

# **Kemija in snov**

Teoretične osnove Kemije materialov k navodilom za vaje

**Katarina S. Wissiak Grm in Iztok Devetak**



---

Katarina S. Wissiak Grm

Iztok Devetak

---

**Kemija in snov**  
**TEORETIČNE OSNOVE**  
**KEMIJE MATERIALOV**  
**K NAVODILOM ZA VAJE**

---

## **Kemija in snov: Teoretične osnove Kemije materialov k navodilom za vaje**

**Avtorja:** doc. dr. Katarina Senta Wissiak Grm  
doc. dr. Iztok Devetak

**Recenzenti:** red. prof. dr. Primož Šegedin  
red. prof. dr. Saša A. Glažar

**Izdala:** Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani

**Za izdajatelja:** izr. prof. dr. Janez Krek, dekan

**Oblikovanje in prelom:** Igor Cerar

**Fotografija na naslovnici:** Katarina S. Wissiak Grm

**Dostopno na:** [http://www2.pef.uni-lj.si/kemija/upload12\\_13/TEH\\_GOS/teorija\\_kemija\\_materialov.pdf](http://www2.pef.uni-lj.si/kemija/upload12_13/TEH_GOS/teorija_kemija_materialov.pdf)

© 2013 avtorja

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

54(075.8)(076.5)(0.034.2)

WISSIAK Grm, Katarina Senta

Kemija in snov. Teoretične osnove Kemije materialov k navodilom za vaje [Elektronski vir] / Katarina S. Wissiak Grm, Iztok Devetak. - El. knjiga. - Ljubljana : Pedagoška fakulteta, 2013

ISBN 978-961-253-109-6 (pdf)

1. Devetak, Iztok  
268161792

## VSEBINA

<b>Navodila za varno delo v kemijskem laboratoriju</b> .....	5
<b>1. VAJA</b>	
Ločevanje in čiščenje snovi .....	7
<b>2. VAJA</b>	
Snovne in energijske spremembe pri kemijski reakciji .....	11
<b>3. VAJA</b>	
Voda in njene lastnosti .....	15
<b>4. VAJA</b>	
Kislina, baze, soli .....	19
<b>5. VAJA</b>	
Reakcije oksidacije in redukcije .....	21
<b>6. VAJA</b>	
Reaktivnost kovin in halogenih elementov .....	27
<b>7. VAJA</b>	
Lastnosti polimerov .....	29
<b>Literatura</b> .....	35

Zbirka **Kemija in snov, Kemija materialov – Teoretične osnove k navodilom za vaje** je namenjena predvsem študentom 1. letnika smeri Dvopredmetni učitelj kemije in gospodinjstva, za študij teoretičnih izhodišč, kot pripravo na praktično izvedbo vaj predmeta Kemija materialov. Vaje obravnavajo posamezne vsebinske sklope, določene z učnim načrtom tega predmeta tako, da študenti izbrane kemijske zakonitosti osvojijo na način, ki pripomore, da znanje kemije uporabimo za razlago pojmov, ki jih srečamo v vsakodnevnih življenjskih situacijah. Želiva, da bi zbirka olajšala pot do temeljnih kemijskih znanj in prispevala k razumevanju sveta kemije, ki je del nas.

Avtorja

# NAVODILA ZA VARNO DELO V KEMIJSKEM LABORATORIJU

## 1. Znaki za nevarne lastnosti snovi

V kemijskem laboratoriju se dnevno srečujemo s snovmi, s katerimi moramo ravnati zelo previdno in v skladu z ustreznimi varnostnimi predpisi. Zato moramo poznati grafične znake za nevarne lastnosti snovi in njihov pomen. **Grafični znaki ali simboli** so zgovorni sami po sebi, za večjo jasnost pa so dodana **sporočila o nevarnosti (H-stavki)** in **potrebni preventivni ukrepi (P-stavki)**. Pri delu s snovmi, označenimi z omenjenimi znaki moramo pozorno prebrati navodila, saj je uporaba ustreznih zaščitnih sredstev obvezna.

Opozorilni znaki/stavki/besede označujejo nevarne lastnosti snovi oziroma lastnosti izdelkov, ki te snovi vsebujejo, kar narekuje njihovo izbiro, uporabo in odlaganje.

Globalno priznani in usklajeni sistem označevanja nevarnih kemikalij v izdelkih imenujemo s kratico GHS (Globally Harmonized System). Mednarodno veljavni opozorilni znaki so razdeljeni na tiste, ki opozarjajo na različne **vplive izdelkov na zdravje in na okolje** in na tiste, ki nas **seznanjajo z nevarnostmi**, ki izvirajo iz njihovih **fizikalnih lastnosti**.

### Znaki za nevarnost snovi z opisi lastnosti snovi

			
<b>Nevarno/zelo strupeno</b>	<b>Škodljivo, dražljivo</b>	<b>Jedko</b>	<b>Različni škodljivi vplivi na zdravje:</b>
Znak označuje snovi, s katerimi je potrebno ravnati zelo previdno. Če npr. snov, ki je v izdelku, zaužijete, pride v stik s kožo in očmi, jo vdihnete, ste lahko življenjsko ogroženi (močne razjede, dušenje, ipd.).	Znak označuje snovi, ki dražijo kožo (lahko povzročijo npr. koprivnico), oči, dihala, lahko nas tudi za kratek čas omamijo. Klic v sili: pokličemo zdravnika ali številko za klic v sili 112	Znak označuje snovi, ki lahko povzročijo opekline ali razjede kože in oči.	Znak označuje snovi, ki so nevarne pri vdihavanju, je mutagena (povzroča dedne spremembe) ali rakotvorna, vpliva na plodnost, povzroča alergije... Tako označeni izdelki lahko (če smo jim izpostavljeni dalj časa ali pri večkratni uporabi) povzročijo nepopravljivo škodo na telesnih organih.

			
<b>Nevarno za okolje</b>	<b>Eksplzivno</b>	<b>Vnetljivo</b>	<b>Oksidativno</b>
Znak opozarja na snov, ki ogroža žive organizme v vodi in na kopnem.	Znak opozarja na snovi, ki lahko zaradi udarca ali trenja eksplodirajo.	Znak opozarja na snovi, ki se lahko v bližini toplotnega vira hitro vnamejo, oziroma v stiku z vodo ali drugo kemikalijo sproščajo pline.	Znak opozarja na fizikalno lastnost snovi, oksidativnost, kar pomeni, da se lahko v stiku s kisikom oziroma zrakom vžge.

**Primer označevanja nevarnosti:****Stavki, ki opozarjajo na nevarnosti (H)**

- Nevarno, hraniti zunaj dosega otrok.
- Vnetljiva tekočina, hlapi.
- Nevarno pri vdihavanju.
- Lahko povzroči škodo na jetrih in ledvicah, če smo izdelku izpostavljeni dalj časa ali večkrat.

**Preventivni stavki (P)**

- Hraniti zunaj dosega otrok.
- Hraniti v tesno zaprti posodi. Hraniti ločeno od vira toplote / ognja – kajenje je prepovedano.
- Uporabljajte samo na prostem ali v dobro prezračenem prostoru!
- Ne vdihujte hlapov ali aerosola!
- Pri uporabi nosite rokavice in zaščitite oči!
- Shranjujte v hladnem in dobro prezračenem prostoru!

**Prva pomoč**

- Če vdihnete nevarno snov, takoj pojdite na svež zrak oziroma tja prenesite poškodovanca.
- Če vam je slabo, pokličite zdravnika ali številko za klic v sili.

Viri:

[http://www.zps.si/images/stories/brosure/oznacevanje\\_nev\\_kem\\_slo.pdf](http://www.zps.si/images/stories/brosure/oznacevanje_nev_kem_slo.pdf)

<http://www.epc.si/sl/nevni-izdelki/106-vae-pravice/431-oznaevanje-nevarnih-kemikalij>

<http://www.fkkt.uni-lj.si/attachments/3073/zbirka-pravil-varnega-dela.pdf>

## 2. Pravila varnega dela v laboratoriju

**Zaščita in varnost pri delu** (pravila, ki jih v laboratoriju moramo obvezno upoštevati):

1. Pri delu v kemijskem laboratoriju **obvezno** uporabljamo **zaščitna očala, zaščitno haljo in zaščitne rokavice**.
2. Pri delu z gorilnikom **zaščitnih rokavic NE UPORABLJAMO**.
3. Pri delu v kemijskem laboratoriju imamo **spete lase**.
4. Pri delu v kemijskem laboratoriju uporabljamo **ustrezna obuvala** (uporaba sandal je prepovedana).
5. Pri delu v kemijskem laboratoriju stojimo v ustrezni oddaljenosti od aparature za izvajanje poskusa.
6. Pri delu v kemijskem laboratoriju nikoli ne pustimo nobene aparature nenadzorovane. Pri delu v kemijskem laboratoriju nikoli ne piperiramo z usti. Vedno uporabimo žogice za pipetiranje.
7. V primeru, da delo v kemijskem laboratoriju poteka s koncentriranimi snovmi, ki jih moramo razredčiti, **VEDNO** zlivamo **bolj koncentrirano snov v manj koncentrirano**, pri čemer zaradi močno eksotermne reakcije **raztopino hladimo in stalno mešamo**.
8. V primeru, da delo v kemijskem laboratoriju poteka s hlapnimi snovmi, ki jih moramo povonjati, **najprej vdihnemo zrak v pljuča**, nato se **oddaljimo približno 20 cm** od posode s snovjo in si z roko približamo hlape, ki jih povonjamo. **NIKOLI** ne vdihujemo snovi **s polnimi pljuči!**
9. Pri delu v kemijskem laboratoriju je **prepovedana uporaba mobilnega telefona**.
10. V kemijski laboratorij je vnos **hrane in pijače prepovedan**, prepovedano je tudi kaditi.
11. Po končanem delu odlijte **reakcijske zmesi v** posebej pripravljene **posode za odpadke**. Pazite, da reagenti ne pridejo v stik s kožo.
12. Po končanem delu v kemijskem laboratoriju ugasnemo oz. izključimo vse naprave, s katerimi smo izvajali poskuse.
13. Preden laboratorij zapustite si **umijte roke**.

Nekatere pomembne informacije lahko najdete tudi na naslednjih spletnih virih:

<http://www.epc.si/sl/nevni-izdelki/106-vae-pravice/431-oznaevanje-nevarnih-kemikalij>

<http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/>

<http://www.sigmaaldrich.com/customer-service/worldwide-offices/worldwide-offices2.html>

# 1. VAJA

## LOČEVANJE IN ČIŠČENJE ZMESI

### 1. Namen vaje

Snovi ločimo na čiste snovi in na zmesi, ki so lahko homogene ali heterogene. Izbira metode ločevanja zmesi temelji na poznavanju fizikalnih lastnosti posameznih komponent zmesi, kar tudi omogoča ustrezno izbiro pravilne metode ločevanja. Spoznali boste različne primere zmesi ter uporabili ustrezne metode za njihovo ločevanje na komponente.

### 2. Teoretična izhodišča vaje

**Čiste snovi** so homogene, imajo **definirano sestavo**, ki je **stalna** in jih z enostavnimi postopki ne moremo ločiti na komponente.

**Zmesi** nastanejo, če zmešamo **več čistih snovi**, ki pri tem ohranijo svoje prvotne lastnosti. Z enostavnimi fizikalnimi postopki lahko zmes ločimo na osnovne komponente zmesi. Poznamo **homogene in heterogene zmesi**, ki jih lahko sestavljajo **komponente zmesi**, ki so lahko **v trdnem, tekočem ali plinastem agregatnem stanju**.

#### HOMOGENE ZMESI

**Homogene zmesi** so tiste, pri katerih je **sestava zmesi** po celotni zmesi **enaka**, torej se sestava zmesi po celotni zmesi ne spreminja.

Primer homogene zmesi, je **raztopina**, v kateri so prisotni zelo majhni delci, ki so enakomerno porazdeljeni po celotni raztopini. Primer raztopine je sol, raztopljena v vodi, pri tem je sol **topljenec**, voda pa **topilo**. V raztopini je lahko raztopljenih tudi **več topljencev v enem topilu**.

#### HETEROGENE ZMESI

**Heterogene zmesi** so zmesi, pri katerih **sestava zmesi** po celotni zmesi **ni enaka**, torej se sestava zmesi po celotni zmesi spreminja (v določenem delu zmesi je v večjem deležu prisotna ena izmed komponent zmesi).

Primeri **heterogene zmesi**:

**A) Emulzija** je zmes dveh tekočih faz, npr. **zmes olja in vode**, ki vsebuje tako majhne delce, da jih ne vidimo, temveč se le ti odražajo kot motnost. Emulzija je torej **zmes dveh tekočin**, ki se **ne mešata**, pri čemer je **ena dispergirana v drugi v obliki tekočih kapljic in/ali tekočih kristalov**. Tekočina, ki se v obliki kapljic porazdeli med drugo tekočino se imenuje notranja faza, obdajajoča tekočina pa zunanja faza. Ena tekočina je hidrofobna (na primer olje), druga pa hidrofilna, običajno voda. Kadar je **zunanja faza oljna**, imenujemo takšno emulzijo **emulzija vode v olju (V/O)**, v obratnem primeru pa govorimo o emulziji olja v vodi (O/V). Med **obema fazama** je prisotna **velika površinska napetost**.



**B) Koloidna raztopina** je raztopina, pri kateri takoj opazimo motnost. Koloidne raztopine so primer **heterogene zmesi**, v kateri so prisotni **majhni delci**, ki jih sicer **ne moremo videti**, vendar pa dovolj veliki, da se **na njih sipa svetlobni žarek**, če ga usmerimo v koloidno raztopino. Pojav imenujemo **Tyndallov efekt**. Primer koloidne raztopine je mleko.

## METODE LOČEVANJA ZMESI

Poznamo različne **metode ločevanja zmesi**, ki temeljijo na **različnih lastnostih komponent** v zmesi, ki jih želimo med seboj ločiti (Tabela 1). Pri nastanku zmesi, kot tudi pri njihovem **ločevanju na osnovne komponente**, se **lastnosti čistih snovi**, ki zmes sestavljajo, **ne spremenijo**.

Ločimo med različnimi **metodami ločevanja zmesi**: sejanje, dekantiranje (odlivanje), ločevanje z magnetom, filtracija, ekstrakcija, centrifugiranje, ločevanje z lijem ločnikom, kristalizacija, sublimacija, destilacija, kromatografija, elektroforeza in druge. Pregled metod ločevanja različnih zmesi je, **glede na lastnosti komponent zmesi**, prikazan v Tabeli 1.

Tabela 1. Pregled metod ločevanja različnih zmesi, glede na lastnosti komponent zmesi.

Lastnost snovi	Metoda ločevanja	Primer zmesi
velikost trdnih delcev snovi	sejanje	mivka in pesek
topnost trdnih delcev v topilu	dekantiranje	mivka in voda
magnetne lastnosti snovi	ločevanje z magnetom	železovi opilki in žveplo
velikost trdnih delcev snovi in topnost različna topnost snovi v topilu	filtracija	ogljje in voda
velikost trdnih delcev snovi	ekstrakcija	maščoba v semenih
topnost ene tekočine v drugi	centrifugiranje	kri
topnost	ločevanje z lijem ločnikom	olje in voda
topnost	kristalizacija	kalijev nitrat(V) in voda
dovolj visok parni tlak	izparevanje	natrijev klorid in voda
temperatura vrelišča	sublimacija	jod in mivka
različne lastnosti delcev v vzorcu	destilacija	acetona in voda
velikost in naboj delcev	kromatografija	ločevanje klorofilov
	elektroforeza	zmes različno velikih delov DNK

## IZPAREVANJE

**Kristalizacija** se kot **metoda ločevanja in čiščenja snovi** uporablja pri ločevanju trdnih snovi iz njihovih raztopin. Pri tem se med **ohlajanjem in/ali izparevanjem vode** iz raztopine ta koncentrira do te mere, da se prične **topljenec** iz raztopine **izločati** v obliki kristalov. Od tod ime kristalizacija. Na tak način pridobivajo sol iz morske vode v solinah.

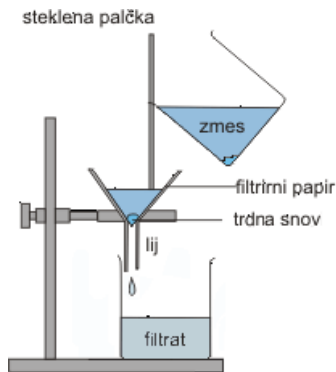
## SUBLIMACIJA

**Sublimacija** je prehod snovi iz **trdnega direktno v plinasto agregatno stanje** in **obratno**. Sublimirajo predvsem **snovi**, ki imajo **dovolj visok parni tlak**, da se v parni fazi nahaja dovolj molekul. Primeri snovi, ki sublimirajo so: jod, kafa, naftalen ...

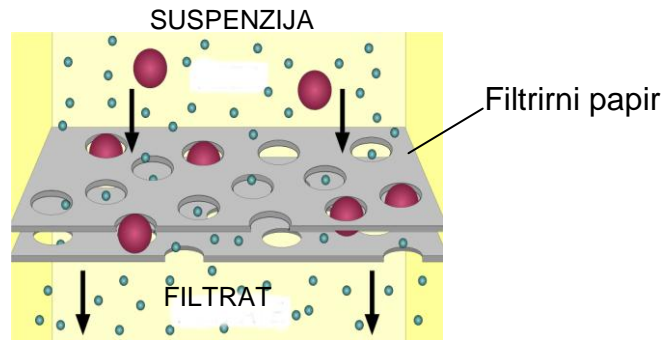
## FILTRACIJA

Pri **filtraciji** skozi filtrirni papir **trdno netopno snov** ločimo **od tekoče v suspenziji**. Na **filtrirnem papirju** ostane **trdna snov**, temu pravimo **ostanek**, skozi filtrirni papir pa steče **tekočina**. Tekočini v čaši po končani filtraciji pravimo **filtrat**. Pri filtraciji moramo upoštevati **velikost netopnih delcev**

**snovi v suspenziji**, saj moramo glede na to izbrati ustrezen filtrirni papir. Filtrirni papirji so zgrajeni iz različno velikih (debelih) vlaken celuloze, kar povzroči **različno poroznost filtrirnega papirja**. Večja kot so vlakna, bolj je papir porozen in z njim lahko filtriramo suspenzije, v katerih so večji delci trdne snovi. Za drobnejše delce trdnih snovi moramo uporabiti gostejši filtrirni papir, ki ima tanjša in manjša celulozna vlakna. Tako ločimo t.i. različne trakove filtrirnih papirjev npr. **modri trak** in **črni trak**. Preden pričnemo filtracijo moramo tako presoditi, kateri filtrirni papir (vrsta traku) je najustreznejši.



Slika 1. Aparatura za filtracijo.



Slika 2. Prikaz poteka filtracije.

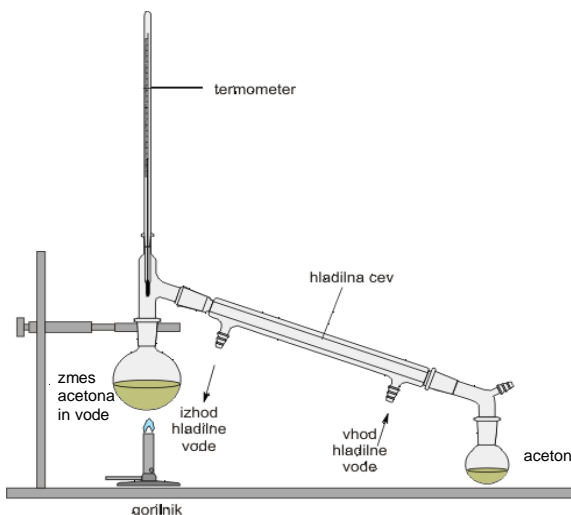
## LOČEVANJE Z LIJEM LOČNIKOM



Lij ločnik je cilindrična ali hruškasta posoda z brušenim zamaškom in stekleno pipo na spodnjem delu, kot prikazano na sliki. Uporabljamo ga za **ločevanje zmesi tekočin**, ki se **ne mešajo in imajo različno gostoto**. V liju ločniku dobimo **dve plasti**. Spodnja plast je tekočina z večjo, zgornja plast pa tekočina z manjšo gostoto.

Slika 3. Lij ločnik

## DESTILACIJA



Destilacija temelji na **različnih temperaturah vrelišča** dveh tekočin v zmesi. Tako na primer lahko ločimo aceton od vode, saj je temperatura vrelišča acetona  $56\text{ }^{\circ}\text{C}$  in vode  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pri segrevanju najprej iz zmesi, ki jo damo v destilirno bučko izhlapi aceton in ko prične temperatura zmesi naraščati pomeni, da je iz zmesi izšel ves aceton in prenehamo segrevati, destilacija je s tem končana. Acetonu pravimo destilat in se izteče iz hladilnika v predložko.

Slika 4. Aparatura za destilacijo.

## PAPIRNA IN KOLONSKA KROMATOGRAFIJA

**Kromatografija** (gr. *chromos* - barva, *grafein* - pisati) je **metoda za ločevanje sestavin zmesi in čiščenje spojin** (trdnih, tekočih in plinastih). Kromatografija temelji na **različni porazdelitvi sestavin zmesi** med dvema fazama: **stacionarno fazo** (faza, ki miruje in je lahko trdna ali tekoča) in **mobilno fazo** (faza, ki se premika po stacionarni fazi in je lahko tekoča ali plinasta). Do **različne porazdelitve sestavin zmesi med mobilno in stacionarno fazo**, ki se **med seboj ne mešata**, lahko pride zaradi: **(1) različne topnosti** – sestavina, ki je najboljše topna v mobilni fazi, najhitreje potuje z njo (porazdelitvena kromatografija); **(2) različno močne adsorpcije** – sestavine zmesi se različno močno adsorbirajo na trdni stacionarni fazi (adsorpcijska kromatografija) in **(3) različno velikih delcev posameznih sestavin** – delci, katerih velikost se ujema z velikostjo por stacionarne faze (gel), se vanje ujamejo, zaradi česar potujejo počasneje kot večji delci (gelska filtracija).

### Papirna kromatografija

je tehnika, pri kateri je **stacionarna faza** papir, **mobilna faza** pa neko topilo ali zmes topil. Topilo se pomika po papirju navzgor s pomočjo kapilarnega gibanja in pride v stik z vzorcem, ki se raztopi in se skupaj s topilom pomika navzgor po papirju. Različne kemijske spojine, ki se nahajajo v raztopini vzorca, potujejo z različnimi hitrostmi zaradi **razlik v njihovi afiniteti do stacionarne faze**, prav tako pa tudi odvisno od **razlik v topnosti posamezne spojine** v danem **topilu**. Z zamenjavo topila se ločevanje komponent (ki se računa z vrednostjo retencijskega faktorja,  $R_f$ ) lahko prilagaja potrebam raziskave.

Na opisan način torej mobilna faza potuje po papirju, sestavine zmesi, raztopljene v mobilni fazi, pa se porazdelijo med stacionarno in mobilno fazo.

### Kolonska kromatografija

Pri kolonski kromatografiji je **stacionarna faza** silikagel ali silikagelu podobna snov, **nameščena v koloni**. **Mobilna faza** je podobna kot pri papirni kromatografiji.

Od kombinacije naslednjih dejavnikov: (1) lastnosti vzorca, (2) mobilne faze in (3) stacionarne faze je **odvisna porazdelitev raztopljenih snovi**, prisotnih v vzorcu, **na stacionarni fazi** in s tem tudi t. i. **retencijski faktor**. Retencijski faktor je **značilen za določene snovi** in na njegovi osnovi identificiramo komponente zmesi. **Retencijski faktor ( $R_f$ )** izračunamo po enačbi  $R_f = b/a$ , kjer je **a razdalja**, ki jo prepotuje **fronta topila**, in **b razdalja**, ki predstavlja oddaljenost **od izhodišča do središča lise** na kromatografskem papirju.

## 2. VAJA

### SNOVNE IN ENERGIJSKE SPREMEMBE PRI KEMIJSKI REAKCIJI

#### 1. Namen vaje

Pri kemijski reakciji potekajo snovne in energijske spremembe. Energijske spremembe pri kemijski reakciji predstavimo z ustreznim grafom, snovne spremembe pri kemijski reakciji pa predstavimo z ustrežno kemijsko enačbo. Spoznali boste primer eksotermne in primer endotermne kemijske reakcije ter dobljene rezultate predstavili v ustrezni obliki.

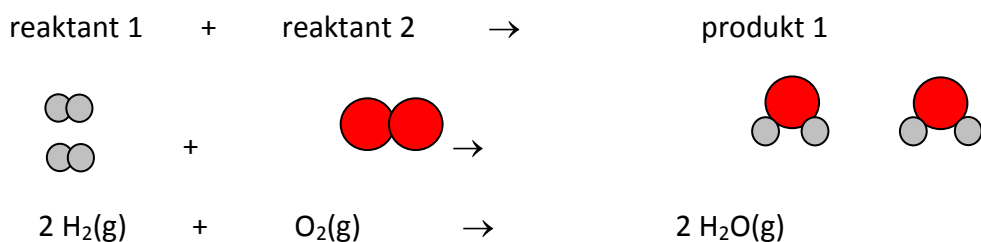
#### 2. Teoretična izhodišča vaje

Procese lahko razdelimo na dve skupini: na **fizikalne spremembe** in **kemijske spremembe**. Pri **fizikalnih spremembah** se **kemijska sestava** snovi **ne spremeni**. Primer fizikalnega procesa je npr. sprememba agregatnega stanja, razredčevanje snovi in podobno. **Delci snovi** se pri fizikalnih procesih torej **ne spremenijo**, temveč se **le prerazporedijo**.

Na splošno lahko rečemo, da **kemijska reakcija poteče** v primeru če: (1) se **razvija plin**, (2) izpade **trdna snov**, (3) se **poviša ali zniža temperatura** reakcijske zmesi (ne da bi jo segrevali ali ohlajali) in (4) se **sprosti energija** v obliki svetlobe, toplote ali električnega toka. Pri kemijski reakciji torej potekajo **snovne in energijske spremembe**.

#### SNOVNE SPREMEMBE PRI KEMIJSKI REAKCIJI

Pri **kemijskih spremembah** se kemijska sestava snovi **spremeni**, poteče **kemijska reakcija**. To pomeni, da se **delci snovi spremenijo**, saj gre za **prekinitev kemijskih vezi** med atomi, pri čemer lahko: (1) iz atomov nastanejo molekule ali ioni oziroma (2) iz molekul nastanejo druge vrste molekul ali atomi ali ioni. Povzamemo lahko, da pri kemijski reakciji torej nastanejo **nove snovi** (produkti) z **drugačnimi lastnostmi**, kot jih imajo snovi, ki v kemijsko reakcijo vstopajo (reaktanti). **Snovno spremembo** pri kemijski reakciji lahko **zapišemo v obliki enačbe kemijske reakcije**. Pri kemijski reakciji se reaktanti spremenijo v produkte, kar ponazorimo z enosmerno ali obojesmerno puščico. Med posameznimi snovmi, ki so lahko reaktanti oz. produkti, pa zapišemo znak plus.



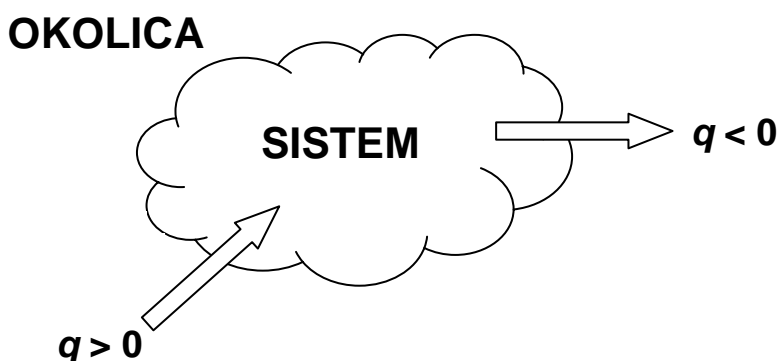
Slika 7. Nastanek dveh molekul vode pri reakciji med dvema molekulama vodika in eno molekulo kisika.



## ENERGIJSKE SPREMEMBE PRI KEMIJSKI REAKCIJI

Vse spremembe so povezane s **spremembo energije**, ki se največkrat kaže v obliki **toplote**, včasih tudi v obliki **svetlobe**. Takrat govorimo o **toplotni in svetlobni energiji**. Nekatere kemijske reakcije pa so lahko tudi **vir energije**.

Za razlago procesa izmenjave toplote moramo vpeljati dva pojma: sistem in okolica. **Sistem** imenujemo **del narave, ki ga opazujemo**. V kemiji so to procesi, kot npr. segrevanje tekočine, taljenje ledu, kemijske reakcije nevtralizacije ali oksidacije in redukcije. Povsod **okoli sistema** pa je **okolica**. Sistem in okolica sta ločena z mejo.



### Oddajanje in sprejemanje toplote ( $q$ ) v in iz okolice

V primeru, da sta **temperaturi** sistema in okolice **različni**, se med njima izmenja **toplota**, ki jo označimo s  $q$ . Posledično pa se spremeni temperatura, ki jo merimo s termometrom v okolici. Vendar ne pozabimo, **opazujemo okolico, obravnavamo pa sistem**, zato **vedno definiramo spremembe z ozirom na sistem**:

- v primeru, da **sistem** energijo v obliki toplote **odda v okolico**, je ima sam zato manj ( $q < 0$ ).
- v primeru, če **sistem** od okolice energijo **sprejme** v obliki toplote, je ima več ( $q > 0$ ).

### POMNIMO:

**Spremembo energije (energetsko bilanco) vedno definiramo z ozirom na sistem.**

Enostaven primer, ki si ga lahko zamislimo je, če si mrzle roke želimo ogreti tako, da v roki držimo skodelico z vročim čajem. **Toplota teče z mesta z višjo temperaturo proti mestu z nižjo temperaturo**. Toplota bo v tem primeru z vroče skodelice tekla v smeri naših mrzlih rok. Recimo, da je sistem v tem primeru skodelica z vročim čajem, naše mrzle roke pa okolica. Sistem je torej v okolico oddal energijo ( $q < 0$ ).

Ravno obraten primer je, če se npr. z mrzlim obkladkom ledu želimo oskrbeti oteklino na nogi. Tudi v tem primeru velja: **toplota teče z mesta z višjo temperaturo proti mestu z nižjo temperaturo**. Toplota bo tekla iz oteklina na nogi v koščke ledu. Recimo, da je sistem v tem primeru obkladek ledu, oteklina pa okolica. Sistem je torej od okolice sprejel energijo ( $q > 0$ ).

**SPREMEMBA ENTALPIJE  $\Delta H$  in STANDARDNA SPREMEMBA ENTALPIJE  $\Delta H^\circ$** 

V primeru, da **procesi potekajo pri stalnem tlaku**, ima izmenjana toplota posebno ime. **Toploti**, ki se pri **stalnem tlaku izmenja** med sistemom in okolico rečemo **sprememba entalpije** in jo označimo z  **$\Delta H$** . Enota je Joule, večja enota je kJ.

Entalpija,  **$H$** , je merilo za energijsko vrednost snovi. Absolutne vrednosti ne moremo izmeriti. Določimo lahko le spremembo entalpije  **$\Delta H$**  pri kemijski reakciji ali fizikalnem procesu, tako da med drugim izmerimo spremembo temperature.

**Sprememba entalpije** je razlika med entalpijo na koncu procesa in entalpijo na začetku procesa:

$$\Delta H = H_{\text{produkti}} - H_{\text{reaktanti}}$$

pri čemer velja:  $H_{\text{produkti}}$  ... entalpija vseh produktov,  
 $H_{\text{reaktanti}}$  ... entalpija vseh reaktantov

**Spremembo entalpije** navajamo **pri standardnem tlaku 100 kPa (1 bar)**, kar imenujemo **standardna sprememba entalpije** ali **standardna entalpija** in jo označimo kot  **$\Delta H^\circ$** ; navadno je merjena pri temperaturi 25 °C (298 K).

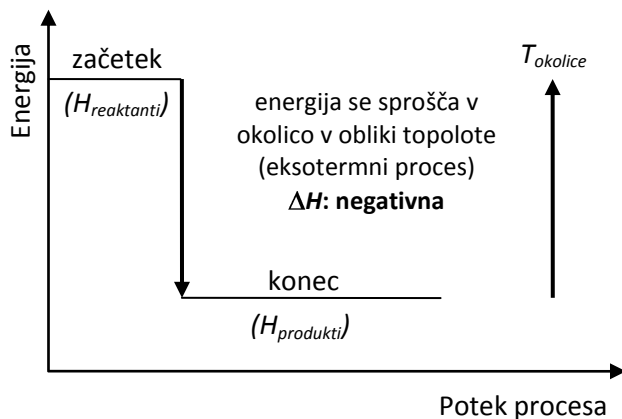
**Standardna sprememba entalpije** je razlika med entalpijo na koncu procesa in entalpijo na začetku procesa; tlak je  **$P^\circ = 100 \text{ kPa (1 bar)}$** , temperatura pa je  **$T = 25 \text{ °C}$**

$$\Delta H^\circ = H^\circ_{\text{produkti}} - H^\circ_{\text{reaktanti}}$$

**1. Eksotermni procesi – procesi, kjer se energija sprošča**

V primeru, če se pri nekem procesu energija sprosti v okolico v obliki toplote, je proces **eksotermen**. **Energija** se med samim procesom (v sistemu) **zniža**, saj je ta nekaj energije v obliki toplote **oddal v okolico**. Snov ima torej na koncu eksotermnega procesa nižjo energijo kot pred začetkom procesa-**produkti imajo nižjo energijo kot reaktanti**. Okolica, ki je to toploto sprejela, pa ima zato višjo energijo.

Potek eksotermnega procesa lahko predstavimo z energijskim diagramom:

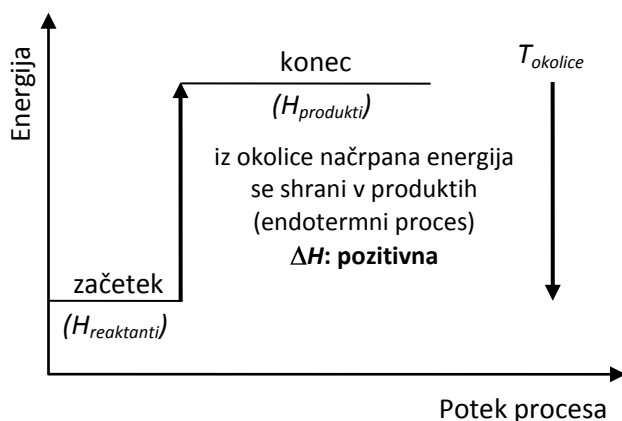


Shema 1: Energijski diagram eksotermnega procesa

## 2. Endotermni procesi – procesi, kjer se energija porablja

V primeru, če se pri nekem procesu porablja energija iz okolice v obliki toplote, je proces **endotermen**. **Energija** se med samim procesom v sistemu **zviša**, saj je ta nekaj energije v obliki toplote **dobil iz okolice**. Snov ima torej na koncu eksotermnega procesa višjo energijo oziroma entalpijo kot pred začetkom procesa. **Produkti imajo** tako **višjo energijo kot reaktanti**. Okolica, ki je to toploto oddala, pa ima zato nižjo energijo. Temperatura v okolici,  $T_{okolice}$ , se zato zniža, kar lahko izmerimo s termometrom.

Potek endotermnega procesa lahko predstavimo z energijskim diagramom:



Shema 2: Energijski diagram endotermnega procesa

## 3. VAJA

### VODA IN NJENE LASTNOSTI

#### 1. Namen vaje

Voda je življenjsko pomembna spojina. Je odlično topilo za veliko različnih snovi, zato lahko z vodo pripravljamo vodne raztopine snovi različnih koncentracij. Na vaji boste spoznali osnovne postopke za pripravo raztopin različnih koncentracij, jih pripravili ter izmerili njihovo gostoto. Molekula vode je polarna molekula, zato se v vodi dobro topijo polarne snovi. Za ugotavljanje polarnosti snovi uporabljamo različne metode, ki nam omogočajo sklepanje o medsebojni topnosti teh snovi, kar boste na vaji preizkusili.

#### 2. Teoretična izhodišča vaje

Atomi se povezujejo med seboj s kemijskimi vezmi v **polarne ali nepolarne** molekule. **Polarnost molekule** je odvisna od vrste vezi in oblike molekule v prostoru.

##### Polarnost vezi in molekul

##### A Polarna in nepolarna vez v molekuli

**Nepolarna kovalentna (atomska) vez** je kovalentna vez med **enakimi atomi**. Pozitivna jedra atomov v takih molekulah enako privlačijo vezni elektronski par. **Težišči** pozitivnega in negativnega naboja v teh molekulah **sovpadata**, zato molekula **nima dipola**. Kovalentna vez med atomoma v teh molekulah je **nepolarna**. **Molekula** s takimi vezmi je **nepolarna**, primeri molekul so  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$  ...

**Polarna kovalentna (atomska) vez** je vez med **atomi različnih nekovin**. V tem primeru jedri atomov v molekulah različno privlačita vezni elektronski par. **Težišči** pozitivnega in negativnega naboja v teh molekulah zato **ne sovpadata**, molekula ima **dipol**. Kovalentna vez med atomoma različnih elementov je le **praviloma polarna**, v **nekaterih primerih** pa je vez med različnima atomoma lahko tudi nepolarna. Tak primer je npr. **vez C-H**, med ogljikovim in vodikovim atomom, ki je primer **nepolarne kovalentne vezi**, čeprav gre za atoma dveh različnih elementov. Podobno je npr., v primeru **vezi C-S**, vezi med atomoma ogljika in žvepla.

##### B Vplivi na polarnost molekul

**Polarne molekule** so tiste molekule, ki vsebujejo **polarne kovalentne vezi**. **Vse dvoatomne molekule** s polarno vezjo so torej polarne. V primeru, da molekula vsebuje **več kot eno polarno vez**, pa je **polarna** v primeru, da ima v prostoru ustrezno obliko. To pomeni, da morajo biti **polarne kovalentne vezi** v prostoru razporejene na **nesimetričen način**. Na obliko molekule pa vpliva odboj med valenčnimi elektronskimi pari centralnega atoma molekule. Valenčni elektronski pari so lahko vezni ali nevezni. Po teoriji o odboju valenčnih elektronskih parov (**Nyholm-Gillespijevo pravilo**) je **odboj med neveznima elektronskima paroma** močnejši kot **odboj med neveznim in veznim**



**parom**, ta pa močnejši kot odboj **med veznima paroma**. Posledica tega dejstva je, da se idealni kot v molekuli popači. Primeri za to so metan, amoniak in voda.

**Molekula metana** ima obliko tetraedra (kot med vezmi **C–H** v molekuli metana je **109,5°**), ker so na centralnem atomu ogljika štirje enaki vezni valenčni elektronski pari. Molekula metana je nepolarna.

**V molekuli amoniaka** je na centralnem atomu dušika **en nevezni** elektronski par, zato se kot med vezmi **N–H zmanjša** in je v molekuli amoniaka **107°**. Molekula amoniaka je polarna.

**V molekuli vode** pa sta na centralnem atomu kisika **dva nevezna** elektronska para. Odboj med neveznima elektronskima paroma je največji, zato se kot med vezmi **O–H še zmanjša** in je v molekuli vode **104,5°**. Molekula vode je polarna molekula.

V primeru, da bi imela molekula vode linearno obliko, (dve polarni vezi pod kotom 180°) ne bi imela dipola, saj bi se nasprotno usmerjena dipola dveh enakih vezi izničila in bi bila nepolarna molekula.

Primeri nekaterih polarnih in nepolarnih molekul:

Polarne molekule	Nepolarne molekule
HCN	CO <sub>2</sub>
NI <sub>3</sub>	CCl <sub>4</sub>
HI	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
SO <sub>2</sub>	CBr <sub>4</sub>

**Snovi**, ki so zgrajene **iz polarnih oziroma nepolarnih molekul**, se v električnem polju različno obnašajo, razlikujejo se po topnosti v polarnih in nepolarnih topilih. Njihovo polarnost lahko enostavno določimo tako, da opazujemo interakcijo snovi s statičnim električnim poljem. S pomočjo krpice iz umetnih vlaken lahko prenesemo naboj na plastično palčko. Okoli plastične palčke se vzpostavi električno polje. V primeru, da naelektreno plastično palčko približamo snovi, ki je zgrajena iz polarnih molekul, to nanje vpliva tako, da povzroči odklon snovi zgrajene iz polarnih molekul, v bližini naelektrene plastične palčke.

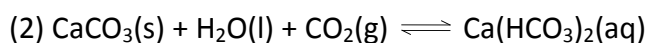
**Voda** pokriva 3/4 zemeljske površine. **Kemijsko čiste vode** v naravi **ne najdemo**. Najbolj čista je **deževnica**, v kateri so **raztopljeni plini iz ozračja** (dušik, kisik in ogljikov dioksid).

**V površinskih vodah**, ki tečejo po **karbonatni podlagi**, je raztopljenih 0,01 - 0,02 masnih odstotkov magnezijevega in kalcijevega hidrogenkarbonata, **Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**, **Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>** ter magnezijevega in kalcijevega sulfata(VI), **MgSO<sub>4</sub>**, **CaSO<sub>4</sub>**. Mineralne vode imajo zaradi višje temperature **večji delež raztopljenih snovi**.

**V morski vodi** je raztopljenih 3,5 % soli, in sicer 3,0 % natrijevega klorida **NaCl**, ostalo pa predstavljajo magnezijev klorid, **MgCl<sub>2</sub>**, magnezijev sulfat(VI), **MgSO<sub>4</sub>**, kalcijev sulfat(VI), **CaSO<sub>4</sub>**, magnezijev bromid **MgBr<sub>2</sub>** in **drugi alkalijski halogenidi** (spojine elementov I. skupine periodnega sistema z elementi VII. skupine periodnega sistema).

**V večini naravnih vod** so torej **raztopljene številne soli**, od njihove **koncentracije** pa je odvisno, ali je **voda bolj ali manj trda**. Ločimo **karbonatno trdoto** (hidrogenkarbonati) in **nekarbonatno trdoto** (sulfati, kloridi, nitrati ...). **Vsota obeh trdot** je **totalna trdota**.

**Magnezijev in kalcijev hidrogenkarbonat** nastaneta iz karbonatov, če vsebuje voda **dovolj raztopljenega ogljikovega dioksida**. Pri tem poteka **kemijski reakciji**, ki ju ponazarjata enačbi:



**V vodi so** magnezijevi  $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ , kalcijevi  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$  in hidrogenkarbonatni,  $\text{HCO}_3^{-}(\text{aq})$  ioni, ki se pri segrevanju **izločijo** kot magnezijev karbonat  $\text{MgCO}_3(\text{s})$  in kalcijev karbonat,  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ . To trdoto imenujemo tudi **prehodna trdota**.

**Voda lahko vsebuje** tudi raztopljen kalcijev sulfat(VI)  $\text{CaSO}_4$  in **druge soli**, ki jih s segrevanjem **ne moremo izločiti**, zato tako trdoto imenujemo **stalna trdota**.

**Trdoto vode** podajamo kvantitativno s **trdotnimi stopinjami**. Eno trdotno stopinjo (**1 °dH**) ima voda, ki v 100 mL vsebuje 1 mg kalcijevega oksida (**1 mg CaO/100 mL H<sub>2</sub>O**). Množino vseh raztopljenih soli, tudi magnezijevih, preračunamo s pomočjo molskih razmerij v maso kalcijevega oksida v miligramih.

**Trdota vode** je pogosto **ovira** pri njeni uporabi, zato jo moramo **mehčati**. Mehčanje vode je pomembno tako za industrijo kot za gospodinjstva in laboratorije.

V industriji uporabljajo vodo za proizvodnjo pare. **Zaradi segrevanja** se iz **trde vode** na stenah uparjalnega kotla izloča **kotlovec (magnezijev in kalcijev karbonat)**, ki povzroča **zmanjšanje toplotne prevodnosti** sten kotla. Če karbonatna obloga počí, pride vroča voda v stik s pregreto steno kotla, ki lahko počí, kar lahko povzroči **eksplozijo**.

**Mehčanje** vode je pomembno tudi pri vsakodnevnih opravilih, kot je pranje in umivanje. Zaradi v **trdi vodi** prisotnih **kalcijevih  $\text{Ca}^{2+}$  in magnezijevih  $\text{Mg}^{2+}$  ionov** namreč **mila tvorijo slabo topne oborine**, to so **kalcijeve in magnezijeve soli višjih maščobnih kislin**. V vodi se **izločajo na stenah** vodnih pip, umivalnikov, kar vpliva na porabo količine mila ali detergenta pri čiščenju oziroma pranju, ki ga potrebujemo več, če je voda trda.

V primeru, da je **voda trda**, je **penjenje mila oz. detergenta manjše**, kar posledično pomeni, da voda **slabše omoči pralne površine**, s tem se **zmanjša učinek pralnih sredstev**, učinek pranja je zato slabši.

**Z mehčanjem vode** pride do **nastanka več pene**, kar **zmanjša površinsko napetost vode**, izboljša se omočenje pralnih površin, s čimer dosežemo boljše pranje. Za mehčanje vode zato v gospodinjstvu uporabljajo različne pripravke, mehčalce.

**V laboratoriju** uporabljamo za pripravo raztopin **destilirano vodo**. Z destilirano vodo pripravljamo raztopine različnih v vodi topnih snovi.

**Raztopine** so **homogene zmesi** dveh ali več ionskih oziroma molekularskih snovi. Sestavljene so iz **topljenca in topila**. Navadno je topilo v tekočem agregatnem stanju, topljenec pa v trdnem, tekočem ali plinastem agregatnem stanju. V primeru, da je **topilo voda**, govorimo o **vodnih raztopinah**.

Poznamo **odstotno, množinsko in masno koncentracijo vodnih raztopin**. **Koncentracija raztopine** nam pove, **koliko topljenca in koliko topila je v raztopini**. V primeru, če je topljenca v določeni količini topila raztopljeno malo, govorimo o **razredčenih raztopinah** in obratno, o **koncentriranih raztopinah**, ko je topljenca v primerjavi s topilom veliko.

**Masni delež topljenca ( $w$ )** v raztopini ali **odstotna koncentracija** raztopin nam pove, kolikšna **masa topljenca je v 100 g raztopine**. Izračunamo jo po enačbi:

$$w(\text{topljenca}) = \frac{m(\text{topljenca})}{m(\text{raztopina})} \quad \text{enota: \%}$$

$$\sum \text{deležev} = 1$$

$$m(\text{raztopine}) = m(\text{topljenca}) + m(\text{topila})$$

**Množinska koncentracija raztopin** ali **molarost ( $c$ )** nam pove, kolikšna **množina topljenca je raztopljena v enem litru raztopine**. **Enoto [mol/L]** označimo krajše z **M**. Izračunamo jo po enačbi:

$$c = \frac{n(\text{topljenca})}{V(\text{raztopine})} \quad \text{enota: mol/L}$$

**Masna koncentracija ( $\gamma$ ) raztopin** nam pove, kolikšna **masa topljenca je raztopljena v enem litru raztopine**. Masno koncentracijo z **enoto [g/L]** izračunamo po enačbi:

$$\gamma = \frac{m(\text{topljenca})}{V(\text{raztopine})} \quad \text{enota: g/L}$$

**Za kvantitativen opis raztopin** pa je pomembna tudi **gostota**. **Gostota raztopine** nam pove, **koliko tehta en liter** neke raztopine. Izračunamo jo po enačbi:

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

## 4. VAJA

### KISLINE, BAZE IN SOLI

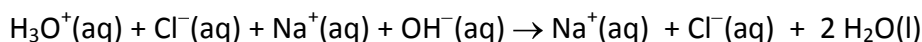
#### 1. Namen vaje

Kemijsko reakcijo med kislino in bazo imenujemo nevtralizacija. Postopek titracije, pri kateri tudi poteka reakcija nevtralizacije, uporabljamo za določanje neznane koncentracije kisline ali baze. Pri vaji boste spoznali postopek titracije močne kisline z močno bazo in določili neznano koncentracijo vzorca kisline.

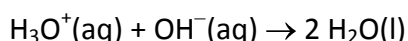
Reakcije, ki potekajo v vodni raztopini ali talini med prosto gibljivimi ioni imenujemo ionske reakcije. Pri vaji boste spoznali nekatere primere ionskih reakcij v vodni raztopini ter zapisali njihove urejene enačbe kemijskih reakcij.

#### 2. Teoretična izhodišča vaje

**Reakcijo med kisljinami in bazami** imenujemo **nevtralizacija**. V primeru, da zmešamo raztopino klorovodikove kisline HCl, v kateri je 1 mol te kisline in raztopino natrijevega hidroksida NaOH, v kateri je 1 mol hidroksida, dobimo nevtralno raztopino, v kateri je 1 mol natrijevega klorida NaCl.



Oksonijevi ioni reagirajo s hidroksidnimi ioni in pri tem nastanejo molekule vode:



Natrijevi in kloridni ioni ostanejo v raztopini. Vodna raztopina soli je nevtralna.

**Titracija** je postopek, ki ga uporabljamo za **ugotavljanje neznane koncentracije raztopin kislin ali baz**. Pri tem poteče **reakcija nevtralizacije**.

V primeru, da s titracijo določamo **neznano koncentracijo kisline**, postopek titracije izvedemo tako, da uporabimo **bazo**, ki ima **natančno določeno koncentracijo**, le to imenujemo **standardna raztopina**. Enako velja tudi v nasprotnem primeru, neznano koncentracijo baze določimo tako, da postopek titracije izvedemo z uporabo raztopine kisline, ki ima natančno določeno koncentracijo.

**Pri postopku titracije** moramo uporabiti **indikator**. Indikator je **organska snov**, ki **spremeni barvo** glede na kislost raztopin. Poznamo različne indikatorje (npr. lakmus, fenolftalein, metiloranž...), ki **različno spremenijo svojo barvo** v odvisnosti od kislosti raztopine. Zato moramo za postopek titracije izbrati **ustrezen indikator**.



indikator	barva indikatorja v kislem	barva indikatorja v ekvivalentni točki	barva indikatorja v bazičnem
lakmus	rdeč	vijoličast	moder
fenolftalein	brezbarven	rožnat	vijoličast
metiloranž	rdeč	čebulno rjav	rumen

**Ionske reakcije** so kemijske reakcije, ki potekajo **v vodni raztopini** ali **talini med ioni**, ki so **prosto gibljivi**. Za ionske reakcije je značilno, da potekajo zelo hitro. Pri tem **nastanejo lahko**:

- **slabo topne snovi** različnih barv (npr. srebrov klorid, magnezijev karbonat, kalcijev karbonat, barijev sulfat(VI), svinčev jodid ...),
- **plini** (npr. ogljikov dioksid, vodikov sulfid, vodikov cianid ...) ali
- **slabo disociirane snovi** (npr. voda, šibke kisline in baze ...). Slabo disociirane snovi so snovi, ki so skoraj popolnoma v molekularni obliki in v zelo majhni meri v ionski obliki.

**Med ionske reakcije** sodi tudi reakcija kisline z bazo oz. **reakcija nevtralizacije**. Pri tem **reagirajo oksonijevi in hidroksidni ioni**. **Voda**, ki pri tem nastane, je **slabo disociirana snov**.

**Potek ionskih reakcij** torej lahko **spremljamo** v naslednjih primerih: (1) **nastanek slabo topnih snovi**, ki iz vodnih raztopin izpadejo kot **oborine** (pogosto obarvane), (2) **nastanek plinov**, kar opazimo kot razvijanje mehurčkov, ki izhajajo iz raztopine ali (3) **nastanek slabo disociirane snovi**, ki jo lahko v nekaterih primerih vidimo tudi zaradi nastanka obarvanega kompleksa (koordinacijska spojina).

## 5. VAJA

### REAKCIJE OKSIDACIJE IN REDUKCIJE

#### 1. Namen vaje

Kemijske reakcije, pri katerih potekata reakciji redukcije in oksidacije hkrati, imenujemo redoks reakcije. Glede na težnjo posameznih ionov po redukciji, lahko ione razvrstimo v vrsto, ki jo imenujemo elektrokemijska napetostna vrsta. Pri vaji boste preizkusili, ali posamezne redoks reakcije potečejo ter zapisali urejene redoks enačbe.

Galvanski člen je vir enosmernega toka značilne napetosti. Na vaji boste sestavili dva mikrogalvanska člena in izmerili njuno napetost.

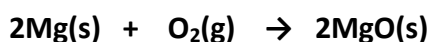
#### 2. Teoretična izhodišča vaje

Pri vseh kemijskih reakcijah se atomi preuredijo, pri tem pa nastanejo nove spojine. Pri določenih kemijskih reakcijah se **spremenijo** tudi **oksidacijska števila** atomov elementov, ki v reakciji sodelujejo.

**Oksidacijsko število** atoma nekega elementa je **enako naboju**, ki bi ga imel atom, če bi bila spojina zgrajena le iz **ionov**. Oksidacijsko število je **odvisno od vrste vezi**, s katero je atom povezan v spojino. **Sprememba oksidacijskega števila** atoma pa je odvisna od **števila elektronov**, ki jih je atom **oddal ali sprejel** pri kemijski reakciji. Oksidacijsko število pišemo nad simbolom za atom elementa.

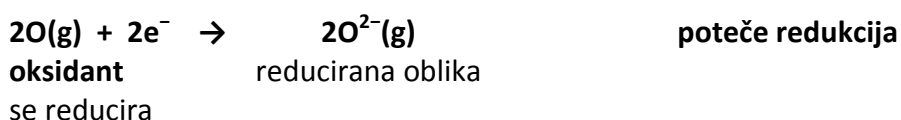
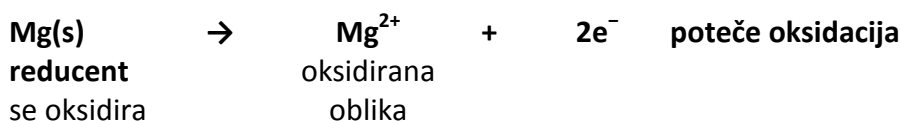
#### Redoks reakcije

Reakcijo, pri kateri potekata reakciji **redukcije** in **oksidacije** hkrati, imenujemo **redoks reakcija**. Primer take reakcije je **gorenje magnezija**.



Magnezij odda dva elektrona atomoma kisika v molekuli kisika, zato se magnezij pri tem oksidira. Kisikova atoma sta dva elektrona sprejela in se pri tem reducirala.

Magnezij je pri tej reakciji **reducent**, ker je povzročil redukcijo kisikovih atomov v molekuli kisika. Kisik je **oksidant**, ker je povzročil oksidacijo magnezija.



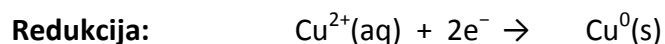
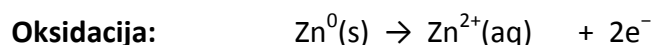
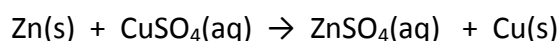
**REDUCENT** je snov, ki se oksidira (ker druge reducira).

**OKSIDANT** je snov, ki se reducira (ker druge oksidira).

### Galvanski člen

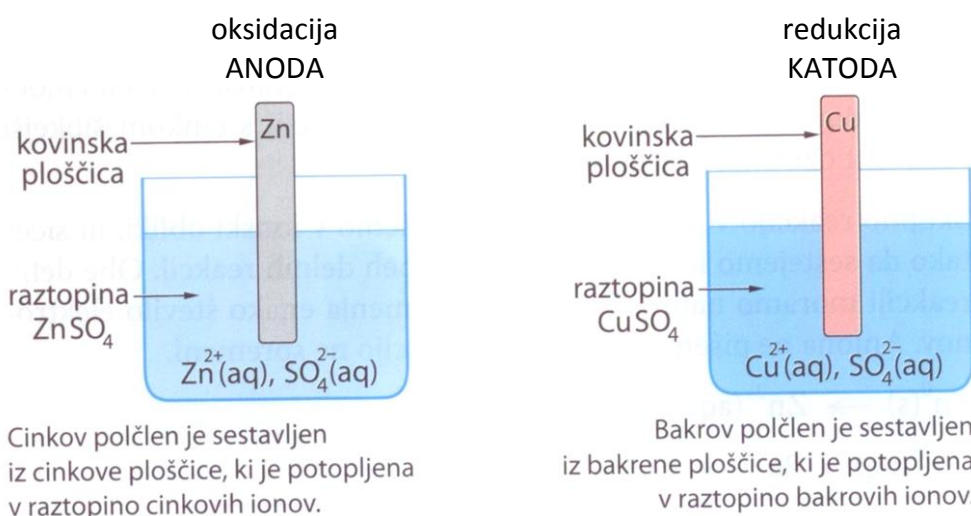
**Galvanski člen** je vir enosmernega toka značilne napetosti, ki ga dobimo v primeru, če **reakciji oksidacije in redukcije prostorsko ločimo**. Pri redoks reakcijah pride do **izmenjave elektronov** med snovmi, kar zapišemo z delnima reakcijama. V primeru, da ta **tok elektronov usmerimo**, postane galvanski člen **vir enosmernega električnega toka**, ki lahko poganja različna vezja (v ročnih in stenskih urah, mobilnih telefonih, električnih svetilkah, različnih napravah, ki delujejo s pomočjo bateriji). Pri tem galvanski člen **opravlja električno delo**, saj »potiska« elektrone skozi vezja, **zaradi kemijske reakcije** v galvanskem členu namreč **dobimo električno energijo**, kar omogoča delovanje posamezne naprave.

Primer kemijske reakcije med cinkom in bakrovim(II) sulfatom(VI):



### Delovanje in zgradba galvanskega člana

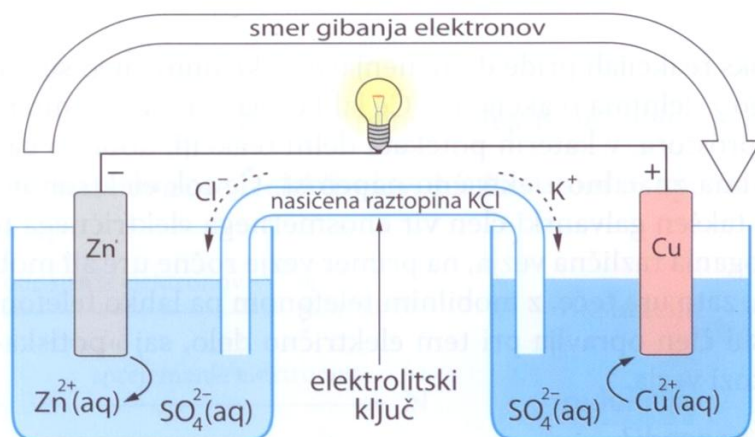
Galvanski člen sestavljata **dva polčlena**, ki sta prostorsko ločena. Na enem polčlenu poteka **reakcija oksidacije**, na drugem polčlenu **reakcija redukcije**. Po dogovoru je **na desni tisti polčlen**, na katerem poteka **redukcija (bakrov polčlen)**, na levi pa **polčlen**, na katerem poteka **oksidacija (cinkov polčlen)**. V vsakem polčlenu je **raztopina ionov** in ustrezna **kovinska ploščica**, ki jo imenujemo **elektroda**.



Shema 1: Cinkov in bakrov polčlen (A. Godec, I. Leban, 2010)

**Kovinsko elektrodo**, na kateri poteka **redukcija**, imenujemo **katoda**, tisto, na kateri poteka **oksidacija**, pa imenujemo **anoda**.

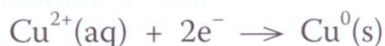
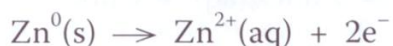
V primeru, da **raztopini** obeh polčlenov povežemo z **elektrolitskim ključem**, obe **elektrodi** pa z **žico**, dobimo **galvanski člen** s točno **določeno električno napetostjo**. Električno napetost galvanskega člena lahko izmerimo, v primeru, da žico, s kato sta povezana polčlena prekinemo in in vežemo v tokokrog voltmeter. V **galvanskem členu** torej **dobimo električno energijo** zaradi **kemijske reakcije**.



Galvanski člen

ANODA (-): oksidacija

KATODA (+): redukcija



Shema 2: Galvanski člen (A. Godec, I. Leban, 2010)

### Procesi, ki potekajo v galvanskem členu:

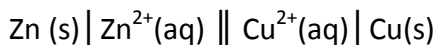
**Levi polčlen:** kovinska elektroda (anoda) se raztaplja, atomi cinka oddajo elektrodi vsak po dva elektrona in v raztopino preidejo v obliki ionov  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ . Elektroni se tako **kopičijo** na **anodi (-)** in **stečejo** po žici na drugo stran, proti **bakrovi katodi**.

**Desni polčlen:** na katodi poteka redukcija: ioni  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  iz raztopine sprejmejo vsak po dva elektrona od elektrode in se na njej izločijo.

Posledica omenjenih reakcij je, da se masa cinkove anode med reakcijo zmanjšuje, masa bakrove katode pa povečuje.

Elementarni **cink** je v tem galvanskem členu močnejši **reducent**, **bakrovi ioni** pa so v kombinaciji s cinkom šibkejši reducent oziroma močnejši **oksidant**.

### Shematski zapis galvanskega člena:

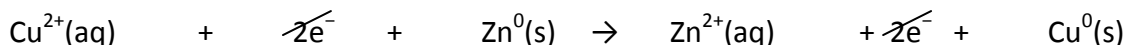
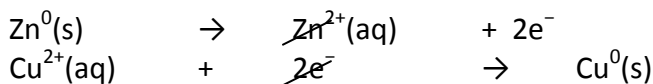


Na **desni** pišemo **polčlen**, v katerem poteka **redukcija**, na **levi polčlen**, v katerem poteka **oksidacija**. Ena pokončna črta označuje **fazno mejo** med kovinsko elektrodo in raztopino ionov v posameznem polčlenu. Dve pokončni črti pa **označujeta elektrolitski ključ**, ki obe raztopini ionov

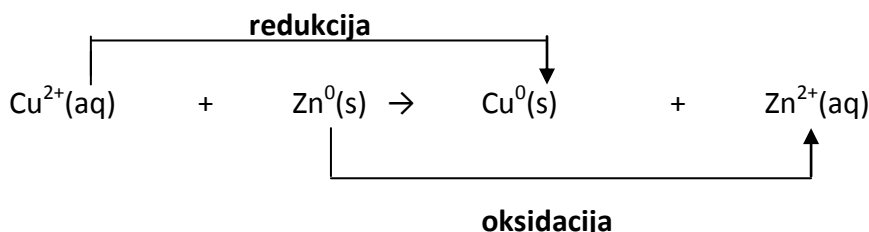
povezuje, služi za prehajanje ionov v raztopino polčlena in s tem ohranjajo nevtralnost obeh raztopin.

### Skupna reakcija v galvanskem členu

Zapišemo jo kot **vsoto obeh delnih reakcij**, ki potekata v **desnem in levem polčlenu**. Pri tem pazimo, da obe delni reakciji napišemo tako, da se izmenja **enako število elektronov**. Aniona ne pišemo, ker se med reakcijo ne spremeni.



Skupna reakcija je:



### Smer reakcije

V galvanskem členu potekajo reakcije le v **določeni smeri**, kar so pokazali poskusi. Glede na **težnjo** posameznih ionov **po redukciji** lahko **ione razvrstimo v vrsto**, imenujemo jo **elektrokemijska napetostna vrsta**.

### Elektrokemijska napetostna vrsta.

Merilo za težnjo ionov po redukciji je standardni elektrodni potencial,  $E^\circ$  čim bolj je pozitiven, tem lažje se ioni reducirajo. Čim manj je pozitiven oziroma čim bolj je negativen, tem lažje poteka oksidacija v tem polčlenu.

Elementi so glede na velikost in na predznak standardnega elektrodnega potenciala razvrščeni v **elektrokemijsko napetostno vrsto** ali **redoks vrsto**. Za primerjavo je izbran standardni vodikov polčlen, ki so mu pripisali standardni elektrodni potencial 0,000V. **Standardni elektrodni potencial polčlena** je naveden pri **točno določenih pogojih**: kovinska elektroda je potopljena v raztopino ionov s koncentracijo 1 mol/L, temperatura je 25 °C in tlak 100 kPa.

V redoks vrsti so po dogovoru vse reakcije napisane v obliki redukcije. Položaj v redoks vrsti pa kaže težnjo iona po redukciji.

**Zapomnimo si:**

Čim bolj je **standardni elektrodni potencial pozitiven**, tem **večja je težnja iona po redukciji**, tem **močnejši oksidant je kovina**.

Čim bolj je **standardni elektrodni potencial negativen**, tem **večja je težnja atoma po oksidaciji**, tem **močnejši reducent je kovina**.

KOVINSKI IONI  
SE LAŽE REDUCIRAJO  
SO BOLJŠI OKSIDANTI

ATOMI KOVIN  
SE LAŽE OKSIDIRAJO  
SO BOLJŠI REDUCENTI

Reakcija	$E^\circ$ [V]
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,762
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	-0,440
$2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	0,000
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,337
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$	+0,800

Cinkove ione  $\text{Zn}^{2+}$ , in elementarni cink, Zn, ki nastopajo v reakciji, imenujemo tudi redoks par, ki ga zapišemo  $\text{Zn}^{2+} | \text{Zn}$ .

**Standardni elektrodni potenciali**

Reakcija	$E^\circ$ [V]
$\text{Li}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}(\text{s})$	-3,04
$\text{K}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}(\text{s})$	-2,93
$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ba}(\text{s})$	-2,91
$\text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sr}(\text{s})$	-2,90
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{s})$	-2,87
$\text{Na}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}(\text{s})$	-2,71
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{s})$	-2,37
$\text{Be}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Be}(\text{s})$	-1,85
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}(\text{s})$	-1,19
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,762
$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{s})$	-0,740
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	-0,440
$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{s})$	-0,400
$\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}(\text{s})$	-0,280
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{s})$	-0,250
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,140
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,140
$2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	0,000
$\text{Bi}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Bi}(\text{s})$	+0,308
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,337

$I_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(s)$	+0,540
$Fe^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	+0,771
$Ag^+(aq) + 1e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+0,800
$Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Hg(l)$	+0,850
$Br_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$	+1,07
$Pt^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pt(s)$	+1,19
$Cl_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(s)$	+1,36
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Au(s)$	+1,52
$Au^+(aq) + 1e^- \rightleftharpoons Au(s)$	+1,83
$F_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-(s)$	+2,87

**Vse delne reakcije so ravnotežne reakcije. Pri zapisovanju enačb za reakcije v galvanskih členih zaradi preglednosti znak za ravnotežje izpustimo.**

**Fluor je v elektronapetostni vrsti najmočnejši oksidant, litij je najmočnejši reducent.**

**Izmed naštetih kovin je najmočnejši reducent litij, najšibkejši reducent pa pa zlato. Posledica tega je, da je litij zelo reaktivna kovina, zlato pa le slabo reaktivna. Zlato zato uvrščamo med žlahtne kovine, kar pomeni, da se v kombinaciji z drugimi kovinami ioni zlata najlažje reducirajo (zlato je dober oksidant), pri čemer nastaja elementarno zlato.**

## 6. VAJA

### REAKTIVNOST KOVIN IN HALOGENIH ELEMENTOV

#### 1. Namen vaje

Alkalijske in zemeljskoalkalijske kovine so elementi I. oziroma II. skupine periodnega sistema. Od vseh kovin so najbolj reaktivne. Z izvedbo kemijskih reakcij boste spoznali reaktivnost litija, natrija, kalija, kalcija in magnezija z vodo in s kisikom v zraku.

Elemente VII. skupine periodnega sistema imenujemo tudi halogeni, so zelo reaktivni in radi tvorijo soli. Z izvedbo ustreznih reakcij boste spoznali reaktivnost klora, broma in joda.

#### 2. Teoretična izhodišča vaje

##### Lastnosti alkalijskih kovin in zemeljskoalkalijskih kovin

**Alkalijske kovine** so elementi **I. skupine** periodnega sistema. Od vseh kovin so **najbolj reaktivne**. **Reaktivnost** alkalijskih kovin **po skupini navzdol narašča**.

Takoj reagirajo **s kisikom** v zraku in **z vodo**. Pri reakciji **z vodo** alkalijske kovine **burno reagirajo**, nastanejo **hidroksidi in vodik**. So **močni reducenti**.

**Z nekovinami** tvorijo **alkalijske** in **zemeljskoalkalijske** kovine **ionske spojine**, ki so tudi edini **vir** teh elementov **v naravi** (alkalijskih kovin v elementarnem stanju v naravi ne najdemo). Pri kvalitativni analizi jih dokažemo **s plamenskimi reakcijami**, saj njihovi ioni **značilno obarvajo plamen** plinskega gorilnika:

ion alkalijske kovine	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>
barva plamena	karminsko rdeča	rumenooranžna	vijolična	opečnato rdeča	rdeča	rumeno zelena

**Spojine** alkalijskih elementov so zato dobro **topne v vodi** (natrijev klorid, kalijev bromid).. Pridobivamo jih z **elektrolizo talin kloridov**.

Alkalijske kovine **hranimo v nepolarnih topilih**, kot so petrolej, parafinsko olje ali heksan. **Litij** najpogosteje hranimo v **posodah, napolnjenih z argonom**. Reaktivnost **rubidija in cezija** je tako velika, da že sledovi vode povzročijo eksplozijo ali vžig, zato jih hranimo v **zataljenih steklenih ampulah**. Ker so **mehke**, jih lahko **režemo z nožem**. Sveže odrezana površina ima **kovinski sijaj**, ki na zraku potemni, saj kovine na zraku takoj reagirajo s kisikom.

**Zemeljskoalkalijske kovine** so elementi **II. skupine** periodnega sistema. So zelo **reaktivne**, vendar manj od alkalijskih kovin. Tudi le-te v naravi najdemo **le v spojinah**, najpogosteje v spojinah z ogljikom in kisikom, kot **karbonate**. Zemeljskoalkalijske kovine **z vodo** zelo **burno reagirajo**,



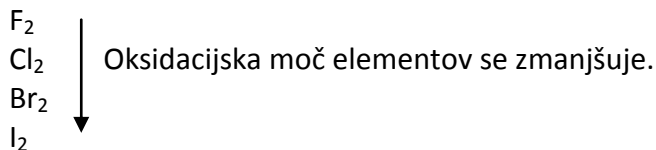
nastanejo **hidroksidi in vodik**. **Soli** zemeljskoalkalijskih elementov so **topne v vodi** (magnezijev klorid).

**Reaktivnost** zemeljskoalkalijskih kovin **po skupini navzdol narašča**. Berilij z vodo ne reagira, magnezij reagira le z vročo vodo. Kalcij reagira že pri sobni temperaturi. **Barij** hranimo v petroleju, da ne pride v stik s **kisikom in vodo**, s katerima **hitro reagira**. **Zemeljskoalkalijske kovine** so od alkalijskih kovin **trše** in imajo **višja tališča**.

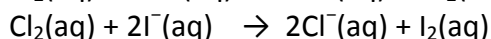
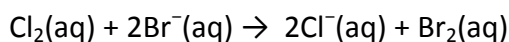
### Lastnosti halogenih elementov

Elemente VII. skupine periodnega sistema imenujemo tudi halogeni, saj so zelo reaktivni in radi **tvorijo soli** (gr. *halos* - sol, *gennan* - tvoriti, roditi). V naravi jih v elementarnem stanju ne najdemo. So **nekovine** in v elementarnem stanju **dvoatomne molekule**. Pri sobnih pogojih je **fluor (F<sub>2</sub>)** rumeno-zelen plin, **klor (Cl<sub>2</sub>)** zelen plin, **brom (Br<sub>2</sub>)** rjavo-rdeča tekočina, **jod (I<sub>2</sub>)** pa trdna snov v obliki sivih kristalčkov s kovinskim sijajem. Halogeni elementi so **strupeni**. **Fluor in klor** poškodujeta **dihalne organe** (klor – prvi bojni strup). **Brom** povzroči hude **opekline** kože. **Jod** pa je **najmanj strupen**, v manjših količinah ga uporabljajo celo kot **razkužilo**. V ta namen se uporablja **jodova tinktura**, ki je raztopina joda in kalijevega jodida v etanolu. Za **razkuževanje vode** v bazenih vodo **klorirajo**, da uničijo mikroorganizme. Kot **razkužilo, belilo in čistilno sredstvo** pa se uporablja tudi **varikina**, ki je 5 % vodna raztopina **NaOCl, natrijevega klorata(I)**.

**Reaktivnost halogenov** se po skupini **zmanjšuje**. Najbolj reaktiven je **fluor**, najmanj **jod**. Halogeni so **močni oksidanti**. **Fluor** je v skupini halogenov **najmočnejši oksidant** in jod najšibkejši:



*Primer:* S klorovico lahko oksidiramo bromidne in jodidne ione



**Klor** oksidira bromidne ione Br<sup>-</sup> in jodidne ione I<sup>-</sup>, ker je **močnejši oksidant** kot sta brom in jod.

**Reaktivnost halogenih elementov z vodo:** **fluor** reagira z vodo, **klor in brom** se raztapljata v vodi, **jod** pa je v vodi slabo topen. Pri pripravi **vodne raztopine joda, (jodovice)**, moramo v vodo dodati nekaj **kalijevega jodida**, da nastane temno rjav kalijev **trijodid**, ( $\text{I}_2 + \text{KI} \rightleftharpoons \text{KI}_3$ ), ki je topen v vodi. Raztopine klora, broma in joda v vodi se imenujejo **klorovica, bromovica in jodovica**.

**Reaktivnost halogenih elementov s kovinami:** **halogeni elementi** reagirajo z **alkalijskimi in zemeljskoalkalijskimi kovinami** (močno eksotermne reakcije), pri tem nastanejo **ionske spojine, halogenidi**, ki so **v vodi dobro topne**. **Ione**, ki pri tem nastanejo, imenujemo **halogenidni ioni X<sup>-</sup>**. Halogeni elementi in njihove spojine so **pomembni za žive organizme**.

**Natrijevi, kalijevi in kloridni ioni** so **v krvi** (osmoregulacija), omogočajo pa tudi prenos vzdraženja preko živčnega vlakna s prehajanjem skozi membrano živčne celice. **Klorovodikovo kislino, HCl(aq)** izloča sluznica želodca in je **baktericidna snov**, ki omogoča koagulacijo beljakovin in **aktivira encime želodčnega soka**. Štirje **atomi joda** so sestavni del spojine **tiroksina**, ki je **aminokislinski hormon**, ki ga tvori **ščitnica** in omogoča **regulacijo presnove v celicah**.

## 7. VAJA

### LASTNOSTI POLIMEROV

#### 1. Namen vaje

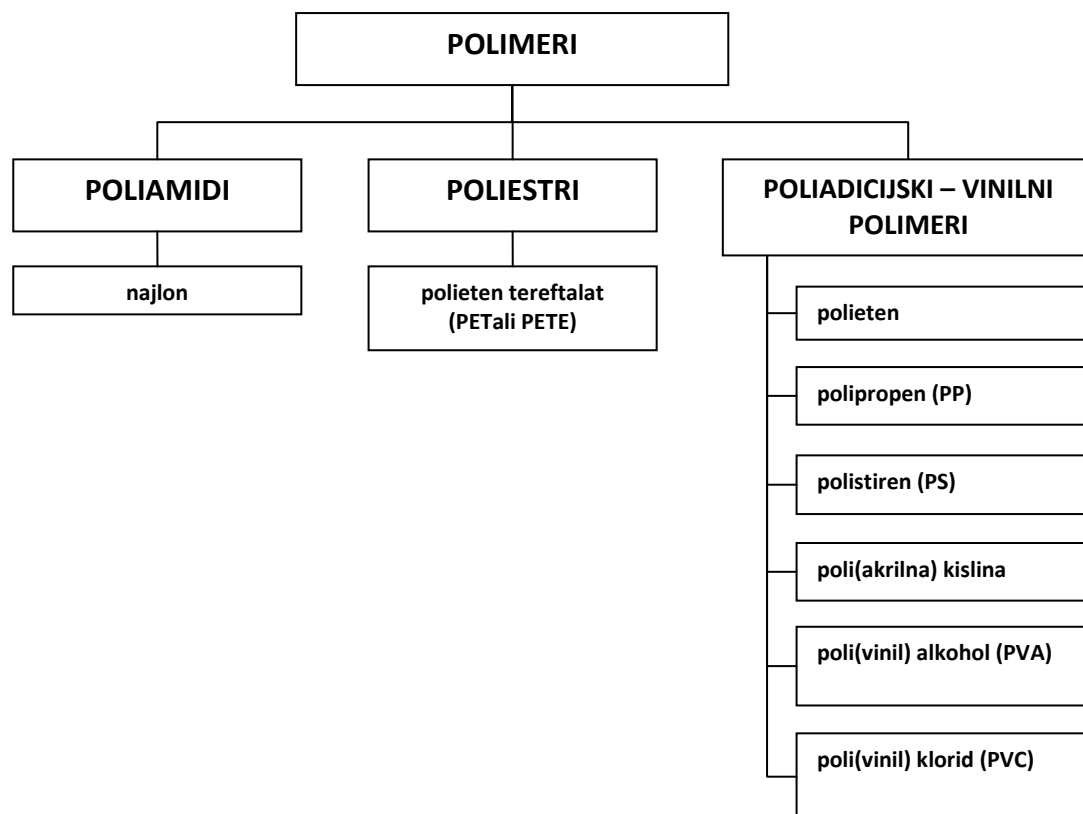
Polimeri so ogromne molekule, sestavljene iz monomerov. Ločimo naravne in umetne polimere, ki jih imenujemo tudi plastične mase. Sintetični, umetni polimeri se proizvajajo v velikih količinah. Spoznali boste postopek priprave izbranih polimerov, jih sintetizirali in preizkusili nekatere njihove lastnosti.

#### 2. Teoretična izhodišča vaje

**Polimeri** so spojine z veliko molsko maso, ki so sestavljene iz **ponavljajočih** se strukturnih enot – **monomerov**, ki so povezani s kovalentno vezjo in tvorijo **velike strukture**, podobne **verigi ali gosti mreži**. Beseda izhaja iz grških besed *poly* (veliko) in *méros* (del).

Reakcijo, s katero **pridobivamo polimere**, imenujemo **polimerizacija**. Pri reakciji polimerizacije se **molekule monomerov** medsebojno **povežejo**, pri tem **nastanejo polimeri**.

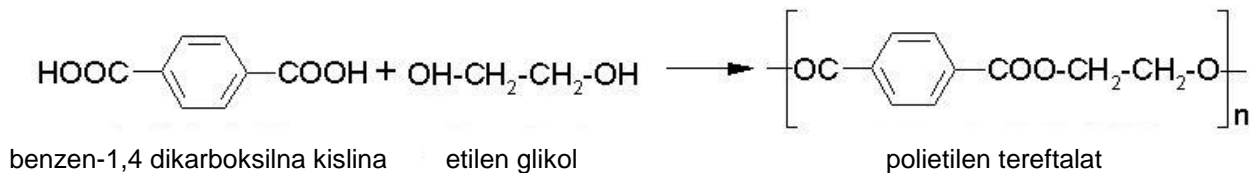
**Polimere** glede na **način povezovanja** monomernih enot oz. vezi med C-atomi v monomerni enoti delimo na: **(A) poliamide** (amidna vez med monomeri), **(B) poliestre** (estrška vez med monomeri) in **(C) poliadiციjske ali vinilne polimere** (dvojna ali trojna vez med ogljikovimi atomi v monomeru):





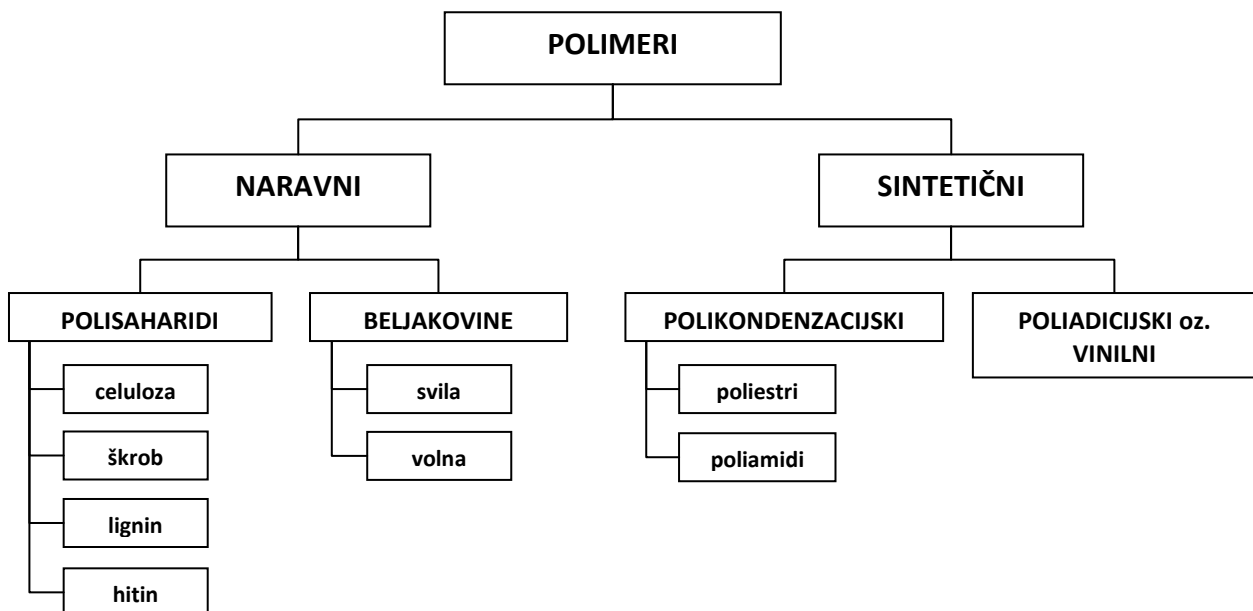
## Poliestri

**Poliestri** so skupina polimerov, ki vsebujejo **ponavljajoče se estrske funkcionalne skupine** v glavni verigi. Najbolj poznan **predstavniki poliestrov** je **polietilen tereftalat** ali okrajšano (**PET**). To je termoplastična poliestrska smola iz **etan-1,2-diola** (etilen glikola) in **benzen – 1,4 dikarboksilne kisline (tereftalne kisline)**, ki se uporablja za izdelavo **umetnih vlaken in plastične embalaže**, ki jo je mogoče reciklirati.



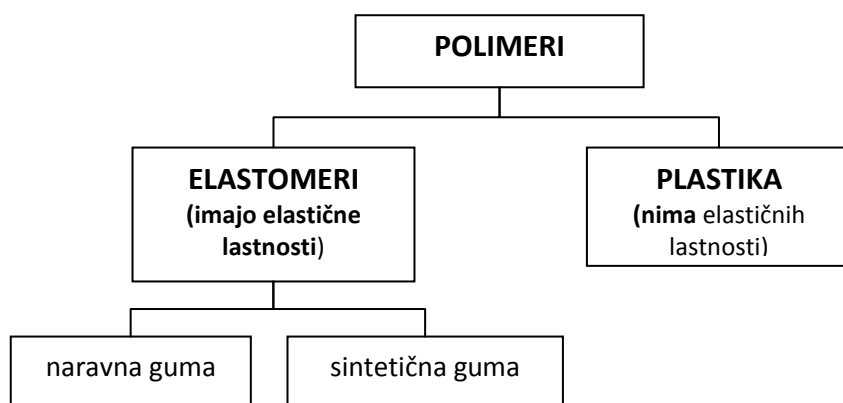
Polimere delimo glede na: **(A) izvor** in **(B) zgradbo**:

**(A) Delitev polimerov glede na izvor:**



Polimere glede na izvor delimo na **naravne** in **sintetične**. Med **naravne polimere** prištevamo **škrob, celulozo, lignin, hitin (polisaharidi), beljakovine** ter lateks.

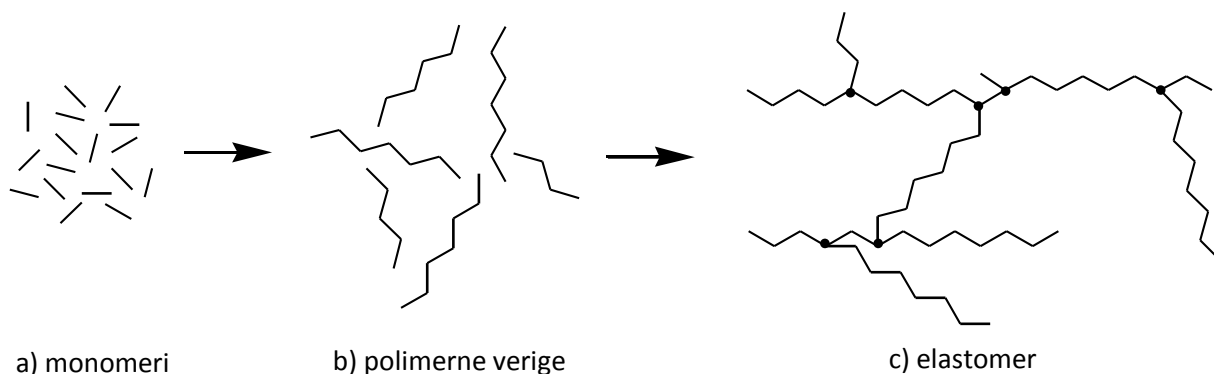
**Sintetične polimere** razvijajo sistematično, njihova proizvodnja v svetu pa je danes množična. Razvoj novih sintetičnih materialov temelji na preučevanju zgradbe in lastnosti naravnih snovi, kar odkriva poti do novih sintetičnih materialov, katerih **zgradba**, s tem pa **lastnosti** in njihova **uporabnost**, je tako **skrbno načrtovana**. Prvi popolnoma **sintetični polimer** je leta 1909 odkril Leo Baekeland, imenovali so ga **bakelit**. Sintetični polimeri se proizvajajo v velikih količinah za zelo različna področja. Na izdelkih, izdelanih iz njih, so posebne oznake, po katerih jih prepoznamo. Med **sintetičnimi polimeri** ločimo **polikondenzacijske polimere** in **poliadicijske ali vinilne polimere**.

**(B) Delitev polimerov glede na zgradbo:**

Polimere lahko glede na zgradbo in s tem na lastnosti makromolekule delimo v dve veliki skupini, na elastomere in plastiko.

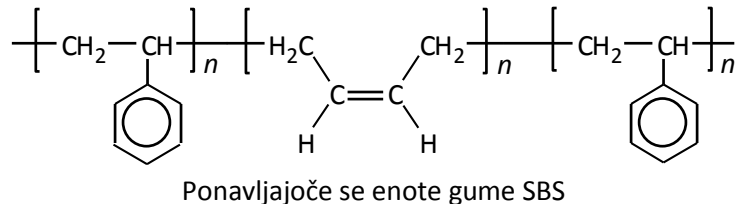
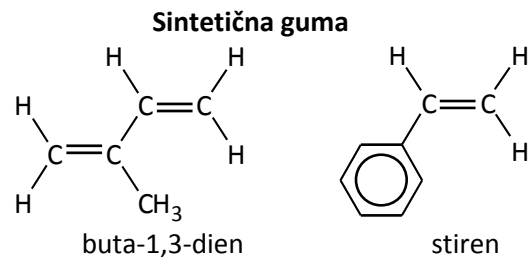
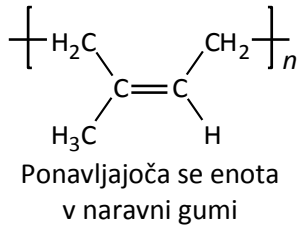
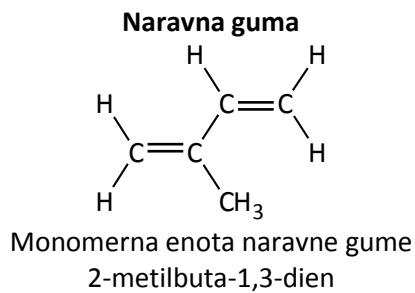
**Elastomeri**

Elastomeri, kot pove že ime samo, imajo **elastične lastnosti**, kar pomeni, da se elastomeri pod vplivom zunanje sile **raztezajo**, a se po prenehanju delovanja le-te lahko **vrnejo** v svojo **prvotno obliko**. Razlog, da imajo elastomeri **elastične lastnosti**, je v **šibki zamreženosti polimernih verig**. V molekuli elastomera je namreč **le ena** monomerna enota **na sto enot** polimerne verige **povezana** z drugo polimerno verigo:



Slika prikazuje nastanek elastomera, kjer so monomeri (a) povezani v polimerne verige (b), le te pa tvorijo elastomer (c), kjer so polimerne verige povezane z vezavnimi skupinami.

Značilna **primera elastomerov** sta **naravna** in **sintetična guma**. Surovina za **naravno gumo** je naravni **polimer lateks**, ki je kemijsko **vodna emulzija poliizoprena** (2-metilbuta-1,3-diena), pridobivajo pa ga iz rastline **kavčukovca**. Guma je postala neprecenljiva po letu 1823, ko je **Charles Goodyear** odkril **postopek vulkanizacije** naravne gume. Pri tem postopku je naravno gumo **segrel z žveplom**, ki je v **vlogi zamreževala** povežalo **verige naravne gume** med seboj, nastala je **trdnejša snov** in osnova za začetek proizvodnje avtomobilskih plaščev. Naravno gumo danes nadomešča **sintetična guma**, npr. stiren-butadien-stirenska guma, **SBS guma**, ki je **polimer iz stirena in buta-1,3-diena**.



## Plastika

Plastika je **trdna, toga, upogljiva**, vendar **nima elastičnih lastnosti**. Plastika je dobila ime glede na to, da se mnogi polimeri pri segrevanju zmeščajo, beseda pa izvira iz grščine in v dobesednem prevodu pomeni »**sposoben mehčanjak**«. Njene lastnosti so posledica **večje stopnje zamreženosti** polimernih verig. Polimerne verige so lahko različne dolžine, od česar so tudi posledično odvisne njihove lastnosti (npr. gostota). Plastične materiale lahko v določenih primerih vlivamo v kalupe ali jih oblikujemo v tanke filme. Med **najbolj znane** in **uporabljane** plastične materiale sodi **polieten**. Za izdelavo **plastične embalaže** največ uporabljamo **polieten tereftalat (PET ali PETE)** in **polieten nizke gostote (LDPE)**, ki je **mehak in upogljiv**, primeren za izdelavo plastičnih vrečk, posodic za shranjevanje, izolacijskih materialov ter premazov. Poznamo tudi **polieten visoke gostote (HDPE)**, sestavljen iz **dolгих, nerazvejenih linearnih verig**, posledica tega je, da je **tog in trd**. Iz njega izdelujejo cevi, steklenice in zamaške za steklenice. Poleg omenjenih poznamo še **polieten ultravisoke molske mase** iz katerega izdelujejo predmete za posebno uporabo, kot so **obleke gasilcev in policistov (neprobojne obleke)** ter drugih snovi, iz katere izdelujejo predmete, izpostavljene **ekstremnim okoliščinam**.

## Vlakna

Poznamo pa tudi **nekatero plastične materiale**, ki imajo **lastnosti elastomerov** (se lahko raztezajo), poleg tega pa lahko tvorijo tudi **vlakna (npr. najlon, poliestri)**, zato jih uvrščamo **med plastiko in med elastomere**. Za makromolekulo vlakna je značilno, da je razmerje med njeno dolžino in premerom 3000 ali celo več. Značilni primer sintetičnega vlakna je **najlon**. Najlonska vlakna so močna, težko jih obrabimo, elastična in žilava. Slaba lastnost najlona je, da ima najlon visoko električno upornost, zato se izdelki iz najlonskih vlaken zelo radi naelektrijo, kar povzroča prasketanje ali iskrenje.



# LITERATURA

1. Atkins, P., W., et al. (1995). Kemija - zakonitosti in uporaba, TZS, Ljubljana,
2. Bukovec, N. (2010). Kemija za gimnazije 2 - učbenik za kemijo v 2. letniku gimnazij, DZS, Ljubljana.
3. Bukovec, N. (2010). Kemija za gimnazije 1 - učbenik za kemijo v 1, 2. in 4. letniku gimnazijskega izobraževanja ter v programu Kemijski tehnik, DZS, Ljubljana.
4. Bukovec, N., Brenčič. (2010). Kemija za gimnazije 1. DZS, Ljubljana.
5. Bukovec, N., Dolenc, D., Šket, B. (2008). Kemija za gimnazije 2. DZS, Ljubljana.
6. Cebin, N. Prašnikar, M. (2011). Verige in obroči, Laboratorijske vaje za kemijo v gimnaziji, Modrijan, Ljubljana.
7. Dolenc D., Šket, B. (2010). Kemija za gimnazije 3 - učbenik za kemijo v 3. letniku gimnazij, DZS, Ljubljana.
8. Glažar, S. A., Devetak, I. (2007). Naravoslovje, kemijske vsebine - navodila za laboratorijske vaje. Pedagoška fakulteta, Ljubljana.
9. Lazarini, F. , Brenčič, J., (1984). Splošna in anorganska kemija, DZS, Ljubljana.
10. Kornhauser, A. (1995). Organska kemija II Organske kisikove spojine Lipidi Ogljikovi hidrati DZS, Ljubljana.
11. Tišler, M. (1982). Organska kemija, visokošolski učbenik. DZS, Ljubljana.
12. Tišler, M. (1999). Organska kemija, srednješolski učbenik. DZS, Ljubljana.
13. Vrtačnik, M., Šket, B. (1992). Organska kemija, Naloge iz kemije za osnovnošolce 2. DZS, Ljubljana.
14. Vrtačnik, M., Šket, B. (1996). Naloge iz organske kemije za srednjo šolo. DZS, Ljubljana.
15. Zupančič-Brouwer, N., Glažar, S. A., (2007). Kemija, Eksperimentalne vaje. Pedagoška fakulteta, Ljubljana.
16. Zupančič-Brouwer, N. Vrtačnik, M. (1995). Eksperimentalna organska kemija. Založba Mihelač in Nešović, Ljubljana.
17. <http://www.fkkt.uni-lj.si/attachments/3073/zbirka-pravil-varnega-dela.pdf>
18. <http://www.sigmaaldrich.com/customer-service/worldwide-offices/worldwide-offices2.html>
19. [http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB2706559\\_EN.htm](http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB2706559_EN.htm)
20. [http://www.merckmillipore.com/slovenia/msds-search/c\\_r\\_ab.s1O\\_d4AAAEI7otx3CaA?back=true](http://www.merckmillipore.com/slovenia/msds-search/c_r_ab.s1O_d4AAAEI7otx3CaA?back=true)