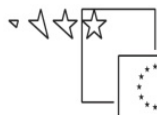




REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

VIŠJEŠOLSKI STROKOVNI PROGRAM
ŽIVILSTVO IN PREHRANA

OSNOVE ŽIVILSKE KEMIJE -
PRAKTIKUM

HANA KREČIČ STRES

Višješolski strokovni program: Živilstvo in prehrana

Učbenik: Osnove živilske kemije – praktikum

Gradivo za 1. letnik

Avtorica:

dr. Hana Krečič Stres
BIOTEHNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER
LJUBLJANA
Višja strokovna šola



Strokovna recenzentka: dr. Kristina Sepčič

Ljubljana, 2008

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Impletum Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju od 2008 do 2011.

Projekt oziroma operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada in Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v Operativnem programu razvoja človeških virov za obdobje od 2007 do 2013, razvojne prioritete Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja in prednostne usmeritve Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

KAZALO VSEBINE

1 PRIPRAVA NA IZVEDBO POSKUSOV V KEMIJSKEM LABORATORIJU	3
1.1 NAVODILA ZA VARNO DELO V KEMIJSKEM LABORATORIJU	3
1.2 NEVARNE KEMIKALIJE	3
1.2.1 Oznake za nevarne kemikalije	4
1.2.2 R – in S – stavki	6
1.3 VAJA: SPOZNAVANJE Z NEVARNIMI KEMIKALIJAMI	6
1.3.1 Namen vaje	6
1.3.2 Izvedba	6
1.3.3 Rezultati	6
1.4 PREGLED SPLOŠNIH POJMOV IN DEFINICIJ	8
1.4.1 Snov, element, zmes, spojina	8
1.4.2 Atomi, molekule in njihova masa	8
1.5 VAJA: UPORABA PERIODNEGA SISTEMA ELEMENTOV	10
1.5.1 Namen vaje	10
1.5.2 Izvedba	10
1.5.3 Rezultati	11
1.6 OSNOVE POIMENOVANJA ORGANSKIH SPOJIN	11
1.6.1 Osnove poimenovanja alkanov in cikloalkanov	11
1.6.2 Osnove poimenovanja alkenov in cikloalkenov	12
1.6.3 Osnove poimenovanja alkinov	13
2 RAZTOPINE	14
2.1 UVOD	14
2.1.1 Proces raztapljanja in fizikalne lastnosti raztopin	14
2.1.2 Koloidne raztopine	15
2.2 VAJA: MOLARNA KONCENTRACIJA RAZTOPINE	16
2.2.1 Namen vaje	16
2.2.2 Izvedba	16
2.2.3 Rezultati in komentarji	17
2.3 VAJA: PRIPRAVA 0,1 MOLARNE RAZTOPINE NAOH	19
2.3.1 Namen vaje	19
2.3.2 Material in kemikalije	19
2.3.3 Izvedba	19
2.3.4 Rezultati in komentarji	19
2.4 VAJA: PROCENTNA KONCENTRACIJA RAZTOPINE	20
2.4.1 Namen vaje	20
2.4.2 Izvedba	20
2.4.3 Rezultati in komentarji	20
2.5 VAJA: PRIPRAVA PROCENTNE RAZTOPINE NaCl	23
2.5.1 Namen vaje	23
2.5.2 Material in kemikalije	23
2.5.3 Izvedba	23
2.5.4 Rezultati in komentarji	23
3 OGLJIKOVI HIDRATI	24
3.1 UVOD	24
3.2 MONOSAHARIDI	25
3.3 OLIGOSAHARIDI	27
3.4 POLISAHARIDI	28
3.5 ZNAČILNE KEMIJSKE REAKCIJE OGLJIKOVIH HIDRATOV	28

3.5.1 Bialov preizkus	29
3.5.1.1 Uvod.....	29
3.5.1.2 Namen vaje	29
3.5.1.3 Material in kemikalije	29
3.5.1.4 Izvedba	30
3.5.1.5 Rezultati in komentarji.....	30
3.5.2 Seliwanoffov preizkus	31
3.5.2.1 Uvod.....	31
3.5.2.2 Namen vaje	31
3.5.2.3 Material in kemikalije	31
3.5.2.4 Izvedba	32
3.5.2.5 Rezultati in komentarji.....	32
3.5.3 Benedictov preizkus.....	33
3.5.3.1 Uvod.....	33
3.5.3.2 Namen vaje	34
3.5.3.3 Material in kemikalije	34
3.5.3.4 Izvedba	34
3.5.3.5 Rezultati in komentarji.....	35
3.5.4 Barfoedov preizkus	35
3.5.4.1 Uvod.....	35
3.5.4.2 Namen vaje	36
3.5.4.3 Material in kemikalije	36
3.5.4.4 Izvedba	36
3.5.4.5 Rezultati in komentarji.....	37
3.5.5 Jodov test	38
3.5.5.1 Uvod.....	38
3.5.5.2 Namen vaje	38
3.5.5.3 Material in kemikalije	38
3.5.5.4 Izvedba	38
3.5.5.5 Rezultati in komentarji.....	39
3.5.6 Povzetek	39
4 LITERATURA.....	43
PRILOGE	44

KAZALO SLIK

Slika 1: Oznaka na embalaži kemikalije, ki vsebuje nevarno snov - didecildimetilamonijev klorid.....	4
Slika 2: Označe za nevarne kemikalije in njihov pomen	5
Slika 3: Strukturna formula askorbinske kisline (vitamina C)	9
Slika 4: Periodni sistem elementov	10
Slika 5: Strukturna formula but-1-en (ravna veriga) in 2-metilprop-1-ena (razvejana veriga)	13
Slika 6: Strukturna formula 3-metil cikloheksena.....	13
Slika 7: Strukturna formula but-1-ina.....	13
Slika 8: Strukturna formula 3-metilbutina.....	13
Slika 9: Graf odvisnosti koncentracije (molarnosti) raztopine od mase topljenca	18
Slika 10: Prehranska piramida	24
Slika 11: Strukturna formula za funkcionalne skupine: (a) karbonilna (b) aldehidna in (c) keto skupina.....	25
Slika 12: Aldoze (zgoranja vrsta) in ketoze (spodnja vrsta); triozi, tetiozi, pentozi in heksozi (od leve proti desni).....	26
Slika 13: Najpomembnejši monosaharidi v naravi v Fischerjevi projekciji: D-glukoza, D-riboza in D-fruktoza.....	26
Slika 14: Shematski prikaz monosaharida gliceraldehida; sredinski ogljikov atom je kiralni center	27
Slika 15: Prikaz nastanka glikozidne vezi med glukoznima enotama v disaharidu maltozi	28
Slika 16: Dehidracija pentoze v furfural (zgoraj) in heksoze v hidroksimetilfurfural (spodaj).....	29
Slika 17: Oksidacija reducirajočega sladkorja v kislino.....	33

KAZALO TABEL

Tabela 1: Relativna atomska masa, atomsko število, število elektronov, protonov in nevtronov različnih elementov	11
Tabela 2: Poimenovanje alkanov (do C10).....	12
Tabela 3: Poimenovanje cikloalkanov (do C8).....	12
Tabela 4: Vrste raztopin in primeri	14
Tabela 5: Moli topljenca in koncentracija raztopin NaCl in HF	17
Tabela 6: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Bialovim reagentom.....	30
Tabela 7: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Seliwanoffovim reagentom..	32
Tabela 8: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Benedictovim reagentom	35
Tabela 9: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Barfoedovim reagentom.....	37
Tabela 10: Reakcije različnih vrst ogljikovih hidratov z jodovico	39
Tabela 11: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Benedictovim, Bialovim, Seliwanoffovim in Barfoedovim reagentom ter jodovico.....	39

1 PRIPRAVA NA IZVEDBO POSKUSOV V KEMIJSKEM LABORATORIJU

1.1 NAVODILA ZA VARNO DELO V KEMIJSKEM LABORATORIJU

V kemijskem laboratoriju delamo s kemikalijami, ognjem, različnimi aparaturami, steklovino in ostrimi predmeti. Da pri delu zagotovimo varnost tako zase kot za druge, moramo dosledno upoštevati naslednja pravila:

- V laboratoriju med izvajanjem poskusov nosimo ustrezna zaščitna sredstva: laboratorijski plašč, rokavice, zaščitna očala.
- Oblačil ne polagamo na delovne površine v laboratoriju, ampak jih odložimo v za to namenjen prostor.
- Kemikalij nikoli ne pipetiramo z usti, temveč za to uporabljamo ustrezne nastavke.
- V laboratoriju je strogo prepovedano jesti, piti in kaditi.
- Pri delu dosledno spoštujemo posebna navodila in opozorila učiteljev.
- Preden začnemo delati z gorilnikom, iz njegove bližine odstranimo vnetljive predmete. Pazimo, da si ne ožgemo las, obrvi, drugih delov telesa ter obleke.
- Previdno delamo s skalpeli. Rezil od skalpelov, ki niso več uporabna, ne mečemo v navaden koš za odpadke, ampak jih odložimo v za to namenjeno posodo.
- Razbito oziroma neuporabno steklovino odložimo v posebno posodo in ne v navaden koš za odpadke.
- Preden zavržemo kemikalije, ki jih uporabljamo v poskusih, se posvetujemo z učitelji.
- Z aparaturami, ki so pod napetostjo, ravnamo po navodilih, ki veljajo za take naprave.
- Po končanem delu uredimo delovni prostor v prvotno stanje: gorilnike ugasnemo, izklopimo električne aparate, zavržemo uporabljene kemikalije, pomijemo uporabljeno steklovino, neuporabljeno pa pospravimo nazaj v omare, zavržemo uporabljen potrošni material in pobrišemo delovne pulte.

Pogoj, da študent lahko opravlja vaje pri predmetu Živilska kemija z analizo živil, je, da ima vedno s seboj naslednjo opremo ter jo na vajah tudi uporablja:

- zaščitni laboratorijski plašč,
- zaščitna očala (dobi na šoli pri laboratorijskih vajah),
- alkoholni flomaster (dobi na šoli pri laboratorijskih vajah),
- študijsko gradivo, Osnove živilske kemije - praktikum

1.2 NEVARNE KEMIKALIJE

Na vsaki kemikaliji oziroma sredstvu, ki vsebuje nevarne kemikalije, je etiketa s podatki, ki jih moramo prebrati in upoštevati pri uporabi te kemikalije. Med drugim so to:


- molekulska masa spojine,
- čistost kemikalije (za določene namene se uporabljajo kemikalije ustrezne čistosti),
- oznaka tveganja (če gre za nevarno kemikalijo – glej 1.2.1.),
- R-stavki (R – angl. 'risk' – glej 1.2.2),
- S-stavki (S – angl. 'safety' - glej 1.2.2), itd.

Med drugim nas opozarjajo na nevarnost, na ustrezno zaščito in nam dajejo navodila za ravnanje v primeru, če pridemo v stik s to kemikalijo (slika 1). Zlato pravilo pri delu z nevarnimi kemikalijami je, da ne začnemo delati z njimi prej, preden se ne seznanimo:

- s potencialnimi nevarnostmi, ki nam grozijo,

- o zaščitnih ukrepih, da se izognemo stiku z nevarnimi kemikalijami in ki smo jih dolžni dosledno izvajati ter
- z načinom pravilnega ukrepanja, če pridemo v stik s temi kemikalijami.

Celoten sklop podatkov o vsaki kemikaliji je napisan v njenem varnostnem listu. Ob naročilu kemikalij nam je dobavitelj dolžan dostaviti njihove varnostne liste v slovenskem jeziku. Na vseh delovnih mestih, kjer imamo opravka z nevarnimi kemikalijami, je potrebno zbrati vse njihove varnostne liste skupaj ter imeti to dokumentacijo v vsakem trenutku dosegljivo uporabnikom.

<p>Testna kemikalija</p> <p>Vsebuje: didecyldimethylammonium chloride</p> <p>Opozorilo: (R10) Vnetljivo. (R34) Povzroča opekline. (R43) Stik s kožo lahko povzroči preobčutljivost. (R22) Zdravju škodljivo pri zaužitju. (S2) Hraniti izven dosega otrok (S26) Če pride v oči, takoj izpirati z obilo vode in poiskati zdravniško pomoč (S24/25) Preprečiti stik s kožo in očmi (S36/37/39) Nositi primerno zaščitno obleko, zaščitne rokavice in zaščito za oči/obraz (S45) Ob nezgodi ali slabem počutju, takoj poiskati zdravniško pomoč. (Po možnosti pokazati etiketo). (S1) Hraniti zaklenjeno</p> <p>Vsebina: ??</p> <p>Dobavitelj/distributer: BENS - Buinac & Co., k.d., , 1241 Kamnik, Tel: 041-716-188</p>	<p>C</p>  <p>Jedko</p>
---	---

Slika 1: Oznaka na embalaži kemikalije, ki vsebuje nevarno snov - didecildimetilamonijev klorid

1.2.1 Oznake za nevarne kemikalije

Na sliki 2 (str. 5) so prikazane oznake za nevarne kemikalije in razlaga njihovega pomena. Kadar pri delu uporabljamo take kemikalije, moramo dosledno upoštevati vse priporočene zaščitne ukrepe.

<p>T</p>  <p>T Strupeno</p> <p>Snovi, ki pri vdihavanju, zaužitju ali vstopu skozi kožo, že v zelo majhnih količinah povzročijo smrt ali akutne oziroma kronične okvare zdravja.</p>	<p>T+</p>  <p>T+ Zelo strupeno</p> <p>Snovi, ki pri vdihavanju, zaužitju ali vstopu skozi kožo, že v majhnih količinah povzročijo smrt ali akutne oziroma kronične okvare zdravja.</p>
<p>Xn</p>  <p>Xn Zdravju škodljivo</p> <p>Snovi, ki pri vdihavanju, zaužitju ali vstopu skozi kožo lahko povzročijo smrt ali akutne oziroma kronične okvare zdravja.</p>	<p>Xi</p>  <p>Xi Dražilno</p> <p>Snovi, ki niso jedke, vendar lahko že po kratkotrajnem, dolgotrajnejšem ali ponavljajočem se stiku s kožo ali sluznico povzročijo njuna vnetja.</p>
<p>C</p>  <p>C Jedko</p> <p>Snovi, ki lahko poškodujejo ali uničijo živo tkivo, če pridejo v stik z njim.</p>	<p>O</p>  <p>O Oksidativno</p> <p>Snovi, ki povzročijo močno eksotermno reakcijo (vžig), kadar so v stiku z drugimi snovmi (predvsem z vnetljivimi).</p>
<p>F</p>  <p>F Lahko vnetljivo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Snovi, ki se ob stiku z zrakom lahko segrejejo in same po sebi vnamejo že pri navadni temperaturi in tlaku brez dovajanja zunanje energije. - Snovi, ki se lahko vnamejo že po kratkotrajnem stiku z virom vžiga in odtelej dalje gorijo ter se porabljajo tudi po odstranitvi tega vira. 	<p>F+</p>  <p>F+ Zelo lahko vnetljivo</p> <p>Snovi, ki so tekoče, ki imajo izredno nizko plamenišče in nizko vrelišče ter plinaste kemikalije, ki so vnetljive v stiku z zrakom pri navadni temperaturi in tlaku.</p>
<p>E</p>  <p>E Eksplozivno</p> <p>Snovi, ki lahko eksotermno reagirajo tudi v odsotnosti zračnega kisika, pri čemer se zelo hitro sproščajo plini, ki pod določenimi pogoji detonirajo, se vžgejo, ali zaradi segrevanja in povečanja tlaka eksplodirajo, če so prostorsko omejeni.</p>	<p>N</p>  <p>N Okolju nevarno</p> <p>Snovi, ki lahko ob prehajanju v okolje povzročijo ali pa utegnejo povzročiti takojšnjo ali dolgoročno nevarnost za eno ali več sestavin okolja.</p>

Slika 2: Oznake za nevarne kemikalije in njihov pomen (ozadje je oranžne, simbol pa črne barve)

1.2.2 R – in S – stavki

Na etiketah večine embalaž s kemikalijami najdemo tako imenovane R stavke (iz angl. - *risk*) in S stavke (angl. - *safety*). Ponavadi so napisni na kemikalijah, ki so označene kot nevarne (slika 2). Pri delu s takimi kemikalijami moramo vedno dosledno upoštevati R - in S – stavke (slika 1, Priloge), ker le na ta način lahko zagotovimo ustrezno varnost sebi in drugim v naši okolici.

Spodaj je napisanih nekaj primerov R - in S - stavkov. Seznam vseh R - in S – stavkov najdete na koncu učbenika v Prilogah.

R40/21	Zdravju škodljivo: možna nevarnost trajnih okvar zdravja v stiku s kožo.
R40/22	Zdravju škodljivo: možna nevarnost trajnih okvar zdravja pri zaužitju.
S36/37	Nositi primerno zaščitno obleko in zaščitne rokavice.
S36/39	Nositi primerno zaščitno obleko in zaščito za oči/obraz.

1.3 VAJA: SPOZNAVANJE Z NEVARNIMI KEMIKALIJAMI

1.3.1 Namen vaje

Namen vaje je, da se praktično seznanite z načinom označevanja nevarnih kemikalij ter način za njihovo varno uporabo.

1.3.2 Izvedba

Na pladnju boste našli nekaj nevarnih kemikalij, ki se jih uporablja pri delu v kemijskem laboratoriju. Preglejte njihove etikete. Posebej bodite pozorni na grafično oznako, ki opozarja na nevarnost. Preberite R - in S - stavke ter navodila za prvo pomoč.

1.3.3 Rezultati

Ena od nevarnih kemikalij je tudi organsko topilo metanol. Kakšno oznako najdete na etiketi?

Ali poznate znake akutne in kronične zastrupitve z metanolom? Napišite jih!

Katera od izbranih kemikalij se vam zdi najbolj nevarna? Zakaj?

Ali veste, kaj je pijača z domačim imenom »šmarnica«? Katero od nevarnih kemikalij, ki smo jih omenjali, vsebuje? Kakšne posledice imajo ljudje, ki šmarnico redno uživajo?

Kje so napisani vsi podatki o neki kemikaliji, vključno z opisi morebitnih nevarnosti in tveganju za zdravje pri njihovi uporabi? Kje morajo biti ti dokumenti shranjeni? Zakaj?

Pri eni od naslednjih vaj bomo uporabljali koncentrirano žveplovo (VI) kislino. Kaj mislite, kaj se zgodi, če se z njo polijete po roki?

IKT* NASVET 1:

Kadarkoli bi radi poiskali podatke o neki kemikaliji, lahko uporabite tudi splet. Pomagate si lahko na primer z brskalnikom Google. Poleg tega, lahko preko spleta najdete proizvajalca določene kemikalije (kot so na primer: Sigma, Merck, Kemika idr.), na njegovih spletnih straneh pa se večinoma nahajajo vse informacije o izbrani kemikaliji, vključno z njenim varnostnim listom.

IKT* NASVET 2:

Za izvedbo praktičnih in računskih vaj, ki so navedene v naslednjih poglavjih, bo marsikateri študent začutil potrebo po bolj poglobljenem razumevanju in znanju o lastnostih kemikalij, tehnoloških in znanstvenih izrazov ter zakonskih predpisov in uredb, ki veljajo na tem področju. Viri, ki so citirani v tem učbeniku v splošnem zadostujejo za razumevanje snovi. Vendar pa je odgovore na vprašanja, ki se vam bodo porajala, mogoče najti v dodatnih tematsko orientiranih informacijskih virih, do katerih lahko dostopate preko zelo različnih vstopnih točk, kot so COBISS (Kooperativni online bibliografski sistem in servisi (<http://www.cobiss.si/>), Wikipedia (<http://en.wikipedia.org>) ali enostavnimi spletnimi brskalniki kot so Google, Google Scholar, Yahoo, Firefox in množica drugih.

V kolikor vas še posebej zanimajo predpisi, ki urejajo vaše delo, pravice, dolžnosti in odgovornosti, lahko do uredbenega, razglasnega dela ter mednarodnih pogodb veljavnih znotraj Republike Slovenije dostopate preko spletnega portala Uradni list Republike Slovenije (<http://www.uradni-list.si/>).

Poiščite in preberite naslednje zakone:

- Zakon o varnosti pri delu
- Zakon o kemikalijah
- Zakon o varstvu okolja

* IKT – informacijsko komunikacijska tehnologija

1.4 PREGLED SPLOŠNIH POJMOV IN DEFINICIJ

Za izvedbo praktičnih vaj, ki so navedene v naslednjih poglavjih, je potrebno poznavanje osnovnih pojmov in definicij iz anorganske in organske kemije, s katerimi ste se spoznali že v preteklem izobraževanju. Za lažje delo so opisani v spodnjem besedilu.

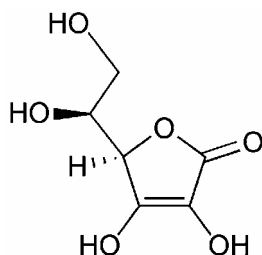
1.4.1 Snov, element, zmes, spojina

Snov je pojavna oblika materije. Snov imenujemo vse kar vidimo in občutimo. Vsaka snov ima določeno gostoto in lahko obstaja v treh agregatnih stanjih (plinasto, tekoče, trdno). Agregatno stanje samo po sebi ni značilno za posamezno snov, vsaka snov pa je pri določenih pogojih (tlak, temperatura) v določenem agregatnem stanju (Lazarini in Brenčič, 1992). Med posameznimi stanji ni ostrih mej. Pogosto namreč ni ostrih prehodov med plinskim in tekočim ali med tekočim in trdnim stanjem. V trdnem stanju ima večina snovi kristalno strukturo (urejeno notranjo zgradbo), nekatere trdne snovi pa so amorfne (neurejena zgradba). Snov je lahko enostavna ali pa sestavljena. Najenostavnejšo, prvotno snov, imenujemo **prvina** ali **element**. Iz elementov je lahko snov sestavljena na dva načina (Lazarini in Brenčič, 1992). Snov, kjer lahko sestavine ločimo enostavno in med njimi ni močnejših vezi, imenujemo **zmes**. Snov, katerih elementi so trdno povezani med seboj, imenujemo **spojina**. V zmesi vsak od elementov, ki zmes sestavljajo, ohrani svoje značilne lastnosti. Spojine pa zaradi trdnih vezi med elementi ne kažejo lastnosti elementov iz katerih so sestavljene, ampak imajo svoje lastnosti (Lazarini in Brenčič, 1992).

1.4.2 Atomi, molekule in njihova masa

Najenostavnejši delci in hkrati najmanjši delci, ki so značilni za nek element, so **atomi**. Atomov na kemijski način ne moremo dalje deliti. Prvina ali element je sestavljena iz samih

istovrstnih atomov. **Molekule** so najmanjši delci spojin in so sestavljene iz raznovrstnih atomov ali pa iz istovrstnih atomov, torej iz elementov. V molekulah delujejo med atomi bolj ali manj močne privlačne sile. Elemente večinoma poimenujemo z latinskimi ali grškimi izrazi. Za označevanje posameznih elementov se uporablja začetne črke njihovih imen. Takšne oznake imenujemo **simboli**. S simboli pisane molekule spojin so **kemijske formule**. Formule so lahko empirične ali strukturne. Empirična formula je najenostavnejši način izražanja kemijske sestave spojine, kjer pišemo simbole elementov drugega za drugim (npr. CH_3COOH – očetna kislina). S strukturno formulo pa označimo prostorski raspored atomov v molekuli (slika 3) (Lazarini in Brenčič, 1992).



Slika 3: Strukturna formula askorbinske kisline (vitamina C)

Mol (n) je množina snovi, ki vsebuje toliko delcev, kot je atomov v 12 g ogljikovega izotopa ^{12}C . Mol je torej taka množina snovi, ki vsebuje Avogadrovo število delcev ($N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$), ne glede na to, kaj ti delci so: molekule, atomi, ioni, elektroni, deli molekul ali pa kaj drugega. **Relativna atomska masa** (A_r), je primerjalna veličina in je definirana kot relativno število, ki pove kolikokrat je masa nekega atoma večja od mase 1/12 ogljikovega atoma. **Relativna molekulska masa** (M_r), je analogno število, ki pove kolikokrat je masa neke molekule večja od mase 1/12 ogljikovega atoma. **Molska masa** (M), ki ima enoto g/mol, številčno ustreza relativni molski masi (M_r), ki pa seveda nima enote. Atomsko (vrstno) število ustreza številu protonov v jedru atoma (slika 4). V atomu brez zunanjega pozitivnega ali negativnega naboja (nevtralen atom) ustreza tudi številu elektronov (Lazarini in Brenčič, 1992).

Ruski kemik Dimitrij Mendelejev (1834—1907) in nemški kemik Lothar Meyer (1830—1895) sta neodvisno drug od drugega zapisala razporeditev elementov v periodni sistem. Kot avtor je priznan Mendelejev, saj je svoj periodni sistem objavil leto dni pred Meyerjem (1869). V periodnem sistemu so elementi razvrščeni po atomskih (vrstnih) številih (številu elektronov oziroma protonov). Elementi so razvrščeni v navpične skupine (glede na število valenčnih oziroma zunanjih elektronov) in vodoravne periode (glede na število lupin v atomu). Te lastnosti se periodično ponavljajo, zato je ta ureditev elementov tudi dobila ime periodni sistem, ki je prikazan na naslednji strani (slika 4) (Bukovec in sod., 2002).

PERIODNI SISTEM ELEMENTOV

Legenda oznak

1,01 – relativna atomska masa
H – simbol
 1 – vrstno število
 1 – ime elementa

H – plin
Na – trdna snov
Hg – tekočina

I.	II.											III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.				
1	1,01 H 1 vodik																	4,00 He 2 helij			
2	6,94 Li 3 litij	9,01 Be 4 berilij											10,81 B 5 bor	12,01 C 6 ogljik	14,01 N 7 dušik	16,00 O 8 kisik	19,00 F 9 fluor	20,18 Ne 10 neon			
3	22,99 Na 11 natrij	24,31 Mg 12 magnezij	Prehodni elementi										26,98 Al 13 aluminij	28,09 Si 14 silicij	30,97 P 15 fosfor	32,07 S 16 žveplo	35,45 Cl 17 klor	39,95 Ar 18 argon			
4	39,10 K 19 kalij	40,08 Ca 20 kalcij	44,96 Sc 21 skandij	47,88 Ti 22 titan	50,94 V 23 vanadij	52,00 Cr 24 krom	54,94 Mn 25 mangan	55,85 Fe 26 železo	58,93 Co 27 kobalt	58,69 Ni 28 nikelj	63,55 Cu 29 baker	65,39 Zn 30 cink	69,72 Ga 31 galij	72,61 Ge 32 germanij	74,92 As 33 arzen	78,96 Se 34 selen	79,90 Br 35 brom	83,80 Kr 36 kripton			
5	85,47 Rb 37 rubidij	87,62 Sr 38 stroncij	88,91 Y 39 itrij	91,22 Zr 40 cirkonij	92,91 Nb 41 niobij	95,94 Mo 42 nikelj	(98) Tc 43 tehnecij	101,07 Ru 44 rutenij	102,91 Rh 45 rodij	106,42 Pd 46 paladij	107,87 Ag 47 srebro	112,41 Cd 48 kadmij	114,82 In 49 indij	118,71 Sn 50 kositer	121,76 Sb 51 antimon	127,60 Te 52 telur	126,90 I 53 jod	131,29 Xe 54 ksenon			
6	132,91 Cs 55 cezij	137,33 Ba 56 barij	138,91 La 57 lantan	178,49 Hf 72 hafnij	180,95 Ta 73 tantal	183,85 W 74 volfram	186,21 Re 75 renij	190,20 Os 76 osmij	192,22 Ir 77 iridij	195,08 Pt 78 platina	196,97 Au 79 zlato	200,59 Hg 80 ž. srebro	204,38 Tl 81 talij	207,20 Pb 82 svinec	208,98 Bi 83 bizmut	(209) Po 84 polonij	(210) At 85 astat	(222) Rn 86 radon			
7	(223) Fr 87 francij	(226) Ra 88 radij	(227) Ac 89 aktinij	(262) Ku 104 kurčatovij	Ha 105 hanij																
	Lantanoidi	140,12 Ce 58 cerij	140,91 Pr 59 praezodim	144,24 Nd 60 neodim	144,91 Pm 61 prometij	150,36 Sm 62 samarij	151,97 Eu 63 evropij	157,25 Gd 64 gadolinij	158,93 Tb 65 terbij	162,50 Dy 66 disprozij	164,93 Ho 67 holmij	167,26 Er 68 erbij	168,93 Tm 69 tulij	173,04 Yb 70 iterbij	174,97 Lu 71 lutecij						
	Aktinoidi	232,04 Th 90 torij	231,04 Pa 91 protaktinij	238,03 U 92 uran	(237) Np 93 neptunij	(244) Pu 94 plutonij	(243) Am 95 americij	(247) Cm 96 kirij	(247) Bk 97 berkelij	(251) Cf 98 kalifornij	(252) Es 99 einsteinij	(257) Fm 100 fermij	(258) Md 101 mendelevij	(259) No 102 nobelij	(262) Lr 103 lavrencij						

darkstar.frikz.org

Slika 4: Periodni sistem elementov

Vir: http://darkstar.frikz.org/periodni/periodni_sistem_manjsi.jpg

1.5 VAJA: UPORABA PERIODNEGA SISTEMA ELEMENTOV

1.5.1 Namen vaje

Namen vaje je, da obnovite, kako se pridobiva informacije iz periodnega sistema elementov.

1.5.2 Izvedba

Iz periodnega sistema elementov v razpredelnici 1 (str. 11) določite relativne atomske mase, atomska števila, število elektronov, protonov in nevtronov. Pri tem je potrebno vedeti, da celo število nad elementom označuje atomsko ali vrstno število, ki istočasno pomeni tudi število protonov in elektronov v nevtralnem atomu (glej 1.4.2.). Realno število (z decimalno vejico) pod elementom označuje relativno atomsko maso (glej 1.4.2.). Število nevtronov v atomu izračunate tako, da od relativne atomske mase odštejete atomsko ali vrstno število in ga zaokrožite. Toda bodite pozorni na oznake atomskih števil in atomskih mas, ker so lahko različni periodni sistemi elementov oblikovani različno (oznaki za vrstno število in relativno atomsko maso sta lahko zamenjani).

1.5.3 Rezultati

Tabela 1: Relativna atomska masa, atomsko število, število elektronov, protonov in nevtronov različnih elementov

simbol elementa	ime elementa	relativna atomska masa	atomsko število	število elektronov	število protonov	število nevtronov
H						
C						
O						
Na						
N						
Ca						
F						
Fe						
Pb						
Cl						
S						
Se						
P						
Au						
B						
Mg						
Cs						
Ag						

1.6 OSNOVE POIMENOVANJA ORGANSKIH SPOJIN

V naslednjih vajah bomo uporabljali tudi več organskih spojin. Za lažje delo in razumevanje nomenklature organskih molekul, s katerimi se srečujete tudi na predavanjih iz različnih predmetov študija živilstva in prehrane, so v spodnjem besedilu opisane osnove za njihovo poimenovanje.

1.6.1 Osnove poimenovanja alkanov in cikloalkanov

Za alkane je značilna končnica **-an**, v predponi pa imenujemo število ogljikov. Splošna molekulska formula alkanov je C_nH_{2n+2} , cikloalkanov pa C_nH_{2n} . Prvi štirje alkani – metan, etan, propan in butan imajo še stara imena, naprej pa se imenujejo po desetiškem sistemu. Osnovni, nerazvejani alkani, se imenujejo glede na število ogljikovih atomov. Nerazvejani alkani tvorijo homologno vrsto, kar pomeni, da ima vsak naslednji alkan – CH_2 skupino več od svojega predhodnika (razpredelnica 2). Alkani od C10 naprej imajo naslednja imena: C11-undekan, C12-dodekan, C13-tridekan, C14-tetradekan, C15-pentadekan, C16-heksadekan, C17-heptadekan, C18-oktadekan, C19-nonadekan, C20-eikozan, C30-triakontan, C40-tetrakontan, C100-hektan (Bukovec s sod., 2002).

Tabela 2: Poimenovanje alkanov (do C10)

število ogljikovih atomov v alkanu	molekulska formula	racionalna formula	ime
1	CH ₄	CH ₄	metan
2	C ₂ H ₆	CH ₃ -CH ₃	etan
3	C ₃ H ₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	propan
4	C ₄ H ₁₀	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -CH ₃	butan
5	C ₅ H ₁₂	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH ₃	pentan
6	C ₆ H ₁₄	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH ₃	heksan
7	C ₇ H ₁₆	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃	heptan
8	C ₈ H ₁₈	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃	oktan
9	C ₉ H ₂₀	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH ₃	nonan
10	C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -CH ₃	dekan

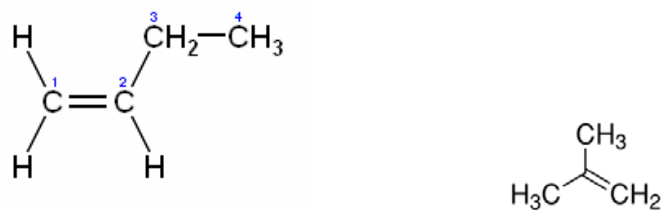
Za cikloalkane je značilna predpona **ciklo-** in končnica **-an**. Za predpono stoji število ogljikov. Prvi cikloalkan je ciklopropan, saj so za tvorbo obroča potrebni vsaj trije ogljikovi atomi. Ciklopropan in ciklobutan imata še stari imeni, naprej pa se cikloalkani imenujejo po desetiškem sistemu. Osnovni nerazvejani cikloalkani se imenujejo glede na število ogljikovih atomov (razpredelnica 3). Cikloalkani od C₈ naprej imajo naslednja imena: C₉-ciklononan, C₁₀-ciklodekan, C₁₁-cikloundekan, C₁₂-ciklododekan, C₁₃-ciklotridekan, C₁₄-ciklotetradekan, C₁₅-ciklopentadekan, C₁₆-cikloheksadekan, C₁₇- cikloheptadekan, C₁₈-ciklooktadekan, C₁₉-ciklononadekan, itd. (Bukovec s sod., 2002).

Tabela 3: Poimenovanje cikloalkanov (do C8)

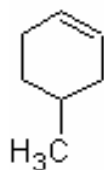
število ogljikovih atomov v alkanu	molekulska formula	ime
3	C ₃ H ₆	ciklopropan
4	C ₄ H ₈	ciklobutan
5	C ₅ H ₁₀	ciklopentan
6	C ₆ H ₁₂	cikloheksan
7	C ₇ H ₁₄	cikloheptan
8	C ₈ H ₁₆	ciklooktan

1.6.2 Osnove poimenovanja alkenov in cikloalkenov

Za alkene je značilna končnica **-en**, v predponi pa imenujemo število ogljikov. Splošna molekulska formula alkenov je **C_nH_{2n}**, cikloalkenov pa **C_nH_{2n-2}**. Alkeni in cikloalkeni so nenasičeni ogljikovodiki (vsebujejo samo ogljikove in vodikove atome), ki imajo poleg enojnih še dvojne vezi. Alkeni so zgrajeni iz ravnih ali iz razvejanih verig (slika 5), cikloalkeni pa imajo ogljikove atome povezane v obroč (slika 6) (Bukovec s sod., 2002).



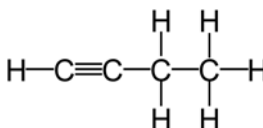
Slika 5: Strukturna formula but-1-en (ravna veriga) (levo) in 2-metilprop-1-ena (razvejana veriga) (desno)



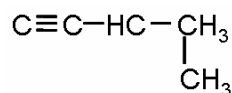
Slika 6: Strukturna formula 3-metil cikloheksena

1.6.3 Osnove poimenovanja alkinov

Alkini so nenasičeni ogljikovodiki, ki imajo, poleg enojnih, še trojne vezi. Splošna molekulska formula alkinov je C_nH_{2n-2} . Alkini so zgrajeni iz ravnih verig (slika 7) ali iz razvejanih verig (slika 8) (Bukovec s sod., 2002).



Slika 7: Strukturna formula but-1-ina



Slika 8: Strukturna formula 3-metilbutina

2 RAZTOPINE

2.1 UVOD

Raztopine so homogeni sistemi, ki jih sestavljata najmanj dve snovi. Pri tem večinoma razlikujemo med topilom (disperznim sredstvom) in topljencem (disperzno fazo). V razpredelnici 4 so naštet in opisani različni primeri raztopin. Raztopine, kjer je topljenec trdna faza, topilo pa tekočina, delimo glede na velikost delcev topljenca na več skupin: **prave raztopine** (molekulske in ionske raztopine), kjer je velikost delcev manjša kot 10^{-9} m, **koloidne raztopine** (koloidno disperzni sistemi), kjer je velikosti delcev od 10^{-9} m do $5 \cdot 10^{-7}$ m in na **suspenzije** (grobo disperzni sistemi), kjer je velikost delcev večja kot $5 \cdot 10^{-7}$ m (zaznamo jih lahko tudi s prostim očesom) (Lazarini in Brenčič, 1992).

Tabela 4: Vrste raztopin in primeri

topljenec	topilo	primer
trdna faza	tekočina	morska voda
tekočina	tekočina	vino
plin	tekočina	gazirana voda
trdna faza	trdna faza	zlitina kovin
tekočina	trdna faza	voda v keramiki
plin	trdna faza	H ₂ v paladiju
trdna faza	plin	dim
tekočina	plin	megla
plin	plin	zrak

Vir: Prirejeno po Lazarini in Brenčič, 1992.

Raztopine se uporabljajo v mnogih industrijskih procesih pri predelavi živil. Prav tako se z njimi srečujemo v vsakem laboratoriju za analizo živil. Poznavanje lastnosti raztopin in njihova priprava sta zato osnova za katerokoli delo v živilski kemiji. Cilj tega poglavja je, da se spoznate z osnovami za računsko in praktično pripravo raztopin. Pri praktičnem delu boste pridobili tudi samostojnost pri delu v kemijskem laboratoriju in se naučili osnov organizacije za izvedbo praktičnih poskusov oziroma analiz v živilski kemiji.

2.1.1 Proces raztapljanja in fizikalne lastnosti raztopin

Nastanek raztopine, to je porazdelitev gradnikov (molekul, ionov) ene faze med gradnike druge faze, omogočajo molekulske ali van der Waalove vezi. Molekule topila privlačijo in obdajo molekule oziroma ione topljenca. Ta proces imenujemo **raztapljanje** ali **solvatacija**. V primeru, ko je topilo voda, imenujemo ta pojav **hidratacija**. Ker se pri nastanku vezi vselej sprošča energija, je solvatacija oziroma hidratacija eksotermen proces. Energija, ki se sprošča pri solvataciji, se porablja za prekinitev vezi med molekulami oziroma ioni topljenca. Pogosto je mogoče predvideti, v katerih topilih je neka snov dobro topna in v katerih slabo. Pri tem velja pravilo: **podobno se topi v podobnem** - v polarnih topilih se dobro topijo polarne snovi in ionski kristali, v nepolarnih topilih pa nepolarne snovi (Lazarini in Brenčič, 1992).

Fizikalne lastnosti raztopine so odvisne od narave topila in topljencev, ter od njihove relativne količine (koncentracije) - od množine topljenca (n_2) v določeni množini topila (n_1). V skladu z dogovorom uporabljamo indeks 1 za označevanje topila, indeks 2 pa za oznako topljenca. **Koncentracija** je termodinamska fizikalna količina, ki izraža **množino topljenca glede na**

množino topila. Raztopine so sestavljene iz popolnoma homogene faze dveh ali več snovi. Topilo, ki je praviloma prisotno v večji količini, določa fazo raztopine (plin, tekočina, trdna snov). V topilu so raztopljeni topljenci, ki so tudi lahko trdni, tekoči ali plinasti. Koncentracija določa fizikalne lastnosti raztopin. Izražamo jo na več načinov. V kemiji so v rabi ponavadi predvsem (Lazarini in Brenčič, 1992, str. 173):

1. **Molarnost (M)** ali **množinska koncentracija (c)**, n_2 / V , ki pomeni število molov (ali množino) topljenca v 1 litru raztopine (enota mol/L ali mol/dm³),
2. **Molalnost (m)**, n_2 / m_1 ki pomeni število molov (ali množino) topljenca v 1 kilogramu topila (mol/kg),
3. **Odstotna ali procentna koncentracija**, ki se izraža kot utežni %, kar pomeni koliko gramov topljenca je v 100 g raztopine. Lahko pa se izraža tudi kot volumski %, kar pomeni koliko mL topljenca je v 100 mL raztopine in
4. **Normalna koncentracija (N)**, ki pomeni število gram-ekvivalentov raztopljene snovi v 1 litru raztopine.

Raztopina, ki vsebuje maksimalno množino topljenca, se imenuje **nasičena raztopina**. Vsaka snov ima v vsakem topilu določeno topnost. Topnost je definirana kot koncentracija nasičene raztopine določene snovi v določenem topilu in je odvisna od temperature. Pri večini snovi topnost s temperaturo narašča. Ta lastnost raztopin omogoča kristalizacijo trdnih snovi - z ohlajanjem vroče nasičene raztopine. Podatek o temperaturni odvisnosti topnosti ne pove ničesar o hitrosti raztapljanja, to je o množini snovi, ki se raztopi v določenem času. Hitrost raztapljanja je večja pri višji temperaturi, odvisna pa je tudi od številnih drugih faktorjev. Raztapljanje je hitrejše, če je večji delež trdne snovi v stiku s topilom; to je v primeru večje disperznosti trdne faze. Hitrost raztapljanja omejuje tanka plast nasičene raztopine, ki se vzpostavi okrog trdnega delca. Nadaljnje raztapljanje je možno le tako, da molekule topila difundirajo skozi plast nasičene raztopine. Debelino plasti nasičene raztopine pa lahko zmanjšamo z mehanskimi posegi (na primer mešanje) in s tem tudi povečamo hitrost raztapljanja (Lazarini in Brenčič, 1992, str. 174).

*Kaj se zgodi, če dodate velik kos kristala kuhinjske soli (NaCl) v mrzlo vodo?
Kakšna je razlika, če dodate manjše kristale te soli v vodo?
Kakšna je razlika, če v obeh primerih uporabite vročo vodo?*

*Kaj bi se zgodilo, če bi v 1 dL navadne vode vsul 100 g sladkorja?
Kaj bi se zgodilo, če bi to raztopino segreval?*

2.1.2 Koloidne raztopine

Koloidni sistemi so dvofazni sistemi, v katerih je ena faza disperzno sredstvo, druga faza pa koloidni delci. Disperzno sredstvo je lahko trdno, tekoče ali plinasto. Najbolj pogosti so tekoči disperzni sistem in v biološkem smislu tudi najbolj pomembni. Koloidno stanje raztopine je tesno povezano z dimenzijami delcev, ki morajo biti večji od tistih, ki ustvarjajo

prave raztopine in manjši od grobih delcev, ki se v tekočini usedajo. Ugotovili so, da lahko pričakujemo koloidne lastnosti raztopine takrat, ko ta vsebuje delce s premerom od 10^{-9} do $5 \cdot 10^{-7}$ m (Lazarini in Brenčič, 1992, str. 183). Vsak koloidno disperzni sistem lahko obstaja v dveh oblikah: kot sol, to je kot koloidna raztopina ali kot gel, to je kot želatinozna snov. V solu se koloidni delci bolj ali manj prosto gibljejo. V gelu pa so koloidni delci povezani v prostorski mreži tako, da se ne morejo prosto gibati. Gel je torej bolj ali manj trdna snov, ki spominja na želatino. Vsak sol, torej vsaka koloidna raztopina, lahko preide v gel. Ta postopek imenujemo koagulacija (izkosmičenje). Obratno lahko marsikateri gel, toda ne vsak, ponovno preide nazaj v sol stanje. Ta postopek imenujemo peptizacija (Lazarini in Brenčič, 1992). Koloidne raztopine so po svojih lastnostih: nestabilne v času (kar se kaže v obliki motnosti, izločin in sprememb viskoznosti), malo ali skoraj popolnoma so nesposobne difuzije (zato jih ni mogoče dializirati), in so nezmožne kristalizacije ali pa je ta nepopolna.

Ali poznaš uporabo jedilne želatine? Na kakšni osnovi deluje?

2.2 VAJA: MOLARNA KONCENTRACIJA RAZTOPINE

2.2.1 Namen vaje

Ta vaja je računsko. Njen namen je, da se naučite izračunati, koliko topljenca potrebujete za pripravo določene prostornine raztopine z določeno molarno koncentracijo.

2.2.2 Izvedba

Molarnost (M) raztopine je definirana kot število molov topljenca v 1 litru raztopine (glej 2.1.1.). To količino lahko izračunamo tako, da delimo maso (m) topljenca (v gramih) z njegovo molsko maso (M) (v gramih/mol), ta rezultat pa še delimo s prostornino raztopine (V) (v litrih):

$$c = m / M \times 1 / V$$

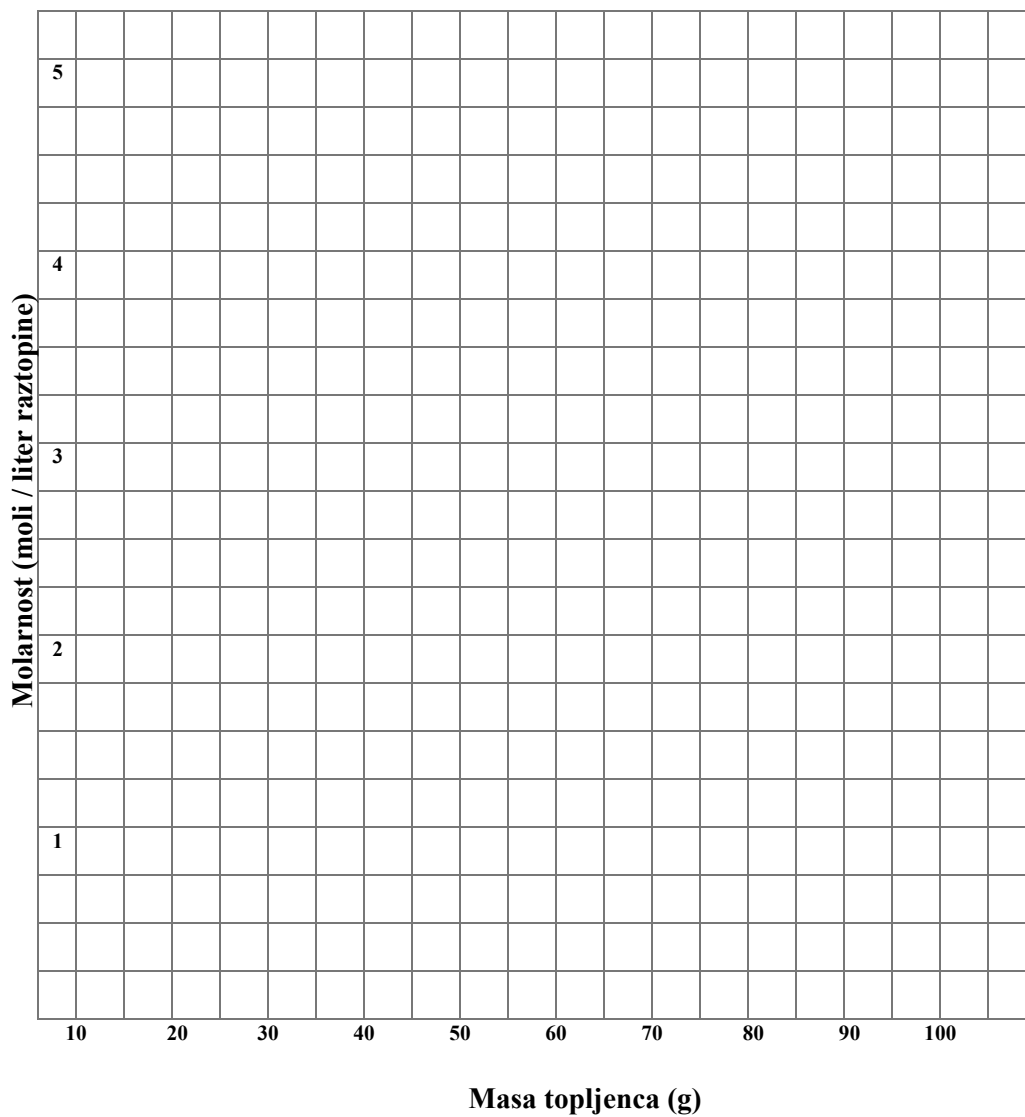
Izpolnite razpredelnico 5 na naslednji strani tako, da pravilno izračunate zahtevane vrednosti. Te rezultate vnesite v mrežo na strani 18 (slika 9) in narišite graf, ki prikazuje odvisnost koncentracije (molarnosti) raztopine od mase topljenca.

2.2.3 Rezultati in komentarji

Tabela 5: Moli topljenca in koncentracija raztopin NaCl in HF

natrijev klorid, NaCl			vodikov fluorid, HF		
Molska masa = 58,4 g			molska masa = 20 g		
masa NaCl	moli NaCl	Koncentracija (molarnost) raztopine po raztapljanju te mase v vodi do 1 L raztopine	masa HF	moli HF	Koncentracija (molarnost) raztopine po raztapljanju te mase v vodi do 1 L raztopine
10 g			10 g		
20 g			20 g		
30 g			30 g		
40 g			40 g		
50 g			50 g		
60 g			60 g		
70 g			70 g		
80 g			80 g		
90 g			90 g		
100 g			100 g		

Prostor za račune:



Slika 9: Graf odvisnosti koncentracije (molarnosti) raztopine od mase topljenca

Prostor za račune:

2.3 VAJA: PRIPRAVA 0,1 MOLARNE RAZTOPINE NaOH

2.3.1 Namen vaje

Namen vaje je pripraviti 0,1 molarno raztopino (0,1 M) natrijevega hidroksida (NaOH).

2.3.2 Material in kemikalije

- analizna tehtnica
- tehtič
- merilna bučka (250 ali 500 mL)
- kapalka
- natrijev hidroksid (NaOH)
- destilirana voda

2.3.3 Izvedba

Izračunajte maso NaOH (g), ki jo potrebujete za pripravo 250 mL raztopine NaOH s koncentracijo 0,1 mol/L. To lahko naredite na dva načina. Pri prvem načinu uporabite formulo: $m = c \cdot V \cdot M_r$ (kjer je m – masa topljenca (g), V – prostornina raztopine, ki jo želimo pripraviti (L), M – molekulska masa topljenca (g/mol). Pri drugem načinu pa uporabite sklepni račun.

Nato na analizni tehtnici zatehtajte ustrezno maso NaOH, jo kvantitativno prenesite v 250 ali 500 mL merilno bučko. Pazite, da prenesete ustrezno maso NaOH v bučko ustrezne prostornine. Dodajte destilirano vodo do približno dve tretjine celotne prostornine bučke. Raztopino dobro premešajte tako, da bučko nekaj časa stresate v rokah, pri tem pa dobro držite pokrovček, da se vam raztopina ne polije. Ko je NaOH raztopljen, dolijte destilirano vodo do oznake na bučki. Potem jo prelijte v skupno reagenčno steklenico. Pripravljeno raztopino boste uporabili v eni od naslednjih vaj. Po končani vaji pomijte uporabljen material in spravite za seboj v skladu z navodili učiteljev.

2.3.4 Rezultati in komentarji

Prostor za račune in komentarje:

2.4 VAJA: PROCENTNA KONCENTRACIJA RAZTOPINE

2.4.1 Namen vaje

Ta vaja je računsko. Njen namen je, da se naučite izračunati, koliko topljenca potrebujete za pripravo določene prostornine raztopine z določeno procentno koncentracijo ter kako lahko dobljeno raztopino redčite.

2.4.2 Izvedba

Procentna koncentracija (utežni %) vodne raztopine je definirana kot število gramov topljenca v 100 mL raztopine (glej 2.1.1). Maso topljenca, ki jo potrebujemo za pripravo procentne koncentracije vodne raztopine, imamo podano že z samo koncentracijo. Primer: za pripravo 0,3 % vodne raztopine glukoze potrebujemo 0,3 g glukoze ter vodo **do** 100 mL. Za večjo prostornino te raztopine, moramo dodati ustrezno več topljenca. Raztopino redčimo tako, da 1 delu originalne raztopine dodamo ustrezno število delov topila (v primeru vodnih raztopin je to voda). Primer: 6-kratna redčitev pomeni, da 1 delu originalne raztopine dodamo 5 delov vode. Če potrebujemo 120 mL 6-krat razredčene raztopine, potem na primer 20 mL originalne raztopine dodamo 100 mL vode.

Primer 1:

- Izračunajte, kolikšno maso kalcijevega karbonata (CaCO_3) potrebujete za pripravo 500 mL 1,5 % vodne raztopine CaCO_3 ? Na kakšen način pripravimo tako raztopino v laboratoriju?
- Kako bi pripravili 10-kratno redčitev te mešanice? Končna prostornina razredčene raztopine naj bo 500 mL.

Primer 2:

- Koliko litijevega klorida (LiCl) morate zatehtati, da lahko pripravite 250 mL 0,03 % vodne raztopine LiCl ? Na kakšen način pripravimo tako raztopino v laboratoriju?
- Kako bi pripravil 15-kratno redčitev te mešanice? Končna prostornina razredčene raztopine naj bo 750 mL.

2.4.3 Rezultati in komentarji

Prostor za račune in komentarje:

Primer 1:

Prostor za račune in komentarje:

Primer 2:

2.5 VAJA: PRIPRAVA PROCENTNE RAZTOPINE NaCl

2.5.1 Namen vaje

Namen vaje je pripraviti 0,5 % vodno raztopino natrijevega klorida (NaCl).

2.5.2 Material in kemikalije

- analizna tehtnica
- merilna bučka (50 ali 100 mL)
- kapalka
- tehtič
- NaCl
- destilirana voda

2.5.3 Izvedba

Izračunajte maso natrijevega klorida (NaCl), ki jo potrebujete za pripravo 50 oziroma 100 mL vodne raztopine NaCl z masnim deležem 0,5 %.

Na analizni tehtnici zatehtajte ustrezno maso NaCl, jo kvantitativno prenesite v 50 ali 100 mL merilno bučko. Pazite, da prenesete ustrezno maso NaCl v bučko ustrezne prostornine. Dodajte destilirano vodo do približno dve tretjini celotne prostornine bučke. Raztopino dobro premešajte tako, da bučko nekaj časa stresate v rokah, pri tem pa dobro držite pokrovček, da se vam raztopina ne polije. Ko je NaCl raztopljen, dolijte destilirano vodo do oznake na bučki. Raztopino dobro premešajte. Redčite jo za faktor 15. Končni volumen razredčene raztopine naj bo 100 mL. Po končani vaji pomijte uporabljen material in pospravite za seboj v skladu z navodili učiteljev.

2.5.4 Rezultati in komentarji

Prostor za račune in komentarje:

3 OGLJIKOVI HIDRATI

3.1 UVOD

Vsakodnevno uživamo živila, ki so sestavljena iz ogljikovih hidratov. Če se prehranjujemo v skladu z uveljavljenimi smernicami zdravega prehranjevanja, potem ogljikovi hidrati zajemajo največji delež v prehranski piramidi (slika 10), se pravi od vseh živil jih dnevno zaužijemo v največjem deležu. Ogljikovi hidrati so ene izmed osnovnih snovi, ki gradijo vsa živa bitja. Delimo jih v naslednje skupine spojin: monosaharide, oligosaharide in polisaharide. Oligosaharidi in polisaharidi se med seboj ločijo glede na število monosaharidnih enot, ki jih gradijo. Oligosaharidi so sestavljeni iz 2 do 10, polisaharidi pa od 10 do nekaj tisoč monosaharidnih enot (Boyer, 2002).



Slika 10: Prehranska piramida

Vir: <http://5nadan.mercator.si/piramida.jpg>

Za razumevanje vaj iz poglavja ogljikovih hidratov je potrebno, da se na kratko поближе seznanite z osnovnimi pojmi. Vaje iz ogljikovih hidratov se nanašajo na poglavje Ogljikovi hidrati v učbeniku Osnove živilske kemije.

Kaj mislite, katere vloge imajo ogljikovi hidrati v organizmih? Zakaj jih nujno potrebujemo? Zapišite svoje ugotovitve:

3.2 MONOSAHARIDI

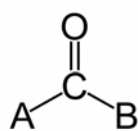
Monosaharidi ali preprosti sladkorji so derivati aldehydov ali ketonov, ki vsebujejo najmanj tri ogljikove atome. V organizmu jih je izredno malo, razen glukoze. Monosaharidi se sintetizirajo iz še preprostejših komponent v procesu glukoneogeneze (tedaj glukoza nastaja iz še preprostejših ogljikovih hidratov). Lahko pa so monosaharidi produkti v enem najpomembnejših izmed procesov na Zemlji - fotosintezi, procesu, ki se odvija v rastlinah. Monosaharide zapišemo z empirično formulo $C_nH_{2n}O_n$. Za večino monosaharidov, ki so v naravi, je n od 3 do 7. Poimenujemo jih s trivialnimi imeni, redko tudi po IUPAC (Voet in Voet, 1995, str. 251). Monosaharidi imajo eno samo karbonilno skupino (aldehidno - ali keto - skupino) ter več hidroksilnih skupin, ki so večinoma na vsakem ogljikovem atomu, razen na tistem, ki je del karbonilne skupine (aldehid ali keton) (slika 12) (Voet in Voet, 1995, str. 251).

Ogljikove hidrate razdelimo v več skupin. Glede na naravo karbonilne skupine (slika 11a) ločimo: **aldoze** (ogljikov hidrat, kjer je karbonilna skupina aldehid) (slika 11b) in **ketoze** (ogljikov hidrat, kjer je karbonilna skupina s keton) (slika 11c). Pri aldolah je oštevilčenje verige takšno, da ima karbonilni ogljikov atom številko 1, pri ketozah pa ima ogljikov atom karbonilne skupine številko 2 (slika 12). Glede na število ogljikovih atomov pa ločimo (slika 12): trioze (3 C – atomi), tetioze (4 C – atomi), pentoze (5 C – atomov), heksoze (6 C – atomov), in heptoze (7 C – atomov) (Voet in Voet, 1995, str. 251 - 252). Najpomembnejši monosaharidi v naravi iz skupine pentoz in heksoz s stališča človeka so D-riboza, D-glukoza in D-fruktoza (slika 13).

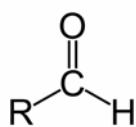
Se še spomnite, kaj je karbonilna, kaj aldehidna in kaj keto skupina?

*V organski kemiji je **karbonilna skupina** funkcionalna skupina, zgrajena iz atoma ogljika, ki je z dvojno vezjo povezan s kisikom (slika 11a).*

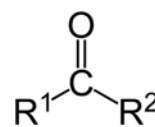
- **Aldehidna skupina** je karbonilna skupina, ki jo gradi atom ogljika, ki je z dvojno vezjo povezan na atom kisika in z enojnima vezema na atom vodika in na radikal (slika 11b).*
- **Keto skupina** je karbonilna skupina, ki jo gradi atom ogljika, ki je z dvojno vezjo povezan na atom kisika in z enojnima vezema na dva radikala (slika 11c).*



(a)

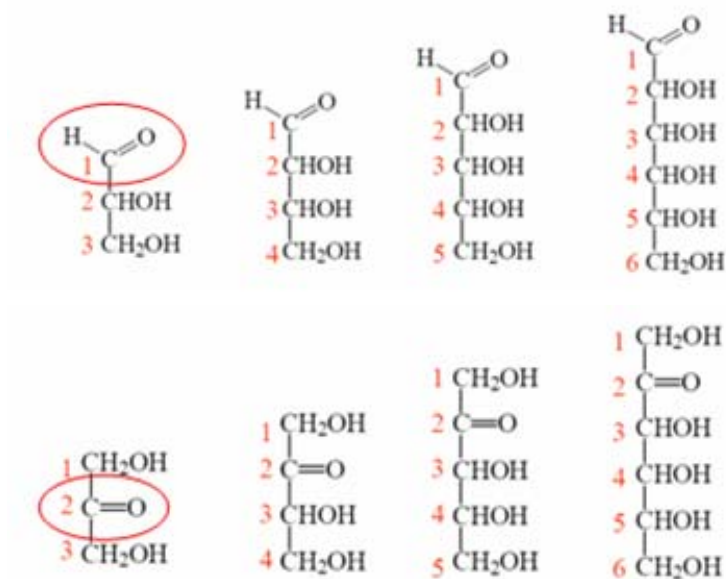


(b)

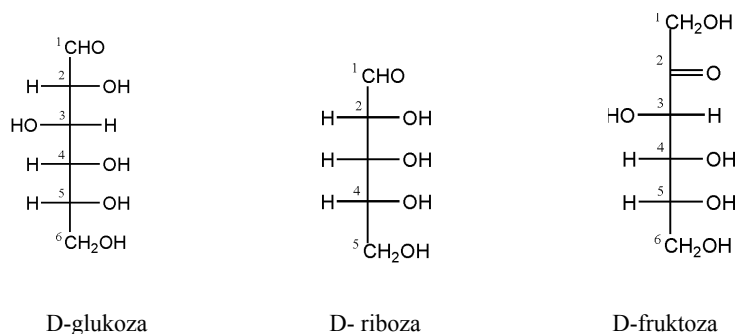


(c)

Slika 11: Strukturna formula za funkcionalne skupine: (a) karbonilna (b) aldehidna in (c) keto skupina (C – atom ogljika, O – atom kisika, H – atom vodika, R – radikal, A in B – radikal ali atom vodika)



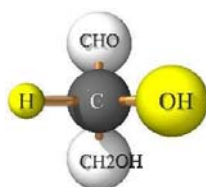
Slika 12: Aldoze (zgoranja vrsta) in ketoze (spodnja vrsta); triozi, tetrazi, pentozi in heksozi (od leve proti desni)



Slika 13: Najpomembnejši monosaharidi v naravi v Fischerjevi projekciji: D-glukoza, D-riboza in D-fruktoza

Monosaharidi so brezbarvne kristalinične spojine sladkega okusa, ki so dobro topne v vodi, slabo topne v alkoholih in netopne v nepolarnih topilih (benzen, triklorometan, dietiler, ...). Vodne raztopine monosaharidov reagirajo nevtrarno. Monosaharidi ob dodatku koncentrirane žveplove (VI) kisline pooglenijo (Klofutar s sod., 1998, str. 268).

Za ogljikove hidrate lahko rečemo, da so večvalentni alkoholi, ki imajo v molekuli vsaj eno alkoholno ali vsaj eno keto skupino. So optično aktivne spojine, ki imajo vsaj en kiralni center (najpogosteje jih imajo več), zato sučejo ravnino linearno polarizirane svetlobe za določen kot, desno ali levo. Kiralni center pa je ogljikov atom, ki ima vezane štiri različne »skupine« (slika 14) (Klofutar s sod., 1998, str. 275).



Slika 14: Shematski prikaz monosaharida glicerinaldehida; sredinski ogljikov atom je kiralni center

Optično aktivnost molekule lahko ponazorimo z dvema podatkoma (Klofutar s sod., 1998, str. 275):

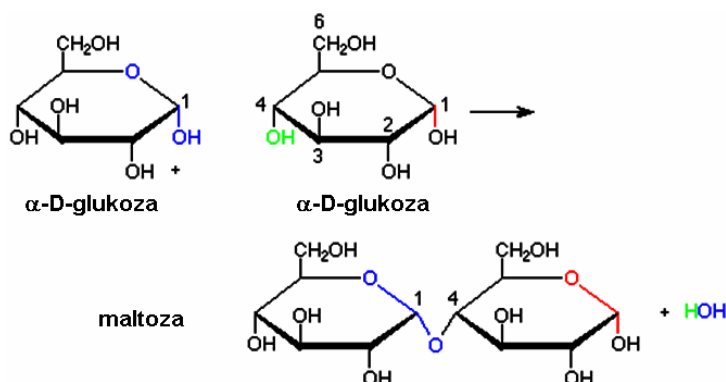
- **s specifično rotacijo:** Če se ravnina linearno polarizirane svetlobe suče v desno, označimo spojino s (+), če pa v levo pa z (-);
- **z navedbo konfiguracije:** Za prostorsko razporeditev skupin, vezanih na ogljikov atom, se uporablja sistem R, S. Pri označevanju aminokislin in ogljikovih hidratov pa sistem L, D. Če je hidroksilna skupina (-OH) v kiralnem centru spojine na desni strani, označimo spojino z D, če na levi strani pa z L. **Monosaharidi so v naravi večinoma prisotni v obliki D, aminokislina pa v obliki L.**

Kaj mislite, kakšna je vloga monosaharidov v organizmih? Zapišite svoje ugotovitve:

Kaj mislite, kaj bi se zgodilo, če bi v naše telo vnašali sladkorje v L obliki in ne v D obliki, kot to poteka že milijarde let? V pomoč vam je lahko poglavje Encimi v učbeniku Osnove živilske kemije.

3.3 OLIGOSAHARIDI

Oligosaharidi so ogljikovi hidrati sestavljeni iz **2 do 10 monosaharidnih enot**. V naravi se nahajajo kot produkt razgradnje polisaharidov. Glede na število monosaharidnih enot, ki jih sestavljajo, se imenujejo disaharidi (dve enoti), trisaharidi (tri enote), tetrasaharidi (štiri enote) itd. V molekuli oligosaharida so monosaharidne enote med seboj povezane z **O-glikozidno vezjo** (slika 15) (Boyer 2002, str. 189). Glede na sestavo oligosaharidov, jih delimo na homooligosaharide, ki so sestavljeni iz enakih monosaharidnih enot (na primer maltoza) in heterooligosaharide, ki so sestavljeni iz različnih monosaharidnih enot (na primer saharoza). Najpomembnejši disaharidi v naravi z vidika človeka so: maltoza (sestavljata jo 2 enoti D-glukoze), laktoza (sestavljata jo enoti D-galaktoze in D-glukoze) ter saharoza (sestavljata jo enoti D-glukoze in D-fruktoze). V naravi pa najdemo tudi druge oligosaharide, na primer izomaltozo, celobiozo, trehalozo (Boyer, 2002, str. 190 - 193). Več o oligosaharidih si lahko preberete v učbeniku Osnove živilske kemije (str. 36-38).



Slika 15: Prikaz nastanka glikozidne vezi med glukoznima enotama v disaharidu maltozi
Vir: <http://chemistry2.csudh.edu/rpendarvis/maltbiosyn.GIF>

3.4 POLISAHARIDI

Polisaharidi so ogljikovi hidrati, sestavljeni iz velikega števila monosaharidnih gradbenih enot (10 do 12000). Glede na njihovo zgradbo jih delimo na homopolisaharide, ki so sestavljeni iz enakih enot monosaharidov (npr. škrob, ki je iz samih molekul glukoze) in heteropolisaharide, ki so sestavljeni iz različnih enot monosaharidov (npr. keratan sulfat, ki je sestavljen iz molekul D-galaktoze in molekul N-acetil-D-glukozamin-6-sulfata). Glede na vlogo, ki jo imajo v organizmih, pa delimo polisaharide na: rezervne (škrob, glikogen), strukturne polisaharide (celuloza, hitin) in ostale. Najpomembnejši polisaharidi z vidika človeka so: škrob, glikogen, celuloza in hitin (Boyer, 2002, str. 192-193).

3.5 ZNAČILNE KEMIJSKE REAKCIJE OGLJIKOVIH HIDRATOV

V kemiji, pa naj bo to anorganska, organska kemija ali pa biokemija, struktura spojine vedno definira njene fizikalne in kemijske lastnosti oziroma v kakšne kemijske reakcije lahko določena spojina vstopa. Pojem »ogljikov hidrat« v dobesednem pomenu besede pomeni »hidriran ogljik«. Ker so v molekulah monosaharidov oziroma ogljikovih hidratov prisotne alkoholne in karbonilne skupine (glej 3.2., slika 11), pri monosaharidih potekajo vse reakcije, ki so značilne tako za alkohole kot za aldehide in ketone. To so: oksidacije, redukcije, nastanek etrov in estrov pri alkoholih ter oksidacije, redukcije, adicije, eliminacije in ostale reakcije aldehidov in ketonov (Boyer, 2002, str. 186 -190).

Za ogljikove hidrate je značilno, da jih v specifičnih reakcijah lahko določimo glede na spremembo barve reakcijske mešanice. Pri vajah boste spoznali različne preizkuse za določanje različnih ogljikovih hidratov. Za vsako vajo boste imeli na voljo vzorce raztopin monosaharidov, disaharidov in polisaharidov: glukozo, fruktozo, laktozo, arabinozo, saharozo, škrobovico ter neznani vzorec. Ta je lahko eden od že naštetih vzorcev sladkorja ali celo vzorec živila. Rezultate vsake vaje vpišite v podpoglavje Rezultati in komentarji. Na koncu vseh vaj izpolnite še razpredelnico 11, kjer boste povzeli vaše ugotovitve. Med izvedbo

vaj pazite, da ne zamešate vzorcev in kapalk, s katerimi dodajate posamezne ogljikove hidrate!

Cilji spodaj opisanih vaj oziroma preizkusov so, da se študent:

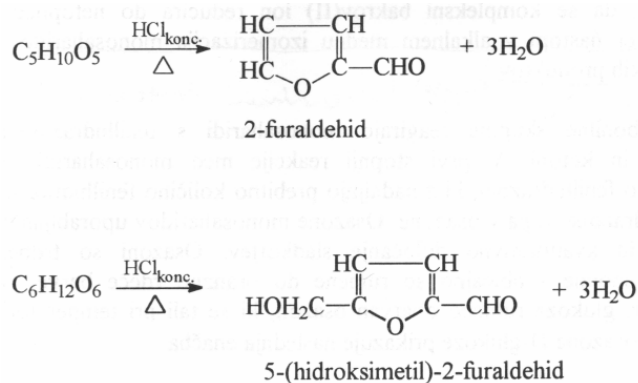
1. seznanj z najbolj pogostimi ogljikovimi hidrati,
2. nauči pomembne razlike v kemični zgradbi ogljikovih hidratov,
3. nauči možnosti za razlikovanje ogljikovih hidratov v živilih,

Poleg tega pa se med vajami študent uči samostojnega dela v kemijskem laboratoriju in kritičnega pristopa pri interpretiranju rezultatov.

3.5.1 Bialov preizkus

3.5.1.1 Uvod

Mnoge značilne barvne reakcije ogljikovih hidratov so osnovane na predhodni hidrolizi in dehidraciji nastalega monosaharida z močnimi kislinami, npr. s klorovodikovo (HCl), žveplovo ali fosforjevo kislino v 2-furaldehid (furfural) oziroma v 5-(hidroksimetil)-2-furaldehid (hidroksimetilfurfural) (slika 16). Pentoze dehidrirajo v furfural, heksoze pa v hidroksimetilfurfural (Klofutar s sod., 1998, str. 269). Furfural, ki nastane z dehidracijo pentoz, se kondenzira z orcinolom (3,5-dihidroksi toluen), kar opazimo kot modro zeleno obarvano raztopino. Hidroksifurfural, ki nastane z dehidracijo heksoz, pa tvori rumeno do rjavo obarvan kondenzacijski produkt.



Slika 16: Dehidracija pentoze v furfural (zgoraj) in heksoze v hidroksimetilfurfural (spodaj)

3.5.1.2 Namen vaje

Namen vaje je, da ugotovite, ali so spodaj naštetih vzorcev ogljikovih hidratov pentoze ali heksoze.

3.5.1.3 Material in kemikalije

- vodna kopel
- epruvete
- plastične in steklene kapalke

- stojalo za epruvete
- vzorci (koncentracija 1 %):
 - glukoza
 - fruktoza
 - laktoza
 - arabinoza
 - saharoza
 - škrobovica
 - neznani vzorec
- orcinol (3,5-dihidroksi toluen)
- HCl
- FeCl₃

3.5.1.4 Izvedba

Priprava Bialovega reagenta: 1,5 g orcinola raztopite v 500 mL HCl (w = 30 %) in dodajte 30 kapljic 10 % raztopine FeCl₃. (Reagent je že pripravljen).

Ustrezno označite epruvete in dajte vanje po 1 mL *Bialovega reagenta*. Dodajte zaporedoma po 2-3 kapljice 1 % raztopine posameznega vzorca sladkorja. Za dodajanje posameznega vzorca uporabite svežo kapalko. Epruvete postavite v vrelo vodno kopel ter jih segrevajte. Takoj, ko v posamezni epruveti opazite spremembo barve, jo prestavite na stojalo. Preostale epruvete pustite v vreli vodni kopeli največ 3 minute. Barvo reakcijske mešanice vpišite v razpredelnico 6. Po končani vaji pomijte uporabljen material in pospravite za seboj v skladu z navodili učiteljev.

3.5.1.5 Rezultati in komentarji

Tabela 6: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Bialovim reagentom

Vzorec ogljikovega hidrata	ugotovitve	pentoza ali heksoza ?
glukoza		
fruktoza		
laktoza		
arabinoza		
saharoza		
škrobovica		
neznani vzorec		

Komentarji:

3.5.2 Seliwanoffov preizkus

3.5.2.1 Uvod

Ta preizkus je zelo podoben Bialovemu preizkusu (3.5.1.). Uporablja se ga za razlikovanje med **keto**zami in **aldo**zami. Seliwanoffov reagent je raztopina resorcinola in HCl. Ko segrevamo raztopino vzorca ogljikovega hidrata, HCl in resorcinola, se ketoze hitreje dehidrirajo (v 1 – 2 minutah) kot aldoze (več kot 2 minuti). Dehidrirana ketoza (furfural ali hidroksimetilfurfural) nato reagira z resorcinolom, kar vidimo kot rdeče obarvano raztopino. Aldoze reagirajo šibkeje, zato opazimo svetlo roza obarvano raztopino.

Disaharidi, ki vsebujejo fruktozo (npr. saharoza), reagirajo oziroma se obarvajo delno – barva je nekje vmes med reakcijo fruktoze in reakcijo ene izmed aldoz. Koncentrirana HCl namreč hidrolizira saharozo in nastaneta 2 monosaharidni enoti – glukoza (aldoza) in fruktoza (ketoza). Ker je fruktoza ketoza, se raztopina obarva, vendar zaradi prisotnosti glukoze ne tako intenzivno, kot če bi bila prisotna samo fruktoza.

3.5.2.2 Namen vaje

Namen vaje je, da ugotovite, ali so spodaj naštetih vzorci ogljikovih hidratov aldoze ali ketoze.

3.5.2.3 Material in kemikalije

- vodna kopel
- epruvete
- plastične in steklene kapalke
- stojalo za epruvete
- vzorci (koncentracija 1 %):
 - glukoza

- fruktoza
- laktoza
- arabinoza
- saharoza
- škrobovica
- neznani vzorec
- resorcinol
- HCl
- destilirana voda

3.5.2.4 Izvedba

Priprava Seliwanoffega reagenta: 0,05 g resorcinola (1,3-dihidroksibenzen) raztopite v 100 mL HCl, ki ste jo predhodno razredčili z vodo (v:v = 1:2). (Reagent je že pripravljen).

Ustrezno označite epruvete in dajte vanje po 10 kapljic 1 % raztopine posameznega ogljikovega hidrata. Nato dodajte zaporedoma po 15 kapljic destilirane vode ter zatem še 2 mL *Seliwanoffvega reagenta*. Epruvete postavite v vrelo vodno kopel za 2,5 minuti, nato jih prestavite na stojalo. Opazujte barve raztopin in zabeležite vaše ugotovitve v razpredelnico 7. Po končani vaji pomijte uporabljen material in pospravite za seboj v skladu z navodili učiteljev.

3.5.2.5 Rezultati in komentarji

Tabela 7: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Seliwanoffovim reagentom

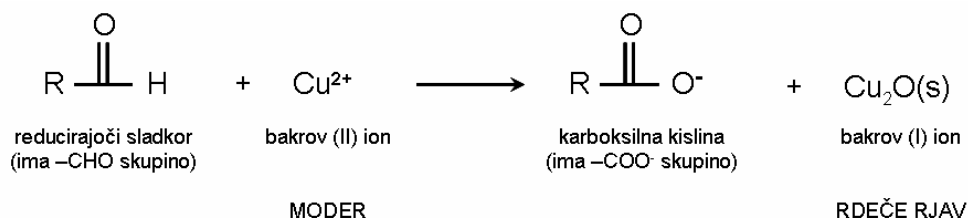
Vzorec ogljikovega hidrata	ugotovitve	aldoza ali ketoza ?
glukoza		
fruktoza		
laktoza		
arabinoza		
saharoza		
škrobovica		
neznani vzorec		

Komentarji:

3.5.3 Benedictov preizkus

3.5.3.1 Uvod

Ogljikovi hidrati, ki vsebujejo aldehydno ali hidroksimetil keto skupino, se lahko oksidirajo z nekaterimi kovinskimi ioni in jih klasificiramo kot reducirajoče sladkorje. Drugače rečeno, reducirajo nekatere kovinske ione do kovin ali do kovinskih ionov z nižjo oksidacijsko stopnjo, na primer bakrov II ion (Cu(II)) v bakrov I ion (Cu(I)) (slika 17). Slednji je netopen, tvori se rdeči precipitat. Zato raztopino z reducirajočim sladkorjem vidimo po dodatku Benedictovega reagenta, ki vsebuje bakrov ion, rdečkasto rjavo.



Slika 17: Oksidacija reducirajočega sladkorja v kislino. Pri tem se oksidacijska stopnja sladkorja zmanjša, kar vidimo v spremembi barve raztopine.

Ali ste vedeli, da osnova preskusa alkoholiziranosti voznikov, temelji na zgoraj opisani reakciji? Alkohol, ki se nahaja v izdihanem zraku alkoholiziranega voznika, reagira s kovinskim ionom, ki spremeni oksidacijsko stopnjo, to pa se pokaže s spremembo barve. Glede na stopnjo spremembe barve pa se izračuna količina alkohola v krvi.

3.5.3.2 Namen vaje

Namen vaje je, da ugotovite, ali so spodaj naštetih vzorci sladkorjev reducirajoči. Ugotovite torej, ali ima posamezen ogljikov hidrat prosto (oziroma potencialno prosto) aldehidno ali keto skupino.

3.5.3.3 Material in kemikalije

- vodna kopel
- epruvete
- steklene ali plastične kapalke
- stojalo za epruvete
- vzorci (koncentracija 1 %):
 - glukoza
 - fruktoza
 - laktoza
 - arabinoza
 - saharoza
 - škrobovica
 - neznani vzorec
- Na-citrat
- Na₂CO₃
- destilirana voda
- CuSO₄

3.5.3.4 Izvedba

Priprava Benedictovega reagenta: 173 g natrijevega citrata in 100 g brezvodnega natrijevega karbonata (Na₂CO₃) raztopite v približno 600 mL destilirane vode. Segrevajte, da se sol raztopi, in filtrirajte po potrebi. Raztopite 17,3 g CuSO₄ v 150 mL vode in pripravljeno raztopino med mešanjem dodajte k zgornji raztopini. Dodajte vodo do 1000 mL. (Reagent je že pripravljen).

Ustrezno označite epruvete in dajte vanje po 2 mL *Benedictovega reagenta*. Dodajte po 0,5 mL 1 % raztopine posameznega vzorca ogljikovega hidrata. Pazite, da ne zamešate vzorcev! Epruvete rahlo potresite, da se raztopina premeša ter jih segrevajte v vreli vodni kopeli **TOČNO** 5 minut. Nato raztopino ohladite. Opazujte spremembo barve raztopin. Pozitivni preizkus spoznate po tem, da nastane rumeno-oranžna do rdeča oborina, Cu₂O. Če se barva reakcijske mešanice ne spremeni, potem ogljikov hidrat ni reducirajoč. Barvo reakcijske mešanice (odvisna je od koncentracije ogljikovega hidrata) vpišite v razpredelnico 8. Po končani vaji pomijte uporabljen material in pospravite za seboj glede na navodila učiteljev.

3.5.3.5 Rezultati in komentarji

Tabela 8: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Benedictovim reagentom

Vzorec ogljikovega hidrata	ugotovitve	reducirajoči ali nereducirajoči ?
glukoza		
fruktoza		
laktoza		
arabinoza		
saharoza		
škrobovica		
neznani vzorec		

Komentarji:

3.5.4 Barfoedov preizkus

3.5.4.1 Uvod

S tem preizkusom lahko razlikujemo monosaharide od disaharidov in polisaharidov. Ko se vrednost pH v reakciji zniža in skrajšamo inkubacijski čas, lahko samo monosaharidi reagirajo dovolj hitro, da reducirajo bakrove ione. Ta preizkus je zelo podoben Benedictovemu, le da je vrednost pH (približno 4,5) v tej reakciji nižja, čas segrevanja pa je samo 2 minuti. Če segrevate dalj kot 2 minuti, potem bo verjetno prišlo do hidrolize glikozidne vezi, kar bo posledično vodilo v razpad disaharidov v monosaharide.

Ali morda veste, koliko znaša vrednost pH želodčnega soka? Zakaj je temu tako? Kako je stena želodca zaščitena pred takšno vrednostjo pH? Zapišite svoje ugotovitve:

3.5.4.2 Namen vaje

Namen vaje je, da ugotovite, ali so spodaj naštetih vzorci ogljikovih hidratov monosaharidi.

3.5.4.3 Material in kemikalije

- vodna kopel
- epruvete
- steklene ali plastične kapalke
- stojalo za epruvete
- vzorci (koncentracija 1 %):
 - glukoza
 - fruktoza
 - laktoza
 - arabinoza
 - saharoza
 - škrobovica
 - neznani vzorec
- Cu-acetat
- mlečna kislina (8,5 %)
- destilirana voda

3.5.4.4 Izvedba

Priprava Barfoedovega reagenta: Raztopite 24 g Cu-acetata v 450 mL vrele vode. Takoj dodajte 25 mL 8,5 % raztopine mlečne kisline. Dobro premešajte, počakajte, da se raztopina shladi in ji dodajte vodo do 500 mL. (Reagent je že pripravljen).

Ustrezno označite epruvete in dajte vanje po 2 mL *Barfoedovega reagenta*. Dodajte po 1 mL 1% raztopine posameznega vzorca ogljikovega hidrata. Epruvete postavite v vrelo vodno kopel ter jo segrevajte 1 minuto. **Zapišite si rezultat (spremembo barve) po 2 minutah.** Vzemite epruvete iz vodne kopeli ter pustite, da se ohladijo. Rdečkasto rjava barva pomeni, da je vzorec monosaharid. Vzorec, kjer se barva ne spremeni oziroma se samo rahlo obarva, pa je disaharid ali polisaharid. Svoje ugotovitve vpišite v razpredelnico 9.

3.5.4.5 Rezultati in komentarji

Tabela 9: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Barfoedovim reagentom

Vzorec ogljikovega hidrata	ugotovitve	monosaharid ali disaharid ?
glukoza		
fruktoza		
laktoza		
arabinoza		
saharoza		
škrobovica		
neznani vzorec		

Komentarji:

3.5.5 Jodov test

3.5.5.1 Uvod

Barvanje ogljikovih hidratov z jodovico (KJ/J_2 - jod, raztopljen v vodni raztopini kalijevega jodida) nam razkrije prisotnost ali odsotnost škroba v vzorcih z ogljikovimi hidrati. Na ta način lahko ločimo škrob od ostalih polisaharidov, disaharidov in monosaharidov. Če škrobu primešamo jod, nastanejo poli-jodidne verige. Amiloza ali »ravni« del škroba tvori vijačnico. Tam se molekule joda združijo, kar vidimo kot modro-vijolično do črno barvo. Amilopektin, ali »razvejani« del škroba tvori precej krajše verige vijačnic, zato se molekule joda tam ne morejo združevati, kar vidimo kot oranžno-rumeno do rjavo obarvanost reakcijske mešanice. Če škrob hidroliziramo na manjše enote, modro-vijolična do črna barva izgine. Zato lahko ta test uporabljamo tudi za določanje ali je morebitna hidroliza škroba končana. V tem primeru se namreč značilno temna barva ne pojavi več.

Ostali ogljikovi hidrati, ki nimajo zvite (helikalne) strukture, ne reagirajo z jodom, oziroma precej manj intenzivno (negativni test na škrob). Glikogen, polisaharid v živalih živalskega izvora, se po strukturi rahlo razlikuje od škroba (ne vsebuje amiloze), zato reagira samo delno pozitivno – pojavi se rjava, manj intenzivna barva.

3.5.5.2 Namen vaje

Namen vaje je, da ugotovite, kateri od spodaj naštetih vzorcev ogljikovih hidratov vsebuje škrob.

3.5.5.3 Material in kemikalije

- vodna kopel
- epruvete
- steklene ali plastične kapalke
- stojalo za epruvete
- vzorci (koncentracija 1 %):
 - glukoza
 - fruktoza
 - laktoza
 - arabinoza
 - saharoza
 - škrobovica
 - neznani vzorec
- KJ (kalijev jodid)
- jod

3.5.3.4 Izvedba

Priprava jodovice: 2 % vodni raztopini KJ dodajte nekaj kristalov joda, da postane barva raztopine močno rumena. (Reagent je že pripravljen).

V epruveto dodajte 1 mL 1 % raztopine ogljikovih hidratov ter dodajte še 1-3 kapljice jodovice. Epruvete pustite na sobni temperaturi. Rezultat (spremembo barve) zabeležite v razpredelnico 10. Po končani vaji pomijte uporabljen material in pospravite za seboj glede na navodila učiteljev.

3.5.3.5 Rezultati in komentarji

Tabela 10: Reakcije različnih vrst ogljikovih hidratov z jodovico

Vzorec ogljikovega hidrata	ugotovitve	preprost ali sestavljen ?
glukoza		
fruktoza		
laktoza		
arabinoza		
saharoza		
škrobovica		
neznani vzorec		

3.5.6 Povzetek

Po zaključku vseh preizkusov, strnite svoje ugotovitve v razpredelnico 11. Odgovorite tudi na vprašanja v odseku Komentarji in mnenja na naslednji strani.

Tabela 11: Povzetek reakcij različnih vrst ogljikovih hidratov z Benedictovim, Bialovim, Seliwanoffovim in Barfoedovim reagentom ter jodovico

Vzorec ogljikovega hidrata	pentoza ali heksoza?	aldoza ali ketoza ?	reducirajoč ali nereducirajoč ?	mohosaharid ali disaharid ?	preprost ali sestavljen ?
glukoza					
fruktoza					
laktoza					
arabinoza					
saharoza					
škrobovica					
neznani vzorec					

Komentarji:

Komentarji in mnenja:

1. Kaj bi se zgodilo, če epruvet z reagenčnimi mešanici ne bi segrevali?

2. Kakšne zaključke so naredili ostali študenti na vajah? Ali je prišlo do odstopanj z vašimi opažanji? Kako lahko to razložite?

Komentarji - ostalo:

IKT* nasvet:

Na spletu lahko najdete veliko informacij o opisanih preizkusih za določanje posameznih vzorcev ogljikovih hidratov. Najbolj uporaben brskalnik v ta namen je Google (splošne definicije, kemijske formule reakcij, protokoli za izvedbo poskusov, tudi posnetki poskusov, itd.). Če hočete poiskati literaturo s tega področja, pa lahko uporabite med drugim brskalnike:

Google scholar,

Ingenta Select,

JSTOR,

nature.com ,

SAGE Journals Online

ScienceDirect ,

SpringerLink ,

Wiley Interscience idr.

** IKT – informacijsko komunikacijska tehnologija*

4 LITERATURA

- Bukovec, N., et al. *Kemija za gimnazije 2*. 2. izd. Ljubljana: DZS, 2006.
- Boyer, R. *Temelji biokemije*. 1. izd. Ljubljana: Študentska založba, 2005.
- Klofutar, C., et al. *Laboratorijske vaje iz kemije*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 1998.
- Lazarini, F., in Brenčič, J. *Splošna in anorganska kemija*. 1. izd. Ljubljana: DZS, 1992.
- Voet, D., in Voet, J. *Biochemistry*. 2. izd. New York: Wiley, 1995.

PRILOGE

Priloga 1: »R« in »S« stavki

Oznaka	Stavek
	STANDARDNA OPOZORILA »R« (STAVKI »R«)
R1	Eksplzivno v suhem stanju.
R2	Nevarnost eksplozije ob udarcu, trenju, požaru ali drugih virih vžiga.
R3	Velika nevarnost eksplozije ob udarcu, trenju, požaru ali drugih virih vžiga.
R4	Tvori zelo občutljive eksplozivne kovinske spojine.
R5	Segrevanje lahko povzroči eksplozijo.
R6	Eksplzivno na zraku ali brez zraka.
R7	Lahko povzroči požar.
R8	V stiku z vnetljivim materialom lahko povzroči požar.
R9	Eksplzivno v mešanici z vnetljivim materialom.
R10	Vnetljivo.
R11	Lahko vnetljivo.
R12	Zelo lahko vnetljivo.
R14	Burno reagira z vodo.
R15	V stiku z vodo se sproščajo zelo lahko vnetljivi plini.
R16	Eksplzivno v mešanici z oksidativnimi snovmi.
R17	Samovnetljivo na zraku.
R18	Pri uporabi lahko tvori vnetljivo/eksplzivno zmes hlapi-zrak.
R19	Lahko tvori eksplozivne peroksidge.
R20	Zdravju škodljivo pri vdihavanju.
R21	Zdravju škodljivo v stiku s kožo.
R22	Zdravju škodljivo pri zaužitju.
R23	Strupeno pri vdihavanju.
R24	Strupeno v stiku s kožo.
R25	Strupeno pri zaužitju.
R26	Zelo strupeno pri vdihavanju.
R27	Zelo strupeno v stiku s kožo.
R28	Zelo strupeno pri zaužitju.
R29	V stiku z vodo se sprošča strupen plin.
R30	Med uporabo utegne postati lahko vnetljivo.
R31	V stiku s kislinami se sprošča strupen plin.
R32	V stiku s kislinami se sprošča zelo strupen plin.
R33	Nevarnost za zdravje zaradi kopičenja v organizmu.
R34	Povzroča opekline.
R35	Povzroča hude opekline.
R36	Draži oči.
R37	Draži dihala.
R38	Draži kožo.
R39	Nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja.
R40	Možna nevarnost trajnih okvar zdravja.
R41	Nevarnost hudih poškodb oči.
R42	Vdihavanje lahko povzroči preobčutljivost.
R43	Stik s kožo lahko povzroči preobčutljivost.
R44	Nevarnost eksplozije ob segrevanju v zaprtem prostoru.
R45	Lahko povzroči raka.
R46	Lahko povzroči dedne genske okvare.
R48	Nevarnost hudih okvar zdravja pri dolgotrajnejši izpostavljenosti.
R49	Pri vdihavanju lahko povzroči raka.
R50	Zelo strupeno za vodne organizme.
R51	Strupeno za vodne organizme.

R52	Škodljivo za vodne organizme.
R53	Lahko povzroči dolgotrajne škodljive učinke na vodno okolje.
R54	Strupeno za rastline.
R55	Strupeno za živali.
R56	Strupeno za organizme v zemlji.
R57	Strupeno za čebele.
R58	Lahko povzroči dolgotrajne škodljive učinke na okolje.
R59	Nevarno za ozonski plašč.
R60	Lahko škoduje plodnosti.
R61	Lahko škoduje nerojenemu otroku.
R62	Možna nevarnost oslabitve plodnosti.
R63	Možna nevarnost škodovanja nerojenemu otroku.
R64	Lahko škoduje zdravju dojenčka preko materinega mleka.
R65	Zdravju škodljivo: pri zaužitju lahko povzroči poškodbo pljuč.
R66	Ponavljajoča izpostavljenost lahko povzroči nastanek suhe ali razpokane kože.
R67	Hlapi lahko povzročijo zaspanost in omotico.
STANDARDNA SESTAVLJENA OPOZORILA (SESTAVLJENI STAVKI »R«)	
R14/15	Burno reagira z vodo, pri čemer se sprošča zelo lahko vnetljiv plin.
R15/29	V stiku z vodo se sprošča strupen, zelo lahko vnetljiv plin.
R20/21	Zdravju škodljivo pri vdihavanju in v stiku s kožo.
R20/22	Zdravju škodljivo pri vdihavanju in pri zaužitju.
R20/21/22	Zdravju škodljivo pri vdihavanju, v stiku s kožo in pri zaužitju.
R21/22	Zdravju škodljivo v stiku s kožo in pri zaužitju.
R23/24	Strupeno pri vdihavanju in v stiku s kožo.
R23/25	Strupeno pri vdihavanju in pri zaužitju.
R23/24/25	Strupeno pri vdihavanju, v stiku s kožo in pri zaužitju.
R24/25	Strupeno v stiku s kožo in pri zaužitju.
R26/27	Zelo strupeno pri vdihavanju in v stiku s kožo.
R26/28	Zelo strupeno pri vdihavanju in pri zaužitju.
R26/27/28	Zelo strupeno pri vdihavanju, v stiku s kožo in pri zaužitju.
R27/28	Zelo strupeno v stiku s kožo in pri zaužitju.
R36/37	Draži oči in dihala.
R36/38	Draži oči in kožo.
R36/37/38	Draži oči, dihala in kožo.
R37/38	Draži dihala in kožo.
R39/23	Strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri vdihavanju.
R39/24	Strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja v stiku s kožo.
R39/25	Strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri zaužitju.
R39/23/24	Strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri vdihavanju in v stiku s kožo.
R39/23/25	Strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri vdihavanju in pri zaužitju.
R39/24/25	Strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja v stiku s kožo in pri zaužitju.
R39/23/24/25	Strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri vdihavanju, v stiku s kožo in pri zaužitju.
R39/26	Zelo strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri vdihavanju.
R39/27	Zelo strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja v stiku s kožo.
R39/28	Zelo strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri zaužitju.
R39/26/27	Zelo strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri vdihavanju in v stiku s kožo.
R39/26/28	Zelo strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri vdihavanju in pri zaužitju.
R39/27/28	Zelo strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja v stiku s kožo in pri zaužitju.
R39/26/27/28	Zelo strupeno: nevarnost zelo hudih trajnih okvar zdravja pri vdihavanju, v stiku s kožo in pri zaužitju.
R40/20	Zdravju škodljivo: možna nevarnost trajnih okvar zdravja pri vdihavanju.
R40/21	Zdravju škodljivo: možna nevarnost trajnih okvar zdravja v stiku s kožo.
R40/22	Zdravju škodljivo: možna nevarnost trajnih okvar zdravja pri zaužitju.
R40/20/21	Zdravju škodljivo: možna nevarnost trajnih okvar zdravja pri vdihavanju in v stiku s kožo.
R40/20/22	Zdravju škodljivo: možna nevarnost trajnih okvar zdravja pri vdihavanju in pri zaužitju.
R40/21/22	Zdravju škodljivo: možna nevarnost trajnih okvar zdravja v stiku s kožo in pri zaužitju.
R40/20/21/22	Zdravju škodljivo: možna nevarnost trajnih okvar zdravja pri vdihavanju, v stiku s kožo in pri zaužitju.

R42/43	Lahko povzroči preobčutljivost pri vdihavanju in v stiku s kožo.
R48/20	Zdravju škodljivo: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega vdihavanja.
R48/21	Zdravju škodljivo: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega stika s kožo.
R48/22	Zdravju škodljivo: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega zauživanja.
R48/20/21	Zdravju škodljivo: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega vdihavanja in stika s kožo.
R48/20/22	Zdravju škodljivo: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega vdihavanja in zauživanja.
R48/21/22	Zdravju škodljivo: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega stika s kožo in zauživanja.
R48/20/21/22	Zdravju škodljivo: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega vdihavanja, stika s kožo in zauživanja.
R48/23	Strupeno: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega vdihavanja.
R48/24	Strupeno: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega stika s kožo.
R48/25	Strupeno: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega zauživanja.
R48/23/24	Strupeno: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega vdihavanja in stika s kožo.
R48/23/25	Strupeno: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega vdihavanja in zauživanja.
R48/24/25	Strupeno: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega stika s kožo in zauživanja.
R48/23/24/25	Strupeno: nevarnost hudih okvar zdravja zaradi dolgotrajnejšega vdihavanja, stika s kožo in zauživanja.
R50/53	Zelo strupeno za vodne organizme: lahko povzroči dolgotrajne škodljive učinke na vodno okolje.
R51/53	Strupeno za vodne organizme: lahko povzroči dolgotrajne škodljive učinke na vodno okolje.
R52/53	Škodljivo za vodne organizme: lahko povzroči dolgotrajne škodljive učinke na vodno okolje.
STANDARDNA OBVESTILA »S« (STAVKI »S«)	
S1	Hraniti zaklenjeno.
S2	Hraniti izven dosega otrok.
S3	Hraniti na hladnem.
S4	Hraniti izven bivališč.
S5	Hraniti pod/v ... (ustrezno tekočino, v kateri je treba snov ali pripravek hraniti, določi proizvajalec).
S6	Hraniti v ... (ustrezen inertni plin, v katerem je treba snov ali pripravek hraniti, določi proizvajalec).
S7	Hraniti v tesno zaprti posodi.
S8	Posodo hraniti na suhem.
S9	Posodo hraniti na dobro prezračevanem mestu.
S12	Posoda ne sme biti tesno zaprta.
S13	Hraniti ločeno od hrane, pijače in krmil.
S14	Hraniti ločeno od ... (nezdružljive snovi določi proizvajalec).
S15	Varovati pred toploto.
S16	Hraniti ločeno od virov vžiga - ne kaditi.
S17	Hraniti ločeno od gorljivih snovi.
S18	Previdno ravnati s posodo in jo previdno odpirati.
S20	Med uporabo ne jesti in ne piti.
S21	Med uporabo ne kaditi.
S22	Ne vdihavati prahu.
S23	Ne vdihavati plina/dima/hlapov/meglvice (ustrezno besedilo določi proizvajalec).
S24	Preprečiti stik s kožo.
S25	Preprečiti stik z očmi.
S26	Če pride v oči, takoj izpirati z obilo vode in poiskati zdravniško pomoč.
S27	Takoj sleči vso onesnaženo obleko.
S28	Ob stiku s kožo takoj izprati z obilo ... (sredstvo določi proizvajalec).
S29	Ne izprazniti v kanalizacijo.
S30	Nikoli dolivati vode.
S33	Preprečiti statično naelektrenje.
S35	Vsebina in embalaža morata biti varno odstranjeni.
S36	Nositi primerno zaščitno obleko.
S37	Nositi primerne zaščitne rokavice.
S38	Ob nezadostnem prezračevanju nositi primerno dihalno opremo.
S39	Nositi zaščito za oči/obraz.
S40	Tla in predmete, onesnažene s to snovjo/pripravkom, očistiti s/z ... (čistilo določi proizvajalec).
S41	Ne vdihavati plinov, ki nastanejo ob požaru in/ali eksploziji.
S42	Med zapljinjanjem/razprševanjem nositi primerno dihalno opremo (natančnejše pogoje določi proizvajalec).
S43	Za gašenje uporabiti ... (natančno navesti vrsto gasila in opreme za gašenje. Če voda povečuje nevarnost, dodati:

	"Ne uporabljati vode!").
S45	Ob nezgodi ali slabem počutju, takoj poiskati zdravniško pomoč. Po možnosti pokazati etiketo.
S46	Če pride do zaužitja, takoj poiskati zdravniško pomoč in pokazati embalažo ali etiketo.
S47	Hraniti pri temperaturi, ki ne presega ... °C (temperaturo določi proizvajalec).
S48	Hraniti prepojeno z/s ... (primerno omočilo določi proizvajalec).
S49	Hraniti samo v izvorni posodi.
S50	Ne mešati z/s ... (določi proizvajalec).
S51	Uporabljati le v dobro prezračenih prostorih.
S52	Ne uporabljati na velikih notranjih površinah.
S53	Izogibati se izpostavljanju - pred uporabo pridobiti posebna navodila.
S56	Snov/pripravek in embalažo predati odstranjevalcu nevarnih ali posebnih odpadkov.
S57	S primerno posodo preprečiti onesnaženje okolja.
S59	Posvetovati se s proizvajalcem/dobaviteljem o ponovni predelavi/recikliranju.
S60	Snov/pripravek in embalažo odstraniti kot nevarni odpadki.
S61	Ne izpuščati/odlagati v okolje. Upoštevati posebna navodila/varnostni list.
S62	Po zaužitju ne izzivati bruhanja: takoj poiskati zdravniško pomoč in pokazati embalažo ali etiketo.
S63	V primeru nezgode pri vdihavanju: prizadeto osebo umakniti na svež zrak in pustiti počivati.
S64	Pri zaužitju spirati usta z vodo (samo če je oseba pri zavesti).
STANDARDNA SESTAVLJENA OBVESTILA »S« (SESTAVLJENI STAVKI »S«)	
S1/2	Hraniti zaklenjeno in izven dosega otrok.
S3/7	Hraniti v tesno zaprti posodi na hladnem.
S3/14	Hraniti na hladnem, ločeno od ... (nezdružljive snovi določi proizvajalec).
S3/9/14	Hraniti na hladnem, dobro prezračenem mestu, ločeno od ... (nezdružljive snovi določi proizvajalec).
S3/9/49	Hraniti samo v izvorni posodi na hladnem in dobro prezračenem mestu.
S3/9/14/49	Hraniti samo v izvorni posodi, na hladnem, dobro prezračenem mestu, ločeno od ... (nezdružljive snovi določi proizvajalec).
S7/8	Hraniti v tesno zaprti posodi na suhem.
S7/9	Hraniti v tesno zaprti posodi ne dobro prezračenem mestu.
S7/47	Hraniti v tesno zaprti posodi pri temperaturi, ki ne presega ... °C (temperaturo določi proizvajalec).
S20/21	Med uporabo ne jesti, ne piti in ne kaditi.
S24/25	Preprečiti stik s kožo in očmi.
S27/28	Po stiku s kožo nemudoma sleči vso onesnaženo obleko in prizadeto kožo nemudoma izprati z veliko ... (sredstvo določi proizvajalec).
S29/56	Ne izprazniti v kanalizacijo - snov/pripravek in embalažo predati odstranjevalcu nevarnih ali posebnih odpadkov.
S29/35	Ne izprazniti v kanalizacijo; vsebina in embalaža morata biti varno odstranjeni.
S36/37	Nositi primerno zaščitno obleko in zaščitne rokavice.
S36/39	Nositi primerno zaščitno obleko in zaščito za oči/obraz.
S37/39	Nositi primerne zaščitne rokavice in zaščito za oči/obraz.
S36/37/39	Nositi primerno zaščitno obleko, zaščitne rokavice in zaščito za oči/obraz.
S47/49	Hraniti samo v izvorni posodi pri temperaturi, ki ne presega ... °C (temperaturo določi proizvajalec).

Vir: Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi, - prilogi III. in IV. (Ur.l. RS št. 73/99)

Projekt **Impletum**

Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11
Konzorcijski partnerji:



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.