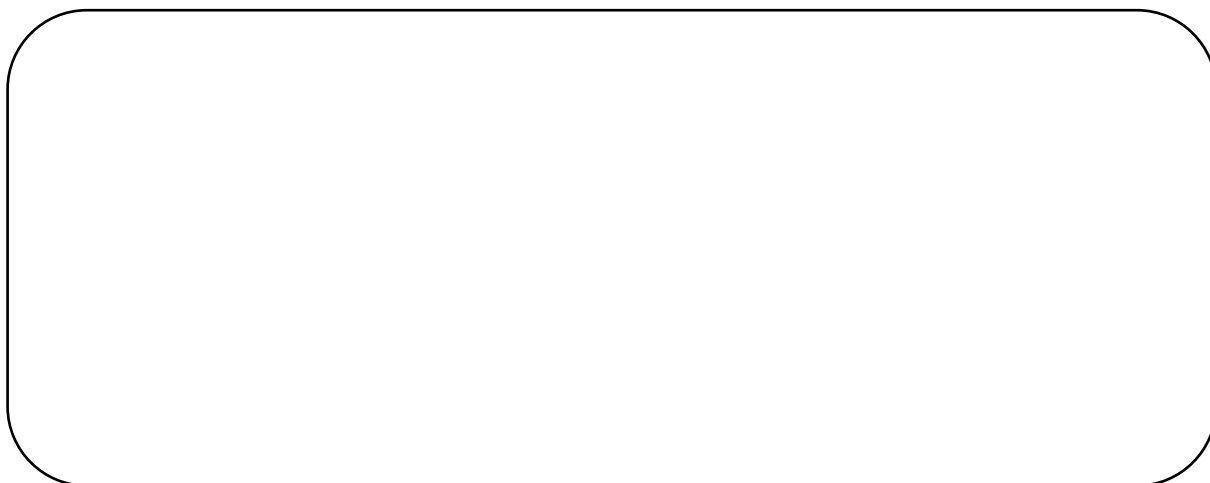
### Shema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions.



## **Pokus 16. Priprema otopine natrijeva karbonata**

### Pribor i kemikalije:

Odmjerna tikvica od 100 mL sa staklenim čepom, vaga, posudica za vaganje, lijevak, žlica, kapaljka,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , destilirana voda.

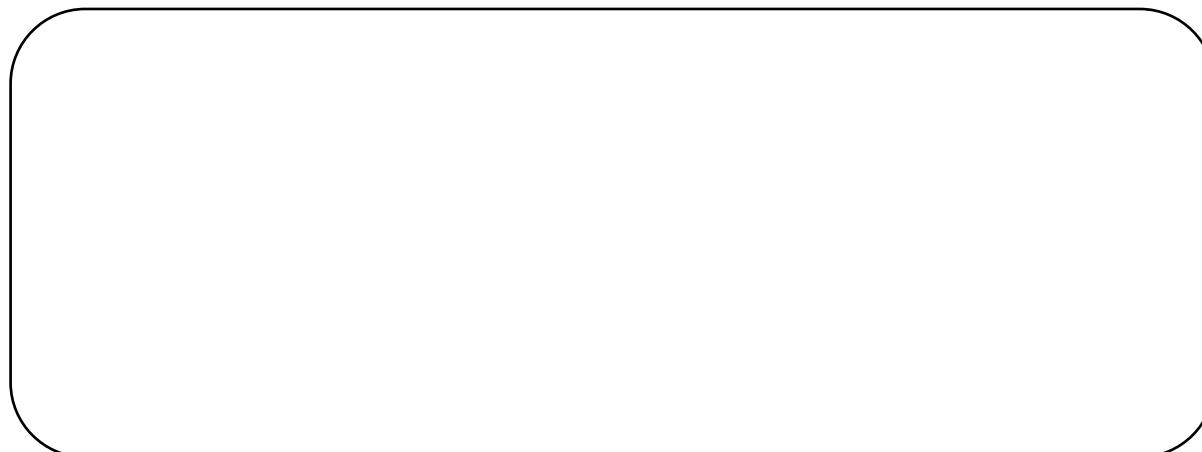
### Postupak:

Izvažite 0,2 g natrijeva karbonata. Na odmjernu tikvicu od 100 mL stavite lijevak i u tikvicu sipajte natrijev karbonat. Izračunajte množinu natrijeva karbonata. Lijevak isperite vodom prikupljajući otopinu u odmjernu tikvicu od 100 mL. Dodajte destiliranu vodu do pola volumena, tikvicu začepite i sadržaj dobro izmiješajte višestrukim preokretanjem odmjerne tikvice. Potom dodajte još destilirane vode tako da volumen otopine bude nešto ispod oznake na odmjernoj tikvici. Ponovite postupak miješanja otopine preokretanjem tikvice. Kapaljkom dodajte destiliranu vodu do oznake te provjerite još jednom položaj meniskusa. Izračunajte koncentraciju natrijeva karbonata.

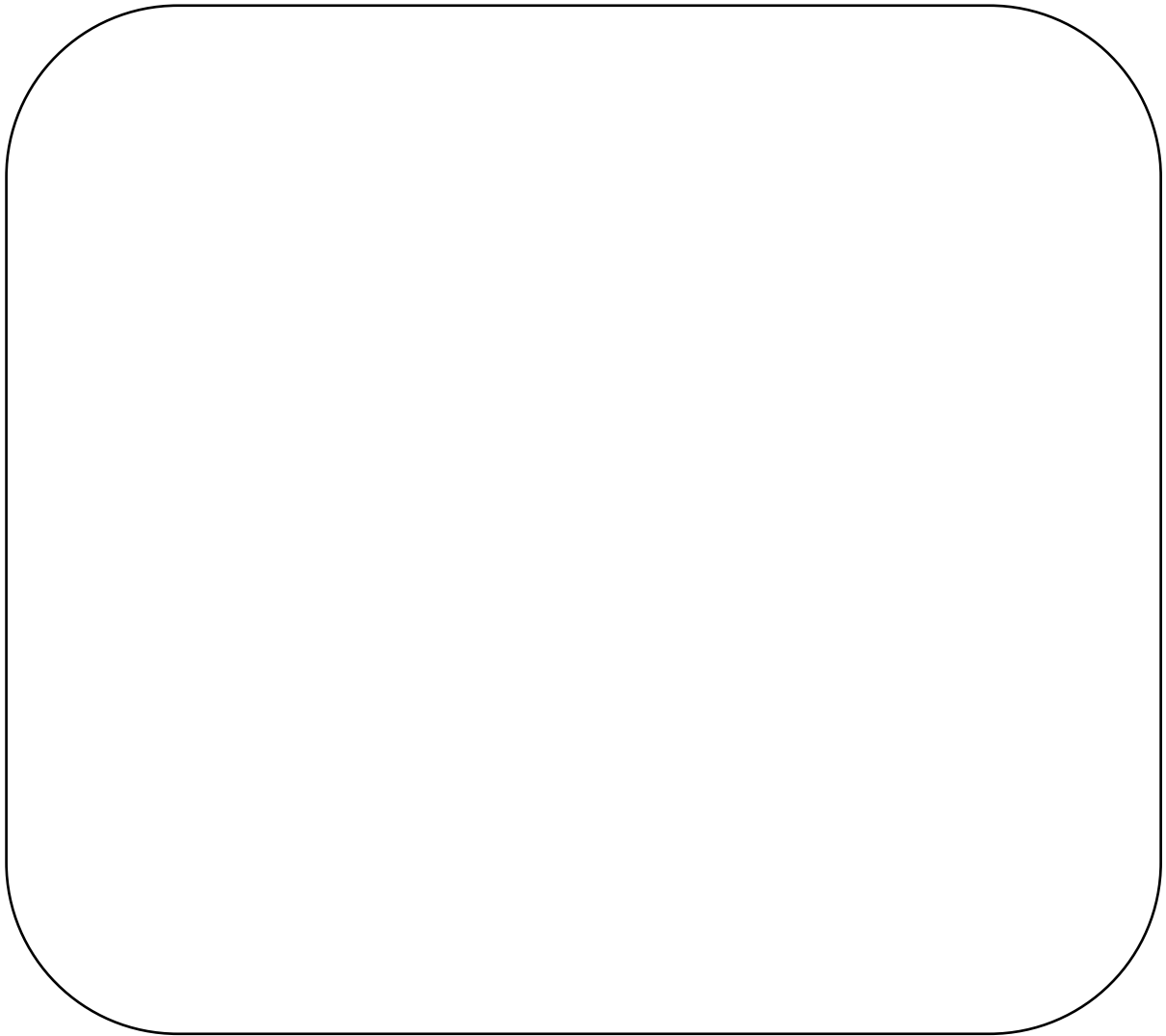
### Ciljevi pokusa:



### Schema:



Ekspirementalni podatci:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for recording experimental data.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for recording the conclusion of the experiment.

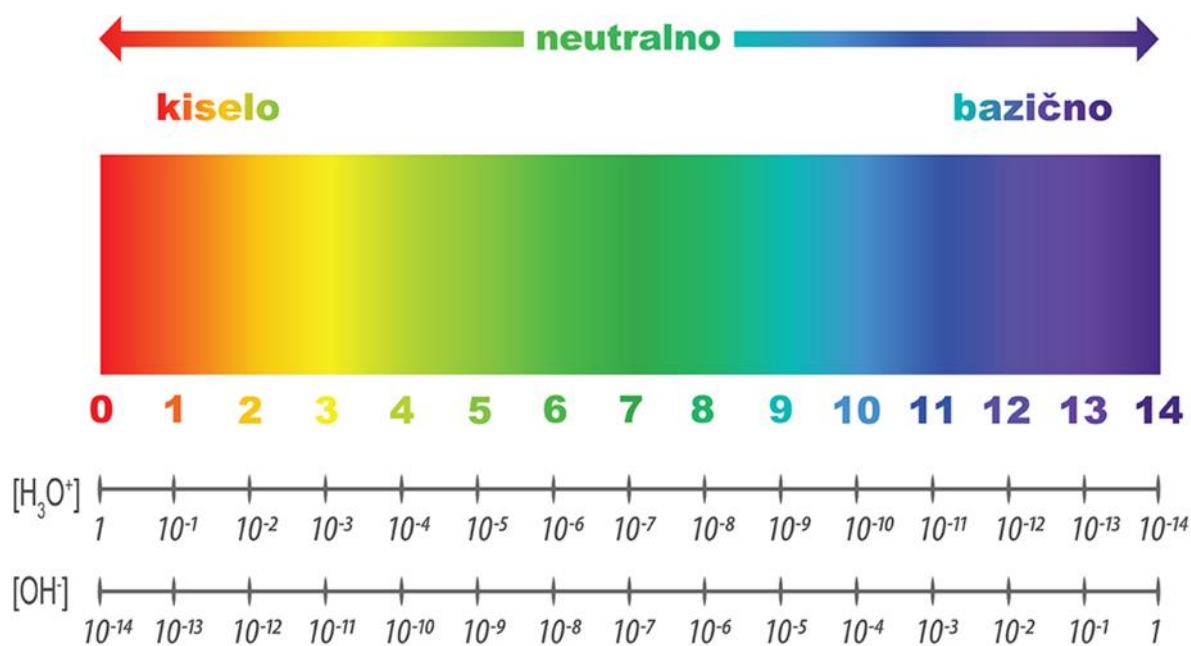
### 4.3.5. Kiseline i baze

Prema Arrheniusu, spojeve koji disocijacijom u vodenim otopinama daju oksonijev ion,  $\text{H}_3\text{O}^+$  nazivamo kiselinama, a spojeve koji disocijacijom u vodenim otopinama daju hidroksidni ion,  $\text{OH}^-$  nazivamo bazama. Kiseline su spojevi karakteristični za nemetale, a hidroksidi su karakteristični za metale. Otopine baza imaju lužnat okus, pokazuju lužnatu reakciju pa ih nazivamo lužinama. Obzirom na to jesu li kiseline u vodenim otopinama jako ili slabo disocirane, razlikujemo jake kiseline poput sulfatne, nitratne, klorovodične te slabe kiseline: fosfatnu, octenu, limunsku, cijanovodičnu i druge kiseline.

Kisele su otopine u kojima je koncentracija  $\text{H}^+$  iona veća o koncentracije  $\text{OH}^-$  iona [ $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ], a lužnate su otopine u kojima je koncentracija  $\text{H}^+$  iona manja od koncentracije  $\text{OH}^-$  iona [ $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$ ]. Otopina je neutralna kada su u njoj jednake množinske koncentracije  $\text{H}^+$  i  $\text{OH}^-$  iona i iznose  $10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ . Koncentracija  $\text{H}^+$  izražava se vodikovim eksponentom pH,

$$\text{pH} = -\log ([\text{H}^+]/\text{mol dm}^{-3}).$$

pH vrijednost predstavlja mjeru kiselosti ili lužnatosti neke tvari, a iskazuje se pH skalom u rasponu od 1 do 14. Neutralna je ona otopina (npr. destilirana voda) koja ima  $\text{pH} = 7$ . Ukoliko je  $\text{pH} > 7$ , otopina je lužnata te se povećanjem vrijednosti do 14 pojačava jakost lužine. Otopina je kisela kada je  $\text{pH} < 7$ , a kiselost raste što je pH vrijednost manja (slika 4.16.).



Slika 4.16. Skala pH vrijednosti.

Kiselost i lužnatost otopine ispituje se indikatorima, tvarima koje promjenom boje ukazuju na prisutnost drugih tvari. U laboratorijima se upotrebljava univerzalni indikator koji promjenom boje ukazuje na kiselost, lužnatost ili neutralnost otopine. Uranjanjem univerzalnoga indikator papira u otopinu, obojenje papira uspoređujemo s bojom na priloženoj tablici.

Najpoznatiji je indikator kiselina i lužina lakmus. U kiselim otopinama plavi lakmus pokazuje crvenu boju, a u lužnatim otopinama crveni lakmus pokazuje plavu boju. Indikatori su i fenolftalein i metiloranž. Metiloranž u kiselim otopinama pokazuje crvenu boju, a u lužnatim žutu boju. Fenolftalein je bezbojan u kiselim otopinama, a u lužnatim otopinama je ljubičast (slika 4.17).



Slika 4.17. Karakteristične boje metiloranža i fenolftaleina i u kiselim i lužnatim otopinama.

Indikatori su kiselina i lužina i neke prirodne tvari, npr. sok crvenog kupusa. Sok crvenog kupusa u kiselim otopinama pokazuje crvenu, u neutralnim ljubičastu, u lužnatim zelenu, a u jako lužnatim otopinama žutu boju. Koristeći crveni kupus kao indikator približna vrijednost pH otopina može se odrediti na temelju skale boja (slika 4.18.).



Slika 4.18. Promjena boje otopine soka crvenog kupusa ovisno o pH otopine.

Koncentrirane kiseline i lužine nagrizažu kožu pa pri radu s njima obavezno treba nositi zaštitne rukavice i naočale. Npr. u građevinarstvu se koristi kalcijev hidroksid (gašeno vapno) koji s pijeskom i vodom čini smjesu za zidanje i žbukanje. Otopina kalcijevog hidroksida u vodi jaka je lužina i jako nagriza kožu zbog čega zidari pri radu koriste zaštitne rukavice. U domaćinstvima se koriste sredstva za razgradnju masti, čišćenje pećnica: petpostotna do

desetpostotna otopina natrijeva hidroksida. Kiseline također imaju široku primjenu u svakodnevnom životu. Najčešće se koriste razrijeđena octena (etanska) kiselina kao začini jelima ili konzervansi za povrće, limunska kiselina, a za otapanje kamenca koristi se razrijeđena devetpostotna i devetnaestpostotna klorovodična (solna) kiselina.

Ukoliko je potrebno koncentriranu kiselinu razrijediti, razrjeđivanje se provodi tako da se u odmjernu tikvicu najprije ulije destilirana voda pa se pažljivo ulije odmjereni, izračunati volumen koncentrirane kiseline. Tijekom dodavanja kiseline treba lagano promiješati sadržaj odmjerne tikvice. Nakon dodatka kiseline treba pričekati da se sadržaj tikvice ohladi na sobnu temperaturu pa dopuniti destiliranom vodom do oznake na odmjernoj tikvici. Nikada se ne dodaje voda u koncentriranu kiselinu (VUK).

## **Pokus 17. Ispitivanje kiselosti i lužnatosti otopina**

### Pribor i kemikalije:

Šest laboratorijskih čaša od 100 mL, žličice, otopine fenolftaleina i metiloranža, crveni i plavi lakmusov papir, univerzalni indikator papir, limunov sok, ocat, kuhinjska sol, soda bikarbona, deterdžent, vodovodna voda.

### Postupak:


Čaše označite natpisima: limunov sok, ocat, otopina soli, otopina sode bikarbone, otopina deterdženta, vodovodna voda. U čaše ulijte do 1/3 vodovodnu vodu pa dodajte: u prvu čašu sok od pola limuna, u drugu čašu tri žlice octa, u treću tri žlice soli, u četvrtu tri žlice sode bikarbone, u petu tri žlice deterdženta. U svim čašama otopine dobro promiješajte te pazite da se sol, soda bikarbona i deterdžent potpuno otope.

Nekoliko mililitara svake otopine odlijte u druge čaše u kojima ćete ispitati kiselost i lužnatost otopina različitim indikatorima.

U otopinu limunovog soka i otopinu octa uronite plavi lakmusov papir, a u otopinu deterdženta i otopinu sode bikarbone uronite crveni lakmusov papir. Nakon toga, u otopinu limunovog soka, otopinu octa te u otopinu soli dodajte 1-2 kapi metiloranža. U otopinu deterdženta, otopinu sode bikarbone i u vodovodnu vodu dodajte 1-2 kapi fenolftaleina.

Univerzalnim indikatorskim papirom ispitajte kiselost/lužnatost otopina u početnim otopinama.

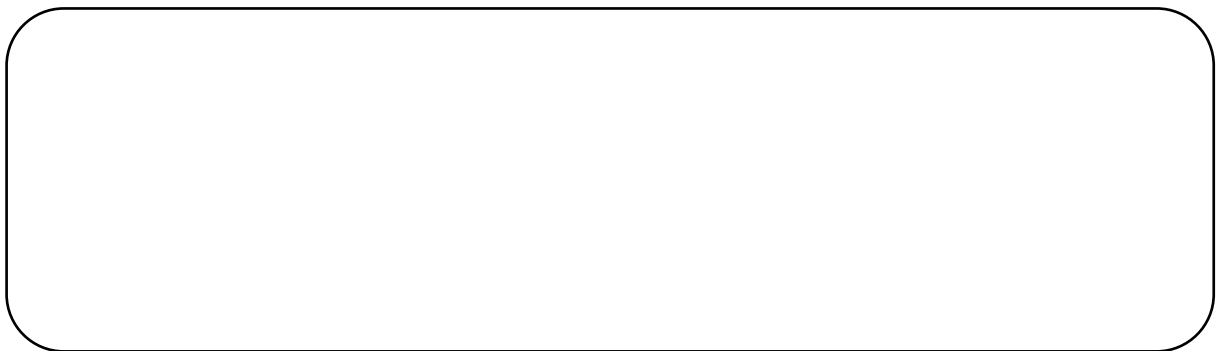
### Ciljevi pokusa:




Shema:



Opažanje:



Zaključak:



## **Pokus 18. Crveni kupus kao univerzalni prirodni indikator**

### Pribor i kemikalije:

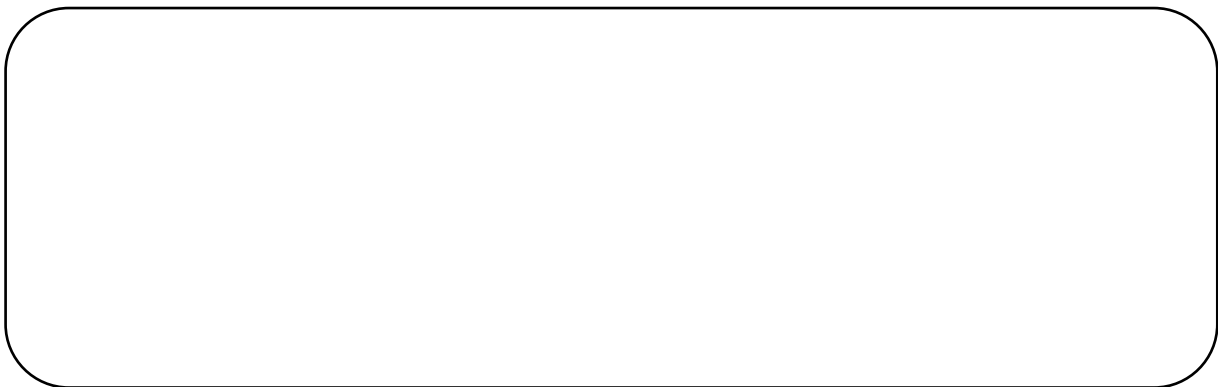
Dvije staklene čaše od 250 mL, žlice, nož, daska za rezanje, gaza ili cjediljka, šest staklenih čaša od 100 mL, kupus, limunov sok, ocat, kuhinjska sol, soda bikarbona, deterdžent, vodovodna i destilirana voda.

### Postupak:

Narežite pola crvenog kupusa na male komadiće. Ulijte u čašu od 250 mL oko 150 mL destilirane vode i ubacite narezani kupus. Promiješajte žlicom i pustite da odstoji pola sata. Smjesu kupusa i vode procijedite kroz gazu ili cjediljku u drugu čašu od 250 mL.

U prvu čašu od 100 mL ulijte oko 5 ml alkoholnog octa, u drugu istu količinu vodovodne vode, u treću 5 ml limunovog soka. U četvrtoj čaši pripremite otopinu kuhinjske soli tako da u 5 ml vode otopite na vrhu žličice soli. Na isti način napravite i otopinu sode bikarbone u petoj čaši. U šestu čašu ulijte oko 5 ml otopine deterdženta. U svaku čašu dodajte jednu veliku žlicu bistre otopine crvenog kupusa.

### Ciljevi pokusa:

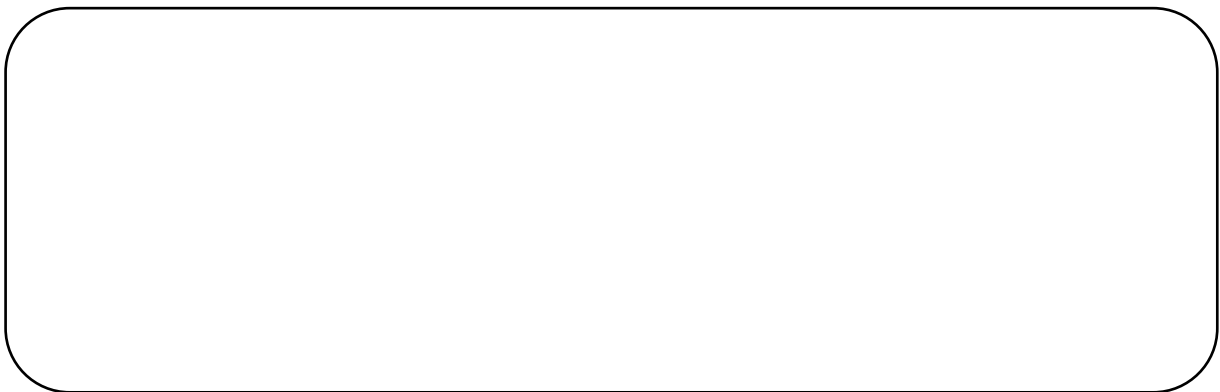




Shema:



Opažanje:



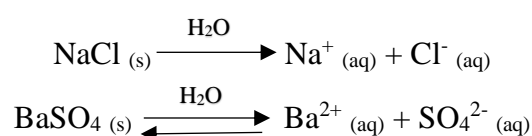
Zaključak:



### 4.3.6. Soli

Soli su ionski spojevi građeni od kationa metala (npr.  $\text{Na}^+$ ) i aniona nemetala (npr.  $\text{Cl}^-$ ) ili kiselinog ostatka (npr.  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Sustavna imena soli tvorimo tako da prvo imenujemo kation metala u obliku posvojnog pridjeva, a zatim imenujemo anion. Primjerice, natrijev klorid –  $\text{NaCl}$ , kalcijev karbonat –  $\text{CaCO}_3$ , kalcijev fosfat –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  itd. Zbog raznovrsne uporabe mnoge soli imaju trivijalna imena, primjerice: kuhinjska sol –  $\text{NaCl}$ , vapnenac –  $\text{CaCO}_3$ , soda bikarbona –  $\text{NaHCO}_3$ , modra galica –  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  i druge. Većina soli dobro su topljive u vodi. Topljivost soli u vodi prikazuje se dijagramom topljivosti (slika 4.15.).

Otapanjem u vodi, dolazi do disocijacije soli na metalne katione i nemetalne anione ili kiselinog ostatka, na način prikazan u sljedećim jednačinama:

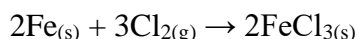
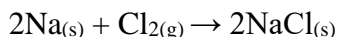


Vodena otopina soli je elektrolit, provodi električnu struju.

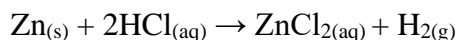
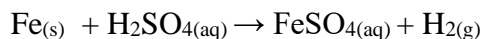
Sol koja sadrži molekule vode uklopljene u kristalnu rešetku nazivamo hidratnom soli, poput modre galice ( $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ).

Soli možemo dobiti na različite načine:

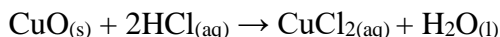
a) izravnom sintezom iz elemenata (metal + nemetal  $\rightarrow$  sol)



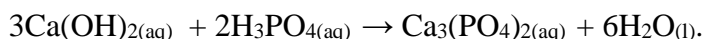
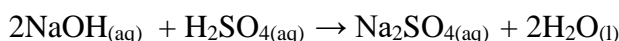
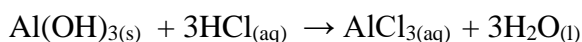
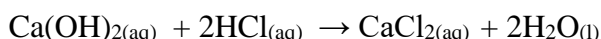
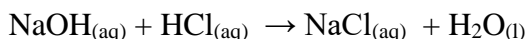
b) reakcijom metala i kiseline (metal + kiselina  $\rightarrow$  sol + vodik)



c) reakcijom metalnog oksida i kiseline (metalni oksid + kiselina  $\rightarrow$  sol + voda)



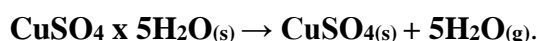
d) reakcijom neutralizacije (kiselina + lužina  $\rightarrow$  sol + voda), primjerice:



Natrijev klorid, NaCl, odnosno kuhinjska sol, nalazi se u prirodi u podzemnim naslagama iz kojih se dobiva njihovim otapanjem u vodi (u Tuzli), ili rudarenjem podzemnih naslaga. U prirodi se također nalazi u slanim jezerima te u moru. U morskim solanama sol se dobiva prirodnim isparavanjem morske vode u plitkim bazenima, npr. u Stonu. U laboratoriju, miješanjem otopina natrijeva hidroksida i klorovodične kiseline u određenom omjeru, otopine se međusobno neutraliziraju pa nastaje otopina natrijeva klorida koja ima pH = 7. No uslijed djelovanja kloridnih iona i uz prisustvo kisika iz zraka, otopina natrijeva klorida može djelovati korozivno. Primjena natrijevog klorida značajna je u kemijskoj industriji gdje se koristi kao polazna sirovina za proizvodnju mnogih spojeva. Najznačajnija je primjena kuhinjske soli u prehrani i u medicini gdje se koristi vodena otopina natrijevog klorida – fiziološka otopina, w(NaCl) = 0,9 %, za infuziju. Za prehranu ljudi kuhinjska se sol mora jodirati s kalijevim jodidom, KI, jer nedostatak joda u prehrani uzrokuje gušavost i zaostajanje u umnom razvoju.

Kalcijev karbonat, CaCO<sub>3</sub>, vapnenac, u prirodi je vrlo rasprostranjen u oblicima vapnenca, krede i mramora. Vapnenac je sedimentna stijena nastala taloženjem kućica i skeleta izumrlih morskih životinja. Kalcijev karbonat netopljiv je u čistoj vodi, a polako se otapa u vodi koja sadrži ugljikov (IV) oksid. Prolaskom kroz atmosferu, kišne kapi otapaju ugljikov (IV) oksid iz zraka. Takva voda prolaskom kroz tlo otapa kalcijev karbonat te nastaje kalcijev hidrogenkarbonat, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Vodovodna voda u našim domovima također sadrži otopljen kalcijev hidrogenkarbonat. Pri zagrijavanju ili kuhanju vodovodne vode otopljen kalcijev hidrogenkarbonat se raspada te se na električnim grijačima izlučuje kalcijev karbonat (kamen kotlova), slab vodič toplote koji uzrokuje slabo hlađenje grijača perilica, bojlera i drugih uređaja i u konačnici njihovo pregaranje.

Najpoznatija i najvažnija sol bakra je bakrov (II) sulfat pentahidrat, CuSO<sub>4</sub> x 5H<sub>2</sub>O, modra galica. Bakrov (II) sulfat otrovan je za niže organizme, stoga se upotrebljava u vinogradarstvu kao fungicid i insekticid. Kristalizira iz vodene otopine u velikim modrim kristalima pentahidrata. Njegovim zagrijavanjem nastaje bezvodan bijeli bakrov (II) sulfat, CuSO<sub>4</sub>, (slika 4.19) prema jednadžbi:



Slika 4.19. Zagrijavanje kristala modre galice.

Bezvodan bijeli bakrov (II) sulfat, CuSO<sub>4</sub> reagens je za dokazivanje vode jer na sebe lako veže vodu pri čemu postaje modar.

## **Pokus 19. Sastav soli – bakrov (II) sulfat pentahidrat**

### Pribor i kemikalije:

Suha epruveta, željezni stativ, stezaljke, plamenik, šibice, kristalići modre galice, žličica.

### Postupak:

U suhu epruvetu stavite malo smrvljenih kristalića modre galice. Pričvrstite epruvetu za stativ tako da bude gotovo u vodoravnom položaju. Zagrijavajte sadržaj epruvete i promatrajte što se događa s modrom galicom. Kada uočite promjene prestanite sa zagrijavanjem. Nakon što se epruveta ohladi, pažljivo ju okrenite u okomiti položaj s otvorom okrenutim prema gore.

### Ciljevi pokusa:



### Schema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes under the heading 'Opažanje:'. The box is vertically oriented and occupies most of the page's width and a significant portion of its height.

Zaključak:

A second large, empty rounded rectangular box, identical in style to the one above, with a thin black border. It is positioned below the 'Zaključak:' heading and is also vertically oriented, providing space for concluding remarks.

## **Pokus 20. Reakcije metala s razrijeđenom H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i razrijeđenom HCl**

### Pribor i kemikalije:

Stalak za epruvete, dvije epruvete, kapaljke, predmetno stakalce, dvije menzure od 10 mL, drvena hvataljka, plamenik, šibice, 5 %-tna H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 5 %-tna HCl, granule cinka, strugotine željeza.

### Postupak:

- a) U jednu epruvetu stavite granulu cinka, a u drugu strugotine željeza. U svaku epruvetu dokapajte 2 mL 5 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Zabilježite opažanja. Na predmetnom stakalcu uparite dvije kapi nastale otopine iz jedne epruvete.
- b) U jednu epruvetu stavite granulu cinka, a u drugu strugotine željeza. U svaku epruvetu dokapajte 2 mL 5 % HCl. Zabilježite opažanja. Na predmetnom stakalcu uparite dvije kapi nastale otopine iz jedne epruvete.

### Ciljevi pokusa:

### Shema aparature:

Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions.

## **Pokus 21. Neutralizacija**

### Pribor i kemikalije:

Čaša od 100 mL, stakleni štapić, kapaljke, dvije menzure od 10 mL, 5 %-tni NaOH, 5 %-tna HCl, fenolftalein, predmetno stakalce, hvataljka, plamenik, šibice.

### Postupak:

U čašu od 100 mL ulijte 3 mL NaOH i dokapajte nekoliko kapi fenolftaleina. Natrijevoj lužini dokapavajte 3 mL HCl-a uz stalno miješanje staklenim štapićem sve dok ne uočite promjenu. Nekoliko kapi otopine stavite na predmetno stakalce i zagrijavajte dok ne ispari sva voda.

### Ciljevi pokusa:

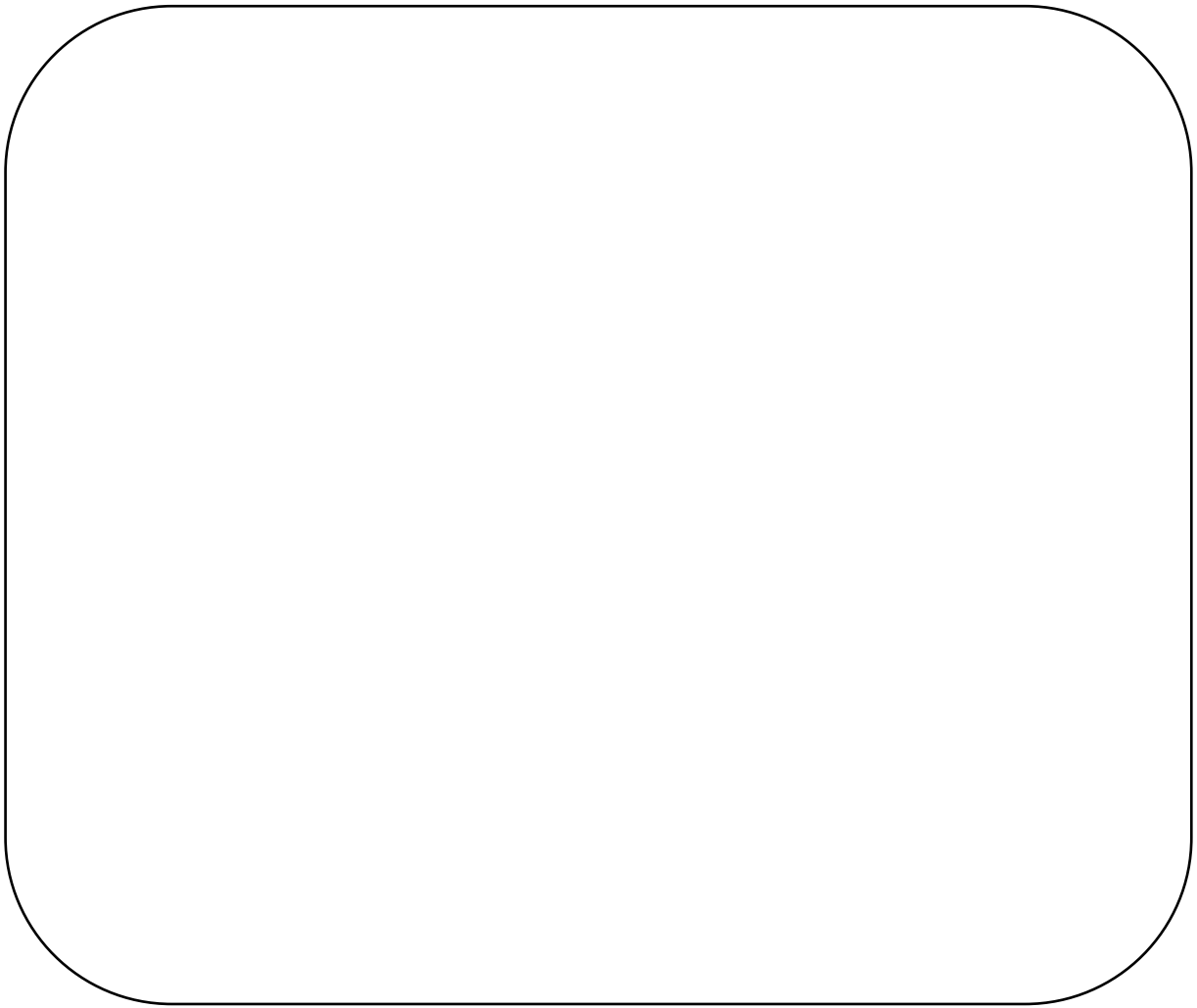


### Schema aparature:





Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes or observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for drawing conclusions or summarizing findings.

#### 4.3.7. Oksidi

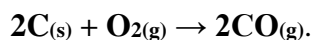
Oksidi su kemijski spojevi kisika s drugim elementima, a grade ih svi elementi osim plemenitih plinova: helija, neona, argona i kriptona.

S obzirom na kiselo-bazne karakteristike oksida razlikujemo:

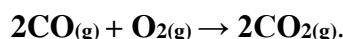
- kisele okside – u vodenim otopinama daju kiselu reakciju, otapaju se u lužinama ili ih izravno neutraliziraju ( $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ )
- bazne okside – u vodenim otopinama daju lužnatu reakciju, otapaju se u kiselinama ili ih izravno neutraliziraju ( $\text{CaO}$ )
- amfoterne okside – ovisno o uvjetima, mogu se otapati u kiselinama i u lužinama te mogu neutralizirati i kiseline i lužine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
- neutralne okside – ne reagiraju s vodom, ne otapaju se u kiselinama niti u lužinama niti ih neutraliziraju ( $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ).

Ugljikov (II) oksid,  $\text{CO}$  je plin bez boje i mirisa. Otrovan je, vezanjem na hemoglobin u eritrocitima onemogućava normalnu funkciju hemoglobina, odnosno, prijenos kisika do stanica. Prvi je znak trovanja ugljikovim monoksidom glavobolja. Trovanje ugljikovim (II) oksidom može biti uzrokovano nakupljanjem plina zbog neispravnog dimnjaka, iz automobila u zatvorenim garažama.

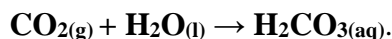
Ugljikov (II) oksid nastaje gorenjem ugljika uz nedovoljan pristup zraka, a reakciju prikazujemo jednadžbom:



Gorenjem ugljikova (II) oksida nastaje ugljikov (IV) oksid prema jednadžbi:



Ugljikov (IV) oksid,  $\text{CO}_2$  plin je bez boje i mirisa, teži je od zraka, ne gori i ne podržava gorenje. Za razliku od ugljikova (II) oksida, ugljikov (IV) oksid nije otrovan. Topljiv je u vodi, a vodena otopina reagira kiselo:



U laboratoriju nastaje reakcijom octene kiseline i sode bikarbone (natrijevog hidrogenkarbonata):



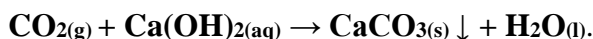
Industrijski, ugljikov (IV) oksid dobiva se:

- raspadom kalcijeva karbonata:  $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$
- alkoholnim vrenjem:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_{2(g)}$  te se nakuplja u podrumima u kojima vrije mošt. Radi utvrđivanja prisutnosti ugljikova (IV) oksida u podrumu, u njega se ulazi sa

upaljenom svijećom. Ukoliko se svijeća ugasi, podrum treba dobro provjetriti prije ulaska čovjeka.

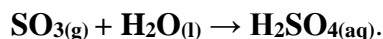
U prirodi nastaje procesom staničnog disanja životinja, a troši se procesom fotosinteze pa je njegova koncentracija u atmosferi stalna  $w(\text{CO}_2, \text{zrak}) = 0,04\%$ .

Prisutnost ugljikova (IV) oksida možemo dokazati bistrom kalcijevom lužinom – vapnenom vodom. Uvođenjem ugljikova (IV) oksida u vapnenu vodu, otopina se zamuti zbog nastanka kalcijeva karbonata koji se istaloži. Reakciju prikazujemo jednadžbom:



Ugljikov (IV) oksid se upotrebljava za proizvodnju mineralne vode, osvježavajućih pića, u aparatima za gašenje (zapaljenih tekućina) požara.

Spaljivanjem fosilnih goriva i erupcijama vulkana u atmosferu se ispuštaju velike količine sumporovog (IV) oksida. U atmosferi se sumporov (IV) oksid oksidira u sumporov (VI) oksid, a njegovom reakcijom s vodenom parom nastaje sumporna kiselina:



Kiša iz atmosfere ispire sumporov (IV) oksid i sumpornu kiselinu, a rezultat procesa nastanak je kisele kiše. Za razliku od kišnice, koja sadrži otopljen ugljikov (IV) oksid i ima pH približno 5,5, kisele kiše imaju  $\text{pH} = 4$ , ili manje. Kisele kiše oštećuju građevine i spomenike, izgrađene od vapnenca i mramora, kao i vegetaciju. Uslijed kiselih kiša dolazi do zakiseljavanja tla u šumama koje rezultira promjenom mikroflora na korijenju biljaka, gubitkom hranjivih soli i u konačnici propadanjem šuma.

## **Pokus 22. Dobivanje ugljikovog (IV) oksida i ispitivanje njegovih svojstava**

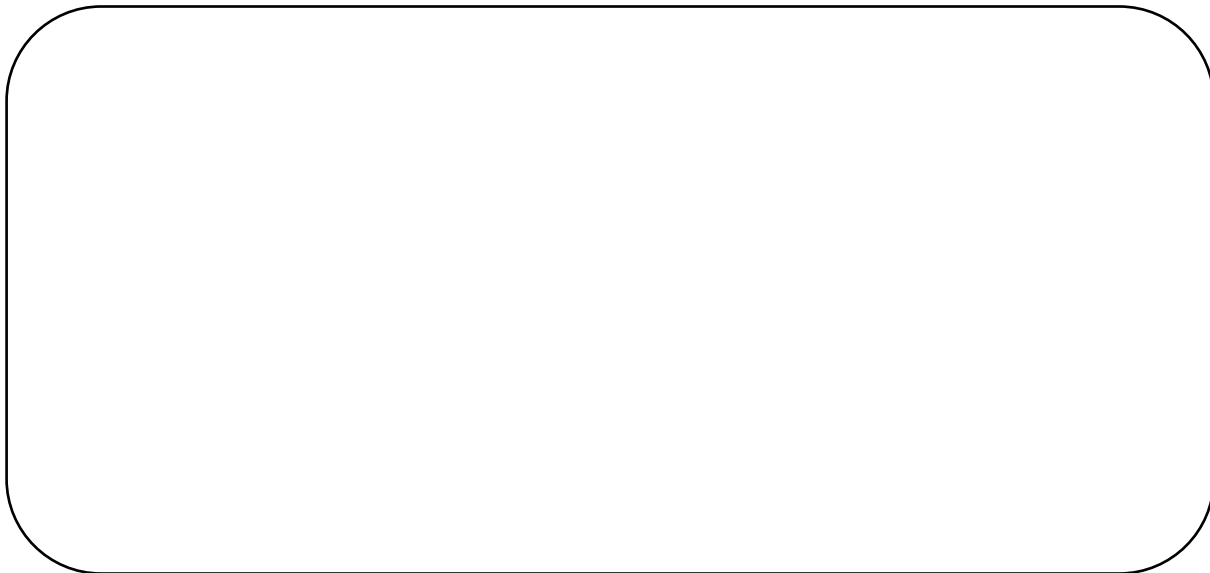
### Pribor i kemikalije:

Laboratorijska čaša od 250 mL i tri čaše od 100 mL, lijevak, menzura od 100 mL, kapaljka, slamka, žlica, svijeća, šibice, soda bikarbona, ocat, vapnena voda, mineralna voda.

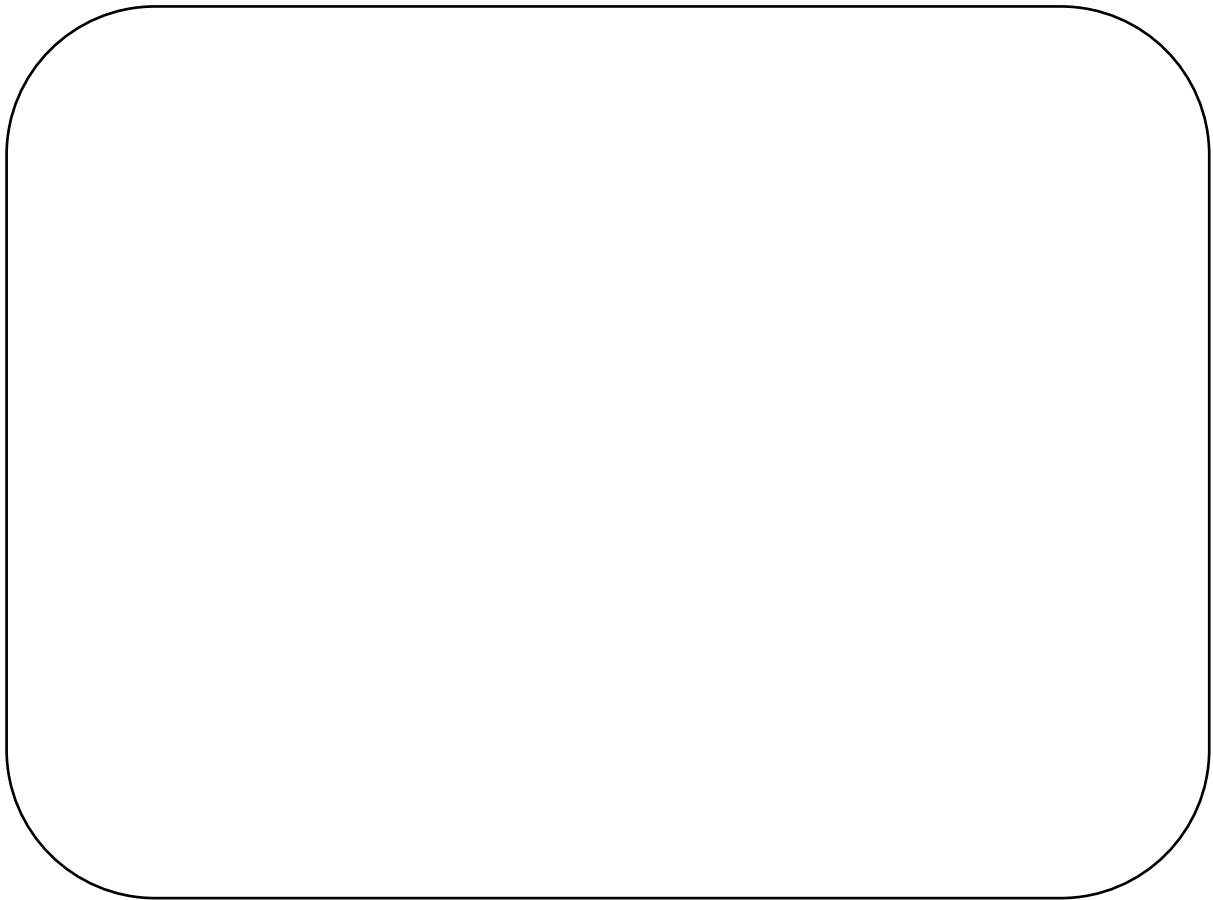
### Postupak:

- a) Na dno čaše pričvrstite svijeću i zapalite ju. U drugu čašu stavite tri žlice sode bikarbone i dolijte 50 mL octa. Čašu s octom i sodom bikarbonom prinesite otvoru čaše u kojoj se nalazi zapaljena svijeća. Kao da prelijevate sadržaj iz druge čaše u čašu sa svijećom, oprezno nagnite drugu čašu, pazeći da tekućina zaostane u čaši.
- b) Ulijte u jednu čašu malo mineralne vode i kapaljkom dodajte nekoliko kapi vapnene vode.
- c) U drugu čašu ulijte malo vapnene vode. U nju uronite slamku i upuhajte zrak.

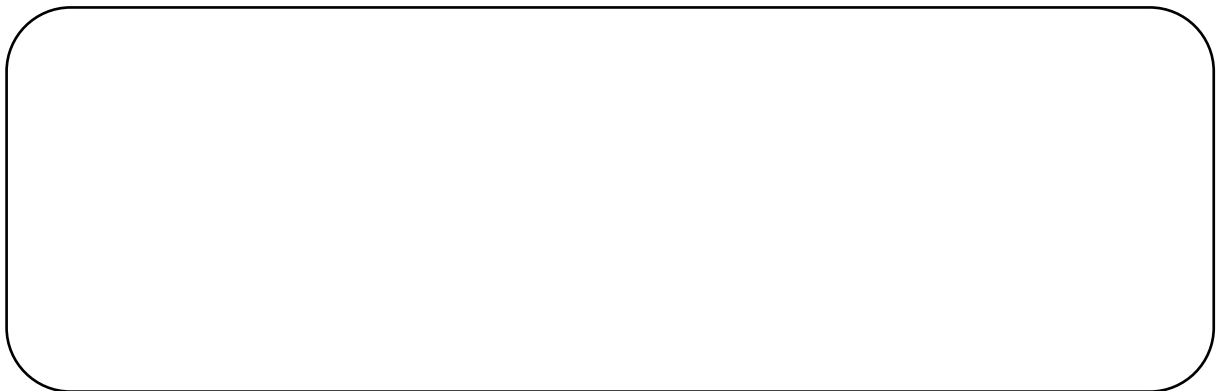
### Ciljevi pokusa:



Shema aparature:



Opažanje:



Zaključak:



## 5. RAZDVAJANJE TVARI NA ČISTE TVARI

Dobivanje čistih tvari iz smjesa u svrhu njihova istraživanja može se provoditi različitim mehaničkim postupcima ovisno o fizikalnim svojstvima (topljivost, hlapljivost, veličina čestica, magnetičnost, gustoća) pojedine tvari u smjesi.

### 5.1. Razdvajanje sastojaka homogene smjese

Odjeljivanje čistih tvari iz homogenih smjesa provodi se mehaničkim postupcima: isparavanjem, destilacijom i kristalizacijom.

#### 5.1.1. Isparavanje

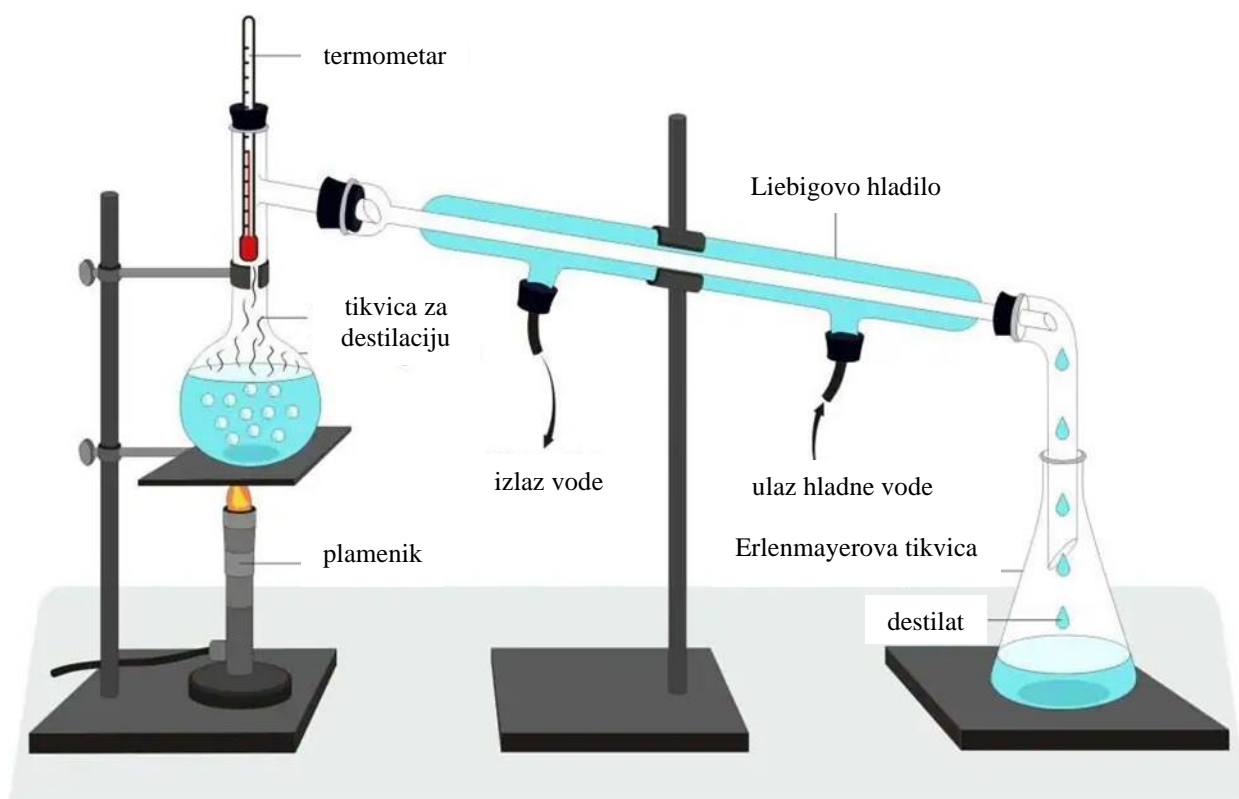
Isparavanje je postupak koji se primjenjuje za odjeljivanje nehlapive tvari iz otopine – homogene smjese. Isparavanjem otapala iz otopina čvrstih tvari izdvaja se čvrsta tvar (slika 5.1.). Ovaj je postupak najjednostavniji i najstariji način dobivanja soli iz morske vode.



Slika 5.1. Kuhinjska sol nastala isparavanjem vode.

#### 5.1.2. Destilacija

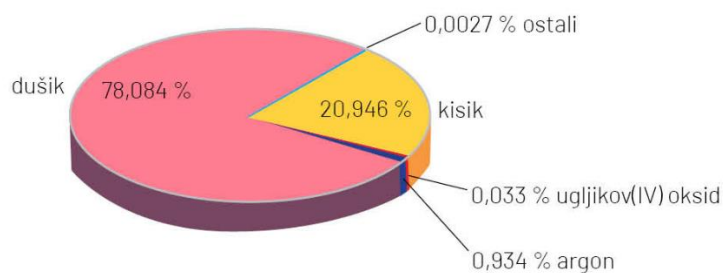
Destilacija (lat. *destillare* – „kapati“) je postupak razdvajanja sastojaka homogene smjese kojim se na temelju svojstva tekućina da pri povišenoj temperaturi prelaze u paru, a otopljene čvrste tvari ne isparavaju, odjeljuju tekuće lakše tvari iz otopine, a zaostaju teško hlapljive tvari. Postupak se sastoji u tome da se odgovarajućom aparaturom tekućina zagrije do vrenja, a pare tekućine kondenziraju na drugom mjestu i sakupljaju kao destilat (slika 5.2.).



Slika 5.2. Aparatura za destilaciju pri atmosferskom tlaku.

Frakcijskom destilacijom moguće je odijeliti sastojke smjese različitih, vrlo bliskih vrelišta, npr. sastojke ukapljenog zraka. Najprije destilira tvar najnižega vrelišta, dušik ( $T_v = -195,8\text{ }^\circ\text{C}$ ), potom tvari sve višega vrelišta: argon ( $T_v = -185,24\text{ }^\circ\text{C}$ ) i kisik ( $T_v = -183\text{ }^\circ\text{C}$ ).

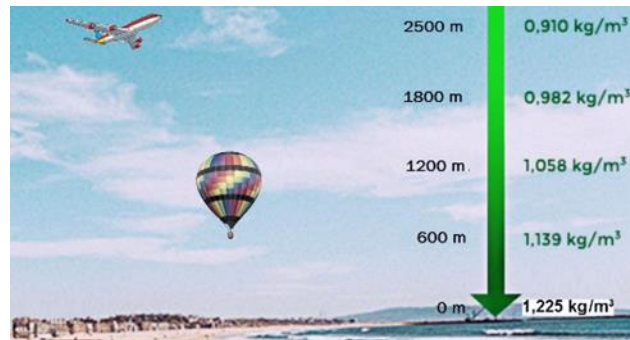
Zrak je homogena smjesa plinova (slika 5.3.): dušika, kisika, plemenitih plinova, ugljikova (IV) oksida, metana, ozona, dušikovih oksida i vodene pare.



Slika 5.3. Sastav zraka.

Nema okusa niti miris. Ima određeni volumen i ispunjava prostore. Gustoća zraka tisuću je puta manja od gustoće vode. Pri tlaku 101 325 Pa i temperaturi 0 °C gustoća zraka iznosi oko 1,2 kg/m<sup>3</sup>. Mijenja se ovisno o temperaturi i tlaku. Lakši, topliji zrak diže se u više slojeve atmosfere te je gustoća toploga zraka manja od gustoće hladnoga zraka.

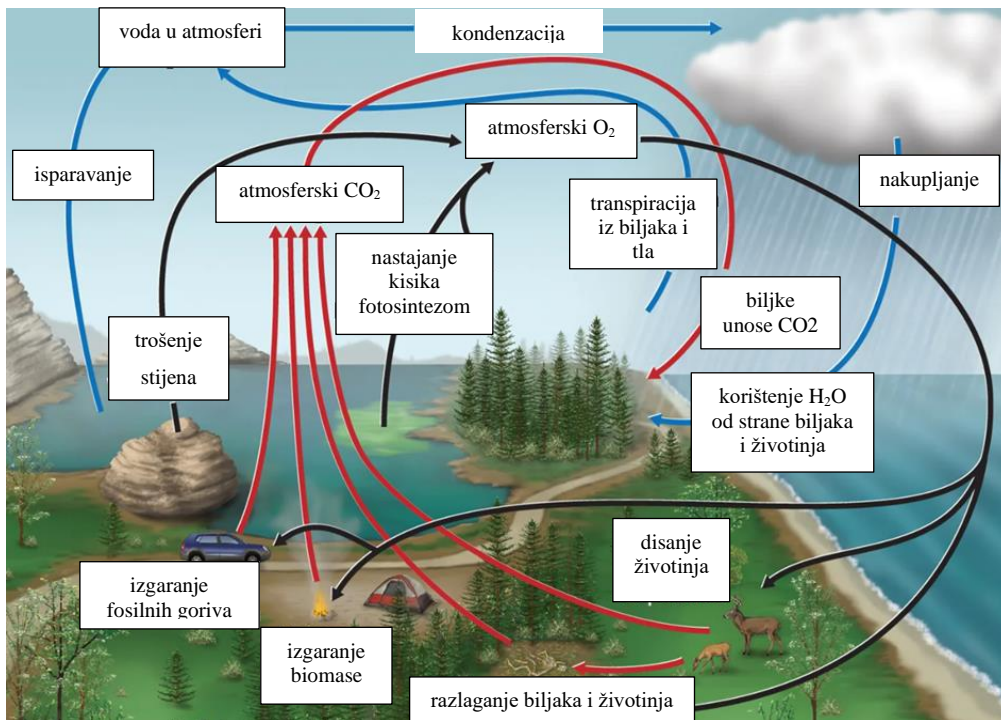
Temperatura i tlak zraka mijenjaju se s nadmorskom visinom, a njihovim promjenama dolazi do promjene gustoće zraka (slika 5.4.). Gustoća zraka povećava se ili smanjuje proporcionalno s tlakom, odnosno, smanjenjem tlaka s nadmorskom visinom smanjit će se i gustoća zraka. Prema Gay-Lussacovom zakonu širenje je plina proporcionalno temperaturi i neovisno je o vrsti plina tj. povećanjem temperature zraka, njegova gustoća opada. No promjena tlaka ima veći utjecaj od promjene temperature te rezultira smanjenjem gustoće zraka uslijed povećanja nadmorske visine.



Slika 5.4. Promjena gustoće zraka s nadmorskom visinom.

Sastojci zraka neprekidno kruže, ulaze u atmosferu i iz nje izlaze, a najvažniji za život na Zemlji kružni je tok kisika i ugljikova (IV) oksida (slika 5.5.) koji se odvijaju procesima fotosinteze i staničnog disanja.





Slika 5.5. Kruženje kisika i ugljikova (IV) oksida u atmosferi.

## **Pokus 23. Zrak je smjesa plinova**

### Pribor i kemikalije:

Svijeća, šibice, voda, otopina bakrova (II) sulfata pentahidrata, laboratorijska čaša od 250 mL, Petrijeva zdjelica.

### Postupak:

Na sredinu Petrijeve zdjelice učvrstite svijeću tako da pustite da padne nekoliko kapljica rastaljenog voska. Kada se vosak skrutne i svijeća učvrsti, u Petrijevu zdjelicu ulijte otopinu bakrova (II) sulfata pentahidrata. Svijeću poklopite čašom.

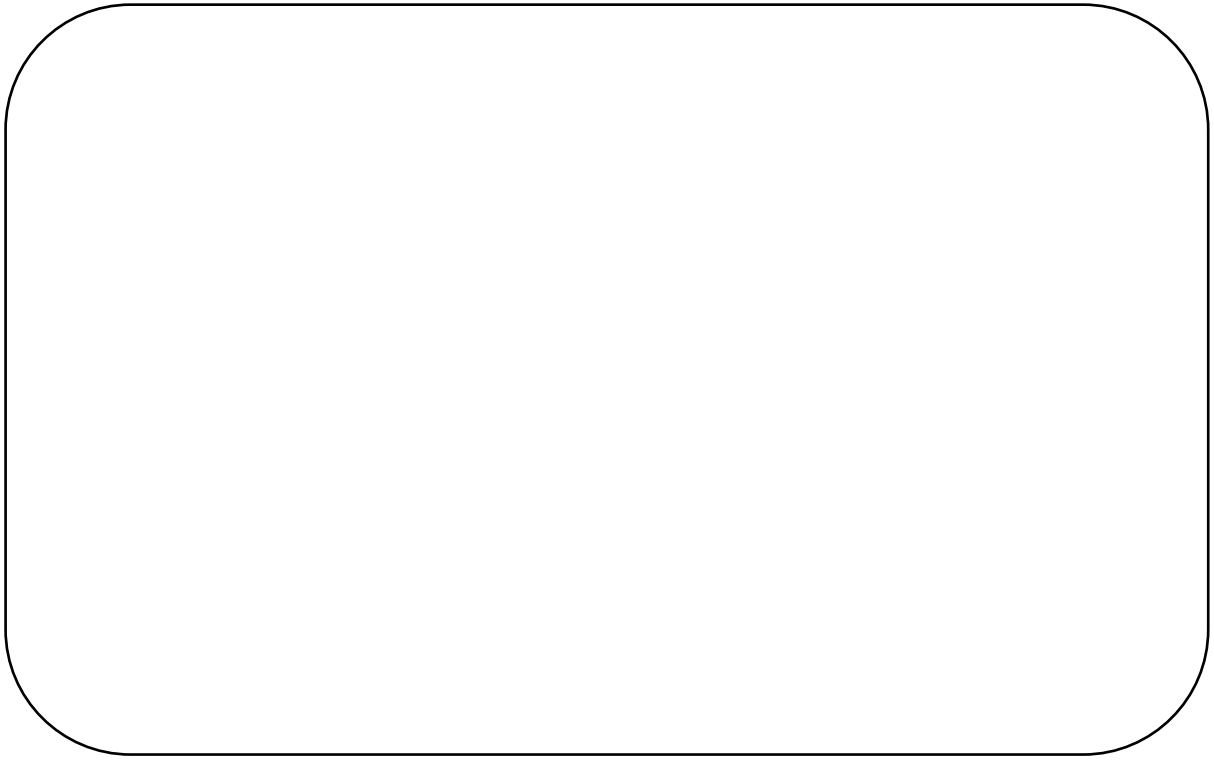
### Ciljevi pokusa:



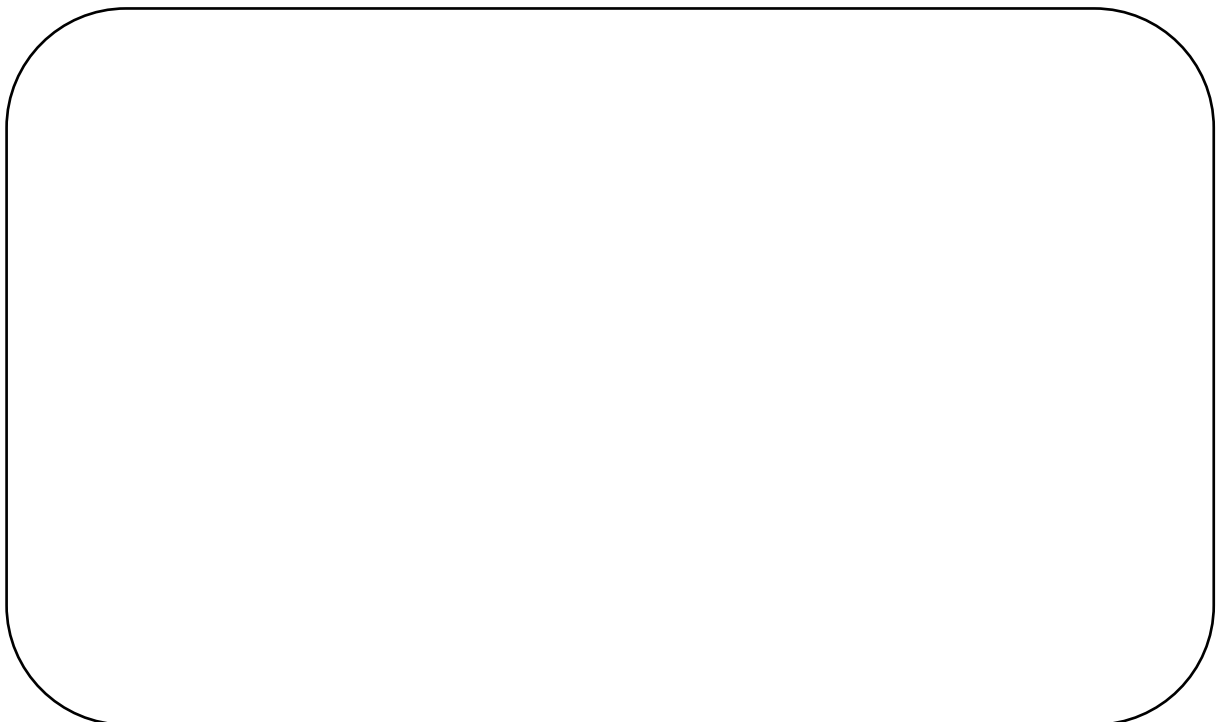
### Shema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations or notes.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions or notes.

## **Pokus 24. Zrak svuda oko nas**

### Pribor i kemikalije:

Duboki tanjur/zdjela, duboka staklena čaša, voda, papirnata maramica.

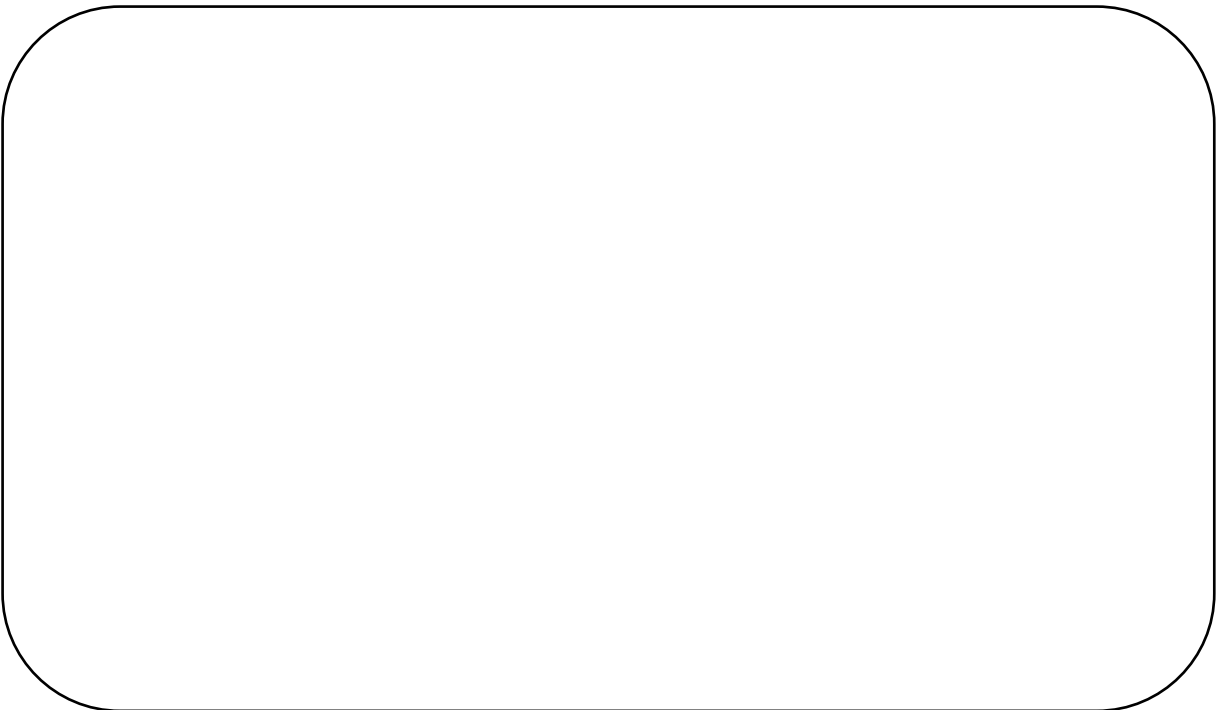
### Postupak:

Duboki tanjur/zdjelu do  $\frac{3}{4}$  napunite vodom. Na dno duboke staklene čaše stavite papirnatu maramicu. Čašu okrenite otvorom prema dolje i uronite u duboki tanjur/zdjelu s vodom. Nakon 1-2 minute čašu izvadite iz dubokoga tanjura/zdjele.

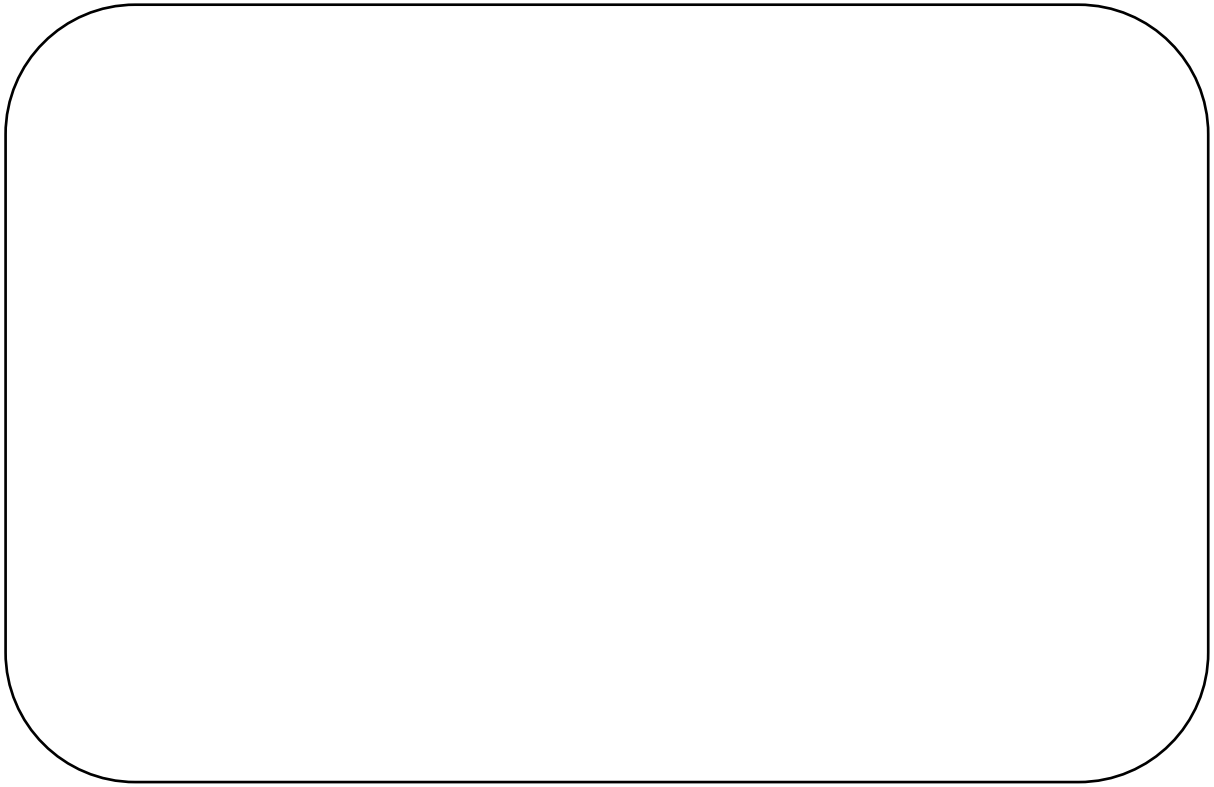
### Ciljevi pokusa:



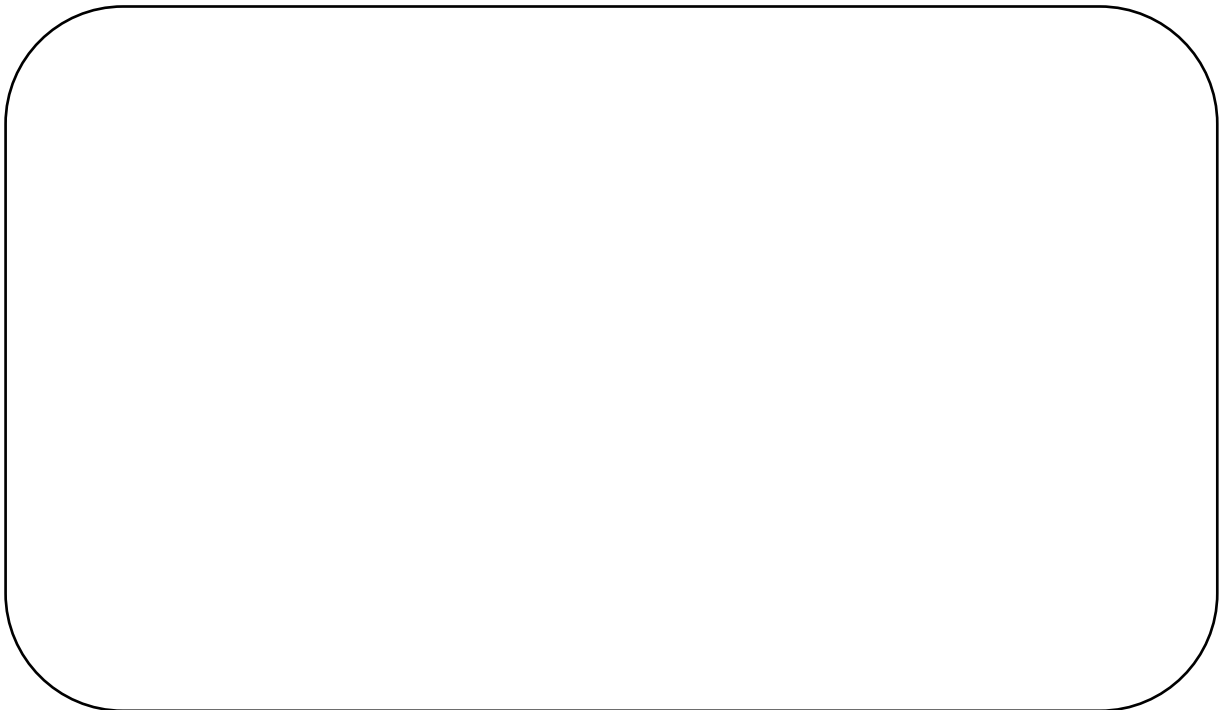
### Shema:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes or observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for drawing conclusions or summarizing findings.

## **Pokus 25. Kako se mijenja gustoća zraka s promjenom temperature?**

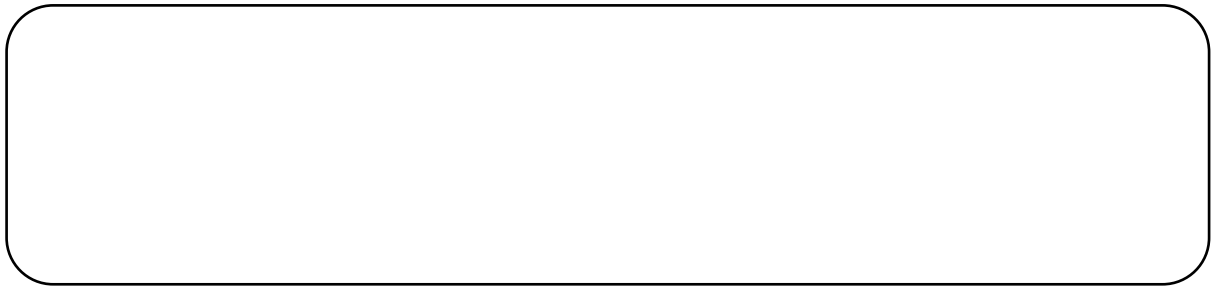
### Pribor i kemikalije:

Posuda s vrućom vodom, voda, plastična boca, balon.

### Postupak:

Razvucite balon preko vrha prazne plastične boce. Bocu na koju je nataknut balon uronite u vruću vodu i ostavite da odstoji nekoliko minuta. Što uočavate? Izvadite bocu iz vruće vode.

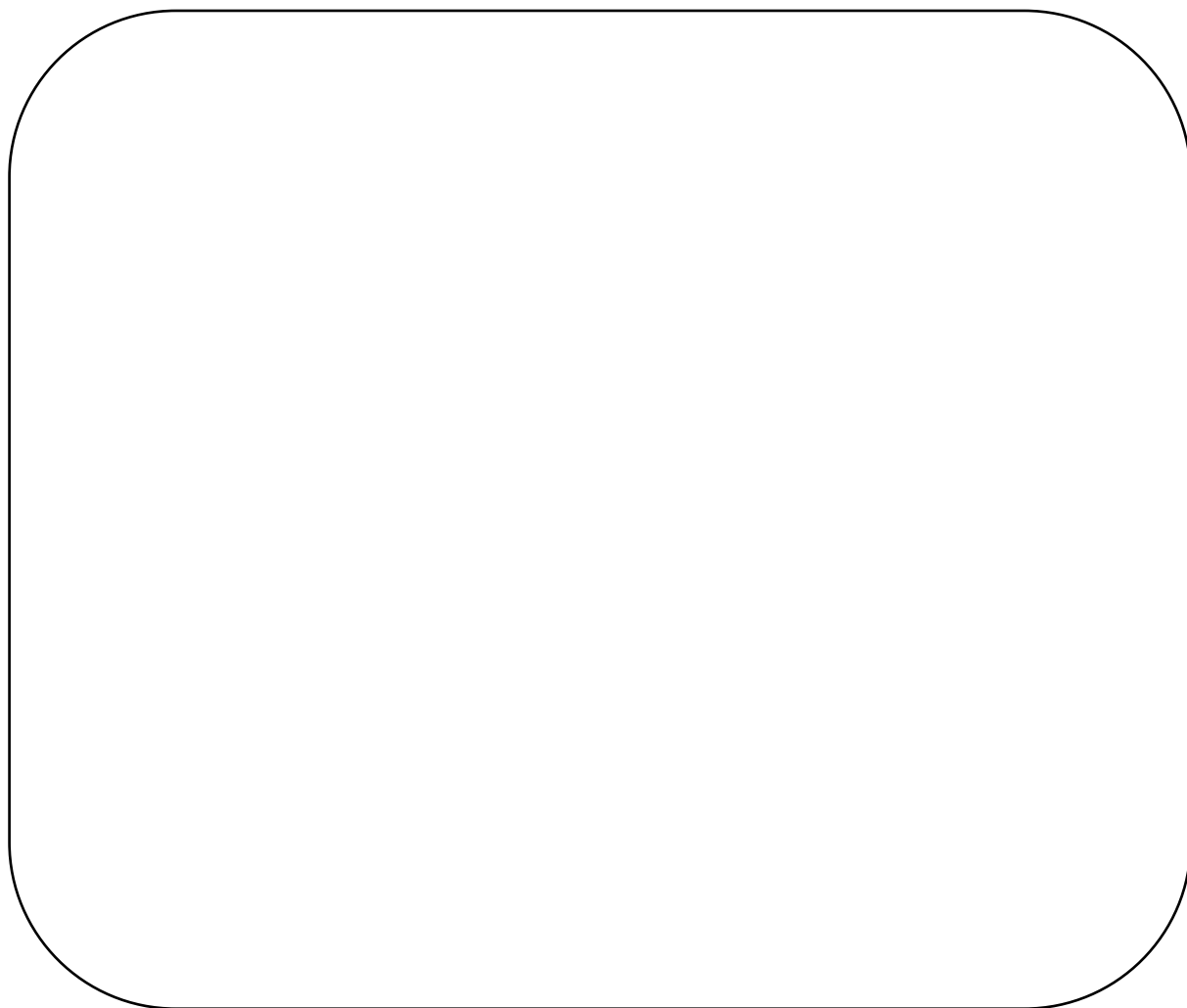
### Ciljevi pokusa:



### Shema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions.

## **Pokus 26. Destilacija vodene otopine modre galice**

### Pribor i kemikalije:

Tronožac, azbestna mrežica, plamenik, šibice, željezni stativ s hvataljkama, tikvica za destilaciju od 200 mL, Liebigovo hladilo, termometar, Erlenmayerova tikvica od 100 mL, lula, kamenčići za vrenje, otopina modre galice, voda.

### Postupak:

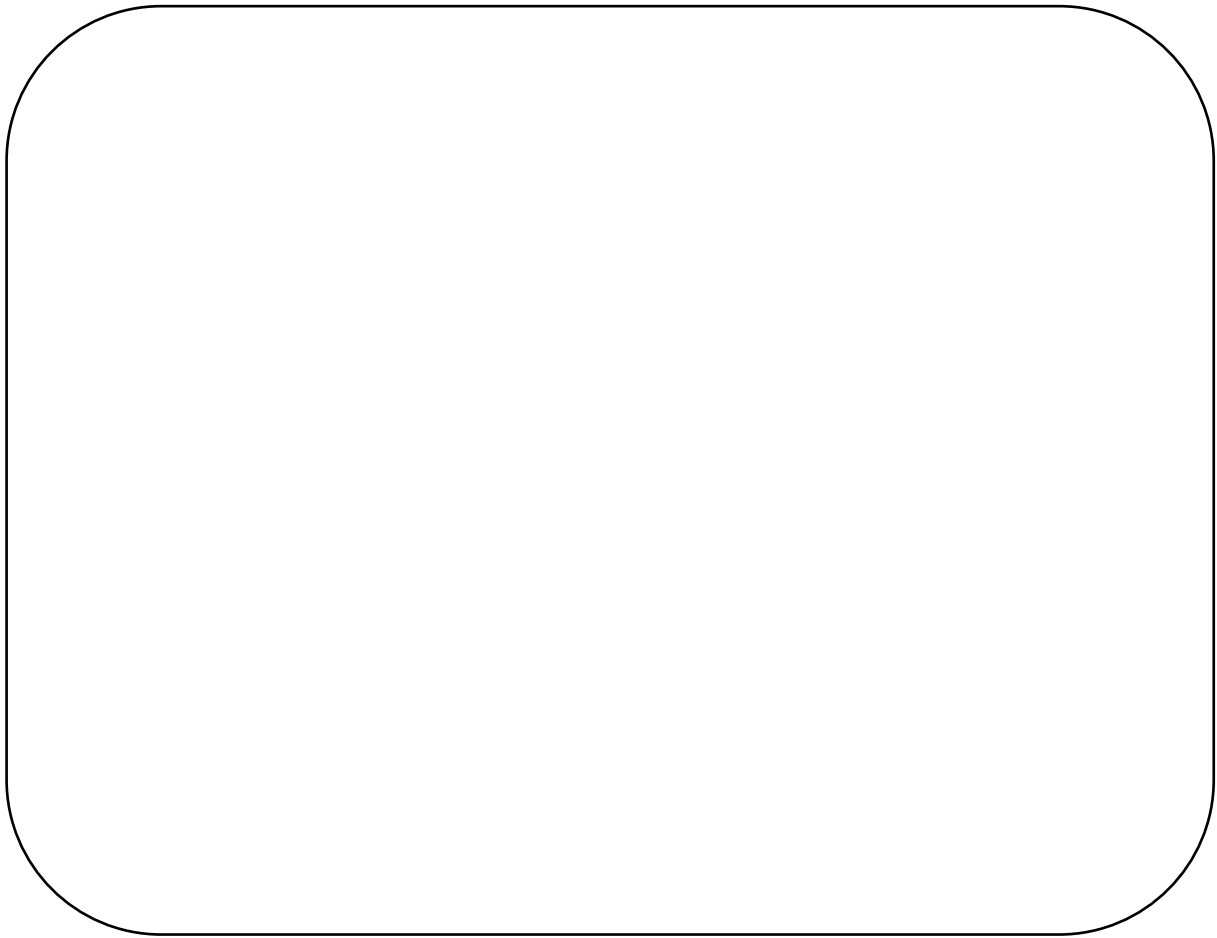
Postaviti aparaturu za destilaciju prema slici 5.2. U tikvicu za destilaciju ulijte 30-50 mL otopine modre galice i dodajte nekoliko kamenčića za vrenje. Na termometar navucite čep i stavite ga na tikvicu tako da spremnik termometra bude na sredini odvodne cijevi tikvice za destilaciju. Pod izlaznu cijev hladila stavite predložak, odnosno Erlenmayerovu tikvicu u koju ćete hvatati destilat. Otopinu u tikvici zagrijavajte plamenikom preko mrežice. Kada prva kap padne s cijevi tikvice u Liebigovo hladilo očitajte i zabilježite temperaturu početka destilacije. Otopinu zagrijavajte tako da tekućina jednolično destilira kap po kap (pazeći da se ne grije prejako). Destilat skupljajte u Erlenmayerovoj tikvici.

### Ciljevi pokusa:





Shema aparature:



Opažanje:



Zaključak:



### 5.1.3. Kristalizacija

Kristalizacija se primjenjuje za odjeljivanje čistih tvari iz otopina – homogenih smjesa na temelju različitih topljivosti tvari u nekom otapalu (npr. voda) pri određenoj temperaturi. Ovim se postupkom otopljena tvar iz homogene smjese izlučuje u obliku kristala (slika 5.6.).



Slika 5.6. Kristalizacija modre galice.

## **Pokus 27. Kristalizacija**

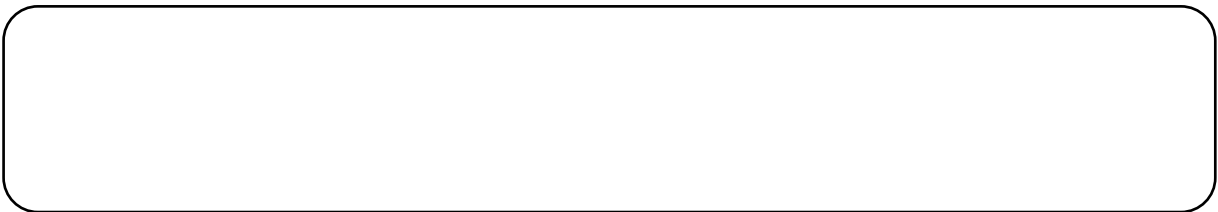
### Pribor i kemikalije:

Čaša, žlica, komadić vune, drveni štapić ili olovka, vuna, voda, kuhinjska sol ili modra galica.

### Postupak:

U čašu nasipajte vodu te uz miješanje dodajte kuhinjsku sol sve dok na dnu čaše ne ostane nešto neotopljene soli. Zatim čašu stavite na toplo mjesto. Uronite u nju nit vune obješenu na drveni štapić položen preko čaše i ostavite stajati nekoliko dana. Promatrajte promjene narednih nekoliko dana, bilježite ih i objasnite.

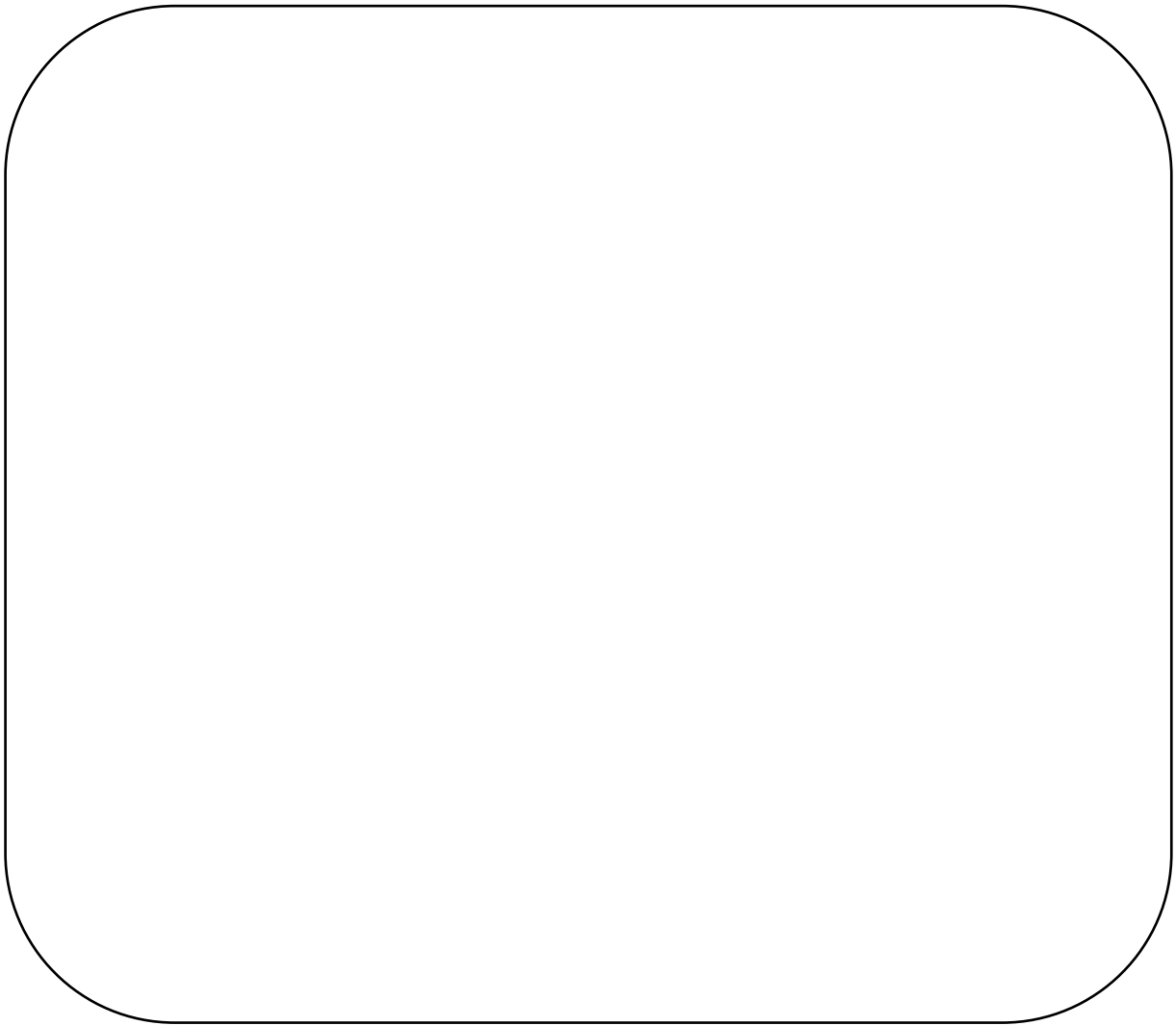
### Ciljevi pokusa:



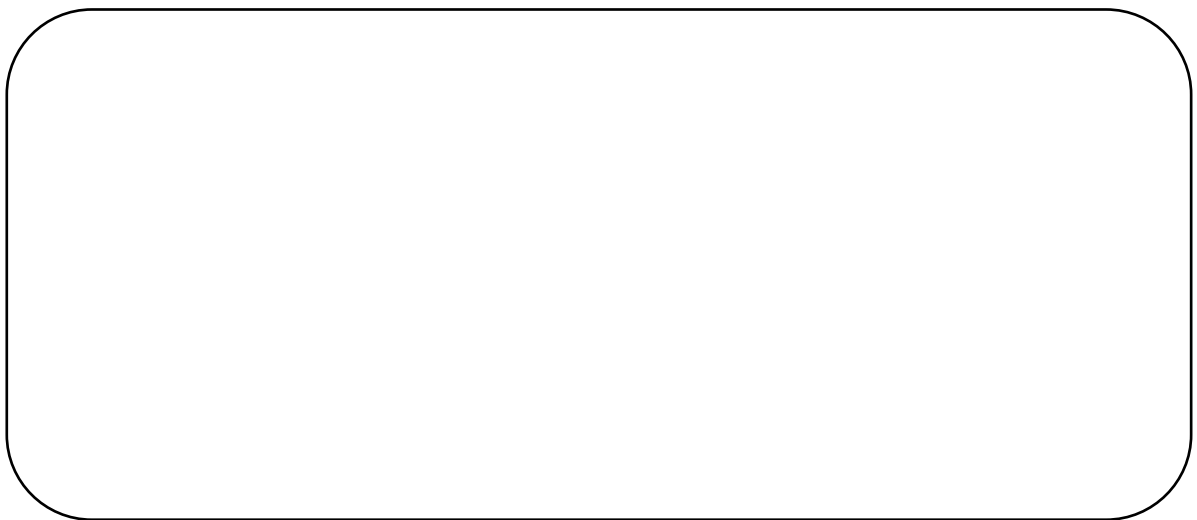
### Schema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions.

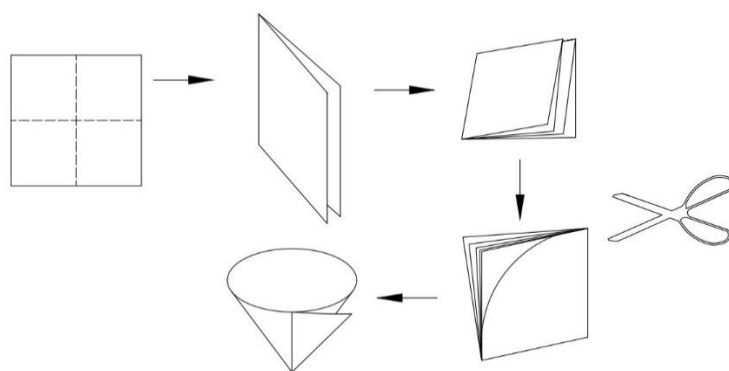
## 5.2. Razdvajanje sastojaka heterogene smjese

Sastojci heterogene smjese koja se sastoji od tekuće i čvrste faze mogu se odjeljivati dekantiranjem, filtriranjem i centrifugiranjem, na temelju različite topivosti u pojedinim otapalima ili na temelju drugog fizikalnog svojstva – sublimacijom.

### 5.2.1. Filtriranje i dekantiranje

Za odjeljivanje tekućine od taloga primjenjuje se filtriranje i dekantiranje.

Filtriranje je postupak odjeljivanja suspendirane tvari (talog) od tekućine ili otopine. U laboratoriju se za filtriranje koriste lijevak i filtrirni papir. Filtrirni papir priprema se na način prikazan na slici 5.7.



Slika 5.7. Priprema filtrirnog papira.

Smjesa tvari (taloga i tekućine) propušta se kroz filtrirni papir te dolazi do razdvajanja sastojaka zbog različite veličine čestica pojedinih sastojaka smjese. Čvrsta tvar koja ostaje na filtrirnom papiru naziva se talog, a bistra tekućina koja prođe kroz filtrirni papir je filtrat (slika 5.8.).



Slika 5.8. Aparatura za filtriranje.

Filtriranje se često primjenjuje u svakodnevnom životu: pri pročišćavanju prirodne vode kroz slojeve šljunka i pijeska, u kućanstvu za pripremu kave i čaja, a u organizmu ulogu filtera imaju bubrezi – profiltriraju i do 100 litara krvi na sat.

Suspendirana tvar koja je teža (ima veću gustoću) od tekućine, sliježe se na dno – sedimentira. Uzastopni postupak sedimentiranja i odlijevanja tekućine iznad netopljivog dijela – taloga, zovemo dekantiranjem. Primjerice, smjesa pijeska i vode možese odvojiti dekantiranjem jer je pijesak teži od vode pa sedimentira (sliježe se) na dno čaše (slika 5.9.). Nakon sedimentiranja pijeska voda se odlijeva, tj. dekantira iznad taloga – pijeska.



Slika 5.9. Sedimentiranje pijeska.

Postupak razdvajanja tekućina različitih gustoća izvodi se lijevkom za odjeljivanje. Smjesa tekućina ulije se u lijevak i ostavi mirovati. Nakon nekoliko minuta, zbog razlike u gustoći tekućina, dolazi do razdvajanja tekućina na slojeve. Donji sloj čini tekućina veće gustoće pa se ispušta u posudu ispod lijevka, a gornji „lakši“ sloj čini tekućina manje gustoće te se izlijeva kroz grlo lijevka u drugu posudu. Na ovaj način mogu se razdvojiti sastojci smjese ulja i vode.

## **Pokus 28. Razdvajanje sastojaka smjese filtriranjem**

### Pribor i kemikalije:

Dvije staklene čaše, stakleni štapić, žlica, željezni stativ, metalni prsten, lijevak, filtrirni papir, boca štrcaljka, voda, pijesak, kuhinjska sol.

### Postupak:

Uzorak pijeska (oko 5 grama) i kuhinjske soli pomiješajte u čaši s 30-40 mL vode. Staklenim štapićem miješajte smjesu tako dugo dok se sva sol ne otopi. Za filtriranje priredite aparaturu kako je prikazano na slici 5.8. U lijevak stavite filtrirni papir koji se pripremi na sljedeći način (slika 5.7.): kvadratni komad filtrirnog papira složite na pola, a zatim još jednom na pola. Takav četverostruko presavijeni filtrirni papir obrežite tako da dobijete isječak četvrtine kruga. Dobiveni isječak raširite i umetnite u lijevak, nakvasite filtrirni papir s malo vode. Rub filtrirnog papira mora biti 5-10 mm ispod ruba lijevka. Gotovo bistru vodu iznad taloga izlijevajte na filtrirni papir staklenim štapićem. Mlaz tekućine staklenim štapićem usmjerite na stijenku lijevka, a ne u njegovu sredinu. Stakleni štapić ne smije doticati filtrirni papir jer ga njime možete probušiti.

### Ciljevi pokusa:



Shema aparature:



Opažanje:



Zaključak:





## **Pokus 29. Razdvajanje sastojaka smjese dekantiranjem**

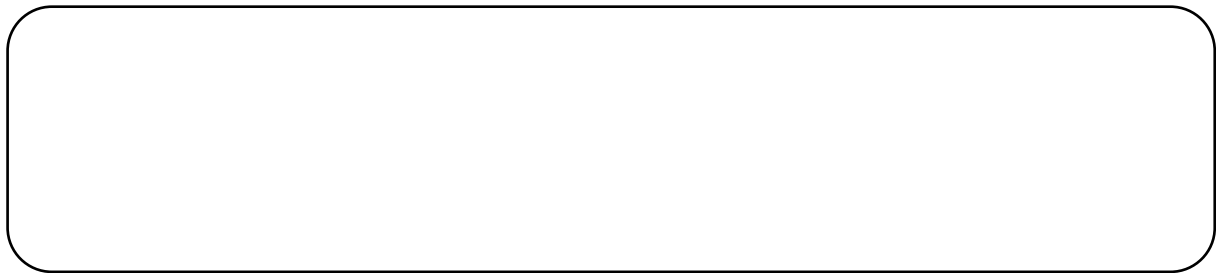
### Pribor i kemikalije:

Dvije laboratorijske čaše od 100 ml, dvije žlice, stakleni štapić, pijesak, voda, kuhinjska sol.

### Postupak:

Uzorak pijeska (oko 5 grama) i kuhinjske soli pomiješajte u čaši s 30-40 mL vode. Staklenim štapićem miješajte smjesu tako dugo dok se sva sol ne otopi. Ostavite smjesu stajati nekoliko minuta. Nakon što se izdvojio talog tekućinu iznad taloga odlijte u drugu čašu staklenim štapićem.

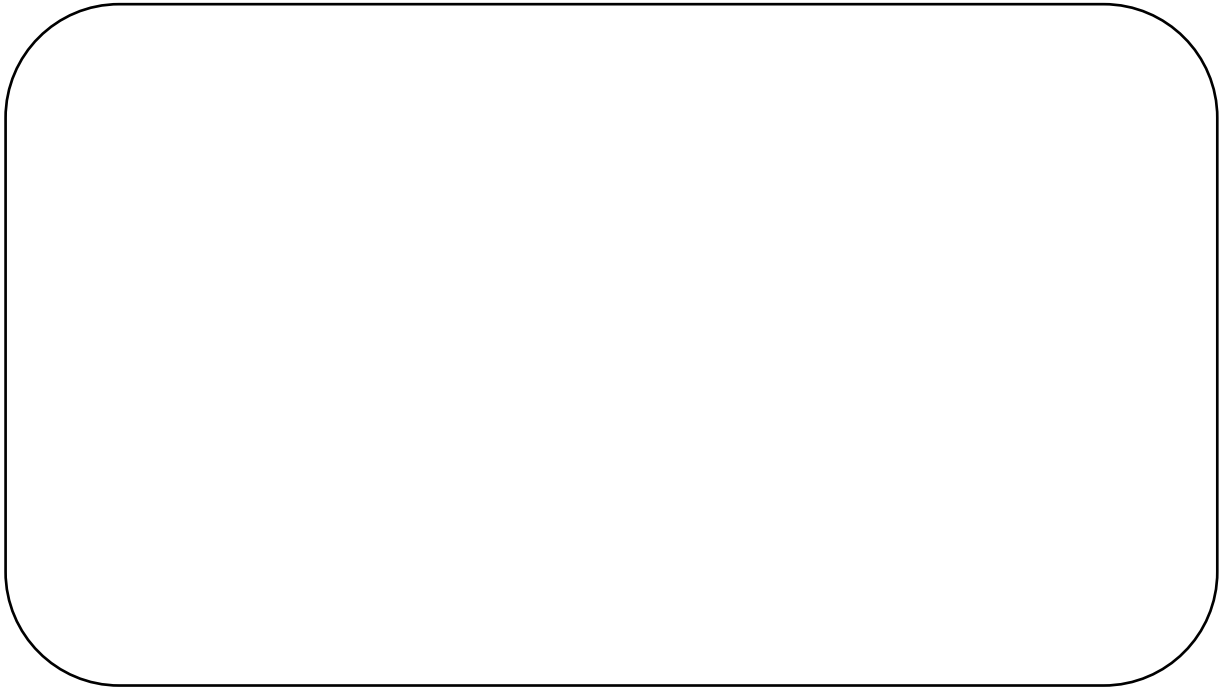
### Ciljevi pokusa:



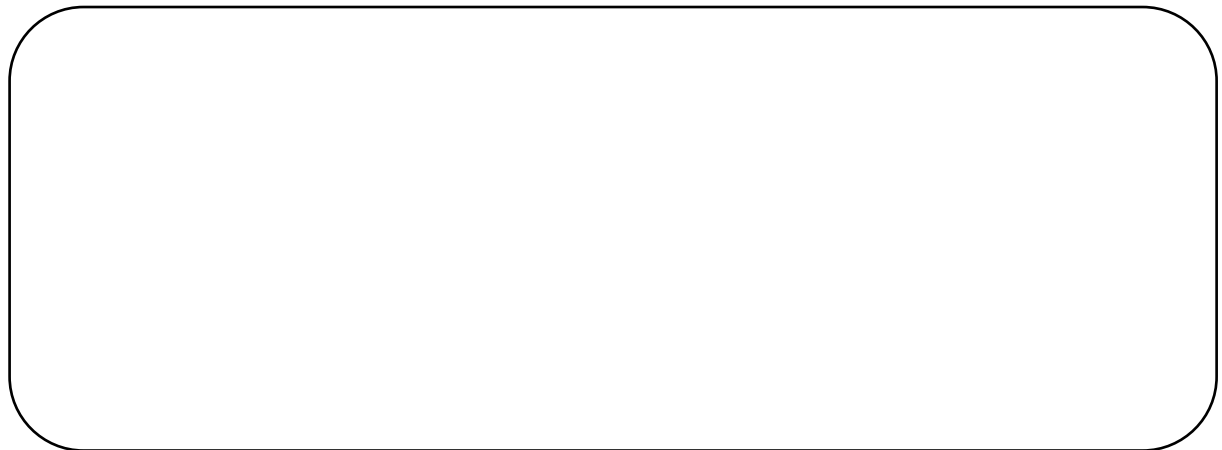
### Shema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations or notes.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions or final thoughts.

### **Pokus 30. Odjeljivanje tekućina koje se ne miješaju**

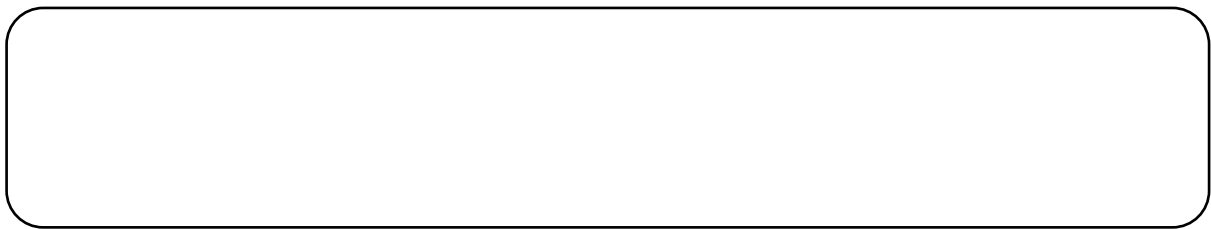
#### Pribor i kemikalije:

Željezni stativ, mufa, metalni prsten, lijevak za odjeljivanje od 200 mL, dvije staklene čaše, stakleni štapić, ulje, voda.

#### Postupak:

U staklenu čašu ulijte oko 50 mL vode i oko 25 mL ulja te promiješajte staklenim štapićem. Dobivenu smjesu ulijte u lijevak za odjeljivanje pa pričekajte nekoliko minuta. Što uočavate? Ispod lijevka za odjeljivanje postavite staklenu čašu te otvaranjem pipca na lijevku za odjeljivanje razdvojite sastojke smjese.

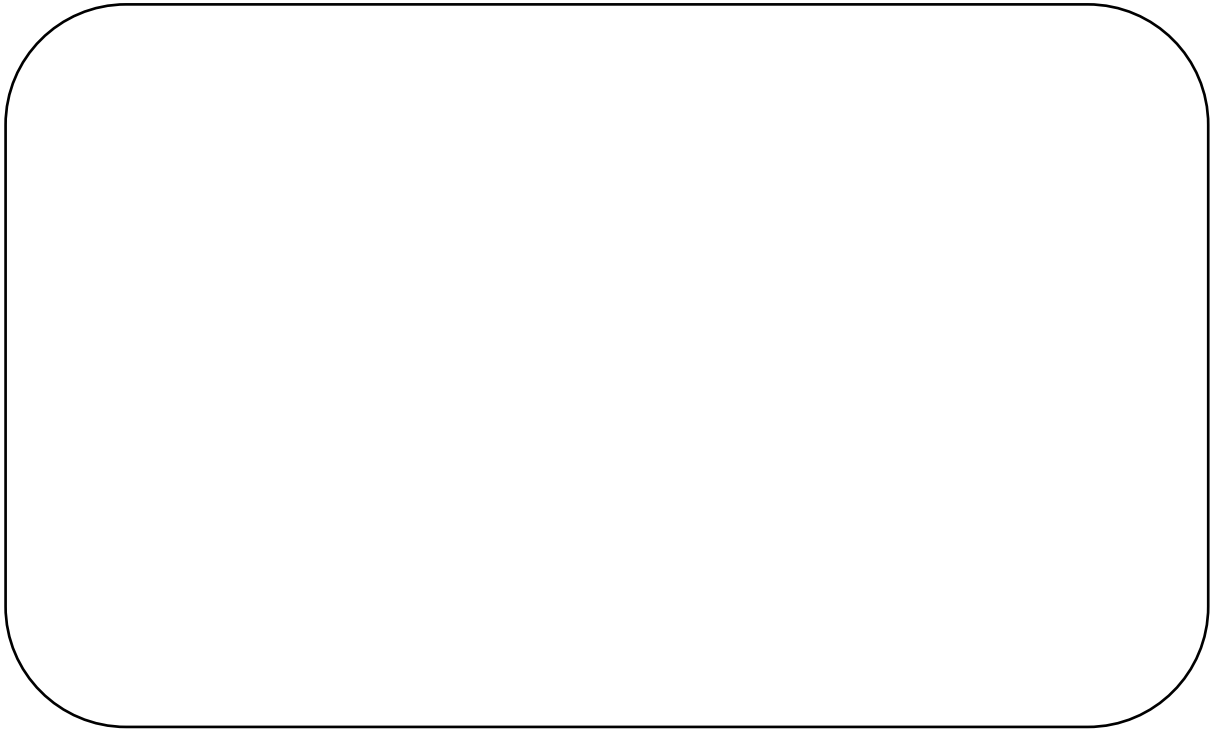
#### Ciljevi pokusa:



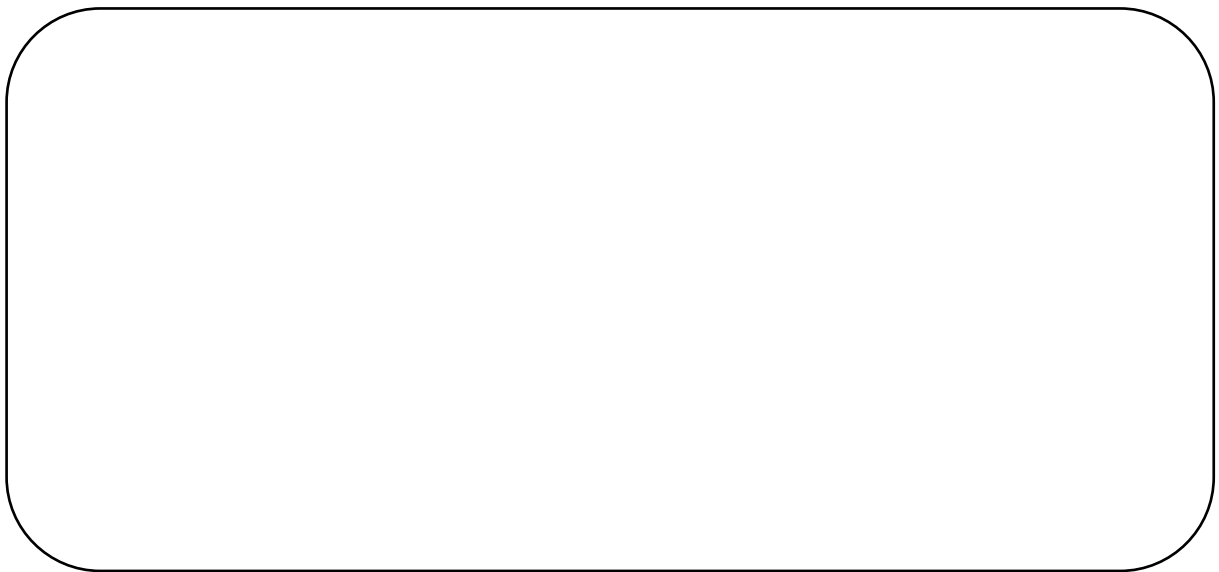
#### Shema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes under the heading 'Opažanje'.

Zaključak

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes under the heading 'Zaključak'.

:

### 5.2.2. Magnetsko odjeljivanje

Magnetsko odjeljivanje za odvajanje sastojaka heterogene smjese primjenjuje se kada se u smjesi nalazi magnetična tvar (slika 5.10).



Slika 5.10. Odjeljivanje sastojaka smjese magnetom.

### **Pokus 31. Razdvajanje sastojaka smjese magnetom**

Pribor i kemikalije:

Petrijeva zdjelica, žlica, sumpor u prahu, željezni čavlići, komadić stakla, komadić plastike, granule cinka, bakrena žica, plastične i metalne spajalice, magnet.

Postupak:

U Petrijevu zdjelicu stavite malo sumpora u prahu, željezne čavlice, komadić stakla, komadić plastike, granule cinka, plastične ili metalne spajalice. Prinesite magnet smjesi.

Ciljevi pokusa:

Shema:

Opažanje:

Zaključak:

### 5.2.3. Sublimacija

Sublimacija je pojava isparavanja kristalne supstance i ponovne kondenzacije iz plinovitoga u kristalno stanje bez prijelaza u tekuću fazu, tj. izravan prijelaz iz čvrstoga u plinovito stanje i obratno. Primjenjuje se za odjeljivanje tvari koje sublimiraju (jod, sumpor, amonijev klorid, naftalen) od ostalih tvari iz smjese (slika 5.11.).



Slika 5.11. Sublimacija joda.

## **Pokus 32. Odjeljivanje joda od natrijevog klorida sublimacijom**

### Pribor i kemikalije:

Tikvica s okruglim dnom od 100 mL, staklena čaša, tronožac, plamenik, azbestna mrežica, voda, jod, natrijev klorid, dvije žlice.

### Postupak:

Pomiješajte jednu žlicu natrijevog klorida s nekoliko kristalića joda u staklenoj čaši. Staklenu čašu postavite na azbestnu mrežicu. Na staklenu čašu postavite tikvicu s okruglim dnom u koju ste prethodno ulili hladnu vodu. Što se dogodilo tijekom zagrijavanja smjese?

### Ciljevi pokusa:



### Schema aparature:





Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations or notes.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions or final thoughts.

## 6. BIOLOŠKI VAŽNI SPOJEVI

### 6.1. Ugljikohidrati

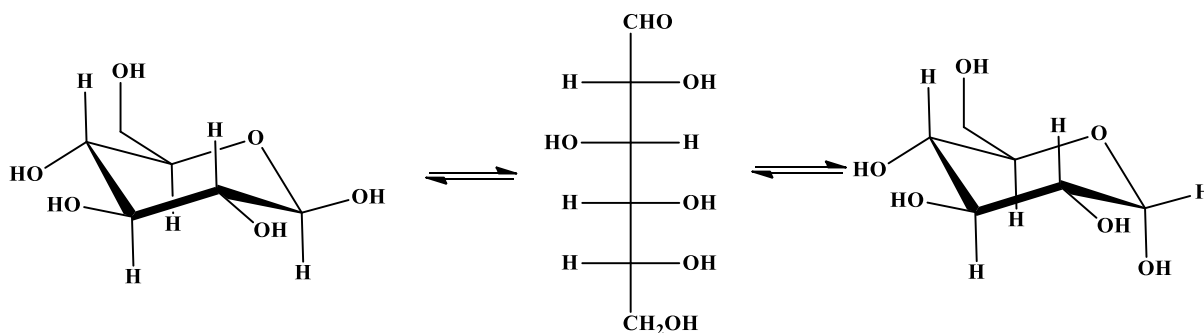
Ugljikohidrati su velika skupina prirodnih spojeva, od kojih su neki velike biološke molekule (makromolekule) sastavljene od ugljikovih, vodikovih i kisikovih atoma. U ovim molekulama omjer atoma vodika i kisika najčešće je 2 : 1 te odgovara općoj formuli  $C_n(H_2O)_n$ . Razlikujemo monosaharide i disaharide, koji su dobro topljivi u vodi i slatkog su okusa, polisaharide, npr. škrob i glikogen (spremišta energije) te celuloza u biljaka i hitin u člankonožaca (daju čvrstoću i oblik stanicama).

#### 6.1.1. Monosaharidi

Najjednostavniji ugljikohidrati, monosaharidi, ne mogu se hidrolizirati u jednostavnije spojeve. Ovisno o broju ugljikovih atoma u monosaharida, razlikujemo: trioze, tetroze, pentoze, heksoze itd.

S obzirom na funkcijske skupine, možemo razlikovati monosaharide koji sadrže aldehidnu skupinu – CHO i nazivaju se aldoze, npr. glukoza i one koji sadrže keto skupinu  $>C=O$  i nazivaju se ketoze, npr. fruktoza.

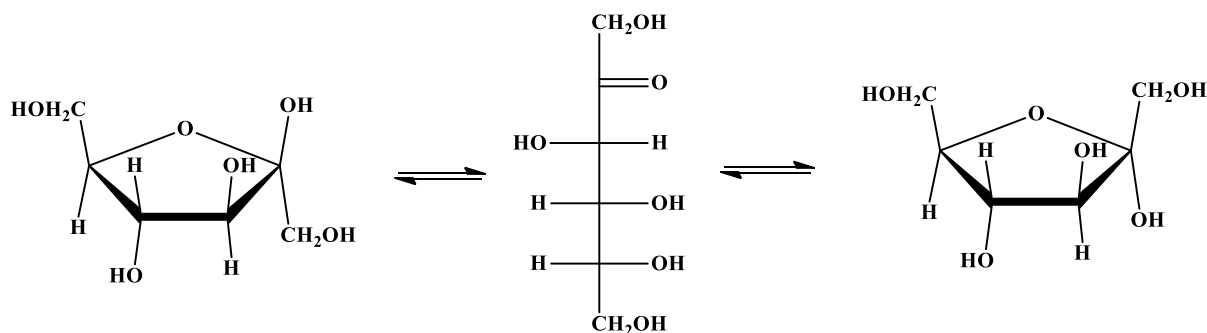
Glukoza ( $C_6H_{12}O_6$ ) je aldoza i u čvrstom stanju postoji u cikličkom obliku hemiacetala dok se u otopini nalazi kao ravnotežna smjesa cikličkog i lančastog oblika (slika 6.1.).



Slika 6.1. Glukoza.

Najrasprostranjeniji je monosaharid u prirodi, nastaje u prirodnim procesima fotosinteze, staničnoga disanja, alkoholnoga vrenja. Nalazi se u krvi i tkivu sisavaca (krvni šećer), sastavni je dio voća, disaharida (saharoze, laktoze), građevna je jedinica polisaharida (celuloza, škrob, glikogen).

Fruktoza ( $C_6H_{12}O_6$ ) je jedan od najsladših monosaharida. Sastavni je dio voća i meda (voćni šećer), dok vezana na glukozu čini disaharid – saharozu (obični šećer). Molekulska je formula glukoze i fruktoze ista, ali se razlikuju strukturnom formulom (slika 6.2.). Za razliku od glukoze, fruktoza je uglavnom prisutna u cikličkom obliku, ali s peteročlanim prstenom.



Slika 6.2. Fruktoza.

Za kvalitativno dokazivanje i utvrđivanje karakteristika pojedinoga ugljikohidrata ne postoji jedinstveni reagens niti metoda. Njihovo dokazivanje temelji se na reakcijama aldehidne ili keto skupine. Ispitivanje svojstava ugljikohidrata: radi li se o aldozi ili ketozi, je li reducirajući ili nereducirajući šećer, provodi se pomoću nekoliko reagensa i različitim metodama.

Za dokazivanje reducirajućih šećera, a to su svi monosaharidi (aldoze i ketoze) i većina disaharida, osim saharoze koja je nereducirajući šećer, koristi se reakcija s Fehlingovim reagensom. Fehlingov se reagens sastoji od dviju otopina:

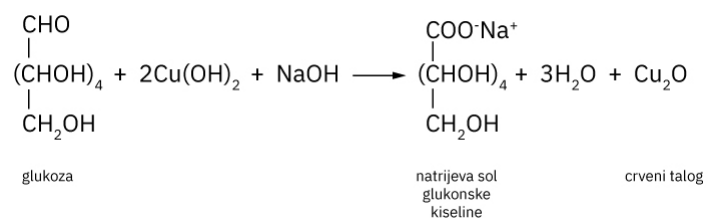
1. Fehling I – 7 g bakrova (II) sulfata otapa se u 100 mL vode. Otopine koje sadržavaju ione  $Cu^{2+}$  plave su boje.
2. Fehling II – otopina 35 g natrijeva tartarata i 10 g natrijeva hidroksida u 100 mL vode. Neposredno prije uporabe otopine se miješaju u volumnom omjeru 1:1.

Dodavanjem Fehling I i Fehling II otopine ispitivanoj otopini koja sadrži glukozu te zagrijavanjem nastaje crvenosmeđi talog bakrova (I) oksida (slika 6.3.). Na slici 6.3. lijeva epruveta prikazuje reakcijsku smjesu uzorka koji sadrži glukozu i Fehlingov reagens. Plava boja reakcijske smjese potječe od bakrova dvovalentnoga iona. Crvenosmeđa boja reakcijske smjese u drugoj (desnoj) epruveti posljedica je redukcije bakrovih dvovalentnih iona u bakrove jednovalentne ione pri čemu se istovremeno glukozu oksidira u kiselinu. Nastanak crvenosmeđeg taloga dokaz je prisutnosti reducirajućeg šećera u ispitivanom uzorku. Fruktoza pokazuje istu promjenu boje reagensa, ali sporije od glukoze.



Slika 6.3. Dokaz glukoze Fehlingovim reagensom.

Reakciju možemo prikazati kemijskom jednađbom:



Za dokazivanje ketoza primjenjuje se reakcija po Seliwanovu.

### **Pokus 33. Reakcija za dokazivanje ketoza (Seliwanova reakcija)**

#### Pribor i kemikalije:

Tronožac, plamenik, azbestna mrežica, menzura, četiri epruvete, laboratorijska čaša od 25 i 250 mL, žlica, rezorcinol, glukoza, fruktoza, saharoza, laktoza, koncentrirana HCl, destilirana voda.

#### Priprema Seliwanovog reagensa:

U čaši od 25 mL otopite 0,25 g rezorcinola u smjesi od 5 mL koncentrirane HCl i 5 mL destilirane vode.

#### Postupak:

U četiri epruvete ulijte po 1 mL otopine glukoze, fruktoze, saharoze i laktoze i svakoj otopini dodajte po 2 mL svježe priređenog Seliwanovog reagensa. Sve epruvete, prethodno obilježene, stavite istovremeno u vodenu kupelj i zagrijavajte oko dvije minute. Provjerite boju otopina i nastavite zagrijavati još nekoliko minuta.

#### Ciljevi pokusa:

#### Schema aparature:

Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations or notes.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions or final thoughts.

### 6.1.2. Disaharidi

Disaharidi su ugljikohidrati sastavljeni od dviju molekula monosaharida. Lako se mogu hidrolizirati toplom otopinom razrijeđenih kiselina ili djelovanjem enzima na jednostavne molekule – monosaharide. U prirodi se javljaju saharoza, laktoza, maltoza i drugi disaharidi.

Saharoza,  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (obični šećer), dobiva se iz šećerne repe i šećerne trske. Molekulu saharoze čine molekula glukoze i molekula fruktoze povezane glikozidnom vezom. Saharoza ne pokazuje reakciju na aldehide, ali otopina nastala nakon hidrolize pokazuje reakciju na aldehide. Hidrolizom saharoze u jednakim količinama dobiju se glukoza i fruktoza, tzv. invertni šećer (nalazi se u većini biljnih plodova i u medu).

Laktoza (mliječni šećer) se nalazi u mlijeku sisavaca i u mliječnim proizvodima. Sastoji se od galaktoze i glukoze međusobno povezanih glikozidnom vezom. Laktoza reducira Fehlingovu otopinu.

Maltoza je disaharid sastavljen od dviju molekula glukoze međusobno povezanih glikozidnom vezom. Dobiva se hidrolizom škroba enzimom  $\alpha$ -amilaze.

### **Pokus 34. Dokazivanje reducirajućih šećera Fehlingovim reagensom**

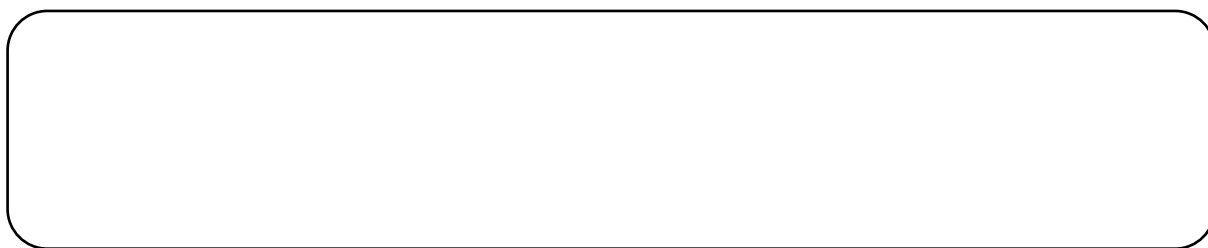
#### Pribor i kemikalije:

Stalak za epruvete, tri epruvete, staklena čaša od 500 mL, kuhalo, kapaljke, otopine glukoze, fruktoze i saharoze (jednopostotne otopine šećera), Fehling reagens I i Fehling reagens II.

#### Postupak:

U prvu epruvetu ulijte 1 mL otopine glukoze, u drugu 1 mL otopine fruktoze, a u treću epruvetu ulijte 1 mL otopine saharoze. U svaku epruvetu dodajte po 1 mL Fehling I i Fehling II otopina. Istovremeno stavite sve tri epruvete u čašu s vodom (u vodenu kupelj), zagrijavajte sadržaj epruveta te uočite promjene.

#### Ciljevi pokusa:



#### Shema aparature:





Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes under the heading 'Opažanje:'. The corners are smoothly rounded.

Zaključak:

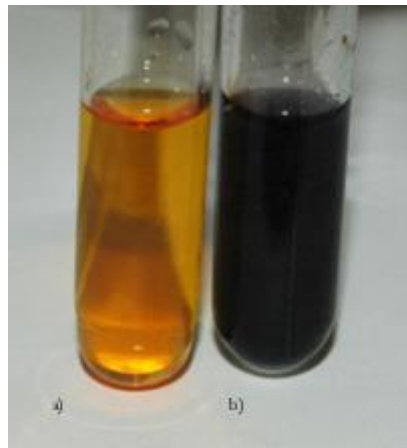
A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes under the heading 'Zaključak:'. The corners are smoothly rounded.

### 6.1.3. Polisaharidi

Polisaharidi su građeni od mnogo stotina ili tisuća monosaharidnih jedinica po molekuli, međusobno povezanih glikozidnom vezom. Prirodno su nastali polimeri iz aldoza i ketoza polimerizacijom pa njihov sastav iskazujemo općom formulom  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Netopljivi su u vodi, ne kristaliziraju, nisu slatka okusa i nisu reducenski. Najvažniji su polisaharidi škrob, celuloza i glikogen.

Škrob je pričuvna hrana u biljkama: u zrnju žitarica (pšenica, riža), gomoljima (krumpir), plodovima (grah, kukuruz) i drugdje. U vodi je lakše topljiv nego celuloza, lakše hidrolizira i zbog toga se lakše probavlja.

Reagens za dokazivanje škroba Lugolova je otopina (otopina joda u kalijevom jodidu). Lugolovom reakcijom žućkasta boja otopine joda u kalijevom-jodidu (Lugolova otopina) u prisutnosti škroba mijenja boju u tamnoplavu do crnu (slika 6.4.).



Slika 6.4. Lugolova otopina (a), jednopostotna otopina škroba + Lugolova otopina (b).

Glikogen je polisaharid koji služi kao kratkoročno skladište energije u životinja, gljiva i bakterija. Analogan je škrobu zbog čega ga često nazivaju životinjskim škrobom. Stvara se u mišićima i jetri iz viška glukoze pa se pohranjuje u jetri i po potrebi razgrađuje do glukoze.

Celuloza je najrasprostranjeniji organski spoj u prirodi. U celulozi su molekule glukoze međusobno povezane glikozidnim vezama. Celuloza biljkama daje čvrstoću i oblik. Ima važnu ulogu u prehrani ljudi i životinja jer pomaže peristaltiku.

### **Pokus 35. Dokazivanje škroba Lugolovom otopinom**

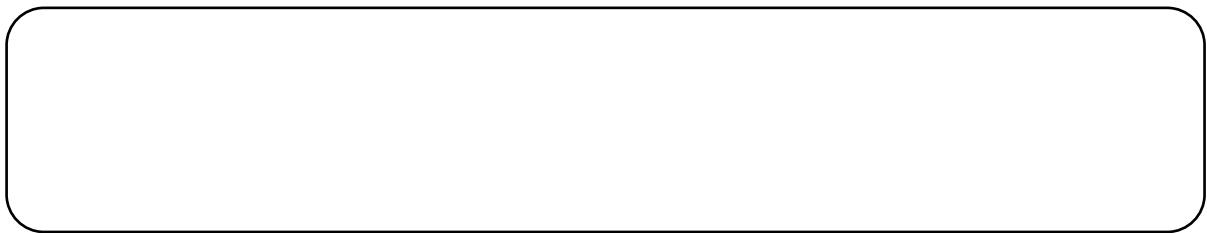
Pribor i kemikalije:

Krumpir, jabuka, brašno, mlijeko, gustin, bjelanjak, vata, kruh, papir, Lugolova otopina, kapaljka, Petrijeve zdjelice.

Postupak:

Na uzorke hrane i drugih materijala kapnite 1-2 kapi Lugolove otopine. Koji uzorci sadrže škrob?

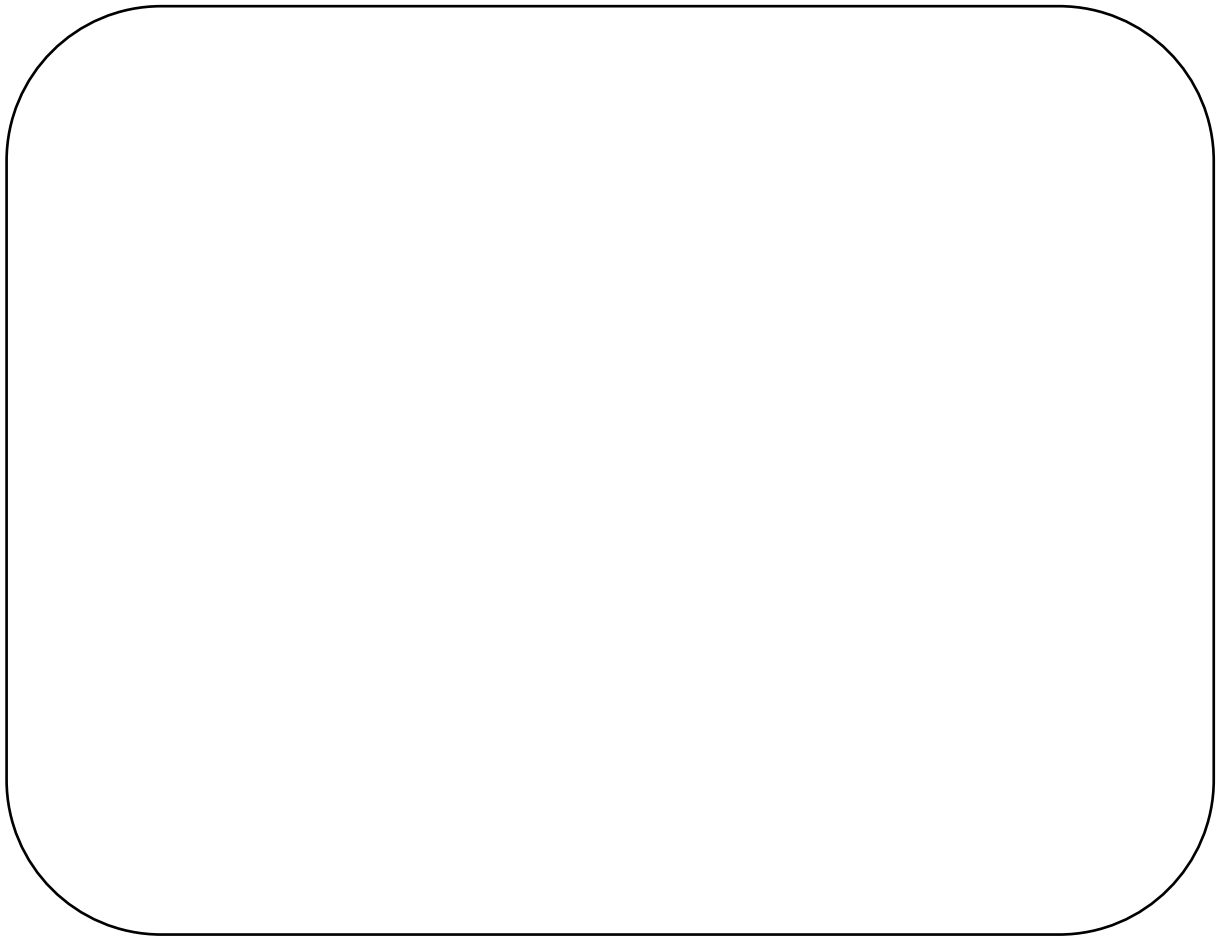
Ciljevi pokusa:




Shema:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions.

## 6.2. Proteini (bjelančevine)

Bjelančevine (proteini) su dobile ime od grč. riječi *proteios* = prvi, osnovni, što ukazuje na njihov značaj – gdje nema proteina, nema ni života. Proteini su nositelji života u svim živim bićima jer su sastavni dio svake stanice. Na slici 6.5. prikazane su namirnice biljnoga i životinjskoga podrijetla bogate proteinima: mahunarke, žitarice i orašasti plodovi, meso, riba, mlijeko i jaja.



Slika 6.5. Namirnice bogate proteinima.

Prema kemijskom sastavu proteini su visokopolimerni spojevi, građeni od aminokiselina (sadrže dvije funkcijske skupine: amino skupinu  $-NH_2$  i karboksilnu skupinu  $-COOH$ ). Nastaju polimerizacijom, povezivanjem nekoliko stotina do nekoliko tisuća monomera – molekula aminokiselina tako da se amino skupina jedne aminokiseline povezuje s karboksilnom skupinom druge aminokiseline. Razlikujemo vlaknaste proteine netopljive u vodi, primjerice: proteini koji izgrađuju kosu, nokte, perje, svilu te kolagen, elastin, miozin i globularne proteine, poput hemoglobina, fibrinogena i inzulina topljive u vodi i vodenim otopinama kiselina, baza i soli.

Za proteine je svojstveno narušavanje strukture – denaturiranje ukoliko su izloženi povećavanju temperature iznad  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  ili snižavanju temperature ispod  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Prilikom denaturiranja proteina dolazi do zgrušavanja (koagulacije) molekula proteina što se očituje stvaranjem bijeloga taloga. Osim pod utjecajem temperature, denaturaciju i koagulaciju proteina uzrokuju alkohol, jake kiseline ili lužine kao i otopine soli teških metala.

Dokazivanje proteina temelji se na reakcijama aminokiselina od kojih su izgrađeni. Jedna od reakcija za dokazivanje proteina je biuret-reakcija. Biuret-reagens, svijetloplave boje, nastaje miješanjem jednakih količina 0,25 %-tne otopine bakrovog (II) sulfata i 5 %-tne otopine natrijeve lužine. Reakcijom uzorka u kojem je prisutan protein (polipeptid) s biuret-reagensom dolazi do vezanja bakra na peptidnu vezu pa otopina mijenja boju u ljubičastu (slika 6.6.).



Slika 6.6. Pozitivan test na protein (biuret-reakcija).

### **Pokus 36. Svojstva proteina**

#### Pribor i kemikalije:

Stalak za epruvete, epruvete, plamenik, drvena hvataljka, staklena čaša, kapaljke, vodena otopina bjelanjka, destilirana voda, etanol, razrijeđena HCl, otopina CuSO<sub>4</sub>.

#### Postupak:

U epruvete ulijte po 1 mL vodene otopine bjelanjka. Zagrijavajte sadržaj prve epruvete i zabilježite opažanja. U drugu epruvetu kapaljkom dodajte deset kapi etanola i promućkajte sadržaj epruvete. Zabilježite opažanje. U treću epruvetu dodajte dvije kapi razrijeđene HCl i promućkajte sadržaj epruvete. Zabilježite opažanje. U četvrtu epruvetu dodajte dvije kapi otopine CuSO<sub>4</sub>, promućkajte sadržaj epruvete.

#### Ciljevi pokusa:



#### Schema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations or notes.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions or final thoughts.

### **Pokus 37. Dokazivanje proteina – biuret-reakcija**

#### Pribor i kemikalije:

Epruveta, kapaljka, otopina proteina (bjelanjka), otopina NaOH, razrijeđena otopina CuSO<sub>4</sub>, crveni lakmus papir.


#### Postupak:

Ulijte u epruvetu približno 1 mL otopine bjelanjka i dodajte toliko NaOH da otopina bude lužnata (proba indikator papirom). Zatim dodajte kap po kap otopine CuSO<sub>4</sub>. Sadržaj epruvete promućkajte. Obrazložite opažanja pripadajućom jednadžbom.

#### Ciljevi pokusa:



#### Schema aparature:





Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations or notes.

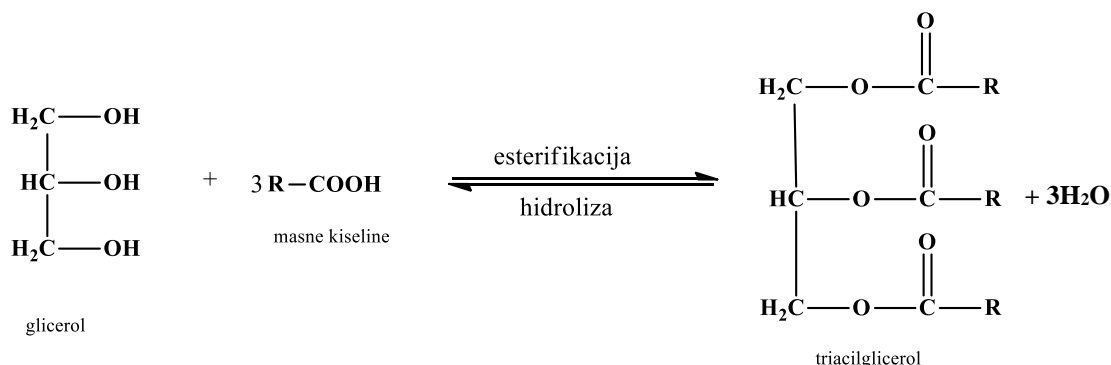
Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions or final thoughts.

### 6.3. Masti i ulja

Masti i ulja po kemijskom su sastavu esteri masnih kiselina i trovalentnog alkohola – glicerola. Sve tri hidroksilne (-OH) skupine glicerola povezane su esterskim vezama s masnim kiselinama pa se nazivaju triacilglicerolima. Triacilglicerole te fosfolipide, glikolipide i voskove ubrajamo u skupinu biološki važnih spojeva – lipida (grč. *lipos* – mast).

Nastaju procesom esterifikacije (slika 6.7.) u kojemu se jedna molekula glicerola veže s trima molekulama viših masnih kiselina.



Slika 6.7. Reakcija esterifikacije.

Masne kiseline, sastavni dio masti i ulja, mogu biti zasićene i nezasićene. U zasićenim masnim kiselinama ugljikovi atomi međusobno su povezani jednostrukim vezama, dok u nezasićenim masnim kiselinama postoji jedna ili više dvostrukih veza između ugljikovih atoma. Ovisno o zastupljenosti zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, razlikujemo masti i ulja.

Masti su pri sobnoj temperaturi čvrste tvari, imaju više talište od ulja jer su bogate zasićenim masnim kiselinama, poput palmitinske i stearinske. Ulja su najčešće biljnoga podrijetla (izdvajaju se prešanjem sjemenki ili plodova biljaka uljarica: uljane repice, suncokreta, maslina, kikirikija), na sobnoj su temperaturi tekućine jer su masne kiseline u njihovom sastavu pretežito nezasićene, primjerice: oleinska, linoleinska, linolenska.

Upotreba nezasićenih masnih kiselina u prehrani rezultira brojnim utjecajima na organizam poput jačanja imunološkoga sustava, reguliranja krvnoga tlaka, prevencije grušanja krvi i nastanka šećerne bolesti.

Stupanj nezasićenosti masti i ulja određuje se jodnim brojem. „Jodni broj predstavlja količinu joda u gramima koja se veže na 100 g masti odnosno ulja“ [16]. Veći jodni broj ukazuje na više nezasićenih masnih kiselina (jodni broj svinjske masti iznosi 46 – 66, a maslinovog ulja 85). Nezasićene masne kiseline, ovisno o broju dvostrukih veza u njihovoj strukturi, adiraju halogene (brom, jod) pa nastaju halogenidi masnih kiselina. No, zasićene masne kiseline ne mogu adirati halogene s obzirom na to da ne sadrže dvostruke veze između ugljikovih atoma. Brzina adicije halogena (broma, joda) ovisi o strukturi nezasićenih masnih kiselina.

### **Pokus 38. Dokazivanje nezasićenih masnih kiselina (Jodni broj)**

#### Pribor i kemikalije:

Stalak za epruvete, epruvete, kapaljka, žličica, ulje, mast, medicinski benzin, alkoholna otopina joda.

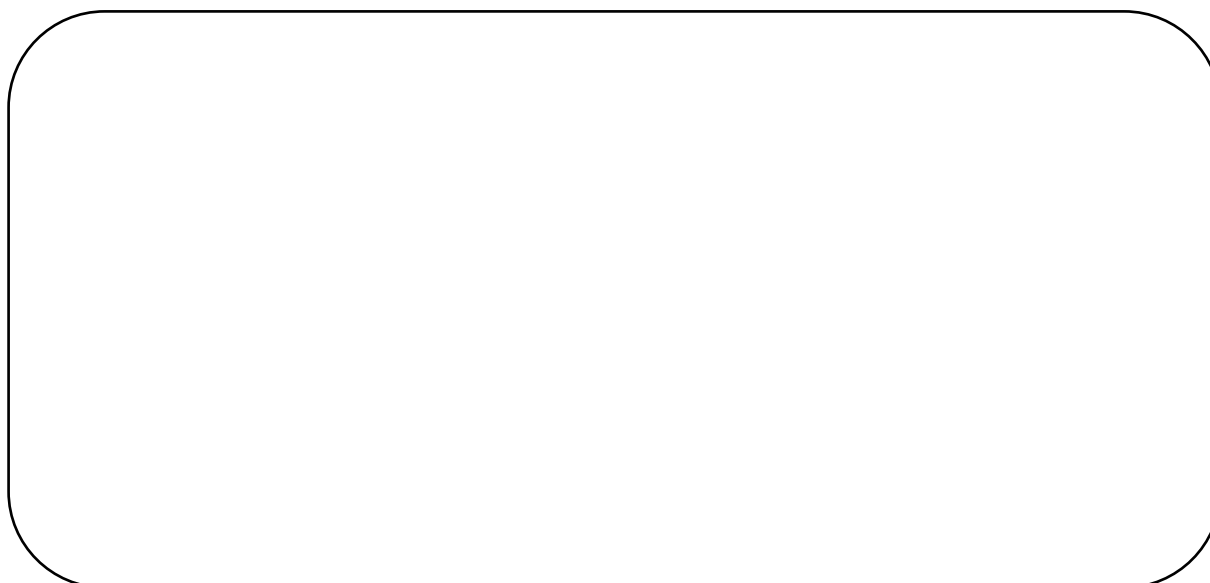
#### Postupak:

U prvu epruvetu ulijte 1 mL suncokretova ulja, u drugu 1 mL maslinova ulja, a u treću žlicom stavite jednaku količinu svinjske masti. U svaku epruvetu ulijte 5 mL medicinskog benzina, začepite čepom i promućkajte dok se uzorci ne otope. Potom svaki uzorak ispitajte alkoholnom otopinom joda tako da kapaljkom dodajete kap po kap otopine joda. Nakon svake dodane kapi joda promućkajte sadržaj epruvete. Brojite dodane kapi potrošene do promjene boje otopine. Za svaki uzorak zabilježite utrošak potrošene otopine joda.

#### Ciljevi pokusa:



#### Shema aparature:



Opažanje:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing observations or notes.

Zaključak:

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for writing conclusions or final thoughts.

## 7. ZADATCI

- Predložite postupke za odvajanje navedenih smjesa na njihove sastojke:
  - jod i magnezijev klorid
  - kuhinjska sol i voda
  - pijesak i željezni prah
  - alkohol i voda
- Od predloženih smjesa izdvojite homogene smjese i predložite moguće postupke odvajanja sastojaka tih smjesa:
  - šećer i čađa
  - vodena otopina alkohola
  - žbuka
  - otopina šećera
- Od predloženih smjesa izdvojite heterogene smjese i predložite moguće postupke odvajanja sastojaka tih smjesa:
  - sol i voda
  - jod i sol
  - ulje i voda
  - sumpor i šećer
- Koliko je grama kisika u 15,3 mola  $O_2$ ?
- Izračunajte broj mola  $H_2O$  u 1 kg vode.
- U uzorku legure mase 22 kg kemijskom analizom je nađeno 14,6 g zlata, 6,4 g bakra, a ostatak su različite nečistoće. Odredite maseni udio zlata i bakra u tome uzorku.
- Kolika je masa sumporovog (IV) oksida u 1 kg onečišćenog zraka u kojem je udio kisika 18 %, dušika 78 %, a ugljikovog (IV) oksida 1 %?
- Koliki je udio kuhinjske soli u otopini koja sadrži 210 g te soli u 825 g vode?
- Izračunajte masu vode u 1 kg otopine glukoze ako je maseni udio glukoze u otopini 2 %.
- Izračunajte masu vode u tijelu čovjeka mase 70 kg, ako je maseni udio vode 60 %.
- Kroz pluća prosječnog čovjeka dnevno prođe 10000 litara zraka. Koliko kisika čovjek disanjem godišnje utroši, ako je volumni udio kisika u zraku 20,93 %?
- Koliko treba uzeti natrijeva klorida i vode za pripremanje  $5 \text{ dm}^3$  otopine u kojoj je maseni udio natrijeva klorida,  $w(\text{NaCl}, \text{otopina}) = 0,18$ , odnosno 18 %? Gustoća je 18 %-tne otopine natrijeva klorida  $1132 \text{ g/dm}^3$ .

13. Prosječan automobil u gradskoj vožnji s 1 L benzina prevari put od 10 km. Za spaljivanje 1 L benzina u automobilskom motoru potrebno je 2500 L kisika. Koliko litara zraka mora usisati automobilski motor za spaljivanje 1 L benzina, ako je volumni udio kisika u zraku 0,21 ili 21 %?
14. Elektrolizom vode dobije se smjesa dvaju plinova, vodika i kisika – plin praskavac, jer zapaljena žestoko eksplodira. Volumni omjer vodika prema kisiku u toj je smjesi 2 : 1. Izračunajte volumni udio vodika i kisika u toj smjesi. Izračunajte koliko je vodika i koliko kisika potrebno za pripremu 18 mL praskavca.
15. Za zaštitu vinove loze od peronospre vinogradari pripremaju jednopostotnu „bordošku juhu“ tako da u 100 kg vode otope 1 kg modre galice,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  i potom uz miješanje dodaju 0,5 kg gašena vapna,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Koliki je udio modre galice u tako pripremljenoj „bordoškoj juhi“?
16. Koliko treba odvagati natrijeva karbonata za pripremu 1,00 L otopine koncentracije  $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,50 \text{ mol L}^{-1}$ ?
17. Koja je koncentracija otopine koja sadrži 100 g natrij-karbonata u  $\text{dm}^3$  otopine?
18. Kolika je koncentracija otopine koja sadrži 40 g natrij-karbonata u 600 g otopine? Gustoća te otopine je  $1,067 \text{ g/cm}^3$ .
19. Koliko je potrebno odvagati kalijevoga permanganata za pripremu 1 litre otopine koncentracije  $c = 0,1 \text{ mol/dm}^3$ ?
20. Gustoća 20 %-tne otopine fosfatne kiseline iznosi  $1,1143 \text{ g/cm}^3$ . Kolika je koncentracija takve otopine?
21. Koliki volumen 96 %-tne otopine sulfatne kiseline, gustoće  $1,84 \text{ g/cm}^3$ , treba uzeti za pripremanje  $1 \text{ dm}^3$  otopine koncentracije  $c = 0,5 \text{ mol/dm}^3$ ?
22. U laboratoriju imamo sumpornu kiselinu, gustoće  $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,84 \text{ g mL}^{-1}$  u kojoj je maseni udio sumporne kiseline,  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,96$ . Koliki volumen te sumporne kiseline treba uzeti za pripremu 1,50 L otopine sumporne kiseline koncentracije  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,50 \text{ mol L}^{-1}$ ?
23. Kojim hidroksidom trebate neutralizirati sumpornu kiselinu kako biste dobili sol cinkov sulfat? Napišite i izjednačite kemijsku jednadžbu koja prikazuje dobivanje cinkova sulfata.

24. S kojom kiselinom mora reagirati aluminijev hidroksid da bi produkt neutralizacije bio aluminijev klorid?
25. Tvar A glavni je sastojak zraka, dok tvar B nastaje elektrolizom vode. Međusobnom reakcijom tvari A i B nastaje nova tvar C koja vrlo lako reagira s vodom, dajući spoj D. Vodena otopina spoja D mijenja boju crvenog lakmus-papira u plavu. Navedite nazive i formule tvari A, B, C i D.
26. Neka otopina ima  $\text{pH} = 6,6$ . Izračunajte približnu koncentraciju iona  $\text{H}^+$  i  $\text{OH}^-$ .
27. Izračunajte  $\text{pH}$  otopine u kojoj je koncentracija  $\text{H}^+$  iona  $0,04 \text{ mol/dm}^3$ . Kolika je koncentracija  $\text{OH}^-$  iona?
28. Izračunajte koncentraciju  $\text{H}^+$  iona u otopini ako je  $\text{pH} = 0,78$ .
29. Napišite jednadžbe reakcija oksida:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  i  $\text{Na}_2\text{O}$  s vodom.
30. Kolika je sila trenja između sanduka težine  $300 \text{ N}$  i poda? Faktor trenja =  $0,1$ .
31. Dječak vuče saonice mase  $10 \text{ kg}$  stalnom brzinom po ledu. Na saonicama sjedi djevojčica mase  $39 \text{ kg}$ . Kolika je sila kojom dječak ravnomjerno vuče saonice ako je faktor trenja između leda i saonica  $0,02$ ?
32. Specifični toplinski kapacitet ljudskog tijela iznosi oko  $3500 \text{ J/kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ . Izračunajte toplinski kapacitet dječaka mase  $60 \text{ kg}$ .
33. Kako bi se  $10 \text{ kg}$  neke tvari zagrijalo za  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  potrebno je dovesti  $20 \text{ kJ}$  topline. Koliki je specifični toplinski kapacitet te tvari?
34. Otpornikom otpora  $40 \text{ } \Omega$  teče struja  $25$  miliampera. Na koliki je napon priključen otpornik?
35. Kolika struja protječe otpornikom otpora  $2 \text{ kilooma}$  kada je uključen na izvor napona  $220$  volta?
36. Kolika je jakost struje koja teče kroz otpornik otpora  $10 \text{ } \Omega$ , spojenoga na napon od  $220 \text{ V}$ ?

## 8. LITERATURA

1. Filipović, I., Lipanović, S. (1988): Opća i anorganska kemija, Školska knjiga, Zagreb.
2. Horvat, D., Hrupec, D. (2017): Fizika 1, Udžbenik s multimedijским sadržajem za 1. razred gimnazija, Element d.o.o., Zagreb.
3. Turk, R., Lovrić, Z., Bošan-Kilibarda, I. (ur.) (2018): Smjernice za postupanje izvanbolničke i bolničke hitne medicinske službe u slučaju nesreća s kemikalijama, Hrvatski zavod za hitnu medicinu, Zagreb.
4. [https://arhiva-2021.loomen.carnet.hr/pluginfile.php/4660504/mod\\_resource/content/1/Toplina%20i%20specifi%20C4%8Dni%20toplinski%20kapacitet.pdf](https://arhiva-2021.loomen.carnet.hr/pluginfile.php/4660504/mod_resource/content/1/Toplina%20i%20specifi%20C4%8Dni%20toplinski%20kapacitet.pdf), preuzeto 24. 4. 2024.
5. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/a46bb23b-608e-45b5-b7f6-c952a83441fa/matematicko-njihalo.html>; preuzeto 22. 4. 2024.
6. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/e78bfca5-654d-4dcc-b431-7b505feb6fa4/kemija-1/m01/j04/index.html>, preuzeto 29. 2. 2024.
7. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/7b5e1fe5-86e2-4142-af6c-5197c4a08148/kemija-8/m01/j03/index.html>, preuzeto 8. 3. 2024.
8. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/7b5e1fe5-86e2-4142-af6c-5197c4a08148/kemija-8/m02/j01/index.html>, preuzeto 9. 3. 2024.
9. [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/8b109d99-b37e-4aa4-821c-ab1d3c48e3d6/html/24056\\_Eksperiment\\_i\\_mjerenja.html#!](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/8b109d99-b37e-4aa4-821c-ab1d3c48e3d6/html/24056_Eksperiment_i_mjerenja.html#!), preuzeto 6. 5. 2024.
10. [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/8b109d99-b37e-4aa4-821c-ab1d3c48e3d6/html/25551\\_Primjeri\\_sila.html](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/8b109d99-b37e-4aa4-821c-ab1d3c48e3d6/html/25551_Primjeri_sila.html), preuzeto 22. 4. 2024.
11. [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/7cc8c4f6-c4e2-4532-8928-afc1ba71beee/html/996\\_Agregacijska\\_stanja.html](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/7cc8c4f6-c4e2-4532-8928-afc1ba71beee/html/996_Agregacijska_stanja.html), preuzeto 23. 2. 2024.
12. [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25055\\_Odredivanje\\_volumena.html](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25055_Odredivanje_volumena.html), preuzeto 27. 2. 2024.
13. [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25089\\_Trenje.html](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25089_Trenje.html), preuzeto 22. 4. 2024.



14. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/15cf791a-4c97-4f29-84d9-17c1b47ceccc/kemija-2/m01/j02/index.html>, preuzeto 24. 4. 2024.
15. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/15cf791a-4c97-4f29-84d9-17c1b47ceccc/kemija-2/m04/j04/index.html>, preuzeto 5. 3. 2024.
16. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/2251138/masti-i-ulja.html>, preuzeto 20. 4. 2024.
17. [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/273372/html/25084\\_Elasticna\\_sila\\_i\\_mjerenje\\_sile.html](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/273372/html/25084_Elasticna_sila_i_mjerenje_sile.html), preuzeto 23. 4. 2024.
18. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/kemija-7/m01/j08/index.html>, preuzeto 21. 2. 2024.
19. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/86f1fc06-2ff6-4615-ad1b-dbaa72f50497/kemija-2/m02/j01/index.html>, preuzeto 28. 2. 2024.
20. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/86f1fc06-2ff6-4615-ad1b-dbaa72f50497/kemija-2/m02/j02/index.html>, preuzeto 7. 3. 2024.
21. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/kemija-7/m02/j01/index.html>, preuzeto 21. 2. 2024.
22. <http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u45/15%20ugljikohidrati.pdf>, preuzeto 16. 4. 2024.
23. <http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u102/>, preuzeto 15. 3. 2024.
24. <http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u110/index.htm>, preuzeto 21. 2. 2024.
25. <http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u111/index.html>, preuzeto 16. 4. 2024.
26. [http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web\\_Sikirica/index.htm](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web_Sikirica/index.htm), preuzeto 29. 2. 2024.
27. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Voda>, preuzeto 22. 2. 2024.
28. [https://zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/obrada\\_materijala\\_kalinic.pdf](https://zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/obrada_materijala_kalinic.pdf), preuzeto 22. 4. 2024.
29. <https://prirodopolis.hr/e-kemija2/index.htm>, preuzeto 7. 3. 2024.
30. <https://prirodopolis.hr/gustoca.html>, preuzeto 15. 3. 2024.

31. <https://slideplayer.gr/slide/17209430/>, preuzeto 23. 4. 2024.
32. [http://www.eduvizija.hr/portal/lekcija/7-razred-kemija-odjeljivanje-cistih-tvari-iz-smjese#tekst\\_lekcije](http://www.eduvizija.hr/portal/lekcija/7-razred-kemija-odjeljivanje-cistih-tvari-iz-smjese#tekst_lekcije), preuzeto 15. 3. 2024.
33. [http://www.eduvizija.hr/portal/lekcija/8-razred-kemija-kiseline-i-njihova-svojsva#tekst\\_lekcije](http://www.eduvizija.hr/portal/lekcija/8-razred-kemija-kiseline-i-njihova-svojsva#tekst_lekcije), preuzeto 8. 3. 2024.
34. [https://www.pgsri.hr/wp-content/uploads/2021/08/VjezbeIzBiokemije\\_prirucnik.pdf](https://www.pgsri.hr/wp-content/uploads/2021/08/VjezbeIzBiokemije_prirucnik.pdf), preuzeto 18. 4. 2024.
35. <https://www.phy.pmf.unizg.hr/~sanja/wp-content/uploads/2012/09/Vjezba-3.pdf>, preuzeto 22. 4. 2024.
36. [https://www.profil-klett.hr/sites/default/files/styles/sx\\_1170/public/pse\\_plakat.jpg?itok=BcPKBUnM](https://www.profil-klett.hr/sites/default/files/styles/sx_1170/public/pse_plakat.jpg?itok=BcPKBUnM), preuzeto 6. 5. 2024.
37. Malenica, M., Dević Pavlić, s., Wittine, K. (2020): Priručnik za praktikum opće kemije, Sveučilište u Rijeci, Odjel za biotehnologiju, Rijeka.
38. Morrison, R.T., Boyd, R.N. (1979): Organska kemija, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
39. Paar, V. (2002): Fizika 7, Udžbenik za 7. razred, Školska knjiga, Zagreb.
40. Paar, V. (2004): Fizika 8, Udžbenik za 8. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb.
41. Pavić, V. (2015): Osnovni praktikum opće kemije, Odjel za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
42. Petković, M., Tvrtković, B. (2004): Zbirka riješenih primjera i zadataka iz kemije za osnovnu školu, Profil International, Zagreb.
43. Sikirica, M. (1989): Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb.

## 9. PRILOZI

### 9.1. Popis slika

1. Slika 1.1. Ispitivanje mirisa kemikalija. Izvor: [http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web\\_Sikirica/index\\_files/image004.jpg](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web_Sikirica/index_files/image004.jpg), preuzeto 29. 2. 2024.
2. Slika 2.1. Odmjerno posuđe. Izvor: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/content/uploads/kemija-7/m01/j02/DOS-Kemija-stakleno-odmjernog-sudje-3.jpg?v=20180727>, preuzeto 15. 2. 2024.
3. Slika 2.2. Stakleno posuđe. Izvor: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/content/uploads/kemija-7/m01/j02/DOS-Kemija-stakleno-odmjernog-sudje-1.jpg?v=20180727>, <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/content/uploads/kemija-7/m01/j02/DOS-Kemija-stakleno-odmjernog-sudje-1.jpg?v=20180727>, preuzeto 15. 2. 2024.
4. Slika 2.3. Porculansko posuđe. Izvor: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/content/uploads/kemija-7/m01/j02/DOS-Kemija-stakleno-odmjernog-sudje-2.jpg?v=20180727>, preuzeto 15. 2. 2024.
5. Slika 2.4. Metalni pribor: a) mufa, b) metalni prsten, c) metalni stativ, d) metalni prsten s mufom, e) stezaljka. Izvor: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/content/uploads/kemija-7/m01/j02/DOS-Kemija-stakleno-odmjernog-sudje-5.jpg>, preuzeto 15. 2. 2024.
6. Slika 2.5. Pribor za zagrijavanje. Izvor: <https://www.profil-klett.hr/system/files/repositorij/pdf/prilog3.pdf>, preuzeto 15. 2. 2024.
7. Slika 2.6. Crtanje laboratorijskog posuđa i pribora. Izvor: <https://www.profil-klett.hr/system/files/repositorij/pdf/prilog3.pdf>, preuzeto 15. 2. 2024.
8. Slika 3.1. Tehnička vaga. Izvor: <https://www.periodni.com/gallery/vaga.png>, preuzeto 29. 2. 2024.

9. Slika 3.2. Analitička vaga. Izvor: [https://model-educa.hr/868-large\\_default\\_2x/vaga-analiticka-0-01-mg--82-g--0-1-mg--220-g.jpg](https://model-educa.hr/868-large_default_2x/vaga-analiticka-0-01-mg--82-g--0-1-mg--220-g.jpg), preuzeto 29. 2. 2024.
10. Slika 3.3. Priprema lađice. Izvor: Malenica, M., Dević Pavlić, s., Wittine, K. (2020): Priručnik za praktikum opće kemije, Sveučilište u Rijeci, Odjel za biotehnologiju, Rijeka.
11. Slika 3.4. Pravilno očitavanje volumena u menzuri. Izvor: [https://lh3.googleusercontent.com/-YHeHUcFBZyGWfGp9zMIfYqkoffuaw9ePZvHYgYGt7NVbrmCGPQ9HX80QD5J-g5x5i-rQICkX1vS5Dck5CevzZZCefF6bCFfXjb8c7NzeKY\\_cOPZq\\_BALpHn-W8s71TuD9UPuLnuHKsV\\_j9YbCMJnLY](https://lh3.googleusercontent.com/-YHeHUcFBZyGWfGp9zMIfYqkoffuaw9ePZvHYgYGt7NVbrmCGPQ9HX80QD5J-g5x5i-rQICkX1vS5Dck5CevzZZCefF6bCFfXjb8c7NzeKY_cOPZq_BALpHn-W8s71TuD9UPuLnuHKsV_j9YbCMJnLY), preuzeto 20. 2. 2024.
12. Slika 3.5. Odmjerna tikvica. Izvor: <https://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=odmjerna+tikvica>, preuzeto 20. 2. 2024.
13. Slika 3.6. Kugla, valjak i kvadar. Izvor: <https://i.pinimg.com/originals/b7/33/3c/b7333c6e8fa30d7b88cc4ce76a3dd114.jpg>, preuzeto 27. 2. 2024.
14. Slika 3.7. Pomična mjerka.
15. Slika 3.8. Pravilno zahvaćanje predmeta pomičnom mjerkom. Izvor: [https://zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/19102014\\_2dio\\_lekcija\\_mjerenje\\_kalinic\\_samo\\_vazno.pdf](https://zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/19102014_2dio_lekcija_mjerenje_kalinic_samo_vazno.pdf), preuzeto 22. 4. 2024.
16. Slika 3.9. Očitavanje mjere s pomične mjerke preciznosti 0.05 mm. Izvor: [https://zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/19102014\\_2dio\\_lekcija\\_mjerenje\\_kalinic\\_samo\\_vazno.pdf](https://zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/19102014_2dio_lekcija_mjerenje_kalinic_samo_vazno.pdf), preuzeto 22. 4. 2024.
17. Slika 3.10. Gibanje njihala.
18. Slika 3.11. Ovisnost sile trenja o težini tijela (a) i Ovisnost sile trenja o hrapavosti dodirnih površina (b). Izvor: <https://slideplayer.gr/slide/17209430/>, preuzeto 23. 4. 2024.
19. Slika 3.12. Očitavanje sile dinamometrom.
20. Slika 3.13. Povlačenje kvadra dinamometrom. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25089\\_Trenje.html](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25089_Trenje.html), preuzeto 22. 4. 2024.

21. Slika 3.14. Postupci pri zagrijavanju u laboratorijskoj čaši (a) i u epruveti (b). Izvor: [chrome-http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u79/1%20sto%20rade%20kemicari.pdf](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u79/1%20sto%20rade%20kemicari.pdf), preuzeto 27. 2. 2024.
22. Slika 4.1. Podjela tvari.
23. Slika 4.2. Korozija željeza u vodovodnoj vodi (1), u vodovodnoj vodi i doticaju sa bakrom (2), u vodovodnoj vodi u doticaju sa cinkom (3). Izvor: [http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u111/KEMIJA\\_3\\_files/slika%208,27.jpg](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u111/KEMIJA_3_files/slika%208,27.jpg), preuzeto 11. 3. 2024.
24. Slika 4.3. Shematski prikaz osnovnih elemenata jednostavnog električnog strujnog kruga.
25. Slika 4.4. Ispitivanje vodljivosti grafita. Izvor: <http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u78/2%20tvari.pdf>, preuzeto 15. 3. 2024.
26. Slika 4.5. Raspored čestica u krutinama (a), tekućinama (b) i plinovima (c). Izvori: [http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web\\_Sikirica/index\\_files/image010.jpg](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web_Sikirica/index_files/image010.jpg),  
[http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web\\_Sikirica/index\\_files/image011.jpg](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web_Sikirica/index_files/image011.jpg),  
[http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web\\_Sikirica/index\\_files/image012.jpg](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web_Sikirica/index_files/image012.jpg), preuzeto 29. 2. 2024.
27. Slika 4.6. Prijelazi između pojedinih agregacijskih stanja tvari. Izvor: [https://www.profil-klett.hr/sites/default/files/styles/sx\\_1170/public/ok\\_7-01-kor1.jpg?itok=v0PLP5re](https://www.profil-klett.hr/sites/default/files/styles/sx_1170/public/ok_7-01-kor1.jpg?itok=v0PLP5re), preuzeto 29. 2. 2024.
28. Slika 4.7. Mjerenje gustoće krutih tijela Arhimedovom metodom. Izvor: <http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u38/2%20tvari.pdf>, preuzeto 27. 2. 2024.
29. Slika 4.8. Zakon refleksije svjetlosti.
30. Slika 4.9. Ovisnost topljivosti kisika i drugih plinova o temperaturi. Izvor: [https://2012books.lardbucket.org/books/principles-of-general-chemistry-v1.0/section\\_17/67558bdc4beb64e06b29db7b4c8d74bb.jpg](https://2012books.lardbucket.org/books/principles-of-general-chemistry-v1.0/section_17/67558bdc4beb64e06b29db7b4c8d74bb.jpg), preuzeto 23. 2. 2024.
31. Slika 4.10. Molekula vode. Izvor: <https://festorage.blob.core.windows.net/namethatmolecule2020-21/files/entries/48702/thumbnail-d2ac7218.jpg>, preuzeto 23. 2. 2024.

32. Slika 4.11. Kristalna struktura leda. Izvor: [http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u102/e-KEMIJA%201%20-%20Sikirica\\_datoteke/image152.jpg](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u102/e-KEMIJA%201%20-%20Sikirica_datoteke/image152.jpg), preuzeto 23. 2. 2024.
33. Slika 4.12. Promjene agregacijskih stanja vode pri 101325 Pa. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/e78bfca5-654d-4dcc-b431-7b505feb6fa4/content/uploads/kemija-1/m01/j04/DOS-kemija-1\\_4\\_-fazni-dijagram-VODE\\_KORIGIRANO.jpg](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/e78bfca5-654d-4dcc-b431-7b505feb6fa4/content/uploads/kemija-1/m01/j04/DOS-kemija-1_4_-fazni-dijagram-VODE_KORIGIRANO.jpg), preuzeto 29. 2. 2024.
34. Slika 4.13. Koprnica (lat. *Gerris Najas*) hoda na površini vode. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/e78bfca5-654d-4dcc-b431-7b505feb6fa4/content/uploads/kemija-1/m03/j03/water-strider-691039\\_1920.jpg?v=20180727](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/e78bfca5-654d-4dcc-b431-7b505feb6fa4/content/uploads/kemija-1/m03/j03/water-strider-691039_1920.jpg?v=20180727), preuzeto 29. 2. 2024.
35. Slika 4.14. Shematski prikaz međumolekulskih sila u unutrašnjosti i na površini vode. Izvor: [https://saylordotorg.github.io/text\\_general-chemistry-principles-patterns-and-applications-v1.0/section\\_15/c9615ada612b01b0b04ca98321a14fb5.jpg](https://saylordotorg.github.io/text_general-chemistry-principles-patterns-and-applications-v1.0/section_15/c9615ada612b01b0b04ca98321a14fb5.jpg), preuzeto 1. 3. 2024.
36. Slika 4.15. Dijagram topljivosti nekih krutina u vodi. Izvor: <https://chem.libretexts.org/@api/deki/files/41608/1688d1d5941ac728ff289a871c57b432.jpg?revision=1&size=bestfit&width=656&height=415>, preuzeto 23. 2. 2024.
37. Slika 4.16. Skala pH vrijednosti. Izvor: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/15cf791a-4c97-4f29-84d9-17c1b47ceccc/content/uploads/kemija-2/m04/j03/skala.jpg?v=20180727>, preuzeto 25. 2. 2024.
38. Slika 4.17. Karakteristične boje fenolftaleina i metiloranža u kiselim i lužnatim otopinama.
39. Slika 4.18. Promjena boje otopine soka crvenog kupusa ovisno o pH otopine. Izvor: [http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web\\_Sikirica/index\\_files/image121.jpg](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/web_Sikirica/index_files/image121.jpg), preuzeto 25.2.2024.
40. Slika 4.19. Zagrijavanje kristala modre galice. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/651239/content/uploads/kemija-7/m04/j01/A5000825-Copper\\_sulphate\\_being\\_heated.jpg?v=20180727](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/651239/content/uploads/kemija-7/m04/j01/A5000825-Copper_sulphate_being_heated.jpg?v=20180727), preuzeto 26. 2. 2024.

41. Slika 5.1. Kuhinjska sol nastala isparavanjem vode. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/content/uploads/kemija-7/m01/j09/A5000699-Evaporation\\_deposit\\_from\\_salt\\_water-SPL.jpg?v=20180727](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/content/uploads/kemija-7/m01/j09/A5000699-Evaporation_deposit_from_salt_water-SPL.jpg?v=20180727), preuzeto 15. 3. 2024.
42. Slika 5.2. Aparatura za destilaciju pri atmosferskom tlaku. Izvor: [https://www.shalom-education.com/wp-content/webp-express/webp-images/uploads/2023/01/Shutterstock\\_604669949-1-1024x669.jpg.webp](https://www.shalom-education.com/wp-content/webp-express/webp-images/uploads/2023/01/Shutterstock_604669949-1-1024x669.jpg.webp), preuzeto 20. 2. 2024.
43. Slika 5.3. Sastav zraka. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/2438174/m\\_3/storage/files/images/DOS5/M3/galerije/pita-%20ispravak.jpg](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/2438174/m_3/storage/files/images/DOS5/M3/galerije/pita-%20ispravak.jpg), preuzeto 14. 3. 2024.
44. Slika 5.4. Promjena gustoće zraka s nadmorskom visinom. Izvor: [https://prirodopolis.hr/images/tlak\\_zraka.jpg](https://prirodopolis.hr/images/tlak_zraka.jpg), preuzeto 15.3.2024.
45. Slika 5.5. Kruženje kisika i ugljikova (IV) oksida u atmosferi. Izvor: <https://cdn.britannica.com/78/126078-050-6EA71704/oxygen-cycle.jpg?w=400&h=300&c=crop>, preuzeto 14. 3. 2024.
46. Slika 5.6. Kristalizacija modre galice. Izvor: [http://os-amihanovica-zg.skole.hr/upload/os-amihanovica-zg/newsattach/343/Kristalografija\\_modra\\_galica\\_-\\_os-amihanovica.pdf](http://os-amihanovica-zg.skole.hr/upload/os-amihanovica-zg/newsattach/343/Kristalografija_modra_galica_-_os-amihanovica.pdf), preuzeto 23. 2. 2024.
47. Slika 5.7. Priprema filtrirnog papira.
48. Slika 5.8. Aparatura za filtriranje. Izvor: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/15afa417-8f7c-4dbc-af00-0559bf7546e9/content/uploads/kemija-1/m01/j05/aparatura.jpg?v=20180727>, preuzeto 20. 2. 2024.
49. Slika 5.9. Sedimentiranje pijeska. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/15afa417-8f7c-4dbc-af00-0559bf7546e9/content/uploads/kemija-1/m01/j05/C0266776-Soil\\_settling\\_out\\_of\\_water-SPL.jpg?v=20180727](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/15afa417-8f7c-4dbc-af00-0559bf7546e9/content/uploads/kemija-1/m01/j05/C0266776-Soil_settling_out_of_water-SPL.jpg?v=20180727), preuzeto 20. 2. 2024.

50. Slika 5.10. Odjeljivanje sastojaka smjese pomoću magneta. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/15afa417-8f7c-4dbc-af00-0559bf7546e9/content/uploads/kemija-1/m01/j05/C0199051-Removing\\_iron\\_filing\\_from\\_sulphur\\_mixture-2.jpg?v=20180727](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/15afa417-8f7c-4dbc-af00-0559bf7546e9/content/uploads/kemija-1/m01/j05/C0199051-Removing_iron_filing_from_sulphur_mixture-2.jpg?v=20180727), preuzeto 20. 2. 2024.
51. Slika 5.11. Sublimacija joda. Izvor: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/4874fe79-8302-4ea2-b516-4657ea249026/content/uploads/kemija-7/m01/j08/DOS-kemija-7-8-Sublimacija-joda.jpg>, preuzeto 7. 3. 2024.
52. Slika 6.1. Glukoza
53. Slika 6.2. Fruktaza.
54. Slika 6.3. Dokaz glukoze Fehlingovim reagensom. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/fd4e4aca-de35-49a7-9436-638df9b1c154/datastore/18/publication/10967/pictures/2020/02/27/1582759030\\_shutterstock\\_1230790120\\_776.jpg?v=1614593070](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/fd4e4aca-de35-49a7-9436-638df9b1c154/datastore/18/publication/10967/pictures/2020/02/27/1582759030_shutterstock_1230790120_776.jpg?v=1614593070), preuzeto 16. 4. 2024.
55. Slika 6.4. Lugolova otopina (a), jednopostotna otopina škroba + Lugolova otopina (b). Izvor: <https://repositorij.unizg.hr/islandora/object/pbf%3A4148/datastream/FILE0/view>, preuzeto 25. 3. 2024.
56. Slika 6.5. Namirnice bogate proteinima. Izvor: [https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/703858/content/uploads/kemija-8/m04/j10/C0141139-Protein-rich\\_foods.jpg?v=20180727](https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/703858/content/uploads/kemija-8/m04/j10/C0141139-Protein-rich_foods.jpg?v=20180727), preuzeto 18. 4. 2024.
57. Slika 6.6. Pozitivan test na protein (biuret-reakcija). Izvor: <https://render.fineartamerica.com/images/rendered/default/print/8/7.5/break/images-medium/biuret-test-for-proteins-andrew-lambert-photography.jpg>, preuzeto 18. 4. 2024.
58. Slika 6.7. Reakcija esterifikacije.



## 9.2. Popis tablica

1. Tablica 3.1. Osnovne i izvedene fizikalne veličine i pripadajuće SI-jedinice. Prilagođeno prema: Horvat, D., Hrupec, D. (2017): Fizika 1, Udžbenik s multimedijским sadržajem za 1. razred gimnazija, Element d.o.o., Zagreb.; Sikirica, M. (1989): Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb.
2. Tablica 4.1. Fizikalna svojstva metalnih i nemetalnih tvari. Prilagođeno prema: <http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u102/>, preuzeto 27. 2. 2024.
3. Tablica 4.2. Specifični toplinski kapacitet nekih čvrstih tvari i tekućina pri 25 °C. Izvor: Prilagođeno prema <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/15cf791a-4c97-4f29-84d9-17c1b47ceccc/kemija-2/m01/j02/index.html>, preuzeto 24. 4. 2024.
4. Tablica 4.3. Gustoće nekih tvari. Izvor: Paar, V. (2002): Fizika 7, Udžbenik za 7. razred, Školska knjiga, Zagreb.
5. Periodni sustav elemenata.

# Periodni sustav elemenata

← skupine →

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,008 vodik																	2 He 4,003 helij
2	3 Li 6,941 litij	4 Be 9,012 berilij											5 B 10,81 bor	6 C 12,01 ugjik	7 N 14,01 dušik	8 O 16,00 kisik	9 F 19,00 fluor	10 Ne 20,18 neon
3	11 Na 22,99 natrij	12 Mg 24,31 magnezij											13 Al 26,98 aluminij	14 Si 28,09 silicij	15 P 30,97 fosfor	16 S 32,06 sumpor	17 Cl 35,45 klor	18 Ar 39,95 argon
4	19 K 39,10 kalij	20 Ca 40,08 kalcij	21 Sc 44,86 skandij	22 Ti 47,90 titanij	23 V 50,94 vanadij	24 Cr 52,00 krom	25 Mn 54,94 mangan	26 Fe 55,85 željezo	27 Co 58,93 kobalt	28 Ni 58,70 nikal	29 Cu 63,55 bakar	30 Zn 65,38 cink	31 Ga 69,72 galij	32 Ge 72,59 germanij	33 As 74,92 arsen	34 Se 78,96 selenij	35 Br 79,90 brom	36 Kr 83,80 kripton
5	37 Rb 85,47 rubidij	38 Sr 87,62 stroncij	39 Y 88,91 itrij	40 Zr 91,22 cirkonij	41 Nb 92,91 niobij	42 Mo 95,94 molibden	43 Tc (98) tehnecij	44 Ru 101,1 rutenij	45 Rh 102,9 rodij	46 Pd 106,4 paladij	47 Ag 107,9 srebro	48 Cd 112,4 kadmij	49 In 114,8 indij	50 Sn 118,7 kositar	51 Sb 121,8 antimon	52 Te 127,6 telurij	53 I 126,9 jod	54 Xe 131,3 ksenon
6	55 Cs 132,9 cezij	56 Ba 137,3 barij	57-71 La-Lu lantanoidi	72 Hf 178,5 hafnij	73 Ta 180,9 tantal	74 W 183,9 volfram	75 Re 186,2 renij	76 Os 190,2 osmij	77 Ir 192,2 iridij	78 Pt 195,1 platina	79 Au 197,0 zlat	80 Hg 200,6 živa	81 Tl 204,4 talij	82 Pb 207,2 olovo	83 Bi 209,0 bizmut	84 Po 209 polonij	85 At 210 astat	86 Rn 222 radon
7	87 Fr (223) francij	88 Ra 226,0 radij	89-103 Ac-Lr aktinoidi	104 Rf (261) rutherfordij	105 Db (262) dubnij	106 Sg (263) seaborgij	107 Bh (262) bohrij	108 Hs (265) hassij	109 Mt (266) meitnerij	110 Ds (271) darmstadij	111 Rg (272) rentgenij	112 Cn (285) kopernicij	113 Nh (286) nihonij	114 Fl (289) flerovij	115 Mc (289) moskovij	116 Lv (293) livermorij	117 Ts (294) tenesi	118 Og (294) oganeson
lantanoidi			57 La 138,9 lantan	58 Ce 140,1 cerij	59 Pr 140,9 praseodimij	60 Nd 144,2 neodimij	61 Pm (145) prometij	62 Sm 150,4 samarij	63 Eu 152,0 europij	64 Gd 157,3 gadolinij	65 Tb 158,9 terbij	66 Dy 162,5 disprozij	67 Ho 164,9 holmij	68 Er 167,3 erbij	69 Tm 168,9 tulij	70 Yb 173,0 iterbij	71 Lu 175,0 lutecij	
aktinoidi			89 Ac 227,0 aktinij	90 Th (232) torij	91 Pa (231) protaktinij	92 U (238) uraniij	93 Np (237) neptunij	94 Pu (244) plutonij	95 Am (243) americij	96 Cm (247) kurij	97 Bk (247) berkelij	98 Cf (251) kalifornij	99 Es (252) eisteinij	100 Fm (257) fermij	101 Md (258) mendelevij	102 No (259) nobelij	103 Lr (262) lawrencij	

Z  
X  
A<sub>r</sub>  
ime

Z - atomski broj

A<sub>r</sub> - relativna atomska masa

metali

nemetali

polumetali

čvrsto

tekuće

plinovito agregacijsko stanje

