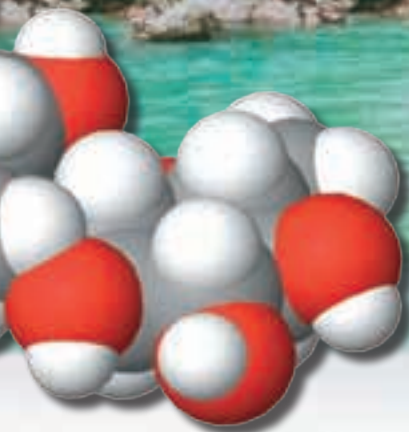


Boris Čeh, Darko Dolenc

# SNOVI, OKOLJE, PREHRANA

Učbenik za kemijo v srednjih strokovnih šolah



# Snovi, okolje, prehrana

## Učbenik za kemijo v srednjih strokovnih šolah

Učbenik sta napisala prof. dr. Boris Čeh in prof. dr. Darko Dolenc.

<i>Strokovni pregled</i>	mag. Neva Malek prof. dr. Slovenko Polanc prof. dr. Primož Šegedin	<i>Urednica</i> <i>Likovno-grafični urednik</i> <i>Glavna urednica</i> <i>Izvršna direktorica</i> <i>Divizije založništva</i>	Mojca Graunar Boštjan Lapajne Tanja Železnik Ada de Costa Petan
<i>Pregled terminologije</i> <i>prehranske stroke</i>	prof. dr. Marjan Simčič	ISBN 978-961-02-0077-2	
<i>Jezikovni pregled</i>	Tatjana Hosta	<i>Izdala in založila</i> DZS, založništvo in trgovina, d. d. Dalmatinova ulica 2, 1538 Ljubljana <i>Za založbo</i> Bojan Petan	
<i>Ilustracije</i> <i>Fotografije</i>	Boris Čeh, Andrej Kustec Roman Remškar, Nedžad Žujo idr.	Ljubljana, 2010 Prva izdaja, prvi natis <i>Naklada</i> 2000 izvodov	
<i>Formule in modeli</i> <i>organskih spojin</i>	Darko Dolenc	<i>Tisk</i> Razvedrilo d. o. o.	
<i>Oblikovanje</i>	Boštjan Lapajne		

Strokovni svet Republike Slovenije za splošno izobraževanje je na svoji dopisni 134. seji dne 7.–14. 7. 2010 na podlagi 25. člena zakona o organizaciji in financiranju vzgoje in izobraževanja (Uradni list RS, št. 16/07 – UPB, 36/08, 58/09, 64/09 in 65/09) in 15. člena Pravilnika o potrjevanju učbenikov (Ur. l. RS, št. 57/06) ter pravilnika o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o potrjevanju učbenikov (Uradni list RS, št. 45/2010) sprejel sklep št. 6130-1/2010/179 o potrditvi učbenika Snovi, okolje prehrana, učbenik za kemijo v srednjih strokovnih šolah v 1./1., 2. letniku.

Elektronske vsebine k učbeniku so dostopne na spletnem naslovu: <http://vedez.dzs.si/kemija-gim-ss>.

© DZS, d. d., 2010. Vse pravice pridržane.

Brez pisnega dovoljenja DZS je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, dajanje v najem, javna priobčitev, dajanje na voljo javnosti (internet), predelava ali vsaka druga uporaba tega avtorskega dela ali njegovih delov v kakršnemkoli obsegu ali postopku, vključno s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki. Odstranitev tega podatka je kazniva.

CIP – Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

54(075.3)

ČEH, Boris

Snovi, okolje, prehrana : učbenik za kemijo v srednjih strokovnih šolah / Boris Čeh, Darko Dolenc ; [ilustracije Boris Čeh, Andrej Kustec ; fotografije Roman Remškar ... et al.]. – 1. izd., 1. natis. – Ljubljana : DZS, 2010

ISBN 978-961-02-0077-2

1. Dolenc, Darko  
251805184



znanje uresničuje sanje  
DZS, d.d., DIVIZIJA ZALOŽNIŠTEV  
IZOBRAŽEVALNO ZALOŽNIŠTVO  
<http://www.dzs.si>  
e-pošta: [info.narocila@dzs.si](mailto:info.narocila@dzs.si)  
tel. št.: 01/ 30 69 879



<http://vedez.dzs.si>

# Vsebina

<b>Uvod</b>	<b>4</b>	<b>7. Voda in tla</b>	<b>95</b>
<b>1. Snovi</b>	<b>7</b>	7.1 Zgradba in lastnosti vode	95
1.1 Kaj je snov?	7	7.2 Trdota vode. Mehčanje vode 	98
1.2 Lastnosti materialov in njihova uporaba	10	7.3 Voda je nujna za življenje	101
1.3 Raztopine in njihove lastnosti	15	7.4 Minerali in kamnine	105
1.4 Delo v laboratoriju 	21	7.5 Tla	108
1.5 Varna uporaba snovi	24	<b>8. Organske spojine</b> 	<b>112</b>
<b>2. Zgradba snovi</b>	<b>28</b>	8.1 Vrste organskih spojin	112
2.1 Zgradba atoma in periodni sistem elementov	28	8.2 Poimenovanje organskih spojin	116
2.2 Zgradba trdne snovi	34	8.3 Lastnosti organskih spojin	122
2.3 Formule in imena enostavnih binarnih spojin	37	8.4 Pretvorbe organskih spojin	124
<b>3. Snovi se spreminjajo</b>	<b>39</b>	<b>9. Kemija v prehrani. Ogljikovi hidrati</b>	<b>128</b>
3.1 Kemijska reakcija	39	9.1 Živila in hranila	128
3.2 Energijske spremembe pri kemijskih reakcijah	43	9.2 Ogljikovi hidrati, glukoza	131
3.3 Hitrost kemijske reakcije 	46	9.3 Monosaharidi, disaharidi in polisaharidi	134
3.4 Reakcije kislin in baz 	50	9.4 Dokazne reakcije za sladkorje 	137
3.5 pH – merilo kislosti in bazičnosti raztopin 	53	9.5 Pomen ogljikovih hidratov v prehrani	139
<b>4. Nafta in polimeri</b>	<b>55</b>	<b>10. Maščobe in površinsko aktivne snovi</b>	<b>142</b>
4.1 Nafta in zemeljski plin	55	10.1 Maščobe	142
4.2 Polimeri	58	10.2 Pomen maščob v prehrani	145
4.3 Uporaba in predelava polimerov	61	10.3 Površinsko aktivne snovi 	147
<b>5. Lastnosti izbranih elementov in spojin</b> 	<b>67</b>	<b>11. Aminokisliline in beljakovine</b>	<b>151</b>
5.1 Lastnosti in uporaba nekaterih kovin in nekovin	67	11.1 Zgradba in funkcije beljakovin	151
5.2 Lastnosti in uporaba pomembnih anorganskih spojin	73	11.2 Pomen beljakovin v prehrani	155
5.3 Moderne tehnologije	78	<b>12. Druga hranila in dodatki živilom</b>	<b>157</b>
<b>6. Zrak</b>	<b>80</b>	12.1 Druga hranila	157
6.1 Zrak. Kisik in njegove spojine	80	12.2 Dodatki živilom	162
6.2 Reakcije oksidacije in redukcije	84	<b>Stvarno kazalo</b>	<b>165</b>
6.3 Redukcija in oksidacija – redoks reakcija 	86	<b>Viri</b>	<b>168</b>
6.4 Galvanski členi 	88	<b>Periodni sistem elementov</b>	
6.5 Onesnaževanje zraka	92		

# Uvod

Učbenik *Snovi, okolje, prehrana* je napisan za pouk kemije v srednjem strokovnem izobraževanju za programa **70 in 105 ur** ter v srednjem poklicno-tehniškem izobraževanju za program **40 ur**.

Vključuje **splošna znanja**, ki so namenjena programu 70 ur, ter **posebna znanja**, ki so poleg splošnih znanj namenjena samo programu 105 ur. Poglavja učbenika so skladna z vsebinskimi sklopi v katalogih znanj.

Struktura poglavij in učnih enot je razvidna iz spodnjega prikaza.

## 3 Snovi se spreminjajo

- 3.1 Kemijska reakcija
- 3.2 Energijske spremembe pri kemijskih reakcijah
- 3.3 Hitrost kemijske reakcije
- 3.4 Reakcije kislin in baz
- 3.5 pH – merilo kislosti in bazičnosti raztopin

Učna enota – splošna znanja

Učna enota – posebna znanja

### 3.2 Energijske spremembe pri kemijskih reakcijah

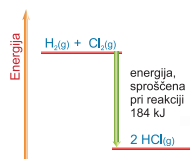
Že v pradavnini so se naši predniki ogrevali s toploto, ki se je sproščala pri gorenju lesa. Votline so razsvetljevali s plamenicami ali baklami, v katerih je zgoreval loj oziroma živalske maščobe. Prek 85 % energije, ki jo danes potrebuje človeštvo za vsakodnevno življenje povsod na Zemlji, dobimo pri izgorevanju fosilnih goriv. Največ iz nafte in tekočih goriv (38 %), sledijo premog (25 %) ter zemeljski plin (23 %). Precejšen del toplote, ki se sprosti pri gorenju fosilnih goriv (kurilno olje, zemeljski plin, propan/butan, različne vrste premogov), porabimo za ogrevanje bivalnih in delovnih prostorov. Veliko tekočih goriv se uporabi v letalskem in cestnem prometu (kerolin, bencin in dizelsko gorivo). Znatno del fosilnih goriv se porabi za proizvodnjo električne energije v termoelektrarnah.

Poleg toplote se pri kemijskih reakcijah sproščajo tudi druge oblike energije. Pri gorenju se poleg toplote sprošča še svetlobna energija, pri kemijskih reakcijah, ki potekajo v galvanskih členih, pa dobimo električno energijo.

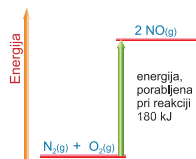
Ali lahko naštejete nekaj primerov, kjer se del energije, sproščene pri kemijski reakciji, porablja za opravljanje dela?

Reakcije, pri katerih se energija sprošča, so **eksotermne reakcije**.

Pri nekaterih reakcijah pa se energija porablja. Energijo je treba dovajati, vse dokler reakcija ne poteče do konca. To so **endotermne reakcije**.



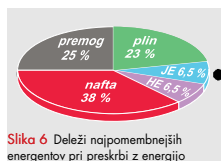
Slika 8 Pri reakciji med vodikom in klorom se energija sprošča.



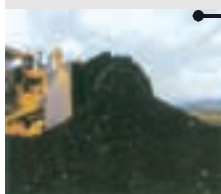
Slika 9 Pri reakciji med dušikom in kisikom se energija porablja.

#### Zakaj so pri kemijskih reakcijah energijske spremembe?

Kako pravzaprav poteka kemijska reakcija? Procesi, ki med reakcijo potekajo med delci reaktantov, so lahko zelo zapleteni. Poenostavljeno pa si potek kemijske reakcije predstavljamo kot množico medsebojnih trkov med delci reaktantov. Pri trkih se vezi v delcih reaktantov pretrgajo, nastali novi delci pa se pri trkih združijo v molekule produktov. Za pretrganje vezi je energija potrebna, pri nastanku vezi pa se energija sprošča.



Slika 6 Deleži najpomembnejših energentov pri preskrbi z energijo



Slika 7 Termoelektrarne so velik porabnik premoga. S sežigom premoga v termoelektrarnah pridobivajo električno energijo.

Naslov učne enote

Diagrami in grafi ponazarjajo določene kemijske zakonitosti

Fotografije poskusov, postopkov in pojavov



Pomembni kemijski pojmi

Učne vsebine – posebna znanja



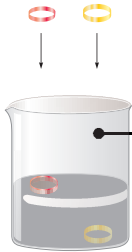
### Gostota

Vsak, še tako majhen košček snovi ima neko določeno maso in zavzame prostor. Gostota snovi nam pove, kolikšna je masa prostorninske enote snovi. Podajamo jo v gramih na kubični centimeter ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) ali kilogramih na kubični decimeter ( $\text{kg}/\text{dm}^3$ ). Ker se gostota snovi s temperaturo in tlakom spreminja, jo ponavadi merijo pri temperaturi  $20^\circ\text{C}$  in zunanjem tlaku  $100\text{ kPa}$ .

Gostote trdnih snovi segajo od  $1$  do  $20\text{ g}/\text{cm}^3$ , gostote tekočin od  $0,5$  do  $2\text{ g}/\text{mL}$ , gostote plinov pa so tudi do tisočkrat manjše, od  $0,0001$  do  $0,01\text{ g}/\text{mL}$ .

### V preglednici 1 poišči snov, katere gostota odstopa od gostot podobnih snovi.

Predmeti ali snovi z manjšo gostoto vedno plavajo na tekočinah z večjo gostoto, če imajo večjo gostoto, pa potonejo na dno.



Slika 17 Bakren in zlat prstan vzememo v živo srebro. Kateri plava in kateri potone?

V letalski industriji se za gradnjo letalskih ogrođij uporabljajo zlitine aluminija, saj ima aluminij majhno gostoto,  $2,7\text{ g}/\text{cm}^3$ . Pri velikih nadzvočnih hitrostih pa se trup letala segreje nad  $200^\circ\text{C}$ . Nad to temperaturo se trdnost in žilavost aluminijevih zlitin preveč zmanjšata. Zato se za nadzvočna letala uporablja titan oziroma titanove zlitine. Čeprav ima titan večjo gostoto,  $4,5\text{ g}/\text{cm}^3$ , so njegove lastnosti v primerjavi z aluminijem neprimerno boljše.

### Razmisli in odgovori

1. Zaradi katerih delcev kovina prevaja električni tok?
2. Raztopina kuhinjske soli prevaja električni tok. Prav tako ga prevaja talina. Trdna kuhinjska sol pa ne prevaja električnega toka. Zakaj?
3. V čem bistvenem se razlikujejo baker, guma in steklo?
4. Katere vrste snovi imajo največjo gostoto? Zakaj?
5. Kakšne so gostote plinov, če jih primerjamo z gostotami trdnih snovi in tekočin? Zakaj?

$1\text{ g}/\text{cm}^3 = 1\text{ g}/\text{mL}$

Gostote tekočin in plinov običajno navajamo v  $\text{g}/\text{mL}$ .

Preglednica 1 Gostota nekaterih snovi pri  $20^\circ\text{C}$  in tlaku  $100\text{ kPa}$

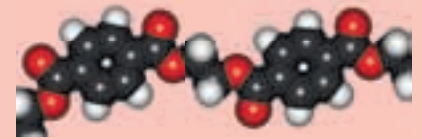
Snov	Gostota ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
zlato	19,3
baker	8,92
železo	7,87
aluminij	2,70
natrij	0,97
jod	4,93
žveplo	2,07
diamant	3,51
tekoča ( $\text{g}/\text{mL}$ )	
živo srebro	13,6
brom	3,12
voda	0,998
metanol	0,792
etanol	0,789
glicerol	1,261
žveplove kisline	1,84
plinasta ( $\text{g}/\text{mL}$ )	
vodik	0,000083
helij	0,000164
kisik	0,00131
dušik	0,00115
klor	0,00291
kсенon	0,00539

### Pomembna pojasnila

### Skupne aktivnosti

Preglednice s podatki, potrebnimi za razumevanje učne snovi in reševanje nalog

Risbe postopkov, sheme, modeli in formule

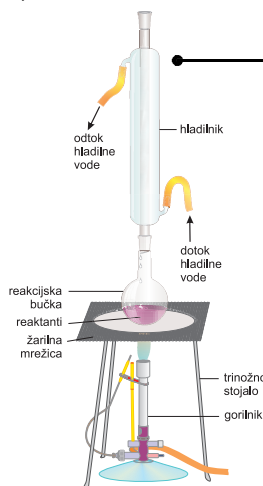


### Zanimivosti

Vprašanja za preverjanje znanja na koncu vsake učne enote

### Dodatna znanja

Pogosto določene kemijske snovi (substanc) pripravljamo po predpisanih postopkih, ki jim pravimo **sintheze**, v hruskastih ali okroglo oblikovanih reakcijskih bučkah.



Slika 29 V bučki, na kateri je nameščen hladilnik, so reaktanti, včasih pa tudi topila. Med reakcijo iz reaktantov nastajajo produkti. Da reakcija hitreje poteka, zmes lahko tudi mešamo in segrevamo. Hlapi topila, reaktantov in produktov se v hladilniku utekočinijo in stečejo nazaj v bučko.

### Dodatna znanja

Zaznamki za e-vsebine iz Kemija: procesi in poskusi

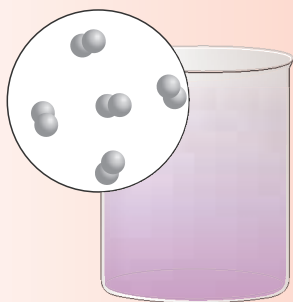


Predstavitve z animacijami



Videoposnetki poskusov





### 1.1 Kaj je snov?

### 1.2 Lastnosti materialov in njihova uporaba

### 1.3 Raztopine in njihove lastnosti

### 1.4 Delo v laboratoriju

### 1.5 Varna uporaba snovi

## 1.1 Kaj je snov?

Ozrimo se okoli sebe in opazujemo okolico. V zaprtem prostoru, ali pa če se ozremo skozi okno v urbano okolje, opazimo številne predmete, ki jih je s svojim znanjem izdelal človek. Avtomobili in druga prevozna sredstva, stanovanjske in industrijske zgradbe, poti, po katerih se običajno peljemo ali po njih sprehodimo do šole, različna živila, ki jih vsak dan uživamo, zvezki, radirka, nalivnik v naši šolski torbi, tabla, kreda, parket, s plastiko obložena tla v učilnici, pa številne barve – vse naštetu sestoji iz različnih **snovi**.

Kaj pa vse živo in neživo, kar nas obdaja v naravi? Drevesa, gozdna tla, odmrlo listje, živali, ki jih srečamo, ko pohajkujemo po parku ali gozdu, ter mikroorganizmi, ki so vsepovsod okoli nas in jih ne vidimo, pa kamnita tla v gorah, sipine v puščavah in ne nazadnje zrak in razni drobni prašni delci, ki jih vdihavamo skupaj z njim.

Vse tisto, kar srečamo v neokrnjeni živi in neživi naravi, sestoji iz snovi, ki obstajajo že milijone ali celo milijarde let. Pravimo jim **naravne** snovi. Voda je snov, ki jo najpogosteje srečamo in brez katere ne bi bilo življenja na Zemlji. Prav tako so snovi številne kamnine, iz katerih so sestavljena npr. tla na Pohorju ali v alpskem svetu, pa kapniki v kraških jamah. Mnoge med njimi so na Zemlji že več kot 3 milijarde let.

Spet drugje, npr. na lekarniških policah, najdemo zdravila. Nekatera so v laboratorijih pripravili kemiki in farmacevti, druga pa pridobivajo samo iz živalskih organizmov ali rastlin. Za te snovi rečemo, da so **pridobljene** ali **umetne**.

Snovem, ki imajo uporabno vrednost in iz njih izdelujejo uporabne predmete, pravimo tudi **materiali**. Ti so lahko naravni (celuloza, apnenec, granit, diamant, svila) ali pridobljeni (zlitine, keramika, plastika, apno, steklo). Mnoge materiale znajo pripraviti tudi v laboratorijih in tovarnah, vendar je za široko uporabo njihova proizvodnja pogosto dražja kot pridobivanje iz naravnih virov (kuhinjska sol, žveplo, natrijev nitrat). Po drugi strani pa so nekateri materiali v naravi v tako majhnih količinah, da povpraševanju po njih zadostijo le z industrijsko proizvodnjo. Diamant je tak primer – le približno 20 % ga pridobijo v diamantnih rudnikih, preostanek pa iz grafitu pri zelo visokih temperaturah in tlakih.



Slika 1 Obkrožajo nas predmeti, ki so iz različnih snovi.



Slika 2 V živi in neživi naravi je veliko različnih enostavnih in zapletenih naravnih snovi.

Snovi je ogromno in pogosto se med seboj zelo razlikujejo. Zato je smiselno, da jih razvrstimo glede na **sestavo in lastnosti**. Če ima snov enake lastnosti po vsej svoji notranjosti, pravimo, da je **čista**. Čiste snovi imajo točno določeno **kemijsko sestavo** ter **kemijske in fizikalne lastnosti**. Očiščena kuhinjska sol (natrijev klorid), ki jo pridobivajo iz morja ali pa jo kopljejo v rudnikih, se ne razlikuje od soli, pridobljene s kemijsko reakcijo iz natrija in klora.

Med čiste snovi sodijo npr. mnoge kovine, ki jih dobro poznamo: železo, baker, krom, zlato, srebro, aluminij, svinec, živo srebro itn., pa tudi nekovine, kot so žveplo, ogljik, fosfor, jod in druge. Vse naštetu uvrščamo v skupino snovi, ki jih imenujemo **elementi**. Uporabnih elementov je manj kot 100, njihova skupna lastnost pa je, da jih ne moremo razgraditi v enostavnejše snovi.

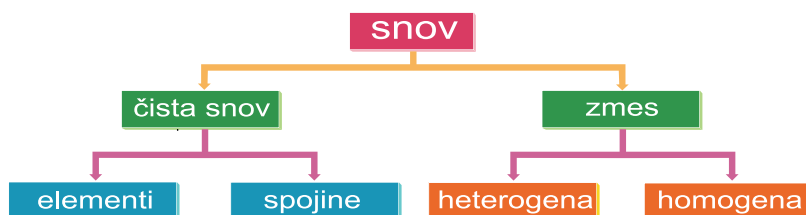
Potem so tu še čiste snovi, ki so sestavljene iz dveh elementov, še veliko več pa je takih, ki vsebujejo tri elemente ali več. To so **spojine**. Npr. kuhinjska sol je spojina natrija in klora. Tudi minerali, kot so galenit, pirit, kremen ali marmor, so spojine. Oboje, elementi in spojine, imajo natančno določeno sestavo in jim lahko rečemo tudi **substance**.



Slika 4 Čiste snovi: a) elementi b) spojine

Kaj pa dobimo, če zmešamo dve ali več različnih snovi? Takim mešanici pravimo **zmesi**, snovi, iz katerih je zmes sestavljena, pa **komponente** (sestavine). Zmes je **heterogena**, če v njej že s prostim očesom opazimo delce posameznih komponent (mešanica koruzne in bele moke, zmes soli in sladkorja). Z mletjem se lahko velikost delcev v zmesi toliko zmanjša, da jih s prostim očesom med seboj ne moremo več razlikovati. Če dobro zmleto zmes opazujemo pod dovolj zmogljivim mikroskopom, še vedno opazimo delce posameznih komponent. V naravi so zmesi bolj pogoste od čistih snovi.

Če so delci v zmesi dovolj majhni in dovolj enakomerno porazdeljeni, je zmes **homogena**. Plini se med seboj zlahka in hitro premešajo, zato so zmesi plinov brez izjeme homogene (zrak, zmes kisika in smejalnega plina za anestezijo pri operacijah). Zlahka nam uspe pripraviti tudi homogeno zmes dveh ali več tekočin, ki se med seboj dobro mešajo, npr. alkohol in voda. Tudi pri raztapljanju nekaterih trdnih snovi v vodi, npr. soli, sladkorja ali modre galice, dobimo homogene zmesi, ki jim pravimo raztopine (glej učno enoto 1.3). Z mletjem heterogena zmes nikoli ne more postati homogena.

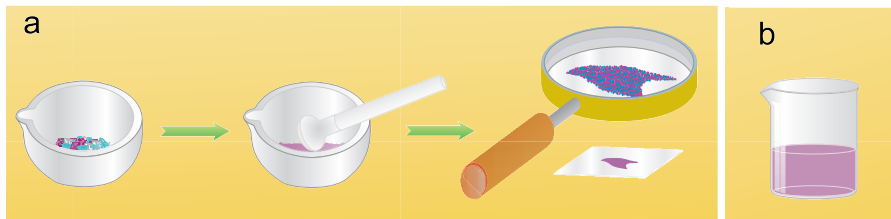


Slika 3 Mnohi predmeti so izdelani iz snovi, ki jih pridobivajo z industrijskimi postopki.

Preglednica 1 Spojine so iz dveh ali več elementov

Spojina	Elementi v spojini
kuhinjska sol	natrij, klor
galenit	svinec, žveplo
pirit	železo, žveplo
kremen	silicij, kisik
marmor	kalcij, ogljik, kisik
sladkor (konzumni)	ogljik, vodik, kisik
modra galica	baker, žveplo, kisik, vodik





Slika 5 a) Tudi skrbno zmleta zmes dveh različnih snovi je še vedno heterogena.  
 b) Šele ko zmes raztopimo v vodi, dobimo homogeno zmes – raztopino obeh snovi v vodi.

Kakšna bo zmes (heterogena ali homogena) takoj za tem, ko v skodelico vode vsujemo žlico sladkorja? In kakšna bo, ko se sladkor povsem raztopi?

Če pri visokih temperaturah mešamo raztaljene kovine in zmes ohladimo, dobimo kovinske **zlitine**, ki so homogene zmesi. Nerjavna jekla so zlitine, ki vsebujejo najmanj 50 % železa, potem pa še krom, nikelj in lahko še druge kovine.



Slika 6 Posoda in pribor iz nerjavnega jekla

### Razmisli in odgovori

- Zmes soli in sladkorja raztopimo v vodi.
  - Kakšni snovi sta sol in sladkor?
  - Kakšna je njuna zmes?
  - Kakšna je zmes, ki jo dobimo po raztapljanju zmesi soli in sladkorja v vodi?
- Za vsako od navedenih snovi ugotovi, ali je zmes ali čista snov. Če je zmes, jo opredeli kot homogeno ali heterogeno. Če je čista snov, jo opredeli kot element ali spojino.
 

sladkor	raztopina alkohola v vodi
železovi opilki, pomešani z žveplom	grafit
granit	medenina
kis	prah v zraku
- V preglednici so navedene snovi, ki jih dobro poznamo. Preglednico prepisi v zvezek in dopolni po zapisanem zgledu.

Snov	Ali jo najdemo v naravi/Kje?	Ali jo lahko pridobimo v laboratoriju/Kako?
kuhinjska sol	da / v morski vodi in rudnih nahajališčih	da / z reakcijo med natrijem in klorom
bron		
živo srebro		
diamant		
železo		

## 1.2 Lastnosti materialov in njihova uporaba

Snovi in materiale razvrščamo v posamezne skupine na osnovi njihovih lastnosti, kot so:

- tališče in vrelišče,
- mehanske lastnosti,
- električna prevodnost,
- toplotna prevodnost,
- obstojnost.

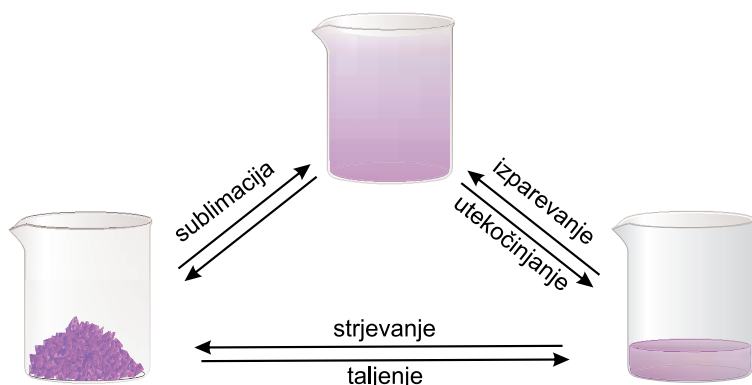
### Tališče in vrelišče

Žuborenje potoka ali piš vetra nas spomni, da so snovi lahko v različnih **agregatnih stanjih**: v **trdnem**, **tekočem** ali **plinastem**. Vse troje, tekoča voda, led in vodna para, je ista snov; kemijsko ime zanjo je voda.

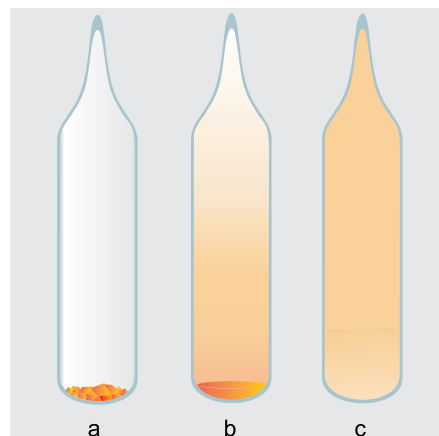
Procesu, pri katerem prehaja snov iz trdnega v tekoče stanje, pravimo **taljenje**. Ko tekočina prehaja v plin, pravimo temu **izparevanje**. Obratna procesa sta **strjevanje** in **utekočinjanje (kondenzacija)**.

Včasih se zgodi, da snov preide direktno iz trdnega v plinasto stanje. Takemu prehodu pravimo **sublimacija**. Element jod je sivovijolične barve; če kristale joda previdno segrevamo, opazimo vijolične pare. Tudi led lahko sublimira, le temperatura mora biti dovolj nizka – pod  $0^{\circ}\text{C}$ .

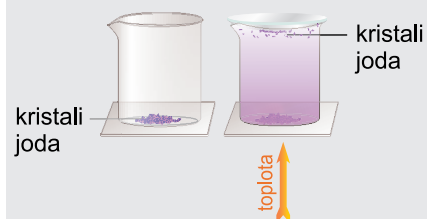
Skoraj vse snovi so lahko v trdnem agregatnem stanju, le ohladiti jih je treba na dovolj nizke temperature. Voda postane trdna (zamrzne) pri  $0^{\circ}\text{C}$ , živo srebro pri  $-38^{\circ}\text{C}$ . Plin kisik, ki je nujen za ohranjanje življenja mnogih živih bitij, se najprej utekočini globoko pod ničlo, šele pri  $-183^{\circ}\text{C}$ , strdi pa pri  $-219^{\circ}\text{C}$ . Žlahtni plin helij preide iz tekočega stanja v trdno šele pri  $-269^{\circ}\text{C}$ . Mnoge snovi pa imajo zelo visoka tališča in vrelišča. Grafit se stali šele pri  $3530^{\circ}\text{C}$ , volfram pa zavre celo pri  $5550^{\circ}\text{C}$ .



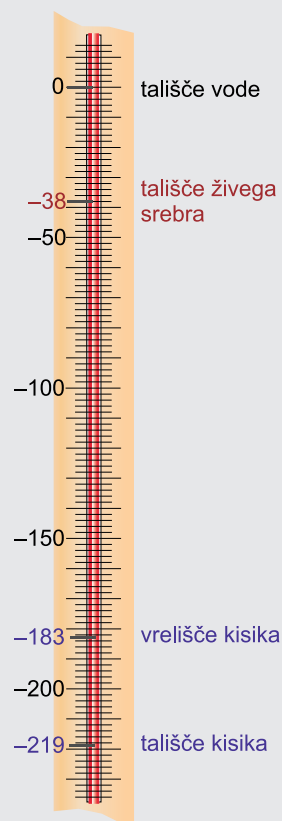
Slika 9 Agregatna stanja snovi in prehodi med njimi




Slika 7 a) kristali trdne snovi, b) tekoča snov; nad tekočo snovjo so vedno tudi pare, c) plinasta snov



Slika 8 Sublimacija joda. Na mrzlih delih posode se jodove pare znova izločijo v obliki kristalov.



 V katerem agregatnem stanju je: a) živo srebro pri  $0^{\circ}\text{C}$ ; b) kisik pri  $-50^{\circ}\text{C}$ ?

## Dodatna znanja

Poskušajmo razložiti, kako so lastnosti snovi odvisne od **vrste delcev**, iz katerih je snov sestavljena, ter od **vrste in jakosti vezi**, s katerimi so delci med seboj povezani. Delci, iz katerih so snovi, so lahko **atomi, molekule in ioni**, pa tudi **elektroni**.

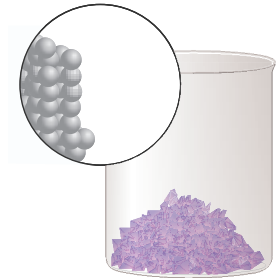
Oglejmo si, kaj se dogaja z delci snovi pri prehodu trdne snovi v tekočo in plinasto.

**a)** Delci v trdni snovi so blizu skupaj in na točno določenih (ravnovesnih) položajih. Med seboj so povezani z vezmi. Pri segrevanju snov sprejema toplotno energijo. Delci v snovi energijo sprejmejo in se z naraščajočo temperaturo vse hitreje in hitreje gibljejo (nihajo) okoli svojih položajev.

Pri temperaturi **tališča** imajo delci že toliko energije, da jih vezi med njimi ne morejo več obdržati na izhodiščnih položajih. Delci so še vedno tesno skupaj, toda začnejo se neurejeno gibati na vse strani. Agregatno stanje se spremeni – snov se začne taliti in prehaja iz trdnega v tekoče stanje.

**b)** Delci v tekoči snovi zadevajo ob steno posode in ob druge delce in ves čas spreminjajo smeri gibanja, gibljejo se »sem ter tja«. Razdalje med delci so skoraj enake kot v trdni snovi, prav tako so skoraj enako močne tudi vezi med njimi. Če tekočino še naprej segrevamo, dovajamo delcem vse več energije, zato se gibljejo vse hitreje. Ko temperatura doseže **vrelišče**, je gibanje delcev tako intenzivno, da jih vezi ne morejo več zadržati v tekočini – delci začnejo množično uhajati iz tekočine. Snov zavre.

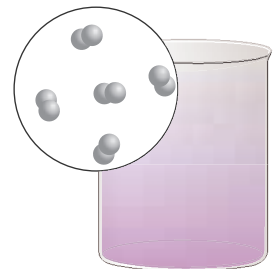
**c)** V plinastem stanju so delci med seboj precej bolj oddaljeni kot v tekočinah in trdnih snoveh. Zaradi povečane oddaljenosti so vezi med njimi zelo šibke. Hitrost delcev v plinu je višja od hitrosti v tekočinah. Gibljejo se prosto in neovirano po vsej posodi. V plinu atomi in molekule pogosto trkajo med seboj in s steno posode.



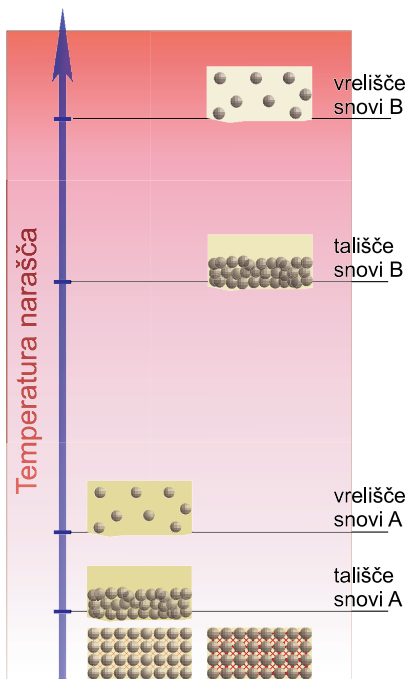
trdno



tekoče



plinasto



Snov A (šibke sile med delci)  
Snov B (močne sile med delci)



Klor, brom in jod so pri sobni temperaturi v različnih agregatnih stanjih. Kaj lahko poveš o jakosti vezi med delci v kloru, bromu in jodu?

**Slika 10** Če so vezi med delci močnejše, se snov tali in zavre pri višjih temperaturah.

## Mehanske lastnosti

Mehanske lastnosti nam povedo, kako se material ali predmet iz materiala obnaša pri določenih obremenitvah. Med obremenitvijo lahko predmet spremeni svojo obliko, njegova kemijska sestava pa ostane nespremenjena.

Iz izkušenj vemo, da so nekatere snovi zelo **trde**, druge spet zelo **mehke**. Trde snovi, kot so steklo in jeklo, lahko razimo le, če uporabimo oster in trd predmet in z njim s precejšnjo silo pritiskamo na podlago. Mehke snovi, npr. glino in gumo, pa zlahka preoblikujemo že pri stisku s prsti, manj mehke, kot so kovine natrij, kalij in nekovina fosfor, pa lahko režemo z nožem.



Razvrsti snovi na trde in mehke: plastelin, porcelan, kremen, vosek, želatina.

**Krhki** materiali pri dovolj velikih obremenitvah (udarcih) razpadejo v več kosov (steklo, keramika). Predmeti iz **togih** in hkrati trpežnih materialov pod hudimi obremenitvami svoje oblike spremenijo skoraj neopazno ali pa sploh ne. Če pa jih obremenimo z dovolj veliko silo, se lahko prelomijo ali zdrobijo (keramika, steklo). **Elastični** so tisti materiali, ki pod obremenitvami spremenijo svojo obliko. Ko obremenitev preneha, zavzamejo svojo prvotno obliko (guma, silikon).



Slika 12 Polieten je elastičen.

Kovine in kovinske zlitine se po svojih mehanskih lastnostih zelo razlikujejo od drugih materialov. So **žilave**, ker se dobro upirajo različnim obremenitvam, npr. upogibanju ali natezanju. Zaradi velikih in nenadnih obremenitev, ki so posledica močnih udarcev, se ne razletijo, temveč spremenijo svojo obliko. Zato jih lahko poljubno **kujemo** in **preoblikujemo**.

## Električna prevodnost

Električni tok je tok nabitih delcev. Snov prevaja električni tok le, če so v njej nabiti delci, elektroni ali ioni, ki se lahko prosto gibljejo. V kovinah so prosto gibljivi elektroni, ki se zlahka gibljejo, zato so kovine najboljše **električni prevodniki**. Nekovinski elementi, kot so žveplo, jod in fosfor, pa tudi mnoge druge snovi, recimo porcelan, steklo, sladkor, nimajo prostih elektronov, zato električnega toka ne morejo prevajati. Pravimo jim **neprevodniki** ali **izolatorji**. Taline in raztopine ionskih snovi, npr. natrijevega klorida, so prevodne, ker imajo prosto gibljive ione. Raztopina sladkorja ne prevaja električnega toka, ker v raztopini ni ionov, temveč so samo molekule – te pa nimajo naboja.

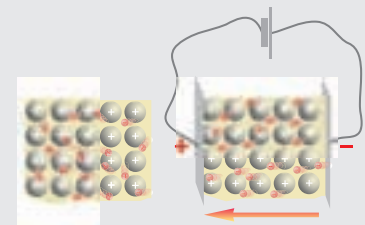
Najboljša kovinska prevodnika sta srebro in baker. Zlato je tudi zelo dober prevodnik; ker na zraku ne korodira, se uporablja za izdelavo ali pozlatitev zelo občutljivih električnih kontaktov. Zelo pomembni so tudi **polprevodniki**. Za izdelavo čipov in tranzistorjev se največ uporablja zelo čist silicij.

Tudi plinasta snov lahko prevaja električni tok, če le imajo delci v njej naboj. Prevodnemu plinu pravimo plazma.



Slika 11 Steklo je krhko.

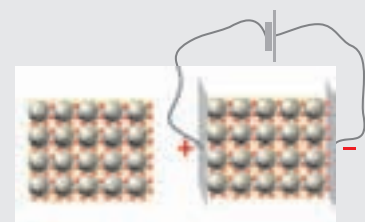
### Kovinski prevodnik



- kovinski kation
- gibljiv elektron

a) Elektroni v kovini se prosto gibljejo v vse smeri. Kadar je kovinski predmet pod električno napetostjo, se elektroni gibljejo v določeni smeri.

### Izolator



- atom
- nepremičen elektron

b) V izolatorju se elektroni zadržujejo na določenih mestih. Tudi ko je izolator pod električno napetostjo, elektroni »mirujejo«.

Slika 13 Kovinski prevodnik in izolator



## Toplotna prevodnost

Vsi smo bili že kdaj neprevidni in smo se opekli s kakšnim vročim predmetom. Pozabili smo, da se toplota v snovi širi s toplejšega na hladnejše mesto. Prenaša se prek delcev, iz katerih je predmet sestavljen. Delci (atomi ali molekule) imajo na toplejšem koncu segretega predmeta več energije kot delci na hladnem delu. Pri trkih oddajo »topli« delci del svoje toplote »hladnim«. Zaradi tega se toplota širi od toplih proti hladnim delom predmeta. Ko je toplota enakomerno porazdeljena med vse delce, ima predmet vsepovsod enako temperaturo.

Podobno kot pri trdnih snoveh, se v plinih in tekočinah toplota prav tako prenaša z medsebojnimi trki med atomi in molekulami.

Kovine so daleč najboljši toplotni prevodniki. Osupljivo pa je dejstvo, da diamant prevaja toploto nekajkrat hitreje od najboljšega toplotnega prevodnika, srebra. Če je ne bi tako zelo dobro prevajal, bi delci diamanta, nanaseni na rezalna in brusilna orodja, zaradi trenja pri brušenju ali rezanju takoj zgoreli.

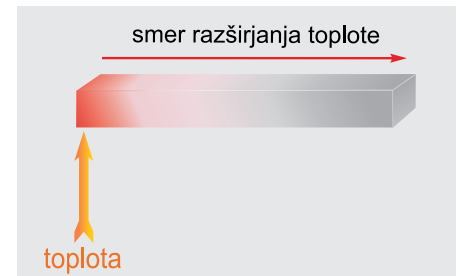
## Obstojnost

Predmeti, ki so narejeni iz različnih materialov, so izpostavljeni raznim mehanskim in kemijskim vplivom. Življenjska doba materiala je odvisna od trajanja vplivov in njihove intenzivnosti. Predmeti iz določenega materiala se mehansko obrabljajo hitreje, če so izpostavljeni povišanim temperaturam ali močnejšemu trenju. Pomembna pa je tudi kemijska odpornost. Če nezaščitene kovine na površini reagirajo z vlago in kisikom iz zraka ali pa s kisljinami, raztopljenimi v deževnici ali kislih vodah, začnejo razpadati. Procesu, zaradi katerega začne kovina razpadati, pravimo **korozija**.

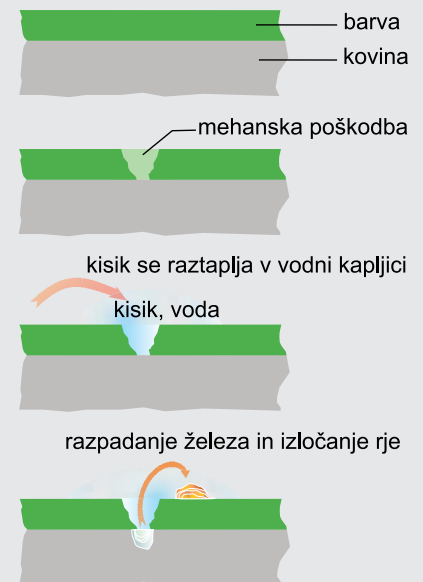


Slika 15 Po dolgotrajni uporabi zavornih ploščic so zavorne obloge povsem obrabljene.

Daleč najbolj razširjena **korozija** je rjavenje železnih in jeklenih predmetov. Specialna jekla so korozijsko veliko bolj obstojna od navadnega jekla ali železa. Aluminij uvrščamo med najbolj reaktivne elemente. Kako je mogoče, da aluminijasta posoda in drugi izdelki iz aluminija na zraku ne razpadajo? Aluminij na površini reagira z zračnim kisikom. Nastane aluminijev oksid (korund), ki je zelo odporen proti vlagi, kisiku in proti številnim kemikalijam.



Slika 14 Toplota se vedno širi v smeri od toplejših proti hladnejšim delom predmeta.



Slika 16 Po mehanski poškodbi zaščitne na površini kovinskega materiala začne ta propadati (rjaveti).

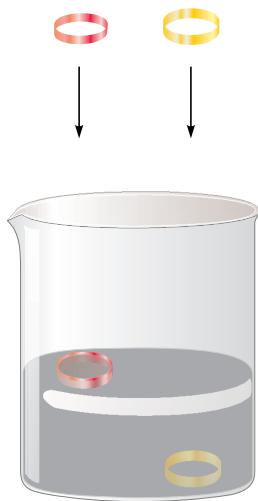
## Gostota

Vsak, še tako majhen košček snovi ima neko določeno maso in zavzame prostor. Gostota snovi nam pove, kolikšna je masa prostorninske enote snovi. Podajamo jo v gramih na kubični centimeter ( $\text{g/cm}^3$ ) ali kilogramih na kubični decimeter ( $\text{kg/dm}^3$ ). Ker se gostota snovi s temperaturo in tlakom spreminja, jo ponavadi merijo pri temperaturi  $20\text{ }^\circ\text{C}$  in zunanjem tlaku  $100\text{ kPa}$ .

Gostote trdnih snovi segajo od  $1$  do  $20\text{ g/cm}^3$ , gostote tekočin od  $0,5$  do  $2\text{ g/mL}$ , gostote plinov pa so tudi do tisočkrat manjše, od  $0,0001$  do  $0,01\text{ g/mL}$ .

 V preglednici 1 poišči snov, katere gostota odstopa od gostot podobnih snovi.

Predmeti ali snovi z manjšo gostoto vedno plavajo na tekočinah z večjo gostoto, če imajo večjo gostoto, pa potonejo na dno.



**Slika 17** Bakren in zlat prstan vržemo v živo srebro. Kateri plava in kateri potone?

V letalski industriji se za gradnjo letalskih ogrodij uporabljajo zlitine aluminija, saj ima aluminij majhno gostoto,  $2,7\text{ g/cm}^3$ . Pri velikih nadzvočnih hitrostih pa se trup letala segreje nad  $200\text{ }^\circ\text{C}$ . Nad to temperaturo se trdnost in žilavost aluminijevih zlitin preveč zmanjšata. Zato se za nadzvočna letala uporablja titan oziroma titanove zlitine. Čeprav ima titan večjo gostoto,  $4,5\text{ g/cm}^3$ , so njegove lastnosti v primerjavi z aluminijem neprimerno boljše.

$$1\text{ g/cm}^3 = 1\text{ g/mL}$$

Gostote tekočin in plinov običajno navajamo v  $\text{g/mL}$ .

**Preglednica 1** Gostota nekaterih snovi pri  $20\text{ }^\circ\text{C}$  in tlaku  $100\text{ kPa}$

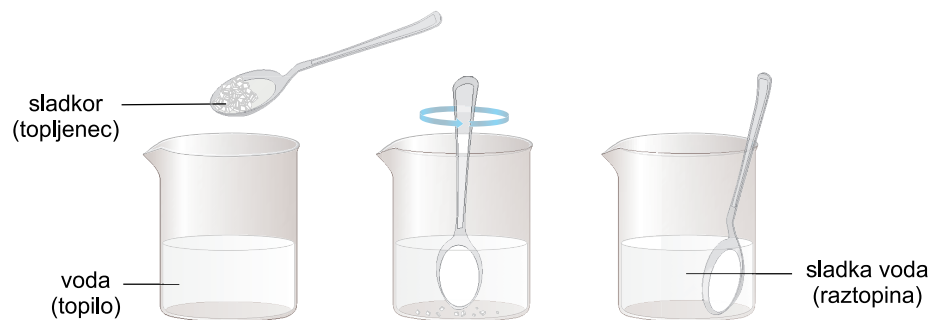
<b>Snov</b>	<b>Gostota (<math>\text{g/cm}^3</math>)</b>
<b>trdna</b>	
zlato	19,3
baker	8,92
železo	7,87
aluminij	2,70
natrij	0,97
jod	4,93
žveplo	2,07
diamant	3,51
<b>tekoča</b>	<b>(<math>\text{g/mL}</math>)</b>
živo srebro	13,6
brom	3,12
voda	0,998
metanol	0,792
etanol	0,789
glicerol	1,261
žveplova kislina	1,84
<b>plinasta</b>	<b>(<math>\text{g/mL}</math>)</b>
vodik	0,000083
helij	0,000164
kisik	0,00131
dušik	0,00115
klor	0,00291
kсенon	0,00539

## Razmisli in odgovori

1. Zaradi katerih delcev kovina prevaja električni tok?
2. Rastopina kuhinjske soli prevaja električni tok. Prav tako ga prevaja talina. Trdna kuhinjska sol pa ne prevaja električnega toka. Zakaj?
3. V čem bistvenem se razlikujejo baker, guma in steklo?
4. Katere vrste snovi imajo največjo gostoto? Zakaj?
5. Kakšne so gostote plinov, če jih primerjamo z gostotami trdnih snovi in tekočin? Zakaj?

## 1.3 Raztopine in njihove lastnosti

Vsak izmed nas je že kdaj pripravil raztopino. Ko kuhamo kavo, v hladno vodo najprej dodamo žličko ali dve sladkorja, nato pa vse skupaj segrejemo do vrenja. Če vodo med segrevanjem mešamo, se dodani sladkor hitro raztopi. Dobimo **raztopino** sladkorja v vodi. Čista voda je **topilo**. Sladkor, ki se v vodi raztopi, pa je **topljenec**.



Slika 18 Raztopina sladkorja v vodi

Topilo je snov, v kateri nekaj raztapljamo; največkrat je tekoče. Snov, ki jo v topilu raztapljamo in je običajno manj kot topila, je topljenec. Topljenec je lahko trden, tekoč ali plinast. Najbolj pogosto topilo je voda, takrat govorimo o **vodnih raztopinah**. Raztopina je vedno homogena zmes. Če kapljico raztopine opazujemo z najbolj zmogljivim mikroskopom, ne opazimo nobenih delcev topljenca več.



Kaj je skupno in kaj različno pri raztopinah na sliki 19?

### Lastnosti raztopin

Nekatere raztopine prevajajo električni tok, nekatere pa ne. Vodna raztopina kuhinjske soli je prevodna, ker so v raztopini ioni, vodna raztopina sladkorja pa ni prevodna, ker so v raztopini molekule (glej str. 6). V vodnih raztopinah soli, kislin in baz so prisotni ioni, zato prevajajo električni tok. O tem več v učni enoti 3.4.

Poleg vode se za raztapljanje uporabljajo tudi organska topila, npr. alkoholi (etanol in metanol) in cikloheksan. Etanolne raztopine ionskih snovi so prevodne, raztopine snovi v cikloheksanu pa so neprevodne.

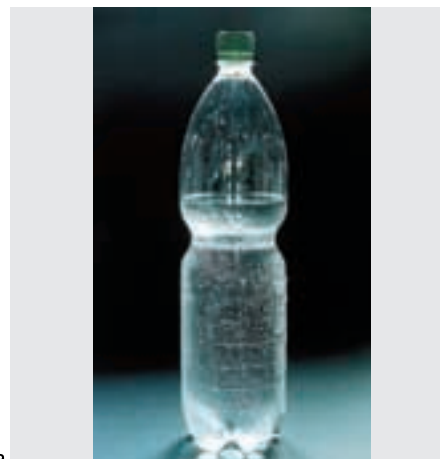
Topnost določene snovi je odvisna od topila, v katerem jo raztapljamo. Določena snov se v različnih topilih različno topi. Npr. sladkor se zelo dobro topi v vodi, slabše v etanolu, povsem netopen pa je v organskem topilu cikloheksanu.

### Gostota raztopin

Spoznali smo že, da je gostota snovi razmerje med maso in prostornino snovi. Gostota raztopine je tako podana kot:

$$\text{gostota raztopine} = \frac{\text{masa raztopine}}{\text{prostornina raztopine}} = \frac{\text{masa topila} + \text{masa topljenca}}{\text{prostornina raztopine}}$$

$$\rho(\text{raztopina}) = \frac{m(\text{raztopina})}{V(\text{raztopina})} \quad \text{enota: g/mL ali g/L}$$

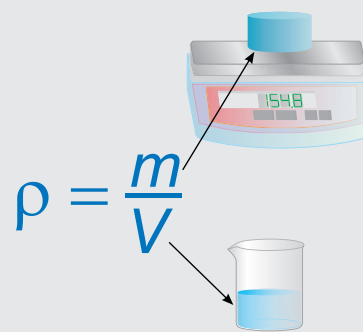


Mineralna voda



Priprava napitka

Slika 19 Raztopine uporabljamo vsak dan.





Zmešali smo 192 mL vode in 8 g natrijevega klorida. Kolikšna je gostota raztopine soli, če je njena prostornina 193 mL?

Gostoto raztopine izračunamo iz formule:

$$\rho(\text{raztopina}) = \frac{m(\text{raztopina})}{V(\text{raztopina})} = \frac{m(\text{topljenec}) + m(\text{topilo})}{V(\text{raztopina})}$$

Masa topljenca in prostornina raztopine sta znani. Masa topila (vode) je številčno enaka prostornini, saj je gostota vode 1 g/mL.

$$m(\text{voda}) = V(\text{voda}) \times \rho(\text{voda}) = 192 \text{ mL} \times 1 \text{ g/mL} = 192 \text{ g}$$

Sledi, da je:

$$\rho(\text{raztopina}) = \frac{m(\text{topljenec}) + m(\text{topilo})}{V(\text{raztopina})} = \frac{8 \text{ g} + 192 \text{ g}}{193 \text{ mL}} = 1,04 \text{ g/mL}$$

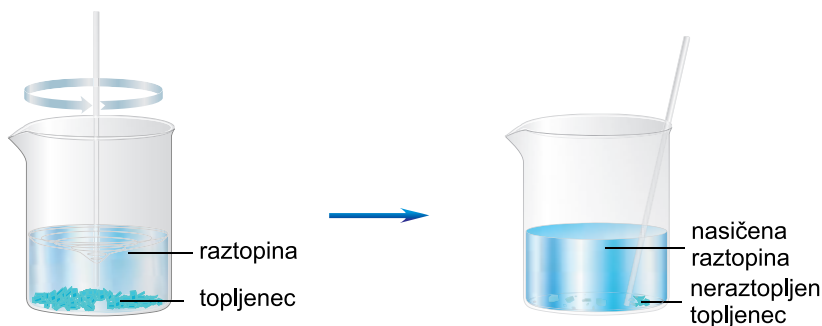
Kadar je topljenec trden, je gostota vodnih raztopin običajno večja od gostote vode. Gostota 1 % raztopine soli je 1,005 g/mL in se komaj razlikuje od gostote vode; 10 % raztopina ima gostoto 1,071 g/mL, 25 % pa 1,188 g/mL.

Če je topilo precej lažje od vode, imajo raztopine manjšo gostoto od vode. Gostota etanola je 0,78 g/mL, gostote etanolnih raztopin so manjše od 1,00 g/mL.

### Topnost

**Topnost** snovi pove, koliko topljenca se lahko raztopi v določeni količini topila. Običajno jo podajamo v gramih topljenca, ki se raztopi v točno 100 g topila.

Če dodamo topilu več topljenca, kot je njegova topnost, ostane po končanem mešanju na dnu raztopine. Tedaj je raztopina zanesljivo **nasičena**. Nenasičena raztopina pa je tista, v kateri se še vedno lahko raztopi nekaj topljenca.



**Slika 20** Če po daljšem mešanju ostane na dnu neraztopljen topljenec, je raztopina nasičena.

**Slika 21** V vročih poletnih mesecih izpari iz plitkih bazenov v solinah toliko vode, da postane preostanek nasičena raztopina – tedaj se iz slanice začne izločati sol.

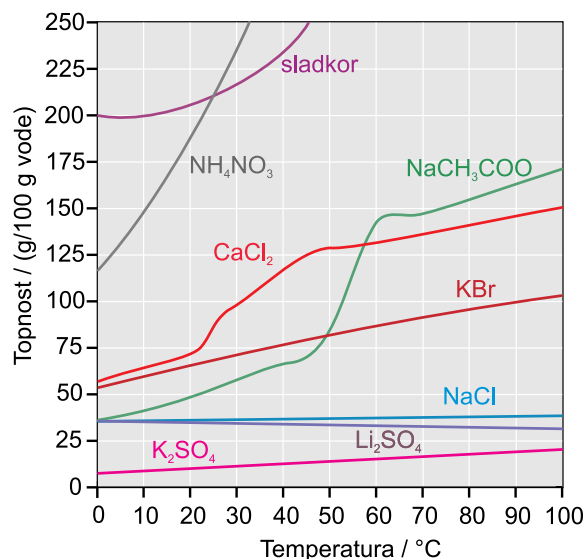
**Preglednica 2** Topnost nekaterih snovi v vodi pri 20 °C

Topnost snovi	Grami snovi v 100 g vode
NaCl	35,8
AgCl	0,0002
apnenec	0,0006
sladkor	390
srebrov nitrat	220
jod	0,03
ogljikov dioksid (iz zraka)	0,16
kisik (iz zraka)	0,00093
dušik (iz zraka)	0,00048
etanol, očetna kislina	z vodo se mešata v vseh možnih razmerjih





Topnost snovi se spreminja s temperaturo. Večini snovi se topnost povečuje z višanjem temperature. So pa tudi snovi, ki se jim topnost s temperaturo skoraj nič ne spreminja (kuhinjska sol) ali celo zmanjšuje (litijev sulfat).



Slika 22 Temperaturne odvisnosti topnosti različnih snovi med 0 in 100 °C, podanih v g/100 g vode.



Iz diagrama odčitaj, kolikšna je topnost sladkorja pri 30 °C, in izračunaj, koliko gramov kalijevega bromida se raztopi v 1 litru vode pri 90 °C.

### Koncentracija raztopin

Kadar kemiki uporabljajo ali delajo z raztopinami, morajo vedeti, koliko topljenca je raztopljenega v določeni količini raztopine. Poznati morajo **koncentracijo raztopine**. Ta je podana s količinskim razmerjem med:

- topljencem in raztopino ali
- topljencem in topilom.

### Masni delež topljenca (odstotna koncentracija, procentnost)

Masni delež topljenca v raztopini je podan z razmerjem med maso topljenca in maso raztopine.

$$\text{masni delež topljenca} = \frac{\text{masa topljenca}}{\text{masa raztopine}}$$

$$w(\text{topljenec}) = \frac{m(\text{topljenec})}{m(\text{raztopina})} = \frac{m(\text{topljenec})}{m(\text{topljenec}) + m(\text{topilo})}$$

Masni delež nima enote, enoti za maso se v števcu in imenovalcu krajšata.



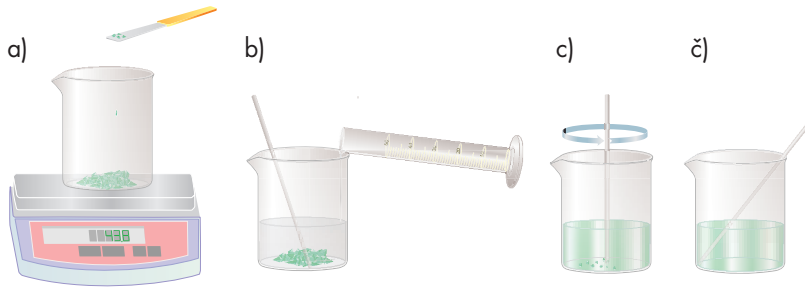
Izračunajmo masni delež topljenca v raztopini, ki jo dobimo tako, da 24,5 g topljenca raztopimo v 210 mL vode.

Poleg mase topljenca (24,5 g) potrebujemo za izračun deleža še maso topila. Masa vode je številčno enaka njeni prostornini in je 210 g.

$$w = \frac{m(\text{topljenec})}{m(\text{topljenec}) + m(\text{topilo})} = \frac{24,5 \text{ g}}{24,5 \text{ g} + 210 \text{ g}} = \frac{24,5 \text{ g}}{234,5 \text{ g}} = 0,104 = 10,4 \%$$



Pri pripravi vodnih raztopin vode ne tehtamo, ampak odmerimo njeno prostornino.




- a) V čašo stehamo topljenec.  
 b) Z merilnim valjem odmerimo in dolijemo topilo.  
 c) Mešamo, dokler se ves topljenec ne raztopi.  
 č) Raztopina je pripravljena.

**Slika 23** Priprava raztopine z danim masnim deležem trdnega topljenca.

V kemijski, farmacevtski, agroživilski industriji, v medicini in drugod so v uporabi raztopine z različno izraženo koncentracijo. Masni delež je primeren zato, ker lahko iz številčne vrednosti hitro ocenimo razmerje med topilom in topljencem. Če ima raztopina npr. masni delež 31 %, pomeni, da je v njej približno 2/3 topila in 1/3 topljenca.

V medicinski stroki so z masnim deležem podane različne raztopine glukoze (5 %, 10 %, 20 % in 40 %) in fiziološka raztopina NaCl (0,9 %). Oboje se v medicini uporablja za infuzijo.

 Kaj bi potreboval za pripravo 10 litrov fiziološke raztopine NaCl? Kako bi jo pripravil? Kakšna mora biti voda in kakšen natrijev klorid?

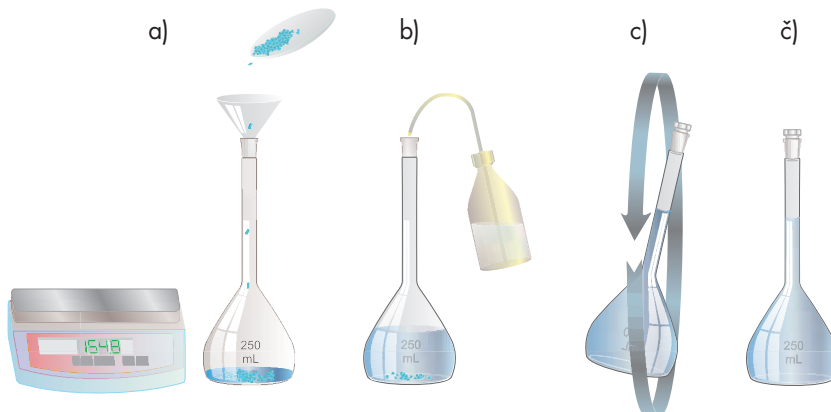
### Masna koncentracija

Masno koncentracijo opredelimo z razmerjem med maso topljenca in prostornino raztopine.

$$\text{masna koncentracija} = \frac{\text{masa topljenca}}{\text{prostornina raztopine}}$$

$$\gamma = \frac{m(\text{topljenec})}{V(\text{raztopina})} \quad \text{enota: g/L ali g/dm}^3$$

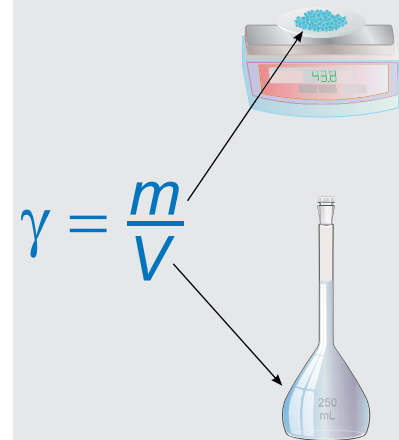
Raztopino z znano masno koncentracijo pripravimo v **merilni bučki**. To je hruškasto oblikovana posoda z ozkim vratom. Na vratu bučke je zarisana oznaka, ki označuje točno določeno prostornino.



**Slika 25** Priprava raztopine z masno koncentracijo (trden topljenec).



**Slika 24** Fiziološke raztopine



- a) Stehamo trden topljenec in ga skozi lij stresemo v merilno bučko.  
 b) V bučko dodajamo topilo in mešamo, dokler se ves topljenec ne raztopi.  
 c) Dodamo topilo do oznake, bučko zamašimo in jo obračamo, da raztopino premešamo.  
 č) Raztopina je pripravljena.



Izračunaj, koliko gramov NaCl potrebuješ za pripravo 2,4 L raztopine z masno koncentracijo 12,5 g/L.

Rešitev je enostavna. Masna koncentracija nam pove, koliko gramov topljenca je v 1 L raztopine. Ker moramo pripraviti 2,4 L raztopine, mora biti masa topljenca, ki jo bomo odtehtali, 2,4-krat večja. Uporabimo formulo:

$$\gamma = \frac{m(\text{topljenec})}{V(\text{raztopina})}$$

Sledi, da je:

$$m(\text{topljenec}) = \gamma \times V(\text{raztopina}) = 12,5 \text{ g/L} \times 2,4 \text{ L} = 30,0 \text{ g}$$

Tudi uporaba masne koncentracije raztopin je pogosto zelo primerna. Npr. pri nadzoru kakovosti vod in hranil se koncentracije pesticidov podajajo v mikrogramih/L.

Ko je v raztopini delež topljenca majhen, recimo manj kot 1 %, govorimo o **razredčenih raztopinah**. Gostote takih raztopin se skoraj ne razlikujejo od gostote vode. Gostota 0,9 % fiziološke raztopine soli je 1,005 g/mL.

**Koncentrirane raztopine** so tiste, v katerih je velik delež topljenca, denimo 20 % ali več.

V Mrtvem morju je koncentracija soli 330 g/L, gostota morske vode pa je 1,21 g/L. Sladkorji so v vodi tako zelo topni, da so koncentrirane raztopine sladkorjev lahko več kot 50 %.

### Razredčevanje raztopin

Če določeno količino oziroma prostornino raztopine z znano koncentracijo razredčimo v večji posodi s topilom, lahko izračunamo koncentracijo pripravljene raztopine. Npr. pri 2-krat, 3-krat, 6-krat večji prostornini bodo koncentracije razredčenih raztopin 2-krat, 3-krat, 6-krat manjše.



Iz raztopine z masno koncentracijo 72 g/L želimo pripraviti 25 L raztopine z masno koncentracijo 4,0 g/L. Koliko mililitrov koncentrirane raztopine bomo potrebovali?

Najprej izračunamo, kolikokrat je treba raztopino razredčiti. Razmerje obeh koncentracij je:

$$\frac{72 \text{ g/L}}{4,0 \text{ g/L}} = \frac{72}{4,0} = 18$$

Ker je koncentracija razredčene raztopine 18-krat manjša, potrebujemo tudi 18-krat manjšo prostornino izhodne, bolj koncentrirane raztopine:

$$\frac{25 \text{ L}}{18} = 1,39 \text{ L}$$

Za pripravo 25 L raztopine s koncentracijo 4,0 g/L potrebujemo 1390 mL raztopine s koncentracijo 72 g/L.



## Dodatna znanja

### Suspenzije in emulzije

Kaj se zgodi, če vodi dodamo trdno snov ali tekočino, ki se v vodi slabo topi oziroma se z vodo ne meša?

Če v vodi stresamo uprašeno trdno snov, ki se v vodi slabo topi, nastane **suspenzija** – zmes majhnih trdnih delcev, enakomerno porazdeljenih v tekočini. Suspenzija je heterogena zmes, zato ni nikoli prozorna. Da je suspenzija obstojna dalj časa, morajo biti trdni delci zelo majhni, običajno pod 1 mikrometer.



**Slika 26** Suspenzija. Po določenem času se delci usedejo na dno.



**Slika 27** Majoneza in solatni preliv. Majoneza je emulzija.

Podobno opazimo, če močno stresamo zmes vode in olja. Dobimo majhne oljne kapljice, porazdeljene v vodi – tej zmesi pravimo **emulzija**, ki je prav tako heterogena. Ko nehamo mešati, se olje in voda ločita. Pravimo, da smo dobili dve **fazi**, ki sta ločeni med sabo. Vidna meja med njima je **fazna meja**.

Drugače kot emulzija je raztopina vedno enofazna, toda sestavljena je iz vsaj dveh komponent, topila in topljenca, ki pa ju ne moremo razlikovati, ker je raztopina homogena.

Če na vodo nalijemo manjšo količino olja in dodamo površinsko aktivno snov ali **emulgator** (milo, pralni prašek), se po mešanju emulzija ohrani.

## Razmisli in odgovori

1. Česa je v raztopini običajno več?
2. Katere pripomočke potrebuješ za pripravo:
  - a) 200 g 10 % raztopine sladkorja,
  - b) 500 mL raztopine sladkorja s koncentracijo 10 g/L?
3. Katera raztopina sladkorja ima večjo gostoto: 10 % ali 20 %? Zakaj?
4. Izračunaj, koliko topljenca je v 300 g 15 % raztopine natrijevega klorida.
5. Kako se razlikujejo razredčene raztopine od koncentriranih? Kakšne so gostote zelo razredčenih vodnih raztopin?
6. V čem se razlikuje raztopina od emulzije?



## 1.4 Delo v laboratoriju

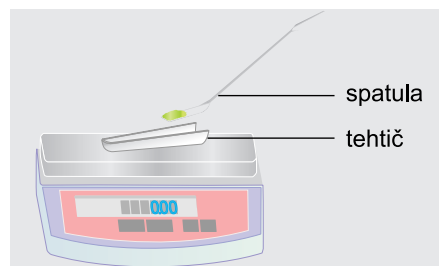
Kemijski laboratorij je primerno velik prostor z delovnimi pultji. Na policah so reagenčne steklenice s kemijskimi reagenti, v omaricah pa laboratorijski pribor. Laboratorij je opremljen v skladu z varnostnimi predpisi. V vsakem laboratoriju so napeljana vodovodna in električna napeljava in običajno tudi plin ter prezračevalne naprave. Če pri delu uporabljamo zdravju škodljive pripravke, delamo z njimi v zaprtem in zračno pretočnem prostoru, ki mu pravimo **digestorij**.

**Tehtanje** sodi med najpogostejša in najnatančnejša laboratorijska opravila. Za tehtanje potrebujemo **laboratorijsko tehtnico** in posodo, v kateri določeno snov stehamo, npr. **urno steklo** ali **tehtič**. Uprašeno trdno snov prenašamo z **žličko** ali s **spatulo**.

Kemik pri delu potrebuje **laboratorijski dnevnik**, v katerega zapisuje meritve in opažanja.

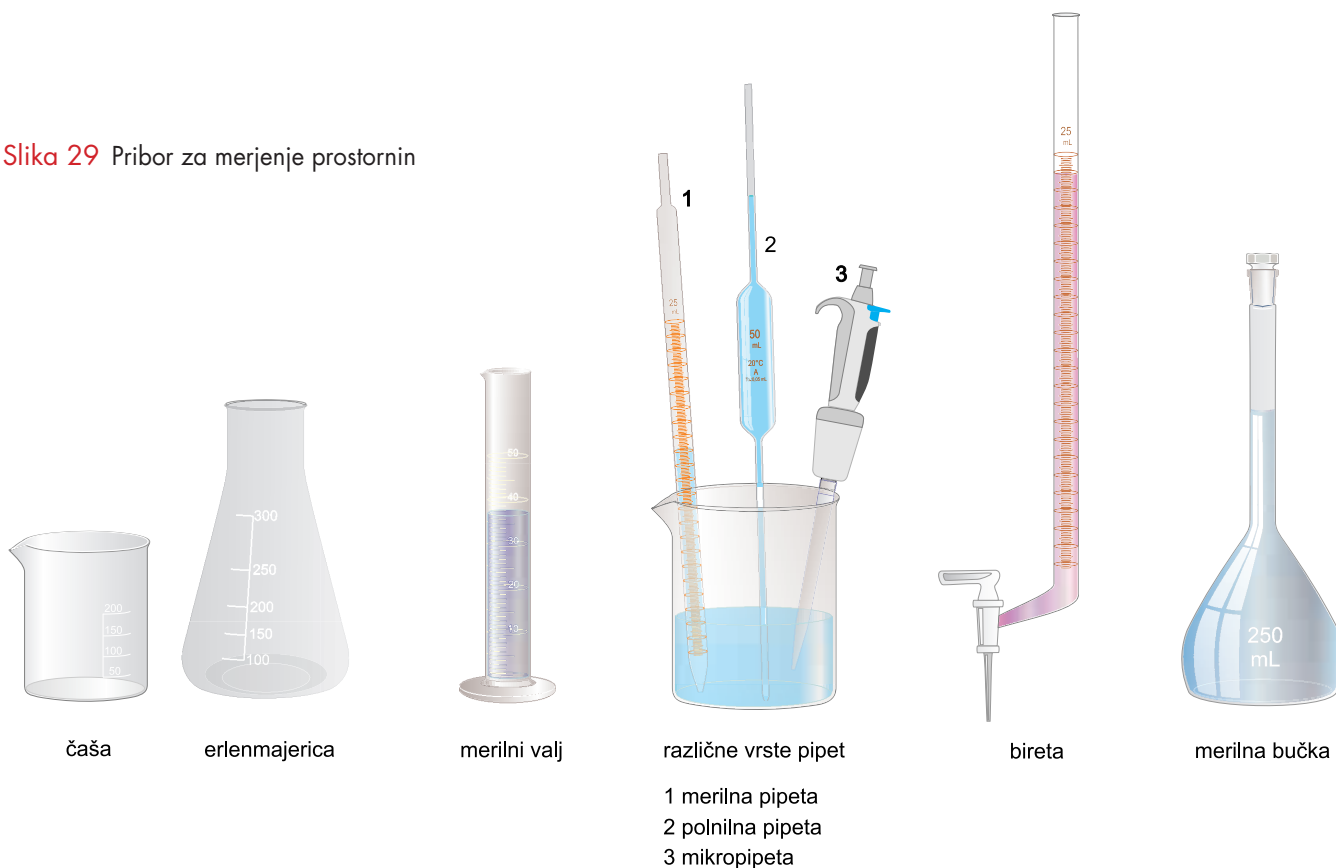
Večina pripravkov, ki jih uporabljamo, je v tekoči obliki, ali so to čiste tekoče snovi ali raztopine. Zato je zelo pomembno **merjenje prostornine tekočin**. Pri tem uporabljamo pribor za merjenje, prenašanje (pretakanje) in za shranjevanje raztopin.

Za približno merjenje prostornin (5–10 % napaka) uporabljamo **čaše** ali **erlenmajerice**, za manjše količine pa **epruvete**. Z **merilnimi valji** odmerimo prostornine do približno 1 % natančno, s **pipetami** in **biretami** pa na 0,1 % natančno. Z enako natančnostjo pripravljamo raztopine v **merilnih bučkah**. Kadar dodajamo raztopino približno po kapljicah, uporabljamo **kapalko**. Raztopine mešamo s stekleno **palčko**.



Slika 28 Tehtanje z laboratorijsko tehtnico

Slika 29 Pribor za merjenje prostornin



Kemikalije, ki so v trdni obliki, je treba zdrobiti. Za drobljenje in upraševanje uporabljamo **terilnico s pestilom**. Vlažne snovi je treba **sušiti** v laboratorijskih sušilnikih, včasih tudi do 200 °C ali več. Rastopine izparevamo v **izparilnicah**.



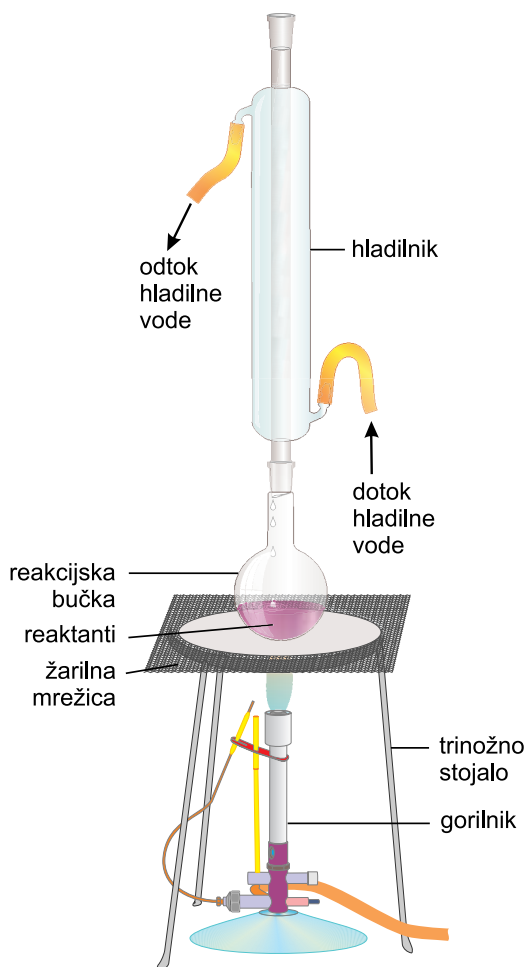
Nekatere začimbe je treba pred uporabo streti ali zdrobiti. Kako pravimo pripravi, ki se v ta namen uporablja v gospodinjstvu?

Če reakcije pri višjih temperaturah ne potekajo burno, lahko reaktante segrevamo v čašah ali erlenmajericah, manjše količine reakcijskih zmesi pa v epruveh.

Za izvedbo različnih kemijskih reakcij je poleg običajnega laboratorijskega pribora v uporabi cela vrsta specializiranih aparatov.

### Dodatna znanja

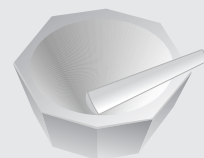
Pogosto določene kemijske snovi (substance) pripravljamo po predpisanih postopkih, ki jim pravimo **sinteze**, v hruškastih ali okroglo oblikovanih reakcijskih bučkah.



**Slika 31** V bučki, na kateri je nameščen hladilnik, so reaktanti, včasih pa tudi topilo. Med reakcijo iz reaktantov nastajajo produkti. Da reakcija hitreje poteka, zmes lahko tudi mešamo in segrevamo. Hlapi topila, reaktantov in produktov se v hladilniku utekočinijo in stečejo nazaj v bučko.



porcelanasta terilnica



ahatna terilnica

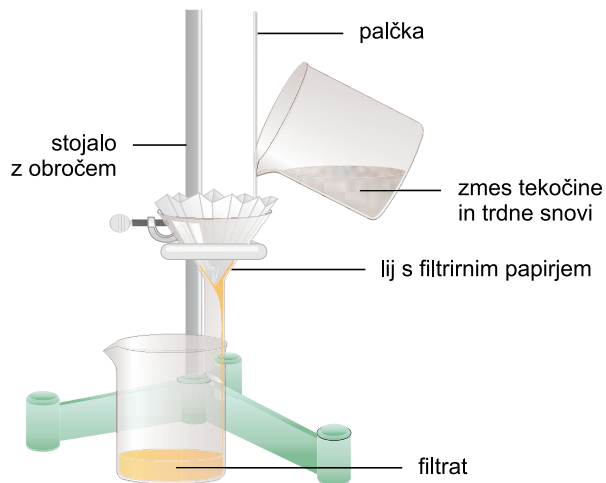


izparilnica

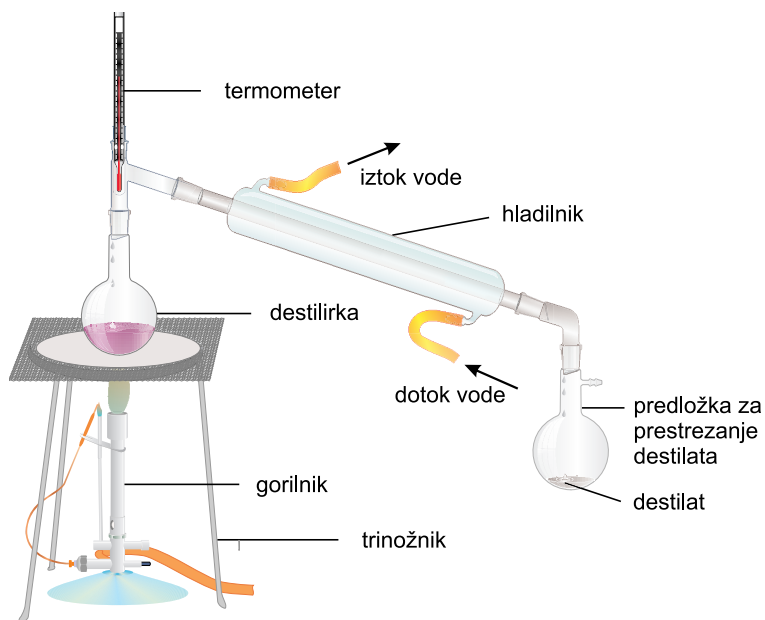
**Slika 30** Snovi zdrobimo v porcelanastih terilnicah, trše pa v terilnicah iz ahata. Rastopine izparevamo (skoraj do suhega) v porcelanastih izparilnicah.

Po končanih kemijskih reakcijah pogosto dobimo zmes različnih snovi (produktov), ki jih moramo ločiti, da lahko določimo njihovo identiteto. Poleg različnih vrst **kromatografije** (spomni se na ločevanje barvil klorofila ali črnila) so že več kot 200 let znane metode ločevanja:

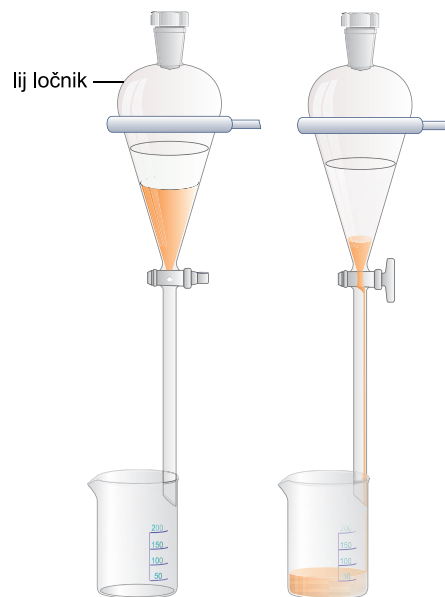
- **filtracija** (ločevanje trdnega produkta od tekočih),
- **destilacija** (ločevanje tekočin z različnimi vrelišči v zmesi),
- **sublimacija** (izoliramo en trden produkt iz trdne zmesi, glej sublimacijo joda na sliki 9),
- **z lijem ločnikom** (ločevanje dveh tekočin, ki se ne mešata).



**Slika 32** Filtracija. Trdna snov ostane na filtrirnem papirju, raztopljene snovi pa zberemo v čaši kot filtrat.



**Slika 33** Destilacija. Iz raztopine najprej destilira snov z najnižjim vreliščem. Posamezne tekočine (frakcije) prestrežemo v predložke, nameščene na koncu hladilnika.



**Slika 34** Tekočina (ali raztopina) na dnu lija ločnika, ki ima večjo gostoto in se z zgornjo ne meša, izteče na spodnji strani ločnika.

## Razmisli in odgovori

1. Naštej, katere posode kemik največkrat uporablja pri delu.
2. Veliki kristali se v topilu počasi topijo. Zato jih pred tehtanjem in raztapljanjem zmeljemo. Kaj bi uporabil za mletje?
3. Ali lahko s prostim očesom vidiš prostornino, veliko le en mikroliter? Koliko je to mililitrov?
4. Kateri pribor bi uporabil za odmero 48,0 mL tekočine?
5. a) Kako lahko ločiš trdno snov od tekočine? Naštej pripomočke, ki jih potrebuješ pri tem postopku.  
b) Kako lahko ločiš komponente iz zmesi tekočin?
6. Pri pripravi hrane ali pijače doma se srečaš s filtracijo. Navedi nekaj primerov.

## 1.5 Varna uporaba snovi

Med **nevarne snovi** prištevamo vse tiste, ki s svojim delovanjem ogrožajo zdravje ali povzročijo škodo na ljudeh, okolju ali predmetih. Zato je treba z nevarnimi snovmi delati previdno in pri delu upoštevati varnostne predpise.

Snovi (kemikalije, pripravki), ki nam jih dobavljajo proizvajalci, so originalno zaprte v steklenicah ali plastenkah. Posebej nevarne kemikalije hranimo v **varnostnih omarah za kemikalije**. Če so snovi razmeroma hlapne, je treba omare odzračevati. Snovi morajo biti ločene glede na kemijske lastnosti: kisline shranjujemo ločeno od baz, reducente od oksidantov, hlapne snovi od nehlapnih.

Na vsaki embalaži je nalepka, na kateri so zapisani osnovni podatki o kemikaliji: njeno ime, formula, molska masa, čistost, sestava, masni deleži primesi.

Preden začnemo delati s kemikalijo, moramo na nalepki prebrati:

- opozorilne **znake za nevarnost** in
- **R- in S-stavke**.

Znaki za nevarnost uporabnika opozorijo, kako sta okolica in on sam ogrožena pri nepazljivem ali nepravilnem delu s kemikalijo.



T strupeno  
T+ zelo strupeno



N okolju nevarno



E eksplozivno



Xn zdravju škodljivo  
Xi dražilno



F vnetljivo  
F+ zelo lahko vnetljivo



C jedko



O oksidativno

Slika 36 Znaki za nevarnost

R-stavki (*angl. risk*: nevarnost) ali standardna opozorila podrobneje opišejo učinke kemikalij na organizem ali opremo. S-stavki (*angl. safety*: varnost) ali standardna obvestila pa povedo, kje in kako kemikalijo hranimo, kako pri uporabi z njo ravnamo, kje z njo delamo in kakšno opremo uporabljamo pri delu ter kako ukrepamo ob poškodbah. Nekaj primerov:

R39	Nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja
R59	Nevarno za ozonski plašč
R36/38	Draži oči in kožo
S39	Nositi zaščito za oči/obraz
S7/8	Hraniti v tesno zaprti posodi na suhem



Slika 35 Varnostna omara s kemikalijami



Slika 37 Koncentrirano raztopino amoniaka hranimo v plastični ali stekleni posodi. Na nalepki so oznake za jedko in nevarno za okolje.

Zakonodaja se spreminja, zato so poleg starih znakov za nevarnost v veljavi že novi znaki. Namesto R- in S-stavkov so to H-stavki o nevarnosti (*angl. hazard statements*) in P-stavki o previdnosti (*angl. precautionary statements*).

### Znaki za fizikalno nevarnost



Vnetljive snovi



Eksplzivne snovi



Plini pod tlakom



Oksidativne snovi



Jedko za kovine

### Znaki za nevarnost za zdravje



Takojšnja strupenost



Različne vrste nevarnosti v blažji obliki



Preobčutljivost dihal  
Mutagenost  
Rakotvornost  
Strupeno za razmnoževanje  
Nevarno pri vdihavanju



Jedko za kožo  
Hude poškodbe oči

### Znaki za nevarnost v okolju



Nevarno za vodne vire

Slika 38 Novi znaki za nevarnost

Bolj podrobne podatke o nevarnosti posamezne kemikalije pri delu, o nevarnosti za zdravje in okolje si preberemo v **varnostnem listu**.

Pri delu se moramo ravnati v skladu z navodili za varno delo. Po končanih poskusih pa moramo odpadne snovi shraniti v posebne posode.



Uporaba digestorija



Poskus za zaščitnim zaslonom



Nositi zaščitna očala



Uporaba zaščitnih rokavic

Slika 39 Znaki za varnost pri delu



Kisle in alkalne raztopine



Strupene anorganske snovi; raztopine težkih kovin



V vodi netopne snovi; topne nehalogenirane organske snovi



Halogenirane organske snovi; odpadki reakcij halogeniranja

Slika 40 Znaki za odstranjevanje odpadnih snovi

Učinek škodljive snovi je odvisen od številnih dejavnikov:

- od njene strupenosti,
- od količine, ki pride v organizem,
- od časa, ko ji je bil organizem izpostavljen,
- od njene koncentracije,
- od načina vstopa v organizem (zaužitje, dihanje, prodor skozi kožo ...),
- od mase človeka,
- od trenutnega zdravstvenega stanja človeka, ki se je zastrupil z nevarno snovjo.



## Škodljivost snovi

V daljšem časovnem obdobju smo snovem lahko izpostavljeni različno: občasno, stalno, ob delavnikih, večkrat zapored v neenakomernih presledkih itd.

Pravzaprav so še najmanj nevarne tiste kemikalije – četudi so lahko izredno strupene –, ki jih zlahka zaznamo (opazimo ali zavohamo) in se tako lahko izognemo njihovem učinku. Najnevarnejše so tiste škodljive in strupene snovi, ki smo jim ves čas izpostavljeni in njihov vnos v telo lahko le delno preprečimo ali pa se mu sploh ne moremo izogniti.

Izpostavljenost nevarnim snovem je posebej problematična na nekaterih delovnih mestih. Če je nekdo pri delu s škodljivimi snovi v zraku izpostavljen večino delovnega časa, govorimo o **kronični** (stalni) izpostavljenosti. V takem primeru morajo biti najvišje možne koncentracije snovi v delovnem okolju (zraku) predpisane.

Pri občasni izpostavljenosti ali izpostavljenosti za krajši čas govorimo o **akutni** (kratkotrajni) izpostavljenosti. Učinek akutne zastrupitve se oceni po določenem času, običajno dveh tednih.

Škodljiva snov lahko po različnih poteh pride v stik z notranjimi organi: **vstopi** lahko skozi povrhnjico kože (**dermalno**), lahko jo zaužijemo (**oralno**) ali pa jo vdihujemo (**inhalacija**).

Posebej problematičen je lahko stik nosečnic s škodljivimi snovmi, še posebej v začetnem obdobju nosečnosti. Zarodek je lahko zelo občutljiv tudi za kemikalije, ki pri odraslih ne povzročijo kakšne posebne škode. Take snovi označujemo s skupno kratico **KMR** in jih razvrščamo v tri kategorije: **kancerogene** (1. kategorija; zanesljivo škodljive), **mutagene** (2. kategorija; škodljive) in **reprotoksične** (3. kategorija, morebiti škodljive).

Nekatere izmed teh snovi se iz telesa po določenem času lahko izločijo, nekatere pa ne. Kopičijo se v posameznih organih ali telesnih snoveh, npr. v maščobah. Njihova koncentracija oziroma skupna količina iz leta v leto narašča – govorimo o **kumulativnem učinku**.

### Kako merimo škodljivi učinek snovi?

Nevaren učinek snovi na zdravje je že pred približno 500 leti primerno opredelil srednjeveški znanstvenik Paracelsus. Za strupeno je označil vse tisto, kar človek zaužije v preveliki količini. Veda, ki se ukvarja z raziskovanjem strupenih snovi (strupov) in odkrivanjem njihovih škodljivih učinkov na žive organizme, predvsem na ljudi, je **toksikologija**.

Strupenost neke snovi lahko opredelimo različno. Če poznamo njen učinek, nam **odmerek** (doza, količina) te snovi veliko pove o zdravstvenih posledicah, ki nastopijo po vnosu v organizem. Večji ko je odmerek, hujše so posledice. Ker lahko isti odmerek zaužije ali inhalira težja ali lažja oseba, ga preračunamo na masno enoto (odmerek na kg organizma). Eden izmed najbolj razširjenih načinov navajanja strupenosti je tako imenovana **letalna doza 50, LD<sub>50</sub>**. Določajo jo na poskusnih živalih, običajno miših ali podganah. Pove pa, kolikšna masa škodljive snovi, preračunane na 1 kg poskusnih živali, je potrebna, da jih pri eksperimentu pogine polovica (50 %).

Učinki strupenih snovi na živalih so najbrž drugačni od učinkov istih snovi na človeški organizem, zato rezultati poskusov na živalih niso direktno prenosljivi na človeka. Največjo nevarnost pomenijo tiste zelo strupene snovi, ki imajo zelo nizke vrednosti LD<sub>50</sub> in jih vnašamo v telo nezavedno – s pitjem vodovodne vode, z uživanjem raznih napitkov in pijač, z zaužitjem različnih vrst zelenjave in sadja ter raznih vrst hrane.



Paracelsus  
(Filip von Hohenheim)  
(1493–1541)

## Dodatna znanja

Da bi dobili vsaj približen vtis, kaj pomeni vnos strupene (škodljive, nevarne) snovi, si oglejmo posledice uživanja kuhinjske soli in posledice vnosa alkohola ter zelo strupenega dioksina.

**LD<sub>50</sub> za kuhinjsko sol** je 4 g/kg, kar pomeni 50 % verjetnost, da preživimo, če jo na kilogram naše mase zaužijemo okrog 4 g. Če tehtamo denimo 70 kg, to pomeni vnos  $4 \text{ g/kg} \times 70 \text{ kg} = 280 \text{ g}$  soli. Sicer pa sama sol sploh ni škodljiva; nasprotno, celo zelo potrebna je za normalen potek življenjsko pomembnih procesov v našem telesu. Na dan potrebujemo vsaj kakšen gram soli oziroma na kilogram naše mase  $(1 \text{ g}) : (70 \text{ kg}) = 0,014 \text{ g/kg}$ , kar je 2800-krat manj od LD<sub>50</sub>.

**LD<sub>50</sub> za alkohol** je 10 g/kg, kar je 2,5-krat več kot pri soli. Če odmerek pomnožimo s težo 70 kg, dobimo  $(10 \text{ g/kg}) \times (70 \text{ kg}) = 700 \text{ g}$  alkohola. To pomeni, da bi nekdo, ki ni vajejen pitja, zanesljivo umrl, če bi popil 2 litra viskija. V 2 litrih viskija je približno 700 g alkohola.

Vrednosti **LD<sub>50</sub> za dioksine** se zelo odvisne od vrste sesalca: pri gvinejskem prašiču je izmerjena vrednost okrog  $1 \mu\text{g/kg}$ , pri hrčku pa prek  $1000 \mu\text{g/kg}$ . Če za merilo strupenosti pri človeku vzamemo izmerjene vrednosti pri opicah ( $\text{LD}_{50} \approx 100 \mu\text{g/kg}$ ), je za 70 kg težko osebo lahko usoden odmerek  $70 \text{ kg} \times 100 \mu\text{g/kg} = 7000 \mu\text{g} = 7 \text{ mg}$ . Tolikšno maso ima nekoliko večje zrnce kuhinjske soli.

Strupene kače in kačji strupi od nekdanj burijo duhove. Toda, katera med njimi je najbolj strupena? Menda je to avstralski celinski tajpan. Te strupenjače merijo v dolžino okoli 2 m, obarvane so v različnih odtenkih, od temnorjavih do olivno zelenih. Nanje bi naleteli na ožjih puščavskih predelih vzhodnega dela osrednje Avstralije, daleč od poseljenih območij. In kakšna je vrednost LD<sub>50</sub> tajpanovega strupa?  $0,025 \text{ mg/kg}$ ! To pomeni, da je za odraslega človeka zanesljivo usodna količina strupa velikosti kroglice s premerom približno 2 mm. Toda količina strupa, ki jo tajpan izbrizga pri ugrizu (tudi do 150 mg), je tolikšna, da bi lahko usmrtila 50 in več ljudi. Strupa črne in zelene mambe sta desetkrat »blažja«, strup klopotace pa je stokrat »blažji«.

## Razmisli in odgovori

1. Kateri opozorilni znaki so na steklenici klorovodikove kisline?
2. Kako imenujemo kratkotrajni in kako dolgotrajni učinek nevarnih snovi na organizem?
3. Kako lahko strupena snov pride v organizem?
4. Kako lahko opredelimo strupenost neke snovi?
5. a) Ali je kuhinjska sol lahko strupena?  
b) Kaj pa ogljikov dioksid? Kje lahko postane ogljikov dioksid nevaren?