

Univerza v Mariboru
Fakulteta za naravoslovje in matematiko

PROJEKT:
Razvoj naravoslovnih kompetenc

Didaktična
gradiva/modeli
(kemijske vsebine)
K1

Maribor, 2009



KAZALO

Uvodnik vodje projekta	13
Uvodnik koordinatorice kemije	21
POVZETEK OPRAVLJENEGA DELA	22
Izbor in analiza nalog iz preverjanja znanja TIMSS 2007 glede na kemijske kompetence zasnovane v okviru projekta	27
PENA, PENA	52
Aspartam, da ali ne?	70
Ali ješ zdravo?	87
Zakaj moramo jesti?	87
Kaj vsebuje hrana, ki jo zaužijemo?	87
Kako se pravilno prehranjevati?	88
Ali obstajajo "naravna" oz. "organska" živila?	88
Naloga:	89
Potek aktivnosti:	90
Aktivnost 1: "Opredeljevanje kriterijev za razvrščanje živil" - gradivo za učitelja	90
Cilj aktivnosti:	90
Vloga učitelja v aktivnosti 1:	90
Potek aktivnosti 1:	91
Kaj vsebuje hrana, ki jo zaužijemo?	92
Naloga:	93
Potek aktivnosti:	94
Aktivnost 2: "Opredeljevanje kriterijev za razvrščanje živil na osnovi analize podatkov in razvrščanje živil v skladu z opredeljenimi kriteriji" - gradivo za učitelja	94
Cilj aktivnosti 2:	95
Vloga učitelja v aktivnosti 2:	95
Potek aktivnosti 2:	95
Naloga:	98
Potek aktivnosti:	100

Aktivnost 3: "Opredeljevanje kriterijev za razvrščanje živil v skupine" - gradivo za učitelja	100
Cilj aktivnosti 3:	100
Vloga učitelja v aktivnosti 3:	101
Potek aktivnosti 3:	103
Lipidi	105
Naloga:	114
Kaj moramo vedeti pred začetkom aktivnosti 4:	114
Dolžina aktivnosti 4:	114
Potek aktivnosti 4:	114
Potek eksperimenta:	116
Cilj aktivnosti 4:	120
Vloga učitelja v aktivnosti 4:	121
Potek aktivnosti 4:	122
Dolžina aktivnosti 4:	122
Potek eksperimenta:	123
Aktivnost 5: Eksperiment »Obstojna emulzija ali - kako začarati, da se olje in kis zmešata?« – gradivo za učenca	128
Naloga:	129
Potek aktivnosti 5:	129
Razmisli kaj smo se z eksperimentom naučili in dopolni besedilo:	131
Cilj aktivnosti 5:	132
Vloga učitelja v aktivnosti 5:	132
Potek aktivnosti 4:	133
Dolžina aktivnosti 4:	134
Potek eksperimenta:	134
Rezultat:	136
Kaj so fosfolipidi?	137
Emulgatorji	138

PROJEKTNO UČNO DELO PRI UČENJU NARAVOSLOVNIH VSEBIN 141



Medmolekulske sile: pojmovna shema	200
Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji	230
Navodila za učitelja	236
1.0 Naslovnica	240
2.0 Kaj že veste o tekočih kristalih ?	241
3.0 Vijačni tekoči kristali.....	245
4.0 Preverite svoje znanje	255
5.0 Poglobite svoje znanje	257
Učiteljeva Evalvacija E-gradiva	260
Dijakova Evalvacija E-gradiva	266
Vodeno Aktivno Učenje Kemije.....	270
Navodila za učitelje	270
Učna enota: Zakaj sadje diši?	277
Učna enota: Kaj so maščobe?	283
Učna enota: Kako lahko maščobe vplivajo na naše zdravje?	293
Učna enota: Kako dobimo mila?	306
Učna enota: Katerih snovi pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?	315
Učna enota: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?	325
Učna enota: Kakšno vlogo imajo beljakovine v našem telesu?	333
Učna enota: Kdo nam izdelava sladkor?	342
Učna enota: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?	351
Učna enota: Ali so testenine tudi iz ogljikovih hidratov?	360
Navodila za učence	370
Učna enota: Zakaj sadje diši?	371
Učna enota: Kaj so maščobe?	376
Učna enota: Kako lahko maščobe vplivajo na naše zdravje?	384
Učna enota: Kako dobimo mila?	396
Učna enota: Katerih snovi pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?	404
Učna enota: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?	413
Učna enota: Kakšno vlogo imajo beljakovine v našem telesu?	420



Učna enota: Kdo nam izdelava sladkor?	428
Učna enota: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?	436
Učna enota: Ali so testenine tudi iz ogljikovih hidratov?	444
Termodinamski pristop k obravnavi energijskih sprememb pri kemijskih in fizikalnih procesih.....	452
Hessov zakon	472
Kalorimetrično določanje ΔH^θ	475
Evalvacija predlagane vsebine	480
EKSPERIMENTALNI DEL - sistem in okolica: navodila za učitelja	480
DELOVNI LIST - Navodila za dijake	486
1. IZPAREVANJE alkohola in vode	486
2. RAZTAPLJANJE soli v vodi	490
3. Toplota pri NEVTRALIZACIJI	492
4. RAZTAPLJANJE kovine v kislini	495
Razvoj novih aktivnosti za pripravo učnih gradiv za razvoj naravoslovnih kompetenc	498
TEMA: KEMIJSKO RAVNOTEŽJE.....	498
UVODNA AKTIVNOST ZA UVAJANJE TEME KEMIJSKO RAVNOTEŽJE.....	499
VPLIV ZVIŠANJA KONCENTRACIJE REAKTANTOV OZ. PRODUKTOV NA KEMIJSKO RAVNOTEŽJE.....	503
RAVNOTEŽJE KISLINSKO-BAZIČNIH INDIKATORJEV	506
Kdaj voda vre? Kaj je pri vrenju vode posebnega?	514
NAVODILA ZA UČITELJE	514
NAVODILA ZA UČENCE	515
INSTRUMENTARIJ ZA EVALVACIJO DEJAVNOSTI	515
GRADIVO ZA UČENCA	516
Hidroliza škroba	519
A. Teoretske osnove scenarija eksperimentalne pantomime	521
B. Navodila učitelju	523
C. Navodila dijakom.....	524
Delovno-Pantomimski list za eksperimentalno dvojico - pristni + pantomimski eksperimentator	525



Pantomimski list za pantomimika-opazovalca	527
Pojmovna mapa za razlagalce	528
VPRAŠALNIK ZA DIJAKE.....	533
(1) Teoretska izhodišča za preverjanje rešitev didaktičnega gradiva	534
(2) Pojemovni slovarček	534
(3) Učni viri	535
Razvrščanje - Katere so skupne lastnosti?	537
Navodila za učitelja	538
1. trdne snovi in tekočine	538
2. Tekočine	539
3. Pospravljanje v predale	539
4. Živila	540
5. Premislimo, kaj smo delali	540
Delovni listi	542
1. trdne snovi in tekočine	542
2. Tekočine	542
3. Pospravljanje v predale	543
4. Živila	543
5. Premislimo, kaj smo delali	544
Operacijsko določanje lastnosti: Sestavljene spremenljivke	545
Navodila za učitelja	546
Skupna priprava	546
Gostota	546
Še več premišljevanja o plavanju	548
Še druge sestavljene spremenljivke	548
Še nekaj premišljevanja	549
Skupni zaključek	549
Delovni listi	550
Gostota	550
2. Še več premišljevanja o plavanju	551

3. Še druge sestavljene spremenljivke	552
4. Še nekaj premišljevanja	554
Raziskovanje: Koliko velikih in koliko majhnih semen je v vreči?	555
Vzorčenje	555
Navodila za učitelja	556
Skupna priprava	556
DEJAVNOSTI V SKUPINAH	556
Po čem se semena fižola razlikujejo?	556
Koliko velikih in koliko majhnih semen je v vrečki?	557
Ali iz majhnega semena zraste majhna rastlina?	557
Skupni zaključek	557
Delovni listi	559
Po čem se semena fižola razlikujejo?	559
Koliko velikih in koliko malih semen je v vrečki?	559
Ali iz majhnega semena zraste majhna rastlina?	560
Raziskovanje: Ali iz majhnih semen zraste majhna rastlina?	562
Navodila za učitelja	563
Skupna priprava	563
DEJAVNOSTI	563
Merjenje velikosti rastlin	563
Združevanje podatkov	564
Skupni zaključek	565
Delovni listi	566
Merjenje velikosti rastlin	566
Združevanje podatkov	566
Napovedovanje	568
Navodila za učitelja	568
Skupna priprava	568
DEJAVNOSTI V SKUPINAH	569
Valji	569

Tekočine	569
Kocki	569
Prelivanje	569
Presipanje	570
Mešanje	570
Raztapljanje	570
Skupni zaključek	570
Delovni listi	571
Valji	571
Tekočine	571
Kocki	572
Prelivanje	572
Presipanje	572
Mešanje	573
Raztapljanje	573

Urednik

dr. Nika Golob

Uredniški odbor

dr. Iztok Devetak, dr. Vesna Ferk Savec, dr. Saša A. Glažar, dr. Andrej Godec, dr. Nika Golob, dr. Drušan Krnel, mag. Janja Majer, dr. Darinka Sikošek, dr. Katarina Senta Wissiak Grm, dr. Margareta Vrtačnik, Kornelia Žarić, Eva Ferk

A. OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU

A.1. Naslov projekta:

RAZVOJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

A.2. Tip projekta:

Strateški razvojno - raziskovalni projekt

A.3. Naročnik:

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

A.4. Nosilec projekta:

A.4.1. Odgovorni nosilec in vodja projekta:

Nosilec: prof. dr. Ivan Rozman, rektor UM

Vodja: prof. dr. Ivan Gerlič, FNM

A.4.2. Pogodbena stranka za izvedbo projekta:

Univerza v Mariboru

Slomškov trg 15, 2000 Maribor

s članico

Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Koroška cesta 160, 2000 Maribor

A.5. Projektna skupina:

A.5.1. Vodstvo projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta), dr. Nataša Bukovec (koordinatorica zunanjih sodelavcev)

A.5.2. Programski svet projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta, koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Nika Golob (koordinatorica področja



kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), mag. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), dr. Marjan Krašna (računalniška podpora projekta), Eva Ferk (administracija)

A.5.3. Programsko vodstvo projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta, koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), dr. Jelka Strgar (sokoordinatorica področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Gorazd Planinšič (sokoordinator področja fizike), dr. Nika Golob (koordinatorica področja kemije), dr. Nataša Bukovec (sokoordinatorica področja kemije, koordinatorica zunanjih sodelavcev), dr. Margareta Vrtačnik (sokoordinatorica področja kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), mag. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), Milena Pačnik (koordinatorica področja osnovnih šol s prilagojenim programom), dr. Marjan Krašna (računalniška podpora projekta)

A.5.2. Strokovni sodelavci:

dr. Jana Ambrožič Dolinšek, dr. Barbara Bajd, dr. Zlatko Bradač, mag. Tomaž Bratina, dr. Nataša Bukovec, Terezija Ciringer, Miroslav Cvahte, dr. Mojca Čepič, dr. Iztok Devetak, Franc Dretnik, Sergej Faletič, dr. Vesna Ferk Savec, Matjaž Fistravec, Andrej Flogie, dr. Samo Fošnarič, dr. Ivan Gerlič, dr. Saša Aleksij Glažar, dr. Andrej Godec, dr. Nikolaja Golob, dr. Ana Gostinčar Blagotinšek, dr. Nataša Gros, mag. Vladimir Grubelnik, dr. Vlasta Hus, Miha Kos, dr. Marjan Krašna, dr. Brigita Kruder, dr. Bojan Kuzma, dr. Alenka Lipovec, mag. Janja Majer, dr. Marko Marhl, Maja Martinšek, dr. Dragan Marušič, Bojana Mencinger Vračko, Andrej Nemec, dr. Amand Papotnik, Jerneja Pavlin, Igor Pesek, dr. Gorazd Planinšič, Martina Rajšp, mag. Robert Repnik, Samo Repolusk, dr. Darinka Sikošek, dr. Jelka Strgar, dr. Andrej Šorgo, mag. Andreja Špernjak, Matejka Tomazin, Iztok Tomažič, dr. Nataša Vaupotič, Jernej Vičič, Luka Vidic, dr. Janez Vogrinc, mag. Drago Vrščaj, dr. Margareta Vrtačnik, dr. Katarina Senta Wissiak Grm, dr. Blaž Zmazek, dr. Janez Žerovnik

A.5.2. Učitelji:

A.5.2.1. Srednje šole:

Jelka Avguštin, Dragomir Benko, Daniel Bernad, Jožica Brecl, Darko Briški, Irena Česnik-Vončina, Matej Forjan, Zdravka Hajdinjak, Felicita Hromc, Katja Holnthaner Zorec, Jasmina Jančič, Zdenka Keuc, Saša Kocijančič, Andrej Marhl, Marjanca Poljanšek, Hedvika Popič, Peter Sekolonik, Milenko Stiplovšek, Katja Stopar, Karmen Vidmar, Marko Žigart

A.5.2.1. Osnovne šole in vrtci

Romana Bezjak, Martina Črešnik, Jasna Romana Čuješ, Robert Dimec, Mojca Dobnik Repnik, Neda Golmajer, Lidija Grubelnik, Senka Jauk, Marjeta Križaj, Samo Lipovnik, Jakica Mravljak, Jasna Novak, Damjan Osrajnik, Milena Pačnik, Davorka Pregl, Tanja Štefl, Mladen Tancer, Diana Tavčar Ročenovič, Alenka Vilar, Samo Zanjekovič, Jasna Žic

A.6. Raziskovalno polje

A.6.1. Predmetna področja:

1. Biologija
2. Fizika
3. Kemija
4. Skupni predmeti – Matematika, Tehnika, Računalništvo, Razredni pouk, Osnovna šola s prilagojenim programom

A.6.2. Stopnja:

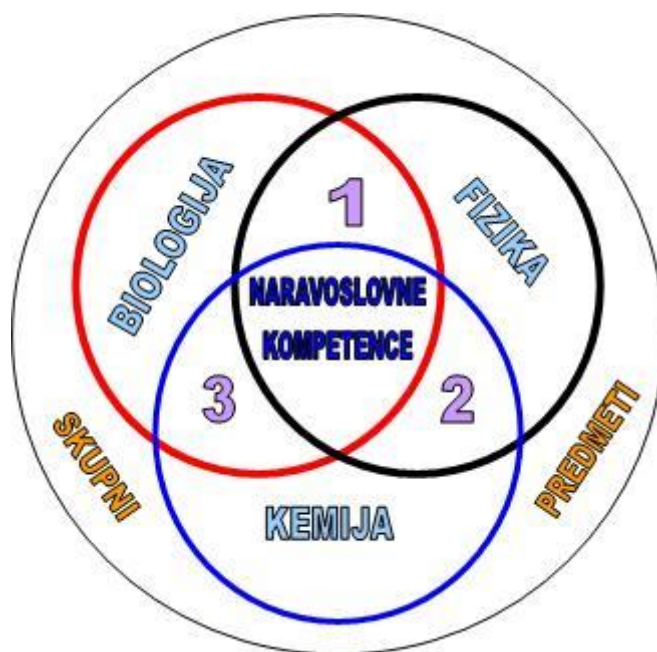
Vrtci, osnovne šole (razredna in predmetna stopnja), osnovne šole s prilagojenim programom in srednje šole.

Uvodnik vodje projekta

prof. dr. Ivan Gerlič

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Pred nami je četrto poročilo projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc«, s katerim v osnovi zaključujemo delo prvega vsebinskega sklopa, katerega cilji so bili priprava strokovne podlage in priprava prvih didaktičnih gradiv v kontekstu novih znanstvenih spoznanj naravoslovnih strok (biologije, fizike, kemije) in t.i. skupnih predmetnih področij (predšolskega in zgodnje šolskega obdobja (razredna stopnja), šol s prilagojenim programom ter za naravoslovje še posebej pomembnih korelativnih predmetov, to je matematike, tehnike ter računalništva in informatike) ter sodobnih didaktičnih strategij v širšem in ožjem smislu (slika). Strokovne podlage prvega sklopa so predstavljale analize



Slika 1: Strukturalni model projekta "Razvoj naravoslovnih kompetenc"

naravoslovne pismenosti oziroma proučevanje nabora naravoslovnih kompetenc v šolski vertikali od prve triade devetletke do konca srednje šole – gimnazije (pa tudi dalje), saj nam je jasno (razvojno-raziskovalno delo to tudi

nakazuje), da osnovnih naravoslovnih kompetenc učenci ne pridobijo le v tretji triadi in v srednji šoli, ampak tudi v predšolski vzgoji in nato v prvi in drugi triadi devetletke. Zato je utemeljen in pomemben cilj projekta tudi preverjanje, do kakšne mere usvojijo naravoslovne kompetence otroci tik pred vstopom v šolo, otroci, ki so v oddelkih za otroke s posebnimi potrebami, nato osnovnošolski otroci in seveda srednješolci. Eden od pomembnih strokovnih podlag za doseganje zastavljenih ciljev je bil tudi izbor in kurikularno vključevanje aktualnih in za učence - dijake zanimivih novih znanstvenih spoznanj.

Biološka skupina je tokrat obdelala sedem vsebinsko in raziskovalno zanimivih prispevkov, ki so po mnenju koordinatorja osnutki gradiv, pripravljeni, da jih bodo preverili v praksi v naslednjih dveh projektnih obdobjih. Le te so:

- Učinkovitost metode opazovanja pri pouku biologije v osnovni šoli
- Živali v sklopu formalnih in neformalnih oblik pouka.
- Primerjava treh načinov- klasične, računalniško podprtega realne in virtualne - izvedbe laboratorijskega dela na primeru vaje: Poraba kisika pri dihanju.
- Ali in koliko pripomore srednja šola k poznavanju biotehnologije oziroma kaj je dodana vrednost srednje šole na področju biotehnologije?
- Kompetence, ki jih razvijamo znotraj pouka biologije evolucije.
- Izbrane teme iz genetike v osnovni in srednji šoli.
- Modeli izkustvenega in proučevalnega učenja biologije.

Fizikalna skupina je pripravila šest prispevkov, katerih avtorji so po mnenju koordinatorja uporabili precej raznovrstne učne strategije za uporabo v šolski praksi, osredotočili pa so se tudi na krepitev in ocenjevanje razvoja različnih generičnih in specifičnih kompetenc; naslovi prispevkov so:

- Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli.

- Gostota, vzgon in plavanje.
- Kocke in črna škatla v elektriki.
- Razvoj astronomije in vezave uporov
- Serviranje pri tenisu
- Raziskovanje ravnovesja pri vrtenju

Tudi kemijska skupina je pripravila kar enajst prispevkov, ki bodo predstavljene učiteljem praktikom, le ti jih bodo preizkušali pri delu v šoli, nakar sledi evalvacija in dopolnjena gradiva. Zanimivo za to skupino je, da je kar nekaj avtoric svoja gradiva pripravilo v obliki elektronskega gradiva, ki poleg samega e-gradiva vključujejo še navodila za učitelje in učence ter evalvacijo.

Naslovi prispevkov so:

- Izbor in analiza nalog iz preverjanja znanja TIMSS 2007 glede na kemijske kompetence zasnovane v okviru projekta.
- Pena, pena. Aspartam, da ali ne?
- »Ali ješ zdravo?«-Lipidi
- Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin
- Medmolekulske sile: pojmovne sheme. Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji
- Vodeno Aktivno Učenje Kemije – VAUK
- Termodinamski pristop k obravnavi energijskih sprememb pri kemijskih in fizikalnih procesih
- Razvoj novih aktivnosti za pripravo učnih gradiv za razvoj naravoslovnih kompetenc – kemijsko ravnotežje.
- Kdaj voda vre? Kaj je pri vrenju vode posebnega?
- Hidroliza škroba
- Razvrščanje - Katere so skupne lastnosti?

Dejavna je bila tudi skupina na področju skupnega naravoslovja in podpornih predmetov, ki je pripravila niz gradiv, ki se nanašajo na biološke, fizikalne in

kemijske teme predvsem v predmetih Spoznavanje okolja in Naravoslovje, razen tega pa še na matematiko, tehniko in računalniške vsebine; sem spadajo tudi predšolska vzgoja otrok in šole za učence s posebnimi potrebami. Pripravili so osem prispevkov, in sicer:

- Gradiva z novimi vsebinami iz fizike za vzgojiteljice v vrtcih (svetloba, voda, vpojnost različnih materialov, elektrostatika).
- Gradiva za dejavnosti na temo lastnosti snovi pri predšolskih otrocih.
- Igrajmo se z vodo.
- Konstruktivistični model poučevanja in učenja pri predmetu spoznavanja okolja.
- Didaktični petkotnik (gradiva na medmrežju).
- Razvijanje generičnih kompetenc naravoslovnih predmetov v okviru obravnave dinamičnih sistemov pri predmetu Naravoslovje in tehnika v 4. in 5. razredu OŠ.
- Preizkušanje načrtovanih kompetenc za tehnično – tehnološko ustvarjalnost s projektno nalogo.
- Eksperimentalno delo pri naravoslovju v osnovnošolskem programu z nižjim izobrazbenim standardom.

Zbrana in v nadaljevanju podrobneje predstavljena gradiva so raznolika, zanimiva in pokrivajo dovolj široko tematiko naravoslovnih in podpornih predmetov. Raznovrsten je tudi nabor generičnih, še bolj pa predmetno specifičnih kompetenc. Večina gradiv vključuje pedagoški eksperiment kot evalvacijski instrument s tradicionalno strukturo: pred-test – eksperiment – po-test. V tej fazi projekta so se sicer pojavile dokaj velike razlike med avtorji v obliki in predvsem strukturi pred-testov in po-testov, npr. ali so vprašanja in odgovori izbirnega ali opisnega tipa in podobno, pa tudi v obliki napotkov za učitelje in delovnim materialih (delovni lesti...) za učence. Vsekakor je različnost dobrodošla in tudi nujna, ustreznemu poenotenju pa bo v nadaljevanju gotovo potrebno posvetiti večjo pozornost.

Nobenega dvoma ni, da mora imeti učitelj sam dobro razvite kompetence, če jih hoče »vcepiti« učenec. Predvsem pa si mora biti na jasnem, kaj kompetence pravzaprav so. Zato so zbrana gradiva za učitelje za testiranje učenčevih kompetenc dobrodošel zgled, na primer, kako naj bodo sestavljeni vprašalniki, da res preverjajo tudi elemente kompetenc, ne samo faktografskega znanja. Razveseljivo je namreč, da se je večji del avtorjev gradiv tega v splošnem dobro zavedala (še posebej fizika) in pripravila primerna gradiva za to nalogo.

Avtorji so uporabili različne strategije za razvijanje in preverjanje kompetenc. Nekaterim se zdijo pomembnejše nekatere od kompetenc, zato so se osredotočili nanje, pripravljeni pa so jih razvijati in testirati v daljšem obdobju. Drugi bi raje testirali čim več kompetenc, zato pa imajo na voljo manj časa. Opaziti je tudi, da so pristopi h pripravi in ustreznemu testiranju gradiv, ki so jih ubrali avtorji, bolj odvisni od starostne skupine učencev kot od specifičnih predmetov. Nekateri so svoje predloge (prijem, načine dela, itd.), ki so jih uporabili v svojih gradivih, priporočili za uporabo tudi pri drugih predmetih, a za približno enako starostno skupino učencev. Takšna priporočila se zdijo smiselna. Veliko zamisli, ki se rodijo pri strokovnjaku enega od naravoslovnih predmetov (biologiji, fiziki ali kemiji), se da takoj uporabiti pri drugih dveh.

Skupaj s koordinatori za posamezna področja ugotavljamo, da učni načrti sami po sebi sicer omogočajo učinkovito razvijanje učenčevih predmetno specifičnih in splošnejših kompetenc, le da te možnosti niso dovolj izkoriščene. Učitelji so preveč orientirani v golo znanje učencev, premalo pa v kompetence, ki med drugim vsebujejo tudi odnose. Vseživljenjska korist dobro razvitih predvsem splošnejših (generičnih) kompetenc, kot je sposobnost zbiranja informacij in drugih, je očitna. Razen tega je iz komentarja v gradivih zaznati, da bi pravočasno pospeševanje razvoja generičnih kompetenc pri

pouku naravoslovnih vsebin – torej že v najnižjih razredih OŠ in celo v predšolski vzgoji – imelo kot dodatni učinek lažje osvajanje znanj v višjih razredih. Razumljivo je, da se gradiva posameznih naravoslovnih strok (BI, FI, KE) predvsem osredotočajo na razvijanje predmetno specifičnih kompetenc ter tudi generičnih kompetenc, a na "čistih" tematskih področjih določene naravoslovne stroke.

Kot smo že omenili, so podporna področja dobro "lepilo" med osnovnimi naravoslovnimi strokami, kar dokazujejo tudi pripravljena gradiva. Ker gre pri skupnem področju predvsem za gradiva, namenjena preverjanju do nivoja srednje šole, se avtorji v njih ukvarjajo predvsem z razvojem generičnih kompetenc, manj s predmetno specifičnimi kompetencami. Je pa tudi ta razvoj prisoten v določenih gradivih. Podporna področja so za razvoj naravoslovnih kompetenc izrednega pomena, saj zlahka razumemo težave učencev in dijakov pri posameznih osnovnih naravoslovnih področjih v zadnjem triletju osnovne šole ter v srednji šoli tako na področju znanj, odnosov do naravoslovnih premetov in še posebej pri usvojenosti prenosljivih naravoslovnih kompetenc, če se zavedamo dejstva, da je bilo v starostnem obdobju predšolske vzgoje ter prvega in drugega triletja osnovne šole veliko preveč zamujenega. Da bi bilo v prihodnje boljše, so bila za ravno ta tri starostna obdobja pripravljena didaktična gradiva, ki bi - tako upamo - intenzivno pripomogla k boljšemu razvijanju naravoslovnih kompetenc že v tem obdobju. S tem bi se pripravila dobra podlaga za lažje delo v zadnjem triletju osnovne šole ter v srednji šoli.

Na koncu bi lahko naš kratki pregled in globalni uvodnik sklenili z naslednjimi priporočili za nadaljnje delo:

- Glede na starostno lestvico je večina načrtovanih dejavnosti usmerjena v konec osnovne in začetek srednje šole. V nadaljevanju projekta bo nujno potrebno dodatno pozornost (povezovalno) usmeriti predvsem v nižje razrede osnovne šole ter poklicne in strokovne šole. Tabela



pregled (po vzoru biologov) bo zelo dobrodošel in koristen (mogoče še dopolnjen z določenimi generalijami pomembnimi za projekt).

- Domisliti bo potrebno dejavnosti s katerimi bi »pokrili« bele lise v vsebinski pokritosti, čeprav prav vseh poglavij ne bo mogoče preveriti. Pri tem mislimo predvsem na redni program, pa tudi na izbirni in še posebej na vnašanje novitet (primer fizikov), ki bi dodatno motivirale učenca za naravoslovje.
- Ob vsem spoštovanju klasičnih metod bi si več pozornosti zaslužilo preverjanje strategij in modelov za uporabo IKT po celotni vertikali. Digitalno kompetenco kot generično kompetenco, bo potrebno razpresti na vsa področja tudi v smislu podrobnejših analiz in definicij specifičnih kompetenc.
- Ob obravnavi strategij je več ponavljanja, tako da bi bilo dobro, da vsi avtorji, ki vključujejo določeno strategijo pristopijo čim bolj timsko, tako v sklopu pedagoškega eksperimenta, pripravi gradiv za učitelja in za učence, kot v evalvacijskem delu. Prav tako za sedaj še manjka kompleksnejših dejavnosti v katerih bi se združili strokovnjaki dveh ali več področij pri obravnavi skupne teme ali objekta z več različnih vidikov.
- In ne nazadnje za učitelje in delo v razredu bo iz obstoječih gradiv potrebno pripraviti ustrezna navodila in jih po koncu testiranja ustrezno dopolnjena in popravljena urediti in napraviti dostopna za šole.

Kaj nas čaka v drugem vsebinskem sklopu? Glavni cilj tega dela projekta bo gotovo preverjanje didaktičnih gradiv oz. modelov v šolski praksi. Učitelji praktiki bodo samostojno oziroma ob pomoči avtorjev gradiv preverjali in sproti evalvirali rezultate posameznih modelov, oziroma didaktičnih strategij v šolah. Učitelji se bodo dodatno usposabljali za svoje delo v razredu na delavnicah, na zaključni delavnici pa predstavili rezultate svojega dela širšemu krogu učiteljev. Za izvedbo preverjanja didaktičnih gradiv oz.

modelov, ki morajo biti in bodo eksperimentalno in izkustveno naravnani, bodo razviti in izdelani tudi določeni učni pripomočki itd.

Pomembna aktivnost drugega vsebinskega sklopa bo tudi izdelava publikacij v tiskani in elektronski obliki ter izobraževanje sodelujočih strokovnjakov z aktivno udeležbo na mednarodnih kongresih iz področja naravoslovnih didaktik (primarna in sekundarna desiminacija projekta).



Uvodnik koordinatorice kemije

dr. Nika Golob

Delo od junija do avgusta 2009, je bilo nadaljevanje aktivnosti:

S1.02

Opredelitev naravoslovnih kompetenc za posamezne starostne skupine učencev/dijakov, ki so skupne vsem naravoslovnim strokam; opredelitev kompetenc, ki interdisciplinarno povezujejo naravoslovne stroke med seboj.

Rezultat: Kompetence naravoslovne pismenosti, skupne vsem naravoslovnim strokam.

Kazalnik: Izhodišča nove didaktike naravoslovja –strokovno gradivo 2.

S1.05 ter S1.06

Kompetence specifične za posamezno stroko (kemija) v šolski vertikali in težave, ki so po mednarodnih evalvacijah evidentirane v našem šolskem prostoru (TIMSS, PISA 2006) ter predlogi za odpravo teh pomanjkljivosti

Rezultat: Kompetence specifične za kemijske vsebine v šolski vertikali

Kazalnik: Izhodišča nove didaktike naravoslovja-strokovno gradivo 5.

Pregled in izbor novih znanj (znanstvenih dognanj in sodobnih didaktičnih strategij) na področju kemije, biologije in fizike, ki jih je smiselno oziroma potrebno vključiti v šolo.

Rezultat: Pregled in izbor znanstvenih tem in sodobnih specialno- didaktičnih strategij/modelov (kemija, biologija, fizika).

Kazalnik: Izhodišča nove didaktike naravoslovja-strokovno gradivo 6.

s ciljem pripraviti ustrezna gradiva (**S1.09**), ki bi jih lahko učitelji praktiki vpeljali in testirali v jesenskem obdobju.

Priprava didaktičnih gradiv/modelov (kemija) za preverjanje v šolski praksi za prvo in drugo četrtletje leta 2010 (1.10.2009-30.3.2010)

Rezultat: Didaktična gradiva/modeli (kemijske vsebine) K1

Kazalnik: didaktična gradiva za poučevanja v naravoslovju- gradivo K1

POVZETEK OPRAVLJENEGA DELA

V faznem poročilu **S 1.05** smo opredelili kompetence specifične za kemijo, ki smo jih vzporejali z ugotovitvami mednarodnih evalvacij v našem šolskem prostoru. Medtem so bili objavljeni rezultati raziskave TIMSS 2007. Tako sta **dr. Saša A. Glažar in dr. Izток Devetak** pripravila poročilo **Izbor in analiza nalog iz preverjanja znanja TIMSS 2007 glede na kemijske kompetence zasnovane v okviru projekta**. Prispevek večinoma potrjuje ugotovitve dosedanjih raziskav. Avtorja med drugim ugotavljata »...da učenci poznajo na Bloomovi stopnji znanja formule enostavnih spojin in nekatere lastnosti snovi... so sposobni prepoznati shemo za porazdelitev subatomskih delcev v atomu. Učenci so sposobni iz besedila naloge razbrati kriterij, na osnovi na katerega so bile snovi razvrščene v dve skupini. Poznajo zrak kot zmes plinov... Več težav imajo učenci pri razlikovanju atomov in molekul... ter pri razumevanju enostavnih kemijskih formul in sposobnosti iz njih razbrati število vezanih atomov elementov...in pri načrtovanju shem ločevanja zmesi na snovi v njej... učenci so sposobni interpretirati enostavne eksperimentalne ugotovitve ... imajo težave pri razlikovanju fizikalnih in kemijskih sprememb na osnovi rezultatov poskusov...podobno velja tudi za navajanje značilnih sprememb, na osnovi katerih prepoznamo kemijske spremembe... Uspeh pri reševanju nalog, ki

zahtevajo branje tabel, se giblje okoli 70 %. Manj uspešni so učenci pri branju grafov.. Manj uspešni so učenci tudi pri uporabi eksperimentalnih podatkov... Uspešnost učencev pri doseganju kompetence sposobnosti prepoznati in analizirati različne pristope pri reševanju problemov, je odvisna od zahtevnosti naloge. Učenci imajo težave tudi z načrtovanjem eksperimentov... Učenci imajo več težav pri vrednotenju uspešnosti metod določanja gostote po različnih metodah... Učenci poznajo pogoje pri katerih poteka rjavenje, manj pa plin, ki sodeluje pri rjavenju. Pomen indikatorja pri reakciji nevtralizacije pozna 66,3 % učencev...Učenci so bili uspešnejši pri poznavanju reakcij, pri katerih se energija veže in manj pri reakcijah, pri katerih se energija sprošča.« Ta in dosedanja spoznanja so privedla do oblikovanja didaktičnih gradiv in modelov, s katerimi bodo avtorji v sodelovanju z učitelji praktiki preverjali njihovo uspešnost pri spodbujanju razvoja naravoslovnih kompetenc.

Kar nekaj avtoric je svoja gradiva pripravilo v obliki elektronskega gradiva, ki poleg samega e-gradiva vključujejo še navodila za učitelje in učence ter evalvacijo.

Dr. Margareta Vrtačnik je pripravila dvoje e-gradiv za učence pri pouku kemije na osnovnošolski stopnji z naslovom **Pena, pena**, ki je primerna tudi za uporabo na srednješolski stopnji ter e-gradivo z naslovom **Aspartam, da ali ne?**, ki ga je avtorica opredelila kot »učno enoto za uvajanje kritičnega odnosa do proizvodov s tržnih polic« za srednješolce. Oboje gradiv posega na ključne kompetence, ki naj bi jih pri predmetu kemija razvijali in to predvsem sposobnost samostojnega načrtovanja eksperimentov, sposobnost nadzorovanega izvajanja poskusov, urejanja podatkov v tabele in analizo podatkov, postavljanje hipotez, kakor tudi sposobnost načrtovanja poskusov za preverjanje hipotez in sposobnost uporabe znanja v novih okoliščinah. Izbrani temi gradiv sta aktualni in neposredno vezani na vsakdanje življenje.

Dr. Katarina Wissiak Grm je pripravila didaktično gradivo z naslovom »**Ali ješ zdravo?**« - **Lipidi** s katerim je na zanimiv način predstavila eksperimentalne aktivnosti z raziskovanjem ter primerjanjem različnih izdelkov namenjenih prehrani, predvsem lipidom. Gradivo z navodili za učitelja ter slikovnim in video materialom predstavlja svež pristop pri obravnavi učne enote, ki je prežet s »kemijo v kontekstu«. Omogoča razvoj eksperimentalnih spretnosti ter generičnih kompetenc povezanih z učenjem z odkrivanjem, sklepanjem na osnovi poskusov in druge.

Dr. Vesna Ferk Savec želi z gradivom **Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin**, ki ga namenja učiteljem, ponuditi orodje za načrtovanje, izvedbo in evalvacijo projektnega dela v šoli, namenjenega pouku ne samo kemije ampak naravoslovja. S tem spodbuja interdisciplinarni pristop. V scenariju za pripravo e-gradiva obširno predstavlja projektno učno delo, njegove značilnosti in tipe ter predstavi temeljne korake potrebne za uspešno izvedbo s praktičnimi navodili in primeri. Namen končnega gradiva bo spodbujati učitelje k temeljitemu načrtovanju in izvedbi projektnega dela s smiselnim vključevanjem učencev, kar strategija projektnega dela, kot sodoben in učinkovit pristop poučevanja in učenja naravoslovnih vsebin tudi omogoča.

Kornelia Žarič se je lotila didaktične obravnave besedila v angleškem jeziku na temo **Medmolekulske sile: pojmovne sheme**, ki pri dijakih razvija predvsem spretnost pridobivanja informacij in medsebojnega povezovanja pojmov ter hierarhične ureditve. E-gradivo **Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji** pa s kontekstualno zasnovo in aktualnostjo vsebine prinaša gradivo, ki ga prav tako kot prvo avtoričino gradivo dopolnjujejo testi znanja ter navodila za učence in učitelje ter evalvacijski vprašalnik.



Dr. Izток Devetak in dr. Saša A. Glažar sta pripravila snopič **Vodeno Aktivno Učenje Kemije – VAUK**. Navedena izobraževalna strategija poteka v okolju, kjer so učenci, dijaki ali študenti aktivno vključeni v proces učenja kemije. Pri tem razvijajo pomembne spretnosti z delom, ki si ga sami organizirajo, in je prilagojeno njihovim sposobnostim. To delo temelji na vodenih aktivnostih. Učenci morajo za doseganje učnih ciljev, zastavljenih v posameznih aktivnostih, s procesom raziskovanja na različnih stopnjah zahtevnosti, oblikovati specifične zaključke, kar omogoča razvoj tistih kompetenc, kjer se po mednarodnih raziskavah kaže primanjkljaj pri slovenski populaciji učencev oz. dijakov. Tematiko natančno predstavljenih aktivnosti sta aktualno povezala z vsebinami desetih učnih enot, ki tematsko sodijo v okvir organske kemije. Gradivo sestavljajo podrobna navodila za učitelja in učence oz. dijake.

Dr. Andrej Godec obravnava tematiko **Termodinamski pristop k obravnavi energijskih sprememb pri kemijskih in fizikalnih procesih, namenjeno** dijakom, ki jo dobrodošlo aktualizira z življenjskimi primeri in natančno izdelanimi navodili za laboratorijsko delo. Gradivo sestavlja obširna razlaga pojmov povezanih s tematiko, navodilo za učitelja ter delovni listi za dijake.

Dr. Nataša Gros z gradivom usmerjenim v tematiko kemijskega ravnotežja za gimnazijsko stopnjo izobraževanja, ki nosi naslov **Razvoj novih aktivnosti za pripravo učnih gradiv za razvoj naravoslovnih kompetenc – kemijsko ravnotežje**. Pripravljeno gradivo dopolnjuje uporabo v slovenskem izobraževalnem prostoru znan avtorčin spektrometer Spektra™ saj prinaša navodila za njegovo praktično uporabo v razredu. Aktivnosti so povezane v tri sklope in odpirajo različne vidike in povezave znanja ter najbolj celovito razvijajo in povezujejo različne kompetence instrumentalnega pristopa pri gradnji znanja.

Mag. Janja Majer je pripravila kratek sklop eksperimentalnega gradiva za učence naravoslovja oz. kemije z naslovom **Kdaj voda vre? Kaj je pri vrenju vode posebnega?**, z delovnimi listi za izvedbo v razredu, ki preprosto eksperimentalno delo podkrepi z uvajanjem učenca k samostojnemu razmišljanju in sklepanju.

Dr. Darinka Sikošek se je lotila uporabe didaktičnih iger - pantomime in pripravila snopič **Hidroliza škroba**, namenjen dijakom, ki zajema teoretske osnove scenarija eksperimentalne pantomime, navodila učitelju in dijakom ter delovne liste in instrumentarij za evalvacijo gradiva. Z uporabo gradiva v razredu dijakom omogoča med drugim razvoj kompetenc povezanih z eksperimentalnim delom, ki pri kemiji predstavlja eno ključnih kompetenc.

Dr. Dušan Krnel pa s pripravljenimi navodili in razlagami za učitelje razredne stopnje osnovne šole posega eno temeljnih področij naravoslovja, ki se začne razvijati že v zgodnjem poučevanju in sicer **Razvrščanje - Katere so skupne lastnosti?** Obširno gradivo je pripravljeno za učence različnih starostnih stopenj od začetka do konca osnovne šole in ponuja enostavno uporabo v razredu, saj predvideva pripravo vsakodnevnih snovi in pripomočkov za izvedbo aktivnosti poveznih predvsem z razvojem raziskovalne metode in kompetenc, ki jih le ta predvideva in so nujno potrebne za nadaljni razvoj naravoslovnih kompetenc na specifičnih naravoslovnih področjih.

Osnutki pripravljenih gradiv bodo predstavljeni učiteljem praktikom, ki jih bodo preizkušali pri delu v šoli in šele evalvirana in dopolnjena gradiva bodo predstavljala končen produkt dela na projektu.



Izbor in analiza nalog iz preverjanja znanja TIMSS 2007 glede na kemijske kompetence zasnovane v okviru projekta

*Saša A. Glažar in Iztok Devetak,
Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani*

Pregled kompetenc vključenih v nalogah preizkusa TIMSS 2007:

Kompetenca št. 1 Sposobnost uporabe kemijskega znanja in razumevanja pri reševanju kvalitativnih in kvantitativnih problemov.

Kompetenca št. 4 Sposobnost razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij.

Kompetenca št. 5 Sposobnost interpretacije podatkov pridobljenih na osnovi laboratorijskega opazovanja in meritev v smislu njihove pomembnosti ter povezovanje le-teh s pripadajočimi teorijami.

Kompetence št. 6 Sposobnost prepoznati in analizirati različne pristope pri reševanju problemov.

Kompetenca št. 16 Poznavanje kemijske terminologije, nomenklature, dogovorov in enot.

Kompetenca št. 18 Obvladanje numeričnih in računskih spretnosti, vključujoč analizo napak.

Kompetenca št. 19 Sposobnost reševanja problemov v povezavi s kvalitativnimi in kvantitativnimi informacijami.

Kompetenca št. 21 Sposobnosti ocenjevanja, interpretacije in sinteze kemijskih informacij in podatkov.

Kompetenca št. 28 Poznavanje pglavitnih tipov kemijskih reakcij in njihovih značilnosti.

Kompetenca št. 35 Poznavanje atomov, molekul in makromolekul.

Naloge, razporejene glede na kompetence, ki jih vključujejo

Za posamezno kompetenco so podane naloge, v katerih se preverja ta kompetenca. Naloge so oštevilčene enako kot v preizkusu znanja TIMSS 2007. Za posamezno nalogo je podan cilj preverjanja, za objavljive naloge pa tudi besedilo naloge. Podani so tudi odstotki pravih rešitev posebej za dekleta in fante ter skupni dosežek. V nadaljevanju so naloge razvrščene v skupine glede na odstotek pravih odgovorov. Za posamezno skupino je podana vsebinska analiza reševanja glede na kompetenco, ki jo naloge v skupini preverjajo.

Kompetenca št. 4

Sposobnost razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij.

Naloge: 1, 2, 6, 15, 22, 28, 37, 38, 39, 40

Kompetenca št. 16

Poznavanje kemijske terminologije, nomenklature, dogovorov in enot.

Naloge: 3, 13, 23

Kompetenca št. 35

Poznavanje atomov, molekul in makromolekul.

Naloge: 31, 32, 33, 34

Naloge

1. Učenec prepozna snov, ki zaključi električni krog.

Rezultat: Dekleta **93,7 %** Fantje **97,2 %** Skupaj **95,5 %**

2. Učenec prepozna snov, ki dobro prevaja toploto in elektriko.

Rezultat: Dekleta **80,8 %** Fantje **88,0 %** Skupaj **84,4 %**

3. Učenec prepozna kemijsko formulo za ogljikov dioksid.

Rezultat: Dekleta **94,5 %** Fantje **92,8 %** Skupaj **93,6 %**

6. Učenec prepozna vinski kis kot kisloto raztopino. (objavljiva naloga S07_05))

Kaj od naštetega je primer kisle raztopine?

- ☐ A belilo
- ☐ B kis
- ☐ C sladka voda
- ☐ D slana voda

Rezultat - Dekleta 73,5 % Fantje 77,3 % Skupaj 75,3 %

13. Učenec s pomočjo zapisane formule žveplove kisline dopolni tabelo, ki predstavlja število atomov posameznega elementa v molekuli kisline.

Rezultat: Dekleta **52,1 %** Fantje **47,5 %** Skupaj **49,8 %**

15. Učenec prepozna, da je za gorenje potreben kisik. (objavljiva naloga S04_10))

Katera snov je potrebna za gorenje?

- A ozon
- B kisik
- C vodik
- D ogljikov dioksid

Rezultat: Dekleta **80,5 %** Fantje **85,4 %** Skupaj **82,7 %**

22. Učenec prepozna električno prevodnost kot kriterij za delitev snovi v dve skupini.

(objavljiva naloga S05_12)

Skupina 1	Skupina 2
Zrak	Jeklo
Led	Baker
Les	Zlato

Tabela 1: 2 skupini

Po katerem kriteriju smo razdelili snovi v skupino 1 in v skupino 2?

- A Po topnosti v vodi
- B Po stisljivosti
- C Po agregatnem stanju
- D Po električni prevodnosti

Rezultat: Dekleta **63,9 %** Fantje **67,1 %** Skupaj **65,4 %**

23. Učenec prepozna definicijo za spojino.

Rezultat: Dekleta **44,1 %** Fantje **45,4 %** Skupaj **44,7 %**

28. Učenec prepozna primer za fizikalno spremembo. (objavljiva naloga S05_05)

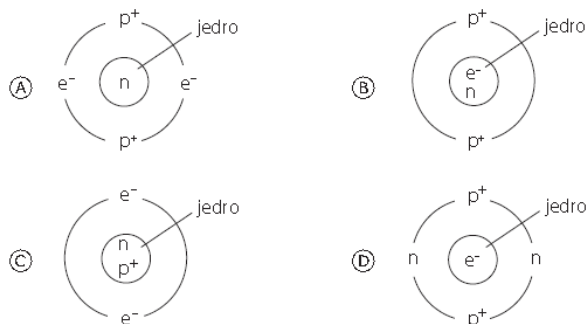
Kaj od naštetega NI primer kemijske spremembe?

- (A) taljenje ledu
- (B) korozija srebra
- (C) gorenje vžigalice
- (D) gnitje rastlin

Rezultat: Dekleta **50,0 %** Fantje **49,3 %** Skupaj **49,7 %**

31. Učenec prepozna model, ki predstavlja porazdelitev subatomskih delcev v atomu. (objavljiva naloga S02_11)

Kateri model predstavlja pravilno porazdelitev protonov (p^+), elektronov (e^-) in nevtronov (n) v atomu?



Rezultat - Dekleta 68,4 % Fantje 66,7 % Skupaj 67,5 %

32. Učenec prepozna diagram, ki najbolje predstavlja zgradbo delcev snovi od molekul, atomov do subatomske delcev (protonov, nevtronov in elektronov).

Rezultat: Dekleta **61,0 %** Fantje **57,4 %** Skupaj **59,2 %**

33. Učenec prepozna sliko, ki predstavlja zgradbo molekule vode.

Rezultat: Dekleta **68,6 %** Fantje **75,0 %** Skupaj **71,9 %**

34. Učenec prepozna, da ko se sladkor raztoplja v vodi, molekule sladkorja še naprej obstajajo, ampak v raztopini. (objavljiva naloga S05_04)

Sladkor je sestavljen iz molekul. Kaj se zgodi z njimi, ko se sladkor raztopi v vodi?

- ☐ (A) Molekule ne obstajajo več.
- ☐ (B) Molekule so v raztopini.
- ☐ (C) Molekule izparijo.
- ☐ (D) Molekule se združijo z vodo in tvorijo nove elemente.

Rezultat - Dekleta 44,2 % Fantje 49,2 % Skupaj 46,5 %

37. Učenec razloži, zakaj kocka ledu ostane zamrznjena v lesenem zaboju dlje kot v kovinskem zaboju.

Rezultat: Dekleta **16,4 %** Fantje **18,6 %** Skupaj **17,6 %**

38. Učenec določi snovi kot element, spojino ali zmes.

Rezultat: Dekleta **26,3 %** Fantje **21,4 %** Skupaj **23,7 %**

39. Učenec prepozna zrak kot zmes.

Rezultat: Dekleta **66,5 %** Fantje **57,0 %** Skupaj **61,4 %**

40. Učenec opiše korake pri ločevanju soli iz zmesi soli, peska in listja ter navedejo razlog za vsak korak. (objavljiva naloga S02_09)

Tadej je padel s kolesa in raztresel vrečo soli, ki jo je vozil. Sol je pobral s tal skupaj s peskom in listjem. To zmes je dal v plastično vrečo.

V tabelo vpiši korake, po katerih je Tadej ločil zmes soli, peska in listja. Napiši razlog za vsak korak, ki ga je naredil. Prvi korak je že vpisan.

Korak	Opis koraka	Razlog za (ta) korak
1.	Presejem zmes s sitom.	Da odstranim listje.
2.		
3.		
4.		

Rezultat: Dekleta **21,4 %** Fantje **25,1 %** Skupaj **23,2 %**

Deleži pravilnih odgovorov v odvisnosti od karakteristik nalog

100 – 80 %

1. naloga električni krog, lastnosti snovi

Rezultat: Dekleta **93,7 %** Fantje **97,2 %** Skupaj **95,5 %**

3. naloga formula ogljikovega dioksida, prepoznavanje formule

Rezultat: Dekleta **94,5 %** Fantje **92,8 %** Skupaj **93,6 %**

2. naloga lastnosti snovi, elektroprevodnost, toplotna prevodnost

Rezultat: Dekleta **80,8 %** Fantje **88,0 %** Skupaj **84,4 %**

15. naloga gorenje snovi, kisik snov potrebna za gorenje

Rezultat: Dekleta **80,5 %** Fantje **85,4 %** Skupaj **82,7 %**

Učenci poznajo električni krog in prepoznajo formulo enostavne spojine (ogljikov dioksid).

Učenci poznajo lastnosti elektroprevodnost in toplotna prevodnost in znajo povezati z snovmi, ki imajo te lastnosti. Vedo, da je za gorenje potreben kisik.

80 – 60 %

5. naloga kisle raztopine, prepoznavanje kislih raztopin iz imen snovi

Rezultat: Dekleta **73,5 %** Fantje **77,3 %** Skupaj **75,3 %**

33. naloga prepoznavanje modela molekule vode

Rezultat: Dekleta **68,6 %** Fantje **75,0 %** Skupaj **71,9 %**

31. naloga prepoznavanje porazdelitve subatomskih delcev v atomu, shema zgradbe atoma

Rezultat: Dekleta **68,4 %** Fantje **66,7 %** Skupaj **67,5 %**

22. naloga prepoznavanje lastnosti snovi, oblikovanje kriterijev za razdelitev podanih snovi v dve skupini.

Rezultat: Dekleta **63,9 %** Fantje **67,1 %** Skupaj **65,4 %**

39. naloga zrak je zmes plinov

Rezultat: Dekleta **66,5 %** Fantje **57,0 %** Skupaj **61,4 %**

Iz imen spojin so sposobni sklepati na njihove lastnosti. V nalogi niso podana kemijska imena snovi, ampak imena iz pogovornega jezika iz katerih lahko sklepamo tudi na njihove lastnosti. Učenci so sposobni iz sheme prepoznati porazdelitev subatomskih delcev v atomu. Prepoznajo kriterij na

osnovi katerega so snovi razdeljene v dve skupini. Vedo, da je zrak zmes plinov.

60 – 40 %

32. naloga prepoznavanje delcev snovi (atomi, molekule) in subatomske delce (elektroni, protoni, elektroni)

Rezultat: Dekleta **61,0 %** Fantje **57,4 %** Skupaj **59,2 %**

13. naloga branje formul molekul, ugotavljanje števila atomov v molekuli

Rezultat: Dekleta **52,1 %** Fantje **47,5 %** Skupaj **49,8 %**

34. naloga zgradba snovi, delci topljenca v raztopini

Rezultat: Dekleta **44,2 %** Fantje **49,2 %** Skupaj **46,5 %**

23. naloga prepoznavanje definicije za spojino

Rezultat: Dekleta **44,1 %** Fantje **45,4 %** Skupaj **44,7 %**

5. naloga energijske spremembe pri kemijskih reakcijah

Rezultat: Dekleta **45,7 %** Fantje **40,4 %** Skupaj **42,9 %**

Učenci razlikujejo med seboj delce snovi in subatomske delce.

Učenci razumejo kemijske formule in znajo iz njih razbrati število vezanih atomov elementov. Prepoznajo definicijo za spojino. Vedo, da potekajo pri kemijskih spremembah tudi energijske spremembe. Raztapljanje snovi zgrajene iz molekul v vodi (delci topljenca v vodi).

40 – 20 %

38. naloga razvrščanje snovi na elemente, spojine in zmesi

Rezultat: Dekleta **26,3 %** Fantje **21,4 %** Skupaj **23,7 %**

40. naloga shema ločevanja zmesi na posamezne snovi

Rezultat: Dekleta **21,4 %** Fantje **25,1 %** Skupaj **23,2 %**

37. naloga iz podatkov sklepanje na toplotno prevodnost snovi

Rezultat: Dekleta **16,4 %** Fantje **18,6 %** Skupaj **17,6 %**

Iz imen snovi prepoznalo ali je snov element, spojina ali zmes. Na osnovi lastnosti snovi v zmesi so sposobni načrtovati shemo ločevanja zmesi na snovi v njej.

Zaključek

Četrta kompetenca – razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij se v analiziranih nalogah povezuje s 16. kompetenco – poznavanje kemijske terminologije, nomenklature, dogovorov in enot in 35. kompetenco – poznavanje atomov, molekul in makromolekul. V to skupino je uvrščenih 17 nalog.

V skupini nalog, v katerih so bili učenci uspešni od 100 do 80 %, so štiri naloge (24 % vseh analiziranih nalog). Sklepamo lahko, da učenci poznajo formule enostavnih spojin (primer ogljikov dioksid), nekatere lastnosti snov (elektroprevodnost, toplotno prevodnost) in kaj je potrebno za proces gorenja. Naloge so na Bloomovi stopnji znanja in razumevanja.

V skupini nalog, v katerih so bili učenci uspešni od 80 % do 60 %, je pet nalog (29 % vseh analiziranih nalog).

Učenci so iz pogovornih imen snovi sposobni sklepati na njihove lastnosti. Učenci so sposobni prepoznati shemo za porazdelitev subatomske delce v atomu. Prepoznajo kriterij na osnovi katerega so snovi razdeljene v dve skupini. Poznajo zrak kot zmes plinov. Dve nalogi v tej skupini sta na stopnji znanja (subatomske delci v atomu, sestava zraka), ostale naloge so na Bloomovi stopnji razumevanja in uporabe znanja.

V skupini nalog, v katerih so bili učenci uspešni od 60 % do 40 %, je tudi pet nalog (29 % vseh analiziranih nalog).

Uspešni učenci razlikujejo med seboj delce snovi in subatomske delce. Učenci razumejo enostavne kemijske formule in znajo iz njih razbrati število

vezanih atomov elementov. Prepoznajo definicijo za spojino. Poznajo vrste delcev topljenca v vodni raztopini. Naloge so na Bloomovi stopnji znanja in razumevanja.

V skupini nalog, v katerih so bili učenci uspešni od 40 % do 20 %, so tri naloge (18 % vseh analiziranih nalog).

Najmanj učencev je iz imen snovi prepoznalo ali je snov element, spojina ali zmes. Na osnovi lastnosti snovi v zmesi so sposobni načrtovati shemo ločevanja zmesi na posamezne komponente v njej. Sposobni so sklepati na lastnosti snovi iz podatkov za te snovi. Naloge so na Bloomovi stopnji razumevanja in uporabe znanja.

Kompetenca št. 5

Sposobnost interpretacije podatkov pridobljenih na osnovi laboratorijskega opazovanja in meritev v smislu njihove pomembnosti ter povezovanje le-teh s pripadajočimi teorijami.

Naloge:

12. Učenec prepozna lastnost kovin in opiše, kako lahko s prepoznano lastnostjo ugotovi ali je snov kovina ali nekovina.

Rezultat: Dekleta **62,4 %** Fantje **59,8 %** Skupaj **61,1 %**

14. Učenec iz opisa poskusa prepozna, katera od dveh raztopin je bolj razredčena in pojasni svojo odločitev.

Rezultat: Dekleta **82,1 %** Fantje **70,4 %** Skupaj **76,3 %**

16. Učenec pojasni, kaj povzroči, da se balon napihne, ko natrijev hidrogenkarbonat (soda bikarbona) in očetna kislina (kis) v balonu zreagirata.

Rezultat: Dekleta **36,0 %** Fantje **49,9 %** Skupaj **42,9 %**

19. Učenec uporabi znanje o gostoti, da razloži, zakaj olje plava na vodi.

Rezultat: Dekleta **35,7 %** Fantje **52,3 %** Skupaj **43,9 %**

24. Učenec razloži, zakaj steklenica polna vode počí, če jo pustimo v zamrzovalniku.

Rezultat: Dekleta **46,4 %** Fantje **50,6 %** Skupaj **48,6 %**

25. Učenec ugotovi, da je kemijska sprememba v mleku povzročila spremembo barve lakmusovega papirja iz modre v rdečo barvo. (objavljiva naloga S02_12)

Tomaž je vzel kozarec mleka in mleko testiral z modrim lakmusovim papirjem. Lakmusov papir je ostal moder. Čez dva dni je Tomaž zopet testiral isto mleko z modrim lakmusovim papirjem. Lakmusov papir se je obarval roza.

Katera sprememba je nastala v mleku?

(Označi en kvadrateg.)

☐ kemijska sprememba

☐ fizikalna sprememba

Pojasni svoj odgovor.

Rezultat: Dekleta **40,5 %** Fantje **33,7 %** Skupaj **37,1 %**

26. Učenec napiše dve spremembi, ki jih lahko opazimo pri kemijski reakciji.

Rezultat: Dekleta **32,3 %** Fantje **29,7 %** Skupaj **31,1 %**

28. Učenec prepozna primer za fizikalno spremembo. (objavljiva naloga S05_05)

Kaj od naštetega NI primer kemijske spremembe?

- (A) taljenje ledu
- (B) korozija srebra
- (C) gorenje vžigalice
- (D) gnitje rastlin

Rezultat: Dekleta **50,0 %** Fantje **49,3 %** Skupaj **49,7 %**

Deleži pravilnih odgovorov v odvisnosti od karakteristik nalog

80 – 60 %

14. Učenec na osnovi rezultatov poskusa prepozna, katera od dveh raztopin je bolj razredčena in pojasni svojo odločitev.

Rezultat: Dekleta **82,1 %** Fantje **70,4 %** Skupaj **76,3 %**

12. Učenec na osnovi rezultatov poskusa sklepa, ali je snov kovina ali nekovina.

Rezultat: Dekleta **62,4 %** Fantje **59,8 %** Skupaj **61,1 %**

Učenci iz ugotovitev pri eksperimentu sklepajo na lastnosti snovi.

60 – 40 %

28. Učenec prepozna na osnovi podatkov eksperimenta fizikalno spremembo.

Rezultat: Dekleta **50,0 %** Fantje **49,3 %** Skupaj **49,7 %**

19. Učenec zna razložiti spremembo pri poskusu (olje plava na vodi).

Rezultat: Dekleta **35,7 %** Fantje **52,3 %** Skupaj **43,9 %**

16. Učenec iz spremembe, ki jo povzroči produkt reakcije, sklepa da je potekla kemijska sprememba.

Rezultat: Dekleta **36,0 %** Fantje **49,9 %** Skupaj **42,9 %**

Učenci na osnovi podatkov eksperimentov sklepajo, ali je potekla kemijska ali fizikalna sprememba.

40 – 20 %

25. Učenec zna razložiti ugotovitev pri kemijskem eksperimentu (sprememba barve indikatorja).

Rezultat: Dekleta **40,5 %** Fantje **33,7 %** Skupaj **37,1 %**

26. Učenec napiše dve možni spremembi, ki jih lahko opazimo pri kemijski reakciji.

Rezultat: Dekleta **32,3 %** Fantje **29,7 %** Skupaj **31,1 %**

Učenci znajo na osnovi spremembe pri eksperimentu sklepati, da je potekla kemijska sprememba. Učenci znajo napisati dve značilni spremembi na osnovi katerih sklepamo, da je potekla kemijska sprememba.

Zaključek

Peta kompetenca, to je sposobnost interpretacije podatkov pridobljenih na osnovi laboratorijskega opazovanja in meritev, je bila zajeta v sedmih nalogah. Uspeh od 80 – 60 % je bil ugotovljen pri nalogah, ki obravnavajo enostavne ugotovitve pri poskusih. Učenci imajo več težav pri razlikovanju fizikalnih in kemijskih sprememb na osnovi rezultatov poskusov. Pri teh nalogah je bil uspeh nižji od 50 %. Podobno velja tudi za navajanje značilnih sprememb na osnovi katerih prepoznamo kemijske spremembe, rezultat 31 % pravih odgovorov.

Kompetenca št. 1

Sposobnost uporabe kemijskega znanja in razumevanja pri reševanju (ne) znanih kvalitativnih in kvantitativnih problemov.

Kompetenca št. 18

Obvladanje numeričnih in računskih spretnosti, vključujoč analizo napak.

Kompetenca št. 19

Sposobnost reševanja problemov v povezavi s kvalitativnimi in kvantitativnimi informacijami.

Naloge:

- Učenec iz podatkov raziskave o zlati verižici izbere informacije iz tabele lastnosti zlata, s katerimi dopolni tabelo za gostoto zlata.

Rezultat: Dekleta **74,2 %** Fantje **69,9 %** Skupaj **72,0 %**

- Učenec uporabi podatke raziskave o zlati verižici za izračun mase zlata v verižici.

Rezultat: Dekleta **36,7 %** Fantje **35,9 %** Skupaj **36,3 %**

- Učenec interpretira podatke v tabeli v kateri so navedene fizikalne lastnosti železa, vode in kisika. (objavljiva naloga S07_04)

V spodnji tabeli so nekatere lastnosti treh čistih snovi (X, Y in Z).
Te tri snovi so železo, voda in kisik.

Snov	Tališče/ledišče (°C)	Vrelišče (°C)	Dober prevodnik elektrike
X	-218	-183	ne
Y	1535	2750	da
Z	0	100	ne

Določi, katera snov je *železo*, katera *voda* in katera *kisik*, ter jih napiši na spodnje črte.

Snov X je _____.

Snov Y je _____.

Snov Z je _____.

Rezultat: Dekleta 62,1 % Fantje 76,5 % Skupaj 68,9 %

17. Učenec prepozna graf, ki najbolje prikazuje vpliv temperature na raztapljanje sladkorja v vodi.

Rezultat: Dekleta 56,7 % Fantje 58,8 % Skupaj 57,7 %

21. Podana je tabela s podatki za vodo in raztopino soli. Iz tabele mora učenec ugotoviti, da je temperatura vode in vodne raztopine soli enaka, enaki sta tudi prostornini. Podana je gostota vode, ne pa tudi vodne raztopine soli. Učenec mora izbrati red velikosti gostote vodne raztopine soli. (objavljiva naloga S01_02)

	Temperatura	Raztopljena sol	Prostornina vode	Gostota
Čista voda	25 °C	0 g	100 ml	1,0 g/ml
Raztopina soli	25 °C	10 g	100 ml	?

Zgoraj je nepopolna tabela, v kateri primerjamo podatke za čisto vodo in vodnoraztopino soli.

Kolikšna je gostota raztopine soli?

(Označi en kvadrateg.)

- ☐ 1,0 g/ml
☐ manj kot 1,0 g/ml
☐ več kot 1,0 g/ml

Pojasni svoj odgovor.

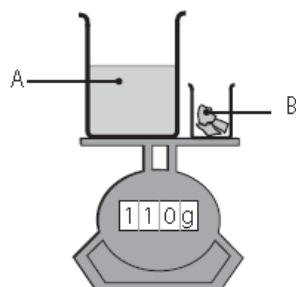
Rezultat: Dekleta **44,3 %** Fantje **46,1 %** Skupaj **45,3 %**

27. Učenec uporabi poznavanje zakona o ohranitvi mase pri reakciji nevtralizacije za razlago, kako se spremeni masa snovi, ko nastane nova snov.

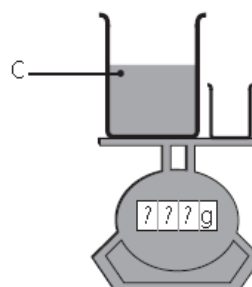
Rezultat: Dekleta **54,3 %** Fantje **42,8 %** Skupaj **48,6 %**

29. Učenec uporabi znanje zakona o ohranitvi mase pri kemijski reakciji za razlago, kako se spremeni masa snovi, ko nastane nova snov. (objavljiva naloga S02_10)

Maso snovi A in B stehtamo na tehtnici, kot je prikazano na sliki 1. Snov B dodamo v čašo in pri tem nastane nova snov C. Prazno čašo postavimo nazaj na tehtnico, kot kaže slika 2.



slika 1



slika 2

Tehtnica na prvi sliki kaže maso 110 g.

Koliko bo pokazala tehtnica na drugi sliki?

(Označi en kvadrateg.)

☐ več kot 110 gramov

☐ 110 gramov

Pojasni svoj odgovor.

Rezultat: Dekleta **36,9 %** Fantje **41,8 %** Skupaj **39,4 %**

Deleži pravilnih odgovorov v odvisnosti od karakteristik nalog

80 - 60 %

8. naloga Uporaba podatkov iz tabel za izračun gostote snovi.

Rezultat: Dekleta **74,2 %** Fantje **69,9 %** Skupaj **72,0 %**

10. naloga Uporaba podatkov v tabelah za identifikacijo elementov.

Rezultat: Dekleta **62,1 %** Fantje **76,5 %** Skupaj **68,9 %**

60 – 40 %

17. naloga Sposobnost branja grafov

Rezultat: Dekleta **56,7 %** Fantje **58,8 %** Skupaj **57,7 %**

21. naloga Sposobnost branja grafov in sklepanja na osnovi podatkov.

Rezultat: Dekleta **44,3 %** Fantje **46,1 %** Skupaj **45,3 %**

27. naloga Uporaba zakona o ohranitvi mase pri predvidevanju mase produkta.

Rezultat: Dekleta **54,3 %** Fantje **42,8 %** Skupaj **48,6 %**

40 – 20 %

9. naloga Uporaba eksperimentalnih podatkov za izračun mase snovi.

Rezultat: Dekleta **36,7 %** Fantje **35,9 %** Skupaj **36,3 %**

29. naloga Uporaba zakona o ohranitvi mase pri predvidevanju mase produkta.

Rezultat: Dekleta **36,9 %** Fantje **41,8 %** Skupaj **39,4 %**

Zaključek

Prva, osemnajsta in devetnajsta kompetenca obravnavajo sposobnost uporabe kemijskega znanja pri reševanju kvalitativnih in kvantitativnih problemov. V preizkusu znanja je sedem nalog, ki pokrivajo te kompetence. Uspeh pri reševanju nalog, ki zahtevajo branje tabel se giblje okoli 70 %. Manj uspešni so učenci pri branju grafov, kjer je uspešnost okoli 50 %. Uspešnost učencev pri uporabi zakona o ohranitvi mase pri predvidevanju mase produktov je pri enostavnejši nalogi 48 %, pri zahtevnejši pa 39 %. Manj uspešni (36 %) so učenci tudi pri uporabi eksperimentalnih podatkov za izračun mase snovi. Pri tej nalogi so morali učenci razbrati del podatkov iz skic eksperimentov.

Kompetence št. 6

Sposobnost prepoznati in analizirati različne pristope pri reševanju problemov.

20. Učenec iz podatkov raziskave o zlati verižici opiše, kako s pomočjo merilnega valja in vode izmerijo prostornino verižice.

Rezultat: Dekleta **17,7 %** Fantje **20,6 %** Skupaj **19,1 %**

11. Učenec iz opisa raziskave o gostoti interpretira tabelo, ki predstavlja metode, ki so jih uporabile skupine pri merjenju mase in razložijo, zakaj se rezultati meritev skupin razlikujejo med seboj. (objavljiva naloga S04_11A)

Naravoslovni razred je bil zadolžen, da določi gostoto pločevinke za osvežilno pijačo. Naloge so se lotile štiri skupine. Vsaka skupina je dobila eno pločevinko osvežilne pijače.

Po končanem delu so vse skupine predstavile rezultate, ki jih prikazuje spodnja tabela.

	Skupina A	Skupina B	Skupina C	Skupina D
Gostota (g/mL)	1,04	0,04	2,77	1,05

Učenci so bili presenečeni, da so gostote pločevinke tako različne.

Proučili so metode dela, ki so jih posamezne skupine uporabile za določitev mase in prostornine pločevinke osvežilne pijače.

Tabela 1 prikazuje, kako je vsaka izmed skupin določila maso pločevinke osvežilne pijače.

Tabela 1: Masa

Skupina	Metoda	Masa (g)
A	Uporabili smo tehniko, da smo določili maso pločevinke z osvežilno pijačo.	389,30
B	Odprli smo pločevinko in jo izpraznili. Uporabili smo tehniko, da smo določili maso pločevinke.	13,85
C	Odprli smo pločevinko in jo izpraznili. Uporabili smo tehniko, da smo določili maso pločevinke.	13,85
D	Uporabili smo tehniko, da smo določili maso pločevinke z osvežilno pijačo.	389,30

A. Razloži, zakaj so skupine A in D ter skupini B in C dobile različne rezultate mas.

Rezultat: Dekleta **48,3 %** Fantje **49,9 %** Skupaj **49,0 %**

35. Učenec iz podatkov raziskave o gostoti, razloži zakaj pri dveh različnih pristopih merjenja prostornine prazne pločevinke dobimo različne rezultate. (objavljiva naloga S04_11B)

B. Tabela 2 predstavlja, kako je vsaka izmed skupin določila prostornino pločevinke osvežilne pijače.

Tabela 2: Prostornina

Skupina	Metoda	Prostornina (mL)
A	Čašo smo napolnili z vodo do oznake 1400 mL. Neodprto pločevinko smo postavili v čašo. Pločevinka je potonila. Nivo vode je narasel do 1776 mL.	376,00
B	Čašo smo napolnili z vodo do oznake 1400 mL. Prazno pločevinko smo postavili v čašo z odprto stranjo navzdol. Pločevinko smo držali pod vodo s svinčnikom. Nivo vode je narasel do 1776 mL.	376,00
C	Čašo smo napolnili z vodo do oznake 1600 mL. Prazno pločevinko smo postavili v čašo z odprto stranjo navzgor. Držali smo jo pod vodo in videli mehurčke, ki so izhajali iz pločevinke. Ko so mehurčki prenehali izhajati iz pločevinke, se je potopila na dno in nivo vode je bil 1605 mL.	5,00
D	Odprli smo pločevinko in uporabili merilni valj, da smo izmerili prostornino pijače v pločevinki.	371,00

Skupini B in C sta poskusili izmeriti prostornino pločevinke brez osvežilne pijače.

Razloži, zakaj se rezultata skupin razlikujeta.

Rezultat: Dekleta **6,5 %** Fantje **7,1 %** Skupaj **6,8 %**

Deleži pravilnih odgovorov v odvisnosti od karakteristik nalog

49 %

11. naloga Interpretacija rezultatov meritev po treh različnih metodah.

19 %

20. naloga Načrtovanje eksperimentalnega določanja prostornine.

6,8 %

35. naloga Interpretacija rezultatov meritev po treh različnih metodah.

Zaključek

Kompetenco sposobnost prepoznati in analizirati različne pristope pri reševanju problemov so vključevale tri naloge. Sposobnost učencev za interpretacijo rezultatov meritev po različnih metodah je odvisna od zahtevnosti naloge. Pri manj zahtevni nalogi je bilo uspešno 49 % učencev, pri nalogi z zahtevnejšim besedilom pa le 6,8 %. Učenci imajo težave tudi pri načrtovanju eksperimentov.

Kompetenca št. 21

Sposobnosti ocenjevanja, interpretacije in sinteze kemijskih informacij in podatkov.

18. Učenec poda izjavo za poskus kot opažanje, napoved, zaključek, teorija ali domneva. (objavljiva naloga S03_02)

Sara je v posodo z raztopino vstavila elektrode in jih priključila na baterijo. V poročilu je zapisala: "Na eni od elektrod so se izločali mehurčki."

Ta izjava je

- (A) opažanje.
- (B) napoved.
- (C) zaključek.
- (D) teorija.
- (E) domneva.

Rezultat: Dekleta 84,0 % Fantje 79,5 % Skupaj 81,8 %

36. Učenec iz podatkov raziskave o gostoti pločevinke iz kovine, razloži tabelo mas, prostornin in gostot, da določijo metodo za določitev gostote kovine, iz katere je narejena pločevinka. (objavljiva naloga S04_11C)

C. Tabela predstavlja rezultate mas, prostornin in gostot pločevinke osvežilne pijače za vsako skupino.

Skupina	A	B	C	D
Masa (g)	389,30	13,85	13,85	389,30
Prostornina (mL)	376,00	376,00	5,00	371,00
Gostota (g/mL)	1,04	0,04	2,77	1,05

Katera skupina je najbolj določila gostoto kovine, iz katere je narejena pločevinka, glede na metode, ki so jih uporabili?

- (A) skupina A
- (B) skupina B
- (C) skupina C
- (D) skupina D

Rezultat: Dekleta **31,3 %** Fantje **36,8 %** Skupaj **33,8 %**

Zaključek

Kompetenco sposobnosti ocenjevanja, interpretacije in sinteze kemijskih informacij in podatkov sta preverjali le dve nalogi. Učenci znajo na praktičnem primeru uporabiti izraze opažanje, napoved, zaključek, teorija in domneva (82 %). Učenci imajo več težav pri vrednotenju uspešnosti metod določanja gostote po različnih metodah (33,8 %).

Kompetenca št. 28

Poznavanje pglavlitnih tipov kemijskih reakcij in njihovih značilnosti.

Naloge:

4. Učenec iz opisa prepozna spremembo barve indikatorja pri nevtralizaciji.

Rezultat: Dekleta **63,4 %** Fantje **68,9 %** Skupaj **66,3 %**

7. Učenec iz opisa raziskave določi pogoje pod katerimi bo kovinski nož najbolj zarjavel.

Rezultat: Dekleta **86,7 %** Fantje **81,6 %** Skupaj **84,2 %**

30. Učenec s seznama plinov, določi kisik kot plin, ki povzroči rjavenje.

(objavljava naloga S03_01)

Kateri od naštetih plinov lahko povzroči rjavenje kovinskega vedra?

- (A) vodik
- (B) kisik
- (C) dušik
- (D) helij

Rezultat: Dekleta **45,7 %** Fantje **55,3 %** Skupaj **50,3 %**

41. Učenec navede eno značilnost, ki jo lahko opaziš, da se je energija pri kemijski reakciji sprostila.

Rezultat: Dekleta **35,1 %** Fantje **37,3 %** Skupaj **36,2 %**

5. Učenec prepozna kemijski proces pri katerem se energija veže.

Rezultat: Dekleta **45,7 %** Fantje **40,4 %** Skupaj **42,9 %**

Deleži pravilnih odgovorov v odvisnosti od karakteristik nalog 80 – 60 %

7. naloga Poznavanje pogojev pri rjavenju.

Rezultat: Dekleta **86,7 %** Fantje **81,6 %** Skupaj **84,2 %**

4. naloga Poznavanje pomena indikatorja pri spremljanju reakcije nevtralizacije.

Rezultat: Dekleta **63,4 %** Fantje **68,9 %** Skupaj **66,3 %**

60 – 40 %

30. naloga Poznavanje plina, ki povzroča rjavenje.

Rezultat: Dekleta **45,7 %** Fantje **55,3 %** Skupaj **50,3 %**

5. naloga Poznavanje dejstva, da se pri kemijskih reakcijah lahko energija veže.



Rezultat: Dekleta **45,7 %** Fantje **40,4 %** Skupaj **42,9 %**

40 – 20 %

41. naloga Poznavanje, da se pri kemijskih reakcijah lahko energija sprošča.

Rezultat: Dekleta **35,1 %** Fantje **37,3 %** Skupaj **36,2 %**

Zaključek

Kompetenco, ki vključuje poznavanje poglavitnih tipov kemijskih reakcij in njihovih značilnosti je vključevalo pet nalog. Učenci poznajo pogoje, pri katerih poteka rjavenje (84,2 %), manj pa plin, ki sodeluje pri rjavenju (50,3 %). Pomen indikatorja pri reakciji nevtralizacije pozna 66,3 % učencev. Dve nalogi sta obravnavali energijske spremembe pri kemijskih reakcijah. Učenci so bili uspešnejši pri poznavanju reakcij, pri katerih se energija veže (42,9 %) glede na reakcije, pri katerih se energija sprošča (36,2 %).

Povzetek

Četrta kompetenca – razumevanja bistvenih kemijskih dejstev, pojmov, principov in teorij – se v analiziranih nalogah povezuje z 16. kompetenco – poznavanje kemijske terminologije, nomenklature, dogovorov in enot in 35. kompetenco – poznavanje atomov, molekul in makromolekul.

Sklepamo lahko, da učenci poznajo na Bloomovi stopnji znanja formule enostavnih spojin in nekatere lastnosti snovi (elektroprevodnost, toplotno prevodnost) in razumejo kaj je potrebno za proces gorenja. Učenci so iz pogovornih imen snovi sposobni sklepati na njihove lastnosti. V kolikor izhajajo pogovorna imena snovi iz njihovih lastnosti, jih učenci znajo razbrati. Učenci so sposobni prepoznati shemo za porazdelitev subatomskih delcev v atomu. Učenci so sposobni iz besedila naloge razbrati kriterij, na osnovi katerega so bile snovi razvrščene v dve skupini. Poznajo zrak kot zmes plinov.

Več težav imajo učenci pri razlikovanju atomov in molekul (60 %). Enako velja tudi za razumevanje enostavnih kemijskih formul in sposobnosti iz njih



razbrati število vezanih atomov elementov (50 %). Učenci prepoznajo definicijo za spojino (44 %) in poznajo vrste delcev topljenca v vodni raztopini sladkorja (46 %). Naloge so na Bloomovi stopnji znanja in razumevanja.

Najmanj so bili učenci uspešni pri opredeljevanju ali je snov element, spojina ali zmes (24 %). Na osnovi lastnosti snovi v zmesi je bilo le 23 % učencev sposobnih načrtovati shemo ločevanja zmesi na snovi v njej. Naloge so na Bloomovi stopnji razumevanja in uporabe znanja.

Pri ugotavljanju pete kompetence, to je sposobnost interpretacije podatkov pridobljenih na osnovi laboratorijskega opazovanja in meritev, je bilo ugotovljeno, da so učenci sposobni interpretirati enostavne eksperimentalne ugotovitve (uspeh 80 – 60 %). Učenci imajo težave pri razlikovanju fizikalnih in kemijskih sprememb na osnovi rezultatov poskusov (uspeh nižji od 50 %). Podobno velja tudi za navajanje značilnih sprememb, na osnovi katerih prepoznamo kemijske spremembe (uspeh 31 %).

Prva, osemnajsta in devetnajsta kompetenca obravnavajo sposobnost uporabe kemijskega znanja pri reševanju kvalitativnih in kvantitativnih problemov. Uspeh pri reševanju nalog, ki zahtevajo branje tabel, se giblje okoli 70 %. Manj uspešni so učenci pri branju grafov, kjer je uspešnost okoli 50 %. Uspešnost učencev pri uporabi zakona o ohranitvi mase pri predvidevanju mase produktov je pri enostavnejši nalogi 48 %, pri zahtevnejši pa 39 %. Manj uspešni (36 %) so učenci tudi pri uporabi eksperimentalnih podatkov za izračun mase snovi. Pri tej nalogi so morali učenci razbrati del podatkov iz skic eksperimentov, kar povzroča učencem dodatne težave.

Uspešnost učencev pri doseganju šeste kompetence, to je sposobnosti prepoznati in analizirati različne pristope pri reševanju problemov, je odvisna od zahtevnosti naloge. Pri manj zahtevni nalogi je bilo uspešnih 49 % učencev, pri nalogi z zahtevnejšim besedilom pa le 6,8 %. Učenci imajo težave tudi z načrtovanjem eksperimentov.

Kompetenco, ki zajema sposobnosti ocenjevanja, interpretacije in sinteze kemijskih informacij in podatkov, je preverjala naloga, v kateri so

učenci morali ustrezno uporabiti izraze opažanje, napoved, zaključek, teorija in domneva (uspeh 82 %). Učenci imajo več težav pri vrednotenju uspešnosti metod določanja gostote po različnih metodah (33,8 %).

Kompetenco – poznavanje pglavlnih tipov kemijskih reakcij in njihovih značilnosti – (kompetenca št. 28) so vključevale dve nalogi za rjavenje, ena naloga za nevtralizacijo in dve nalogi za energijske spremembe pri kemijskih reakcijah. Učenci poznajo pogoje pri katerih poteka rjavenje (84,2 %), manj pa plin, ki sodeluje pri rjavenju (50,3 %). Pomen indikatorja pri reakciji nevtralizacije pozna 66,3 % učencev. Dve nalogi sta obravnavali energijske spremembe pri kemijskih reakcijah. Učenci so bili uspešnejši pri poznavanju reakcij, pri katerih se energija veže (42,9 %) in manj pri reakcijah, pri katerih se energija sprošča (36,2 %).

PENA, PENA

Avtorica: dr. Margareta Vrtačnik

Cilji učne enote so:

- ugotoviti, da je pena zmes plina, ujetega v tekočini ali trdni snovi,
- ugotoviti, da je količina pene, ki jo dobimo pri mešanju dveh raztopin soli z dodanim detergentom, odvisna od razlike v pH vrednosti vodnih raztopin soli,
- ugotoviti, da je plin, ki je ujet v peni, ogljikov dioksid in
- ugotoviti, da detergent, zaradi svoje specifične zgradbe, »ujame« mehurčke plina in jih zadrži v vodni raztopini.

Kompetence:

- sposobnost opazovanja poskusov
- sposobnost načrtovanja poskusov
- sposobnost nadzorovanega izvajanja poskusov
- sposobnost urejanja podatkov v tabele in analize podatkov
- sposobnost postavljanja hipotez
- sposobnost načrtovanja poskusov za preverjanje hipotez
- sposobnost timskega dela
- sposobnost poročanja
- sposobnost pisne komunikacije

Predznanje

- definicija zmesi in primeri
- lastnosti ogljikovega dioksida
- definicija soli in poimenovanje soli (sulfat, karbonat oz. hidrogenkarbonat)
- pH lestvica in njen pomen; kislota, bazično in nevtralno območje
- zgradba detergenta in molekule vode (polarno, nepolarno); opcijsko
- merjenje volumna tekočin z menzuro

Kontekst

Vsakdanja raba proizvodov, za katere je značilno, da so pene. Primeri takih proizvodov so: pene za umivanje rok, pene za tuširanje, pene za nego las, sladkorna pena, spenjeni beljaki in podobno.

Raven: OŠ in SŠ

Učni načrt OŠ: zmesi, kemijska reakcija, kisline in baze, pralna sredstva

Uči načrt SŠ: ionske reakcije, detergenti

TEORETIČNI DEL

Učitelj prinese v razred primere tržnih izdelkov, ki so pene.

Primer: pena za umivanje rok



Primer: spenjeni beljaki



Učitelj začne razgovor o tem, kaj je pena. Učenci odgovarjajo.

Zaključek uvodnega dela je definicija pene: »Zmes - ujeti mehurčki plina v tekočini ali trdni snovi«.

Učitelj izvede poskus: v večji pokončni čaši zmeša 50 mL 1 M raztopine NaHCO_3 in 50 mL 0,5 M raztopine $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, ki ji predhodno doda nekaj kapljic tekočega detergenta. Na raztopinah ni napisov. Učitelj terja od učencev le opazovanje poskusa in ne pove, katere raztopine je mešal.

Rezultat poskusa:



1. Učitelj: opredeli problem

Odkrijte, katera kombinacija soli z dodanim detergentom bo tvorila največ pene, kateri plin je ujet v peni in kakšno vlogo ima pri poskusih detergent.

Možne raztopine soli ste dobili na pladnju. Z učenci preveri potrebščine, ki so jih ti dobili na pladnju. Število pladnjev določi učitelj tako, da učenci izvajajo poskuse v parih.

Reagenti: raztopine soli, pH papirčki ali univerzalni indikator

0,5 M NaCl (aq)	0,5 M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (aq)
0,5 M ZnSO_4 (aq)	0,5 M Na_2SO_4 (aq)
1M NaHCO_3 (aq)	Tekoči detergent

Potrebščine: čaše in menzure, papirnate brisače

2. Učitelj: nudi pomoč pri pripravi načrta izvedbe eksperimentov

Učitelj spodbuja učence, da zapišejo vse možne kombinacije soli v obliki tabele - **matrike kombinacij**. Pove, da je vrstni red mešanja nepomemben in da mešanje enakih raztopin ni smiselno, zato v diagonali matrike rdeča polnitev in zasenčeni (modri) zgornji del matrike.

Tabela 2: Matrika kombinacij mešanja raztopin soli

Kombinacije	NaCl	Na ₂ SO ₄	ZnSO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃	NaHCO ₃
NaCl					
Na ₂ SO ₄					
ZnSO ₄					
Al ₂ (SO ₄) ₃					
NaHCO ₃					

3. Učitelj: nudi pomoč pri zbiranju in urejanju podatkov

Učitelj spodbuja učence, da začnejo izvajati poskuse. Lahko jim pove, da je smiselno mešati enake prostornine raztopin soli, da pa naj ustrezne prostornine ocenijo glede na količine raztopin, ki so jih dobili. Opozori jih, da lahko detergent dodajo katerikoli raztopini v paru, vendar pred mešanjem dvojice izbranih raztopin soli. Opozori jih tudi, da naj v tabelo vpisujejo opažanja s kraticami.

Primer legende:

Izredno veliko pene	V
Srednje veliko pene	S
Malo ali skoraj nič pene	M

4. Učitelj: nudi pomoč pri iskanju dodatnih informacij in postavljanju hipotez

Učitelj terja od učencev, da povedo in zapišejo, katera kombinacija soli tvori največ pene.

Tabela 3: Izpolnjena tabela po izvedenih poskusih

Kombinacije	NaCl	Na ₂ SO ₄	ZnSO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃	NaHCO ₃
NaCl					
Na ₂ SO ₄	M				
ZnSO ₄	M	M			
Al ₂ (SO ₄) ₃	M	M	M		
NaHCO ₃	M	M	S	V	

Tabela 4: Kombinacija soli, ki tvori največ pene

Al ₂ (SO ₄) ₃ (aq) + det.
NaHCO ₃ (aq)

Učitelj usmerja učence v iskanje vzrokov, zakaj ravno ugotovljena kombinacija soli tvori največ stabilne in goste pene. Opomni jih, da naj pogledajo, kaj imajo še na pladnju. Učenci ugotovijo, da je na pladnju tudi indikator. Učitelj jih vpraša, zakaj bi ga uporabili. Tako napelje učence na zamisel, da se morda soli razlikujejo v kislosti oz. bazičnosti. Učitelj usmerja učence v oblikovanje preproste hipoteze.

Hipoteza: Razlika v kislosti oz. bazičnosti vodnih raztopin soli vpliva na količino pene.

5. Naloga: preverjanje hipoteze

Učitelj usmerja učence v načrtovanje poskusov za preverjanje hipoteze. Učenci izvedejo poskuse merjenja pH vodnih raztopin soli. Skupaj zasnujejo tabelo in vpišejo rezultate.

Tabela 5: pH vrednosti raztopin soli

	NaCl	Na ₂ SO ₄	ZnSO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃	NaHCO ₃
	7	7	6	4	8

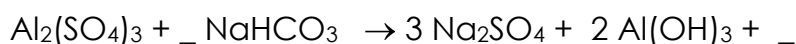
pH					

Učitelj vpraša, kaj pokažejo rezultati merjenja pH. Učenci ugotovijo, da večja kot je razlika v pH vrednosti dveh vodnih raztopin soli, več je pene.

Učitelj postavi učencem vprašanje, kateri plin je po njihovem mnenju ujet v peni?

Kako bi preverili svoje predpostavke?

Učitelj izvede poskus s kombinacijo soli, ki je dala največ pene. Z gorečo trsko seže v peno in dokaže, da plin duši gorenje. Učenci sklepajo, da je plin **ogljikov dioksid**. Na tablo zapiše enačbo reakcije. Učenci jo dopolnijo in uredijo.



6. Učitelj: nudi pomoč pri opredelitvi vloge detergenta pri poskusih

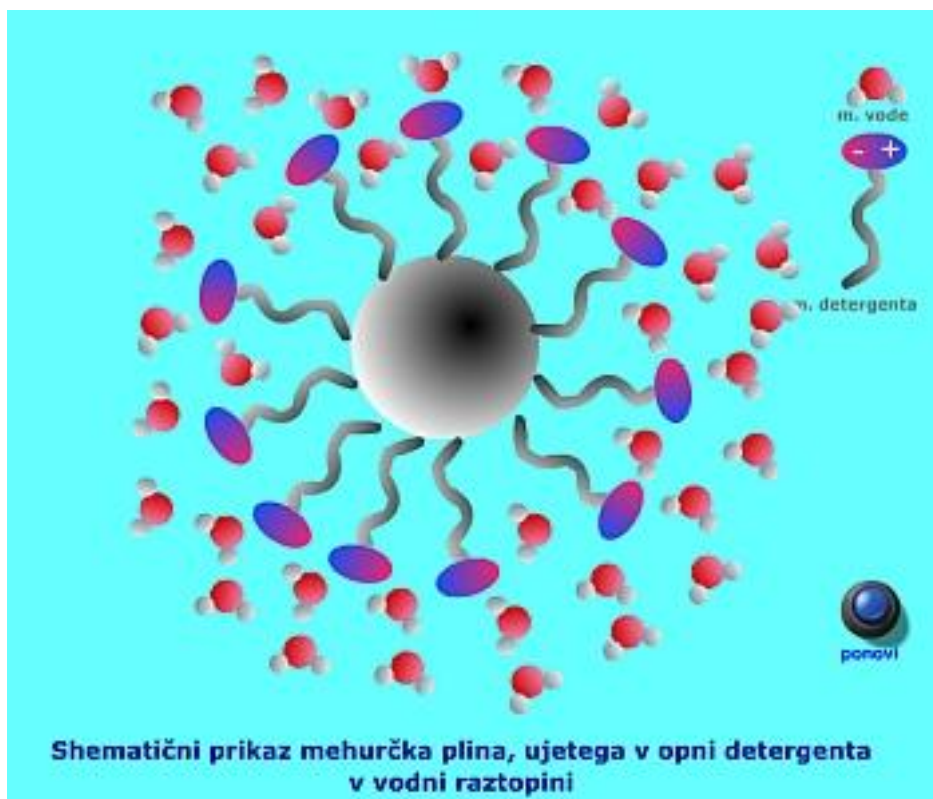
Učitelj vpraša učence, kaj menijo, kakšni bi bili rezultati mešanja vodne raztopine $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (aq) in NaHCO_3 (aq), če ne bi dodali detergenta. Preverite. Zasnujte izvedbo eksperimenta.

Tabela 6: Izvedba eksperimenta z rezultati

	Dodamo detergent	Brez detergenta
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	V	S ali M
NaHCO_3		

Učitelj vpraša, zakaj je pene znatno manj, če vodni raztopini $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ soli pred mešanjem ne dodamo detergenta. Učenci na to vprašanje najbrž ne bodo znali odgovoriti, zato ta del razloži učitelj in si pri tem pomaga z animacijo ali

sliko, ki kaže, kako molekule detergenta z nepolarnim delom (repom) obdajo mehurčke plina, s svojim polarnim delom (glavo) pa se povežejo s polarnimi molekulami vode. Tako detergent prepreči uhajanje mehurčkov plina, ki ostanejo ujeti v peni.



Slika 2: Vloga detergenta pri nastajanju pene

Varianta 2

Izpeljana je kot e-enota. Problem je poenostavljen tako, da učenci vedo, da je ena od soli pri poksusu vodna raztopina NaHCO_3 , zato morajo s pomočjo interaktivne animacije najti le ustrezno vodno raztopino druge soli, ki daje ob dodatku detergenta z vodno raztopino NaHCO_3 največ pene.

Posebnost te izvedbe:

E-enota bo v celoti delovala le, če boste imeli na računalnikih nameščena:

- kodek [DivX](#) za prikaz filmov in animacij v avi formatu,

- predvajalnik [Flash](#) za prikaz animacij in interaktivnih nalog, izdelanih v Flashu.

DELOVNI LIST

Ime in priimek:

Razred:

Datum:

PENA, PENA



Verjetno uporabljate doma proizvode, ki se močno penijo, morda peno za tuširanje, peno za utrjevanje pričeske, vaš oče ali starejši brat morda uporabljata peno za britje. To uro boste raziskali, kaj je sploh pena. Kako jo pripravimo?

Skrbno spremljajte poskus, ki ga je za vas pripravil učitelj. Le kaj je učitelj zmešal, da je dobil takšno obilico pene?

1. naloga: Opredeleitev problema

Ugotovite, katera kombinacija soli z dodanim detergentom bo tvorila največ pene,
kateri plin je ujet v peni in kakšno vlogo ima pri poskusih detergent.

Reagenti: raztopine soli, tekoči detergent, pH papirčki ali univerzalni indikator

0,5 M NaCl (aq)

0,5 M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (aq)

0,5 M ZnSO_4 (aq)

0,5 M Na_2SO_4 (aq)

1M NaHCO_3 (aq)

Tekoči
detergent

Potrebščine: čaše in menzure, papirnate brisače

2. naloga: Načrt izvedbe eksperimentov

Pomoč. Poiščite vse možne kombinacije mešanja parov soli.

3. naloga: Zbiranje in urejanje podatkov

4. naloga: Dodatne informacije – postavljanje hipotez

5. naloga: Preverjanje hipoteze

6. naloga: Ugotovite, kakšna je vloga detergenta pri poskusih

NAPOTKI ZA UČITELJA

Motivacijski test in test razumevanja enote »Pena, pena« ima 14 vprašanj oz. trditev. Sestavljen je v skladu s sodobnimi smernicami o sestavljanju tovrstnih testov, po katerih testiranci veljavnost trditev ocenjujejo na petstopenjski Likert-ovi skali. Z obkroževanjem števil od 1 do 5 izražajo testiranci raven strinjanja z določeno trditvijo. Pomembno je, da učitelj pred izvedbo testiranja pove, da test ni namenjen ocenjevanju znanja in zaprosi učence/dijake, da morajo biti njihovi odgovori na določene trditve čim bolj odkritosrčni in resnični. Razloži tudi uporabo Likert-ove skale za ocenjevanje ravni strinjanja s trditvami. Testiranje učitelj izvede po končani učni enoti.

Test je sestavljen iz splošnega – **motivacijskega dela** (trditve od 1 do 11). Z analizo odgovorov na ta del testa dobi učitelj vpogled v raven motivacije učencev/dijakov za učenje kemije ter njihovo samopodobo v zvezi z učenjem kemije (trditve od 8 do 11). Ti podatki so za učitelja dragoceni, saj mu pomagajo razjasniti in razumeti marsikatero težavo, na katero morda naleti v razredu pri svojem predmetu. Če se pokaže, da je edini motiv za učenje večine učencev/dijakov, zgolj želja po dobri oceni, potem se ni čuditi, zakaj so učenci/dijaki največkrat nezainteresirani za učiteljeva prizadevanja. V takem primeru se moramo vprašati, kaj storiti, da bo interes učencev/dijakov motiviran tudi z željo po več znanja. Morda je potrebno zamenjati način dela, učencem/dijakom pustiti več svobode pri izbiri vsebin in načinov njihove obravnave.

Drugi del testa je namenjen preverjanju ravni **razumevanja** enote Pena, pena (trditve od 12 do 14). Z analizo tega dela testa se učitelj prepriča, kako učenci/dijaki »ocenjujejo« svoje razumevanje enote oz. v kolikšni meri je enota prispevala k uresničitvi v enoti navedenih kompetenc. Petnajsto vprašanje je namenjeno spoznavanju interesa učencev/dijakov za bodočo študijsko usmeritev. Prilagam tudi osnutek Excel-ove tabele, v katero prosim, da vpišete rezultate testiranja.

Koda učenca: (lahko je kar zaporedna številka)

Spol: vpišite M (za moški), Ž (za ženski)

Razred: vpišite 8, 9 ali 1, 2 (za srednje šole)

Ocena iz kemije: (vpišete oceno iz kemije v zadnjem zaključenem razredu oz. oceno iz naravoslovja, če je zadnji zaključeni razred 7.)

Oblika izvedve: (vpišete a, b ali c) **Od 1.1 do 15.0:** vpišete številko, ki jo je testirani obkrožil

Podatke izpolnjene tabele lahko sami analizirate; izračute npr. povprečje ocen za posamezne trditve in jih grafično prikažete. Če je povprečje za neko trditev pod 3, za večino vzorca dana trditev oz. trditve ne veljajo; kaj to pomeni, lahko ocenite iz same trditve. Če je povprečje nad 3, pa za večino vzorca dana trditev bolj velja kot ne velja, ali celo povsem velja (če je povprečje 4 in nad 4). Če npr. dobite za trditev *Rad-a se učim kemijo*, povprečje 2,3, to pomeni, da se večina testirancev ne uči rada kemije, ker zanje ta trditev ne velja. To pa pomeni, da ni notranje motivacije za učenje kemije.

Izpolnjeno tabelo pošljite po elektronski pošti na naslov:

metka.vrtacnik@guest.arnes.si

Podatki bodo služili za vrednotenje enot.

VPRAŠALNIK MOTIVACIJE IN RAZUMEVANJA ENOTE »PENA, PENA«

Ime in priimek:

Spol: 1 Ženski 2 Moški

Starost: ____ let

Šola: _____

Predhodni učni uspeh:

Uspeh	7. razred	8. razred	1. letnik
pri naravoslovju oz. kemiji			

Učno enoto smo obdelali (Ustrezno obkrožite.)

- a) kot izvajanje poskusov v parih s samostojnim načrtovanjem poskusov
- b) le s pomočjo računalniške učne enote v dvojicah
- c) v kombinaciji; samostojno izvajanje poskusov in delo z e-enoto

Pred nadaljevanjem skrbno preberite ta navodila:

Razmislite o odgovorih na spodnja vprašanja in čim bolj točno odgovorite – pri vsaki trditvi obkrožite tisto številko, pri kateri odgovor za vas najbolj velja oziroma najbolj izraža vaše mnenje. Pomagajte si s spodnjo razpredelnico: če odgovor za vas popolnoma velja oziroma je značilen za vas, obkrožite številko 5, če pa odgovor za vas v nobenem primeru ne velja oziroma za vas sploh ni značilen, obkrožite številko 1.

Vaši odgovori ne bodo ocenjeni.

1	2	3	4	5
zame zagotovo ne velja	bolj ne velja kot velja	včasih velja, včasih ne velja	bolj velja kot ne velja	zame zagotovo velja

(1) Kako bi najbolje razložili svoje dosedanje učenje pri kemiji?					
1. Učil/-a sem se zato, da so mi učitelji in starši dali mir in da sem zadovoljil/-a njihova pričakovanja.	1	2	3	4	5
2. Učil/-a sem se, da me ne bi bilo sram zaradi neznanja in da v razredu ne bi izstopal/-a v negativno smer.	1	2	3	4	5
3. Učil/-a sem se, ker mi je pomembno, da to znam in da dobim dobre ocene.	1	2	3	4	5
4. Učil/-a sem se, ker me je snov zanimala in ker sem se to rad/-a učil/-a.	1	2	3	4	5
(2) V tem šolskem letu sem/bom pri kemiji aktiven/-a zato, ker:					
1. ... bom tako poglobil/-a svoje razumevanje snovi, ki jo obravnavamo.	1	2	3	4	5
2. ... bom drugače naredil/-a slab vtis pred učitelji, starši ali sošolci.	1	2	3	4	5
3. ... bom tako na koncu ponosen/-na na svoje znanje in ocene, ki mi bodo tudi omogočile uspešno nadaljevanje šolanja.	1	2	3	4	5
4. ... je dobro znanje tega predmeta pomembno za	1	2	3	4	



moje življenje in bodočo izbiro poklica.					5
(3) Pri pouku kemije upoštevam navodila in predloge učitelja zato, ker:					
1. ...drugače lahko dobim slabo oceno.	1	2	3	4	5
2. ... bi me sicer skrbelo, da ne delam dobro.	1	2	3	4	5
3. ... je veliko lažje slediti navodilom učitelja, kot pa delati samostojno.	1	2	3	4	5
4. ... sem prepričan/-a, da učitelj ve, kako se najbolje naučiti določeno snov.	1	2	3	4	5
(4) Pri učenju kemije mi vsebine, ki so povezane z življenjem predstavljajo izziv.	1	2	3	4	5
(5) V svojem prostem času se tudi sicer rad/-a ukvarjam s kemijo.	1	2	3	4	5
(6) Kemija je zanimiva, ker delamo poskuse.	1	2	3	4	5
(7) Rad/-a se učim kemijo.	1	2	3	4	5
(8) Pri kemiji sem dober/-a.	1	2	3	4	5
(9) Če se primerjam s sošolci, jaz kemijo znam.	1	2	3	4	5
(10) Pri kemiji imam dobre ocene.	1	2	3	4	5
(11) Kemijo se lahko dobro naučim.	1	2	3	4	5
(12) Izvedena enota »Pena, pena« se mi je zdela zanimiva, ker:					
1. ... je vsebina povezana z uporabnimi primeri iz življenja.	1	2	3	4	5
2. ... je učitelj/-ica ves čas spremljala in usmerjala naše	1	2	3	4	5



delo.					
3. ... smo pravilnost svojih rezultatov soočali z rezultati svojih sošolcev.	1	2	3	4	5
4. ... smo delali v skupini in si pri delu pomagali ter soočali rezultate z drugimi skupinami.	1	2	3	4	5
5. ... je bilo v razredu ves čas sproščeno, vendar delovno vzdušje.	1	2	3	4	5
6. ... sem končno razumel/-a kaj je pena	1	2	3	4	5
7. ... ker je učenje temeljilo na osnovi samostojnega načrtovanja in izvajanja poskusov.	1	2	3	4	5
(13) Pri enoti »Pena, pena« sem:					
1. ... uspel/-a samostojno izpeljati vse možne kombinacije dvojic raztopin soli, ki smo jih lahko zmešali in opazovali nastajanje pene.	1	2	3	4	5
2. ... uspel/-a ugotoviti, katera dvojica raztopin soli daje največ pene ob mešanju.	1	2	3	4	5
3. ... uspel/-a samostojno ugotoviti, da čim večja je razlika v kislosti vodnih raztopin dvojic soli, ki ju mešamo, večja je količina nastale pene.	1	2	3	4	5
4. ... uspel/-a ugotoviti, da je plin, ki je ujet v peni, ogljikov dioksid.	1	2	3	4	5
5. ... uspel/-a ugotoviti, da je za nastajanje pene pomemben dodatek detergenta.	1	2	3	4	5
6. ... razumel/-a, zakaj detergent »ujame« mehurčke plina.	1	2	3	4	5
(14) Želim, da bi pouk pri kemiji večkrat potekal na podoben način kot pri enoti »Pena, pena«.	1	2	3	4	5
(15) Po uspešno končani srednji šoli želim:					
1. nadaljevati študij na izbrani naravoslovni smeri	1	2	3	4	5

(npr.fizika, kemija, biokemija, biologija, medicina).					
2. nadaljevati študij na družboslovni smeri (uprava, ekonomija, pravo, izobraževanje, itd.).	1	2	3	4	5
3. nadaljevati študij na tehnični smeri (gradbeništvo, elektrotehnika, informatika, itd.).	1	2	3	4	5
4. nadaljevati študij na umetniški smeri (glasba, oblikovanje, itd.).	1	2	3	4	5
5. nadaljevati študij na humanistični smeri (sociologija, psihologija, jeziki, itd.).	1	2	3	4	5
6. ne želim nadaljevati študija.	1	2	3	4	5
7. nisem se še odločil/-a o svoji bodoči študijski poti.	1	2	3	4	5

Aspartam, da ali ne?

Učna enota za uvajanje kritičnega odnosa do proizvodov s tržnih polic

Avtor: Margareta Vrtačnik

Cilji učne enote so:

- na primeru zgodbe o odkritju sladila aspartam spoznati, da odkritjem pogosto botruje naključje,
- analizirati sestavine sladila Suss-Diat, ki vsebuje aspartam in je dostopno na naših tržnih policah,
- s pomočjo analize interaktivnih modelov spoznati strukturo ključnih sestavin sladila Suss-Diat (aspartama, levčina in laktoze),
- utrditi sposobnost prenosa 3-D informacije o strukturi molekule v 2-D zapis strukturne formule,
- pripraviti načrt za eksperimentalno preverjanje sestavin v sladilu Suss-Diat,
- s pomočjo interaktivne animacije sinteze aspartama izpeljati osnovno reakcijsko shemo sinteze in spoznati pomen zaščitnih skupin v organski sintezi,
- s pomočjo literature o nevarnostih pri uživanju sladil z vsebnostjo aspartama pripraviti kritični esej, ki bo služil kot predlog našemu parlamentu za začetek razprave o prepovedi prodaje nekaterih tržnih proizvodov, ki vsebujejo zdravju nevarne snovi.

Kompetence

- sposobnost uporabe znanja v novih okoliščinah,
- sposobnost samostojnega načrtovanja eksperimentov,
- *sposobnost izvedbe eksperimentov, zbiranja podatkov in vrednotenja podatkov,
- sposobnost uporabe 3-D interaktivnih molekulskih modelov za prepoznavanje ključnih strukturnih fragmentov molekulske zgradbe,

- sposobnost pisne komunikacije,
- sposobnost uporabe tuje strokovne literature za pripravo kritičnega eseja o nevarnostih pri uživanju sladil, ki vsebujejo aspartam,
- razvoj kritičnega odnosa do tržnih izdelkov.

* Kompetenca je opsijska, možno jo bo utrditi le v primeru, da bodo dijaki načrt določanja sestavin sladila tudi izvedli v laboratoriju.

Predznanje

- zgradba proteinogenih aminokislin
- peptidna vez
- dokazovanje škroba
- dokazovanje mono- in disaharidov
- dokazovanje aminokislin

Kontekst

Razprava o vzrokih uporabe nizkokaloričnih nadomestkov saharoze. Umetna sladila dostopna na naših tržnih policah, nevarnosti, ki nam grozijo ob neustrezni ali dolgotrajni uporabi umetnih sladil.

Raven: SŠ

Uči načrt SŠ

- aminokisline

Teoretični del

Učitelj prinese v razred primere umetnih sladil in začne razpravo, kdo jih sme uporabljati. Z vprašalnikom lahko preveri, ali dijaki poznajo nadomestke za sladkor in ali jih uporabljajo.

Primeri sladil:



E-enota: Aspartam, da ali ne?

Kratki razpravi o sladilih sledi delo z e-enoto. Dijaki naj delajo z e-enoto samostojno ali v paru. Večje skupine niso priporočljive, ker bo učni učinek slabši. Predhodno učitelj zagotovi, da je na računalnikih v posebni mapi dostopna vsebina zgoščenke. Dijaki dostopajo do e-enote neposredno s klikom na ime enote v PowerPoint kazalu. Ker dijaki najbrž ne bodo sposobni risanja formul v programu ISISDraw ali ChemSketch, priporočamo, da učitelj pripravi tudi kopije učnih lističev in jih razdeli. V primeru, da so dijaki sposobni uporabljati programe za risanje strukturnih formul in reakcijskih shem, si lahko dijaki učne lističe skopirajo v svojo mapo in jih uporabijo neposredno.

E-enota bo v celoti delovala le, če boste imeli na računalnikih nameščen predvajalnik **Flash** za prikaz animacij in interaktivnih nalog, izdelanih v Flashu in **Chime** za prikaz 3-D modelov molekul v navideznem prostoru računalnika.

Vloga učitelja

Učitelj spremlja delo dijakov in jih spodbuja pri delu. Po potrebi jim demonstrira, kako pravilno uporabljati interaktivne navidezne 3-D modele. Razloži lahko tudi pomen razporeditve elektronske gostote na površini modela molekule, čeprav za doseganje ciljev enote ta ni bistven. Preverja sprotno izpolnjevanje učnih lističev, vendar naj ne komentira morebitnih napak.

Pri načrtovanju eksperimentov za dokaz sestavin sladila učitelj opozori na uporabo učbenika oz. spletne strani Keminfo (<http://www.kii.ntf.uni-lj.si/keminfo/>), kjer so v poglavju »Določanje zgradbe organskih spojin« predstavljene ključne barvne reakcije za določanje funkcionalnih skupin v organskih spojinah. V kolikor je učitelj pripravljen več časa posvetiti enoti, je priporočljiva tudi praktična izvedba dokaznih reakcij.

V zaključnem delu morajo učenci pripraviti kritični esej o nevarnostih uživanja aspartama z uporabo literature v angleškem jeziku. Za nalogo bodo potrebovali več časa, zato naj to nalogo naredijo doma in prinesejo svoje rezultate učitelju v oceno oziroma mnenje.

Časovni načrt izvedbe

1. Prva ura v e-učilnici – razgovor o sladilih, delo z e-enoto. Dijaki oddajo naslednje učne lističe: Strukturna formula aspartama, Reakcijska shema sinteze aspartma in Načrt eksperimentalnega določanja sestavin sladila
2. Delo doma – priprava kritičnega eseja o nevarnostih uživanja aspartama
3. Druga ura – predstavitev esejskih izdelkov in razgovor o nevarnostih uživanja aspartama

Vrednotenje dela

Učitelj pobere učne lističe in jih po svoji presoji ovrednoti. Za vrednotenje kritičnega eseja je primerno kolegijsko ocenjevanje, kjer naj bo poudarek zlasti na tem, v kolikšni meri esej resnično lahko spodbudi zakonodajalce h ukrepanju.

Učni listič: »Strukturna formula aspartama«

Naloga

Analizirajte interaktivni model molekule aspartama in narišite njegovo strukturno formulo.

Svetujem, da uporabljate orodje za risanje strukturnih formul in reakcijski shem, ISIS Draw ali ChemSketch. Z orodjem se lahko seznanim na spletnem naslovu Keminfo, <http://www.kii.ntf.uni-lj.si/keminfo/> »Naučimo se risati kemijske strukture«.

Učni listič: »Sinteza aspartama«

Naloga

Pomagajte si z interaktivno animacijo sinteze aspartama in narišite reakcijsko shemo sinteze aspartama. Za zapis sinteze priporočam uporabo programa ISIS Draw ali ChemSketch.

1. Stopnja

2. Stopnja

Učni listič : »Načrt izvedbe eksperimentov za dokazovanje sestavin sladila Diamant Suss-Diat«

Naloga

Naredite načrt izvedbe eksperimentov za dokaz:

- a) levcina,
- b) aspartama,
- c) laktoze,
- d) škroba

v produktu Suss-Diat.

Učni listič: »Nevarnosti pri uživanju aspartama«

Naloga

S pomočjo v enoti priporočene literature in druge, dostopne literature o nevarnostih aspartama, napišite kritični esej, s katerim boste opozorili naš parlament na nevarnosti ob uživanju sladil, ki vsebujejo aspartam.

Napotki za učitelja

Vprašalnik motivacije in razumevanja enote »Aspartam, da ali ne?« ima 16 vprašanj oz. trditev. Sestavljen je v skladu s sodobnimi smernicami o sestavljanju tovrstnih testov, po katerih testiranci veljavnost trditev ocenjujejo na petstopenjski Likert-ovi skali. Z obkroževanjem števil od 1 do 5 izražajo testiranci raven strinjanja z določeno trditvijo. Pomembno je, da učitelj pred izvedbo testiranja pove, da test ni namenjen ocenjevanju znanja in zaprosi učence/dijake, da morajo biti njihovi odgovori na določene trditve čim bolj odkritosrčni in resnični. Razloži tudi uporabo Likert-ove skale za ocenjevanje ravni strinjanja s trditvami. Testiranje učitelj izvede po končani učni enoti.

Tabela 7: Likert-ova skala

1	2	3	4	5
zame zagotovo ne velja	bolj ne velja kot velja	včasih velja, včasih ne velja	bolj velja kot ne velja	zame zagotovo velja

Test je sestavljen iz splošnega – **motivacijskega dela** (trditve od 1 do 11). Z analizo odgovorov na ta del testa dobi učitelj vpogled v raven motivacije učencev/dijakov za učenje kemije ter njihovo samopodobo v zvezi z učenjem kemije (trditve od 8 do 11). Ti podatki so za učitelja dragoceni, saj mu pomagajo razjasniti in razumeti marsikatero težavo, na katero morda naleti v razredu pri svojem predmetu. Če se pokaže, da je edini motiv za učenje večine učencev/dijakov zgolj želja po dobri oceni, potem se ni čuditi, zakaj so učenci/dijaki največkrat nezainteresirani za učiteljeva prizadevanja. V takem primeru se moramo vprašati, kaj storiti, da bo interes učencev/dijakov motiviran tudi z željo po več znanja. Morda je potrebno zamenjati način dela, učencem/dijakom pustiti več svobode pri izbiri vsebin in načinov njihove obravnave.

Drugi del testa je namenjen preverjanju ravni **razumevanja** enote Aspartam, da ali ne? (trditve od 12 do 15). Z analizo tega dela testa se učitelj prepriča, kako učenci/dijaki »ocenjujejo« svoje razumevanje enote oz. v kolikšni meri je enota prispevala k uresničitvi v enoti navedenih kompetenc.

Zadnji del vprašalnika, trditve od 16.1 do 16.7, je namenjen spoznavanju interesa za nadaljevanje študija.

Prilagam tudi osnutek Exel-ove tabele, v katero prosim, da vpišete rezultate testiranja.

Koda dijaka: (lahko je kar zaporedna številka)

Spol: vpišite M (za moški), Ž (za ženski)

Razred: 1, 2, 3, 4

Ocena iz kemije: (vpišete oceno iz kemije v zadnjem zaključenem razredu)

Oblika izvedbe: (vpišete **a** (samostojno delo z e-enoto), **b** (delo v parih z e-enoto) ali **c** (skupinsko delo, učitelj prikazuje e-enoto))

Od 1.1 do 16.7: vpišete številko, ki jo je testirani obkrožil

Podatke izpolnjene tabele lahko sami analizirate; izračute npr. povprečje ocen za posamezne trditve in jih grafično prikazete. Če je povprečje za neko trditev pod 3, za večino vzorca dana trditev oz. trditve ne veljajo; kaj to pomeni, lahko ocenite iz same trditve. Če je povprečje nad 3, pa za večino vzorca dana trditev bolj velja kot ne velja, ali celo povsem velja (če je povprečje 4 in nad 4). Če npr. dobite za trditev *Rad-a se učim kemijo*, povprečje 2,3, to pomeni, da se večina testirancev ne uči rada kemije, ker zanje ta trditev ne velja. To pa pomeni, da ni notranje motivacije za učenje kemije.

Izpolnjeno tabelo pošljite po elektronski pošti na naslov:

metka.vrtacnik@guest.arnes.si

Podatki bodo služili za vrednotenje enot.

Hvala za sodelovanje.

Avtorica

Margareta Vrtačnik

Vprašalnik motivacije in razumevanja enote »Aspartam, da ali ne?«

Ime in priimek: _____

Spol: 1 Ženski 2 Moški

Starost: _____ let

Šola: _____

Predhodni učni uspeh:

Uspeh	1. letnik	2. letnik	3. letnik
splošni učni uspeh			
pri kemiji			

Učno enoto smo obdelali (*Ustrezno obkrožite.*)

- a) samostojno ob računalniku
- b) v parih oz. majhnih skupinah ob računalniku
- c) skupinsko ob učiteljevem prikazovanju enote na LCD prikazovalniku

Pred nadaljevanjem skrbno preberite ta navodila:

Razmislite o odgovorih na spodnja vprašanja in čim bolj točno odgovorite – pri vsaki trditvi obkrožite tisto številko, pri kateri odgovor za vas najbolj velja oziroma najbolj izraža vaše mnenje. Pomagajte si s spodnjo razpredelnico: če odgovor za vas popolnoma velja oziroma je značilen za vas, obkrožite številko 5, če pa odgovor za vas v nobenem primeru ne velja oziroma za vas sploh ni značilen, obkrožite številko 1.

Vaši odgovori ne bodo ocenjeni.

1 zame zagotovo ne velja	2 bolj ne velja kot velja	3 včasih velja, včasih ne velja	4 bolj velja kot ne velja	5 zame zagotovo velja

(1) Kako bi najbolje razložili svoje dosedanje učenje pri kemiji?

1. Učil/-a sem se zato, da so mi učitelji in starši dali mir in da sem zadovoljil/-a njihova pričakovanja.	1	2	3	4	5
2. Učil/-a sem se, da me ne bi bilo sram zaradi neznanja in da v razredu ne bi izstopal/-a v negativno smer.	1	2	3	4	5
3. Učil/-a sem se, ker mi je pomembno, da to znam in da dobim dobre ocene.	1	2	3	4	5
4. Učil/-a sem se, ker me je snov zanimala in ker sem se to rad/-a učil/-a.	1	2	3	4	5

(2) V tem šolskem letu sem/bom pri kemiji aktiven/-a zato, ker:

1. ... bom tako poglobil/-a svoje razumevanje snovi, ki jo obravnavamo.	1	2	3	4	5
2. ... bom drugače naredil/-a slab vtis pred učitelji, starši ali sošolci.	1	2	3	4	5
3. ... bom tako na koncu ponosen/-na na svoje znanje in ocene, ki mi bodo tudi omogočile uspešno nadaljevanje šolanja.	1	2	3	4	5
4. ... je dobro znanje tega predmeta pomembno za moje življenje in bodočo izbiro poklica.	1	2	3	4	5

(3) Pri pouku kemije upoštevam navodila in predloge



učitelja zato, ker:					
1. ... drugače lahko dobim slabo oceno.	1	2	3	4	5
2. ... bi me sicer skrbelo, da ne delam dobro.	1	2	3	4	5
3. ... je veliko lažje slediti navodilom učitelja, kot pa delati samostojno.	1	2	3	4	5
4. ... sem prepričan/-a da učitelj ve, kako se najbolje naučiti določeno snov.	1	2	3	4	5
(4) Pri učenju kemije mi vsebine, ki so povezane z življenjem predstavljajo izziv.	1	2	3	4	5
(5) V svojem prostem času se tudi sicer rad/-a ukvarjam s kemijo.	1	2	3	4	5
(6) Kemija je zanimiva.	1	2	3	4	5
(7) Rad/-a se učim kemijo.	1	2	3	4	5
(8) Pri kemiji sem dober/-a.	1	2	3	4	5
(9) Če se primerjam s sošolci, jaz kemijo znam.	1	2	3	4	5
(10) Pri kemiji imam dobre ocene.	1	2	3	4	5
(11) Kemijo se lahko dobro naučim.	1	2	3	4	5
(12) Izvedena enota »Aspartam, da ali ne?« se mi je zdela zanimiva, ker:					
1. ... je vsebina povezana z uporabnimi primeri iz življenja - sladili.	1	2	3	4	5
2. ... se mi zdi uporaba umetnih sladil, kot nadomestkov sladkorja, neustrezen način preprečevanja vnosa odvečnih kalorij v naš organizem, zato je enota zelo koristna.					
3. ... sem lahko delal/-a povsem samostojno in hitrost prilagodil/-a svojim sposobnostim in interesom.	1	2	3	4	5
4. ... smo delali v parih in se pri tem spodbujali in si	1	2	3	4	5



pomagali.					
5.... sem spoznal/-a, da odkritja pri kemiji često spremljajo naključja.	1	2	3	4	5
6. ... je bilo v razredu ves čas sproščeno, vendar delovno vzdušje.	1	2	3	4	5
7. ... so jasno navedeni cilji enote, tako, da sem vedel/-a, kaj me čaka pri delu z enoto.	1	2	3	4	5
8. ... sem lahko opazoval/-a modele molekul v navideznem prostoru in sproti preverjal/-a razumevanje zgradbe molekul: aspartama, levcina in laktoze.	1	2	3	4	5
9. smo lahko samostojno načrtovali poskuse za dokazovanje sestavin v tržnem sladilu in tako praktično uporabljali znanje kemije.	1	2	3	4	5
10. smo lahko samostojno načrtovali osnovno sintezo aspartama ob pomoči interaktivne animacije.	1	2	3	4	5
11. ... smo lahko povsem samostojno ob pomoči literature pripravili osnutek peticije za prepoved aspartama kot dodatka prehranskim izdelkom v naših trgovinah, zaradi nevarnosti aspartama za zdravje.	1	2	3	4	5
12. ... smo lahko kemijo povezali z znanjem angleškega jezika.	1	2	3	4	5
(13) Pri enoti »Aspartam, da ali ne?« sem:					
1. ... prebral/-a zgodbo o naključnem odkritju aspartama, kar se mi je zdelo zanimivo, saj nisem vedel/-a, da lahko odkritjem v kemiji botruje naključje.	1	2	3	4	5
2. ... brez težav s pomočjo modela molekule aspartama prepoznal/-a aspartam kot dipeptid, sestavljen iz dveh aminokislin.	1	2	3	4	5



3. ... brez težav s pomočjo modela molekule laktoze prepoznal/-a laktozo kot disaharid.	1	2	3	4	5
4. ... s pomočjo nalog, ki so sledile prikazu modelov aspartama, levcina in laktoze utrdil/-a poznavanje ključnih strukturnih enot v teh molekulah.	1	2	3	4	5
5. ... lahko ob pomoči učbenika brez težav načrtoval/-a poskuse za dokaz škroba, aminokisline levcina in dipetida aspartama v tržnem proizvodu in s tem praktično uporabil/-a svoje predhodno znanje.	1	2	3	4	5
6. ... ob pomoči interaktivne animacije sinteze aspartama uspel/-a uspešno načrtovati obe stopnji sinteze aspartama.	1	2	3	4	5
7. ... spoznal/-a, da poteka sinteza dipeptida aspartama v dveh stopnjah; prva je estrenje, druga pa priprava dipeptida.	1	2	3	4	5
8. ... spoznal/-a, da je sinteza peptidov zahtevna, saj je potrebno funkcionalne skupine, za katere ne želimo, da reagirajo, ustrezno zaščititi pred izvedbo sinteze.	1	2	3	4	5
9. ... z razumevanjem prispevkov o nevarnostih uživanja aspartama v angleškem jeziku nisem imel/-a težav, saj angleški jezik obvladam.	1	2	3	4	5
10. ... ob prebiranju prispevkov o nevarnosti uživanja aspartama za naše zdravje, podpiram peticijo, ki jo je skupina poslancev naslovila na parlament Združenega kraljestva in menim, da bi morali mi storiti podobno – zahtevati prepoved prodaje sladil na osnovi aspartama.	1	2	3	4	5
(14) Bolje je uživati nesladkano hrano, kot jo sladiti z	1	2	3	4	5

umetnimi sladili.					
(15) Želim, da bi pouk pri kemiji večkrat potekal na podoben način kot pri enoti «Aspartam, da ali ne?».	1	2	3	4	5
(16) Po uspešno končani srednji šoli želim:					
1. nadaljevati študij na izbrani naravoslovni smeri (npr.fizika, kemija, biokemija, biologija, medicina).	1	2	3	4	5
2. nadaljevati študij na družboslovni smeri (uprava, ekonomija, pravo, izobraževanje, itd.).	1	2	3	4	5
3. nadaljevati študij na tehnični smeri (gradbeništvo, elektrotehnika, informatika, itd.).	1	2	3	4	5
4. nadaljevati študij na umetniški smeri (glasba, oblikovanje, itd.)	1	2	3	4	5
5. nadaljevati študij na humanistični smeri (sociologija, psihologija, jeziki, itd.).	1	2	3	4	5
6. ne želim nadaljevati študija.	1	2	3	4	5
7. nisem se še odločil/-a o svoji bodoči študijski poti.	1	2	3	4	5

Ali ješ zdravo?

Lipidi

Avtor: dr. Katarina S. Wissiak Grm

Ali vemo, kaj vse vsebuje hrana, ki jo zaužijemo vsak dan? Ali jemo dobro, zdravo, slabo, ali celo škodljivo hrano? Ali se zavedamo pomena zdrave hrane in ali sploh znamo razlikovati dobro od "slabe" hrane? Ali poznamo odgovore na vprašanja kot npr.: Kako se dobri ogljikovi hidrati razlikujejo od "slabih", Ali so le nasičene maščobe nezdrave, Ali je čokolada zdravo živilo, Ali so umetna sladila priporočljiva za uživanje ...?

Zakaj moramo jesti?

Ne glede na to, kakšno hrano zaužijemo, telo s hrano oskrbimo z vodo, energijo, materialom za gradnjo celic in snovmi za uravnavanje metabolnih procesov.

Hrana je vir energije, ki jo telo potrebuje za delovanje mišic, pravilno delovanje možgan in živčnih impulzov, za potovanje molekul in ionov na določena mesta v telesu in v določenem trenutku. Prav tako potrebujemo hrano za gradnjo novih kosti, za obnavljanje različnih celičnih sistemov, krvi, mišic, las, encimov... Vloga hrane je prav tako zagotavljanje encimov in hormonov za potek biokemijskih reakcij, povezanih z metabolizmom in drugimi življenjsko pomembnimi procesi.

Kaj vsebuje hrana, ki jo zaužijemo?

Hrana, ki jo običajno dnevno zaužijemo vsebuje različne snovi, ki jih uvrščamo med:

maščobe, ogljikove hidrate, beljakovine, vitamine, minerale, aditive..

Kako se pravilno prehranjevati?

Pravilna prehrana pomeni, da moramo paziti ne le na količino hrane, ki jo zaužijemo, temveč tudi na pestrost hrane. Le tako namreč lahko v telo vnesemo **raznolike sestavine**, ki jih telo potrebuje za svoje delovanje.

Ali obstajajo “naravna” oz. “organska” živila?

Naravna hrana ne obstaja. **Vsa hrana** namreč zaradi svoje naravne kemijske sestave ali postopka predelave **vsebuje kemijske snovi** tudi v primeru, če je hrana označena kot “naravna” ali “organska”. Vsa predelana hrana, ki jo kupimo v trgovini, mora biti opremljena z informacijami o njeni hranilni vrednosti. Vsebovati mora podatke o vsebnosti **maščob, ogljikovih hidratov in beljakovin (proteinov)**. Naštete sestavine hrane so v njej zastopane v večjem deležu in predstavljajo vir energije in material za gradnjo in obnovo celic telesa. Snovi, ki se prav tako nahajajo v hrani, vendar v znatno manjšem deležu so tudi npr. natrijevi in kalcijeve ioni, vitamini, in nekatere druge snovi, ki zagotavljajo pravilno elektrolitsko ravnovesje v telesu, ki nadalje vpliva na pravilno delovanje telesa. Hrana torej mora **vsebovati kemijske sestavine**, da bi telo pravilno delovalo, le te pa so v njej prisotne že po naravni poti ali pa so ji dodane v procesu predelave. Žal torej moramo razočarati tiste, ki mislijo, da obstaja “hrana brez kemije”. Hrane brez kemijskih snovi ni.

Vsa hrana namreč zaradi svoje naravne kemijske sestave ali postopka predelave **vsebuje kemijske snovi** tudi, če je hrana označena kot “**naravna**” ali “**organska**”.

Aktivnost 1 – gradivo za učenca

Naloga:

V skupini sošolcev si oglejte živila na slikah in jih **razporedite v skladu s kriteriji**, ki jih določite skupaj s sošolci v skupini.





Potek aktivnosti:

1. Vsak učenec v skupini naj prispeva svoje ideje pri oblikovanju kriterijev za razporejanje živil na slikah.
2. V skupini se med seboj uskladite o enotnem predlogu kriterijev za razporejanje živil.
3. Živila na slikah razporedite v skladu s kriteriji, ki ste jih postavili.

Aktivnost 1: "Opredeljevanje kriterijev za razvrščanje živil" - gradivo za učitelja

Cilj aktivnosti:

1. Učence vzpodbuditi, da svobodno razmišljajo o **različnih snoveh**, ki jih hrana vsebuje.
2. Učence usmerjati v razmišljanje o **glavnih skupinah snovi**, ki jih hrana običajno vsebuje (maščobe, ogljikovi hidrati, beljakovine, vitamini, minerali, aditivi..)

Vloga učitelja v aktivnosti 1:

Učitelj najprej opredeli nalogo Aktivnosti 1: v skupini naj si učenci ogledajo živila na fotografijah in jih **razporedijo v skladu s kriteriji**, ki jih skupaj s sošolci v skupini določijo sami. Učitelj nato učencem v skupini pomaga, tako, da z učenci sodeluje v diskusiji in jih vzpodbuja pri oblikovanju predlogov kriterijev za razvrščanje živil. Ves čas aktivnosti vzpodbuja tvorno diskusijo in jo usmerja tam, kjer je potrebno, da dosežejo cilj aktivnosti 1.



Potek aktivnosti 1:

Učitelj učence vzpodbudi, da se razdelijo v skupine ter prično s skupinskim delom. V skupini naj učenci svobodno oblikujejo kriterije za

razvrščanje živil na slikah, pri tem naj s predlogi sodelujejo vsi učenci, nato naj se vsaka skupina učencev uskladi o lastnem, vendar enotnem predlogu razporejanja živil. Učitelj učence usmerja v tvorno diskusijo, ki vodi do izoblikovanih kriterijev za razvrščanje živil na slikah. Sledi razporejanje živil na slikah v skladu s postavljenimi kriteriji.

Učitelj ves čas aktivnosti pomaga z nasveti usmerjati učence v skupini tako, da:

učenci razmišljajo o glavnih skupinah snovi, ki jih hrana običajno vsebuje – npr. glej:

Kaj vsebuje hrana, ki jo zaužijemo?

Hrana, ki jo običajno dnevno zaužijemo vsebuje različne snovi, ki jih uvrščamo med:

maščobe, ogljikove hidrate, beljakovine, vitamine, minerale, aditive..

Aktivnost 2 – gradivo za učenca

Naloga:

1. V skupini sošolcev si **oglej podatke** za vrednosti masnih deležev določene snovi v posameznih živilih, ki so prikazani v **tabeli Akt. 2. – 1.**
2. **Ponovno razporedi živila**, prikazana na slikah, tokrat **po kriterijih**, ki jih izluščiš z analizo podatkov, prikazanih v tabeli Akt. 2. – 1

Hrana	voda	maščobe	ogljikovi hidrati	beljakovine
Bel kruh	37	4	48	8
Mleko (2%)	89	2	5	3
Čokoladni piškoti	3	23	69	4
Arašidovo maslo	1	50	19	25
Tunin zrezek	63	2	0	30

Tabela 8: Akr. 2. -1.: Masni deleži v (%)ma 100 g živila





Potek aktivnosti:

1. V skupini sošolcev si **oglej tabelo Akt. 2. - 1**, ki prikazuje vrednosti masnih deležev določene snovi v posameznih živilih, ki so prikazane tudi na slikah. Razmislite o podatkih, ki so navedeni v tabeli. Poskusite podatke v tabeli analizirati. Uporabite barvne svinčnike.
2. **Iz podatkov** v tabeli **Akt. 2. - 1 izluščite bistvo** - katero živilo "v posamezni kategoriji vodi" (ima največjo vrednost masnega deleža)?
3. **Razmislite o kriterijih**, ki so jih drugi uporabili, da so snovi na slikah uvrstili v tabelo. Ali so kriteriji enaki ali različni od tistih, ki ste jih sami opredelili v skupini sošolcev pri aktivnosti 1?
4. **Opredelite kriterije**, ki ste jih pridobili na osnovi analize podatkov, zbranih v tabeli **Akt. 2. - 1**.
5. **Ponovite razporejanje živil**, ki so prikazana na slikah, tokrat tako, da upoštevate tiste kriterije, na osnovi katerih so bila živila na slikah uvrščena v tabelo **Akt. 2. - 1**.

Aktivnost 2: "Opredeljevanje kriterijev za razvrščanje živil na osnovi analize podatkov in razvrščanje živil v skladu z opredeljenimi kriteriji" - gradivo za učitelja

Cilj aktivnosti 2:

1. Učenci si naj v skupini sošolcev **ogledajo podatke** za vrednosti masnih deležev določene snovi v posameznih živilih, ki so prikazani v **tabeli Akt. 2. – 1.**
2. Učenci naj **ponovno razporedijo živila**, prikazana na slikah, tokrat **po kriterijih na osnovi analize podatkov**, prikazanih v tabeli **Akt. 2. – 1.**

Vloga učitelja v aktivnosti 2:

Učitelj najprej opredeli nalogo Aktivnosti 2: Učenci naj si v skupini sošolcev **ogledajo podatke** za vrednosti masnih deležev določene snovi v posameznih živilih, ki so prikazani v tabeli **Akt. 2. – 1.** Učitelj nato učencem v skupini pomaga, tako, da z učenci sodeluje v diskusiji in jih vzpodbuja pri **analiziranju** oziroma sistematičnemu branju podatkov tabele **Akt. 2. – 1.** Ves čas aktivnosti vzpodbuja tvorno diskusijo med učenci in jo usmerja tam, kjer je potrebno, da dosežejo cilj aktivnosti 2.

Potek aktivnosti 2:

Učitelj učence vzpodbudi, da se razdelijo v skupine ter prično s skupinskim delom. V skupini naj si učenci **ogledajo podatke** za vrednosti masnih deležev določene snovi v posameznih živilih, ki so prikazani v **tabeli Akt. 2. – 1.** Z učenci učitelj sodeluje in jih usmerja pri analiziranju oziroma sistematičnemu branju podatkov tabele **Akt. 2. – 1.** Učitelj učence vzpodbuja k temu, da **iz podatkov** v tabeli učenci **izluščijo bistvo** - katero živilo "v posamezni kategoriji vodi" (ima največjo vrednost masnega deleža). Učitelj učence usmerja k cilju, **opredelitvi novih kriterijev**, na osnovi analize podatkov, zbranih v tabeli **Akt. 2. – 1.** ter **ponovnim razporejanjem živil**, ki so prikazana na slikah, ob upoštevanju kriterijev, na osnovi katerih so bila živila na slikah uvrščena v tabelo **Akt. 2. – 1.**

Hrana	voda	maščobe	ogljikovi hidrati	beljakovine

Bel kruh	37	4	48	8
Mleko (2%)	89	2	5	3
Čokoladni piškoti*	3	23	69	4
Arašidovo maslo	1	50	19	25
Tunin zrezek	63	2	0	30

Tabela 9: Mani deleži v (%) na 100g živila

*Čokoladni piškoti vsebujejo največ ogljikovih hidratov, ker vsebujejo veliko sladkorja in moke, obe snovi pa uvrščamo v skupino ogljikovih hidratov.





Učitelj ves čas aktivnosti pomaga z nasveti usmerjati učence v skupini tako, da:

Učence vzpodbuja, da iz podatkov v tabeli Akt. 2. – 1. izluščijo bistvo, na osnovi analize le teh opredelijo kriterije in živila na slikah ponovno razporedijo v skladu z novimi kriteriji. Pri tem lahko učencem pomaga tako, da v primeru, če učenci sami ne zmorejo sistematične analize podatkov, ki bi vodila k cilju, učencem predlaga naslednja razmišljanja:

- katero živilo med naštetimi vsebuje največ vode?
- katero živilo med naštetimi vsebuje največ maščob?
- katero živilo med naštetimi vsebuje največ ogljikovih hidratov?
- katero živilo med naštetimi vsebuje največ beljakovin?

Aktivnost 3 – gradivo za učenca

Naloga:

V skupini sošolcev si oglejte živila na slikah in jih **razporedite v dve skupini v skladu s kriteriji**, ki jih določite skupaj s sošolci v skupini.







Potek aktivnosti:

1. Vsak učenec v skupini naj prispeva svoje ideje pri oblikovanju kriterijev za razporejanje živil na slikah v skupine.
2. V skupini se med seboj uskladite o enotnem predlogu kriterija, na osnovi katerega boste lahko živila na fotografijah razporedili v skupine.
3. Živila na slikah razporedite v skladu s kriterijem, ki ste ga opredelili, v skupine.

Aktivnost 3: "Opredeljevanje kriterijev za razvrščanje živil v skupine" - gradivo za učitelja

Cilj aktivnosti 3:

1. Učence usmerjati v razmišljanje o **o izvoru živil** in **agregatnem stanju živil**, prikazanih na slikah.

Vloga učitelja v aktivnosti 3:

Učitelj najprej opredeli nalogo Aktivnosti 3: V skupini sošolcev si oglejte živila na slikah in jih **razporedite v skupine v skladu s kriteriji**, ki jih skupaj s sošolci v skupini določite sami. Učitelj nato učencem v skupini pomaga, tako, da z učenci sodeluje v diskusiji in jih vzpodbuja pri oblikovanju predlogov kriterijev za razvrščanje živil v skupine. Ves čas aktivnosti vzpodbuja tvorno diskusijo in jo usmerja tam, kjer je potrebno, da dosežejo cilj aktivnosti 3.







Potek aktivnosti 3:

Učitelj učence vzpodbudi, da se razdelijo v skupine ter prično s skupinskim delom. V skupini naj učenci svobodno oblikujejo kriterije za razvrščanje živil na slikah, pri tem naj s predlogi sodelujejo vsi učenci, nato naj se vsaka skupina učencev uskladi o lastnem, vendar enotnem predlogu razporejanja živil v skupine. Učitelj učence usmerja v tvorno diskusijo, ki vodi do izoblikovanih kriterijev za razvrščanje živil na slikah. Sledi razporejanje živil na slikah v skladu s postavljenimi kriteriji.

Učitelj ves čas aktivnosti pomaga z nasveti usmerjati učence v skupini tako, da:

- v primeru, ko učenci sami ne zmorejo postaviti kriterijev, ki bi vodila k sistematičnemu razvrščanju v skladu z ciljem aktivnosti 3 (Rezultatom aktivnosti 3*), predlaga naslednja razmišljanja:
 - od kod živila na slikah izvirajo? (živali, rastline)
 - v kakšnem agregatnem stanju se živila na slikah nahajajo? (trdno, tekoče)
- * Rezultati Aktivnosti 3 (glede na izvor maščob):

Kje se nahajajo živalske maščobe?

Živalske maščobe se nahajajo v mesu, mlečnih proizvodih, jajcih, ribah.

Kje se nahajajo rastlinska olja?

Rastlinska olja se nahajajo v olivah, soji, koruzi, pšenici, sončnicah, lešnikih, orehih.

Rezultat Aktivnosti 3* (glede na agregatno stanje maščob):

Trdne maščobe se nahajajo: maslo, sir, smetana, jajca, mleko, meso, ribe.

Tekoča olja se nahajajo: olive, soja, koruza, pšenica, sončnice, lešniki, orehi.

ZAPOMNIMO SI:

Kje se nahajajo živalske maščobe?

Živalske maščobe se nahajajo v mesu, mlečnih proizvodih, jajcih, ribah.

Kje se nahajajo rastlinska olja?

Rastlinska olja se nahajajo v olivah, soji, koruzi, pšenici, sončnicah, lešnikih, orehih.

Kam si uvrstil snovi na slikah?

Ne glede na to, ali smo snovi na slikah uvrstili med trdne maščobe ali tekoče olja, vse našteje snovi na slikah uvrščamo v skupino snovi, ki jo imenujemo lipidi.

Lipidi

Kaj so lipidi?

Med lipide uvrščamo trdne **maščobe** in tekoča jedilna **olja**, **voske**, **fosfolipide** ter nekatere druge snovi, kot so **holesterol** ter ostali **steroli** in **steroidi**.

Maščobe, ki so pri sobni temperature trdne snovi uvrščamo med lipide, so pretežno živalskega izvora.

Olja, ki so pri sobni temperature tekoče snovi in jih uvrščamo med lipide so pretežno rastlinskega izvora.

Voski so v naravi zastopani tako v rastlinskem kot živalskem svetu. Listi in plodovi nekaterih rastlin so prevlečeni z voskom, ki jih ščiti pred izgubo vode. Nekaterim živalim voski s katerimi so prevlečeni predstavljajo zaščito pred zunanjo vlago (dlaka ovc in perje rac in ptic).



Holesterol je bela, **v vodi netopna** in vosku podobna trdna spojina, ki se nahaja v krvi plazmi in **v vseh živalskih tkivih**. Uvrščamo ga med **steroidne**, v organizmu sodeluje pri nastanku steroidnih hormonov (moški spolni hormoni

testosteron ter androsteron in ženski spolni hormoni progesteron ter estron). **V rastlinah se holesterol ne nahaja.**

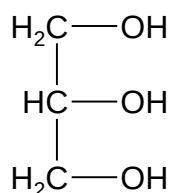
Kakšne so lastnosti lipidov?

Lipidi so mastni, mazljivi, mehki, imajo nizko tališče in v vodi niso dobro topni, **dobro so topni v organskih topilih.**

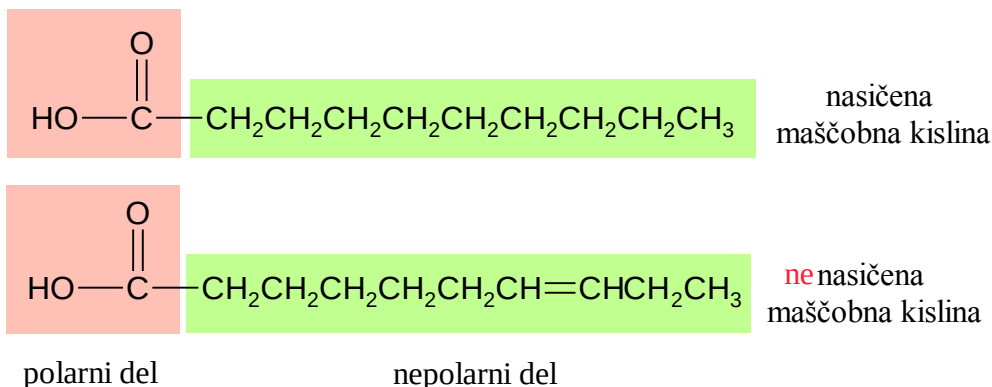
Kakšna je zgradba lipidov?

Maščobe in olja so zgrajena iz **glicerola in maščobnih kislin**, ki so med seboj povezani tako, da nastanejo molekule, ki jih imenujemo **trigliceridi**.

Glicerol je alkohol, ki ima na **vseh treh ogljikovih atomih** vezane **hidroksilne (-OH) skupine**, zato glicerol uvrščamo med **alkohole**. Glicerol je lepljiva gosta tekočina, ki jo včasih dodajajo tudi milom in losjonom za nego telesa.

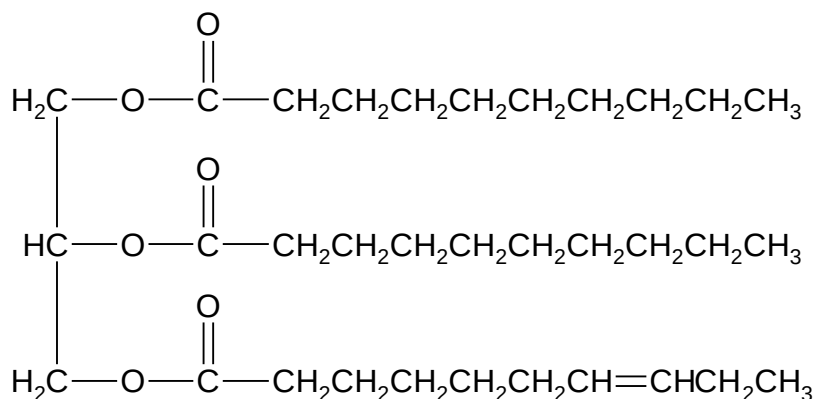


Maščobne kisline so zgrajene iz nepolarne verige ogljikovodikov in značilne polarne karboksilne skupine. »**Rep**« **maščobne kisline** torej predstavlja dolga **nepolarna veriga**, sestavljena iz ogljikovih in vodikovih atomov. Na koncu verige pa je vezana **polarna »glava« maščobne kisline**, ki jo predstavlja **karboksilna (-COOH) skupina**. Zaradi **karboksilne skupine** vezane v maščobni kislini, so te spojine dobile ime maščobne kisline. Ker te kisline sestavljajo maščobe, jih imenujemo **maščobne kisline**. Glede na to, **koliko vodikovih atomov** je vezanih na ogljikove atome oziroma na **število dvojnih vezi** v nepolarnem repu ločimo med **nasičenimi, mono nenasičenimi in polinenasičenimi maščobnimi kislinami**. V primeru, da se **maščobne kisline** povežejo **z glicerolom**, dobimo snovi, ki jih imenujemo **trigliceridi**.

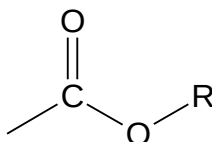


Slika 3: Primer nasičene in nenasičene maščobne kisline

Trigliceridi so snovi, ki nastanejo pri reakciji med **glicerolom** in **maščobnimi kisljinami**. Trigliceridi so **estri** treh maščobnih kislin in glicerola, pri čemer nastanejo tri molekule vode.



Estri so spojine, ki nastanejo pri reakciji med **organskimi kisljinami** in **alkoholom**, pri tem nastane tudi voda. Za estre je značilna (-COOR) skupina, ki jo imenujemo **estrna skupina** –



V telesu je 95 % vseh maščob shranjenih v obliki trigliceridov. Maščobe so torej trigliceridi, ki so pri sobni temperaturi trdni, olja pa so trigliceridi, ki so pri sobni temperaturi tekoči.

Zakaj so maščobe pri sobni temperaturi trdne?

V primeru, da imajo maščobne kisline, ki sestavljajo triglicerid v nepolarnem repu vezano največje možno število vodikovih atomov na ogljikove atome, govorimo o nasičenih maščobah. Nasičene maščobe so pretežno živalskega izvora (svinjska mast, goveji loj). Zaradi opisane zgradbe molekul nasičenih maščobnih kislin, ki so ravne in toge molekule, se molekule nenasičenih maščobnih kislin lahko razporedijo tako, da so med seboj tesno prilegajo. Zato so tališča teh kislin višja, živalske maščobe so pri sobni temperaturi trdne.

Zakaj so olja pri sobni temperaturi tekoča?

Olja, ki so pretežno **rastlinskega izvora** imajo v primerjavi z maščobami drugačno zgradbo, nekateri **ogljikovi atomi** so v nepolarnem repu povezani z **dvojnimi vezmi**, kar pomeni, da je na ogljikove atome lahko vezanih **manjše število vodikovih atomov**, govorimo, da so olja **nenasičene maščobe** (olivno olje, laneno olje, repično olje). Zaradi opisane zgradbe molekul **nenasičenih maščobnih kislin**, ki torej niso ravne molekule, temveč so nekateri deli molekul maščobnih kislin »zlomljeni«, se molekule nenasičenih maščobnih kislin ne morejo med seboj razporediti tako, da se tesno prilegale. Zato so tališča teh kislin nižja, rastlinska olja so **pri sobni temperaturi tekoča**.

Kako se torej razlikujejo maščobe in olja?

Maščobe in olja se razlikujejo po:

- **število ogljikovih atomov v verigi** ogljikovodika **maščobne kisline** iz katere pri reakciji z molekulo glicerola nastane **triglicerid** maščobe ali olja ter
- po **načinu vezave ogljikovih atomov** znotraj verige.

Kdaj so maščobne kisline nasičene?

Maščobna kislina je **nasičena**, če so **ogljikovi atomi** med seboj povezani **samo z enojnimi vezmi**. V tem primeru je na ogljikove atome v verigi ogljikovodikov maščobne kisline vezano **največ vodikovih atomov**. Maščobna kislina je **z vodikovimi atomi nasičena**.

Kdaj so torej maščobne kisline nenasičene?

Maščobna kislina je nenasičena, če so ogljikovi atomi med seboj povezani z eno ali več **dvojnimi vezmi**. Poznamo mononenasičene ali polinenasičene maščobne kisline.

Katere maščobe je bolj priporočljivo uživati – nasičene ali nenasičene?

V sodobni prehrani težimo k **zmanjšanju** deleža **nasičenih maščob** v hrani ter **zvečanju** deleža **nenasičenih** (takih, katerih maščobna kislina vsebuje dve ali več dvojnih vezi, kot npr. linolna kislina). **Nasičene maščobe** v prehrani namreč povzročajo **kopičenje holesterola** v krvi, **polinenasičene maščobe** pa **raven holesterola znižujejo**.

Zakaj je kopičenje holesterola v telesu nevarno?

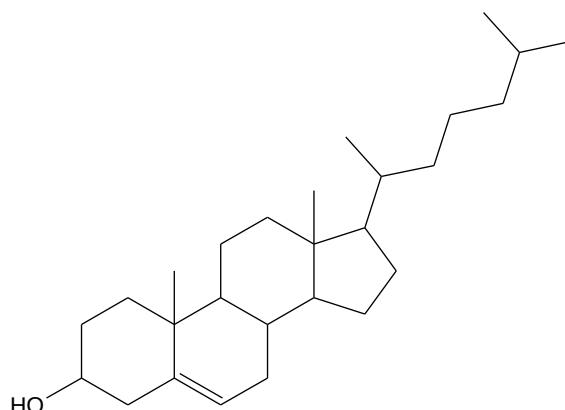
Holesterol je maščobam podobna snov, ki jo uvrščamo med lipide, vendar se po zgradbi holesterol bistveno razlikuje od olj in maščob, ki smo jih spoznali. Holesterol namreč ni triacilglicerol, temveč **steroid**, po kemijski zgradbi podoben spolnim hormonom in žolčnim kislinam.

Molekulo holesterola sestavljajo trije med seboj povezani **šestčlenski obroči**, ki so povezani s **petčlenskimi obroči**, na katerega je vezana **veriga ogljikovodikov**. Podobno strukturo imajo tudi nekateri spolni hormoni, kot so estrogen, progesteron in testosteron, ki jih poleg holesterola uvrščamo v skupino steroidov. Najpogostejši **steroid**, ki se nahaja v našem telesu je **holesterol**, ki ga telo lahko tudi samo sintetizira, okoli 85%, kar zneso 2 g na

dan, poleg tega pa ga v telo vnesemo tudi s hrano (15 %). Holesterol je v telesu nujno potreben, saj je prekursor spolnih hormonov in vitamina D. Vitamin D, ki je potreben za pravilno rast kosti v našem telesu, se tvori pod vplivom UV sončne svetlobe na holesterolnih molekulah, ki se nahajajo najbližje površini kože. Naše celične membrane vsebujejo veliko holesterola (med plastmi fosfolipidov), ki omogočajo, da fosfolipidi ostanejo »tekoči« tudi takrat, ko smo izpostavljeni nižjim temperaturam.

Holesterol se po krvi lahko prenaša z dvema različnima oblikama proteinov. Imenujeta se **HDL holesterol**, oz. holesterol visoke gostote (**high-density lipoprotein**) in **LDL holesterol**, oz. holesterol nizke gostote (**low-density lipoprotein**). **LDL holesterol** imenujemo tudi »slab« holesterol, saj je manj uspešen pri prenosu holesterola po krvi od HDL holesterola. **LDL holesterol** se namreč **kopiči na stene arterijskih žil**, kar ovira pretok krvi, posledično pa povzroča različne srčno – žilna obolenja, srčne napade in srčno kap. Ljudje, ki imajo visoke vrednosti »slabega«, to je LDL holesterola v primerjavi z »dobrim« - HDL holesterolom, so v znatno večji meri nagnjeni k srčno-žilnim boleznim. Zato je potrebno s pravilno prehrano (majhen vnos holesterola) in redno telesno aktivnostjo zmanjšati vrednost »slabega« LDL holesterola na račun »varovalnega« HDL holesterola. Prav tako pa ne moremo zanemariti pomembnega faktorja, ki vpliva na raven holesterola v našem organizmu, to je genetska zasnova organizma.

Znano pa je, da moramo biti, če se želimo izogniti krvno žilnim boleznim čimbolj fizično aktivni. Ugotovili so namreč, da so bile vrednosti holesterola v krvi ljudi neodvisne od hrane, ki so jo uživali. Tako so npr. ugotovili, da so ljudje, ki so zaužili jajčni rumenjaki, ki vsebuje mnogo holesterola, imeli vrednosti holesterola v krvi, kot ljudje, ki rumenjaka niso uživali. Znatno pa so se vrednosti razlikovale v primeru, če so ob uživanju enega jajčnega rumenjaka na dan ljudje bili fizično aktivni ali pa ne.

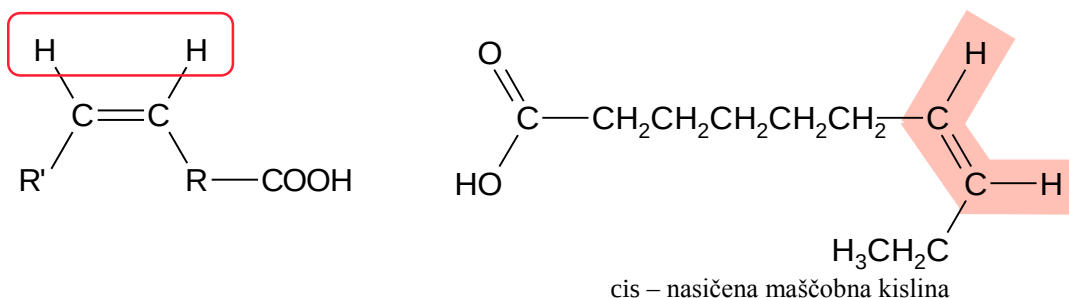


Holesterol uvrščamo med steroide, ki jih gradijo trije šestčlenski obroči in en petčlenski obroč, na katerega je vezana nepolarna veriga ogljikovih in vodikovih atomov.

Razmislimo ali vemo, ali je olje za cvrtje priporočljivo uporabiti več kot enkrat?

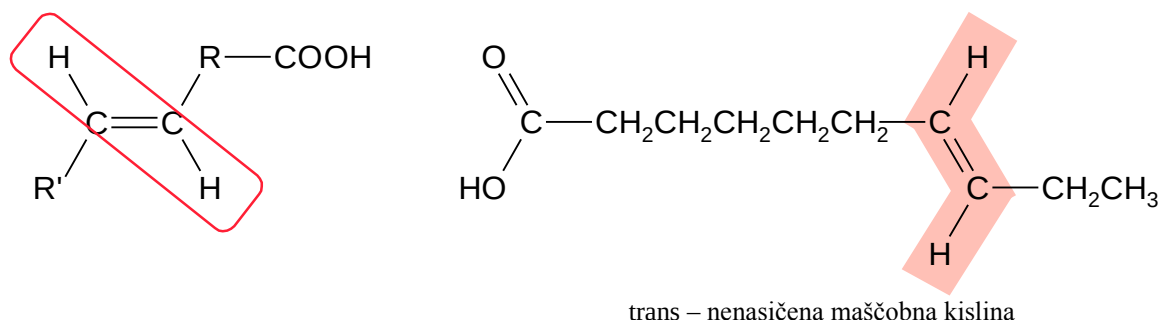
V naravnih **rastlinskih oljih** so prisotne **nenasičene maščobne kisline** v katerih prevladujejo **cis vezi**. V postopku cvrtja pa se cis vezi v maščobnih kislinah pretvorijo v **trans vezi**, za katere menijo, da so **kancerogene** oziroma **rakovorne**. V primeru, da olje uporabimo le enkrat npr. pri cvrtju jajca, se opisan proces pri katerem pride do spremembe cis v trans vezi zgodi le pri nekaterih dvojnih vezeh, kar ni tako nevarno. V primeru, da uporabljamo olje v cvrtnikih večkrat, se s **pretvorbo cis vezi** v nenasičenih maščobnih kislinah znatno **poveča število trans vezi**, zato **olja v cvrtnikih ni priporočljivo uporabljati več kot enkrat**, potrebno ga je redno menjati. Prav tako je delež **trans – nenasičenih maščobnih kislin** znaten v nekaterih industrijsko obdelanih maščobnih proizvodih kot je npr. **margarina**, zato so v nekaterih državah že sprejeli ukrepe, ki omejujejo ali prepovedujejo porabo omenjenih izdelkov.

Oglejmo si kako se v **nenasičenih maščobnih kislinah** lahko vodikovi atomi razporedijo **okoli C=C dvojne vezi**.



Slika 4: V cis vezi sta vodikova atoma vezana na isti strani dvojne vezi

V trans vezi sta vodikova atoma vezana na nasprotnih straneh dvojne vezi.



Slika 5: V trans vezi sta vodikova atoma vezana na nasprotnih straneh dvojne vezi

Kakšen je pomen lipidov?

Lipidi v telesu živih bitij predstavljajo **najpomembnejši** podkožni **vir energije**. Lipidi so pomembni tudi zato, ker predstavljajo dober **termični izolator**, ki ščiti notranje organe Trigliceridi in ostali lipidi, vključno s holesterolom predstavljajo osnovno komponento celičnih membran in živčnih končičev. Prav tako so lipidi pomembna sestavina naših možganov. Zaradi vseh naštetih pomembnih vlog, ki jih maščobe imajo v našem organizmu so za njihov nastanek potrebne različne maščobne kisline; nasičene, mononenasičene in polinenasičene. Skoraj vse esencialne maščobne kisline, ki so potrebni za nadaljno tvorbo trigliceridov lahko naše telo sintetizira samostojno iz sestavin, ki jih telo pridobi s hrano. Izjemi, maščobni kislini, ki jih naše telo ne more sintetizirati sta le dve: linolna in linolenska kislina. Telo jih lahko dobi le s hrano, nahajata se v rastlinskih oljih, ribah in listnati zelenjavi.

Tudi delovanje nekaterih vitaminov v našem organizmu je odvisno od maščob, nekateri vitamini (A, D, E in K) so namreč nevodotopni, topni so le v maščobah. Glede na to, da maščobe predstavljajo vir energije, ki je 2,25 krat

večji od ogljikovih hidratov in proteinov, se veliko ljudi želi odpovedati vnosu maščob, da ne bi presegli svoje priporočene telesne teže, vendar glede na našete pomembne vloge, ki jih imajo lipidi v našem organizmu moramo biti pri tem zelo pazljivi.

Aktivnost 4: Eksperiment »Čokolada ali čips - kateri vsebuje več maščob?« – gradivo za učenca

Naloga:

V skupini sošolcev izvedite eksperiment »Čokolada ali čips - kateri vsebuje več maščob?« in na osnovi rezultatov eksperimenta ugotovite, katero živilo med preiskovanimi je tisto, ki vsebuje največ maščob.

Preiskovana živila so: čokoladne kroglice Nestle Nesquick Cereals, mlečna čokolada SPAR Premium 32% kakav, temna čokolada SPAR Premium 72% kakav, čokolada Ecuador Noir 75% kakav, čips SPAR, orehi in sončnična semena.

Kaj moramo vedeti pred začetkom aktivnosti 4:

Lipidi so dobro topni v organskih topilih (aceton), slabo pa so topni v vodi.

Dolžina aktivnosti 4:

Čas za izvedbo eksperimenta 40 minut, nato sušenje preko noči, naslednji dan 10 minut za tehtanje, opazovanje in beleženje rezultatov.

Potek aktivnosti 4:

1. **Izvedba eksperimenta »Čokolada ali čips - kateri vsebuje več maščob?«:** delo v skupinah - vsak učenec v skupini naj sodeluje pri pripravi in izvedbi eksperimenta, opisanega po posameznih stopnjah, od stopnje 1-4.



2. **Izračun deleža lipidov** v posamezni preučevani snovi: vsak član skupine naj izračuna delež lipidov v nekaterih preučevanih snoveh. Delo si razdelite.
3. **Analiza rezultatov eksperimenta:** v skupinah učenci preučevana živila razvrstite glede na izračunane deleže lipidov - od živila z najmanjšo vsebnostjo maščob do živila z največjo vsebnostjo maščob.
4. **Sklepanje o o izsledkih eksperimenta in poročanje:** V skupini razmislite, katero živilo med preučevanimi bi lahko najbolj priporočili za uživanje glede na vsebnost maščob in katero najmanj?
5. **Sklepanje o prisotnosti nasičenih oz. nenasičenih maščob:** Na osnovi videza maščob v petrijevkah, izoliranih iz posamezne preučevane snovi poskusite razmisliti v katerih živilih so prisotne nasičene in v katerih so prisotne nenasičene maščobe!

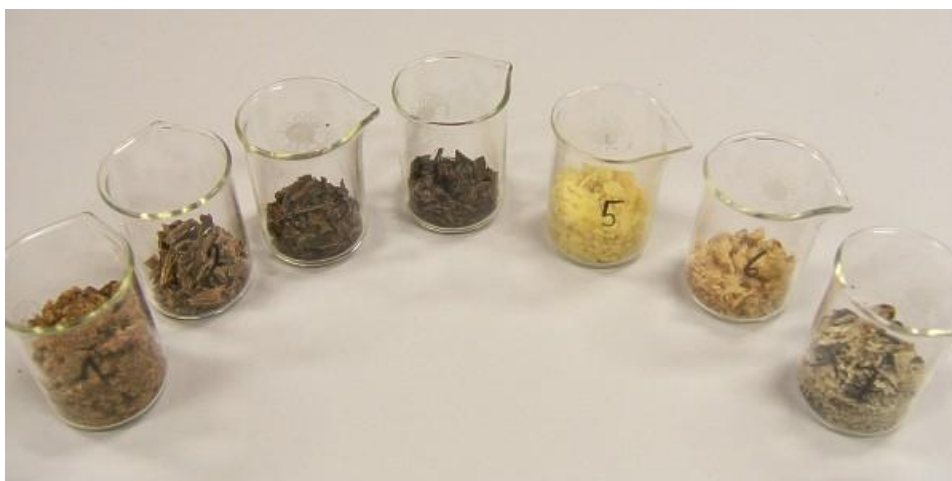
Kaj potrebujemo za eksperiment:

- 7 čaš ali epruvet
- 7 petrijevk
- stojalo za epruvete
- vzorce hrane (čokoladne kroglice Nestle Nesquick Cereals, mlečna čokolada SPAR Premium 32% kakav, temna čokolada SPAR Premium 72% kakav, čokolada Ecuador Noir 75% kakav, čips SPAR, orehi, sončnična semena)
- aceton
- terilnica s pestilom
- pipeta 10 mL
- laboratorijska tehnika
- zaščitne rokavice in očala
- za filtracijo: lij, filter papir, stojalo obroč

Potek eksperimenta:

1. stopnja:

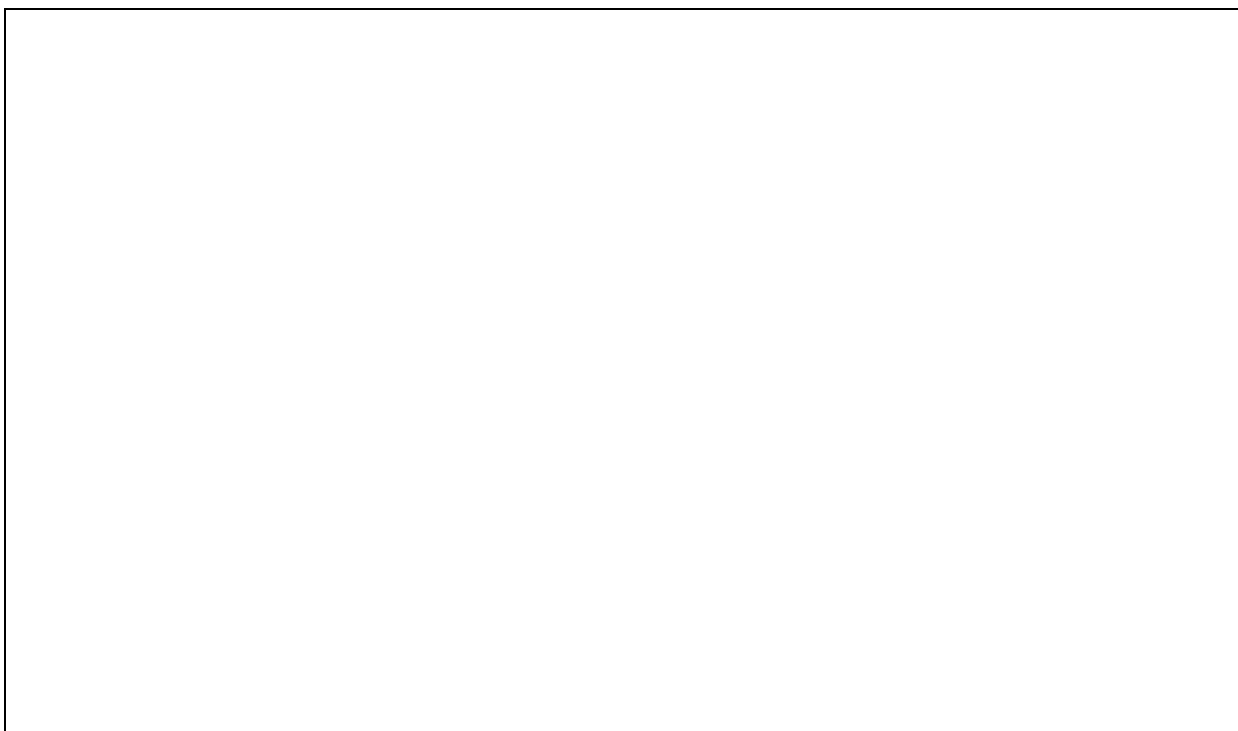
Zatehtaj približno 5 g posamezne snovi na 0,01 g natančno in mase snovi vpiši v tabelo Akt. 4. – 2. Označi čaše ali epruvete ter petrijevke s številkami od 1-7. Prazne petrijevke stehtaj in mase praznih petrijevkv vpiši v tabelo Akt. 4. – 2.



2. stopnja:

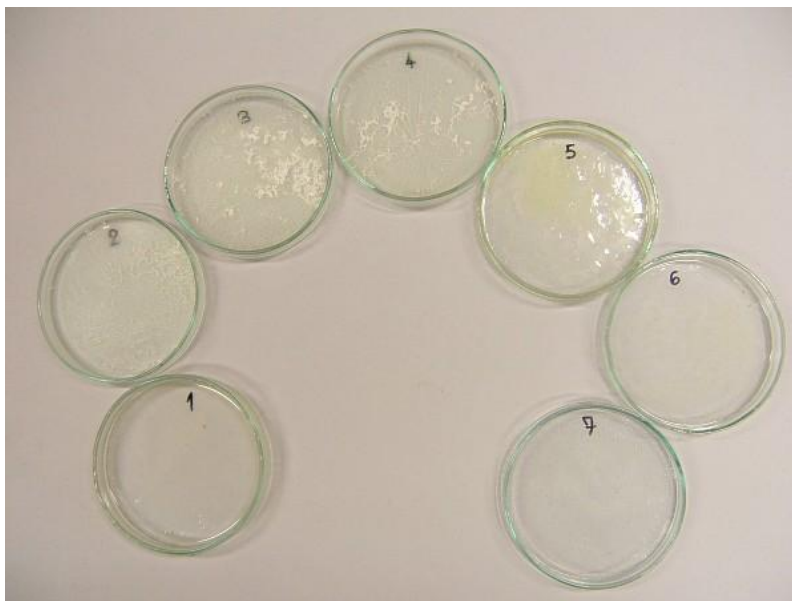
- 2.1. Zatehtano maso posamezne snovi stresi v sterilnico, snov dobro stri s pestilom in jo nato stresi v označeno čašo ali epruveto. V digestoriju v čašo ali epruveto dolij 10 mL acetona, jo zamaši in dobro pretresi.
- 2.2 Počakaj da se plasti ločita ter previdno oddekan tiraj (odlij) zgornjo plast (topilo z ekstraktom) v petrijevko in pusti stati čez noč. Če ločba ni uspešna, uporabi postopek filtracije. Opisan postopek ponovi z vsemi preučevanimi snovmi.

V skupini opazujte zmesi posameznih strtih snovi in acetona po stresanju v epruveti. Zapišite svoja opažanja!



3. stopnja:

Naslednji dan v tabelo Akt. 4. – 1. zapiši opažanja o videzu prisotnih maščob v vsaki posamezni preučevani snovi, ki si jih pridobil z ekstrakcijo z acetonom.



	snov	Barva*	Videz maščobe *	Vonj maščobe *	Viskozno- st maščobe *
1	Čokoladne kroglice Nestle N.Cereals				
2	Mlečna čokolada SPAR 32% kakav				
3	Temna čokolada SPAR 72% kakav				
4	Čokolada Ecuador 75% kakav				
5	Čips Spar				
6	Orehi				

7	Sončnična semena				

Tabela 10: Akt. 4 -1.: Opis videza maščobe v preučevani snovi po ekstrakciji z acetonom

* Rezultati v tabeli Akt. 4. – 1. se nanašajo na naslednje proizvode: (čokoladne kroglice Nestle Nesquick Cereals, mlečna čokolada SPAR Premium 32% kakav, temna čokolada SPAR Premium 72% kakav, čokolada Ecuador Noir 75% kakav, čips SPAR, orehi, sončnična semena)

4. stopnja:

Naslednji dan stehtaj petrijevke s suhim preostankom (masa snovi na koncu) po ekstrakciji preučevanih snovi z acetonom. V tabelo Akt. 4. – 2. zapiši manjkajoče podatke o vsaki posamezni preučevani snovi.

	snov	Masa snovi na začetku	Masa petrijevke	Masa snovi in petrijevke na koncu	Razlika v masi	Delež lipidov (%)
1	Čokoladne kroglice Nestle N.Cereals					
2	Mlečna čokolada SPAR 32% kakav					
3	Temna čokolada SPAR 72% kakav					
4	Čokolada Ecuador 75% kakav					
5	Čips Spar					
6	Orehi					

7	Sončnična semena					

Tabela 11: Akt. 4. -2.: Delež lipidov v posamezni preučevani snovi

Kako izračunamo delež lipidov v posamezni preučevani snovi?

m (snovi in petrijevke na koncu) - m (petrijevke) = m (snovi, izolirane pri ekstrakciji)

m (snovi, izolirane pri ekstrakciji) / m (snovi pred ekstrakcijo) x 100 = **delež ekstrahiranih lipidov (%)**

Razmisli, kaj smo se z eksperimentom naučili:

- Razvrsti preučevane snovi od živila z najmanjšo vsebnostjo maščob do živila z največjo vsebnostjo maščob.

- Na osnovi videza maščob v petrijevkah, izoliranih iz posamezne preučevane snovi sklepaj, v katerih živilih so prisotne **nasičene** in v katerih so prisotne **nenasičene** maščobe!

maščobe	živila
nasičene maščobe	
nenasičene maščobe	

Aktivnost 4: Eksperiment »Čokolada ali čips - kateri vsebuje več maščob?« - gradivo za učitelja

Cilj aktivnosti 4:

1. Z eksperimentom ugotoviti, koliko maščob vsebujejo nekatera živila (čokoladne kroglice Nestle Nesquick Cereals, mlečna čokolada SPAR Premium 32% kakav, temna čokolada SPAR Premium 72% kakav, čokolada Ecuador Noir 75% kakav, čips SPAR, orehi, sončnična semena) in spoznati uporabo lipidov v prehrambeni industriji.



Vloga učitelja v aktivnosti 4:

Učitelj najprej **opredeli nalogo Aktivnosti 4**: v skupini naj učenci izvedejo eksperiment »Čokolada ali čips - kateri vsebuje več maščob?« in na osnovi rezultatov izvedenega eksperimenta ugotovijo, katero živilo med preiskovanimi je tisto, ki vsebuje največ maščob.

Učencem pove, da bodo **opazovali maščobo pri nekaterih vrstah hrane** ter nato **ekstrahirali nevidno maščobo** iz čokoladnih kroglic Nestle Nesquick Cereals, mlečne čokolade SPAR Premium 32% kakav, temne čokolade SPAR Premium 72% kakav, čokolade Ecuador Noir 75% kakav, čipsa, orehov in sončničnih semen. Po potrebi razloži pojem ekstrakcije.

Učitelj nato učencem v skupini pomaga pri **analizi rezultatov eksperimenta in sistematičnemu razvrščanju dobljenih rezultatov**. Učencem razloži, kako naj izračunajo **delež lipidov** v posamezni preučevani snovi.

Učencem po potrebi **pomaga pri sklepanju o izsledkih eksperimenta** ter pri **pripravi na poročanje** o tem, katero živilo med preučevanimi bi lahko najbolj priporočili za uživanje glede na vsebnost maščob in katero najmanj. Učitelj tudi pomaga, če je potrebno, da učenci znajo svoje izsledke ustrezno pojasniti oziroma utemeljiti.

Učitelj ves čas aktivnosti **vzpodbuja tvorno diskusijo** med učenci in jo usmerja tam, kjer je potrebno, da **dosežejo cilj aktivnosti 4**.

Potek aktivnosti 4:

Učitelj učence vzpodbudi, da se razdelijo v skupine in nato prično s skupinskim eksperimentalnim delom. Vsak učenec v skupini sodeluje pri pripravi in izvedbi eksperimenta »**Čokolada ali čips - kateri vsebuje več maščob?**«, ki je opisan po posameznih stopnjah, od stopnje 1-4. Učitelj nato razloži kako izračunamo **delež lipidov** v posamezni preučevani snovi in razdeli posameznim članom skupine, za katero preučevano snov naj izračuna delež lipidov.

Učitelj nato sodeluje in po potrebi pomaga pri **analizi rezultatov eksperimenta**. Učence vzpodbudi, da v skupinah preučevana živila razvrstijo glede na izračunane deleže lipidov - od živila z najmanjšo vsebnostjo maščob do tistega z največjo vsebnostjo maščob.

V nadaljevanju aktivnosti 3 pomaga učencem pri **sklepanju o o izsledkih eksperimenta**. Učencem pomaga, da se pripravijo na poročanje o **tem**, katero živilo med preučevanimi bi lahko najbolj priporočili za uživanje glede na vsebnost maščob in katero najmanj, ter da svojo odločitev tudi ustrezno utemeljijo.

Na koncu aktivnosti 3 lahko učence usmeri tudi v **sklepanje o prisotnosti nasičenih oz. nenasičenih maščob**: Na osnovi videza maščob v petrijevkah, izoliranih iz posamezne preučevane snovi poskusite s sklepanjem, v katerih živilih so prisotne nasičene in v katerih so prisotne nenasičene maščobe!

Kaj moramo vedeti pred začetkom aktivnosti 4?

Lipidi so dobro topni v organskih topilih (aceton), slabo pa so topni v vodi.

Dolžina aktivnosti 4:

Čas za izvedbo eksperimenta 40 minut, nato sušenje preko noči, naslednji dan 15 minut za tehtanje, opazovanje in beleženje rezultatov.

Kaj potrebujemo za eksperiment:

- 7 čaš ali epruvet



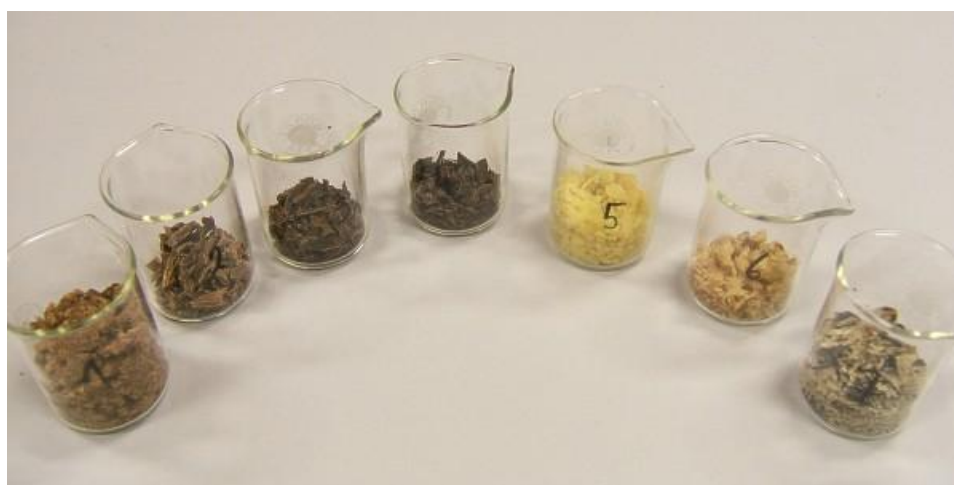
- 7 petrijev
- stojalo za epruvete
- vzorce hrane (čokoladne kroglice Nestle Nesquick Cereals, mlečna čokolada SPAR Premium 32% kakav, temna čokolada SPAR Premium 72% kakav, čokolada Ecuador Noir 75% kakav, čips SPAR, orehi, sončnična semena)
- aceton
- terilnica s pestilom
- pipeta 10 mL
- laboratorijska tehcnica
- zaščitne rokavice in očala
- za filtracijo: lij, filter papir, stojalo obroč

Potek eksperimenta:

Eksperiment si lahko ogledate na Filmu 1: »Čokolada ali čips - kateri vsebuje več maščob?« (datoteka Film1-cokolada.avi)

1. stopnja:

Zatehtaj približno 5 g posamezne snovi na 0,01 g natančno in mase snovi vpiši v tabelo Akt. 4. – 2. Označi čaše ali epruvete ter petrijevke s številkami od 1-7. Prazne petrijevke stehtaj in mase praznih petrijevk vpiši v tabelo Akt. 4. – 2.



2. stopnja:

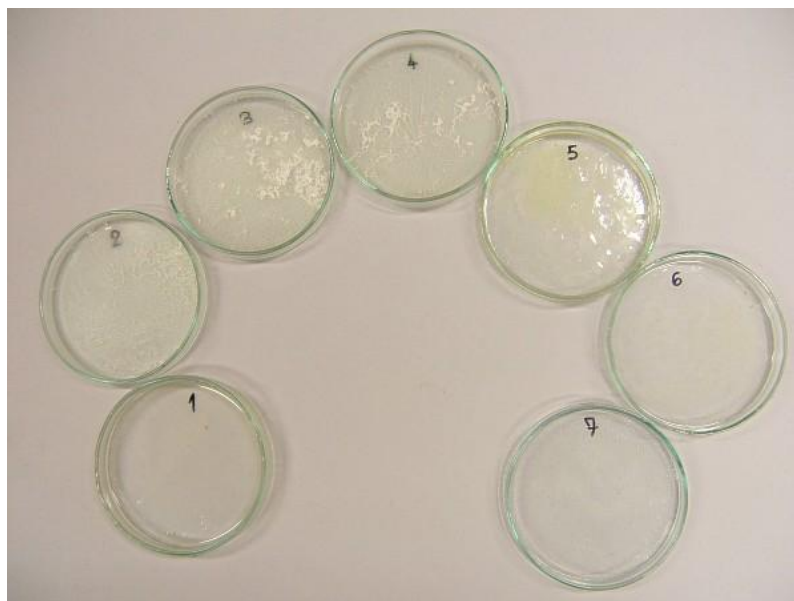
- 2.1. Zatehtano maso posamezne snovi stresli v terilnico, snov dobro stri s pestilom in jo nato stresli v označeno čašo ali epruveto. V digestoriju v čašo ali epruveto dolij 10 mL acetona, jo zamaši in dobro pretresi.
- 2.2. Počakaj da se plasti ločita ter previdno oddekantiraj (odlij) zgornjo plast (topilo z ekstraktom) v petrijevko in pusti stati čez noč. Če ločba ni uspešna, uporabi postopek filtracije. Opisan postopek ponovi z vsemi preučevanimi snovmi.

V skupini opazujte zmesi posameznih strtih snovi in acetona po stresanju v epruveti. Zapišite svoja opažanja!



3. stopnja:

Naslednji dan v tabelo Akt. 4. – 1. zapiši opažanja o videzu prisotnih maščob v vsaki posamezni preučevani snovi, ki si jih pridobil z ekstrakcijo z acetonom.



Primer rezultatov:

	snov	Barva*	Videz maščobe*	Vonj maščobe*	Viskoznost maščobe*
1	Čokoladne kroglice Nestle N.Cereals	malo svetlih kristalov	mazav	po čokoladi	poltrdna

2	Mlečna čokolada SPAR 32% kakav	veliko svetlo rjavih kristalov	kristaliničen	po čokoladi	trdna, suha
3	Temna čokolada SPAR 72% kakav	veliko svetlo rjavih kristalov	kristaliničen	po čokoladi	trdna, suha
4	Čokolada Ecuador 75% kakav	veliko svetlo rjavih kristalov	kristaliničen	po čokoladi	trdna, suha
5	Čips Spar	rumena	oljnat	nespecifičen	gosto, olje
6	Orehi	rumena	oljnat	po orehih	gosto, olje
7	Sončnična semena	brezbarvna	oljnat	brez vonja	gosto, olje

Tabela 12: Akt. 4.: Opis videza maščobe v preučevani snovi po ekstrakciji z acetonom

* Rezultati v tabeli Akt. 4. - 1. se nanašajo na naslednje proizvode: (čokoladne kroglice Nestle Nesquick Cereals, mlečna čokolada SPAR Premium 32% kakav, temna čokolada SPAR Premium 72% kakav, čokolada Ecuador Noir 75% kakav, čips SPAR, orehi, sončnična semena)

4. stopnja:

Naslednji dan stehtaj petrijevke s suhim preostankom (masa snovi na koncu) po ekstrakciji preučevanih snovi z acetonom. V tabelo Akt. 4. - 2. zapiši manjkajoče podatke o vsaki posamezni preučevani snovi.

Primer rezultatov:

	snov	Masa snovi na začetku	Masa petrijevke	Masa snovi in petrijevke na koncu	Razlika v masi	Delež lipidov (%)
1	Čokoladne kroglice Nestle N.Cereals	4,93	67,40	67,65	0,25	5,07
2	Mlečna čokolada SPAR 32% kakav	5,13	59,81	60,13	0,5	9,75
3	Temna čokolada SPAR 72% kakav	5,22	60,44	60,81	0,37	7,09
4	Čokolada Ecuador 75% kakav	5,13	68,26	68,60	0,34	6,63
5	Čips Spar	5,10	65,66	66,40	0,74	14,5
6	Orehi	5,12	68,77	69,41	0,64	12,5
7	Sončnična semena	5,09	63,58	63,96	0,38	7,45

Tabela 13: Akt. 4. -2.: Delež lipidov v posamezni preučevani snovi

Kako izračunamo delež lipidov v posamezni preučevani snovi?

$m \text{ (snovi in petrijevke na koncu)} - m \text{ (petrijevke)} = m \text{ (snovi, izolirane pri ekstrakciji)}$

$m \text{ (snovi, izolirane pri ekstrakciji)} / m \text{ (snovi pred ekstrakcijo)} \times 100 = \text{delež ekstrahiranih lipidov (\%)}$

Razmislimo, kaj smo se z eksperimentom naučili:

- Razvrsti preučevane snovi od živila z najmanjšo vsebnostjo maščob do živila z največjo vsebnostjo maščob.

Rezultat: čips SPAR, orehi, mlečna čokolada SPAR Premium 32% kakav, sončnična semena, temna čokolada SPAR Premium 72% kakav, čokolada Ecuador Noir 75% kakav, čokoladne kroglice Nestle Nesqick Cereals.

- Na osnovi videza maščob v petrijevkah, izoliranih iz posamezne preučevane snovi sklepaj, v katerih živilih so prisotne **nasičene** in v katerih so prisotne **nenasičene** maščobe!

maščobe	živilo
nasičene maščobe	Različne vrste čokolad
nenasičene maščobe	čips, orehi, sončnična semena

Aktivnost 5: Eksperiment »Obstojna emulzija ali - kako začarati, da se olje in kis zmešata?« – gradivo za učenca

Oglejmo si film, ki prikazuje primer emulzije, ki jo dobimo, če stresemo kozmetični proizvod, emulzijo za odstranjevanje očesnega make-up-a. Oglejmo si torej eksperiment »Emulzija za odstranjevanje očesnega make-up-a«.

Eksperiment si lahko ogledate na Filmu 2: »Emulzija za odstranjevanje očesnega make-up-a« (datoteka Film2-odstranejvalec licil.avi)



Slika 6: Akt. 5.-1.: "Kdo lahko pomaga zmešati kis in olje?"

Naloga:

V skupini sošolcev izvedite eksperiment **»Obstojna emulzija ali - kako začarati, da se olje in kis zmešata?«** Na osnovi rezultatov eksperimenta pojasnite, kako lahko dosežemo, da se olje in kis med seboj zmešata.

Potek aktivnosti 5:

- 1. Izvedba eksperimenta »Obstojna emulzija ali - kako začarati, da se olje in kis zmešata?«** delo v skupinah - vsak učenec v skupini sodeluje pri pripravi in izvedbi eksperimenta, opisanega po posameznih stopnjah, od stopnje 1-4.
- 2. Analiza rezultatov eksperimenta:** v skupinah učenci preučite rezultate eksperimenta- kaj dobimo v primeru, če olje in kis zmešamo in kaj dobimo v primeru, če olju in kisu dodamo kasneje še rumenjaka?
- 3. Sklepanje o o izsledkih eksperimenta in poročanje:** razmislite kako vpliva na rezultate eksperimenta dodatek jajčnjega rumenjaka in kako bi ta vpliv ustrezno pojasnili.

Kaj potrebujemo za eksperiment:

- skodelica
- rastlinsko olje
- kis
- žlico za mešanje
- stepalnik
- 1 jajčni rumenjaka
- 2 posodi

Potek eksperimenta:

1. stopnja:

Pol skodelice rastlinskega olja daj v čašo, dodaj žlico kisa in mešaj **s stekleno palčko**. Prenehaj z mešanjem in mešanico opazuj.

- V skupini zapišite svoja opažanja glede **videza nastale emulzije, takoj** po prenehanju mešanja in nato **po 30 sekundah**.

takoj: _____

po 30 sekundah: _____

- Ali sta olje in kis še vedno zmešana?

- Kaj lahko sklepaš o **obstoju** nastale **emulzije**?

2. stopnja:

2.1. Olje in kis v čaši mešaj **z ročnim ali električnim stepalnikom** 2 minuti. Prenehaj z mešanjem in mešanico opazuj.

- V skupini zapišite svoja opažanja glede **videza nastale emulzije, takoj** po prenehanju mešanja in **po 30 sekundah**.

takoj: _____

po 30 sekundah: _____

- Ali sta olje in kis še vedno zmešana?

- Kaj lahko sklepaš o **obstoynosti** nastale **emulzije**?
-

3. stopnja:

V drugo posodo daj žlico kisa in **jajčni rumenjaka**. Zmes mešaj, da dobiš gladko zmes. V posodo, kjer imaš gladko zmes iz kisa in jajčnega rumenjaka dodaj skodelico rastlinskega olja in 2 žlici kisa. Olje in kis mešaj z ročnim ali električnim stepalnikom 2 minuti. Prenehaj z mešanjem in mešanico opazuj.

- V skupini zapišite svoja opažanja glede **videza nastale emulzije, takoj** po prenehanju mešanja in nato po **30 sekundah**.

takoj: _____

po 30 sekundah: _____

- Ali sta olje in kis še vedno zmešana?
-

- Kaj lahko sklepaš o **obstoynosti** nastale **emulzije**?
-

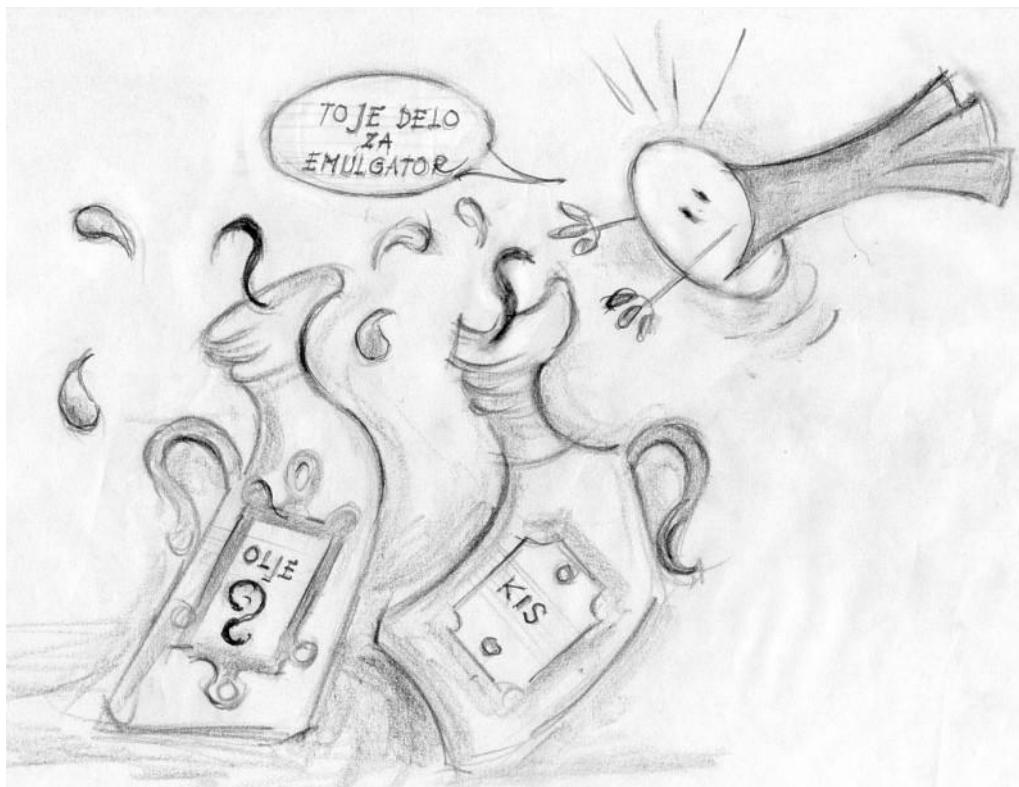
Razmisli kaj smo se z eksperimentom naučili in dopolni besedilo:

Če imamo dve snovi, ki se po zgradbi razlikujeta tako, kot se npr. olje in kis, pravimo, da se ti dve snovi med seboj _____. Snov, ki jo lahko dodamo, da se bosta snovi mešali, je npr. jajčni rumenjaka. Jajčni rumenjaka vsebuje **lecitin**, ki je _____, le-ta omogoči, da _____ (zmes dveh snovi, ki se ne mešata) postane **obstoyna**. Med emulzije uvrščamo npr. **mleko**, med emulgatorje pa npr. **detergente**. Detergenti, s katerimi odstranjujemo tudi mastno umazanijo povzročijo, da oljni madeži razpadejo v manjše kapljice, ki jih nato lažje odstranimo iz oblačil.

Aktivnost 5: Eksperiment »Obstojna emulzija ali - kako začarati, da se olje in kis zmešata?« - gradivo za učitelja

Cilj aktivnosti 5:

1. Z eksperimentom želimo pokazati kako lahko z dodatkom jajčnega rumenjaka dosežemo, da se kis in olje med seboj zmešata.



Slika 7: Akt. 5. -1.: "Kdo lahko pomaga zmešati kis in olje?"

Vloga učitelja v aktivnosti 5:

1. Učitelj si z učenci najprej **ogleda** film »Emulzija za odstranjevanje očesnega
2. make-up-a«, ki prikazuje primer emulzije, ki jo dobimo, če ta kozmetični proizvod stresemo. Na osnovi ogleda filma in ilustracije Akt. 5.- 1. učence vzpodbudi, da pričnejo razmišljati o emulzijah in njihovi obstojnosti. Z učenci sodeluje v diskusiji, da učenci povedo, katere



emulzije poznajo – npr. med najbolj poznane emulzije uvrščamo olje in vodo, mleko, ki je emulzija mlečne maščobe in vode, tudi majoneza in margarina sta emulziji.

3. Eksperiment si lahko ogledate na Filmu 2: »Emulzija za odstranjevanje očesnega make-up-a« (datoteka Film2-odstranejvalec licil.avi)
4. Učitelj najprej **opredeli nalogo Aktivnosti 5**: v skupini naj učenci izvedejo eksperiment **»Obstojna emulzija ali - kako začarati, da se olje in kis zmešata?«**
5. Na osnovi rezultatov izvedenega eksperimenta naj učenci **usmerja v opazovanje**, kaj se zgodi v primeru, če zmešamo: (1) kis in olje in (2) kis in olje in mešanici dodamo jajčni rumenjak.
6. Učencem po potrebi **pomaga pri sklepanju o izsledkih eksperimenta** in če je potrebno tudi pri razmisleku, kako vpliv dodanega jajčnjega rumenjaka ustrezno pojasniti oziroma utemeljiti.

Učitelj ves čas aktivnosti **vzpodbuja tvorno diskusijo** med učenci in jo usmerja tam, kjer je potrebno, da **dosežejo cilj aktivnosti 5**.

Potek aktivnosti 4:

Učitelj učence vzpodbudi, da se razdelijo v skupine in nato prično s skupinskim eksperimentalnim delom. Vsak učenec v skupini sodeluje pri pripravi in izvedbi eksperimenta **»Obstojna emulzija ali - kako začarati, da se olje in kis zmešata?«**, ki je opisan po posameznih stopnjah, od stopnje 1-3.

Učitelj učence **usmerja v opazovanje**, sodeluje in usmerja diskusijo na podlagi učenčevih opazovanj - kaj se zgodi v primeru, če zmešamo: (1) kis in olje in (2) kis in olje in mešanici dodamo jajčni rumenjak. V nadaljevanju aktivnosti 4 pomaga učencem pri **sklepanju o o izsledkih eksperimenta** ter nato sodeluje in po potrebi pomaga pri **analizi rezultatov eksperimenta**.

Dolžina aktivnosti 4:

Čas za izvedbo eksperimenta 20 minut, 10 minut za opazovanje in beleženje rezultatov.

Kaj potrebujemo za eksperiment:

- skodelica
- rastlinsko olje
- kis
- žlico za mešanje
- stepalnik
- 1 jajčni rumenjak
- 2 posodi

Potek eksperimenta:

Eksperiment si lahko ogledate na Filmu 3: »Neobstojna emulzija« (datoteka Film3-neobstojna _emulzija.avi)

Eksperiment si lahko ogledate na Filmu 4: »Obstojna emulzija ali - kako začarati, da se olje in kis zmešata?« (datoteka Film4-obstojna _emulzija.avi)

1. stopnja:

Pol skodelice rastlinskega olja daj v čašo, dodaj žlico kisa in mešaj **s stekleno palčko**. Prenehaj z mešanjem in mešanico opazuj.

- V skupini zapišite svoja opazovanja glede **videza nastale emulzije, takoj** po prenehanju mešanja in nato po **30 sekundah**.

takoj: _____

po 30 sekundah: _____

- Ali sta olje in kis še vedno zmešana?

- Kaj lahko sklepaš o **obstoynosti** nastale **emulzije**?

2. stopnja:

2.1. Olje in kis v čaši mešaj **z ročnim ali električnim stepalnikom** 2 minuti. Prenehaj z mešanjem in mešanico opazuj.

- V skupini zapišite svoja opažanja glede **videza nastale emulzije, takoj** po prenehanju mešanja in **po 30 sekundah**.

takoj: _____

po 30 sekundah: _____

- Ali sta olje in kis še vedno zmešana?

- Kaj lahko sklepaš o **obstoynosti** nastale **emulzije**?

3. stopnja:

V drugo posodo daj žlico kisa in **jajčni rumenjaka**. Zmes mešaj, da dobiš gladko zmes. V posodo, kjer imaš gladko zmes iz kisa in jajčnega rumenjaka dodaj skodelico rastlinskega olja in 2 žlici kisa. Olje in kis mešaj z ročnim ali električnim stepalnikom 2 minuti. Prenehaj z mešanjem in mešanico opazuj.

- V skupini zapišite svoja opažanja glede **videza nastale emulzije, takoj** po prenehanju mešanja in nato po **30 sekundah**.

takoj: _____

po 30 sekundah: _____

- Ali sta olje in kis še vedno zmešana?

- Kaj lahko sklepaš o **obstoynosti** nastale **emulzije**?

Razmisli kaj smo se z eksperimentom naučili in dopolni besedilo:

Če imamo dve snovi, ki se po zgradbi razlikujeta tako, kot se npr. olje in kis, pravimo, da se ti dve snovi med seboj _____. Snov, ki jo lahko dodamo, da se bosta snovi mešali, je npr. jajčni rumenjak. Jajčni rumenjak vsebuje **lecitin**, ki je _____, le-ta omogoči, da _____ (zmes dveh snovi, ki se ne mešata) postane **obstoyna**. Med emulzije uvrščamo npr. **mleko**, med emulgatorje pa npr. **detergente**. Detergenti, s katerimi odstranjujemo tudi mastno umazanijo povzročijo, da oljni madeži razpadejo v manjše kapljice, ki jih nato lažje odstranimo iz oblačil.

Rezultat:

Če imamo dve snovi, ki se po zgradbi razlikujeta tako, kot se npr. olje in kis, pravimo, da se ti dve snovi med seboj **ne mešata**. Snov, ki jo lahko dodamo, da se bosta snovi mešali, je npr. jajčni rumenjak. Jajčni rumenjak vsebuje **lecitin**, ki je **emulgator**, le-ta omogoči, da **emulzija** (zmes dveh snovi, ki se ne mešata) postane **obstoyna**. Med emulzije uvrščamo npr. **mleko**, med emulgatorje pa npr. **detergente**. Detergenti, s katerimi odstranjujemo tudi mastno umazanijo povzročijo, da oljni madeži razpadejo v manjše kapljice, ki jih nato lažje odstranimo iz oblačil.

Razlaga eksperimenta »Emulzija ali »Kako »začarati«, da se olje in kis zmešata?«

Ko zmešamo olje in kis, se kis kmalu pojavi na dnu čaše, olje pa priplava na vrh. Med procesom mešanja se kis porazdeli v zelo majhnih kapljicah med

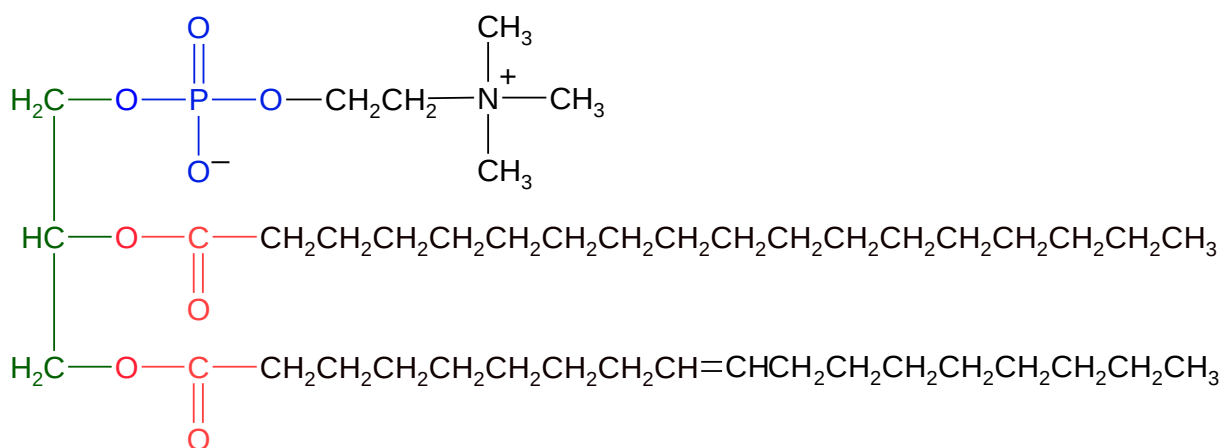
olje in tako dobimo občutek, da sta se olje in kis pomešala. Majhne kapljice kisa pa se prično zelo hitro združevati v večje kaplje, ki kmalu potonejo na dno čaše in spet sta olje in kis ločena.

V primeru, da mešanici olja in kisa dodamo **jajčni rumenjaki**, dosežemo, da ostaneta olje in kis zmešana. V jajčnem rumenjaku je namreč **lecitin**, molekule lecitina pa imajo lastnost, da **obdajo olje** ter tako preprečijo, da bi se molekule maščobe ponovno združile. Nastala je majoneza. Seveda, če bi želeli pravo, okusno majonezo, bi morali dodati še gorčico in sol.

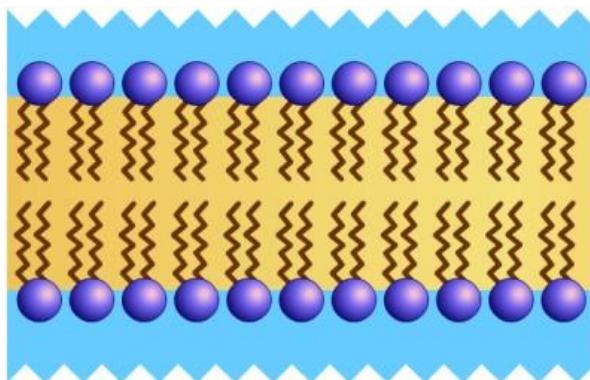
Učitelj nato lahko nadaljuje z razlago snovi, opisano pod »**Kaj so fosfolipidi?**« in »**Emulgatorji**«.

Kaj so fosfolipidi?

Fosfolipidi so sestavljeni iz glicerola in dveh maščobnih kislin, namesto tretje maščobne kisline pa je vezana fosfatna skupina, povezana na enem koncu z molekulo glicerola, na drugem pa z neko drugo molekulo. Fosfolipidi so zaradi svoje zgradbe, za katero je značilna **polarna glava** in **nepolaren rep**, **topni** tako **v vodi** kot **tudi v olju**. Snovi s takimi lastnostmi imenujemo **emulgatorji**.



Celične membrane v našem organizmu so zgrajene pretežno iz **fosfolipidov**, ki so razvrščeni v **dvojni plasti** tako, da so **nepolarni repi fosfolipidov** obrnjeni **navznoter** in so obrnjeni eden proti drugemu, **polarne glave** pa so v obeh plasteh obrnjene **navzven**. Na ta način je prehajanje vode med celicami omogočen.



Emulgatorji

Emulgatorji so snovi, ki so topni tako v olju kot v vodi, kar omogoča mešanje vode in olja. Najbolj znan fosfolipid je **lecitin**, ki se nahaja v **jajčnem rumenjaku** in **soji**. Jajčni rumenjak vsebuje največ vode, vsebuje pa tudi veliko lipidov, predvsem je bogat s **holesterolom**, ki je nujen za razvoj piščancev, ki se razvijejo iz jajca.

Lecitin se uporablja kot **emulgator lipidov**, ki lipide zadrži v vodi, tako, da lahko tvorijo nepolarni lipidi in polarna voda **emulzijo**. Lecitin lahko zaradi svoje zgradbe (fosfolipid z polarnim in nepolarnim delom molekule) reagira z vodo na enem delu molekule, na drugem delu molekule pa vodo odbija. Zato ima lecitin lahko vlogo emulgatorja, ki maščobne kroglice zadrži v vodi in jih v vodi dispergira, prav tako pa lahko vodne kapljice dispergira v maščobi.

Zaradi naštetih lastnosti je lecitin pomenben pri procesih v celicah organizmov, prav tako pa ga uporabljamo v prehrambeni industriji v številnih proizvodih, kjer želimo, da so emulzije stabilne. O emulzijah govorimo takrat, ko sta dve tekočini porazdeljeni ena v drugi, kljub temu, da nista ena v drugi

raztopljeni. Med najbolj poznane emulzije uvrščamo olje in vodo, mleko, ki je emulzija mlečne maščobe in vode, majoneza in margarina. Tudi nekateri kozmetični proizvodi so v obliki dvofaznih sistemov, ki jih pred uporabo pretvorimo v emulzije, ki pa niso obstojne (**film Akt. 4. – 1. : »Neobstojna emulzija«**). Za proizvodnjo slednjih pa je potreben dodatek emulgatorja, ki prepreči, da bi se maščobe ločile, npr. v čokoladi, majonezi, nekaterih vrstah masla in solatnih prelivih. V prehrani največkrat uporabljamo lecitin, ki stabilizira emulzijo. Lecitin in ostali fosfolipidi se nahajajo v rastlinah in živalih, vir lecitina so jajca, mleko, sir in sojino olje.

Literatura

1. Borror, Donald J. 1960. Dictionary of Root Words and Combining Forms. Mayfield Publ. Co.
2. Campbell, Neil A., Lawrence G. Mitchell, Jane B. Reece. 1999. Biology, 5th Ed. Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc. Menlo Park, CA. (plus earlier editions)
3. Campbell, Neil A., Lawrence G. Mitchell, Jane B. Reece. 1999. Biology: Concepts and Connections, 3rd Ed. Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc. Menlo Park, CA. (plus earlier editions)
4. Lappé, Francis Moore. 1982. Diet for a Small Planet, 10th Anniversary Ed. Ballantine Books. New York.
5. Lappé, Francis Moore. 1991. Diet for a Small Planet, 20th Anniversary Ed. Ballantine Books. New York.
6. Marchuk, William N. 1992. A Life Science Lexicon. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA.
7. Sienko, Michell J. and Robert A. Plane. 1966. Chemistry: Principles and Properties. McGraw-Hill Book Co., NY. (and other chemistry texts and handbooks)
8. http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_strekelj_andraz.pdf

9. ABCs of Case Teaching;

<http://www.usc.edu/programs/cet/private/pdfs/abcs.pdf>

PROJEKTNO UČNO DELO PRI UČENJU NARAVOSLOVNIH VSEBIN

Avtor: Vesna FERK SAVEC

O gradivu

Gradivo je nastalo v okviru projekta **Razvoj naravoslovnih kompetenc**.

”Projekt delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada. Projekt se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007 – 2013, 3. razvojne prioritete: ”Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja”, 3.1 prednostne usmeritve ”Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistema izobraževanja in usposabljanja” ter Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008 – 2011.

Avtorstvo: doc. dr. Vesna FERK SAVEC

Recenzija: prof. dr. Primož ŠEGEDIN (*gradivo je še v postopku recenzije*)

Tehnična podpora: Vida MESEC in Brane PAJK



Sodobno pojmovanje učinkovitih pristopov poučevanja in učenja naravoslovnih vsebin

Uvod

Razvoj naravoslovnih kompetenc zahteva uveljavitev nove izobraževalne paradigme, ki temelji na prehodu od poučevanja k učenju in s tem prenaša procese pri pouku na učečega, t.i. *na učence/dijake osrediščen pouk*. Raziskave potrjujejo, da kvaliteta učenja pri tovrstnem pouku naraste, saj so učeči aktivno udeleženi v procesu pridobivanja znanja, za kar je na voljo vrsta učnih oblik in metod: razredni raziskovalni seminarji, na problemih zasnovano učenje, študije primerov, projektno učno delo, igranje vlog, kooperativno in sodelovalno učenje, razprava v skupinah, zasnova pojmovnih map, izkustveni pristop k učenju in še bi lahko naštevali. Pri opisanih oblikah učenja vrednotenje in ocenjevanje znanja ni vezano le na teste znanja, potrebno je vključevati tudi inovativne oblike, kot so kolegijsko ocenjevanje, samoocenjevanje, uporaba listovnika, ipd. ([Vrtačnik et al., 2005](#); [Vrtačnik, 2009](#)).

Metode in oblike poučevanja in učenja naravoslovnih predmetov v naših šolah

Kakšne metode in oblike poučevanja in učenja naravoslovnih predmetov so v naših šolah najbolj razširjene lahko sklepamo iz raziskave [Ferk Savec et al. \(2007\)](#), v okviru katere je bila opravljena analize stanja v šolski praksi. Podatki, na katerih temelji analiza, so bili pridobljeni ob uporabi vprašalnika, ki ga je izpolnilo 29 učiteljev naravoslovnih



predmetov v osnovnih in srednjih šolah iz različnih delov Slovenije.

Učitelji so v odgovorih pojasnili, kako pogosto uporabljajo posamezne učne metode oz. oblike dela pri pouku. Pri ocenjevanju so uporabljali 5-stopenjsko lestvico možnih odgovorov. Pri tem je *redko* pomenilo približno 1-3 krat letno, *včasih* približno enkrat na dva meseca in *pogosto* približno dvakrat mesečno. Za nekatere metode oz. oblike dela, ki se redkeje uporabljajo (terensko delo, ekskurzije, projektno delo, priprava seminarskih in raziskovalnih nalog) je imela lestvica odgovorov naslednji pomen: *redko* enkrat letno, *včasih* dvakrat letno, *pogosto* trikrat letno, *zelo pogosto* več kot trikrat letno.

A. Raven izobraževanja: osnovna šola

Iz grafa 1 je razvidna pogostost uporabe posameznih učnih oblik oz. metod ter drugih načinov dela pri osnovnošolskih učiteljih. Učitelji za razlago teorije največkrat uporabljajo tablo, sledi uporaba računalnika in grafoskopa, medtem ko je uporaba e-table bolj izjema kot pravilo. V okviru eksperimentalnega pristopa prevladujejo demonstracijski eksperimenti, sledi skupinsko delo, manjši delež učiteljev pa pogosto uporablja tudi delo v parih oz. samostojno delo. Rezultati raziskave kažejo, da veliko učiteljev pogosto uporablja modele in shematske predstavitve. Ostale metode oz. oblike dela pri večini sodelujočih učiteljev niso pogosto v uporabi (povzeto po [Ferk Savec et al., 2007](#)).

B. Raven izobraževanja: srednja šola

Iz grafa 2 lahko razberemo pogostost uporabe posameznih učnih oblik oz. metod in drugih načinov dela pri



srednješolskih učiteljih. Tudi srednješolski učitelji za razlago teorije največkrat uporabljajo tablo, sledi uporaba grafoskopa (več kot v OŠ!) in računalnika, medtem ko je uporaba e-table tudi tukaj bolj izjema kot pravilo. Na osnovi rezultatov raziskave gre sklepati, da je v srednjih šolah eksperimentalni pristop pogosto v uporabi pri manjšem deležu učiteljev kot v osnovni šoli. Pri tem pa tudi v srednji šoli prevladujejo demonstracijski eksperimenti, sledi skupinsko delo in delo v parih oz. samostojno delo. Rezultati raziskave kažejo, da veliko učiteljev pogosto uporablja modele in shematske predstavitve (pogostejše kot v OŠ!). Večji delež učiteljev tudi pogostejše uporablja zgoščenke, ostale učne metode oz. oblike pa pri večini sodelujočih učiteljev niso pogosto v uporabi (povzeto po [Ferk Savec et al., 2007](#)).

C. Učne metode in oblike, ki bi jih učitelji želeli izboljšati

Raziskava [Ferk Savec et al. \(2007\)](#) je nakazala tudi, da bi učitelji želeli izboljšati svoje znanje o uporabi nekaterih učnih metod in oblik, pri tem so učitelji v odgovorih odprtega tipa posebej izpostavili:

- samostojno eksperimentalno delo učencev in delo v parih;
- priprava raziskovalnih nalog;
- projektno učno delo;
- uporaba IKT;
- povezovanje treh ravni predstavitve kemijskih pojmov;
- terensko delo in
- igra vlog pri pouku.



Večina izmed naštetih metod in oblik dela pri pouku predvideva uporabo aktivnega dela učencev, kar je v skladu s sodobnimi smernicami za poučevanje naravoslovnih vsebin, ki bodo podrobneje predstavljene v nadaljevanju poglavja. Da bi se želja učiteljev po pridobitvi dodatnih metodoloških znanj izpolnila, pa jim je potrebno omogočiti tudi ustrezna izobraževanja.

Mnenje učencev, dijakov in študentov o priljubljenosti naravoslovnih predmetov

V zvezi z uporabo različnih metod in oblik dela pri pouku pa je prav tako pomembno upoštevati mnenje učencev, dijakov in študentov o pouku naravoslovnih predmetov. V okviru raziskave [Gabršček et al. \(2005\)](#) je bila izvedena anketa med 862 študenti, ki študirajo tako na družboslovnih kot na naravoslovnih fakultetah. Študenti so med drugim odgovarjali na vprašanje *»Šolarji pravijo, da se sedaj fizike, kemije in biologije ne učijo radi. Kaj menite, da bi v šoli pomagalo spremeniti ta njihova stališča?«* Kot odgovor so imeli ponujenih šest možnosti in lasten komentar, izbrati pa so morali štiri največje probleme. Pri posameznih naravoslovnih predmetih so se na prvo ali drugo mesto uvrstile naslednje trditve:

"Pri pouku bi morale biti več poskusov." (fizika 73% anketirancev, kemija 78%, biologija 66%)

"Učni program bi moral biti bolj 'življenjski'." (fizika 53%, kemija 59%, biologija 71%)

"Učenci bi morali biti seznanjeni z uporabo fizike/ kemije/ biologije v poklicih in vsakdanjem življenju." (fizika 59%, kemija 58%, biologija 53%)



Sodobne smernice za poučevanje in učenje naravoslovnih vsebin

Avtorji pri nas in v svetu prihajajo do podobnih spoznanj o težavah, s katerimi se na področju naravoslovnega (kemijskega) izobraževanja soočamo v zadnjih desetletjih ([Pilot and Bulte, 2006](#); [Gilbert et al., 2002](#); [Osborne and Collins, 2001](#)).

[Gilbert \(2006\)](#) povzema nekaj od najbolj perečih problemov:

- prenatrpanost učnih načrtov;
- nepovezanost med obravnavanimi pojmi;
- premajhna povezanost s problemi oz. reševanjem problemov v vsakdanjem življenju;
- pomanjkanje relevantnosti vsebin in poudarki na neustreznih vsebinah in ciljih.

Vsak od navedenih problemov predstavlja pri poučevanju ter oblikovanju učnega načrta serijo izzivov.

Nekateri avtorji navajajo kot eno od možnih rešitev *pristop učenja in poučevanja z uporabo konteksta*, v katerem so kemijski pojmi povezani z življenjem. Kemijo naj bi poučevali znotraj konteksta družbeno pomembnih tem, kot so npr. globalno segrevanje, ozonska luknja, trajnostni razvoj in drugih.

Primeri uporabe pristopa z uporabo konteksta so npr: v Veliki Britaniji projekt »*Salters*«, ki se je začel 1983 leta, ko se je skupina učiteljev srečala v Yorku in razpravljala o načinih, na osnovi katerih bi postala kemija bolj zanimiva za učence in dijakke ([Bennett in Lubben, 2006](#)). [Watters \(2004\)](#) navaja, da se je projekt izkazal za zelo uspešnega, saj se je izkazalo, da je kemijo na A-nivoju izbralo večje število dijakov. Podoben pristop so začeli uvajati tudi v Nemčiji ([Parchmann et al., 2006](#)) in na Nizozemskem ([Driessen in Meinema, 2003](#)). Projekt "Chemie im Kontext" (ChiK) je sledil idejam in



izkušnjam Salters projekta in se je v Nemčiji pričel v letu 1997 ([Pilling et al., 2001](#)). Namen tega projekta je bil izboljšanje srednješolskega poučevanja in učenja na eni strani ter podpora sodelovanju med učitelji, kot tudi med učitelji in mentorji na univerzah na drugi strani. Na Nizozemskem *PLON* predstavlja pristop z uporabo konteksta, v katerem so pojmi povezani z življenjem na področju poučevanja fizike ([Bennett in Holman, 2002](#); [Eijkelhof in Kortland, 1988](#)). Projekt *Chemistry in Practice*, na kratko *ChiP*, pa se osredotoča na pomembno povezavo med učenjem kemije ter vsakodnevnim življenjem ter družbenimi vprašanji ([Bulte et al., 2006](#), [Pilot in Bulte, 2006](#)). Primera tega pristopa sta v Združenih državah Amerike *ChemCom: Chemistry in the Community*, srednješolski učbenik, ki je bil razvit ob podpori American Chemical Society (ACS) in National Science Foundation (NSF) ter *Chemistry in Context (CiC)*, ki je bil namenjen študentom na dodiplomskih programih kolidžev in univerz (starost študentov 18–20) na različnih področjih študijev. Namen skupine šestih univerzitetnih profesorjev, avtorjev *CiC*, je bil izboljšanje kemijske pismenosti Američanov ([Schwartz, 2006](#)).

Pristop z uporabo konteksta je velikokrat nadgrajen z aktivnimi metodami pridobivanja znanja ([Abd-El-Khalick et al., 2004](#)), ki so bile omenjene kot nujno potrebna oblika pridobivanja znanja, že na začetku tega prispevka in katerih namen je kemijske pojme čim bolj osmisliti in jih povezati z že obstoječimi izkušnjami dijakov. Učni načrti, nastali na taki osnovi, imajo za cilj globlje razumevanje manjšega števila ključnih pojmov oz. idej, namesto konvencionalnega, širšega izbora vsebin iz bolj znanstvenega vidika ([Pilot and Bulte, 2006](#)).

Poleg že navedenega, pa je pri poučevanju kemije ključno tudi, da skozi vse stopnje izobraževanja razvijamo razumevanje kemijskih pojmov in procesov. Izhajajoč iz narave znanosti kemije, temelji njeno poučevanje na



opazovanju snovi in njihovih lastnosti ter opazovanju kemijskih reakcij in procesov na očem zaznavni, t.i. *makroskopski ravni*, ki jih skušamo razložiti na nivoju delcev, t.i. *submikroskopski ravni* ([Barke in Wirbs, 2002](#)). Pri zapisovanju navedenega s kemijskim jezikom, pa se srečamo še s t.i. *simbolno ravno*. [Johnstone \(1991\)](#) navaja, da je prav povezovanje različnih ravni predstavitev razlog, zakaj je kemija za mnoge težka in slabo razumljiva. Vizualizacijski elementi, kot so modeli orbital, atomov, molekul in kristalov, imajo ključno vlogo pri predstavitvi submikroskopskega sveta in pomagajo pri premoščanju težav pri povezovanju vseh treh ravni predstavitev. Tri ravni predstavitev naravoslovnih pojmov in zakonitosti ter vlogo vizualizacijskih elementov pri njihovem povezovanju opisujejo s »*kemijskim trikotnikom*« ([Johnstone, 1991](#); [Barke in Wirbs, 2002](#)), v katerem označujejo oglišča trikotnika kot makro, submikro, in simbolni. [Barke and Wirbs \(2002\)](#) predlagata pri kemijskem izobraževanju pristop usmerjen v strukturo snovi, katerega bistvo je, da imajo študentje možnost ne le usvojiti z njimi povezano poznavanje pojmov, ampak s pomočjo uporabe strukturnih modelov usvojiti tudi predstave o snoveh. [Barke \(2007\)](#) se pri poučevanju zavzema za poučevanje treh oglišč trikotnika enega za drugim: najprej makro raven, nato sledi uporaba strukturnih modelov na submikro ravni, ter na koncu uporaba kemijskih simbolov – simbolna raven. [Mahaffy \(2004\)](#) je "kemijski trikotnik" nadgradil še z enim pomembnim vidikom razumevanja kemije, to je človeški faktor (angl. *human influence*). Razumevanje kemije je namreč odvisno tudi od družbe in okolja v katerem živi posameznik ter njegovih specifičnih interesov in sposobnosti. Tetraedrski model tako povezuje razumevanje kemijskih pojmov z njihovo uporabo v vsakdanjem življenju. Potrebo po pridobitvi dodatnih znanj, kako "kemijski trikotnik" vključevati v poučevanje, so izrazili tudi slovenski učitelji ([Ferk Savec et al., 2007](#)).



Poglavje lahko zaključimo z ugotovitvijo, da je uporaba aktivnih metod poučevanja, med katere sodi projektno učno delo, pri pouku naravoslovnih vsebin zelo aktualna, saj v svojih osnovnih značilnostih opredeljuje mnoge kriterije, ki jih kot učencem koristne potrjujejo sodobne raziskave in ob ustrezni učiteljevi podpori omogoča razvijanje temeljnih naravoslovnih kompetenc. V povezavi s projektnim učnim delo je bilo v poglavju nakazano, da se v slovenskih šolah uporablja že vrsto let, vendar v relativno majhnem obsegu, prav tako pa je iz poglavja razvidna želja učiteljev, da bi na področju projektnega učnega dela izpopolnili svoje znanje. Našteto povzema glavne razloge za nastanek pričujočega gradiva, čigar glavni namen je oživiti uporabo projektnega učnega dela v slovenskih šolah in v sodelovanju z učitelji prispevati k čim boljši izrabi njegovega potenciala.

Kaj je projektno učno delo?

Na kratko o izvoru projektnega učnega dela

Projektno učno delo, kot pristop učenja in poučevanja, je uveljavljen že vrsto let in se uporablja na različnih vsebinskih področjih ter na vseh ravneh izobraževanja ([Knoll, 1997](#)).

Izraz **projektna metoda** (angl. Project Method) je vpeljal William H. Kilpatrick leta 1918 v prispevku za knjigo Zapiski učiteljev. V njej zapisal, da je osnovni vzvod metode interes učečega, da neko vsebino preuči, ovrednoti, spozna ali izdela izdelek v povezavi z motivirajočo situacijo iz življenja. Kilpatrick je metodo razdelal na osnovi dobrega poznavanja dela Johna Deweya, ki je poročal o koristnosti učenčevih neposrednih izkušenj v procesu učenja ([Beyar,](#)



[1997](#)). Avtorji ([Greoire in Laferriere, 1998](#); [Fallik, 2008](#)) navajajo, da so v prvi polovici dvajsetega stoletja to metodo na področju izobraževanja široko uporabljali tudi v številnih evropskih državah, Rusiji in Izraelu. Vsekakor pa se je široka uporaba projektnega učnega dela najbolj razmahnila v zadnjih treh desetletjih, ko je bilo o izkušnjah njegove uporabe napisanih tudi največ stokovnih in znanstvenih prispevkov (npr. [Ladewski et al., 1994](#); [Krajcik et al. 1994](#); [Knoll 1997](#); [Thomas 2000](#); [Koschmann 2001](#); [Krajcik in Blumenfeld 2006](#); [Buck Institute of Education, 2007](#); [Fallik et al., 2008](#)).

V slovenski, kot tudi v tuji strokovni literaturi ne najdemo enotnega izraza za **projektno učno delo**. Nekateri ga označujejo kot *metodo projekta*, *projektno delo* ali kot *projektni pouk*, najpogosteje pa je uporabljen izraz projektno učno delo ali kratica PBL (angl. project-based learning, PBL), kar smo privzeli tudi v našem gradivu.

Definicije projektnega učnega dela

[Wikipedia \(2009\)](#) opredeljuje projektno učno delo kot učno metodo, pri katerem učenci prenesejo zanimanje za določeno tematiko, ki jo srečujejo v vsakodnevnem življenju, v projektno delo v razredu. Učenci pri projektnem učnem delu načrtujejo svoje aktivnosti, rešujejo probleme, sprejemajo odločitve in izvajajo raziskovalne dejavnosti. Pri izvajanju projektnega učnega dela je učencem omogočena izbira o delu v skupini ali samostojno, pri razvoju projektne naloge pa je zaželeno, da učenci izražajo svoje ideje in predloge rešitev ter se jih naučijo predstaviti.

Posamezni avtorji pa so projektno učno delo definirali npr.:

Projektno učno delo je model organiziranja učenja v sklopu izvajanja projekta ([Thomas, 2000](#)).



Projektno učno delo je učna metoda, pri kateri učenci osvajajo nove pojme izbranega vsebinskega področja ob uporabi elementov raziskovalnega pristopa, pri tem pa so osredotočeni na cilj izdelati projektno nalogo ali razviti izdelek ([Blumenfeld et al., 1991](#)).

Projektno učno delo je dinamičen način učenja, pri katerem učenci raziskujejo probleme in izzive iz vsakodnevnega življenja. S takšnim pristopom aktivnega učenja so učenci spodbujeni k pridobivanju poglobljenega razumevanja preučevane vsebine ([Edutopia, 2009](#)).

Projektno učno delo nudi učencem priložnost izkusiti raziskovalno delo znanstvenikov, kar je zelo vznemirljivo.... in zabavno, če je izvedeno na učenem primeren način.

Bruce Alberts, predsednik Nacionalne znanstvene akademije (angl. National Academy of Sciences) ([STEPs home, 2009](#))

Projektno učno delo je sistematičen način učenja, ki učence aktivno vključuje v pridobivanje temeljnih znanj in za življenje koristnih spretnosti, ob uporabi raziskovalnega pristopa, ki ga učenci soustvarjajo okoli kompleksnih, avtentičnih vprašanj ali premišljeno zasnovanih izdelkov in nalog ([Buck Institute of Education, 2009](#)).

Iz naštetih definicij lahko slutimo raznolikost razumevanja metode projektnega učnega dela pri različnih avtorjih. Da bi natančneje definirali, katere so ključne značilnosti te metodo, so bili oblikovani kriteriji, ki jim mora obravnavana učna metoda zadostiti, če naj spada v projektno učno delo.

Značilnosti projektnega učnega dela



Opredelitev značilnosti projektnega učnega dela oz. kriterijev za njegovo opredelitev

Iz že omenjenega širokega razumevanja ideje projektnega dela pri poučevanju in učenju izhaja tudi precejšnja pestrost pri navajanju *značilnosti projektnega učnega dela oz. kriterijev* za njegovo opredelitev, pri čemer kljub skupnim točkam med posameznimi avtorji obstajajo bistvene vsebinske razlike. V nadaljevanju so navedene značilnosti projektnega učnega dela oz. kriteriji za njegovo opredelitev, kakor jih navajajo izbrani avtorji.

[Gudjons \(1986\)](#) navaja 10 kriterijev zaradi katerih se projektno učno delo bistveno razlikuje od tradicionalnega pouka:

- reševanje realnih - življenjskih - nalog in problemov;
- upoštevanje interesov učencev;
- samoorganiziranje učencev in prevzemanje osebne odgovornosti za izvedbo projekta;
- družbena pomembnost projektne tematike in njena uporabna vrednost;
- ciljna usmerjenost projektnega načrtovanja;
- usmerjenost projekta k izdelku, katerega vrednost je mogoče preveriti;
- aktiviranje čim večjega števila čutil pri učencih preko povezovanja: (1) razmišljanja s praktičnimi aktivnostmi, (2) šole z življenjem, (3) teorije s prakso;
- poudarek na socialnem vidiku učenja preko spodbujanja učencev na medsebojno komuniciranje pri postavljanju in doseganju skupnih ciljev;



- vsebinska interdisciplinarnost zahteva prestopanje meja posameznih učnih predmetov in preseganje ločenega poučevanja istih učnih tem po posameznih učnih predmetih;
- omejenost na izbrano tematiko.

V novejšem času Kraft (2005) navaja 17 kriterijev za projektno učno delo:

- dopušča različne učne stile;
- usmerjeno je v "realno" življenje;
- nudi spodbujajoče učno okolje;
- spodbuja učenje na višjih kognitivnih stopnjah in hkrati tudi učenje osnovnih dejstev in zakonitosti;
- temelji na izkustvenem učenju;
- zagotavlja globlje razumevanje;
- dostopno vsem učencem;
- spodbuja uporabo različnih načinov komunikacije;
- zahteva usklajenost med poučevanim in ocenjevanim;
- učenci so odgovorni za svoje učenje;
- znotraj učnega načrta lahko učenci izbirajo vsebine, ki se jih želijo učiti;
- spodbuja učenje z razumevanjem;
- uporablja realne podatke iz življenja;
- pri ocenjevanju je vrednoten učni proces in projektni izdelek;



- interdisciplina naravnost vsebine projekta;
- učitelj je spodbujevalec učenja;
- zaželen je samoevalvacija učencev o tem, kar so se naučili.

V slovenskem prostoru je Helena Novak leta 1990 v knjigi *Projektno učno delo drugačna pot do znanja* ([Novak, 1990](#)) opredelila naslednjih osem kriterijev:

- tematsko problemski pristop;
- konkretnost tematike z usmerjenostjo na življenjsko situacijo;
- ciljno usmerjeno in načrtovano aktivnost, katere nosilci so učenci;
- upoštevanje interesov, potreb in sposobnosti učencev;
- kooperativnost;
- odprtost;
- poudarek na izkustvenem učenju,
- poudarek na učenju kot procesu zaradi primarno vzgojne funkcije projektnega dela.

Na osnovi primerjalne analize kriterijev različnih avtorjev smo oblikovali osem ključnih kriterijev za projektno učno delo (njihovi opisi so dostopni ob kliku na označene tekstovne povezave):

- [povezanost obravnavane tematike z življenjem](#);
- [interdisciplinarni pristop](#);
- [aktivnosti so načrtovane in ciljno usmerjene, njihovi nosilci so učenci](#);



- [upoštevanje interesov, učnih stilov in sposobnosti učencev;](#)
- [razvijanje medosebnih odnosov ter sposobnosti komuniciranja in sodelovanja;](#)
- [težišče na učnem procesu;](#)
- [odprtost učnega procesa ;](#)
- [pri ocenjevanju je vrednotena izpeljava projektnega učnega dela in projektni izdelek.](#)

Poleg upoštevanja kriterijev za opredelitev projektnega učnega dela pa glede na namen, ki ga želimo doseči z aktivnostmi v okviru projekta, ločimo štiri osnovne tipe projektnega dela, ki so opisani v naslednjem poglavju.

POVEZANOST OBRAVNAVANE TEMATIKE Z ŽIVLJENJEM

Bistvena značilnost projektnega učnega dela je v izbiri tematskih področij, ki so povezana z izkušnjami učencev iz vsakodnevnega življenja. Na ta način lahko učenci problematiko projektnega učnega dela osmislijo in ponotranjijo, saj raziskujejo vprašanja ali izdelujejo izdelke, ki jih je mogoče uporabiti v življenju.

Z neposrednim povezovanjem teoretičnega znanja in praktičnih izkušenj je učencem dana možnost, da pridejo do spoznanj sami skozi učni proces izpeljave projekta, v čemer je izobraževalni in vzgojni pomen projektnega učnega dela.

INTERDISCIPLINARNI PRISTOP



Tematska področja v povezavi z življenjem zaradi svoje narave narekujejo interdisciplinarni pristop projektnega učnega dela. Tako je zaželeno, da pri izvajanju projektnega učnega dela prestopimo meje posameznih učnih predmetov in izrabimo možnosti medpredmetnega povezovanja. Pri izvedbi projektnega učnega dela pa je včasih potrebno pridobiti in uporabiti tudi znanja in veščine, ki niso opredeljena v učnih načrtih. Pri tem učenci razvijajo svojo inovativnost, včasih pa je koristno k sodelovanju pritegniti tudi strokovnjake - eksperte iz področij, s katerimi se ukvarjamo v projektnem učnem delu.

Za učence je še posebno spodbudno, če se tematike projektnega učnega dela lotimo problemsko, npr. nalogo zastavimo v obliki problema, ki ga skušamo preko izpeljave projekta rešiti ali pa za problem zastavimo izdelavo konkretnega izdelka.

AKTIVNOSTI SO NAČRTOVANE IN CILJNO USMERJENE, NJIHOVI NOSILCI SO UČENCI

Podobno kot druge oblike učnega dela je tudi projektno učno delo usmerjeno k doseganju izbranih učnih ciljev, zato morajo biti dejavnosti skrbno **načrtovane** tako, da v čim večji meri prispevajo k njihovemu uresničevanju.

Zastavljeni cilji projektnega učnega dela morajo biti zasnovani tako, da so skupni vsem udeležencem projekta, torej *učencem* - kot nosilcem posameznih aktivnosti v projektu in *učiteljem* - kot usmerjevalcem učnega procesa. To je tudi ena izmed bistvenih značilnosti projektnega učnega dela, saj preko aktivne udeležbe učencev v vseh stopnjah dela omogočimo učencem, da pridejo preko svojih aktivnosti do novega znanja in pri tem osvojijo različne spretnosti ter prevzamejo odgovornost za svoje ravnanje.

Na sliki 5 in sliki 6 je ponazorjena razlika v aktivnosti učencev in učiteljev pri tradicionalnem načinu poučevanja in učenja



ter pri projektnem učnem delu.

Bistveno pri projektnem učnem delu je, da učencem omogočimo **učenje preko lastne izkušnje**, torej tako, da pri doseganju zastavljenega cilja načrtujemo aktivnosti učencev ob uporabi čim večjega števila učenčevih čutil, t.i. vstopnih kanalov (vizualnega, slušnega, tipnega, idr.).

Aktivna vloga učencev v učnem procesu pa pomembno prispeva tudi k izboljšanju motivacije za učenje in s tem ugodno vpliva na dolgotrajnejše pomnjenje. V metodičnem smislu pomeni takšno učenje konstruktivni element projektnega učnega dela, saj sproža sočasno aktiviranje kognitivne, emocionalne, motorične in socialne sfere učenčeve osebnosti in temelji na neposrednem izkustvu.

Pomen izkustvenega učenja v projektnem učnem delu je v integraciji neposredne izkušnje z abstraktnim mišljenjem in posploševanjem ter spoznavnega s čustvenim in socialnim področjem učenja. Pri projektnem učnem delu je jasno izražen Kolbov ciklični proces učenja, v katerem se prepletajo konkretna izkušnja, razmišljujoče opazovanje, abstraktna konceptualizacija in aktivno eksperimentiranje.

Te stopnje učnega cikla se v veliki meri prekrivajo s stopnjami projektnega učnega dela.

UPOŠTEVANJE INTERESOV UČENCEV, NJIHOVIH UČNIH STILOV IN SPOSOBNOSTI

Projektno učno delo je priložnost, ko lahko učitelj prisluhne razmišljanju in interesom učencev. Interesna področja učencev morajo biti izhodišče pri izbiranju tematike projektnega učnega dela, saj so ključna za motiviranje in aktivno vključevanje učencev v vse stopnje projekta.

Projektno učno delo tako nudi učencem veliko možnosti za razvijanje njihovih obstoječih interesov in za odkrivanje novih, različne realne življenjske situacije pa omogočajo, da se učenci z njimi poistovetijo in učenje uskladijo s svojimi potrebami. Pri izražanju interesov in potreb morajo biti učenci v enakopravnem položaju, ne glede na njihov siceršnji uspeh na izbranem predmetnem področju, splošni učni uspeh ali druge dejavnike.

Zadolžitve posameznih učencev pri projektnem učnem delu naj bodo v čim večji meri zastavljene tako, da bodo učenci v čim večji meri dobili priložnost za svoj optimalni razvoj v skladu z njihovimi interesi, učnim stilom in sposobnostmi posameznikov.

Osnovna naloga učitelja je, da sprti rešuje probleme, ki se porajajo med potekom projekta, in vsakega udeleženca jemlje kot pomemben in nepogrešljiv člen izvajanja projektnega učnega dela.



RAZVIJANJE MEDOSEBNIH ODNOSOV TER SPOSOBNOSTI KOMUNICIRANJA IN SODELOVANJA

Projektno učno delo že zaradi svoje narave spodbuja udeležence k medsebojnemu sodelovanju, npr. pri skupni izbiri tematike projektnega dela, preko skupnega postavljanja nalog in načrtovanja dela, ipd.. Sodelovanje poteka *med učenci* in tudi *med učenci in učitelji*. Slednji odnosi se zaradi narave dela nujno spremenijo v smeri večje demokratičnosti in omogočajo bolj sproščeno vzdušje kot pri tradicionalnem pouku.

Pokaže se tudi potreba po sodelovanju med učitelji; ki je zaželeno že v času priprav na projektno organiziranje učnega dela.

Pri projektnem učnem delu se udeleženci poleg vsebine učijo tudi različnih oblik medsebojnega komuniciranja, usklajevanja in reševanja konfliktov, ki se porajajo med delom.

TEŽIŠČE NA UČNEM PROCESU

Čeprav je projektno učno delo usmerjeno k izbranemu cilju (npr. izdelavi izdelka, raziskavi željene tematike, iskanju pojasnil za določeno vprašanje), pa le-ta ne pomeni glavnega namena projektnega učnega dela. Težišče projektnega dela je na učnem procesu preko katerega učenci osvajajo nova znanja, veščine in sposobnosti. Tako je izbrani cilj projektnega dela predvsem motivacijsko sredstvo za vzdrževanje visokega nivoja aktivnosti pri učencih učencih.

ODPRTOST UČNEGA PROCESA



Odprtost učnega procesa pri projektnem učnem delu se izraža na različnih ravneh: (1) v izbiri vsebine projektnega učnega dela, ki je interdisciplinarna, (2) v trajanju posameznih dejavnosti, ki tečejo v okviru projekta, saj ne morejo biti strogo časovno omejene, ker je njihovo izvajanje odvisno od številnih okoliščin in (3) v upoštevanju (interesov, učni stilov in sposobnosti) posameznikov.

Obseg in trajanje neke dejavnosti tako ne smeta biti zaviralnega pomena za izpeljavo projekta, temveč je ključno, da učenec čimbolj neposredno išče in odkriva poti do znanja in da svobodno izraža svoje občutke, poglede, prepričanja ter se pri tem nemoteno razvija vsestransko razvija.

PRI OCENJEVANJU JE VREDNOTENA IZPELJAVA PROJEKTNEGA UČNEGA DELA IN PROJEKTNI IZDELEK

Glede na opisane razlike v poteku učnega procesa pri tradicionalnem pouku in pri projektnem učnem delu, je potrebno prilagoditi tudi ocenjevanje pridobljenega znanja in spretnosti.

Zaradi aktivne vloge učencev v procesu pridobivanja znanja bi bilo neustrezno, da bi s testi znanja vrednotili le pridobljeno znanje iz strokovnega vidika. Ocenjevanje zato skušamo načrtovati tako, da vključuje tudi vrednotenje *izpeljave posameznih stopenj projektnega učnega dela* (npr. ustreznost opredelitve izhodišča projektnega dela, ustreznost in poglobljenost pregleda literature, laboratorijski dnevnik, ipd) in *projektni izdelek* (npr. poster, projektno poročilo, predstavitev projektnega dela). Ena pogostih oblik za spremljanje izvedbe projektnega učnega dela in njegovo vrednotenje je mapa z izbranimi izdelki ali listovnik (angl. portfolio).

Zaradi izvedbe projektnega učnega dela v skupini učencev, je potrebno razmisliti tudi o pravični "delitvi" ocene. Ker



doganje znotraj skupine najboljše poznajo učenci sami, je potrebno to izvesti v sodelovanju z učenci, ki naj skušajo objektivno oceniti svoj prispevek in prispevek ostalih članov skupine npr. ob uporabi "glasovalnih lističev".

Tipi projektnega dela

Osnovni tipi projektnega učnega dela

Glede na namen ločimo štiri osnovne tipe projektnega dela: projekte konstruktivnega tipa, projekte usvajanja in vrednotenja, problemske projekte in projekte tipa učenja ([Novak, 1990](#)).

Namen posameznih tipov projektnega učnega dela

Pri *projektih konstruktivnega tipa* je končni cilj konstrukcija določenega izdelka (npr. ptičja hišica, šolski časopis, seminar, naloga...). Sem spadajo tudi priprave razstav, kulturnih, športnih, naravoslovnih in drugih prireditev.

Pri *projektih usvajanja in vrednotenja* gre za spoznavanje in ovrednotenje izbranega dogodka, filma, razstave ipd.

Pri *projektih problemskega tipa* rešujemo določen problem, v ta okvir spadajo tudi raziskovalni projekti.

Projekte učenja pa tvorijo aktivnosti, s pomočjo katerih učenci po dogovorjenem načrtu usvajajo določene spretnosti, veščine, sposobnosti in znanja.

Način doseganja postavljenih ciljev pri vseh tipih projektnega učnega dela



Pri izvajanju vseh naštetih projektov pa je bistven *način doseganja postavljenih ciljev*, pri čemer je še posebno pomembno (Novak, 1990):

1. V vseh predstavljenih tipih projektov je glavni nosilec aktivnosti učenec, učitelj pa sodeluje kot pobudnik in svetovalec.
2. Dejavnosti v okviru projektnega dela potekajo po določenem načrtu, ki je plod skupnega načrtovanja učitelja in učencev.

Potek projektnega učnega dela

Stopnje projektnega učnega dela

Projektno učno delo je, kot vsak drug načrtno organiziran učni proces, sestavljeno iz večih stopenj, ki si sledijo po določenem zaporedju. Raznolikost opredelitev projektnega učnega dela in načinov njegove uporabe v šoli pa se odraža tudi v predlaganih ključnih stopnjah projektnega dela. Le-te pa se med različnimi avtorji velikokrat razlikujejo samo v poimenovanju in natančnosti opredelitve posamezne stopnje, ne pa tudi v vsebinskem značaju oziroma funkciji posamezne stopnje.

Ustanovitelj *projektne metode* [Kilpatrick \(1918\)](#) je projektno delo razdelil na štiri glavne stopnje, ki jih je ohranila kot ključne tudi v večina njegovih naslednikov:

1. postavitve cilja;
2. načrtovanje;
3. izvedba in
4. utemeljitev.



V novejšem času je v rabi več razhajajočih se opredelitev stopenj učnega procesa pri projektnem učnem delu. [Barke in Harsch \(2001\)](#) v *Kemijski didaktiki danes: učni procesi v teoriji in praksi* (naslov izvirnika *Chemiedidaktik Heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis*) povzemata delitev projektnega učnega dela na sedem stopenj, ki jo je uvedel [Frey \(1982\)](#). Freyeva delitev predlaga pet glavnih stopenj učnega procesa, ki si sledijo po določenem zaporedju, preostali dve stopnji pa sta vmesni in dopolnilni ter se izvajata samo po potrebi. Navedena delitev je najpogosteje uporabljena tudi v slovenskem prostoru ([Novak, 1990](#); [Gradišnik, 2002](#); [Berlec, 2004](#)), zato jo privzemamo tudi v našem gradivu.

Glavne stopnje učnega procesa v projektnem delu so po [Freyevi \(1982\)](#) definiciji naslednje :

1. [iniciativa](#),
2. [skiciranje projekta](#),
3. [načrtovanje izvedbe projekta](#),
4. [izvedba projekta](#) in
5. [sklepna faza](#).

Vmesni podstopnji pa sta:

- [usmerjevanje](#) (metainterakcija) in
- [usklajevanje](#) (fixpunkt).

Za [vsebinski opis posameznih stopenj učnega procesa in primere](#), ki jih podrobneje ponazarjajo, kliknite na označeno tekstovno povezavo.

[Novak \(1990, str. 68\)](#) poudarja, da pri izpeljavi projektnega učnega dela ni nujno, da vsak projekt vsebuje vse stopnje in podstopnje.



Vsebinska razčlenitev stopenj učnega procesa pri projektnem učnem delu

Neodvisno od predmetnega področja velja v splošnem za stopnje učnega procesa pri projektnem učnem delu naslednje:

V stopnji **iniciative** je pomembno zagotoviti čimboljše možnosti za spontano in odprto nizanje predlogov in pobud, k čemur lahko pomembno prispeva ustvarjeno sproščeno vzdušje. Pobuda za iniciativo je lahko dogodek ali pojav iz življenja, ki bi ga udeleženci želeli obravnavati v okviru projektnega učnega dela ali pa predmet, ki bi ga želeli izdelati. Predloge iniciative lahko podajo vsi člani skupine (učenci), učitelj/skupina učiteljev ali pa nekdo zunaj skupine. Vsekakor pa je zaželeno, da pride iniciativa iz strani učencev, saj bodo v nadaljevanju projektnega dela v tem primeru bolj zavzeti in zainteresirani.

Dejavnost učencev v tej stopnji lahko spodbudimo in usmerimo skozi različne aktivnosti: npr. nevihta idej (brainstorming), zbiranje predmetov, iskanje širših pojmov za določeno temo in postavljanje širših vprašanj, oblikovanje predlogov v manjših skupinah, včasih pa se ideje porodijo čisto spontano, npr. kot posledica določenega dogodka, kar ilustrirajo naslednji [primeri](#).

V tej stopnji projektnega učnega dela smo torej prišli do ožjega nabora *tematskih področij*, ki so zanimiva za večino učencev in jih bo v nadaljevanju projektnega učnega dela potrebno podrobneje prediskutirati in na osnovi rezultatov diskusije med njimi izbrati tisto področje, s katerimi se bodo podrobneje ukvarjali v nadaljevanju projektnega učnega dela. V nekaterih primerih pa se udeleženci že v stopnji iniciativa zedinijo o tematiki projektnega učnega dela in se v sledeči diskusiji posvetijo le njej.

Stopnja projekta: Iniciativa



Primer neposrednega zbiranja predlogov in idej za projektno delo

Z namenom pridobiti spontane in neposredne predloge iniciative od vseh učencev učencem razdelimo po tri samolepljive lističe, na katere naj vsak učenec zapiše po eno idejo ali vprašanje iz področja naravoslovja, ki ga zanima in bi o njem želel izvedeti več. Za zapisovanje idej damo učencem na razpolago približno 10 minut. Nato učenci svoje lističe prilepijo na tablo. Zbrane predloge preberemo na glas in ob sodelovanju učencev strukturiramo v tematske sklope, med katerimi nato izpeljemo "glasovanje" z dvigom rok.

Primer posrednega zbiranja predlogov in idej za projektno delo

Učitelj lahko za namen iniciative projektne učnega dela oblikuje tudi vprašalnik, s katerim učenci bolj usmerjeno izbirajo tematsko področje projektne učnega dela. Pri izdelavi vprašalnika je lahko v pomoč [seznam tematskih področij](#), ki so primerno izhodišče za snovanje projektne učnega dela na osnovi Barke-ve (1996) raziskave o naravoslovnih vsebinah iz vsakodnevnega življenja, ki zanimajo mlade. V takem vprašalniku je najpreprosteje vrednotiti priljubljenost posamezne teme ob uporabi pet-stopenjske lestvice, kot ilustrira naslednji primer.:

1. Za vsako izmed v levem stolpcu tabele naštetih tem označi svojo stopnjo interesa zanjo s križcem v ustreznem stolpcu na desni.



Teme	Niti malo mi ni zanimivo	Mi ni zanimivo	Mi je delno zanimivo	Mi je zanimivo	Mi je zelo zanimivo
Umetna sladila v pijačah		X			
Kofein v energijskih napitkih					X
Energija iz različnih vrst goriv			X		
Fotografija po kemijsko				X	
Obstojnost različnih vrst papirja	X				



Tabela: Stopnja interesa za posamezna tematska področja

Pri vrednotenju predlogov, ki jih učenci na opisani način podajo v vprašalnikih, vsakemu izmed predlogov pripišemo ustrezno število točk. Za rešitev opisano v zgornjem primeru tako velja: Umetna sladila v pijačah - 2T, Kofein v energijskih napitkih - 5T, Energija iz različnih vrst goriv - 3T, Fotografija po kemijsko - 4T, Obstojnost različnih vrst papirja - 1T. Na osnovi na ta način zbranih rezultatov za ves razred nato izračunamo povprečne vrednosti zainteresiranosti za posamezen predlagan tematski sklop.



Primer navezave projekta na okrožnico o očiščevalni akciji

"Vedela sem, da mora pobuda za delo priti iz strani učencev, zato sem čakala primerni trenutek. Preko ozvočenja smo bili obveščeni o skupni očiščevalni akciji naše občine. Sodelovali naj bi učenci obeh šol, ki delata na tem območju, starši in krajani. Navezala sem razgovor, poizvedela o pomenu akcije.... Samo še na strahotno onesnaževanje zraka v mesecu januarju sem se spomnila in že smo bili tam. Soglasno smo sklenili, da bomo raziskali vire onesnaženja našega okolja. Dogovorili smo se, da bomo naredili posebne beležnice, v katere bomo zapisovali svoja vprašanja, raziskovanja, odkritja, risali skice in miselne vzorce. Učenci so takoj zapisali svoja vprašanja, na katera bi želeli dobiti odgovor, tako smo ugotovili, kaj nas zanima in kako bomo pripravili načrt. Ugotovili smo, da



nekaj odgovorov že vemo, za ostale pa smo ugotavljali, kje bi jih lahko poiskali, koga vse bi povprašali.....
..... Predlogi so kar deževali. Sama sem bila presenečena nad tem, kaj vse učenci vedo, kaj vse jih zanima, kako
iznajdljivi so." (Vasle, 1990, str. 130)



Primer izpeljave projektnega učnega dela v obliki naravoslovnega dneva

"Zamisel za projekt naravoslovnega dne na temo travnik je nastal kot posledica vključevanja knjižnice z
bibliopedagoškimi urami v pouk. Izkušnje pri teh urah so pokazale, da učenci z veseljem sprejemajo drugačen
način dela, še prav posebej pa jim je všeč nevsakdanji prijeten prostor knjižnice
.... Pri brskanju po strokovni literaturi smo z učenci ugotovili, da imamo vrsto imenitnih knjig o travniku in travniških
cvetlicah, pa tudi o zdravih rastlinah in cveticah v ljudskem izročilu. Rodila se je torej skupna ideja." (Pukl in
Urbanc, 1990, str. 161)



V stopnji **skiciranja projekta** (imenujemo jo tudi izdelava osnutka projekta) udeleženci projektnega učnega dela razpravljajo in izmenjujejo mnenja o izbranih tematskih področjih. Diskusijo je potrebno usmerjati tako, da bo pripeljala do zaključkov o naslednjih področjih: (1) **Definiranje izhodišča projektnega učnega dela** - kaj nas v okviru izbranega tematskega področja zanima in bi želeli podrobneje preučiti, cilji projektnega učnega dela, alternativne ideje za raziskovanje, (2) **Izvedljivost projekta** - razmislek iz vidika dostopnosti potrebnih inštrumentov, potrebščin, kemikalij, možnosti medpredmetnega sodelovanja in potrebnosti sodelovanja zunanjih strokovnjakov. Primer [projektne skice](#) in [obrazca](#) za njeno izdelavo.

Poleg osvajanja strokovnega znanja in spretnosti pa skozi projektno učno delo udeleženci prav tako razvijajo tudi medosebnostne sposobnosti, npr. sposobnost za delo v skupini; sposobnost konstruktivnega sodelovanja; sposobnost jasnega, vendar spoštljivega izražanja mnenj in strališč; sposobnost razčiščevanja nesoglasij in nesporazumov, ipd. Zaradi dobrega sodelovanja skozi projektno učno delo je zato primerno, da se v tej stopnji udeleženci dogovorijo o [pravilih](#), po katerih se bodo ravnali med potekom projekta.

Stopnja projekta: Skiciranje projekta



Navedena projektna skica je primer za daljše projektno učno delo projektne skupine sestavljene iz štirih učencev. Projektno učno delo za isto vsebino pa bi prav tako lahko načrtovali na način, da bi navedene vsebine razdelili med več projektnih skupin učencev iz istega razreda, ki bi skupaj tvorile celoto, v kateri bi se vsaka izmed projektnih skupin posvetila enemu zornemu kotu tematike.

Povezava na obrazec za izdelavo poljubne projektne skice [v Wordu](#).

Pravila ob izvajanju projektnega učnega dela

Frey (1982) na osnovi svojih bogatih izkušenj s projektnim učnim delom učiteljem predlaga, naj usmerijo učence, da se držijo naslednjih pravil:

- Kdor zagovarja svoje stališče, ga mora razumljivo utemeljiti.
- Vse trditve morajo biti utemeljene.
- Nobena trditev sogovornikov ne sme biti brez preverjanja in utemeljevanja zanemarjena ali zavrnjena.
- Vsak sodelavec mora biti pripravljen na preverjanje svojih trditev.
- Soglašanje in nestrinjanje s kako trditvijo ne sme vplivati na sankcije.
- Pri utemeljevanju se ni dovoljeno sklicevati na predhodno nepreverjeno strinjanje.
- Če je kaka trditev vsestransko utemeljena, je potrebno preveriti, če se vsi strinjajo s takšno trditvijo.
- Pri utemeljevanju se pričakuje od sodelavcev dobronamernost in izvedenost.

Načrtovanje izvedbe projekta je stopnja v kateri člani projektne skupine oblikujejo svoj izvedbeni načrt dela. Pri tem ima



vsak član skupine možnost povedati, kaj želi delati in pri čemer želi sodelovati. V tej stopnji je prav tako potrebno podrobno opredeliti naloge ključne za uspešno izvedbo projekta; na osnovi opredeljenih nalog pa razdeliti delo med člani projektne skupine v skladu s prioriteta posameznikov in smiselno glede na logično zaporedje poteka projekta. Primer [projektnega načrta](#) in [obrazca](#) za njegovo izdelavo.

Stopnja projekta: Načrtovanje izvedbe projekta

Povezava na obrazec za izdelavo poljubnega načrta za izvedbo projektne učnega dela [v Wordu](#).

V stopnji **izvajanja projekta** učenci izvajajo načrt, ki so ga pripravili v prejšnji fazi. Vsak se potrudi, da izvede svojo nalogo čim bolje. Časovno predstavlja ta stopnja glavnino projektne učnega dela. Opravljene dejavnosti učencev so lahko različne: opazovalne, eksperimentalne, študijske, konstrukcijske..., potekajo pa lahko individualno, v parih, v manjših ali večjih skupinah.

Bistveno pri projektne učnem delu je, da učenci natančno [pregledajo razpoložljivo literaturo](#), saj je dobro poznavanje teoretičnih spoznanj nujna osnova raziskovalnemu delu. Bistvena teoretična spoznanja učenci vključijo v projektne poročilo, ki se mu bodo podrobneje posvetili v sklepni fazi, v izogib podvajanja dela pa je dobrodošlo že sproti ključne informacije posebej označiti in natančno citirati uporabljeno literaturo. Ob izvedbi eksperimentalnega dela učenci sproti vodijo [laboratorijski dnevnik](#). Primer [izvajanja projekta](#).



Iskanje in zbiranje literature

Da bi ugotovili, kaj je o tematiki projektnega učnega dela že znanega, je potrebno natančno pregledati literaturo. Pri pregledu literature uporabimo tiskane (učbenike, enciklopedije, leksikone, priročnike, poljudne, strokovne in znanstvene revije, časopise,...) in elektronske vire (spletne strani, zgoščenke, baze podatkov,...).

V veliko pomoč pri iskanju literature nam je kooperativni online bibliografski sistem Virtualne knjižnice Slovenije Cobiss, ki je dostopen preko spleta in tako omogoča iskanje literature kar iz domačega računalnika ali šolske knjižnice.

Ključni koraki pri iskanju literature ob uporabi Cobiss-a so:

1. korak

Vstopno stran v Virtualno knjižnico Slovenije Cobiss najdemo na spletnem naslovu <http://www.cobiss.si> in s klikom na sliko na izbranem naslovu vstopimo vanjo.

2. korak

Literaturo lahko iščemo po različnih splošnih in lokalnih knjižnicah (bazah podatkov knjižnic) posamično ali za več hkrati. Pregled nad vso dostopno literaturo dobimo, če s klikom izberemo Cobib.si, ki je vzajemna bibliografsko-kataložna baza podatkov.

3. korak

V obrazcu izpolnimo željena polja, npr. za iskanje informacij o kofeinu vpišemo kofein kot ključno besedo, ostala polja pa

pustimo prazna.

4. korak

Izpisane zapise za najdene literaturne vire lahko po želji uredimo; prikazanih je 10 najnovejših zapisov izmed 50 najdenih za primer iskanja literaturnih virov s ključno besedo kofein, ki smo jih uredili ob uporabi funkcije "uredi zapise po letu zapisa - padajoče".

5. korak

Zanimivost posamičnega zapisa lahko ugotovimo s klikom na označeno naslov zapisa, pri čemer se izpišejo podrobnosti o zapisu in njegova dostopnost.

Študij literature



Ko smo zbrali vsaj nekaj zanesljivih literaturnih virov, se lotimo študija literature. Običajno ob začetku študija za nas novega področja podrobneje razčistimo osnovne pojme izbranega področja in spoznamo njegovo temeljno strukturo, prav tako pa ugotovimo, česa še ne vemo in bi morali dodatno preštudirati ter ugotovimo iz katerih podpodročij še želimo zbrati literaturo. Pri tem je se pogosto izkaže koristno izhajati iz seznama literature navedene v doslej zbranih literaturnih virih. Pri prebiranju literature moramo biti kritični v smislu zaupanja navedenim podatkom (predvsem kadar črpamo iz spletnih strani), ki jih je dobro preveriti v različnih literaturnih virih. V izogib navajanju zastarelih podatkov bodimo pozorni na izvorno letnico navednih podatkov in v splošnem skušamo navajati čim novejše podatke, starejše podatke namerno navajajmo v primerih, ko želimo npr. prikazati zgodovino ali razvoj neke stroke.

Navajanje literature

Bistveno pri študiju literaturnih virov in povzemanju njihove vsebine je, da ustrezno navajamo vire od koder smo pridobili podatke, to imenujemo **citiranje**. Literaturu citiramo, da s tem nakažemo, kaj so drugi avtorji na obravnavanem področju že naredili, hkrati pa seznam uporabljene literature omogoča, da se lahko tisti, ki ga problematika zanima, poglobi v literaturo in preveri izvirnost ter korektnost našega dela. V splošnem se držimo pravila, da zmeraj citiramo tako, da je na osnovi naših navedb možno ponovno izslediti citirani literaturni vir, ter da vse navedene vire dosledno citiramo na enak način. V primeru, da bo naša projektna naloga, kje javno objavljena se držimo priporočila za citiranje literature, ki ga poda urednik publikacije v naprej. Ob pregledu literature bomo tako zasledili veliko razlinih načinov citiranja, ki so



vsí ustrezi za določen namen.

Pri konkretnem navajanju literaturnih virov **med tekstom citiramo** tako, da navedemo le priimek avtorja in letnico ali pa številko vira, na koncu poročila o projektnem učnem delu pa v poglavju Literatura v celoti izpišemo podatke za vsak uporabljen literaturni vir.

Primer citiranja literature med tekstom z navajanjem priimka avtorja in letnice

V procesu vida je očesno barvilo rodopsin sestavljeno iz proteina opsina in iz 11-cis-retinala. Če rodopsin absorbira svetlobni kvant, preide 11-cis-retinal v all-trans-retinal in s proteinom opsinom nastane vrsta konformacijskih sprememb, all-trans-retinal pa se reducira do all-trans-retinola (Belitz, Grosch, 1999). Antioksidant butiliran hidroksitoluen (BHT), ki ga dodajamo hrani omogoči, da atmosferski kisik ne oksidira maščob in olj. Kisik ima večjo tendenco do oksidacije BHT in zaradi tega se maščobe in olja ne oksidirajo, ohranjajo pa se tudi vitamini topni v maščobah in s tem vitamin A (Helmenstine, 2003).

Primer citiranja literature med tekstom z navajanjem številke literaturnega vira

V literaturi smo našli opise različnih izvedb papirne kromatografije, ki se razlikujejo glede načina priprave vzorca (raztapljanje barvila celega bonbona v topilu[8]; drgnjenje zunanje plasti bonbona ob papir in nato raztapljanje v topilu [9]; praskanje barvne plasti iz bonbona in nato raztapljanje v topilu [10], trenje obarvane plasti bonbona v terilnici, nato raztapljanje[11, 12]), glede uporabljene mobilne faze (voda [8, 11], slanica[10], kis[12], etanol[9]), tipu nosilca (papirnata brisača[8], kromatografski papir[9,11], kavni filter papir[10], filter papir[10], plošča za tankoplastno



kromatografijo[12]).

Ko izberemo enega od navedenih načinov citiranja med tekstom ga dosledno uporabljamo skozi vso projektno nalogo. Pri tem moramo enako kot tekstovne podatke s citiranjem navesti izvorno avtorstvo tudi za podatke iz tabel, shem, ipd (čtetudi smo jih sami narisali in podatke prepisali, povzeli ali prevedli).

Primer citiranja povzetih podatkov v tabeli

Tabela 1: Vsebnost kofeina v petih najpogostejše uživanih pijačah, ki vsebujejo kofein [povzeto po 5]:

Pijača	Vsebnost kofeina [mg]
0,04 L Espresso	100
0,08 L Cappuccino	33 - 87
0,16 L Različni čaji	30 - 100
0,33 L Coca-cola	46
0,33 L Pepsi cola	38

Kot že omenjeno, na koncu poročila o projektnem učnem delu navedemo literaturo, ki smo jo uporabili pri pripravi na delo in med njim. Pri tem navedemo samo tista dela, ki smo jih direktno uporabili pri pripravi poročila o svojem delu, ne



pa tudi tistih, ki smo jih samo pregledali. V tem **seznamu literature** naj bodo ne glede na izbrani način citiranja navedeni naslednji podatki o citirani literaturi:

Za knjigo: Začetnice imen in izpisani priimki avtorjev, naslov knjige, izdaja, založba, kraj z letnico izdaje. V primeru, da gre za dobesedni citat iz knjige navedemo še stran na kateri je citat.

Za članek iz revije: Začetnice imen in izpisani priimki avtorjev, naslov članka, ime revije, številka revije, letnica izdaje, številka zvezka in strani na katerih se članek v reviji nahaja.

Za spletni vir: Začetnice imen in priimki avtorjev/inštitucija nosilka spletne strani, naslov spletne strani, navedba spletnega naslova in datuma citiranja.

Primer navedbe po abecednem redu urejene literature, ki je med tekstom citirana z navajanjem priimka avtorja in letnice

- Aurian Blajeni, B., Sam J., Sisak M (1999). Sweet Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 76(1), 91-92.
- Belitz, H. D. (1987). *Food Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag.
- Davis, L. (2007). Separation in the Middle School Classroom using Chromatography and Electrophoresis. Cathlamet, WA, USA: Wahkiakum Middle School. [on-line 26.10.2007]:
<http://www.che.wsu.edu/modules/94modules/davis/chromatography.html>.

Primer navedbe literature, ki je med tekstom citirana z navedbo zaporednih števil literaturnih virov v vrstnem redu, kakor se pojavljajo med tekstom (ne glede na abecedni red priimkov avtorjev!)

[1] Davis, L. (2007). Separation in the Middle School Classroom using Chromatography and Electrophoresis. Cathlamet,



WA, USA: Wahkiakum Middle School. [on-line 26.10.2007]:

<http://www.che.wsu.edu/modules/94modules/davis/chromatography.html>.

[2] Belitz, H. D. (1987). *Food Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag.

[3] Aurian Blajeni, B., Sam J., Sisak M (1999). Sweet Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 76(1), 91-92.

Stopnja projekta: Izvajanje projekta - laboratorijski dnevnik

Kaj je laboratorijski dnevnik?

Laboratorijski dnevnik je kronološki opis dela v laboratoriju. Običajno je to zvezek, v katerega vpisujemo navodila za izvedbo eksperimenta, ki smo jih našli v literaturi (in jo citiramo!), nato pa natančno opišemo, kako smo eksperiment izvedli, rezultate meritev, vsa opazanja, analizo pridobljenih podatkov, pomisleke, ki se nam med delom porajajo, ipd.

Vodenje laboratorijskega dnevnika

Pri vpisovanju podatkov v laboratorijski dnevnik je pomembno, da so zapisani sproti, natančno in čitljivo ter zato omogočajo ponovitev opisanih eksperimentov. Pri vodenju laboratorijskega dnevnika ni primerno, da si podatke sproti pišemo na "majhen listek" z namenom, da jih bomo doma lepo prepisali, saj lahko tak list izgubimo in s tem tudi pridobljene podatke, zato podatke zmeraj neposredno zapisujemo v laboratorijski dnevnik.

Vestno vode laboratorijski dnevnik omogoča prihranek časa, saj bomo prihodnjič natančno vedeli, kje smo pri delu končali in ne bomo ponavljali istih napak, uspele eksperimente pa bomo po navodilih lahko ponovili.

Na naslovnici laboratorijskega dnevnika mora biti zapisan okvirni naslov projektne dela in ime članov projektne

skupine.

Vsak vpis v laboratorijski dnevnik pa mora vsebovati:

- Datum izvedbe eksperimenta;
- Kratek naslov eksperimenta, lahko tudi oznako s šifro;
- Seznam potrebščin in kemikalij;
- Natančen opis poteka eksperimenta;
- Reakcijsko shemo ali skico poteka postopka;
- Skico/fotografijo ali opis aparature za izvedbo eksperimenta;
- Opis opažanj pri izvedbi eksperimenta;
- Načrt za nadaljevanje dela.

Stopnja projekta: Izvajanje projekta - potek dela

Izvajanje projektnega učnega dela lahko po potrebi dopolnimo z dvema podstopnjama, to sta **usmerjevalna** in **usklajevalna podstopnja**.

Pomen in smisel *usmerjevalne podstopnje* je v razrešitvi problemov, ki nastopijo med izvedbo projekta, zato do nje prihaja po potrebi. V usmerjevalni podstopnji preverimo vsebinske in medosebne vidike poteka projekta in skušamo rešiti zaznane težave npr. ugotoviti: ali teče projekt po načrtu; ali se je morda med izvajanjem projekta izkazalo, da je projekt preširoko zastavljen in obstaja nevarnost razpada projekta zaradi nerealnosti postavljenega načrta; kaj se kaže v projektu kot posebno uspešno in kaj kot moteče; ali je med izvajanjem projekta prišlo do (ne)izrečenih konfliktov med



posamezniki in zakaj; ali potrebno pravila za izvajanje projektnega učnega dela dopolniti, ipd.

Usklajevalna podstopnja ima povezovalno funkcijo. Do nje pride zaradi potrebe po medsebojenem obveščanju o poteku projekta, zaradi dogovorov o nadaljevanju projekta, ipd. Smisel te podstopnje je ohranjanje tekočega delovanja projekta.

V usmerjevalni in usklajevalni stopnji je izredno pomembna intervencijska in usmerjevalna vloga učitelja, ki lahko prepozna potrebo po omenjenih podstopnjah in jih učencem predlaga v pravem trenutku.

V **sklepni fazi** se projekt izteče. Običajno zaključek projekta predstavlja priprava poročila o projektnem učnem delu, ki je običajno izdelano v pisni obliki. Projektno učno delo pa učenci poleg pisnega izdelka običajno predstavijo tudi ustno, saj na tak način razvijajo oba načina izražanja. Glede na dogovorjen način ustne predstavitve lahko za njeno vizualno podporo izdelamo poster ali pa pripravimo računalniško podprto predstavitev, npr. v PowerPointu. Slednjima je skupno, da sta kratka in opišeta le "rdečo nit" projektnega učnega dela - bistvene stopnje izvedbe projektnega učnega dela, razlago učenci podajo ustno, dodatna pojasnila pa kot odgovore na morebitna vprašanja poslušalcev. Za primere, ko se projekt v tej stopnji še ne zaključi Frey (1982) opredeli dve možnosti: (1) svoboden iztek projekta (nadaljevanje aktivnosti učencev v različnih drugih oblikah aktivnosti v šoli ali zunaj nje, pri rednem pouku ali zunaj pouka) ali pa (2) povratek k nadaljevanju dela na projektu v stopnji iniciativa in nato v sledečih stopnjah. Primer sklepne faze projekta: [poročilo o poteku projekta](#) in [poster](#).



Stopnja projekta: Projektno poročilo kot del sklepne faze projekta

Izdelava poročila o projektnem učnem delu

Poročilo o opravljenem projektnem učnem delu zaokrožuje celotno učno delo, saj vključuje poročanje o vseh stopnjah izvedenega projektnega dela. Poročila so lahko zelo različna glede na izbrani tip projektnega učnega dela. V vseh primerih pa navodila, kako pisati in oblikovati poročilo postavimo skupaj z učenci pred pričetkom dela na projektu. Poročilo je možno pisati sproti ob izvajanju posameznih stopenj ali kot celoto ob koncu opravljenega dela, prvo je iz vidika učnega procesa bolj smiselno, saj omogoča sprotne povratne informacije in refleksijo o opravljenem delu, kar vodi do višje kvalitete učnega procesa in posledično tudi pridobljenega znanja.

V primeru sprotne pisanja poročila ob izvajanju posameznih stopenj, je potrebno v načrtu izvedbe projektnega dela predvideti časovne mejnike za oddajo "delnih poročil" in čas v katerem bodo zagotovljene povratne informacije o opravljenem delu iz strani učitelja (in zunanjega strokovnjaka, če sodeluje v projektu), po dogovoru pa tudi učencev iz drugih projektnih skupin. Na osnovi upoštevanja pridobljenih povratnih informacij učenci nadaljujejo z delom na projektu, pridobijo dodatne informacije ali pa utemeljijo, zakaj posameznih predlogov ne bodo upoštevali.

Različna poročila pa niso le posledica različnih tipov izvedenega projektnega dela pač pa tudi dejstva, da npr. na različnih raziskovalnih področjih veljajo različna pravila za izdelavo poročila o opravljenem delu, vendar vsa ustrezajo nekaterim splošnim načelom. Na tem mestu je predstavljenih nekaj osnovnih navodil, ki naj tvorijo smernice pri razvijanju učenčeve strokovne naravoslovne pismenosti in jih je mogoče v dogovoru z učenci dopolniti ter po potrebi uskladiti z zahtevami strokovnih komisij, če bo projektno učno delo predstavljeno na kakšnem organiziranem srečanju.

Sestavni deli poročila o projektnem učnem delu

Ključni elementi (sestavni deli) poročila o projektnem učnem delu so:

- Naslovnica
- Zahvala
- Povzetek
- Vsebinsko kazalo
- Uvod
- Eksperimentalni del
- Rezultati z razpravo
- Zaključek
- Literatura
- Priloge (po potrebi)

Že ime nakazuje, da je bistven sestavni del **naslovnice** *naslov* projektnega učnega dela, ki naj bo kratek in predstavi bistvo projektnega dela, običajno ga zapišemo centrirano na sredini lista. Na naslovnici prav tako napišemo *imena* in *priimke* avtorjev ter *mentorja*, običajno v desnem spodnjem kotu, ter *znak* in *ime šole* centrirano na zgornjem delu lista. Centrirano v spodnjem delu lista zapišemo tudi *kraj* in *mesec* ter *leto* v katerem je bilo projektno učno delo dokončano. Sledi stran z **zahvalo** mentorju, zunanjim sodelujočim in ostalim, ki so kakorkoli pomagali pri izdelavi projektnega dela. V primeru, da so bila za izpeljavo projektnega učnega dela pridobljena materialna ali finančna sredstva, se je potrebno



zahvaliti posameznikom ali institucijam, ki so jih prispevali. V besedilu zahvale ni primerno pretiravati z uporabo laskavih pridevnikov, zahvala naj objektivno opiše prispevek posameznikov oz. institucij, ki se jim zahvaljujemo, potrudimo pa se, da se na tem mestu spomnimo vseh, ki so nam pomagali, saj to ni le stvar lepe olike, temveč je za tiste, ki so nam pomagali, tudi spodbuda za nudenje pomoči v prihodnje.

V **povzetku**, nekateri ga imenujejo tudi izvleček, na kratko povzamemo bistvo projektnega učnega dela. Vsebuje naj izhodišče dela, navedbo uporabljenih metod, kratek opis bistvenih rezultatov ter zaključkov. Povzetek naj ima med 50 in 200 besed (hitro jih preštejemo npr. z uporabo funkcije Orodja/Štetje besed v programu Word). Angleški povzetek - Abstract - napišemo, ko imamo popolnoma izgotovljeno slovensko verzijo povzetka, ki ji naj angleška različica vsebinsko popolnoma ustreza.

Stran z vsebinskim **kazalom** vsebuje navedbo vseh poglavij in podpoglavij z navedbo št. strani na kateri se nahajajo.

Uvod je običajno razdeljen na tri dele. V *prvem delu* je predstavljena aktualnost obravnavane tematike in splošen oris področja, ki je v *drugem (osrednjem) delu* uvoda podkrepljen s pregledom t.i. teoretičnih izhodišč - pregledom rezultatov dosedanjih raziskav na tem področju in znanih dejstev, ki so osnova za nadaljevanje raziskav; v *tretjem delu* uvoda pa opišemo odprta vprašanja in v sklepni misli predstavimo bistvo pričakovanih rezultatov projektnega učnega dela.

V **eksperimentalnem delu** poročila opredelimo raziskovalna vprašanja in hipoteze, predstavimo metode in inštrumente, ki smo jih uporabili ter opišemo izvorni postopek dela povzet po literaturi (citiramo!) in poudarimo naše izboljšave. Posebno skrb namenimo temu, da bodo vsi opisi jasni in dovolj natančni, da bodo omogočali neodvisno ponovitev z



dosego podobnih rezultatov.

Opis **rezultatov** je ključni del raziskovalnega projektnega učnega dela. Predstavimo jih jasno in nedvoumno, brez nepotrebnih ponavljanj. Kadar je možno rezultate predstaviti iz več zornih kotov, je primerno ob zaključku vsake vsebinske celote izdelati *sintezo delnih rezultatov* z ustrezno interpretacijo. V *razpravi oz. diskusiji rezultatov* opišemo pomen rezultatov in jih soočimo z drugimi znanimi rezultati iz tega področja. Pomembno je opozoriti na tiste ugotovitve, ki odpirajo nova, še ne raziskana področja.

Zaključek predstavlja bistvene ugotovitve projektnega učnega dela v smiselni povezavi z izhodiščem raziskave in zastavljenimi raziskovalnimi vprašanji oz. hipotezami. V zaključku nakažemo tudi uporabnost rezultatov in možnosti za nadaljnje delo na tem in sorodnih področjih.

V **literaturi** navedemo seznam vse uporabljene literature, ki smo jo uporabili pri nastanku projektnega učnega dela. Pri navajanju literature se držimo pravil za [navajanje literature](#).

Stopnja projekta: Poster kot del sklepne faze projekta

Izdelava posterja



Poster je pogosto uporabljen vizualni pripomoček za predstavitev projektnega učnega dela. Pri izdelavi posterja moramo biti pozorni na dva vidika, t.j. vizualno-estetski vidik in vsebinski vidik, ki se medsebojno nadgrajujeta.

Vizualno-estetski vidik je ključen pri ustvarjanju prvega vtisa o posterju. Običajna velikost posterja je 120 x 100 cm, posterji pa so lahko pravokotne oblike ali pa poljubne oblike, ki je vsebinsko povezana z vsebino projekta. Z na pogled privlačnim posterjem pritegnemo pozornost, nikakor pa ne smemo pozabiti, da je bistvena odlika posterja vsebina, ki jo predstavljamo. Poskrbeti je potrebno, da je vsebina pregledno predstavljena in nekdo, ki ga poster zanima, z lahkoto najde ključne informacije.

Ključni elementi (sestavni deli), ki naj jih poster vsebuje so:

- Naslov (naj bo kratek in predstavi bistvo projektnega dela);
- Avtorji projektnega dela, mentor/ji, ime šole;
- Kratek povzetek (opis bistva projekta, 50 do 200 besed);
- Definicija izhodišča projekta (nakažemo cilje projekta, raziskovalna vprašanja)
- Metode dela (naštejemo uporabljene metode s kratko razlago);
- Rezultati (bistveni rezultati in opažanja projektnega učnega dela)
- Zaključek (povzamemo bistvene ugotovitve projektnega učnega dela, nakažemo uporabnost rezultatov in možnosti za nadaljne delo)
- Zahvala (zahvalimo se tistim, ki so nam pomagali in prispevali k nastanku dela)

Pri izdelavi posterja moramo paziti, da v želji predstaviti bogate izkušnje projektnega učnega dela, ne izdelamo z



prenasičenega posterja, ki je zato nepregleden in ne doseže svojega namena. Na posterju predstavimo le ključne vsebine, ostalo bomo povedali ustno pri predstavitvi posterja. V smislu pregovora, da slika pove več kot tisoč besed, je pri izdelavi posterja zaželeno uporabljati vizualno gradivo npr. shematski prikaz poteka projektnega dela, fotografije, ki ilustrirajo vsebino projekta, grafe za prikaz rezultatov, ipd. Na posterju pa se izognimo daljših strnjenih besedil in tekst raje predstavimo v kratkih alinejah.

Zaželjene in nezaželjene značilnosti posterjev

Za poster je zaželeno, da:	Za poster ni zaželeno, da:
- je vsebinsko pregleden in zračen;	- je prenasičen z besedilom in slikami;
- vsebuje vse ključne elemente;	- je nestrukturiran in nepregleden;
- je vizualno privlačen;	- vsebuje veliko strnjenega teksta;
- vsebuje vizualno gradivo;	- je tekst zapisan z premajhnimi črkami;
- je tekst kratek in zapisan v alinejah;	- mu manjka kakšen izmed ključnih elementov;
- je tekst zapisan z ustrezno velikostjo črk (omogoča branje iz razdalje 1,5 m).	- je barvno neusklajen.

Tabela 2: Zaželjene in nezaželjene značilnosti posterjev

Izvedba projektnega učnega dela

Pri izvajanju projektnega učenja moramo upoštevati različna razumevanja projektnega učnega dela in iz tega izhajajoče različne možnosti njegove izvedbe.

Časovna izvedba

Iz vidika trajanja izvedbe projektnega dela je projektno učno delo zelo raznoliko. Barke in Harsch (2001) navajata, da je projektному učenju znotraj šolskega leta velikokrat namenjen poseben teden, t.i. *projektni teden* ali pa se *projektno orientiran pouk* izpelje skozi daljše časovno obdobje usklajeno s potekom običajnega pouka. V okviru slednjega delimo projekte na male, srednje in velike projekte. *Mali projekti* trajajo od dve do šest ur. Značilno je, da se največkrat izvajajo v obliki blok ur (po dve ali tri ure skupaj). *Srednje veliki projekti* lahko trajajo od dveh dni do enega tedna. Primernejši so za starejše učence ali za odrasle. Trajanje *velikih projektov* je lahko od enega tedna pa tudi do enega leta. V takih projektih sodeluje velikokrat več skupin učencev ali celo več šol.

Ciljna populacija

Projektno učno delo lahko izvajamo v različnih starostnih obdobjih: v vrtcih, v osnovni šoli v prvi, drugi in v tretji triadi, v srednjih šolah, na univerzi in pri izobraževanju odraslih.

Odvija se lahko v različnih organizacijskih oblikah: individualno, delo v tandemu ali v skupinski obliki. Projektne skupine



prav tako niso strogo vezane na razred, oblikujejo se lahko tudi v okviru šolskih organizacij ter klubov in društev zunaj šole.

Projektno učno delo na področju naravoslovja

Pomen uporabe projektnega učnega dela pri učenju naravoslovnih vsebin

[Buhn \(1993\)](#) vidi vrednost uporabe pristopa projektnega učnega dela - kot enega izmed celostnih didaktičnih pristopov - ki lahko znotraj predmetnega področja naravoslovja (biologija, kemija, fizika), prispeva k bolj interdisciplinarni obravnavi učnih pojmov in pojavov, kar vodi do integriranega razumevanja kompleksnih pojmov in pojavov pri učencih.

O tem, katera **tematska področja** so lahko primerno izhodišče za snovanje projektnega učnega dela lahko sklepamo na osnovi [Barke-ve \(1996\)](#) raziskave o naravoslovnih vsebinah iz vsakodnevnega življenja, ki zanimajo mlade. Raziskava je vključila 200 učencev (starosti med 13 in 16 leti), ki so vključeni v splošno izobraževalne programe:

1. Izrazita interesna področja med dekletimi in fanti:

- živila,
- pijače; alkohol,
- fotografija,
- razstreljiva,
- papir in les.

2. Izrazita interesna področja med dekleti:

- kozmetika,
- čistila v gospodinjstvu,
- barve,
- zdravila.

3. Izrazita interesna področja med fanti:

- pogonska sredstva; bencin; raketni pogon,
- emisije v okolje; katalizatorji,
- goriva za ogrevalne sisteme.

4. Srednji interes med dekleti in fanti:

- sredstva za konzerviranje,
- onesnaževanje vode in zraka,
- kisli dež in izumiranje gozdov,
- recikliranje papirja in stekla,
- akumulatorji in baterije,
- gorivne celice,
- jeklo in kovine,
- umetne mase.

Druga tematska področja so bila omenjena le pri majhnem številu posameznikov.

Literatura

1. Abd El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88, 397-419.
2. Barke H. D., Harsch G. (2001). *Chemiedidaktik Heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
3. Barke H. D. (1996). *Lebenswelt und Alltag im Chemieunterricht*. In: Behrendt, H.. Zur Didaktik der Physik und Chemie. Alsbach: Leuchtturm.
4. Barke, H. D., Wirbs, H. (2002). Structural units and chemical formulae chemistry education. *Research and practice in Europe*, 3, 185-200.
5. Bennett, J., Holman, J. (2002). Context-based approaches to the teaching of chemistry: What are they and what are their effects?. V: J. K. Gilbert (Ur.), *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 165-184.
6. Bennett, J., Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: the Salters approach. *International Journal of Science*



Education 28, 999-1015.

7. Berlec, P. (2004). Izolacija učinkovin iz šentjanževke (*Hypericum perforatum* L.): Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
8. Beyar, L. E. (1997). William Heard Kilpatrick. www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/.../kilpatricke.PDF [On-line 19. julij 2009].
9. Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3&4), 369-398.
10. Buck Institute of Education (2007). Project Based Learning Handbook . http://www.bie.org/index.php/site/PBL/pbl_handbook/ [On-line 11. julij 2009].
11. Buck Institute of Education (2009). <http://www.bie.org/> [On-line 12. julij 2009].
12. Buhn, J. (1993). Probleme unserer Zeit als Herausforderung für den naturwissenschaftlichen Unterricht. *MNU*, 46, 195.
13. Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., De Jong, O., Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28, 1063-1086.
14. Driessen, H. P. W., Meinema, H. A. (2003). Chemistry between context and concept, designing for renewal. Enschede: SLO.
15. Edutopia (2009). <http://www.edutopia.org/project-learning> [On-line 11.7.2009].
16. Eijkelhof, H. M. C., Kortland, K. (1988). Broadening the aims of physics education. V: P. J. Fensham (Ur.), Development and dilemmas in science education. London, UK: Falmer Press.



17. Fallik, O., Eylon, B.-S., & Rosenfeld, S. (2008). Motivating Teachers to Enact Free-Choice Project-Based Learning in Science and Technology (PBLSAT): Effects of a Professional Development Model. *Journal of Science Teacher Education*, 19 (6), 565-591.
18. Ferik Savec, V., Dolničar, D., Glažar, S. A., Sajovic, I., Šegedin, P., Urbančič, M., Vogrinc, J., Vrtačnik, M., Wissiak Grm, K. S., Devetak, I. (2007). Učiteljeva identifikacija konkretnih problemov pri poučevanju naravoslovnih predmetov. V: VRTAČNIK, M. (ur.), DEVETAK, I. (ur.), SAJOVIC, I. (ur.). *Akcijsko raziskovanje za dvig kvalitete pouka naravoslovnih predmetov*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta: Pedagoška fakulteta.
19. Fray, K. (1982). *Die Projektmethode*. Weinheim: Beltz.
20. Gabršček S, Uršič M, Knap Ž, Japelj B, Brečko N, Kavčič Z, Kreuh A, Petrinjak A, Vilhar B, 2005: Izzivi naravoslovno-tehničnega izobraževanja - zaključno poročilo, ciljni raziskovalni projekt, naročnik Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije, <http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/ucitelji/porocilo-izzivi/izzivi-nt-izobrazevanja.pdf>
21. Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International journal of science education*, 28, 957-976.
22. Gilbert, J. K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F., Van Driel, J. H. (2002). General preface. V: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, J. H. Van Driel (Ur.), *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
23. Gradišnik, M. (2002). *Projektno učno delo pri pouku fizike v osnovni šoli: diplomsko delo*. Maribor: Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta Maribor.



24. Greoire, R., & Laferriere T. (1998). *Canada's schoolnet project-based collaborative learning with networked computers: Teachers' guide*. <http://www.tact.fse.ulaval.ca/ang/html/projectg.html#1.1> . [On-line 18. julij 2009].
25. Gudjons, H. (1986). *Was is Projektunterricht?* V: Bastian J. in Gudjons H. (Ur.): *Das Projektbuch*, Bergmann-Helbig Verlag GmbH.
26. Hänsel, D. (1988). *Was is Projektunterricht?* V: Bastian J. in Gudjons H. (Ur.): *Das Projectbuch*, Bergmann-Helbig Verlag GmbH.
27. Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
28. Kilpatrick, W. H. (1918). *The project method*. V: *Teachers college record* (New York), vol. XIX, no. 4, September 1918, 319-35.
29. Knoll, M. (1997). The project method: Its vocational education origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), 59-80.
30. Koschmann, T. (2001). *Dewey's contribution to a standard of problem-based learning practice*. V: P. Dillenbourg, A. Eurelings & K. Hakkarainen (Eds.), *European perspectives on computersupported collaborative learning* (pp. 356-363). Maastricht, The Netherlands: Maastricht McLuhan Institute.
31. Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *The Elementary School Journal*, 94, 483-497.
32. Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-based science*. V: R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of*



- the learning sciences. New York: Cambridge.
33. Ladewski, B. G., Krajcik, J. S., & Harvey, C. L. (1994). A middle grade science teacher's emerging understanding of project-based instruction. *The Elementary School Journal*, 94, 499–515.
 34. Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education. Research and Practice*, 5, 229–245.
 35. Novak, H. (1990). *Projektno učno delo*. Ljubljana: DZS.
 36. Osborne, J., Collins, J. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23, 441–467.
 37. Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., Ralle, B. (2006). "Chemie im Kontext" – symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28, 1041–1062.
 38. Pilling, G., Holman, J., Waddington, D. (2001). The Salters' experience. *Education in Chemistry*, 38, 131–133.
 39. Pilot, A., Bulte, A. M. W. (2006). The use of "Contexts" as a challenge for the chemistry curriculum: its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education*, 28, 1087–1112.
 40. Pukl, V. in Urbanc, M. (1990) Travniki. V: Novak, H. *Projektno učno delo*. Ljubljana: DZS.
 41. Schwartz, A. T. (2006). Contextualised chemistry education: the American experience. *International Journal of Science Education*, 28, 977–998.
 42. STEPs home (2009). <http://itd.usd259.org/steps/pbl.htm> [On-line 12.6.2009] .



43. Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Autodesk Foundation PBL. <http://www.bie.org/index.php/site/resource/item27/> [On-line 18.6.2009] .
44. Vasle, I. (1990). Onesnaženost zraka, vode, tal. V: Novak, H. *Projektno učno delo*. Ljubljana: DZS.
45. Vrtačnik, M., Glažar, S. A., Ferk Savec, V., Pahor, V., Keuc, Z., Sodja, V. (2005). *Kako uspešneje poučevati in se učiti kemijo? : monografija za učitelje kemije - mentorje Partnerstvo fakultet in šol*. Ljubljana: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Katedra za anorgansko kemijo.
46. Vrtačnik, M. (2009) Kompetence in nova izobraževalna paradigma. V: *Projekt: Razvoj naravoslovnih kompetenc, Kompetence naravoslovne pismenosti, skupne vsem naravoslovnim strokam (01.01.2009 – 31.03.2009)*. Maribor : Univerza v Mariboru .
47. Watters, J. J. (2004). Engaging with chemistry through context. Proceedings of the Royal Australian Chemical Institute, Tertiary-Secondary Interface Conference, Brisbane.
48. Wikipedia (2009). http://en.wikipedia.org/wiki/Project-based_learning [18.6.2009].

PRILOGE

Primer Načrt izvedbe projekta

Okvirni naslov projekta: KOFEIN POŽIVILO IZ TRGOVSKIH POLIC

Člani projektne skupine: Žiga Živc, Špela Novak, Miha Mihevc, Nina Planinc

Datum: 30. oktober 2009

1. Definiranje in razčlenitev predvidenih nalog za izvedbo projekta (razmislimo katere naloge bo potrebno opraviti za doseg zastavljenih ciljev in na kakšen način):

- A** – Predstopnje izvedbe projekta (**A1** – iniciativa, **A2** – skiciranje projekta, **A3** – načrtovanje izvedbe projekta)
- B** – Ugotoviti, katera živila iz trgovskih polic vsebujejo kofein in koliko ga vsebujejo (**B1** – literaturna študija in **B2** – obisk dobro založene trgovine z živili);
- C** – Spoznati kemijsko zgradbo in lastnosti kofeina (**C1** – literaturna študija);
- D** – Z eksperimentalnim delom v laboratoriju ugotoviti, kakšno količino kofeina vsebuje skodelica kave pripravljena po navodilih na embalaži iz različnih vrst kavnih napitkov (**D1** – literaturna študija za pridobitev navodil za izolacijo kofeina iz kave, **D2** – priprava in vodenje laboratorijskega dnevnika, **D3** – preizkus in optimizacije metode za izolacijo in detekcijo kofeina, **D4** – izolacija kofeina iz različnih vrst kavnih napitkov in določitev vsebnosti kofeina v različnih kavnih napitkih);
- E** – Izdelava poročila o projektnem učnem delu (delo z računalnikom);
- F** – Izdelava posterja (kombinacija različnih tehnik za izdelavo posterja);
- G** – Predstavitev rezultatov projektnega učnega dela.

2. Časovna opredelitev poteka dela in delitev dela med člani projektne skupine (načrtujemo koliko časa bomo potrebovali za posamezno nalogo in kdo jo bo opravil):

Stopnje*/čas	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj
A1	ŽŠMN								
A2		ŽŠMN							
A3		ŽŠMN							
B1			ŽŠ						
B2			MN						
C1				ŽŠ					
D1				MN					
D2					ŽŠMN	ŽŠMN	ŽŠMN		
D3					ŽŠMN				
D4						ŽŠMN	ŽŠMN		
E							ŽŠ	MN	
F								ŽŠ	MN
G									ŽŠMN

*Legenda oznak za stopnje izvedbe projekta je definirana v prvi točki tega obrazca
 Legenda oznak za člane projektne skupine: Ž - Žiga, Š - Špela, M - Miha, N - Nina

Primer Projektna skica

Okvirni naslov projekta: KOFEIN POŽIVILO IZ TRGOVSKIH POLIC

Člani projektne skupine: Žiga Živc, Špela Novak, Miha Mihevc, Nina Planinc

Datum: 15. oktober 2009

1. Izbrano tematsko področje: Kofein v pijačah iz vsakodnevnega življenja



2. Definiranje izhodišča projektnega učnega dela (kaj nas v okviru izbranega tematskega področja zanima in bi želeli podrobneje preučiti, cilji projektnega učnega dela, alternativne ideje za raziskovanje):

V okviru projektnega učnega dela želimo ugotoviti, katera živila iz trgovskih polic vsebujejo kofein in koliko ga vsebujejo. Prav tako nas zanimajo lastnosti kofeina, še posebno vzrok njegovega poživljajočega učinka v človeškem telesu. Z eksperimentalnim delom v laboratoriju bomo poskušali ugotoviti kakšno količino kofeina vsebuje skodelica kave pripravljena po navodilih na embalaži iz različnih vrst kavnih napitkov.

Postavili smo si naslednje **cilje projektnega učnega dela:**

- Na osnovi prebiranja tiskane literature in e-virov ugotoviti katera živila vsebujejo kofein;
- V bližnji trgovini poiskati konkretne izdelke, ki vsebujejo kofein in iz deklaracije prepisati njegovo vsebnost v posameznem izdelku;
- Ob študiju literature poiskati formulo kofeina in se seznaniti z njegovimi lastnostmi;
- Eksperimentalno ugotoviti ali vsebuje skodelica kave pripravljena po navodilih na embalaži iz različnih vrst kavnih napitkov enako količino kofeina.

Alternativne ideje za raziskovanje: vsebnost kofeina v različnih energijskih napitkih, različnih vrstah čajev, v isti vrsti čaja različnih proizvajalcev, Coca-Coli in Cockti, ipd.

3. Opredelitev raziskovalnih vprašanj (opredelimo temeljna vprašanja na katera bomo v projektnem učnem delu skušali odgovoriti na osnovi raziskovalnega dela):

1. raziskovalno vprašanje: Katera živila, ki jih lahko kupimo v trgovini z živili, vsebujejo kofein in koliko?

2. raziskovalno vprašanje: Ali vsebuje skodelica kave pripravljena po navodilih na embalaži iz različnih vrst kavnih napitkov enako količino kofeina?

4. Izvedljivost projekta (razmislek iz vidika dostopnosti potrebnih inštrumentov, potrebščin, kemikalij, možnosti med-predmetnega sodelovanja in potrebnosti sodelovanja zunanjih strokovnjakov):

Literaturo za projektno učno delo bomo našli v šolski knjižnici in s pomočjo medmrežja, prav tako za eksperimentalno delo zadoščajo potrebščine in kemikalije iz šolskega kemijskega kabineta.

V sodelovanju z učiteljico biologije bi lahko ugotavljali tudi vpliv zaužitja pijače, ki vsebuje kofein, na frekvenco srčnega utripa, na število napak pri tipkanju, ipd. Miha se bo pri stricu pozanimal ali bi si lahko v tovarni, kjer je zaposlen, ogledali proizvodnjo čajev in kave.



Medmolekulske sile: pojmovna shema

Avtorica: Kornelia Žarić

KRITERIJ	OPREDELITEV
OPIS DEJAVNOSTI IN STRATEGIJA DELA	Koncept predlagane dejavnosti temelji na obravnavi kemijske učne vsebine "Types of Intermolecular Forces" (slo – Tipi medmolekulskih sil) v angleškem jeziku, ki je razdeljena na 6 etap: ➤ branje teoretskega besedila (str. 426 – 428); ➤ izpis ključnih angleških kemijskih pojmov, ki se nanašajo na izbrano vsebino; ➤ prevod pojmov iz angleškega v slovenski jezik ➤ organizacija pojmov v sisteme (pojmovna hierarija); ➤ načrtovanje in izris pojmovne sheme; ➤ predstavitev pojmovne sheme in utemeljitev izbranih pojmovnih povezav. Po obravnavani vsebini dijaki rešijo test znanja ter izpolnijo vprašalnik z namenom povratne informacije o vključitvi nove dejavnosti v pouk kemije. Zaželeno je, da vprašalnik izpolnijo tudi učitelji.
RAZLOGI ZA VKLJUČITEV DEJAVNOSTI V KURIKULUM	Z uporabo pojmovnih shem zahtevamo aktiviranje bralčevega predznanja v obliko hierarhične mreže pojmov. Pojmovne sheme zahtevajo od dijaka t.i. aktivno branje, to je branje, ko se dijak sprašuje, kaj že ve o vsebini in kako naj nove informacije vključi v obstoječo shemo. Dijakom omogočajo ugotoviti, v



	kakšnih medsebojnih odnosih so pojmi oziroma besede. Ob vključitvi predlagane dejavnosti v kurikulum lahko dobimo odgovore na naslednja vprašanja: ➤ Katere pojme razumejo dijaki kot ključne in s tem nedvomno potrebne za vključitev v pojmovno shemo? ➤ Ali si dijaki ob predstavljeni vsebini izoblikujejo enake pojmovne povezave? ➤ Kakšne vrste pojmovnih shem prevladujejo pri dijakih pri izbrani vsebini? ➤ Ali različen nivo predznanja kot izhodišče vpliva na oblikovanje pojmovnih shem ob podani isti vsebini? ➤ Ali oblikovanje pojmovnih shem vpliva na boljše razumevanje obravnavane kemijske vsebine? Obravnava učne vsebine v angleškem jeziku omogoča dijakovo povezovanje znanja tujega jezika s spoznavanjem nove kemijske vsebine. Dejavnost tako postane medpredmetna, kar je nenazadnje težnja sodobnega načina poučevanja.
MOŽNOST VKLJUČEVANJA V POUK ZASNOVAN NA OBSTOJEČIH UČNIH NAČRTIH	Predlagano dejavnost je možno vključiti med <i>Izbirne vsebine</i> : Medmolekulske vezi.
CILJNA SKUPINA, KI JI JE DEJAVNOST NAMENJENA	Dejavnost je priporočljivo izvesti pri dijakih v programih kemije v klasičnih oz. strokovnih gimnazijah ter v programih srednjega strokovnega izobraževanja.

CILJI DEJAVNOSTI

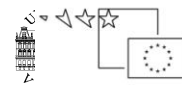
- spoznati vlogo in pomen pojmovnih shem pri pouku kemije;
- seznaniti se z različnimi vrstami pojmovnih shem pri različnih kemijskih vsebinah;
- spoznati računalniške programe za oblikovanje pojmovnih shem;
- pridobiti nove informacije na osnovi bralne aktivnosti v tujem jeziku;
- utrditi znanje angleškega jezika;
- analizirati izbrano besedilo ter opredeliti ključne kemijske pojme;
- spoznati različne tipe medmolekulskih sil;
- razumeti jakost medmolekulskih sil;
- sklepati na temperaturo vrelišča molekul enakih velikosti in enake molske mase glede na polarno oz. nepolarno naravo molekule;
- razumeti vpliv vodikove vezi na fizikalne lastnosti molekul;
- povezati elektronegativnost s stopnjo polarnosti kovalentnih vezi;
- opredeliti ključne kemijske pojme v izbranem besedilu;
- narisati pojmovno shemo na temo Medmolekulske sile.



OPIS IN RAZLAGA DEJAVNOSTI S STALIŠČA RAZVOJA UČENČEVIH KOMPETENC

Ob izvedbi predlagane dejavnosti dijaki razvijajo naslednje kompetence:

- ✓ sposobnost pridobivanja novih informacij ob metodi dela z besedilom;
- ✓ sposobnost razvijanja bralnih veščin v angleškem jeziku;
- ✓ sposobnost analize besedila v tujem jeziku;
- ✓ sposobnost izbora ključnih kemijskih pojmov zastopanih v besedilu;
- ✓ sposobnost prevajanja kemijskega izrazoslovja iz angleškega v slovenski jezik; sposobnost medsebojnega povezovanja pojmov in hierarhične ureditve;
- ✓ sposobnost načrtovanja primerne vrste pojmovne sheme;
- ✓ sposobnost oblikovanja pojmovne sheme izbrane kemijske učne vsebine: ročno oz. ob uporabi primerne računalniškega programa;
- ✓ sposobnost učinkovitega tandemskega oz. timskega dela;
- ✓ sposobnost priznavanja lastnih napak pri nastajanju pojmovne sheme;
- ✓ sposobnost evalvacije lastnih in izdelkov svojih sošolcev;



POJMOVNE SHEME – teoretska izhodišča

Nekateri psihologi poudarjajo, da se možgani ukvarjajo pretežno s povezovanjem in sestavljanjem ključnih pojmov, zato bi morali tudi zapiske in besedne zveze sestavljati v takšni obliki in ne v tradicionalnem linearnem zapisu (Tomič, 2000, str. 126). Iz teh dejstev izhaja učenje konceptov (angl. concept learning) oziroma učenje s pomočjo konceptnih ali pojmovnih shem. Koncepti so kategorije, ki združujejo podobne dogodke, ideje, objekte ali ljudi. Pomagajo nam organizirati velike količine informacij v pomenske enote. Brez sposobnosti tvorjenja konceptov bi bilo življenje zmedena serija nepovezanih izkušenj. Obremenitev dolgoročnega spomina bi bila neznosna, saj ne bi bilo načina za grupiranje stvari, formiranje simbolov oz. okrajšav. Bolj ko so koncepti zapleteni in mlajši kot so učenci, več primerov je potrebnih pri poučevanju (Verbič, 2006).

Pojmovna shema je diagram, ki prikazuje povezave med posameznimi pojmi in služi kot pripomoček za organizacijo in predstavitev znanja. Pojmi so zapisani v okvirjih v hierarhični obliki, povezave med pojmi so označene s puščicami, na puščicah pa je zapisana povezovalna beseda, ki smiselno poveže pojma med seboj. Omogočajo logično razmišljanje in pomagajo pri izpopolnitvi učenčevih kognitivnih struktur ter zahtevajo od učenca aktivno branje – branje, ko se učenec sprašuje, kaj že ve o vsebini in kako naj nove informacije vključi v obstoječo shemo. S pojmovnimi mrežami ugotovimo obstoječe pojmovne predstave učenca in kognitivne konflikte (napačno/nepopolno razumevanje pojmov in odnosov med njimi). Takšnemu načinu dela (hierarhična strukturiranost gradiva, pojmovne sheme) pravimo generativni model učenja. Gre za kognitivno pojmovanje procesa učenja, pri katerem učenec aktivno oblikuje pomen učne snovi (osmišlja učno gradivo). Pojmovne sheme upočasnijo proces pozabljanja, saj je na podoben način organiziran tudi naš spomin (Novak & Canas, 2008). S pomočjo pojmovnih shem lahko učencem oz. dijakom olajšamo učenje kemije, saj jim omogočajo lažje razumevanje posameznih pojmov in povezovanje med njimi, s tem pa



tudi dijaki lažje rešijo problemske naloge in reakcijske sheme. Pojemne sheme so vizualne in prostorske predstavitve zamisli in konceptov, kot tudi njihovih medsebojnih povezav. To orodje je namenjene za organiziranje že obstoječega učenčevega znanja in za vključevanje učenčevih novih idej v že obstoječe znanje (Šket & Glažar, 2005, str. 471-477).

Uporaba pojmovnih shem je smiselna, saj se učenec vprašuje o vsebini, kaj o njej že ve, vključuje nove informacije v obstoječo shemo, ugotavlja medsebojno povezanost pojmov in besed. Vsi ti razlogi podkrepijo dejstvo, da je potrebno, da učitelji v pouk kemije vnašajo to metodo dela s pojmovnimi shemami v čim večji meri.

Viri

1. Novak, J. D., & Canas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Prevezeto 21. november 2008 iz Institute for Human and Machine Cognition: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.htm>
2. Šket, B., & Glažar, S. A. (2005). Using Concept Maps in Teaching Organic Chemical Reactions. *Acta Chimica Slovenica*, 52 (4), 471-477.
3. Tomič, A. (2000). *Izbrana poglavja iz didaktike. Študijsko gradivo za pedagoško andragoško zobraževanje 1*. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete.
4. Verbič, K. (19. junij 2006). *Specialna didaktika sociologije*. Prevezeto 21. november 2008 iz www.verbic.org/doc/zt/Zidan-sem.pdf

Naziv učne enote	Medmolekulske sile: pojmovna shema (1,2,3)
Vodilna učna metoda	Metoda dela z besedilom
Spremljevalne metode dela	Metoda strukturiranja podatkov v sisteme, informacijske metode, delo z viri
Oblika dela	Individualna (priporočljivo), tandemska ali skupinska
Časovni okvir	1. Učna enota: 45 min – OBRAVNAVA NOVE TEME Uvod: 5 min Bralna aktivnost (besedilo: "Types of Intermolecular Forces"): 15 min Ključno – besedni izpis in prevajanje: 15 min Pojmovne povezave: 10 min 2. Učna enota: 45 min - POJMOVNA SHEMA + PREDSTAVITEV oblikovanje pojmovne sheme (30 min); predstavitev lastnega izdelka (15 min). 3. Učna enota: 45 min - TEST + VPRAŠALNIK reševanje testa (30 - 35 min); izpolnjevanje vprašalnika (10 - 15 min).

Strategija dela dijakov	Učna enota - branje besedila v angleškem jeziku (str. 426 – 428); - izpis ključnih kemijskih pojmov na izbrano temo; - prevod izpisanih ključnih pojmov zastopanih v besedilu; - ustvarjanje hierarhičnih povezav med izbranimi pojmi; Učna enota - računalniško oblikovanje pojmovne sheme na osnovi hierarhičnih pojmovnih povezav; - predstavitev svojega izdelka učitelju in sošolcem; - obrazložitev ustvarjenih hierarhičnih povezav in izbrane vrste pojmovne mreže; - kritično oceniti vrednost lastnega in izdelkov sošolcev; Učna enota - reševanje testa znanja; - izpolnjevanje vprašalnikov.
Medpredmetna povezava	Biologija, fizika, angleški jezik
	POJMOVNE SHEME – teoretska in praktična izhodišča Priporočljivo je, da učitelj v katerih izmed prejšnjih ur pouka kemije dijake pred pričetkom dejavnosti seznani o pojmovnih shemah najprej iz teoretskega vidika: pomen, strategija izbora ključnih pojmov, medsebojna povezava pojmov, vrsta pojmovnih shem; (Kakovosten vir informacij o pojmovnih shemah

DIDAKTIČNA Priporočila

za učitelja:

<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.htm>

)

in nato predstavi še nekaj pojmovnih shem različnih kemijskih vsebin ter računalniške programe, ki omogočajo oblikovanje pojmovnih shem (Microsoft Word, Inspiration, Mind Jet, Smart Ideas, idr.)

SLO (ANG) – ANG (SLO) SLOVAR

Ob poteku dejavnosti morajo imeti dijaki dostop do angleško – slovenskega oz. angleško - angleškega slovarja: lastnega, pridobljenega iz knjižnice oz. online.

RAČUNALNIK

Šolski računalnik naj bo opremljen z različnimi računalniškimi programi za oblikovanje pojmovnih shem.

Navodila za učitelja

Podrobnejša opredelitev navodil za učitelja:

Učna enota **"Medmolekulske sile: pojmovna shema"** je razdeljena na 3 dele oz. 3 ločene enote, kakor je razvidno iz zgornje preglednice. Ker je poglavitni cilj izbrane dejavnosti, da dijaki skozi metodo dela z besedilom (v tujem jeziku) oblikujejo pojmovno shemo specifične kemijske vsebine, je priporočljivo, da jih v kateri izmed prejšnjih ur seznanim s pomenom in različnimi vrstami pojmovnih shem na področju kemijskih oz. naravoslovnih vsebin. Koristne informacije boste med drugim izvedeli na spodnji internetni povezavi:

<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.htm>

V uvodu **1. učne enote** dijakom predstavite **cilje** in njihove **nadaljnje aktivnosti** ter jim razdelite učno gradivo – angleško besedilo: **"Types of Intermolecular Forces"**, ki obsega 3 strani (426 – 428). Pred pričetkom ure zagotovite zadostno **število angleško ↔ slovenskih slovarjev**, ki bodo dijakom v pomoč pri nepoznavanju angleškega kemijskega izrazoslovja.

Potem, ko se seznanijo z navodili za delo in so uvedeni v **bralno aktivnost**, se vi pojavljate v vlogi svetovalca pri morebitnih nejasnostih, na katere naletijo v besedilu ter jih usmerjate pri **prepoznavanju ključnih pojmov** ter **ustvarjanju hierarhičnih povezav**.

Delo lahko poteka v individualni, tandemski ali skupinski obliki. A ker je namen zbrati čimveč različnih pojmovnih map, je priporočljivo, da se odločite za **individualno obliko dela**. Pred koncem dijake opomnite, da bodo svoje delo nadaljevali pri naslednji uri pouka kemije.

2. učna enota je namenjena **oblikovanju pojmovnih shem** na izbrano temo v angleškem besedilu, katerega so dijaki prejšnjič analizirali. Poskrbite, da bo pouk potekal **v računalniški učilnici** ter da bo na vsakem računalniku nameščen vsaj en program za risanje pojmovnih shem (*Microsoft Word*,

Inspiration, Smart Ideas, Mind Jet). V "Moji dokumenti" ustvarite novo mapo in jo poimenujte "Pojmovne sheme". V to mapo bodo dijaki shranjevali svoje izdelke. V kolikor ne boste uspeli zagotoviti tehničnih pogojev, lahko dijaki sheme narišejo tudi na A4 format papirja ročno. Vaša vloga pri tem je opazovanje nastajanja njihovih pojmovnih shem, nudenje pomoči pri uporabi računalniških programov za risanje le-teh, kakor tudi sodelovanje pri zaključni predstavitvi posameznih izdelkov. V tej zadnji fazi je pomembno, da od dijakov izveste naslednje:

- Na kakšne težave so naleteli med branjem besedila ?
- Kakšna je bila strategija izbora ključnih pojmov ?
- Zakaj so se odločili za posamezne hierarhične povezave ?
- Kaj je vplivalo na izbor določene oblike pojmovne sheme ?

Skušajte pribeležiti povzetek njihovih odgovorov. Prav tako dijake spodbudite h **kritičnemu ovrednotenju izdelkov svojih sošolcev**. Predstavite jim aktivnosti 3. učne enote.

V **3. učni enoti** dijaki rešujejo **test znanja**, ki obsega vsebinsko področje "Medmolekulske sile". Test v Wordovem dokumentu se nahaja v 2 oblikah: z rešitvami (za učitelja) in brez rešitev (za dijake). Zadnjih 10 minut jim razdelite **vprašalnike**, s katerimi želimo izvedeti, kako ocenjujejo dejavnost, pri kateri so sodelovali v zadnjih 3 učnih urah.

Predlog: Z namenom ugotoviti, ali je izvedena dejavnost vplivala na boljše razumevanje dotične kemijske vsebine, vam predlagamo, da enak test znanja zastavite dijakom v paralelnem razredu, v katerem so enako vsebino usvajali z drugačnimi metodami in primerjate dosežke oz. rezultate. Vaša opažanja vpišite v **vprašalnik za učitelje**.

Zahvaljujem se vam za sodelovanje ter vašo dragoceno povratno informacijo!

Avtorica: Kornelia Žarić

Učno besedilo: Types of Intermolecular Forces

426

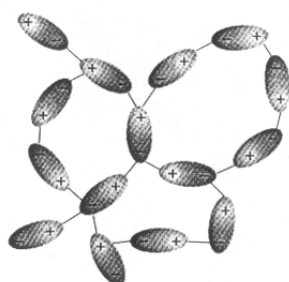
CHAPTER 15 Gases, Liquids, and Solids

15.3 Types of Intermolecular Forces

- GOAL**
- 5 Identify and describe or explain dipole forces and hydrogen bonds.
 - 6 Given the structure of a molecule, or information from which it may be determined, identify the significant intermolecular forces present.
 - 7 Given the molecular structures of two substances, or information from which they may be obtained, compare or predict relative values of physical properties that are related to them.



If you have drawn a Lewis diagram of a molecule (Section 13.1), you can predict that it is polar if either of these conditions exists: a central atom has a lone pair of electrons, or a central atom is bonded to atoms of different elements (see Section 13.5).



■ **Figure 15.8** Dipole forces. Molecules tend to arrange themselves by bringing oppositely charged regions close to each other and forcing similarly charged regions far from each other.

It was stated in the last section that attractive forces between particles are electrostatic in character; the attractions are between positive and negative charges. But atoms and molecules are electrically neutral. How can there be electrostatic attractions? The answer is that the *distribution* of electrical charge within the molecule is not always uniform. Some molecules are polar and some are nonpolar. In addition, some molecules are large and some are small. Molecular polarity and size both contribute to intermolecular attraction and therefore to physical properties.

Three kinds of intermolecular forces can be traced to electrostatic attractions: dipole forces, induced dipole forces, and hydrogen bonds.

1. **Dipole forces.** A polar molecule is sometimes described as a **dipole**. The attraction between dipoles is between the positive pole of one molecule and the negative pole of another. Figure 15.8 shows the alignment of dipoles, one of several ways polar molecules attract each other.

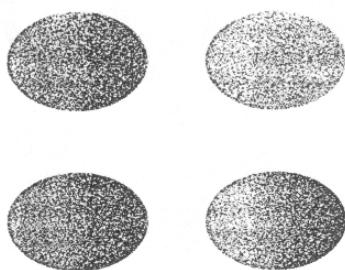
Table 15.2 compares the boiling points of four pairs of substances that have about the same molecular size, indicated approximately by their molar masses. In each pair the boiling point of the substance with polar molecules is higher than the boiling point of the nonpolar substance. This is because polar molecules have stronger intermolecular attractions than nonpolar molecules.

2. **Induced dipole forces.** Attractions between substances with nonpolar molecules are called **induced dipole forces**. These are also called **dispersion forces**, **London forces**, or **London dispersion forces**. They are believed to be the result of shifting electron clouds within the molecules. If the electron movement in a molecule results in a temporary concentration of electrons at one side of the molecule, the molecule becomes a "temporary dipole." This is shown in the left molecule in the top pair in Figure 15.9. The electrons repel the electrons in the molecule next to it, pushing them to the far side of that molecule. The second molecule is thus "induced" to form a second temporary dipole (bottom pair in Fig. 15.9). As long as these dipoles exist—a very small fraction of a second in each case—there is a weak attraction between them.

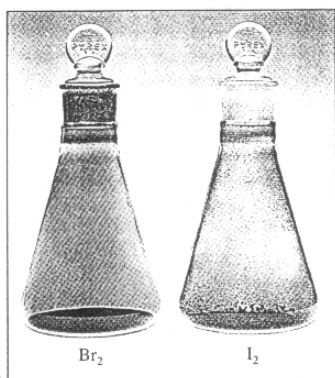
The strength of induced dipole forces depends on the ease with which electron distributions can be induced to be distorted or "polarized." Large molecules, with many electrons and with electrons far removed from atomic nuclei, are more easily polarized than small molecules. Larger molecules are also generally heavier. Consequently, intermolecular forces tend to increase with increasing molar mass among

Table 15.2 Boiling Points of Polar Versus Nonpolar Substances

Formulas	Polar or Nonpolar	Molecular Mass	Boiling Point (°C)	Formulas	Polar or Nonpolar	Molecular Mass	Boiling Point (°C)
N ₂	Nonpolar	28	−196	GeH ₄	Nonpolar	77	−90
CO	Polar	28	−192	AsH ₃	Polar	78	−55
SiH ₄	Nonpolar	32	−112	Br ₂	Nonpolar	160	59
PH ₃	Polar	34	−85	ICl	Polar	162	97



■ **Figure 15.9** Induced dipole forces. Electron clouds in molecules are constantly shifting. The temporary dipole in the left molecule in the top row “induces” the molecule next to it to become another temporary dipole (bottom row). The “instantaneous dipoles” are attracted to each other briefly. A small fraction of a second later, the clouds shift again and continue to interact with each other or with nearby molecules.



■ **Figure 15.10** Induced dipole forces and molecular size. Larger molecules, with a greater number of electrons, polarize more easily than smaller molecules. Bromine (*left*) exists as a liquid at room conditions, and iodine (*right*) is a solid. Both molecules are nonpolar and have induced dipole forces as the dominant intermolecular force. However, bromine has 70 electrons, whereas iodine has 106 electrons, so iodine polarizes more easily. Thus, the intermolecular attractive forces among iodine molecules are greater than among bromine molecules. This particulate-level difference is responsible for the macroscopic observations that iodine is a solid and bromine is a liquid.

otherwise similar substances (Fig. 15.10). Notice in Table 15.2 the increase in boiling points for both polar and nonpolar molecules as molar mass increases.

3. Hydrogen bonds. Some polar molecules have intermolecular attractions that are much stronger than ordinary dipole forces. These molecules always have a hydrogen atom bonded to an atom that is small and highly electronegative and that has at least one unshared pair of electrons. Nitrogen, oxygen, and fluorine are generally the only elements whose atoms satisfy these requirements (see Fig. 15.11).

The covalent bond formed between the hydrogen atom and the atom of nitrogen, oxygen, or fluorine is strongly polar. The electron pair is shifted away from the hydrogen atom toward the more electronegative atom. This leaves the hydrogen nucleus—nothing more than a proton—as a small, highly concentrated region of positive charge at the edge of a molecule. The negative pole of another molecule, which is the region near the nitrogen, oxygen, or fluorine atom, can get quite close to the hydrogen atom of the first molecule. This results in an extra-strong attraction between the molecules. This kind of intermolecular attraction is a **hydrogen bond**.

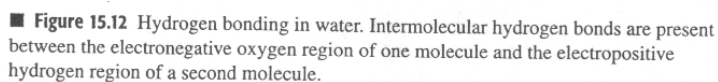
Notice that a hydrogen bond is an *intermolecular* bond, a bond between different molecules. It is not a covalent bond between atoms in the *same* molecule. The dotted lines in Figure 15.12 represent hydrogen bonds between water molecules. While a hydrogen bond is much stronger than an ordinary dipole–dipole force, it is roughly one-tenth as strong as a covalent bond between atoms of the same two elements.

Of the three kinds of intermolecular attractions, hydrogen bonds are the strongest. When present between small molecules, hydrogen bonds are primarily responsible for the physical properties of a liquid. Dipole forces are next strongest, and induced dipole forces are the weakest of the three. Induced dipole forces are present between all molecules. In small molecules, induced dipole forces are important only when the other forces are absent. But between large molecules—molecules that contain many atoms or even few atoms that have many electrons—induced dipole forces are quite strong and often play the main role in determining physical properties.



REVIEW
Electronegativity estimates the strength with which an atom attracts the pair of electrons that forms a bond between it and another atom. Covalent bonds are polar when there is a high electronegativity difference between the bonded atoms. See Section 12.4.

NCAR/TSAD0/Tom Stack & Associates



Active Figure 15.13 (p. 430) summarizes the kinds of intermolecular forces and their effects on boiling points of similar compounds in three chemical families. We recommend that you study it carefully.

- a) Induced dipole forces are present only with nonpolar molecules.
- b) All other things being equal, hydrogen bonds are stronger than dipole-dipole forces.
- c) Polar molecules have a net electrical charge.
- d) Intermolecular forces are magnetic in character.
- e) H_2O displays hydrogen bonding, but H_2S does not.

Dijakova navodila za delo (1. učna enota)

Dragi dijaki !

➤ CILJI

V tokratni učni enoti boste ob uporabi tuje literature pridobili nove informacije o različnih vrstah medmolekulskih sil, spoznali njihovo jakost in vpliv na fizikalne lastnosti različnih molekul. Ob tem boste v besedilu identificirali ključne kemijske pojme, ki se navezujejo na obravnavano vsebino ter ustvarili njihove medsebojne hierarhične povezave.

➤ NALOGA

Prejeli ste angleško besedilo z naslovom "**Types of Intermolecular Forces**", ki obsega 3 strani (426 – 428). 15 minut časa imate, da vsak zase preberete besedilo. Nadaljnih 15 minut pa imate na voljo, da izpišete ključne kemijske pojme, ki se navezujejo na obravnavano vsebino: medmolekulske sile. Oblikujte preglednico, pri čemer na levi strani zapišite angleški pojem, na desni pa njegovo slovensko različico. Delo naj poteka individualno !

Primer:

CHEMICAL CONCEPT (ang)	KEMIJSKI POJEM (slo)
...	...
...	...

NAMIG: V kolikor ti razumevanje besedila oz. posamezni pojmi povzročajo težave, si pomagaj s slovarjem.

Po izpisu ključnih pojmov, poskušajte ugotoviti, kateri pojmi so nadrejeni in kateri podrejeni ter oblikuj medsebojne hierarhične povezave. Le-te so potrebna osnova za pojmovno shemo, katero boste oblikovali pri naslednji uri.

V primeru nejasnosti zaprosite za pomoč učitelja. Pa obilo uspeha pri delu.

Dijakova navodila za delo (2. učna enota)

Dragi dijaki !

➤ CILJI

V tokratni učni enoti boste na osnovi uspešnih hierarhičnih povezav ključnih pojmov obravnavane kemijske vsebine "medmolekulske sile" oblikovali pojmovno shemo, katero boste ob koncu ure predstavili učitelju in sošolcem.

➤ NALOGA

V preteklih urah ste se seznanili s pomenom in različnimi vrstami pojmovnih shem ter spoznali nekatere programe za njihovo oblikovanje. Prav tako ste izdelali potrebne hierarhične povezave ključnih pojmov v angleškem besedilu "Types of Intermolecular Forces". Le-te uporabite pri nadaljnjem delu. Na namizju vašega računalnika odprite ustrezen program (Microsoft Word, Mind Jet, Inspiration...) ter pričnite z risanjem pojmovne sheme. Shranite jo pod imenom "medmolekulske_sile_pomovna_shema_ime_priimek" v mapo "**Pojmovne sheme**". Na voljo imate **30 minut časa**. Veselo na delo !

NAMIG: Pojmovna shema, ki jo boste oblikovali, naj bo preprosta in pregledna. Izogibajte se nepotrebnih barv in različnih oblik okvirjev. Relacije med posameznimi pojmi opredelite z ustreznimi povezovalnimi glagoli.

Potem, ko ste oblikovali svojo pojmovno shemo, sledi njena predstavitev. Učitelju in sošolcem poskušajte obrazložiti naslednje:

- Na kakšne težave ste naleteli med branjem besedila ?
- Kakšna je bila strategija izbora ključnih pojmov ?
- Zakaj ste se odločili za posamezne hierarhične povezave ?
- Kaj je vplivalo na vaš izbor določene oblike pojmovne sheme ?

TEST ZNANJA za dijake (3. učna enota)

Dragi dijaki !

➤ CILJI

V zadnji učni enoti namenjeni tematiki "Medmolekulske sile" je na sporedu test **znanja**, kjer boste z reševanjem nalog poglobili svoje pridobljeno kemijsko znanje, katerega ste spretno uporabili pri oblikovanju pojmovne sheme.

➤ Navodilo za reševanje

V nadaljevanju smo pripravili 10 nalog za preverjanje vašega razumevanja kemijske vsebine "Medmolekulske sile". Delo poteka individualno. Na voljo imate 30 minut časa. Želim vam obilo uspeha pri reševanju !

Ko zaključite z reševanjem, zaprosite učitelja, da vam posreduje vprašalnik, v katerem boste podali povratno informacijo o uspešnosti uporabljene učne dejavnosti (oblikovanja pojmovnih shem) in učnega gradiva (delo z besedilom v angleškem jeziku).

1.) Koliko vrst medmolekulskih sil obstaja?

- a. 2
- b. 3
- c. 4
- d. 6

2.) Katera kombinacija prikazuje različne vrste medmolekulskih sil ?

- a. Dipol-dipol, Londonove disperzijske sile, vodikova vez
- b. Londonove disperzijske sile, ionska vez, dipol - dipol
- c. Vodikova vez, kovalentna vez, dipol – ionska vez
- d. Ionska vez, dipol – dipol, vodikova vez

3.) Dopolni spodnji odstavek z manjkajočimi besedami.

V molekulah, kjer je vodik neposredno vezan na najbolj _____ elemente v periodnem sistemu (fluor, _____ in dušik), nastanejo vezi oz. sile, ki so približno 5-krat _____ kot Van der Waalove sile. Nastane vrsta molekulske privlačne sile, ki jo imenujemo _____ vez.

4.) Medmolekulske sile so močnejše kot znotraj molekulske sile:

- a. pravilno
- b. napačno

5.) Pri vsaki molekuli, ki se nahaja v spodnji tabeli zapiši, kakšen tip medmolekulskih sil prevladuje in svoj odgovor utemelji !

MOLEKULA	TIP MEDMOLEKULSKIH VEZI	UTEMELJITEV
Vodik		
Etanojska kislina		
Propanon		
Benzen		
amoniak		
Jod		

6.) Kateri izmed naslednjih parov prikazuje dipol – dipol sile ?

- a. NaCl in HCl
- b. HF and H₂
- c. H₂ and H₂
- d. HF in HF

7.) Naštej vsaj 3 posebnosti, ki jih povzročajo vodikove vezi.

8.) Če razvrstimi tri hidride HCl, HF in CH₄ glede na naraščujočo temperaturo vrelišča, katera kombinacija odgovorov je pravilna ?

- a. CH₄, HF, HCl
- b. HF, CH₄, HCl
- c. CH₄, HCl, HF
- d. HCl, CH₄, HF

9.) Kateri izmed spodnjih parov ima najmočnejše medmolekulske sile ? Identificiraj tip prisotnih sil za vsako molekulo in jih označi s kraticami: LS – Londonove sile; DD – dipol – dipol; VV – vodikove vezi.

Molekularni par	Vrsta medmolekulskih sil	Molekularnih par	Vrsta medmolekulskih sil
H ₂ ali N ₂		CH ₃ Cl ali CH ₄	

SO ₂ ali CO ₂		H ₂ O ali H ₂ S	

10.) Katera izmed spodnjih spojin ima najmočnejše Londonove sile ?

- a. metan CH₄
- b. etan CH₃CH₃
- c. propan CH₃CH₂CH₃
- d. butan CH₃CH₂CH₂CH₃

TEST ZNANJA – rešitve (za učitelja)

Dragi dijaki !

➤ CILJI

V zadnji učni enoti namenjeni tematiki "Medmolekulske sile" je na sporedu test **znanja**, kjer boste z reševanjem nalog poglobili svoje pridobljeno kemijsko znanje, katerega ste spretno uporabili pri oblikovanju pojmovne sheme.

➤ Navodilo za reševanje

V nadaljevanju smo pripravili 10 nalog za preverjanje vašega razumevanja kemijske vsebine "Medmolekulske sile". Delo poteka individualno. Na voljo imate 30 minut časa. Želim vam obilo uspeha pri reševanju !

Ko zaključite z reševanjem, zaprosite učitelja, da vam posreduje vprašalnik, v katerem boste podali povratno informacijo o uspešnosti uporabljenih učnih dejavnosti (oblikovanja pojmovnih shem) in učnega gradiva (delo z besedilom v angleškem jeziku).

1.) Koliko vrst medmolekulskih sil obstaja?

- a. 2
- b. 3
- c. 4 *
- d. 6

2.) Katera kombinacija prikazuje različne vrste medmolekulskih sil ?

- a. Dipol-dipol, Londonove disperzijske sile, vodikova vez *
- b. Londonove disperzijske sile, ionska vez, dipol - dipol
- c. Vodikova vez, kovalentna vez, dipol – ionska vez
- d. Ionska vez, dipol – dipol, vodikova vez

3.) Dopolni spodnji odstavek z manjkajočimi besedami.

V molekulah, kjer je vodik neposredno vezan na najbolj elektronegativne elemente v periodnem sistemu (fluor, kisik in dušik), nastanejo vezi oz. sile, ki so približno 5-krat močnejše kot Van der Waalsove sile. Nastane vrsta molekulske privlačne sile, ki jo imenujemo vodikova vez.

4.) Medmolekulske sile so močnejše kot znotraj molekulske sile:

- a. pravilno

b. napačno *

5.) Pri vsaki molekuli, ki se nahaja v spodnji tabeli zapiši, kakšen tip medmolekulskih sil prevladuje in svoj odgovor utemelji !

MOLEKULA	TIP MEDMOLEKULSKIH VEZI	UTEMELJITEV
Vodik	Van der Waalove sile	Ker so vodikove molekule nepolarne.
Etanojska kislina	Vodikove vezi	Med O iz C=O skupine in H iz OH skupine na karboksilni skupini.
Propanon	Dipol - dipol	Ker elektronegativen O naredi molekulo propanona polarno.
Benzen	Van der Waalove sile	Ker so benzenove molekule nepolarne.
amoniak	Vodikove vezi	Med duškovim in vodikovim atomom.
Jod	Van der Waalove sile	Ker so jodove molekule nepolarne.

6.) Kateri izmed naslednjih parov prikazuje dipol – dipol sile ?

- a. NaCl in HCl
- b. HF and H₂
- c. H₂ and H₂
- d. HF in HF *

7.) Naštej vsaj 3 posebnosti, ki jih povzročajo vodikove vezi.

zvišano vrelišče in tališče snovi, urejena zgradba ledu, nižja gostota ledu v primerjavi z vodo, vodikova vez določa obliko dvojne vijačnice makromolekule deoksiribonukleinske kisline (DNA)

8.) Če razvrstimi tri hidride HCl, HF in CH₄ glede na naraščujočo temperaturo vrelišča, katera kombinacija odgovorov je pravilna ?

- a. CH₄, HF, HCl
- b. HF, CH₄, HCl
- c. CH₄, HCl, HF *
- d. HCl, CH₄, HF

9.) Kateri izmed spodnjih parov ima najmočnejše medmolekulske sile ? Identificiraj tip prisotnih sil za vsako molekulo in jih označi s kraticami: LS – Londonove sile; DD – dipol – dipol; VV – vodikove vezi.

Molekularni par	Vrsta medmolekulskih sil	Molekularni par	Vrsta medmolekulskih sil
H ₂ or N ₂	LS tako pri H ₂ kot pri N ₂ Večje število elektronov pri N ₂ pomeni, da ima močnejše LS.	CH ₃ Cl or CH ₄	LS pri CH ₄ LF in DD pri CH ₃ Cl Močnejše sile so med

SO ₂ or CO ₂	LS in DD forces pri LS pri CO ₂ Močnejše sile so med SO ₂ molekulami .	H ₂ O or H ₂ S	molekulami CH ₃ Cl LS, VVin DD v H ₂ O LS in DD v H ₂ S Močnejše sile so med H ₂ O molekulami.

10.) Katera izmed spodnjih spojin ima najmočnejše Londonove sile ?

- Metan CH₄
- Etan CH₃CH₃
- propan CH₃CH₂CH₃
- butan CH₃CH₂CH₂CH₃

Učiteljeva evalvacija gradiva

"Medmolekulske sile – pojmovna shema"

Navodilo:

Po izvedbi učne enote "Medmolekulske sile – pojmovna shema" pri pouku kemije vas zaprošamo, da gradivo evalvirate v skladu z ocenjevalnimi kriteriji predstavljenimi v spodnjih preglednicah. Vsako podano oceno prosim na kratko utemeljite, hkrati pa zapišite vaše predloge za izboljšave, spremembe, dopolnitve gradiva. Vaša povratna informacija je zelo dragocena in nam bo koristila pri izboljšavi obstoječih in načrtovanju novih učnih gradiv. Hvala !

Avtorica: Kornelia Žarič

Datum:

Ocenjeval(-ec,-ka):

Šola:

1.) Kako se je ob delu z angleškim besedilom pouk razlikoval od običajnega ? V čem je bil drugačen ?

2.) Kaj vam je bilo pri delu z angleškim besedilom in oblikovanju pojmovnih shem najbolj všeč ?

3.) Ali bi si želeli še več takšnega pouka in zakaj ?

4.) Podajte predloge, nasvete, pripombe glede uporabljenega gradiva in izvedenih dejavnosti.

Ocena predznanja		
Ocenja predznanja o pojmovnih shemah		
Vprašanje	Odgovor: DA ali NE	
Ali ste pred pričetkom dejavnosti dijakom posredovali teoretično znanje o pojmovnih shemah?	DA	NE
Ali ste posredovali strategijo izbora ključnih pojmov?	DA	NE
Ali ste nanizali primere povezovanja pojmov?	DA	NE
Ali ste ponazorili različne vrste pojmovnih shem?	DA	NE
Ali ste predstavili programe za risanje pojmovnih shem?	DA	NE
Ali ste preizkusili programe za risanje pojmovnih shem?	DA	NE
Vsebinska ocena		
Ocena učne vsebine in ocena didaktičnega dela oziroma povezave učnih ciljev, vsebine, učnih metod, kompetenc in učečega.		
Vsebina	Možnost izbire DA / NE	Komentar k izbiri
Skladnost učnih ciljev in vsebine učnega gradiva:		
Ali je učna snov in njena predstavitev skladna z učnimi cilji?	DA / NE	
Ali so cilji definirani tako, da so podobni po obsegu in času, ki je potreben za obdelavo učne snovi?	DA / NE	
Definicija učnih ciljev		
Ali so cilji formulirani tako, da omogočajo učečemu razumeti, zakaj bi želel uporabiti učno gradivo?	DA / NE	
Preverjanje znanja		
Možnost ocenjevanja in kakovostne samoevalvacije pridobljenega znanja:		
Ali so aktivnosti za ocenjevanje skladne z učno vsebino in metodologijo učnih gradiv?	DA / NE	
Ali ocenjevanje meri stopnjo realizacije definiranih učnih ciljev?	DA / NE	
Možnost preverjanja in uporabe znanja:		
Ali lahko učeči na učinkovit način uporabi novo pridobljeno znanje in dobi informacijo o (ne)pravilni uporabi le-tega?	DA / NE	
Ali je preverjanje znanja narejeno tako, da lahko učeči (naredi in) popravi napake in se iz njih uči?	DA / NE	
Ali so naloge za preverjanje znanja skladne z učno snovjo in cilji?	DA / NE	
Ali so naloge raznolike in jasno predstavljene?	DA / NE	
Ali učno gradivo povezuje teoretično znanje s praktičnim?	DA / NE	

Didaktična vrednost		
Ali se je pouk razlikoval od običajnega pouka pri tem predmetu?	DA / NE	
Učenci so bili samostojnejši pri delu	DA / NE	
Učenci so bili bolj motivirani za delo	DA / NE	
Gradivo in dejavnost spodbujata logično mišljenje in funkcionalno pismenost	DA / NE	
Ali učno gradivo in dejavnost spodbujata razvoj ključnih kompetenc ?	DA / NE	
Ali je v učnem gradivu navedenih in zaokroženih dovolj pojmov, podatkov, definicij, osnovnih teorij, ki omogočajo dojeti osnovne zakonitosti in smeri razvoja določenega področja?	DA / NE	
Ali učno gradivo jezikovno ustrezno podaja snov (nazorno, pregledno, razumljivo, dinamično in zanimivo)?	DA / NE	
Ali učno gradivo upošteva osnovne zakonitosti učnega procesa (uvajanje v novo snov, obdelava novih učnih vsebin, aktivnosti za ponavljanje, razmišljanje in povezovanje vsebin, preverjanje)?	DA / NE	
Ali obseg učnega gradiva ustreza času, ki je na voljo v okviru pouka?	DA / NE	

Učni načrt	
Stopnja	
Predmet	
Poglavje, podpoglavje	
Skupaj: Vsebinsko sprejemljivo učno gradivo: Če pogojno → seznam pomanjkljivosti oziroma priporočil.	Izbira med Da Ne Pogojno
Ocena učnega gradiva / dejavnosti (1 – 5) 1:nezadostno; 5: odlično	1 2 3 4 5

Dijakova Evalvacija gradiva:

"Medmolekulske sile – pojmovna shema"

Dragi dijaki !

Po usvajanju vsebine "medmolekulske sile – pojmovna shema" pri pouku kemije vas zaprošamo, da uporabljeno dejavnost evalvirate v skladu z ocenjevalnimi kriteriji predstavljenimi v spodnjih preglednicah. Pri oceni predznanja obkrožite ustrezen odgovor: DA ali NE. Na ocenjevalni lestvici od 1 – 5 (1 najslabše, se najmanj strinjam; 5 – najboljše, se najbolj strinjam) izberite oceno, ki se vam ob posameznem kriteriju zdi najbolj primerna. Na zadnja štiri vprašanja odgovorite opisno. Vaša povratna informacija je zelo dragocena, saj nam bo koristila pri izboljšanju obstoječih in načrtovanju novih učnih gradiv. Hvala !

Avtorica: Kornelia Žarič

Datum:

Ime in priimek:

Šola:

Ocena predznanja		
Ocenja predznanja o pojmovnih shemah		
Vprašanje	Odgovor: DA ali NE	
Ali ste pred pričetkom dejavnosti usvojili teoretično znanje o pojmovnih shemah ?	DA	NE
Ali ste spoznali strategijo izbora ključnih pojmov ?	DA	NE
Ali ste spoznali primere povezovanja pojmov ?	DA	NE
Ali ste spoznali različne vrste pojmovnih shem ?	DA	NE
Ali ste spoznali programe za risanje pojmovnih shem ?	DA	NE
Ali ste preizkusili programe za risanje pojmovnih shem?	DA	NE
Vsebinska ocena		
Ocena učne vsebine in ocena didaktičnega dela oziroma povezave učnih ciljev, vsebine, učnih metod, kompetenc in učečega.		
Vsebina		
Možnost preverjanja in uporabe znanja:		

Ali učna dejavnost na učinkovit način omogoča uporabo novega pridobljenega znanja in pridobitev informacije o (ne)pravilni uporabi le-tega?	1	2	3	4	5
Ali so naloge raznolike in jasno predstavljene?	1	2	3	4	5
Ali preverjanje znanja zajema vsebino prdstavljeno v angleškem besedilu?	1	2	3	4	5
Ali učna dejavnost povezuje teoretično znanje s praktičnim?	1	2	3	4	5

Didaktična vrednost					
Ali se je pouk razlikoval od običajnega pouka pri tem predmetu?	1	2	3	4	5
Ali ste bili pri delu samostojnejši?	1	2	3	4	5
Ali ste bili bolj motivirani za delo?	1	2	3	4	5
Ali dejavnost spodbuja logično mišljenje?	1	2	3	4	5
Ali učno gradivo pospešuje razvoj bralnih spretnosti v angleškem jeziku?	1	2	3	4	5
Ali je v učnem gradivu navedenih in zaokroženih dovolj pojmov, podatkov, definicij, osnovnih teorij, ki omogočajo dojeti osnovne zakonitosti in smeri razvoja določenega področja?	1	2	3	4	5
Ali učno gradivo podaja snov nazorno, pregledno, razumljivo, zanimivo?	1	2	3	4	5
Ali so navodila za delo jasna in pregledna?	1	2	3	4	5
Ali računalniški programi za risanje pojmovnih shem omogočajo hitro in pregledno oblikovanje?	1	2	3	4	5
Ali obseg učne dejavnosti in gradiva ustreza času, ki je na voljo v okviru pouka?	1	2	3	4	5

1.) Kaj vam je bilo pri pouku najbolj všeč? Ali bi si želeli še več takšnega pouka in zakaj?

2.) Kakšna je bila strategija izbora ključnih pojmov in oblike pojmovne sheme?

3.) Na kakšne težave ste naleteli pri delu z besedilom oz. pri oblikovanju pojmovnih shem?

4.) Podajte predloge, nasvete, pripombe glede uporabljenega gradiva in izvedenih dejavnosti.



Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji

Avtorica: Kornelia Žarić

KRITERIJ	OPREDELITEV
OPIS DEJAVNOSTI	E – gradivo je razdeljeno na 2 dela: Tekoči kristali 1. DEL – Vijačni tekoči kristali (struktura in barva) Tekoči kristali 2. DEL – Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji in predstavlja 2 samostojni E-učni enoti, vsako v dolžini 45 min. Zajema ponavljalni del, predstavitev novih vsebin, interaktivne naloge za sprotno preverjanje razumevanja, predstavitev eksperimentov ter zaključno preverjanje in poglobljanje znanja. Dijakom v pomoč so tudi 3D modeli spojin, video spletne povezave, namigi in fotografije.
STRATEGIJA DELA UČITELJA IN DIJAKOV	Dijaki z ustreznim predznanjem o tekočih kristalih lahko sodelujejo pri obeh E-učnih enotah na temo "<i>Vijačni tekoči kristali</i>". Ob pridobivanju novih informacij s pomočjo E-učenja, rešujejo predvidene interaktivne naloge ter spremljajo svoje razumevanje dotične vsebine. Odgovori, ki jih pri nalogah izbirnega tipa izbirajo dijaki, so opremljeni z odzivi, ki pričajo o dijakovem (ne)uspehu. Učitelj se pri izvedbi obeh E-učnih enot pojavlja v vlogi koordinatorja



RAZLOGI ZA VKLJUČITEV DEJAVNOSTI V KURIKULUM

pouka, svetovalca pri reševanju nalog, prav tako pa lahko dijakom nudi pomoč pri navigaciji E-učne enote, nerazumevanju navodil, neznanih izrazih, ipd. ter spremlja splošni potek njihove aktivnosti. Po zaključku obeh E-enot, učenci in učitelji izpolnijo vprašalnik ter s tem avtorju gradiv podajo povratno informacijo.

Čeprav nas tekoči kristali v prenosnih telefonih, digitalnih urah in kalkulatorjih spremljajo skoraj na vsakem koraku, se le malokdo zaveda, da pri tem ne gre zgolj za nenavadne kemijske spojine, ampak tudi za zelo neobičajno in zanimivo agregatno stanje snovi.

To je stanje, v katerem snov teče podobno kot navadna kapljevina in hkrati kaže nekatere lastnosti, kot je denimo optična dvolomnost, ki smo jih navajeni srečati le v kristalih. Močna optična dvolomnost in dielektrična anizotropija tekočih kristalov, na primer, predstavljata osnovo za delovanje večine naprav, ki vsebujejo tekoče kristale.

Posebno poglavje v učnem načrtu za kemijo in fiziko v kategoriji "Izbirne vsebine" bi vsekakor pomenilo koristno dopolnilo, saj se srednješolski programi kemije in fizike tekočim kristalom kljub njihovem širokemu tehnološkemu pomenu še vedno izogibajo. Ta izbirna vsebina bi lahko



služila kot zanimiva popestritev pouka, za delo v različnih interesnih krožkih in za raziskovalne naloge mladih naravoslovnih navdušencev.

Marija Vilfan in Igor Muševič v knjigi *Tekoči kristali* poudarjata, da se v javnosti le malokdo zaveda dejstva, da so tekoči kristali že vrsto let eno od najaktualnejših področij fizikalnih raziskav v Sloveniji. To pomeni, da so k zakladnici pomembnih novih dognanj na področju tekočih kristalov veliko doprinesli tudi slovenski znanstveniki. V zadnjih 25 letih je bilo na tematiko tekočih kristalov objavljenih več sto člankov slovenskih raziskovalcev v uglednih mednarodnih znanstvenih revijah. Na široko mednarodno priznanost in odmevnost slovenskih raziskav na področju tekočih kristalov nedvomno kaže tudi odločitev, da je 20. mednarodna konferenca o tekočih kristalih, ki je največje periodično znanstveno srečanje na tem področju nasploh, potekala julija 2004 v Ljubljani – v organizaciji Fakultete za matematiko in fiziko, Univerze v Ljubljani in Instituta Jožef Stefan iz Ljubljane. Tekoči kristali so eden izmed vidikov naše prihodnosti, zato je si vsebina kot taka zagotovo zasluži prostor v učnem načrtu. Ker poznavanje karakteristik tekočih kristalov zahteva tudi mnogo fizikalnega vedenja, se na tem področju kaže odlična priložnost za medpredmetno povezavo in sodelovanje učiteljev kemije in fizike v smislu skupne izvedbe učnih enot na



	to tematiko.
MOŽNOST VKLJUČEVANJA V POUK ZASNOVAN NA OBSTOJEČIH UČNIH NAČRTIH	V obstoječem učnem načrtu izbrana vsebina ni predvidena. Kljub temu bi jo bilo smiselno vključiti med <i>Izbirne vsebine</i> v kategorijo <i>Tehnologije.oz.</i> v samostojno poglavje " <i>Tekoči kristali</i> ".
CILJNA SKUPINA, KI JI JE DEJAVNOST NAMENJENA	Dejavnost je priporočljivo izvesti pri dijakih v programih kemije v klasičnih oz. strokovnih gimnazijah.
CILJI DEJAVNOSTI	ponoviti temeljne karakteristike tekočih kristalov; razumeti odnose in povezavo med tekočimi kristali in ostalimi agregatnimi stanji snovi (tekoče, trdno, plinasto); spoznati strukturo vijačnega nematičnega tekočega kristala; opazovati, kako tekoči kristali odbijajo svetlobo različnih barv pri različnih valovnih dolžinah; razumeti, zakaj so tekoči kristali obarvani; pojasniti, kako sprememba temperature vpliva na barvo, prostornino ter stopnjo urejenosti in dolžino hoda vijačnice termično občutljivih vijačnih tekočih kristalov; spoznati sestavo termografske folije in razumeti njen pomen pri spremembi temperature; razumeti pomen termografske folije pri izdelavi preprostih termometrov;



	spoznati funkcijo t.i. "razpoloženjskih obličev" pri opazovanju eksperimenta; raziskati, kako lahko tekočerkristalni temperaturni senzorji zaznajo spremembe, katerih s prostim očesom ne moremo videti; sklepati na bolezenska stanja v organizmu (slaba cirkulacija, tumorji,...) na osnovi spremembe temperature holesteričnih tekočih kristalov; razmisliti o potencialnih izumih, ki bi delovali na osnovi tekočerkristalnih senzorjev; spodobnost kritičnega ovrednotenja področij uporabe in učinkovitosti tekočerkristalnih senzorjev.
	Kompetence Z operacionalizacijo generičnih kompetenc po klasifikaciji Tuning E-učna enota pri dijakih razvija nekatere bistvene predmetno specifične kompetence: a) INSTRUMENTALNE razumevanje, uporaba znanja: sposobnost prepoznavanja strukturnih fragmentov holesteril benzoata na osnovi 3D modela molekule, uporaba spoznanj o selektivni odbojnosti na primeru lesketanja milnega mehurčka; sposobnost učenja: osvežitev poznavanja lastnosti optično aktivnih snovi, razumevanje principa delovanja "razpoloženjskih" obličev na osnovi eksperimenta in sklepanje na spreminjanje temperature na različnih delih telesa s pomočjo grafične analize



OPIS IN RAZLAGA DEJAVNOSTI S STALIŠČA RAZVOJA DIJAKOVIH KOMPETENC

tehnične spretnosti – IKT: sposobnost pridobivanja novega znanja o vijačnih tekočih kristalih kot temperaturnih senzorjih z uporabo računalnika (spletni viri), opazovanje 3D modela molekule holesteril benzoata (rotiranje v različne smeri, prikaz elektronske gostote) ogled videoposnetkov (milni mehurček, nastanek "razpoloženskega" obliža).

b) MEDOSEBNOSTNE

interdisciplinarno delo: sposobnost povezovanja in aplikacije informacij o tekočih kristalih na področju kemije, biologije, medicine, tehnike, prometa;...

(samo)kritičnost: sposobnost priznavanja lastnih napak pri reševanju nalog

c) SISTEMSKE

iniciativnost: sposobnost načrtovanja potencialnih izumov, ki za delovanje uporabljajo tekočerkristalne senzorje;

avtonomno delo: sposobnost samostojnega, odgovornega interaktivnega dela;

skrb za kvaliteto: osebna odgovornost za kvaliteto opravljenega dela;

Navodila za učitelja

1. Uporaba E-gradiva

E-enota na temo **Tekoči kristali** je razdeljena na 2 dela:

- Tekoči kristali 1. DEL – **Vijačni tekoči kristali (struktura in barva)**
- Tekoči kristali 2. DEL – **Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji**

in predstavlja 2 samostojni učni enoti, vsako v dolžini 45 minut. Za izvedbo obeh predlaganih E-učnih enot v sklopu programov srednješolskega izobraževanja, si morajo dijaki najprej pridobiti osnovno znanje o tekočih kristalih, ki je na naslednji strani opredeljeno kot "predznanje". V ta namen se lahko povežeta učitelj kemije in učitelj fizike ter organizirata uvodni pouk na temo Tekoči kristali v obliki medpredmetnega sodelovanja.

Četudi predlagana vsebina ni predvidena v obstoječem učnem načrtu, je za njeno morebitno kasnejšo vključitev priporočljiva izvedba izdelanih E-enot.

Naloga učitelja je, da zagotovi odvijanje pouka v računalniški učilnici, kjer bo imel vsak dijak dostop do svojega računalnika.

Za uporabo E-gradiva je na računalnik potrebno namestiti program Exe-1.04.0 ([prenos programa](#)) in spletni brskalnik **Firefox3** ([prenos programa](#)), ki je na voljo v slovenskem jeziku. Za prikaz animacij pa je potreben program **Adobe Flash Player** ([prenos programa](#)) in **Java** ([prenos programa](#)).

Obe E-enoti sta shranjeni v **elp. formatu**, prav tako pa sta izvoženi v **samostojni spletni strani**. V mapi "Prakticni del" → E-gradiva se nahajata 2 mapi z naslovom:

- Vijačni_tekoci_kristali_1.del
- Vijačni_tekoci_kristali_2.del

Zagon E-enote v obliki spletne strani je omogočen s klikom na ikono "**index**" v sleherni izmed zgornjih map. Najbolje, da učitelj pred pričetkom poskrbi, da se obe mapi s pripadajočo vsebino nahajata na vsakem računalniku.

2. Navigacija med E-gradivom

Za lažje premikanje med gradivom je na voljo meni na levi strani, ki prikazuje posamezne segmente E-enote. S klikom na zapis v meniju se odpre izbrani sklop. Na spodnji desni strani posameznega sklopa je omogočeno premikanje

po gradivu s klikom na "**Naprej**" in "**Predhodni**". Na začetno stran se vrnemo s klikom na "**Domov**".

Pri reševanju nalog dopolnjevalnega tipa je omogočeno vpisovanje besed z malimi ali velikimi tiskanimi črkami. Pri nalogah izbirnega tipa je ponekod dodan namig, ki posreduje dodatne informacije za lažje reševanje naloge.

Animirane prikaze modelov vrtimo tako, da z levo miškino tipko naredimo poteg v želeno smer (levo, desno, gor, dol). Model lahko povečamo ali pomanjšamo z vrtenjem miškega kolesčka. S klikom na desno miškino tipko se odpre meni, v katerem lahko izbiramo med dodatnimi nastavitvami za prikaz interaktivnega modela.

Pred pričetkom E-enote mora učitelj dijake seznaniti s potekom dela ter jih vpeljati v okolje programa Exe. Program je v slovenskem jeziku, kar uporabniku olajša delo. Vsa ostala navodila za delo in reševanje nalog pa dijaki prejmejo na straneh E-enote.

Za **izhod iz programa Exe** je potrebno uporabiti ukaz **Datoteka** → **Izhod**. S klikom na "x" v desnem zgornjem kotu programa namreč ni mogoče zapreti.

Predznanje dijakov

- poznati lastnosti kiralnih molekul;
- razumeti optično aktivnost snovi;
- poznati različna agregatna stanja snovi;
- razumeti fazne prehode snovi;
- poznati lastnosti tekočerkristalne faze;
- poznati obliko molekul tekočih kristalov;
- razumeti pojma pozicijska in orientacijska urejenost;
- znati razdeliti tekoče kristale na: nematične, smektične, holesterične in diskotične ter razumeti njihove lastnosti;
- poznati in razumeti lastnosti tekočih kristalov (dvojni lom, polarizacija, Freederickszov prehod, elektrooptični pojav).

Cilji E-enote

- ponoviti temeljne karakteristike tekočih kristalov;
- razumeti odnose in povezavo med tekočimi kristali in ostalimi agregatnimi stanji snovi (tekoče, trdno, plinasto);
- spoznati strukturo vijačnega nematičnega tekočega kristala;



- opazovati, kako tekoči kristali odbijajo svetlobo različnih barv pri različnih valovnih dolžinah;
- razumeti, zakaj so tekoči kristali obarvani;
- pojasniti, kako sprememba temperature vpliva na barvo, prostornino ter stopnjo urejenosti in dolžino hoda vijačnice termično občutljivih vijačnih tekočih kristalov;
- spoznati sestavo termografske folije in razumeti njen pomen pri spremembi temperature;
- razumeti pomen termografske folije pri izdelavi preprostih termometrov;
- spoznati funkcijo t.i. "razpoloženjskih obližev" pri opazovanju eksperimenta;
- raziskati, kako lahko tekočokristalni temperaturni senzorji zaznajo spremembe, katerih s prostim očesom ne moremo videti;
- sklepati na bolezenska stanja v organizmu (slaba cirkulacija, tumorji,...) na osnovi spremembe temperature holesteričnih tekočih kristalov;
- razmisliti o potencialnih izumih, ki bi delovali na osnovi tekočokristalnih senzorjev;
- sposobnost kritičnega ovrednotenja področij uporabe in učinkovitosti tekočokristalnih senzorjev.

Kompetence

Z operacionalizacijo generičnih kompetenc po klasifikaciji Tuning E-učna enota pri dijakih razvija nekatere bistvene predmetno specifične kompetence:

a) INSTRUMENTALNE

- razumevanje, uporaba znanja: sposobnost prepoznavanja strukturnih fragmentov holesteril benzoata na osnovi 3D modela molekule, uporaba spoznanj o selektivni odbojnosti na primeru lesketanja milnega mehurčka;
- sposobnost učenja: osvežitev poznavanja lastnosti optično aktivnih snovi, razumevanje principa delovanja "razpoloženjskih" obližev na osnovi eksperimenta in sklepanje na spreminjanje temperature na različnih delih telesa s pomočjo grafične analize



- tehnične spretnosti – IKT: sposobnost pridobivanja novega znanja o vijačnih tekočih kristalih kot temperaturnih senzorjih z uporabo računalnika (spletni viri), opazovanje 3D modela molekule holesteril benzoata (rotiranje v različne smeri, prikaz elektronske gostote) ogled videoposnetkov (milni mehurček, nastanek "razpoloženskega" obliža).

b) MEDOSEBNOSTNE

- interdisciplinarno delo: sposobnost povezovanja in aplikacije informacij o tekočih kristalih na področju kemije, biologije, medicine, tehnike, prometa;...
- (samo)kritičnost: sposobnost priznavanja lastnih napak pri reševanju nalog

c) SISTEMSKE

- iniciativnost: sposobnost načrtovanja potencialnih izumov, ki za delovanje uporabljajo tekočokristalne senzorje;
- avtonomno delo: sposobnost samostojnega, odgovornega interaktivnega dela;
- skrb za kvaliteto: osebna odgovornost za kvaliteto opravljenega dela;

Medpredmetna povezava s:

- fiziko (polarizacijski mikroskop, selektivna odbojnost, interferenca)
- biologijo (funkcija "prstanov razpoloženja", "razpoloženski" obliži – sprememba temperature na različnih delih telesa)
- angleškimi jezikom (ogled videa na Youtubeu, delo s tujimi spletnimi viri).
- tehniko (uporaba termometrov in ostalih izumov na principu tekočih kristalov)

1.0 Naslovnica

Tekoči kristali - 1. DEL

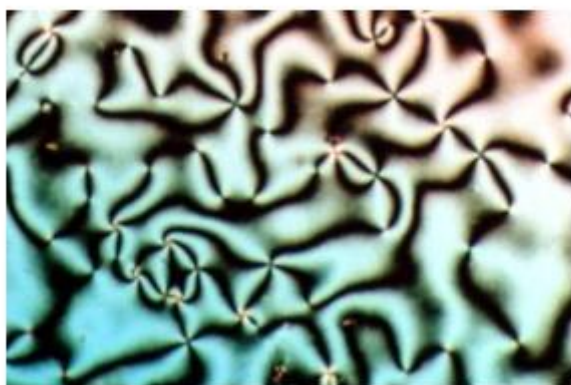
Projekt: "Naravoslovne kompetence za obdobje 2008 – 2011"

Univerza v Mariboru

Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Katedra za Kemijsko izobraževanje

Vijačni tekoči kristali



(Nematična faza tekočega kristala, Vir: Wikipedia)

Avtorica:

Kornelia Žarič

Avgust, 2009

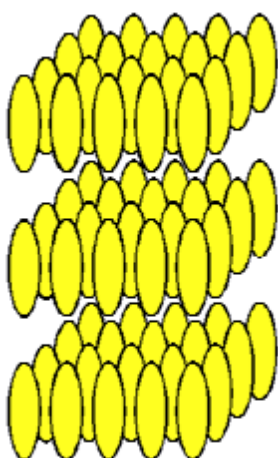
240

2.0 Kaj že veste o tekočih kristalih ?

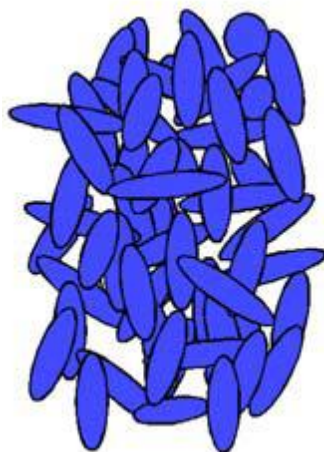
V prejšnjih urah ste spoznali pglavitne lastnosti tekočih kristalov. Preden se lotite spoznavanja novih dejstev, osvežite svoje znanje tako, da rešite spodnje naloge.

Veliko uspeha !

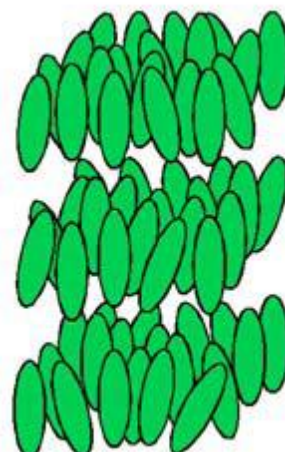
2.1 Prepoznajte **urejenost molekul** v snoveh. Katere izmed spodnjih trditev so pravilne ?



1



2



3

Slika 1 prikazuje urejenost molekul v trdni snovi. *

Slika 2 prikazuje urejenost molekul v tekoči snovi. *

Slika 1 prikazuje urejenost molekul v tekočem kristalu.

Slika 3 prikazuje urejenost molekul v tekočem kristalu. *

Slika 3 prikazuje urejenost molekul v plinasti snovi.

Slika 2 prikazuje urejenosti molekul v trdni snovi.

2.2 **Friedrich Richard Reinitzer** (25.02.1857, Praga - 16.02.1927, Graz), botanik in kemik je v Pragi raziskoval holesterol in njegove derivate. L.1888 je v pismu Ottu Lehmannu, profesorju fizike v Aachnu zapisal, da je zaznal **nenavadno**

obnašanje holesteril benzoata in ga prosil za pomoč pri razumevanju odkritega fenomena. Kaj je imel v mislih F. Reinitzer ?

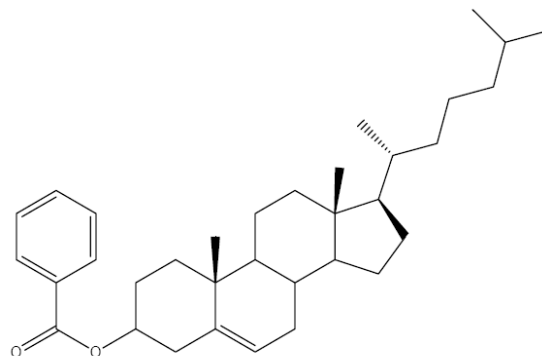
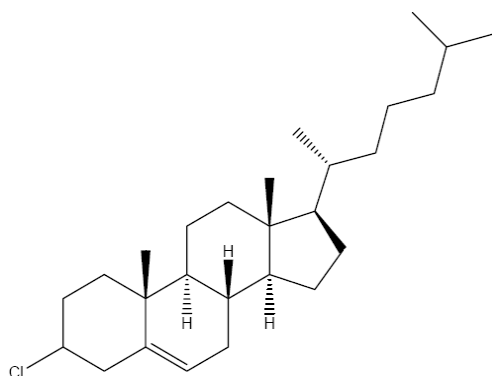
- a) dve vrelišči holesteril benzoata
- b) dve ledišči holesteril benzoata
- c) dve tališči holesteril benzoata *

2.3. Otto Lehmann je nenavadno snov opazoval s polarizacijskim mikroskopom, ki ga je priredil tako, da je vzorcu počasi spreminjal temperaturo. Kaj je ugotovil? Ustrezno dopolnite.

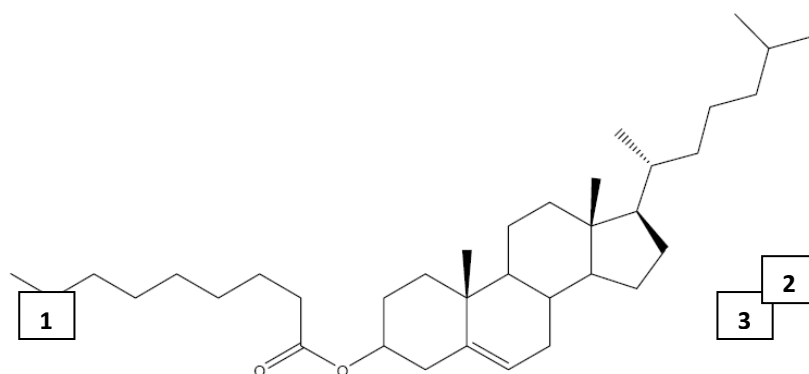
Opazil je, da PREKRIŽANA polarizatorja PREPUŠČATA obarvano svetlobo, če je med njima HOLESTERIL BENZOAT pri temperaturi med obema TALIŠČEMA, ki ju opisuje Reinitzer.

2.4. Tekoči kristali sestojijo iz derivatov **holesterola** ($C_{27}H_{46}O$) . Na osnovi zapisanih imen in molekulskih formul, sklepajte na pripadajoče **strukturne formule** molekul izhodnih snovi. V prazen okvirček vpišite ustrezno številko.

- 1.) holesterol klorid $C_{27}H_{45}Cl$
- 2.) holesteril pelargonat $C_{36}H_{62}O_2$

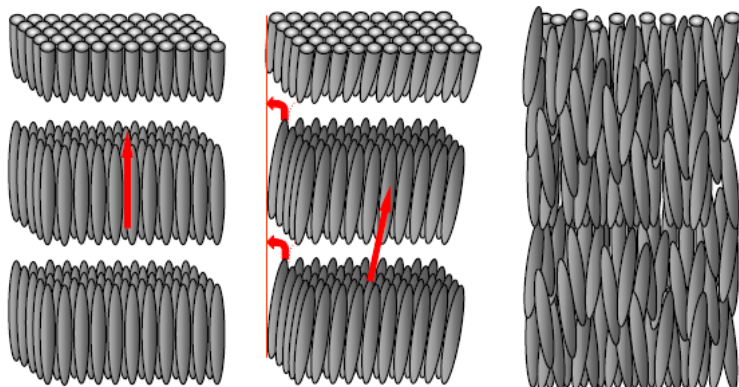


3.) holesteril benzoat $C_{34}H_{50}O_2$



2.5 Katere fotografije tekočih kristalov posnete s polarizacijskim mikroskopom ustrezajo spodaj označenim tekočokristalnim fazam?

V prazen okvirček vpišite ustrezno črko.

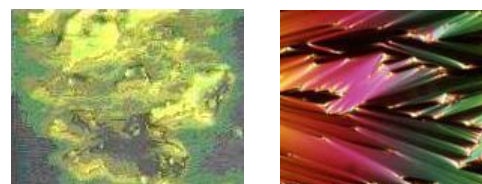


1.) smektična faza A 2.) smektična faza C 3.) nematična faza

b

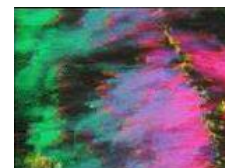
c

a



a

b



c

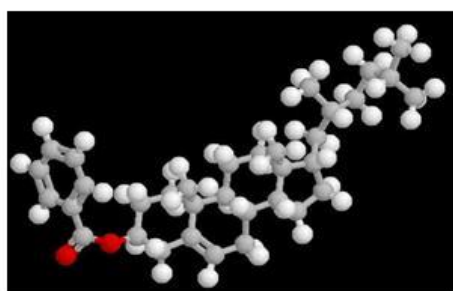
2.6 Oglejte si **3D model molekule holesteril benzoata** in dopolnite spodnje stavke, ki se nanašajo na njegovo strukturo. (Model lahko z miško poljubno vrtite v različne smeri).

Legenda barvnih oznak atomov

siva barva: model atomov ogljika

bela barva: model atoma vodika

rdeča barva: model atoma kisika



Molekulo holesteril benzoata sestavljajo ŠTIRJE šestčlenski in en PETČLENSKI obroč. Stransko alkilno verigo sestavlja pet OGLJIKOVIH atomov. Molekula ima značilno ESTRSKO vez.

(3D Model molekule holesteril benzoata)

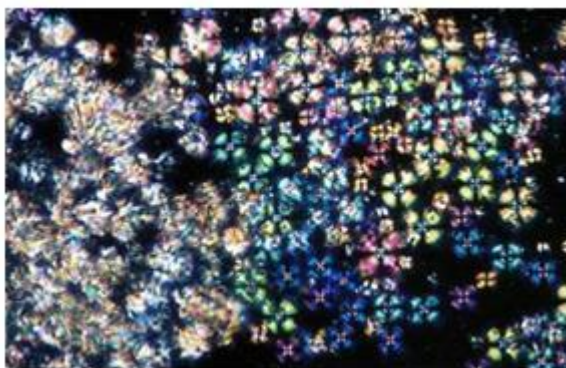
2.7 Katere **strukturne fragmente** vsebuje molekula holesteril benzoata? Izberite pravilne trditve.

$C_6H_5-CH_2-$ *

–CONH–
–OR
–COOR *

3.0 Vijačni tekoči kristali

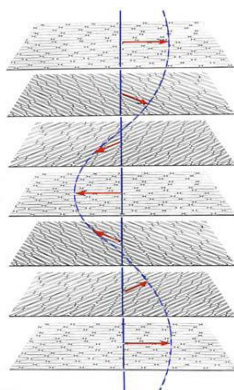
Sedaj, ko ste uspešno osvežili svoje znanje o tekočih kristalih, je čas, da greste še korak naprej. V nadaljevanju te učne enote boste spoznali vijačne tekoče kristale, njihovo nenavadno **strukturo**, pojav **selektivne odbojnosti** ter njihove lepe **mavrične barve**. Ob tem boste dognali, kako na spremembo barve, prostornine, stopnje urejenost in dolžine hoda vijačnice vijačnih tekočih kristalov vpliva **temperatura**.



(fazni prehod tekočega kristala iz nematične (levo) v smektično A fazo (desno) pri opazovanju med prekržanima polarizatorjema. Vir: Wikipedia)

3.1. Struktura vijačnih tekočih kristalov

Vijačni tekoči kristali imajo nenavadno strukturo. Medtem ko v navadni nematični fazi kaže ureditveni vektor povsod v isto smer, se pri vijačnih tekočih kristalih njegova smer v prostoru zvezno spreminja, tako da opisuje vijačnico. Molekule so sicer urejene vzporedno, a ko se pomaknemo malce naprej v smeri pravokotno na ureditveni vektor, se smer urejenosti molekul spremeni. (Tekoči Kristali, 2002)



Slika 1: Struktura vijačnega nematičnega tekočega kristala. Navpična črta predstavlja os vijačnice.

Vijačna struktura je značilna za tekoče kristale, ki jih sestavljajo **kiralne molekule**. Te snovi so **optično aktivne**, kar pomeni, da se linearno polarizirani svetlobi spreminja smer polarizacije, ko potuje skozi optično aktivno snov. (Liquid Crystals, 2009)

Ob pravkar spoznanem dejstvu, da so optično aktivni tudi vijačni tekoči kristali, iz ponujenih odgovorov izberite tiste snovi, ki so **optično aktivne** in jih poznate iz **vsakdanjega življenja** oz. se jih spomnite iz prej obdelanih poglavij. (svoje znanje o optični aktivnosti lahko osvežite v srednješolskem učbeniku za **organsko kemijo** oz. ga razširite na [tej spletni strani](#), str. 6 - 26)

- Glukoza *
- Kalcit
- Mlečna kislina *
- Saharoza *
- Vinska kislina *
- Glicin

3.2. Barva vijačnih tekočih kristalov

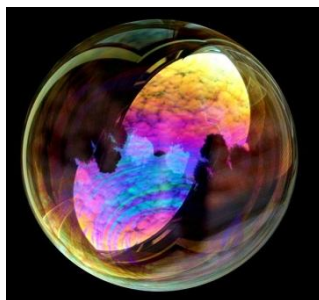
Posebna lastnost vijačnih tekočih kristalov so njihove lepe mavrične barve. Če plast vijačnega tekočega kristala osvetlimo z belo svetlobo in jo gledamo z

večje razdalje, se kaže v eni izmed barv mavrice. Ob spremembi temperature oz. smeri opazovanja, se spremeni tudi tudi barva. (Tekoči Kristali, 2002)

Oglejte si **videoposnetek**, v katerem se **lesketa milni mehurček**. Posebej bodite pozorni na barve. (<http://www.youtube.com/watch?v=Yx0IZlcOJmA>)

Zakaj pride do pojava mavričnih barv v milnem mehurčku? Obkrožite pravilno trditev.

- a) vijačni tekoči kristali selektivno odbijajo več barv
- b) za barvne učinke vijačnih tekočih kristalov so potrebni polarizatorji
- c) vijačni tekoči kristali selektivno odbijajo eno barvo, druge komponente bele svetlobe pa neovirano prepuščajo*



Slika 2: Mavrične barve v milnem mehurčku (Wikipedia, 2009)

Barve pri vijačnih tekočih kristalih so naravna lastnost. Pojav **selektivne odbojnosti** pa je posledica njihove **periodične strukture** v smeri vijačnice.



Slika 3: Phyllobius calcaratus iz vrste žužkov (Wikipedia, 2009)

Vijačni tekoči kristali so prisotni tudi v naravi. V knjigi I.Kuščerja in soavtorjev *Fizika za srednjo šolo II.del* (str. 231) je zapis: *"Krila nekaterih hroščev so videti lepo zelena, če gledamo nanje pravokotno. Ko pa pogledamo od strani, se barva svetlobe spremeni v modro, kar pokazuje, da imamo opravka z interferenco."*

Zelena in modra barva hroščev imata isti vzrok, kot barva tanke plasti vijačnega tekočega kristala. V neki fazi razvoja teh hroščev je kutikula (izloček celic) tekočekristalna snov s kiralnimi molekulami. Čeprav kasneje otrdi, ohrani strukturo vijačne tekočekristalne faze.

Tekoči kristali - 2. DEL

Projekt: "Naravoslovne kompetence za obdobje 2008 – 2011"

Univerza v Mariboru

Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Katedra za Kemijsko izobraževanje

Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji



(Prstani razpoloženja na osnovi tekočih kristalov, Vir: Wikipedia)

Avtorica:

Kornelia Žarić

Avgust, 2009

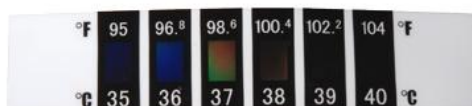
3.3. Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji

Potem, ko ste spoznali nenavadno strukturo vijačnih tekočih kristalov ter njihove lepe barve, se boste v nadaljevanju seznanili še z njihovo **uporabnostjo**.

Vijačni tekoči kristali se lahko uporabljajo **za merjenje temperature**. S temperaturo se spreminja **prostornina, stopnja urejenosti in dolžina hoda vijačnice**, zaradi česar je plast tekočega kristala pri različnih temperaturah različno obarvana. (Liquid Crystals, 2009) Temperaturno območje, v katerem neki vijačni tekoči kristal odbija vidno svetlobo, je odvisno od **kemijske sestave**.

Preverite razumevanje !

Potem, ko ste pozorno prebrali zgornje besedilo, si dobro oglejte spodnjo fotografijo in odgovorite na vprašanje.

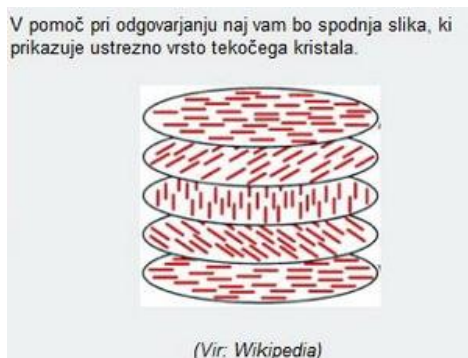


Slika 4: Termometer, ki deluje na osnovi spreminjanja barve holesteričnega tekočega kristala
(<http://www.made-in-china.com>, 2009)

Kaj vpliva na **spremembo barve** na termometru, ki ga prikazuje fotografija ?
Izberite pravilen odgovor.

- Tlak
- Temperatura *
- Prostornina
- Masa

Spodnji stavek dopolnite z manjkajočimi besedami.



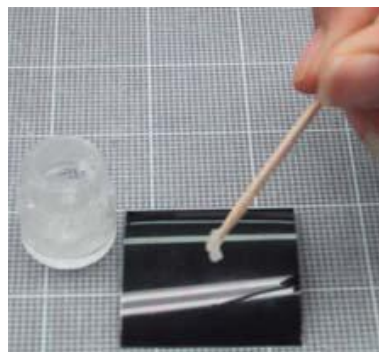
Pri VIJAČNIH tekočih kristalih izkoriščamo lastnost, da spremenijo BARVO, če se spremeni TEMPERATURA.

Katere vrste tekočih kristalov uporabljamo v **termometriji**? Izberite pravilen odgovor.

- a) smektične
- b) nematične
- c) diskotične
- d) holesterične *

3.3.1 "Razpoloženski" obliž – eksperiment (Mood Patch Experiment)

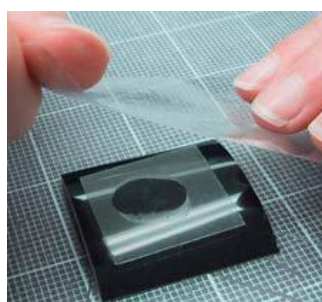
V nadaljevanju boste spoznali izdelavo t.i. "razpoloženskega obliža" in njegovo uporabnost. Za izdelavo potrebujemo mešanico holesteričnih tekočih kristalov, ki sestoji iz 50% holesteril oleil karbonata (COC) in 50% holesteril pelargonata (CP). (Tekoči Kristali, 2002)



slika 5 (Vir: Opticsexcellence.org)

Tanko plast mešanice naneseemo na **termografsko folijo**.

(Termografska folija je plastična folija, na katero je nanešena plast holesteričnih tekočih kristalov, ki je za komercialne namene zaščitena s plastično maso. Ena izmed družb, ki prodaja tovrstne folije je Edmund Scientific. (Tekoči Kristali, 2002))



slika 6 (Vir: Opticsexcellence.org)

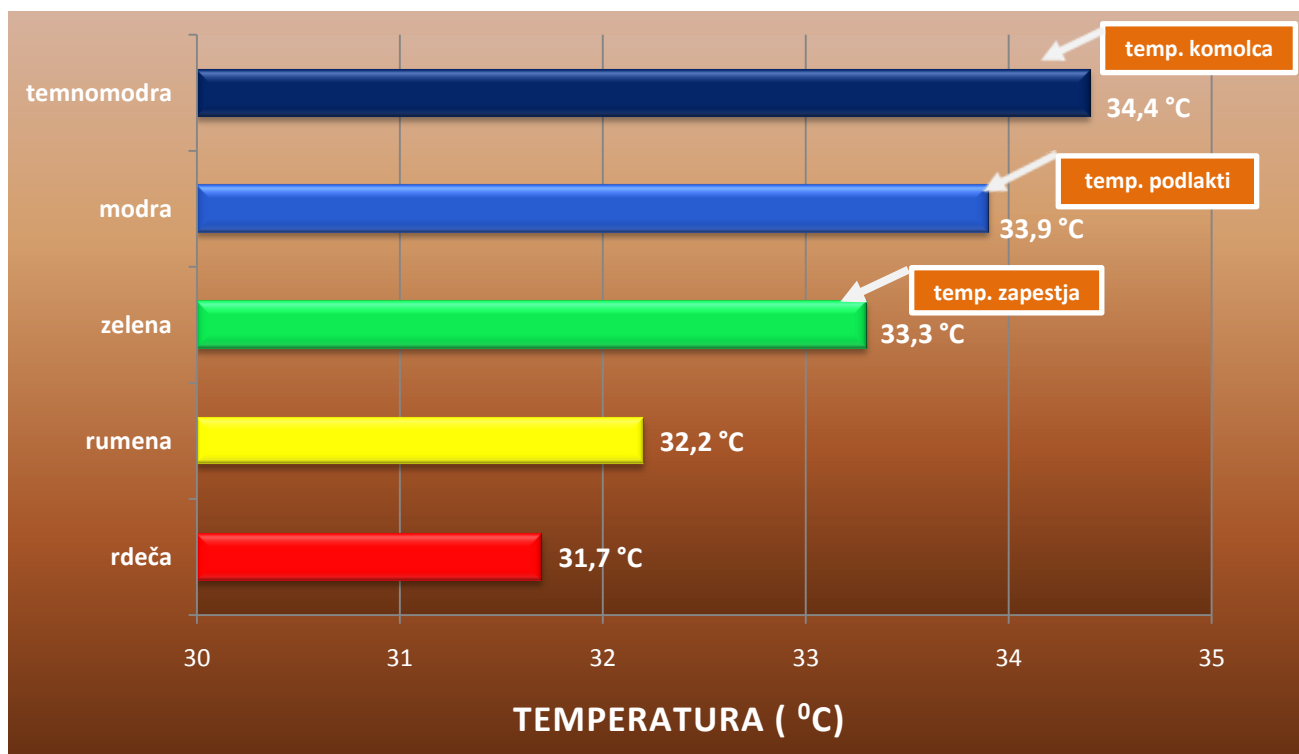
Termografsko folijo premažemo s **črno barvo**.



Slika 7 (Vir: Opticsexcellence.org)

Prilepimo jo na zapestje in opazujemo, kako se **spreminja temperatura** na tem območju.

3.3.2 "Razpoloženski" obliž – analiza



Graf 1: grafičen prikaz barv vidnih na tekočerkristalnem obližu kot funkcija temperature na površini telesa.

Zgornji graf prikazuje učinkovitost mešanice COC in CP za prikaz razpona temperature telesa od rdeče do temno modre barve v temperaturnem intervalu od 31,7 °C do 34,4 °C.

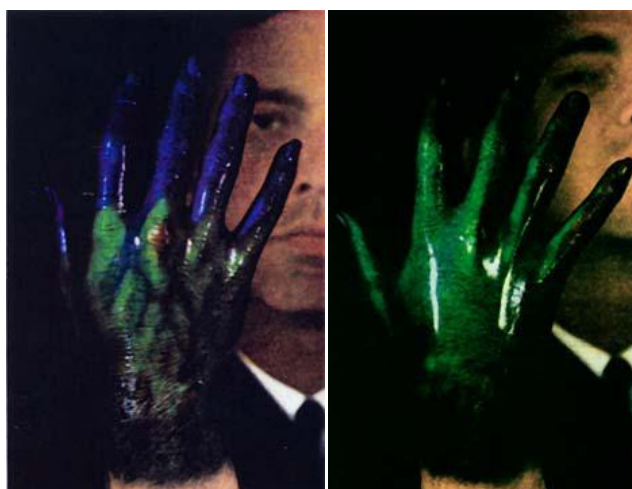
Temperaturne spremembe holesteričnih tekočih kristalov so direktno povezane z njihovo zgradbo. V poznih 60ih letih so znanstveniki uporabljali holesterične tekoče kristale, s katerimi so beležili temperaturne variacije v telesu ter z njimi povezana bolezenska stanja (slabša cirkulacija krvi, tumorji in druge anomalije).

To področje se imenuje termografija. Danes v ta namen uporabljajo infrardeče kamere, ki zaznajo toploto, ki jo generira telo. (Tekoči Kristali, 2002).

Razmislite, zakaj nastanejo barvne razlike? Ustrezno obkrožite.

- a) dolžina vijačnice holesteričnega tekočega kristala je krajša, če ima kristal nižjo temperaturo
- b) dolžina vijačnice holesteričnega tekočega kristala je krajša, če ima kristal višjo temperaturo *
- c) dolžina vijačnice holesteričnega tekočega kristala je daljša, če je kristal hladnejši *

Namig: Morda vam bo v pomoč naslednji videoposnetek. Oglej prične pri 3. minuti. (<http://www.youtube.com/watch?v=hgEgto1xpY>) .



Sliki 8 in 9 (Vir: *Opticsexcellence.org*) prikazujeta moško roko, ki je prekrita s črno barvo, katera vsebuje termično občutljiv holesterični tekoči kristal.

Ena izmed slik prikazuje dobro cirkulacijo krvi po roki, druga pa moteno, zaradi tega ker je moški pred nanosom barve pokadil cigareto. (Liquid Crystal Sensors, 2009)

Na osnovi prej spoznanih dejstev, sklepajte, katera slika se povezuje s spodnjima trditvama. Ustrezno dopolnite.

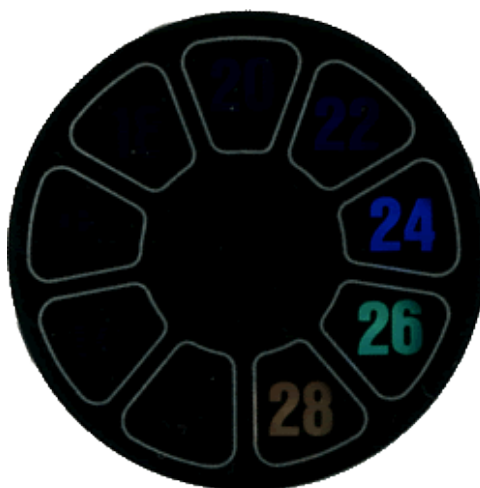
- a) Prsti na sliki __9__ so bili že ob začetku topli, kar je posledica dobre cirkulacije krvi.
- b) Cirkulacija krvi na sliki __8__ je motena zaradi prisotnosti nikotina. Prsti so se ohladili.

4.0 Preverite svoje znanje

Naučili ste se, da lahko vijačne tekoče kristale uporabljamo za merjenje temperature. Imajo namreč lastnost, da ob spremembi temperature, spremenijo barvo. S tovrstnimi termometri lahko merimo telesno temperaturo, sobno temperaturo ali temperature zamrznjenih živil. (Tekoči Kristali, 2002)

Ob uporabi svetovnega spleta raziščite nekaj **prednosti** in **pomankljivosti termometrov na tekoče kristale**. Delo naj poteka v parih. Odprite nov Wordov dokument in vanj vpisujte vaše ugotovitve, katere nato primerjajte v skupinski diskusiji z učiteljem in ostalimi sošolci.

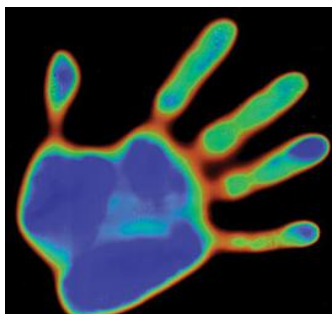
Pomagate si lahko tudi z viroma. [VIR 1](#), [VIR 2](#)



Slika 10: Primerek termometra za merjenje sobne temperature na osnovi spreminjanja barve holesteričnega kristala (Teachers Serving Teachers, 2009)

(**prednosti:** lahki, majhni, poceni, se ne zlomijo. **pomanjkljivosti:** manj natančni kot alkohololni termometri, krajša doba delovanja)

Na spodnji fotografiji si oglejte termografski posnetek površine dlani in ustrezno dopolnite spodnje besedilo.



Slika 11: Termografski posnetek površine dlani (Teachers Serving Teachers, 2009)

Posnetek nastane, ko roko položimo na TERMOGRAFSKO folijo. To je poliestrska folija, na katero naneseemo tanko plast HOLESTERIČNEGA TEKOČEGA kristala in jo prekrijemo s ČRNO barvo.

S kakšno barvo so obarvana topla mesta na roki?

- a) rdečo
- b) zeleno
- c) modro *
- d) črno

Predstavljajte si, da imate na mizi **nekaj kovinskih predmetov**: kovanec, sponko za papir, kovinski kemijski svinčnik **prekritih s termografsko folijo**. Kaj se zgodi, ko folijo **segrevate s sušilnikom za lase** ? Izmed ponujenih odgovorov izberite ustrezno možnost.

Namig: V kolikor imate na voljo termografsko folijo, lahko poskus izvedete tudi v razredu.

- a) predmeti postanejo vidni, ker je folija tam, kjer se dotika kovinskih predmetov hladnejša *
- b) predmeti postanejo vidni, ker je folija tam, kjer se dotika kovinskih predmetov toplejša
- c) predmeti ostanejo nevidni, ker je folija tam, kjer se dotika kovinskih predmetov drugačne barve
- d) folija se skrči, saj se ob dotiku s kovinskimi predmeti ohladi

V prodaji lahko zasledimo t.i. **"Prstane razpoloženja"** (ang. mood rings). Reklamirajo jih z naslednjimi zapisi *"Prstan vam pomaga, da se vidite na nov barvit način. Vaša*

lastna energija bo spodbudila tekoči kristal v samem prstanu, da bo spremenil barvo glede na vaše notranje počutje. Sprostite se in dajte prstanu dovolj časa, da se ogreje do nivoja vaših notranjih emocij."
(<http://www.cangura.com/drugo/razpolozenjski-prstani/>)

Predvidite povezavo med barvo in stanjem razpoloženja. K številkam pripišite ustrezne črke.

1.) rumena -rjava	__b__	a) hudo napeti, nervozni, utrujeni
2.) modra	__c__	b) v stresu, čustveno nervozni
3.) zelena	__e__	c) sproščeni, mirni, srečni
4.) črna	__a__	d) sočutni, prijazni, poduhovljeni
5.) vijolična	__d__	e) mešanih emocij, zelo občutljivi, napeti



Slika 12: "Prstan razpoloženja" (Wikipedia, 2009)

Namig: Pri reševanju naloge si lahko pomagate s spodnjimi viri
http://en.wikipedia.org/wiki/Mood_ring
<http://chemistry.about.com/od/chemistryfaqs/f/moodring.htm>
<http://sheofmermaids.blogspot.com/>

5.0 Poglobite svoje znanje

Tako kot lahko nekateri tekočokristalni senzorji merijo temperaturo, lahko drugi zaznajo gibanje in pritisk, kemikalije, viruse, bakterije in tudi elektriko.

Tvorite **skupine s 4 člani** in nanizajte nekaj zamisli o **potencialnih izumih, ki bi uporabljali tekočokristalne senzorje**. Predloge zapišite v zato predviden prostor v Wordovem dokumentu, ki se pod imenom "*Izumi na osnovi*

tekočerkristalnih senzorjev" nahaja na vašem računalniku. Na voljo imate 5 minut časa. Svoje predloge zaupajte učitelju in ostalim skupinam.

PREDLOG REŠITVE

Zelo koristno bi bilo, če bi ob cestah bili postavljeni znaki, na katerih bi se ob padcu temperature pod ledišče v danem trenutku izpisalo: **"Pazite, led na cesti !"**

Dobrodošel izum bi bili krožniki, na katerih bi se ob prisotnosti bakterij in umazanije izpisalo **"Očisti me !"**

Literatura

- 1) Kuščer I., Moljk A., Krajnc T., Peternej J. *Fizika za srednjo šolo*. I.del, DZS, 1999 in II.del, 2000.
- 2) Vilfan, Marija. *Tekoči kristali – kako jih uporabimo za termometer*. Presek 11, 2002. str. 178 - 183
- 3) Vilfan Marija in Marušević Igor. *Tekoči kristali*. DMFA založništvo, Ljubljana, 2002. str. 79 – 110
- 4) About.Com:Chemistry. *How Do Mood Rings Work*. (pridobljeno 03.05.2009). Dostopno na svetovnem spletu:
<http://chemistry.about.com/od/chemistryfaqs/f/moodring.htm>
- 5) Case Western Reserve University (online).Polymers and Liquid Crystals.*Virtual Laboratory*. (pridobljeno 28.04.2009) Dostopno na svetovnem spletu: <http://plc.cwru.edu/tutorial/enhanced/lab/lab.htm>
- 6) University of Wisconsin-Madison (online).Education and Outreach: Nanotechnology Activity Guides: *Liquid Crystal Sensors*.(pridobljeno 01.05.2009). Dostopno na svetovnem spletu:
<http://mrsec.wisc.edu/Edetc/IPSE/educators/activities/lcSensors.html>

- 7) Wikipedia (online). *Liquid Crystals*. Obnovljeno 02.05.2009 (pridobljeno 22.04.2009). Dostopno na svetovnem spletu:
http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_crystals
- 8) Wikipedia (online). *Liquid Crystal Thermometer*. Obnovljeno 16.03.2009 (pridobljeno 01.05.2009). Dostopno na svetovnem spletu:
http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_crystal_thermometer
- 9) Wikipedia (online). *Mood Rings*. Obnovljeno 04.05.2009 (pridobljeno 02.05.2009). Dostopno na svetovnem spletu:
http://en.wikipedia.org/wiki/Mood_ring

Učiteljeva Evalvacija E-gradiva

"Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji"

Navodilo:

Po izvedbi obeh E-učnih enot pri pouku kemije vas zaprošamo, da E-gradivo evalvirate v skladu z ocenjevalnimi kriteriji predstavljenimi v spodnjih preglednicah. Vsako podano oceno prosim na kratko utemeljite, hkrati pa zapišite vaše predloge za izboljšave, spremembe, dopolnitve E-gradiva. Vaša povratna informacija je zelo dragocena in nam bo koristila pri izboljšanju obstoječih in načrtovanju novih učnih gradiv. Hvala !

Avtorica: Kornelia Žarič

Datum:

Ocenjeval(-ec,-ka)

Šola:

Tehnična ocena		
Vsebovane zvrsti E-gradiva (obkrožite)		Utemeljitev, komentar k oceni
1 Tekst		
2 Slika		
3 Animacija, Video		
4 Zvok		
5 Programsko podprti prikaz vsebine		
Tekst		
Ozadje	primerno/neprimerno	
Črke	primerno/neprimerno	
Berljivost	primerno/neprimerno	
Slika		

Ločljivost	primerno/neprimerno	
Velikost	primerno/neprimerno	
Zvok	primerno/neprimerno	
Animacija, video	primerno/neprimerno	
Programsko podprt prikaz vsebine	primerno/neprimerno	
Namestitvev/priprava za uporabo; Ali jo lahko pravilno izvede laik, ali je dovolj hitra...?	primerno/neprimerno	
Zagon programa / okolja / uporabe gradiva; ali je hiter in natančen ?	primerno/neprimerno	
Odstranitev/zaključek uporabe; ali je hitra in popolna ter pri njej ni potrebna strokovna pomoč ?	primerno/neprimerno	
Ocena uporabniškega vmesnika pri uporabi gradiva		
Orientacija; Ali se da med uporabo (učenjem) hitro in kvalitetno orientirati (kje v gradivu oziroma učni poti pravzaprav smo)? Ali ima gradivo kazalo ?	primerno/neprimerno	
Možnost sledenja; Ocenjuje se možnost sledenja napredka uporabnika gradiv (učečega). Mentor mora imeti možnost bolj ali manj oceniti ali je/ in v kolikšni meri učeči predelal gradivo.	primerno/neprimerno	
Navigacija; Ali struktura gradiva omogoča učečemu, da kvalitetno navigira (naprej, nazaj, ven, ponovno nazaj na isto mesto...) ?	primerno/neprimerno	

Podpora pri delu (namig, povezava na spletno stran.)	primerno/neprimerno	
Skupaj: Tehnično sprejemljiv gradnik	Izbira med Da Ne Pogojno	Če pogojno → seznam pomanjkljivosti oziroma priporočil.

Ocena kakovosti izdelave - kakovosti teksta, grafike, vizualne predstavitve, uporabe multimedije		Utemeljitev, komentar k oceni
Čitljivost in jasnost teksta in grafike, uporaba barv in kontrastov	Primerno/neprimerno	
Slovnična pravilnost besedila ter njegova nedvoumnost	Primerno/neprimerno	
Konsistentna uporaba stilov (velikost besedila, robov)	Primerno/neprimerno	
Nazornost in organiziranost predstavitve na ekranu (vertikalno, horizontalno pomikanje)	Primerno/neprimerno	
Koristna uporaba okvirjev, hiperpovezav, legend oznak	Primerno/neprimerno	
Opis strojne in programske opreme	Primerno/neprimerno	
Skupaj: Tehnično sprejemljivo učno gradivo:	Izbira med Da Ne Pogojno	
Če pogojno → seznam pomanjkljivosti oziroma priporočil.		

Vsebinska ocena		
Ocena učne vsebine in ocena didaktičnega dela oziroma povezave učnih ciljev, vsebine, učnih metod, kompetenc in učečega.		
Vsebina	Možnost izbire DA / NE	Komentar k izbiri
Skladnost učnih ciljev in vsebine učnega gradiva;		
Ali je učna snov in njena predstavitev skladna z učnimi cilji?	DA / NE	

Ali so cilji definirani tako, da so podobni po obsegu in času, ki je potreben za obdelavo učne snovi?	DA / NE	
Definicija učnih ciljev		
Ali so cilji formulirani tako, da omogočajo učečemu razumeti, zakaj bi želel uporabiti učno gradivo?	DA / NE	
Preverjanje znanja Možnost ocenjevanja in kakovostne samoevalvacije pridobljenega znanja;		
Ali so aktivnosti za ocenjevanje skladne z učno vsebino in metodologijo učnih gradiv?	DA / NE	
Ali ocenjevanje meri stopnjo realizacije definiranih učnih ciljev?	DA / NE	
Možnost preverjanja in uporabe znanja;		
Ali lahko učeči na učinkovit način uporabi novo pridobljeno znanje in dobi informacijo o (ne)pravilni uporabi le-tega?	DA / NE	
Ali je preverjanje znanja narejeno tako, da lahko učeči (naredi in) popravi napake in se iz njih uči?	DA / NE	
Ali so naloge za preverjanje znanja skladne z učno snovjo in cilji?	DA / NE	
Ali so naloge raznolike in jasno predstavljene ?	DA / NE	
Ali E-učno gradivo povezuje teoretično znanje s praktičnim ?	DA / NE	
Didaktična vrednost		
Ali se je pouk razlikoval od običajnega pouka pri tem predmetu?	DA / NE	
Učenci so bili samostojnejši pri delu	DA / NE	
Učenci so bili bolj motivirani za delo	DA / NE	
E-gradivo spodbuja logično mišljenje in funkcionalno pismenost	DA / NE	
Omogoča lažjo ponovitev doma in samostojno delo doma	DA / NE	
Ali E-gradivo spodbuja razvoj ključnih kompetenc ?	DA / NE	
Ali E-gradivo spodbuja interese učencev s slikovnimi in multimedijskimi elementi ?	DA / NE	

Ali je v E-učnem gradivu navedenih in zaokroženih dovolj pojmov, podatkov, definicij, osnovnih teorij, ki omogočajo dojeti osnovne zakonitosti in smeri razvoja določenega področja?	DA / NE	
Ali učno gradivo jezikovno ustrezno podaja snov (nazorno, pregledno, razumljivo, dinamično in zanimivo)?	DA / NE	
Ali so posamezna poglavja učnega gradiva grajena pregledno in enotno?	DA / NE	
Ali učno gradivo upošteva osnovne zakonitosti učnega procesa (uvajanje v novo snov, obdelava novih učnih vsebin, aktivnosti za ponavljanje, razmišljanje in povezovanje vsebin, preverjanje)?	DA / NE	
Ali obseg učnega gradiva ustreza času, ki je na voljo v okviru pouka?	DA / NE	
Učni načrt		
Stopnja		
Predmet		
Poglavje, podpoglavje		
Skupaj:	Izbira med	
Vsebinsko sprejemljivo učno gradivo	Da	Ne Pogojno
Če pogojno → seznam pomanjkljivosti oziroma priporočil.		

Skupna ocena E-gradiva:

OCENJEVALNI KRITERIJI	OCENA	UTEMELJITEV	PREDLOGI
(1) vsebinska korektnost			

(2) interaktivnost (naloge za preverjanje razumevanja)			
(3) primernost in kvaliteta multimedijskih elementov (slike, grafi, interaktivni modeli, animacije, filmi)			
(4) citiranost virov			
(5) ustreznost in raznolikost nalog za preverjanje znanja			
(6) oblikovna izvedba in celovitost izdelka			
Celokupna ocena (od 1 – 5)			

Dijakova Evalvacija E-gradiva

"Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji"

Dragi dijaki !

Po izvedbi obeh E-učnih enot pri pouku kemije vas zaprošamo, da E-gradivo evalvirate v skladu z ocenjevalnimi kriteriji predstavljenimi v spodnjih preglednicah. Na ocenjevalni lestvici od 1 – 5 (1 najslabše, se najmanj strinjam; 5 – najboljše, se najbolj strinjam) izberite oceno, ki se vam ob posameznem kriteriju zdi najbolj primerna. Na zadnja štiri vprašanja odgovorite opisno. Vaša povratna informacija je zelo dragocena, saj nam bo koristila pri izboljšanju obstoječih in načrtovanju novih učnih gradiv. Hvala !

Avtorica: Kornelia Žarić

Datum:

Ime in priimek

Šola:

Tehnična ocena					
Vsebovane zvrsti E-gradiva (obkrožite)					
1 Tekst					
2 Slika					
3 Animacija, Video					
4 Zvok					
5 Programsko podprti prikaz vsebine					
Tekst					
Ozadje	1	2	3	4	5
Črke	1	2	3	4	5
Berljivost	1	2	3	4	5
Slika	1	2	3	4	5

Ločljivost	1	2	3	4	5
Velikost	1	2	3	4	5
Zvok	1	2	3	4	5
Animacija, video	1	2	3	4	5
Programsko podprt prikaz vsebine	1	2	3	4	5
Namešitev/priprava za uporabo; Ali jo lahko pravilno izvede laik, ali je dovolj hitra...?	1	2	3	4	5
Zagon programa / okolja / uporabe gradiva; ali je hiter in natančen ?	1	2	3	4	5
Odstranitev/zaključek uporabe; ali je hitra in popolna ter pri njej ni potrebna strokovna pomoč ?	1	2	3	4	5
Ocena uporabniškega vmesnika pri uporabi gradiva					
Orientacija; Ali se da med uporabo (učenjem) hitro in kvalitetno orientirati (kje v gradivu oziroma učni poti pravzaprav smo)? Ali ima gradivo kazalo ?	1	2	3	4	5
Navigacija; Ali struktura gradiva omogoča učečemu, da kvalitetno navigira (naprej, nazaj, ven, nazaj na isto mesto) ?	1	2	3	4	5
Podpora pri delu (namig, povezava na spletno stran.)	1	2	3	4	5
Ocena kakovosti izdelave - kakovosti teksta, grafike, vizualne predstavitve, uporabe multimedije					
Čitljivost in jasnost teksta in grafike, uporaba barv in kontrastov	1	2	3	4	5
Slovnična pravilnost besedila ter njegova nedvoumnost	1	2	3	4	5
Konsistentna uporaba stilov (velikost besedila, robov)	1	2	3	4	5
Nazornost in organiziranost predstavitve na ekranu (vertikalno, horizontalno pomikanje)	1	2	3	4	5
Koristna uporaba okvirjev, hiperpovezav, legend oznak	1	2	3	4	5

Opis strojne in programske opreme	1	2	3	4	5

Vsebinska ocena					
Ocena učne vsebine in ocena didaktičnega dela oziroma povezave učnih ciljev, vsebine, učnih metod, kompetenc in učečega.					
Vsebina					
Možnost preverjanja in uporabe znanja:					
Ali E-gradivo na učinkovit način omogoča uporabo novega pridobljenega znanja in pridobitev informacije o (ne)pravilni uporabi le-tega?	1	2	3	4	5
Ali so naloge raznolike in jasno predstavljene ?	1	2	3	4	5
Ali je preverjanje znanja narejeno tako, da lahko naredite in popravite napake in se iz njih učite?	1	2	3	4	5
Ali E-gradivo povezuje teoretično znanje s praktičnim ?	1	2	3	4	5
Didaktična vrednost					
Ali se je pouk razlikoval od običajnega pouka pri tem predmetu?	1	2	3	4	5
Ali ste bili pri delu samostojnejši ?	1	2	3	4	5
Ali ste bili bolj motivirani za delo ?	1	2	3	4	5
Ali E-gradivo spodbuja logično mišljenje ?	1	2	3	4	5
Ali E-gradivo spodbuja vaše interese s slikovnimi in multimedijskimi elementi ?	1	2	3	4	5
Ali je v E-učnem gradivu navedenih in zaokroženih dovolj pojmov, podatkov, definicij, osnovnih teorij, ki omogočajo dojeti osnovne zakonitosti in smeri razvoja določenega področja?	1	2	3	4	5
Ali učno gradivo podaja snov nazorno, pregledno, razumljivo dinamično, zanimivo?	1	2	3	4	5
Ali so posamezna poglavja učnega gradiva grajena pregledno in enotno?	1	2	3	4	5
Ali učno gradivo upošteva osnovne zakonitosti učnega procesa (uvajanje v novo snov, obdelava novih učnih vsebin, aktivnosti za ponavljanje, razmišljanje in povezovanje vsebin, preverjanje)?	1	2	3	4	5

Ali obseg učnega gradiva ustreza času, ki je na voljo v okviru pouka?	1	2	3	4	5

1.) Kako se je ob uporabi E-gradiva pouk razlikoval od običajnega? V čem je bil drugačen?

2.) Kaj vam je bilo pri uporabi E-gradiva najbolj všeč?

3.) Ali bi si želeli še več takšnega pouka in zakaj?

4.) Podajte predloge, nasvete, pripombe glede uporabljenega E-gradiva.

Vodeno Aktivno Učenje Kemije

Iztok Devetak in Saša A. Glažar

Navodila za učitelje

Vodeno Aktivno Učenje Kemije –VAUK poteka v okolju, kjer so učenci, dijaki ali študenti (v nadaljevanju kar učenci) aktivno vključeni v proces učenja kemije. Pri tem razvijajo pomembne spretnosti z delom, ki si ga sami organizirajo, in je prilagojeno njihovim sposobnostim. To delo temelji na vodenih aktivnostih. Učenci morajo za doseganje učnih ciljev, zastavljenih v posameznih aktivnostih, s procesom raziskovanja na različnih stopnjah zahtevnosti, oblikovati specifične zaključke.

Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)

VAUK izobraževalna strategije je pristop k učenju in poučevanju kemije, ki temelji na pristopu, ki so jo razvili na osnovi raziskovalnih rezultatov učenja in poučevanja v ZDA. Imenuje se Process Oriented Guided Inquiry Learning – POGIL, ki temelji na trenutnih spoznanjih kognitivnih učnih teorij in raziskovanja razrednih situacij. Rezultati teh raziskav so pokazali, da se učenci največ naučijo in tudi izboljšajo učne strategije, če so sami aktivno vključeni v proces učenja in imajo možnost, da sami konstruirajo svoje znanje. Pri tem je tudi pomembno, da se je proces učenja nekoliko obrnil in da učitelj ni več center poučevanja in s tem učenja, ampak so center učenci.

POGIL temelji tudi na ugotovitvah, da poučevanje samo z govorjenjem učitelja za večino učencev ni dovolj, saj imajo učenci, ki so vključeni v interaktivno skupino vrstnikov, več možnosti za uspeh pri pridobivanju novega znanja. Pomemben je tudi vidik, da je znanje osebno, to pomeni, da imajo učenci večji interes za učenje, da razvijejo boljši odnos do vsebine, ki se jo



učijo in imajo s tem možnost, da sami skonstruirajo razumevanje določenih pojmov povezanih v smiselne celote.

Pri tem *POGIL* poudarja, da se učenci bolj poglobljeno z razumevanjem naučijo tiste vsebine, pri katerih imajo možnost, da se aktivno vključijo v proces učenja. Pri tem razmišljajo o vsebini, ki se jo učijo, se naučijo delati v skupini (običajno štirje učenci). Svoje znanje konstruirajo z analizo podatkov in razpravo o idejah povezanih z učno vsebino. Razvijajo ustno in pisno komunikacijo ter timsko delo. Tako postanejo pojmi razumljivejši in učenci pridobijo tudi sposobnosti reševanja problemov. Ugotovljeno je tudi, da okolje delovanja v skupini z uporabo raziskovalnih metod dela spodbuja učence in omogoča učitelju takojšnjo in stalno povratno informacijo o učenčevem razumevanju obravnavanih pojmov in njihovih povezavah ter o morebitnih napačnih razumevanjih. Pri takem načinu delu učenci spoznajo, da je logično mišljenje, ki si ga razvijajo pri delu v skupini, pomemben vidik učenja in ne predstavlja le način pridobivanja pravih odgovorov, ki se oblikujejo pri delu v skupini. Tako delo spodbuja timsko učenje, saj učenje ni le memoriranje dejstev, ampak je interaktivni proces spreminjanja razumevanja pojmov in razvijanje specifičnih spretnosti posameznika. Proces metakognicije je pri *POGIL* pristopu učenja kemije pomemben, saj omogoča, da se učenec zaveda procesa učenja skozi samorefleksijo, samoevalvacijo, samostojnim načrtovanjem in samoregulacijo izobraževalnega procesa. *POGIL* aktivnosti tako oblikujejo učni krog, ki zajema raziskovanje, spoznavanje pojmov z razumevanjem in uporabo naučenega na novih situacijah. Pri tem je učitelj le usmerjevalec in nudi pomoč učencu v učnem procesu (Hanson, 2007; <http://new.pogil.org/>).

VODENO AKTIVNO UČENJE KEMIJE - VAUK

Vodeno Aktivno Učenje Kemije – VAUK ima osnovo v *POGIL* pristopu, vendar so učne enote zasnovane nekoliko drugače. S pomočjo učne enote, ki

obsega zaključeno učno vsebino, se učenci v skupini samostojno, ali po potrebi ob pomoči učitelja (s postavljanjem dodatnih vprašanja, ki usmerjajo proces mišljenja znotraj skupine, na katera pa učitelj ne odgovori), učijo izbrano vsebino. Skupino tvorijo štirje ali pet učencev, vsak pa ima znotraj skupine določeno nalogo in sicer je lahko vodja, zapisnikar, poročevalec ali pa tehnik. Znotraj skupine se učenci za posamezno učno enoto dogovorijo o vlogah. V kolikor se učenci ne zedinijo, kdo bo imel določeno vlogo, se vloge določijo z žrebom.

Učne enote imajo specifične dele, ki si v določeni sekvenci sledijo in vodijo učenca skozi njo. Na koncu učne enote naj bi učenci bili sposobni rešiti problem povezan z obravnavano učno vsebino. Specifični deli učnih enot so: (1) Naslov, (2) Zakaj se to učim?, (3) Učni cilji, (4) Učni dosežki, (5) Predhodno znanje, (6) Viri, (7) Novi pojmi, (8) Podatki in modeli, (9) Ključna vprašanja, (10) Naloge za vajo, (11) Ali razumem? in (12) Problemske naloge.

Vsak *naslov* učne enote je podan kot problemsko vprašanje, ki se največkrat nanaša na konkretno situacijo v okolju, ki je učencu bolj ali manj poznana.

Nato so učencu najprej predstavljeni razlogi, zakaj je potrebno neko vsebino spoznati in razumeti pojme, ki jo definirajo. Tako je v rubriki *Zakaj se to učim?* v širšem kontekstu predstavljena vsebina učne enote, ki nakazuje možne odgovore na vprašanje postavljeno v naslovu.

Rubriki *Učni cilji* in *Učni dosežki* so navedeni pred konkretnimi aktivnostmi, ki jih morajo učenci opraviti, da dosežejo zastavljene cilje učne enote. Učni cilji opišejo, kaj se bodo učenci naučili, in so povezani s cilji nacionalnega učnega načrta za kemijo in kompetencami, ki jih morajo učeneci doseči. Učitelj lahko predlagane učne dosežke uporabi za snovanje lastnih preizkusov znanja.

Predhodno znanje podaja tiste pojme oz. učne vsebine potrebne, da učenec razume nove pojme, modele in podatke, ki so navedeni v novi učni enoti.

Rubrika *Viri* podaja tiste dodatne vire oz. literaturo, kjer bodo učenci lahko našli potrebne dodatne informacije o obravnavani učni vsebini.

Novi pojmi, ki se jih bodo učenci naučili v učni enoti, so navedeni brez njihovih definicij.

Z rubriko *Podatki in modeli* se v učni enoti prične konkretno delo učencev, saj morajo ta del učenci natančno prebrati in se o njih pogovoriti znotraj skupine. Ta del učne enote podaja učno vsebino in omogoča učencem iskanje odgovorov na vprašanja v naslednjih delih učne enote. Modeli v tem primeru ne pomenijo fizičnih modelov, submikropredstavitev ali kakšnih drugih modelov, s katerimi se v kemiji srečujemo, temveč modele, ki vodijo razmišljanje o novih pojmi in so lahko različne slike, tabele, simbolni zapisi in drugo. Na osnovi teh modelov učenci spoznajo nove pojme in zakonitosti.

Odgovori na *Ključna vprašanja* zajemajo tiste informacije, ki jih lahko učenci najdejo v rubriki *Podatki in modeli*. Ključna vprašanja tako ponovno vodijo učence k natančnejšem branju in medsebojnem pogovoru o vsebini, ki jih podaja rubrika *Podatki in modeli*. Pri iskanju odgovorov na ključna vprašanja morajo učenci podatke analizirati in iskati povezave med njimi in sinteze ovrednotiti. Na tak način učenci sami razvijajo višje kognitivne ravni. Vprašanja vodijo učenca k odkrivanju pomembnih pojmov in povezav med njimi ter razvijajo njihovo razumevanje.

Novo pridobljeno znanje specifične učne vsebine nato učenci uporabijo pri reševanju enostavnejših primerov v rubriki *Naloge za vajo*. To delo doprinese k razvijanju samozavesti učencev pri uporabi novega znanja.

Rubrika *Naloge za vajo* se lahko nadgradijo v rubriki *Ali razumem?*, kjer učenci z odgovori na serijo vprašanj znanje nadgradijo in sami ugotovijo ali so razumeli vsebino predstavljeno v učni enoti. Ta rubrika je namenjena predvsem procesu metakognicije in se nadaljuje v zadnjo najzahtevnejšo fazo učenja to je reševanje problemskih nalog.

Zadnjo stopnjo predstavlja rubrika *Problemske naloge*, kjer morajo učenci s pomočjo sinteze in evalvacije novega znanja, transfera znanja v nov kontekst in z uporabo specifičnih strategij, rešiti problem.

SMERNICE IZVEDBE VAUK PRISTOPA V RAZREDU

Učitelj pristopi k uvajanju VAUK izobraževalne strategije tako, da jo najprej ustno predstavi vsem učencem v razredu. Predstavitev naj vsebuje natančen opis vseh specifičnih delov učnih enot, s predstavitvijo pomena posameznega dela tako, kot je navedeno zgoraj. Tako predstavitev enot učitelj opravi samo prvič, ko se učenci srečajo z VAUK izobraževalno strategijo. Potem, ko so učenci prvič uporabili učno enoto VAUK pri učenju kemije, podrobne predstavitve tovrstnega načina dela niso potrebne, ker so vse učne enote sestavljene na podoben način.

Ko učitelj predstavi pristop dela, razdeli učence v skupine po štiri ali pet, znotraj skupine pa si učenci samostojno ali z žrebom razdelijo vloge. Te vloge so: vodja, zapisnikar, poročevalec in tehnik. Vodja ima vlogo vodenja skupine tako, da vsi člani enakovredno sodelujejo v timskem delu, razpravah in iskanju rešitev problemov postavljenih v učnih enotah. Pri tem je pomembno, da je vodenje skupine demokratično. Zapisnikar še posebej natančno spremlja odločitve celotne skupine in poleg zapisovanja rešitev v delovne liste učne enote zapisuje tudi morebitne druge ugotovitve timskega dela, ki bi lahko bile relevantne za proces učenja nove učne vsebine. Poročevalec je tisti član skupine, ki na osnovi dela v skupini pripravi kratko poročilo (največ 2 min), ki ga na koncu učne ure predstavi ostalim skupinam. Poročilo naj vsebuje predvsem izpostavi morebitne težave, na katere je pri delu naletela skupina. Tehnik ima vlogo vodenja aktivnosti z glasnim branjem vprašanj na katere člani skupine v razpravi iščejo odgovore. Vodja skupine lahko vlogo bralca vprašanj dodeli tudi drugim članom skupine, tako da si to vlogo vsi člani izmenjujejo.

Ko imajo vsi člani skupine dodeljeno vlogo pričnejo z delom. Posamezna VAUK učna enota je zasnovana za okoli 35 min dela učencev, kar mora učitelj upoštevati pri načrtovanju poteka učne ure. V kolikor učenci ne dokončajo dela v predpisanem času lahko nadaljujejo z delom v naslednji uri. Učitelj vsem učencem razdeli delovne liste z učno enoto. Učenci najprej samostojno preberejo prvi del enote, od prvega – *Naslov* do vključno osmega dela – *Podatki in modeli*. Nato tehnik prebere prvo vprašanje v devetem delu – *Ključna vprašanja* in z diskusijo in ponovnim branjem dela – *Podatki in modeli* člani skupine razpravljajo in iščejo po njihovem mnenju najustreznejši odgovor na posamezno vprašanje. Zapisnikar pri tem zapisuje vse relevantne podatke in ugotovitve, ki jih učenci v skupini povedo. Ko učenci oblikujejo odgovor, ga zapišejo na za to določeno mesto na delovnih listih. Delo v skupini usmerjajo ključna vprašanja. Učitelj spremlja delo učencev v skupinah. Če znotraj skupine učenci ugotovijo, da potrebujejo pomoč, vodja skupine pokliče učitelja in mu predstavi problem. Učitelj ne pove rešitve problema, temveč zastavi dodatna enostavnejša vprašanja in jim nakaže pot do rešitve. Učitelj na ta način skuša usmerjati razmišljanja članov skupine. Vsa vprašanja učitelja si zapisnikar zapiše, tako da jih člani skupine ponovno preberejo in nanje odgovorijo. V kolikor učenci naletijo na težave pri iskanju odgovorov na vprašanja, si lahko pomagajo tudi z učbeniki ali pa uporabijo medmrežje. Pri tem je pomembno, da ima vsaka skupina svoj računalnik in medmrežno povezavo ter da so učenci sposobni ovrednotiti pridobljene podatke na spletu z vidika strokovne neoporečnosti. Pri tem jim je lahko v pomoč učitelj. Ko člani skupine odgovorijo na vsa ključna vprašanja, na podoben način nadaljujejo reševanje ostalih nalog za vajo in problemskih nalog.

Določene VAUK učne enote so lahko zasnovane tako, da morajo učenci pri iskanju odgovorov na ključna vprašanja, pri reševanju nalog za vajo in problemskih nalog, narediti tudi enostavne poskuse. Pri tem je pomembno, da ima vsaka skupina učencev svoj set pripomočkov in kemikalij za izvedbo

poskusov, ki jih pred izvedbo pouka pripravi učitelj. Učenci naj v skupini izvajajo poskuse po navodilih, ki so zapisana na delovnih listih učne enote in izpolnijo tabele z opažanji in sklepi ter odgovorijo na vprašanja.

Ko vse skupine zaključijo po približno 35 min z delom, sledi 2 min poročanje vseh skupin o morebitnih težavah pri delu z učnimi enotami. Učitelj proces poročanja vodi in predlaga morebitne rešitve nastalih težav pri timskim delom. V kolikor učenci v predpisanem času ne opravijo vsega dela povezanega z eno učno enoto, nadaljujejo z učenjem pri naslednji uri, delo pa se zaključi s poročanjem in ponovitvijo novih pojmov in povezav med njimi.

Učna enota: Zakaj sadje diši?

Zakaj se to učim?

Estri so spojine, ki so pogoste v naravi in so pomembne za naše življenje. Mnogi estri imajo prijeten vonj, cvetovi rastlin zaradi njih dišijo. Maščobe so tudi estri. Poznavanje estrov in strukture njihovih molekul je pomembno za razumevanje lastnosti snovi v katerih so.

Učni cilji

- poznajo reakcije, pri kateri nastanejo estri
- poznajo funkcionalno skupino značilno za estre
- razumejo reakcijo estrenja kot obojesmerno reakcijo

Učni dosežki

- razumejo kemijsko zgradbo molekul estrov
- so sposobni iz formul molekul spojin prepoznati formule molekul estrov

Predhodno znanje

- poznajo in razumejo obojesmernost (reverzibilnost) kemijskih reakcij in kemijsko ravnotežje kot dinamični proces
- poznajo vpliv katalizatorja na potek kemijskih reakcij
- razlikujejo med osnovnimi vrstami organskih kisikovih spojin in poznajo značilne funkcionalne skupine v njihovih formulah

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo za 9. razred osnove šole in za kemijo za gimnazije 1 in 2 ter s podatki na medmrežju

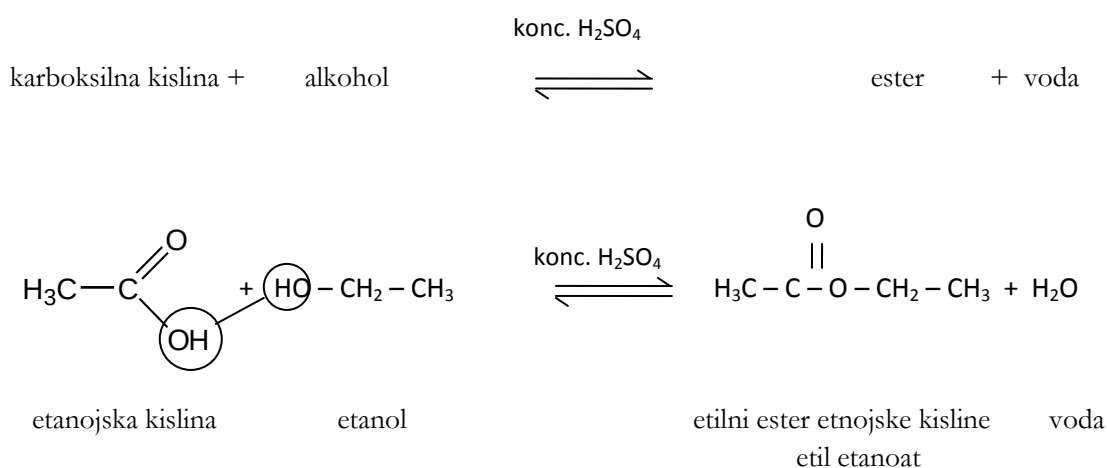
Novi pojmi

Ester, estrenje

Podatki in modeli

Pri reakciji med karboksilnimi kisljinami in alkoholi nastanejo estri. Reakcija poteče ob prisotnosti katalizatorja, ki je običajno koncentrirana žveplova(VI) kislina H_2SO_4 . Ester in voda lahko reagirata nazaj, da nastaneta karboksilna kislina in alkohol.

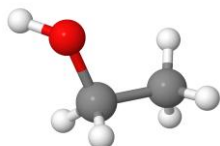
Model 1: Enačba za reakcijo med etanojsko kislino in etanolom:



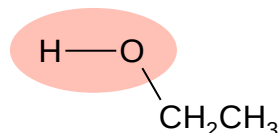
Pri reakciji med etanojsko kislino in etanolom nastane etilni ester etanojske kisline, ki ga imenujemo etil etanoat. Ester etil etanoat in voda lahko reagirata nazaj, da nastaneta etanojska kislina in etanol. Ker reakcija poteka v obe smeri, je obojesmerna reakcija. V reakcijski zmesi so prisotni reaktanti in produkti. Večina reakcij med organskimi molekulami je obojesmernih.

Model 2. Modeli in formule reaktantov in produktov estrenja

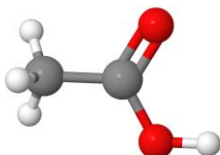
model molekule etanola



formula etanola; značilna funkcionalna skupina molekul alkoholov

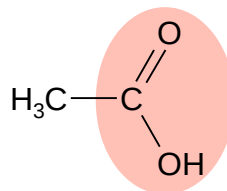


model molekule etanojske kisline

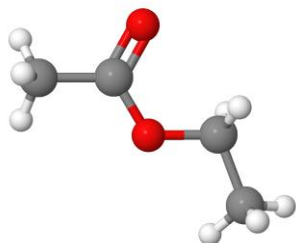


formula etanojske (ocetne) kisline

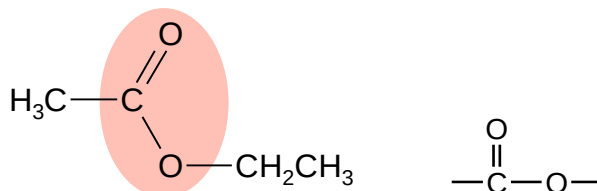
značilna funkcionalna skupina molekul karboksilnih kislin



Model molekule estra



formula estra, značilna skupina za molekule estrov



Ključna vprašanja

1. Označi funkcionalne skupine v modelih molekul in imenuj skupine kisikov organskih spojin, katerih modele ponazarjajo te molekule.

Spojina	Ime spojine	Funkcionalna skupina

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{H}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$		

Rešitev:

Spojina	Ime spojine	Funkcionalna skupina
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$	<i>etanol</i>	$-\text{OH}$
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{H}$	<i>etanal</i>	$-\text{C}(=\text{O})\text{H}$
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$	<i>propanon</i> <i>acetone</i>	$-\text{C}(=\text{O})-$
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	<i>etanojska kislina</i> <i>ocetna kislina</i>	$-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$	<i>dietileter</i>	$-\text{O}-$
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$	<i>metil etanoat ali metilni</i> <i>ester etanojske kisline</i>	$-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$

2. Kako označimo v kemijski enačbi, da ponazarja ravnotežno reakcijo?



3. Katere spojine so v ravnotežju pri reakciji estrenja?

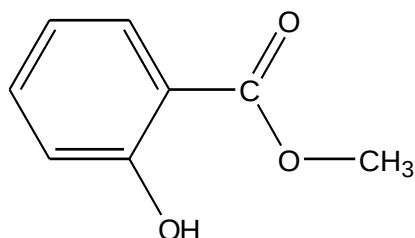
V ravnotežju so poleg estra tudi karboksilna kislina, alkohol in voda.

4. Kaj pomeni, da je ravnotežje pri kemijski reakciji dinamično?

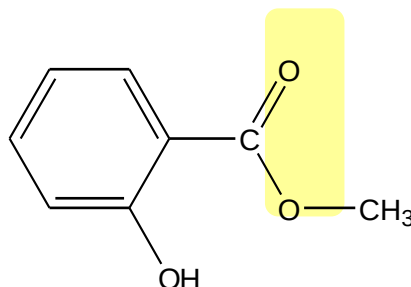
Ravnotežje je dinamično, ker poteka reakcija v obeh smereh enako hitro.

Naloge za vajo

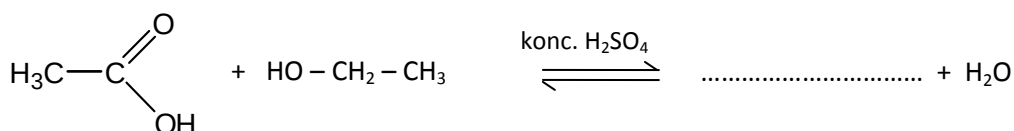
1. V formuli estra označi značilno funkcionalno skupino.



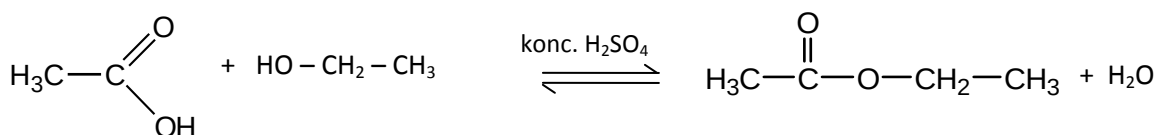
Rešitev:



2. Dopolni enačbo estrenja.



Rešitev:



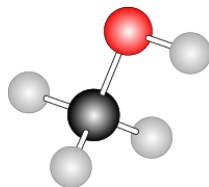
3. Katere snovi so v ravnotežju pri reakciji, ki jo ponazarja zgornja enačba?
Molekule etanojske (ocetne) kisline, molekule etanola, molekule etil etanoata, molekule vode.

4. Kje najdemo estre v naravi?

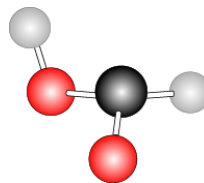
Estri imajo prijeten vonj, cvetovi rastlin zaradi njih dišijo. Enako tudi sadje. Masti in olja so estri.

Ali razumem?

1. Na sliki sta modela molekule alkohola in molekule karboksilne kisline. Napiši racionalni formuli alkohola in kisline.



Rešitev: $\text{CH}_3\text{-OH}$



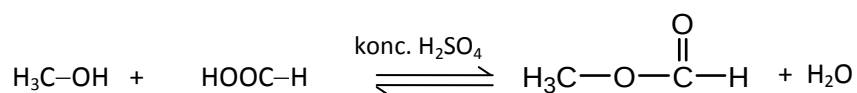
H-COOH

2. Imenuj alkohol in kislino.

metanol *metanojska kislina*

3. Napiši enačbo za reakcijo med alkoholom in kislino, ki ju ponazarjata zgornja modela.

Rešitev:



4. Imenuj nastala produkta pri reakciji.

Metilni ester metanojske kisline (ali metil metanoat) in voda

Učna enota: Kaj so maščobe?

Zakaj se to učim?

Maščobe niso pomembne le za prehrano, ampak se uporabljajo tudi kot maziva, pri proizvodnji lakov in barv ter v druge namena. Osnova zgradba molekul maščob je enaka, razlikujejo pa se po vezanih maščobnih kislinah na alkohol propan-1,2,3-triola (glicerol). Glede na to imajo maščobe različne lastnosti in s tem tudi uporabo.

Učni cilji

- vedo, da maščobe uvrščamo med lipide
- razumejo zgradbo molekul maščob
- znajo iz strukturne formule molekule maščobe razbrati, katere maščobne kisline so vezane v molekuli
- razlikujejo nasičene in nenasičene maščobne kisline
- vedo, kako vplivajo vezane maščobne kisline v molekulah maščob na lastnosti maščob
- poznajo razliko med zgradbo molekul maščob v masteh in oljih

Učni dosežki

- vedo, katere snovi uvrščamo med lipide
- prepoznajo strukturne formule molekul trigliceridov
- v molekulah razlikujejo med polarnim in nepolarnim delom
- znajo iz strukturne formule molekule maščobe razbrati, katere maščobne kisline so vezane v molekuli
- znajo iz tabele, v kateri so razvrščene formule maščobnih kislin, razbrati značilnosti njihovih molekul
- razumejo enačbo, ki ponazarja nastanek enostavne maščobe

- so sposobni napovedati agregatno stanje maščobe glede na zgradbo molekul v njej
- vedo, kako shranjujemo maščobe

Predhodno znanje

- poznajo zgradbo molekul alkoholov in karboksilnih kislin
- poznajo in razumejo reakcijo estrenja kot obojesmerno reakcijo
- razumejo zgradbo estrov
- znajo iz zgradbe molekule sklepati na polarni in nepolarni del molekule

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in za kemijo za gimnazije 2 in s podatki na medmrežju.

Novi pojmi

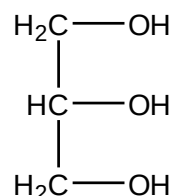
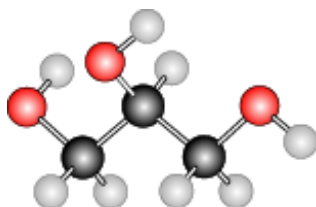
Lipidi, glicerol, maščobne kisline.

Podatki in modeli

Maščobe uvrščamo med lipide. Lipidi se ne topijo v vodi, topni pa so v nepolarnih organskih topilih. Lipide lahko glede na zgradbo razdelimo v lipide, ki so estri in lipide, ki niso estri. Lipidi, ki so estri so voski, trigliceridi (masti, olja), fosfolipidi in glikolipidi. Lipidi, ki niso estri so steroidi, terpeni in prostaglandini.

Maščobe so trigliceridi, ki nastanejo iz alkohola propan-1,2,3-triola (glicerola) in karboksilnih kislin. Iz modela molekule alkohola propan-1,2,3-triola (glicerola) je razvidno, da so v molekuli tri hidroksilne skupine.

Model 1. Model propan-1,2,3-triola in njegova formula.



Z eno molekulo propan-1,2,3-triola lahko reagirajo tri molekule karboksilne kisline. V molekuli maščobe so tri estrske skupine. Molekule karboksilnih kislin, ki reagirajo s propan-1,2,3-triolom vsebujejo od štiri do dvajset ogljikovih atomov, povezanih v nerazvejane verige. Ker sestavljajo maščobe, jih imenujemo tudi maščobne kisline. Proste, v maščobi nevezane, maščobne kisline imajo značilen neprijeten vonj.

Maščobne kisline so lahko nasičene ali nenasičene. V nasičenih maščobnih kislinah so med ogljikovimi atomi le enojne vezi, v nenasičenih maščobnih kislinah pa so lahko enojne in dvojne vezi.

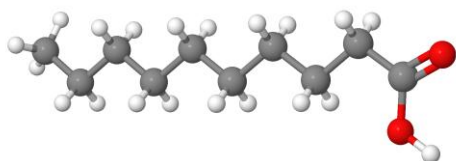
Tabela 1. Pogoste nasičene maščobne kisline, ki so vezane v maščobah.

Število C atomov	Formula kisline	Ime kisline
4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	butanojska ali maslena
6	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	heksanojska ali kapronska
8	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	oktanojska ali kaprilska
10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	dekanojska ali kaprinska
12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	dodekanojska ali lavrinska
14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	tetradekanojska ali miristinska
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	heksadekanojska ali palmova
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	oktadekanojska ali stearinska

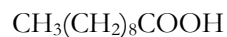
Model 2. Primeri modelov in formul maščobnih kislin.

Nasičena maščobna kislina dekanajska ali kaprinska kislina

Model molekule

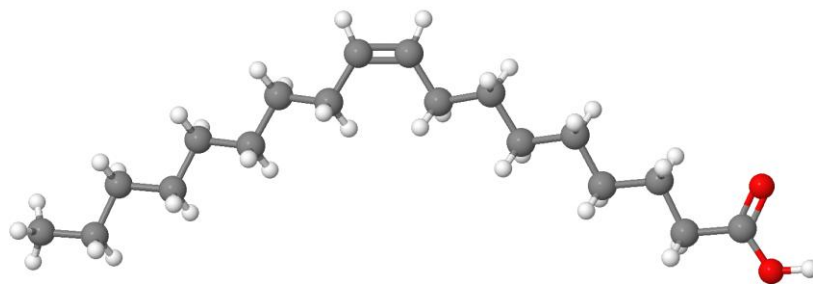


Dva zapisa formule

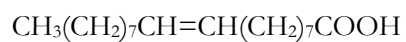


Nenasičena maščobna kislina oleinska ali oljeva kislina

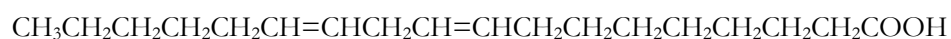
Model molekule



Dva zapisa formule



Nenasičena maščobna kislina linolova kislina



Projekt delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada. Projekt se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007 – 2013, 3. razvojne prioritete: "Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja", 3.1 prednostne usmeritve "Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistema izobraževanja in usposabljanja" ter Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008 – 2011.

kislina z dolgimi verigami, v katerih so ogljikovi atomi povezani z enojnimi vezmi (nasičeni). Za te maščobe je značilno, da so pri sobni temperaturi trdne. Trigliceridi, ki vsebujejo znaten delež oleinske, linolne in drugih nenasičenih maščobnih kislin, so pri sobnih pogojih večinoma tekoči. To so olja. V maščobah v olivnem olju so predvsem nenasičene maščobne kisline. Iz olj dobimo trdne maščobe z reakcijo, pri kateri se molekule vodika vežejo na dvojne vezi. Iz dvojnih vezi v molekuli nastanejo enojne vezi. Pri tem spremeni agregatno stanje iz tekočega v trdno.

V rastlinskih oljih je manj kot 20 % nasičenih maščobnih kislin in več kot 80 % nenasičenih maščobnih kislin.

Trigliceridi, ki vsebujejo znaten delež palmitinske, stearinske in drugih nasičenih maščobnih kislin, so pri sobnih pogojih trdni. To so masti. V masteh kopenskih živali je od 40 do 50 % nasičenih maščobnih kislin.

Ključna vprašanja

1. Kako delimo lipide glede na zgradbo?

Glede na zgradbo poznamo lipide, ki so estri in lipidi, ki niso.

2. Katere estre uvrščamo med lipide?

Voske, trigliceride (maščobe), fosfolipide in glikolipide.

3. Razloži pomen besede trigliceridi.

Glicerol je propan-1,2,3-triola. V molekuli so tri hidroksilne skupine, ki lahko tvorijo s tremi molekulami kislin estre. Nastanejo tri estrske skupine.

4. Kaj je značilno za maščobe kisline? Naštej vsaj tri značilnosti.

V molekulah maščobnih kislin je vedno parno število ogljikovih atomov. Najmanj so v molekuli štirje ogljikovi atomi. V molekuli so verige ogljikovih

atomov nerazvejane. Med ogljikovimi atomi v molekuli so lahko enojne in dvojne vezi.

5. Ali so v molekulah maščob vezane enake maščobne kisline?

V molekulah maščob so običajno vezane različne maščobne kisline.

6. V čem se razlikujejo molekule maščob v masteh in oljih?

V molekulah maščob v masteh prevladujejo nasičene maščobne kisline, v molekulah maščob v oljih pa nenasičene maščobne kisline.

7. Kako iz olj dobimo trdne maščobe?

V trdnih masteh so vezane predvsem nasičene maščobne kisline, v oljih pa prevladujejo nenasičene maščobne kisline. Iz olj dobimo trdne maščobe z reakcijo, pri kateri se molekule vodika vežejo na dvojne vezi v molekulah maščob.

Naloge za vajo

1. Razloži ime propan-1,2,3-triola.

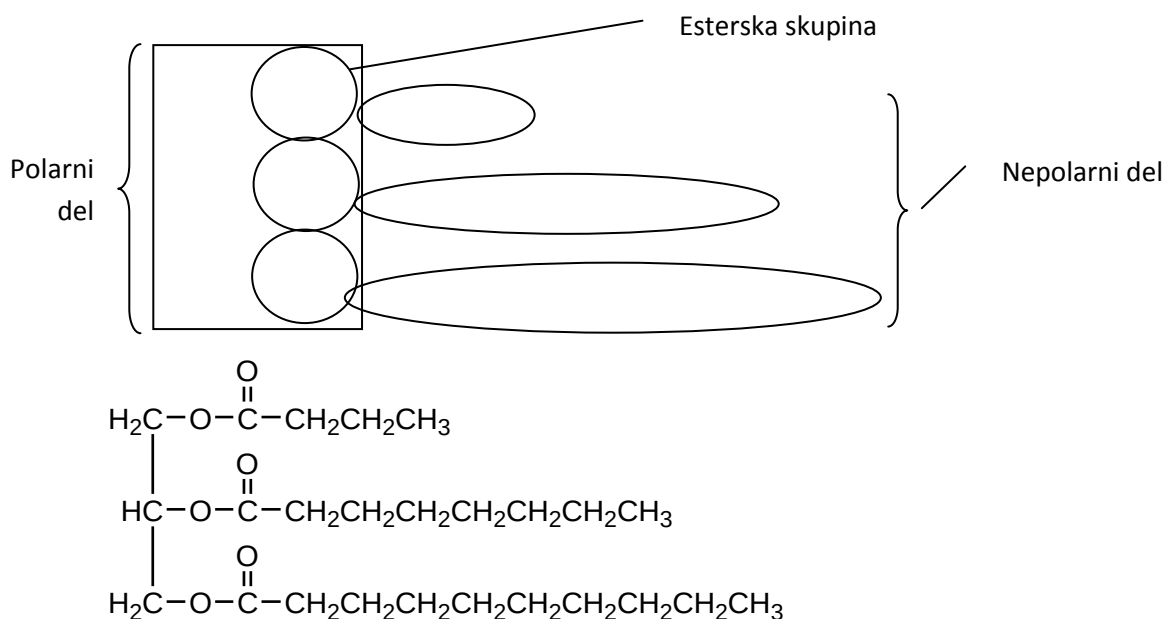
V molekuli so vezani trije ogljikovi atomi (propan), na vsak ogljikov atom je vezana po ena hidroksilna skupina.

2. Kaj je značilno za nasičene maščobne kisline in kaj za nenasičene?

V molekulah nasičenih maščobnih kislin so med ogljikovimi atomi enojne vezi, v molekulah nenasičenih kislin pa poleg enojnih tudi dvojne vezi.

Ali razumem?

1. Podana je formula molekule maščobe. V formuli označi polarni in nepolarni del molekule in esterske skupine.



2 Katere maščobne kisline so vezane v molekuli maščobe, ki jo podaja formula v nalogi 1? Ali so nasičene ali nenasičene?

Butanojska, oktanojska in dekanoska kislina; so nasičene maščobne kisline.

2. Masten madež na obleki smo čistili z vodo. Ali smo madež očistili? Svoj odgovor pojasni.

Maščobe zaradi nepolarnega dela molekule niso topne v vodi, ki je polarno topilo, zato madeža nismo mogli odstraniti. Topne so v nepolarnih topilih kot so bencin in vrsta organskih topil.

Problemska naloga

1. V maščobi so ugotovili, da vsebuje trigliceride, ki vsebujejo znaten delež oleinske in linolne kisline. V kakšnem agregatnem stanju bo ta maščoba pri 20 °C?

Tekočem. To maščobo uvrščamo med olja.

2. Maščobe lahko določamo v vzorcih hrane z etanolom.

Navodilo za delo.

- Izvedi poskus s tremi snovmi (orehi, želatina v prahu, sladkor) in vodo.
- Za noževno konico posameznih snovi daj v svojo epruveto in epruvete ustrezno označi.
- V vsako dodaj 5 mL etanola ter močno pretresemo.
- V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
- V druge tri enako označene epruvete, kot v prvem delu poskusa, filtriraj zmesi snovi in etanola. Raztopine etanola in vode v četrti epruveti ni potrebno filtrirati. V vseh pet epruvet po drugem delu poskusa dodajaj po kapljicah vodo. Po vsaki kapljici opazuje spremembe
- Opazanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opazanja	Vsebnost maščob (+ / -)

Rešitve::

Oznaka epruvete	Snov	Opazanja	Vsebnost beljakovin (+ / -)
O	Orehi	Bela zmes	+
Ž	Želatina	Brezbarvna raztopina	-
S	Sladkor	Brezbarvna raztopina	-
V	Voda	Brezbarvna raztopina	-

1.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil poskus določanja maščob? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

Ker vem, da voda ne vsebuje maščob in je kontrolna snov pri poskusu. Raztopina etanola in vode je po dodatku vode ostala brezbarvna. V primeru, da se raztopini v določeni epruveti ne spremeni barva pomeni, da ta vzorec ne vsebuje maščob.

1.2. V katerih vzorcih si dokazal maščobe? Po čem to sklepaš?

V orehih, ker se raztopina obarva belo, torej ni ostala brezbarvna, kot v primeru vode.

1.3. Kakšen je dokaz pozitivne reakcije dokazovanja maščob?

Nastanek bele zmesi, ki predstavlja emulzijo – razpršene drobne kapljice netopnih maščob v vodi.



Učna enota: Kako lahko maščobe vplivajo na naše zdravje?

Zakaj se to učim?

Osnova zdrave prehrane so poleg beljakovin, ogljikovih hidratov tudi maščobe ter vitamini in minerali. Maščobne kisline vezane v maščobah v naši prehrani vplivajo na naše zdravje. Vrsta maščob nastane v organizmih. Za gradnjo maščob, ki vsebujejo nenasičene maščobne kisline, mora organizem dobiti te kisline s hrano, ker ne morejo nastati v organizmu. Te maščobne kisline imenujemo esencialne maščobne kisline. Maščobe so vir energije v organizmih. Od prehrane je odvisna tudi količina holesterola v organizmu. Prehranske navade lahko ponazorimo s prehransko piramido.

Učni cilji

- poznajo vzroke za kvarjenje maščob in snovi, ki pri tem nastanejo
- razlikujejo maščobe po vplivu na naše zdravje glede na zgradbo njihovih molekul
- poznajo pomen maščob v naši prehrani in znajo to povezati z maščobami v našem telesu
- razumejo pomen maščob kot vira energije
- poznajo pomen omega-3 maščobnih kislin in kje jih najdemo
- poznajo holesterol in njegovo vlogo v organizmu
- vedo, da si lahko pri načrtovanju zdrave prehrane pomagamo s prehransko piramido

Učni dosežki

- vedo, kako moramo hraniti maščobe, da se ne kvarijo
- razumejo osnove nastanka in pretvorbe maščob v organizmih
- znajo razložiti vlogo maščob kot vira energije v organizmih

- znaja analizirati formule maščobnih kislin in prepoznati formulo omega-3 maščobne kisline
- razumejo besedila, ki govorijo o pomenu in nevarnosti holesterola za organizem
- znajo brati prehranske piramide

Predhodno znanje

- poznajo in razumejo zgradbo molekul maščob
- razumejo kemijske reakcije kot snovne in energijske spremembe
- vedo, da moramo hrano primerno shranjevati, da se ne kvari
- vedo, da imajo živila različno vsebnost energije

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in učbenikom za gospodinstvo v 6. razredu osnovne šole ter s podatki na medmrežju.

Novi pojmi

Žarkost maščob, omega-3 maščobne kisline, cis in trans izomeri, holesterol, prehranska piramida.

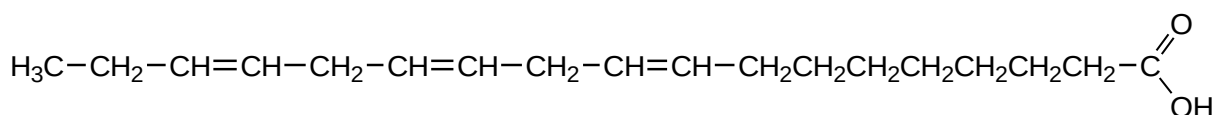
Podatki in modeli

Maščobe se pri stanju kvarijo. Postanejo žarke. Toplota, svetloba in vlaga pospešujejo razkroj maščob. Molekule trigliceridov - maščob počasi reagirajo s kisikom iz zraka. Razkroj maščob poteka pod vplivom bakterij in drugih mikroorganizmov. Maščobne kisline se oksidirajo in razgradijo do karboksilnih kislin z manjšimi molskimi masami. Te kisline imajo neprijeten vonj in okus. Iz maščobnih kislin nastanejo druge kisikove organske spojine, to so aldehidi in ketoni. Da to preprečimo, dodajamo mastem antioksidante. Maščobe se

razgradijo tudi pri močnem segrevanju. Pri tem nastane akrolein, ki je rakotvoren. Zato ne uporabljamo pregretyh maščob.

Maščobne kisline vezane v maščobah vplivajo na naše zdravje. Nasičene maščobne kisline v prehrani povečajo tveganje za bolezni srca, nenasičene maščobne kisline pa zmanjšajo to tveganje. Položaj dvojnih vezi v maščobni kislini vpliva na njihove lastnosti. To je pomembno predvsem za maščobne kisline, ki vsebujejo več dvojnih vezi. Za organizem so zdrave predvsem omega-3 maščobne kisline, ki zmanjšujejo obolenost srca. Ime omega-3 maščobne kisline je povezano z oznako najbolj oddaljene dvojne vezi glede na karboksilno skupino. Če označimo zadnji ogljikov atom v molekuli karboksilne kisline z ω (grška črka omega), je lega zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo $\omega-3$. Zato imenujemo te kisline $\omega-3$ maščobne kisline. Taka kislina je α -linolova kislina.

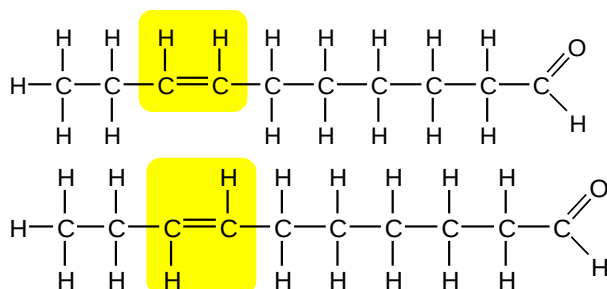
Model 1. $\omega-3$ maščobna kislina; α -linolova kislina.



Omega-3 maščobne kisline so pogosto vezane v maščobah v lanenem semenu, soji, orehih, lešnikih, sončničnih semenih in v ribah kot so tuna, losos in postrv. Pomembne so za rast, rodnot, obnovo kože in za rdeča krvna telesa ter za delovanje celičnih membran, centralnega živčnega sistema in tudi za retino očesa.

Za lastnosti nenasičenih maščobnih kislin pa je pomemben tudi položaj vodikovih atomov ob dvojni vezi. Če ležita vodikova atoma na isti strani dvojne vezi je to *cis* konfiguracija, če pa sta na nasprotni strani pa je to *trans* konfiguracija.

Model 2. Cis in trans konfiguracija vodikovih atomov ob dvojni vezi.



Večina nenasičenih maščobnih kislin v naravnih maščobah ima cis konfiguracijo. Te maščobne kisline zmanjšajo tveganje za srčne bolezni. Maščobne kisline s *trans* konfiguracijo so v naravi predvsem v majhnih količinah v živalskih masteh.

Pri pretvorbi nenasičenih maščobnih kislin v nasičene maščobne kisline, to je pri adiciji vodika na dvojne vezi – hidrogeniranju, pa nenasičene maščobne kisline izgubijo pozitiven vpliv na naše zdravje. To velja za margarine in rastlinske masti, ki jih dobimo iz olj s hidrogeniranjem.

Maščobe, ki jih uživamo s hrano, vplivajo na naše zdravje. Premalo maščob in neustrezne maščobe lahko povzročijo pomanjkanje esencialnih maščobnih kislin. Posledica je zmanjšanje absorpcije vitaminov topnih v maščobah. Preveliko uživanje maščob in to predvsem maščob z vezanimi nasičenimi maščobnimi kislinami poveča tveganje za srčne bolezni in rakasta obolenja. Srčne bolezni povezujejo s prehrano, v kateri so holesterol ter trigliceridi z nasičenimi in *trans* nenasičenimi maščobnimi kislinami. Te snovi povezujejo tudi z rakom na pljučih, debelem črevesu in prostati. Prevelika količina zaužitih maščob vpliva tudi na telesno težo, kar povezujejo s sladkorno boleznijo, motnjami v krvnem obtoku in visokim krvnim tlakom.

Sestava maščob v našem telesu je odvisna tudi od maščob v naši hrani. V telesu nastanejo maščobe iz glukoze, beljakovin in drugih snovi, ki vsebujejo

ogljik, vodik in kisik. Iz teh snovi nastanejo v jetrih maščobne kisline in iz njih trigliceridi. Ne morejo pa nastati maščobe, ki vsebujejo nenasičene maščobne kisline, ki imajo dvojne vezi v položaju ω -3 in ω -6. Te maščobne kisline mora telo dobiti z maščobami v hrani, zato jih imenujemo tudi esencialne maščobne kisline.

Maščobe v organizmih so vir energije, obdajajo naše notranje organe in nas ščitijo pred spremembami temperature. Del maščob, ki jih dobi organizem s hrano se takoj porabi kot vir energije, del pa se shrani v tkivu pod kožo in okoli notranjih organov. Sposobnost organizma, da shrani maščobe teoretično ni omejena. Maščobne celice se zaradi sprejema trigliceridov povečajo lahko kar za petdesetkrat. Ko obstoječe celice dosežejo največjo možno velikost, nastajajo nove celice, ki sprejemajo trigliceride. Tkivo pod koža določa obliko in maso telesa.

Ko organizem potrebuje energijo, encimi v maščobnih celicah sprožijo razkroj maščob. Maščobe razpadejo na proste maščobne kisline in alkohol propan-1,2,3-triol (glicerola). Te snovi preidejo v kri in se po njej prenesejo do celic. V njih nastane energijsko bogata snov adenzin trifosfat – ATP. Iz maščobnih kislin ne more nastati glukoza, majhne količine glukoze lahko nastanejo iz alkohola propan-1,2,3-triola, ki nastane pri razpadu trigliceridov.

Tabela 1. Vsebnost maščob v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa maščob v g
Goveje meso	5,3
Mandlji	54,2
Jajca	11,5
Polnozrnat kruh	3,0
Mleko	3,5
Solata	0,3
Jabolka	0,6

Holesterol

Med lipide, ki niso estri, uvrščamo holesterol. To je bela v vodi netopna snov. Ker je v vodi netopen, se prenaša po krvni plazmi vezan na posebne

beljakovine. Holesterol nastaja v jetrih. V telesu nastane trikrat do štirikrat več holesterola kot ga dobimo s hrano živalskega izvora. Pri nekaterih ljudeh se količina holesterola v krvi uravnava. Možno je, da se v primeru ko telo dobi s hrano več holesterola, zmanjša količina holesterola nastalega v jetrih. Na količino holesterola v telesu vplivajo tudi maščobe, ki vsebujejo nasičene maščobne kisline. Vendar vse nasičene maščobne kisline ne vplivajo na povečanje količine holesterola. Stearinska kislina vezana v maščobah v čokoladi in mesu ne poveča količine holesterola.

Več kot 90 % holesterola v telesu je v celičnih membranah. Holesterol sodeluje pri nastanku vitamina D v koži, žolčnih kislin, ki so emulgatorji v žolču, nekaterih hormonov kot sta to testosteron in estrogen, ki sodelujejo pri rasti in spolnem razvoju ter kortisola, ki omogoča nastanek glukoze v jetrih.

Tabela 2: Količina holesterola v nekaterih živilih.

Živilo	Količina holesterola
rumenjak	2 g
meso piščanca, 25 g	0,9 g
riba, 25 g	0,5 g

Če je v krvi več holesterola kot ga porabijo celice, se odlaga na stenah arterij. To poveča možnost ateroskleroze.

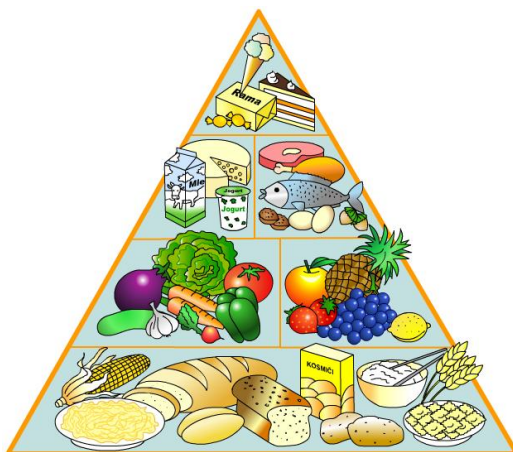


Slika 1: Nekateri žolčni kamni so praktično čist holesterol (vir: Wikipedia).

Prehranska piramida

Zdravo prehrano sestavljajo beljakovine, maščobe, ogljikovi hidrati, vitamini in minerali. Pomembno je, da je hrana čim bolj raznovrstna. Beljakovine so gradbena snov celic, ogljikovi hidrati pa vir energije. Potrebne so za rast in obnavljanje organizmov. Pri metabolizmu maščob se sprošča energija. Maščobe so rezerva organizma. Vitamine in minerale potrebuje telo v majhnih količinah. V organizmih sodelujejo pri presnovi in nas varujejo pred boleznimi.

Zdravo prehranjevanje vključuje vse skupine živil v določenem razmerju, ki jih lahko podamo s piramido, v kateri so po količini razvrščena različna živila.



Slika 2: Na shemi je podan primer prehranske piramide.

Prehranska piramida je odvisna tudi od našega načina življenja in naših fizičnih aktivnosti. Na dnu, kjer je piramida najširša, so živila, ki jih mora telo dobiti največ; na vrhu, kjer je piramida najozžja, pa živila, ki jih uživamo le občasno. Za različne načine prehranjevanja so značilne različne prehranske piramide. Osnova piramide zdrave prehrane so polnozrnata živila in rastlinska olja v katerih so vezane nenasičene maščobne kisline. Sledijo zelenjava in sadje ter mlečni izdelki in ribe. V vrhu piramide so temno meso, živila iz bele moke in sladkarije. V temnem mesu in trdnih maščobah pa so vezane nasičene maščobne kisline, ki v večjih količinah niso koristne za naš

organizem. Pogosto premalo upoštevamo mnenja strokovnjakov za zdravo prehrano in je naša prehranska piramida obrnjena na glavo. V njej prevladuje hitro pripravljena hrana z maščobami v katerih so vezane nasičene maščobne kisline, živila z veliko škroba in sladkarije.

Ključna vprašanja

1. Rečemo, da postanejo maščobe pri stanju žarke. Katere reakcije pri tem potekajo?

Molekule maščob se razgradijo do maščobnih kislin. Iz teh kislin nastanejo druge kisikove organske kisikove spojine.

2. Kaj pospešuje kvarjenje maščob?

Toplota, svetloba in vlaga.

3. Ali lahko maščobe močno segrevamo? Pojasni svoj odgovor.

Bolje, da ne, ker pri močnem segrevanju maščob nastane akrolein, ki povzroča raka.

4. Katere maščobne kisline so bolj primerne za naš organizem? Obrazloži svoj odgovor.

Primernejše so nenasičene maščobne kisline. Nasičene maščobne kisline povečajo tveganja za srčna in rakasta obolenja.

5. Ugotovili so, da so za organizem zdrave predvsem omega-3 maščobne kisline. Na osnovi njihovega imena pojasni ali jih uvrščamo med nasičene ali nenasičene kisline. Kaj pove oznaka omega-3 ali ω -3 v imenu teh kislin?

Omega-3 maščobne kisline so nenasičene kisline. Oznaka ω -3 označuje lego zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo v verigi.

6. Zakaj so za organizem pomembne omega-3 maščobne kisline?

Pomembne so za delovanje celičnih membran, centralni živčni sistem in poleg ostalega tudi za retino očesa.

7. Kako nastanejo maščobe v organizmih?

V jetrih nastanejo maščobne kisline, ki tvorijo s propan-1,2,3- triolom maščobe.

8. Iz katerih snovi nastanejo v organizmih maščobe?

Maščobe nastanejo predvsem iz ogljikovih hidratov in beljakovin.

9. Ali v organizmu lahko nastanejo vse maščobne kisline, ki so potrebne za nastanek organizmu lastnih maščob? Kako imenujemo te maščobne kisline?

Nekatere maščobne kisline mora organizem dobiti s hrano. To so esencialne maščobne kisline.

10. Zakaj so pomembne maščobe za organizem?

Maščobe so vir energije, obdajo notranje organe in nas ščitijo pred temperaturnimi spremembami.

11. V katero skupino spojin uvrščamo holesterol?

Holesterol uvrščamo med lipide, ki niso estri.

12. Pojasni izvor holesterola v organizmu.

V organizmu nastaja holesterol v jetrih. V organizem pa pride holesterol tudi s hrano.

13. Kako se uravnava količina holesterola v organizmu?

Pri nekaterih ljudeh se lahko uravnava količina holesterola. V primeru, da telo dobi s hrano več holesterola, se zmanjša količina holesterola nastalega v jetrih.

14. Zakaj je potreben holesterol v organizmu?

Holesterol sodeluje pri nastanku vitamina D v koži, žolčnih kislin, ki so emulgatorji v žolču in nekaterih hormonov.

15. Kaj se zgodi s holesterolom, ki ga je v organizmu preveč?

Holesterol se lahko odlaga na stenah arterij in s tem poveča možnost ateroskleroze.

16. Kaj pove prehranska piramida?

Prehranska piramida je slikovni prikaz izbora in količine živil, ki jih jemo vsak dan.

Naloge za vajo

1. Kako prepoznamo, da je maščoba žarka?

Po spremembi barve in vonju ter neprijetnem okusu.

2. Kako zmanjšamo kvarjenje maščob?

Maščobam dodajamo antioksidante in jih hranimo na hladnem, temnem in suhem prostoru.

3. V katerih živilih so maščobe, ki vsebujejo omega-3 maščobne kisline?

V ribah, semenih, orehih, lešnikih in drugih živilih.

4. Kako imenujemo maščobne kisline, ki jih moramo dobiti v maščobah s hrano?

To so esencialne maščobne kisline.

5. Na kaj vse vpliva prevelika količina zaužitih maščob?

Vpliva na telesno težo, sladkorno bolezen, povzroča motnje v krvnem obtoku in povišan krvni tlak.

6. Kaj se zgodi z maščobami, ki se v organizmu ne porabijo kot vir energije?

Maščobe se shranijo v tkivu pod kožo in okoli notranjih organov.

7. V celicah maščobnega tkiva se shranjujejo molekule maščob. Koliko maščob lahko sprejmejo celice?

Maščobne celice se pri sprejemanju maščob povečajo. Ko celica sprejme največjo možno količino maščob (poveča s lahko tudi do 50-krat), sprejemajo maščobo nove celice. Količina maščob, ki jih lahko organizem sprejme ni omejena.

8. Katere maščobne kisline vplivajo na povečanje holesterola?

Nasičene maščobne kisline v maščobah vplivajo na povečanje holesterola.

9. Katera živila so pri zdravi prehrani na dnu in katera na vrhu prehranske verige?

Na dnu, kjer je piramida najširša, so živila, ki jih organizem mora dobiti največ. Živila na vrhu piramide pa uživamo le občasno.

Ali razumem?

1. Maščoba je dobila neprijeten vonj in okus. Kaj se je zgodilo z molekulami maščob?

Molekule maščob so razpadle do maščobnih kislin in propan-1,2,3-triola. Maščobne kisline so se naprej oksidirale do drugih kisikovih spojin. Produkti razpada maščob imajo neprijeten vonj in okus.

2. S hrano je dobil organizem premalo esencialnih maščobnih kislin. Kaj to pomeni za naše zdravje?

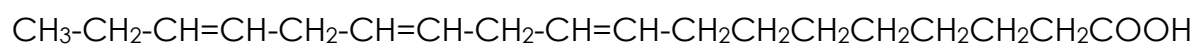
Esencialne maščobne kisline ne morejo nastati v organizmu in jih moramo dobiti s hrano. Te kisline so nujno potrebne za gradnjo organizmu lastnih maščob.

3. Pri pripravi hrane uporabljamo veliko masti. Kaj tvegamo s tem?

V molekulah masti so vezane predvsem nasičene maščobne kisline, ki vplivajo na količino holesterola v organizmu. Holesterol, ki ga ne porabijo celice se lahko odlaga na stenah arterij. To poveča možnost za razvoj arterioskleroze.

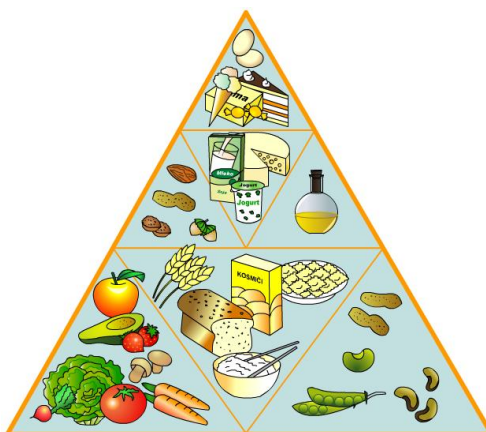
Problemska naloga

1. Podana je formula α -linolova kislina. Na osnovi formule sklepaj med katere maščobne kisline uvrščamo to spojino. Ugotovi koliko dvojnih vezi je v molekuli in označi lego zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo. Kako imenujemo maščobne kisline s takim položajem dvojne vezi?



Maščobna kislina je nenasičena. V molekuli vsebuje tri dvojne vezi. Zadnji ogljikov atom v verigi označimo s črko ω , lego zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo pa z ω -3. To maščobno kislino uvrščamo med omega-3 maščobne kisline.

2. Kaj lahko sklepamo iz prehranske piramide podane na shemi?



Da je potrebno na dan pojesti največ sadja in zelenjave nekoliko manj izdelkov iz škroba, manj olja in mlečnih izdelkov in najmanj sladic..

Učna enota: Kako dobimo mila?

Zakaj se to učim?

Mila so emulgatorji pri umivanju in pranju. Emulgatorji omogočajo mešanje tekočin, ki se sicer ne mešajo. Mila dobimo s hidrolizo maščob pod kislimi oz. bazičnimi pogoji. Pri bazičnih pogojih hidrolize nastanejo soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol. Natrijeve in kalijeve soli maščobnih kislin so mila.

Učni cilji

- spoznajo reakcijo hidrolize maščob in produkte, ki nastanejo v kislih in bazičnih pogojih
- razumejo strukturo mil
- razumejo delovanje mila

Učni dosežki

- razlikujejo produkte pri hidrolizi maščob s kisljinami od produktov pri hidrolizi maščob s hidroksidi
- znajo predvidevati produkte bazične hidrolize molekul maščobe prepoznajo zgradbo delcev mila in znajo opredeliti polarni in nepolarni del v delcu
- razumejo emulgatorske lastnosti mila

Predhodno znanje

- razumejo zgradbo molekul maščob
- znajo opredeliti polarni in nepolarni del delcev

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in učbenikom za kemijo za gimnazije 2 ter s podatki na medmrežju.

Novi pojmi

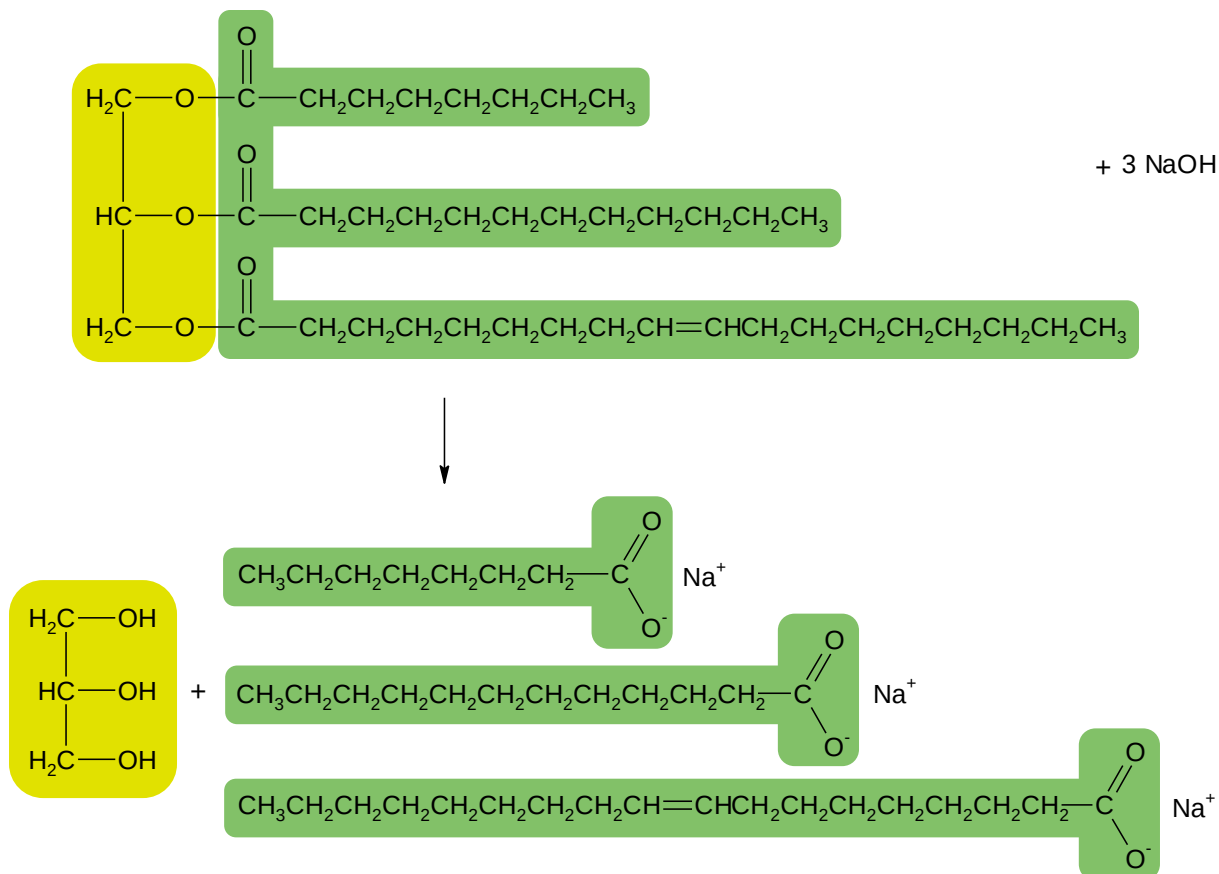
Hidroliza maščob, mila, detergenti, pranje.

Podatki in modeli

Trigliceridi so estri in reagirajo z vodo v kislih oz. bazičnih pogojih. V kislih pogojih nastanejo maščobne kisline in propan-1,2,3-triol, v bazičnih pogojih pa soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol. V organski kemiji označujemo s hidrolizo razkroj estrov v kisline in alkohole. Pri maščobah imenujemo to reakcijo tudi umiljenje maščob.

Pri reakciji maščob z vodno raztopino natrijevega ali kalijevega hidroksida se estrska vez v molekuli maščobe pretrga in nastanejo natrijeve ali kalijeve soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol.

Model 1. Enačba reakcije nastanka natrijevega mila.



V trdnih milih so natrijeve, v mazavih toaletnih milih pa kalijeve soli višjih maščobnih kislin. V verigi aniona mila mora biti več kot 12 in manj kot 18 ogljikovih atomov. Mila z več kot 18 atomi ogljika v verigi so slabo topna v vodi. Vodne raztopine mil so rahlo bazične, njihov pH je največ 10.

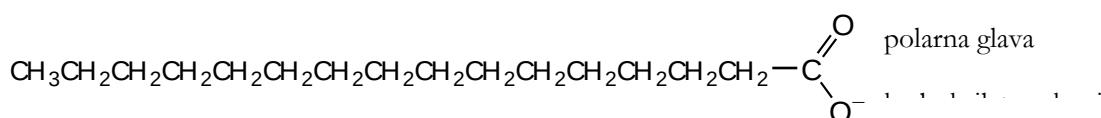
Za mila uporabljajo govejo maščobo pa tudi kokosovo ali palmovo olje. Pri hidrolizi nastanejo soli maščobnih kislin. Po reakciji dobimo iz raztopine trdno surovo milo z dodatkom natrijevega klorida. Surovo milo moramo očistiti, ker vsebuje med drugim tudi natrijev ali kalijev hidroksid in natrijev klorid.

Z milom lahko odstranimo maščobe in drugo umazanijo s tkanin in z naše kože zaradi zgradbe delcev v njem. V milu, v katerem je kalijev palmitat s formulo $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOK}$, so palmitatni ioni $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO}^-$ in kalijeve K^+ ioni.

Model 2. Racionalni zapis palmitatnega aniona.

308

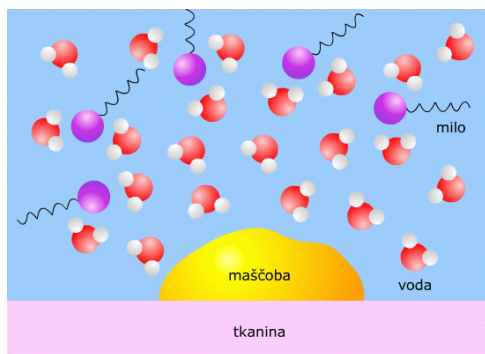
Projekt delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada. Projekt se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007 – 2013, 3. razvojne prioritete: "Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja", 3.1 prednostne usmeritve "Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistema izobraževanja in usposabljanja" ter Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008 – 2011.



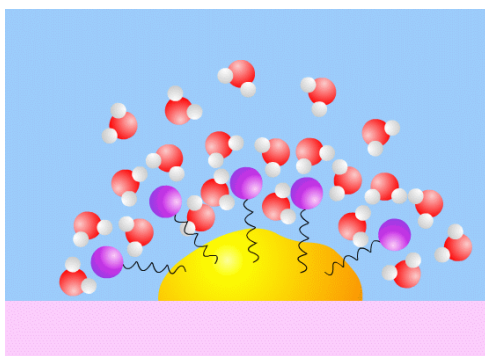
nepolarni rep, ogljikovodikova veriga

V zapisu sta označeni nepolarna ogljikovodikova veriga – rep in polarna karboksilatna skupina – glava. Ogljikovodikova veriga je nepolarna in odbija polarne molekule vode ter privlači nepolarne molekule maščob. Karboksilatna skupina pa je polarna in nasprotno privlači polarne molekule vode in odbija nepolarne molekule maščob.

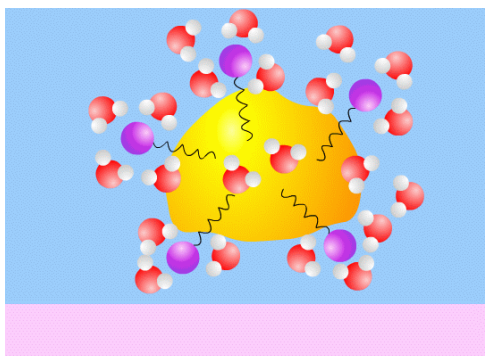
Model 3. Delovanje mila.



Ko pride milo v stik z umazanijo se delci mila z nepolarnim delom povežejo z nepolarnimi delci maščob in jih odtrgajo iz površine tkanine.



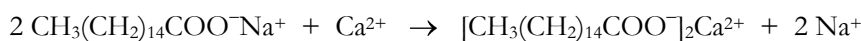
Nepolarne molekule umazanije so obdane z nepolarnim delom delcev mila. Proti vodi pa je usmerjen polaren del delcev mila.



Nastale kapljice maščobe, obdane z delci mila se porazdelijo v vodi. Nastane emulzija maščobe v vodi, ki jo z vodo speremo s tkanine.

Milo se najbolje peni v deževnici, v kateri so raztopljeni le plini iz zraka. Deževnica je mehka voda in ne vsebuje kalcijevih Ca^{2+} , magnezijevih Mg^{2+} in

hidrogenkarbonatnih HCO_3^- ionov, ki so v trdi vodi. Kalcijevi in magnezijevi ioni tvorijo kalcijeve in magnezijeve soli maščobnih kislin, ki se slabo topijo v vodi. Te soli se izločajo, zato potrebujemo pri pranju več mila.



natrijeva sol maščobne kisline

kalcijev sol maščobne kisline

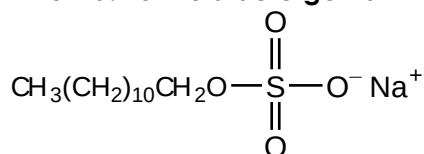
topna v vodi

slabo topna v vodi

Sintetski detergenti

Detergente naredijo v tovarnah. Imajo podobno zgradbo kot mila. V trdi vodi pa naj ne bi z ioni Ca^{2+} , Mg^{2+} in Fe^{2+} tvorili netopnih soli. Detergenti vsebujejo tudi sredstva za mehčanje vode.

Slika: Formula detergenta



Ključna vprašanja

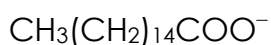
1. Primerjaj produkte pri hidrolizi iste maščobe v kislem in v bazičnem mediju?

V obeh primerih nastane propan-1,2,3-triol. Pri hidrolizi v kislem mediju nastanejo maščobne kisline, v bazičnem pa soli maščobnih kislin.

2. Koliko atomov ogljika je v verigi anionov mil?

V verigi anionov mil mora biti več kot 12 in manj kot 18 ogljikovih atomov.

3. Podana je racionalni zapis aniona v milu. Imenuj anion in v zapisu označi nepolarni in polarni del.



palmitatni ion, nepolarni del je veriga atomov ogljika, polarni del pa karboksilatni ion

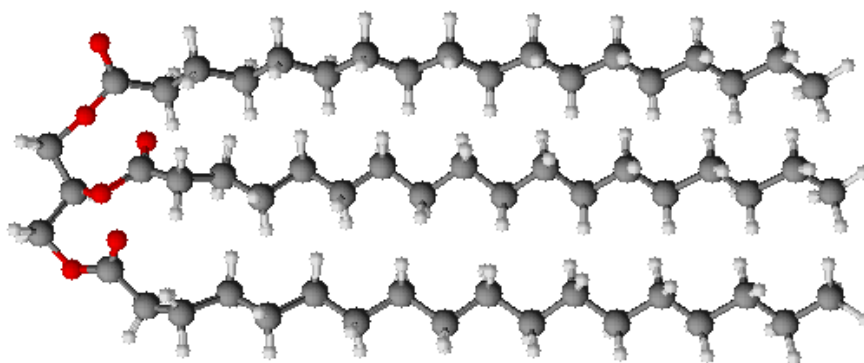
4. Razloži, kako se anioni mila pri pranju vežejo na molekule maščobe.

Pri pranju se anioni mila z nepolarnim delom povežejo z nepolarnimi molekulami maščob in jih odtrgajo iz površine.

Naloge za vajo

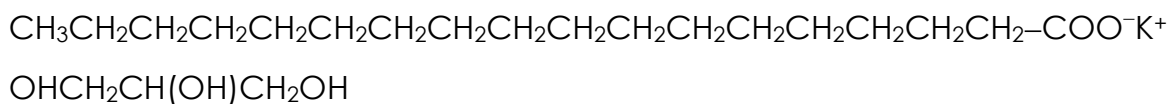
1. Kateri produkti nastanejo pri kisli hidrolizi maščobe, katere model molekule je na sliki?

Model molekule maščobe:



Glicerol in oktadekanojska ali stearinska kislina

2. Napiši produkte pri hidrolizi iste maščobe kot v zgornji nalogi z vodno raztopino kalijevega hidroksida.



3. Pri pranju v trdi vodi porabimo za enako količino perila več mila kot pri pranju v mehki vodi. Razloži zakaj.

V obeh formulah je verigi vezanih dvanajst ogljikovih atomov. Iz obeh formul je razvidno, da predstavljata ionski spojin. Iz formule detergenta je razvidno, da vsebuje vezane atome žvepla.

Učna enota: Katerih snovi pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?

Zakaj se to učim?

Beljakovine tvorijo okoli 50 % vse suhe mase celice in so strukturno najbolj zapletene biološke makromolekule. Vsaka beljakovina ima značilno strukturo in funkcijo. Poznavanje zgradbe in strukture beljakovin je pomembno za nadaljnje razumevanje kemijskih procesov v organizmih in s tem tudi za poznavanje zdrave prehrane človeka.

Učni cilji

- poznati pomen beljakovin za človeka
- poznati osnovne gradnike beljakovin

Učni dosežki

- iz formul molekul izbrati formulo molekule beljakovine
- razumeti kemijsko zgradbo molekule aminokisline
- poznati nekatere lastnosti aminokislin

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šole in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Beljakovina, protein, molekula aminokisline, esencialnost

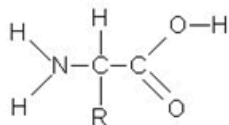
Podatki in modeli

Ko govorimo o beljakovinah se običajno spomnimo na meso, jajca in mleko. Ta živila živalskega izvora so najpomembnejši vir beljakovin v naši hrani. V jajcu je približno 7 g beljakovin, v kozarcu mleka 8 g in v zrezku težkem 8,5 dag preko 20 g beljakovin. Beljakovine so tudi v stročnicah, žitih in semenih. Približno 90 g leče, soje, graha, kikirikija ali fižola vsebujejo od 6 do 10 g beljakovin. Tudi kruh, testenine in riž so pomemben vir beljakovin. Čeprav so rastlinske beljakovine manj izkoriščene kot živalske beljakovine pri gradnji beljakovin v človeškem telesu, lahko pestra rastlinska prehrana zadosti človekove potrebe po beljakovinah in s tem tudi po aminokislinah.

Tako je v Mehiki glavni vir beljakovin fižol in riž, v Indiji leča in riž, na Kitajskem pa soja. Z rastjo standarda prebivalstvo običajno tudi raste v prehrani količina živalskih beljakovin. Povprečno je v hrani prebivalca ZDA dnevno 100 g beljakovin, kar skoraj dvakrat presega dnevno potrebo. Prehrana rastlinskega izvora zagotavlja tudi B vitamine, mineralne snovi, ki vsebujejo železo, cink in kalcij, maščobe z vezanimi nenasičenimi maščobnimi kislinami ter vlaknine. Prehrana živalskega izvora vsebuje malo vlaknin in maščobe s pretežno nasičenimi maščobnimi kislinami. Sodobna zdrava prehrana naj bi bila vsebovala predvsem žitarice, zelenjavo, sadje in manjše količine mesa.

Vse beljakovine so zgrajene iz aminokislin, ki so povezane med seboj v verige. V beljakovinah najdemo okoli dvajset različnih aminokislin. Zgradba molekul beljakovin je različna. Razlikujejo se v aminokislinah, ki jih vsebujejo, njihovem zaporedju v molekuli in prostorski zgradbi molekule. Vse to določa lastnosti posamezne beljakovine in s tem funkcije beljakovine v organizmih.

Model 1. Vse aminokisline imajo enako splošno formulo.

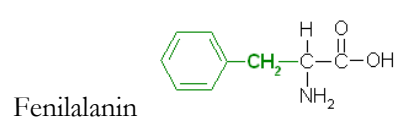
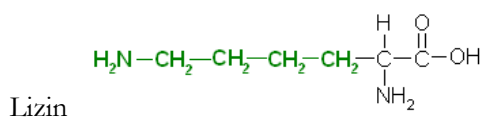
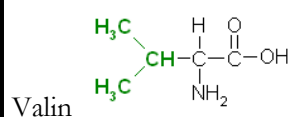
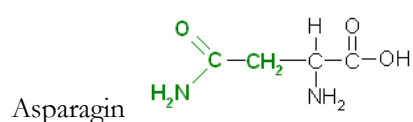
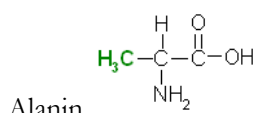
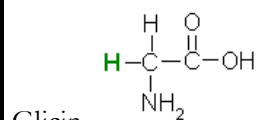


Enajst aminokislin nastane v organizmu odraslega človeka, devet pa jih moramo dobiti z ustrezno beljakovinsko prehrano. Teh devet nujno potrebnih aminokislin imenujemo esencialne aminokisline. Molekule aminokislin se razlikujejo med seboj glede na stransko verigo (R).

Tabela 1. V tabeli so podane aminokisline vezane v beljakovinah organizmov. Podane so tudi okrajšave njihovih imen.

Esencialne aminokisline		Neesencialne aminokisline	
Histidin	His	Alanin	Ala
Izolevcin	Ile	Arginin*	Arg
Levcin	Leu	Asparagin	Asn
Lizin	Lys	Asparaginska kislina	Asp
Metionin	Met	Cistein*	Cys
Fenilalanin	Phe	Glutaminska kislina	Glu
Treonin	Thr	Glutamin*	Gln
Triptofan	Trp	Glicin*	Gly
Valin	Val	Prolin*	Pro
		Serin	Ser
		Tirozin*	Tyr

Model 2. Strukturne formule nekaterih aminokislin.



Beljakovine, ki jih zaužijemo s hrano, se v telesu razgradijo na aminokisline, ki se porabijo za gradnjo novih človeku lastnih beljakovin. Če posamezne esencialne aminokisline z beljakovinami organizem ne dobi, ne morejo v organizmu nastati nove beljakovine potrebne za življenje. Nekatere aminokisline (v tabeli označene z zvezdico) so esencialne za človeka, ker v našem telesu ne morejo nastati.

Večina živalskih beljakovin vsebuje vse aminokisline, zato pravimo, da so to popolne beljakovine. Nekatere živalske in še zlasti rastlinske beljakovine pa ne vsebujejo vseh esencialnih aminokislin, zato so to nepopolne beljakovine. Odrasel človek potrebuje okoli 7 g esencialnih aminokislin na dan, od tega kar 2 g metionina. Pomena esencialnih aminokisline se morajo še posebej zavedati vegetarijanci, saj mora organizem dobiti vse esencialne beljakovine v zadostni količini. Koruza tako nima lizina in triptofana, riž nima lizina in treonina, pšenica nima lizina in celo soja, ki velja za najboljši rastlinski vir aminokislin ima zelo malo metionina. To pomeni, da je za vegetarijance še toliko bolj pomembna pestra rastlinska prehrana z ustrezno kombinacijo različnih rastlinskih beljakovin. Le rastlinska hrana pa za odraščajočega otroka vseeno ni dovolj bogata z vsemi esencialnimi aminokislinami, zato je potrebno hrani dodajati tudi živalske beljakovine.

Ključna vprašanja

1. Ali zadostuje le pestra rastlinska hrana za normalno delovanje organizma odraslega človeka? Utemelji svoj odgovor.

Da. Ker vsebuje dovolj ustreznih beljakovin in s tem tudi esencialnih aminokislin.

2. V katerih rastlinah so beljakovine, ki vsebujejo aminokisline potrebne za uravnoteženo prehrano človeka?

V stročnicah.

3. Kaj je skupnega beljakovinam rastlinskega in živalskega izvora?

Vse beljakovine so zgrajene iz aminokislin, ki so povezane med seboj v verige.

4. Kaj pomeni beseda esencialno, če jo slišimo v povezavi z beljakovinami v prehrani?

Beseda esencialno pomeni, da potrebuje naš organizem tudi take aminokisline, ki jih sam ne more izdelati in jih mora dobiti s hrano, torej so za človeka nujno potrebne oz. esencialne aminokisline.

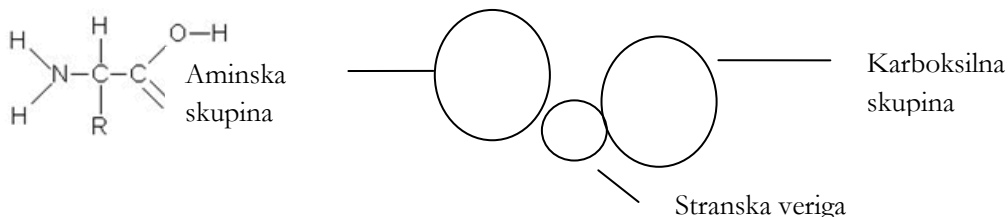
5. Naštej imena in okrajšave vseh esencialnih aminokislin.

Histidin (His), Isolevcin (Ile), Levцин (Leu), Lizin (Lys), Metionin (Met), Fenilalanin (Phe), Treonin (Thr), Triptofan (Trp) in Valin (Val).

6. Ali vse rastlinske beljakovine vsebujejo vse esencialne aminokisline? Odgovor utemelji.

Ne. V različnih rastlinah so različne beljakovine, ki vsebujejo značilne aminokisline. V beljakovinah določenih rastlin ni nekaterih aminokislin, kot na primer: npr. koruza nima lizina in triptofana, riž nima lizina in treonina, pšenica nima lizina. Pestra rastlinska prehrana lahko zadosti vse esencialne aminokisline, pri tem je tudi pomembno, da jih zaužijemo v zadostni količini.

7. Podana je splošna formula aminokisline. V formuli označi značilne skupine in jih imenuj.



8. Kakšna je zgradba vseh aminokislin, kaj imajo skupnega in v čem se razlikujejo?

V vseh molekulah aminokislin je centralni ogljikov atom na katerega so vezane štiri različne skupine. Vodikov atom, aminska skupina $-NH_2$, karboksilna skupina $-COOH$ in četrta skupina, ki se v aminokislinah razlikuje. Ta skupina je značilna za posamezno aminokislino in določa njene lastnosti.

9. Zapiši strukturno formulo funkcionalne skupine v molekuli aminokisline, ki je značilna za organske kisline.

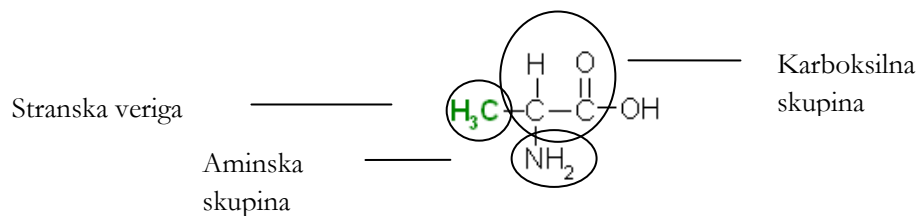


10. Zapiši strukturno formulo funkcionalne skupine v molekuli aminokisline, ki je značilna za baze.



Naloge za vajo

1. Napiši strukturno formulo aminokisline z oznako Ala, če veš, da je na centralni ogljikov atom vezana metilna skupina. V formuli molekule označi posamezne skupine.

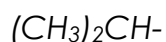


2. Analiziraj strukturne formule molekul aminokislin na sliki 1 in napiši racionalne formule tistih delov molekul, ki razlikujejo molekule

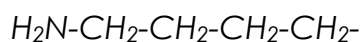
posameznih aminokislin med seboj. Posamezne dele aminokislin označi z okrajšavami njihovih imen.



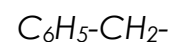
Asn



Val



Lys



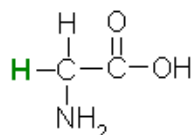
Phe

Ali razumem?

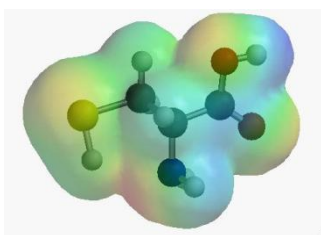
1. V kateri vrsti hrane, rastlinskega ali živalskega izvora je več beljakovin? V katerih beljakovinah rastlinskih ali živalskih je vezanih več različnih esencialnih aminokislin?

V živalski, ker vsebujejo živalske beljakovine vse za človeka potrebne esencialne aminokislino, nekatere rastlinske beljakovine pa nimajo določenih esencialnih aminokislin.

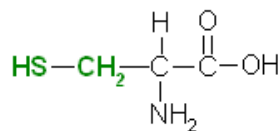
2. Zapiši formulo glicina, če veš, da je to najenostavnejša aminokislina. Najenostavnejša pomeni to, da v stranski verigi ni nobene skupine, ki bi vsebovala ogljikov atom.



3. Na sliki je model aminokislina cistein. Napiši strukturno formulo cisteina.



Rešitev:



Problemski nalogi

1. Ali ima aminokislina kisle ali bazične lastnosti je odvisno od strukture stranske verige. Poleg formul aminokislin v tabeli zapiši N, če je

aminokislina nevtralna, K, če je kislina in B, če je bazična v drugi stolpec.
V tretjem stolpcu utemelji svojo odločitev.

Formula molekule aminokisline in okrajšava imena	N/K/B	Utemeljitev odločitve
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Ile		
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\ \\ \text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$ Arg		
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Asp		

Rešitev:

Formula molekule aminokisline in okrajšava imena	N/K/B	Utemeljitev odločitve
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Ile	N	V stranski verigi so vezani le ogljikovi atomi, kar ne doprinese h kislim odnosno bazičnim lastnostim aminokisline.
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\ \\ \text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$ Arg	B	V stranski verigi sta vezani dve amini skupini, kar poveča bazične lastnosti aminokisline.
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Asp	K	V stranski verigi je vezana karboksilna skupina, kar doprinese h kislim lastnostim aminokisline.

2. Beljakovine določamo v vzorcih hrane z biuretsko reakcijo.

Navodila za izvedbo poskusa:

- Izvedi poskus s tremi snovmi (moka, želatina v prahu, sladkor) in vodo.
- Za nožev konico posameznih snovi daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi.
- V vsako nalij 5 mL vroče vode ter močno pretresi..

- V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
- V vse epruvete dodaj 1 mL 10 % vodne raztopine natrijevega hidroksida in 3 kapljice 0,5 % bakrovega sulfata ter dobro pretresi.
- Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost beljakovin (+ / -)

Rešitve:

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost beljakovin (+ / -)
M	Moka	Rahlo vijolično obarvanje zmesi	+
Ž	Želatina	Vijolično obarvanje zmesi	+
S	Sladkor	Modra raztopina	-
V	Voda	Modra raztopina	-

- 2.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil biuretsko reakcijo? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

Ker vem, da voda ne vsebuje beljakovin in je kontrolna snov pri poskusu. V primeru, da se zmes v določeni epruveti obarva tako kot pri vodi - modro pomeni to, da ta vzorec ne vsebuje beljakovin.

- 2.2. V katerih vzorcih si dokazal, da vsebujejo beljakovine? Po čem to sklepaš?

Vzorca z moko in želatino se po dodatkov reagentov obarvata vijolično, torej drugače, kot se je po dodatku reagentov obarvala voda.

- 2.3. Na kaj lahko sklepamo na osnovi obarvanja moke in želatine v primerjavi z obarvanjem vode?

Moka in želatina vsebujeta beljakovine. Vijolično obarvanje je dokaz za vsebnost beljakovin.

- 2.4. Ali so v vzorcih v katerih smo dokazali beljakovine tudi aminokisline?
Odgovor utemelji.

Da, ker so beljakovine sestavljene iz aminokislin.

- 2.5. Kaj lahko sklepaš iz poskusa s sladkorjem?

Vodna raztopina sladkorja je modre barve (negativna biuretska reakcija), sladkor ne vsebuje beljakovin.

- 2.6. Kako dobimo moko?

Moka je zmleto pšenično zrno, torej je rastlinskega izvora.

- 2.7. Kako dobimo želatino?

Želatino pripravijo s kuhanjem hrustanca in kož goveda.

- 2.8. Kako dobimo sladkor?

Sladkor pripravijo iz soka, ki ga pridobijo iz gomoljev sladkorne pese ali stebel sladkornega trsa.

- 2.9. Ali lahko na osnovi poskusa sklepaš, da hrana rastlinskega izvora vsebuje beljakovine? Odgovor utemelji.

Da, ker moka vsebuje beljakovine (pozitivna biuretska reakcija) in je rastlinskega izvora.

Učna enota: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?

Zakaj se to učim?

Beljakovine, ki jih pojemo s hrano se v prebavilih (želodec in ozko črevo) s pomočjo encimov, ki so tudi beljakovine in jih izloča želodčna sluznica ter trebušna slinavka razgradijo v aminokisline. Aminokisline gredo skozi močno nagubano steno tankega črevesa v kri. Po krvi se prenesejo do vseh celic telesa, kjer se iz teh aminokislin tvorijo telesu lastne beljakovine ter druge snovi, potrebne za delovanje telesa.

Učni cilji

- razumeti, kako iz beljakovin nastanejo aminokisline in obratno
- spoznati, kako so aminokisline med seboj povezane v peptide oz. beljakovine

Učni dosežki

- s pomočjo formul aminokislin zapisati formulo določenega peptida
- razumeti nastanek peptidne vezi med dvema molekulama aminokisline
- poznati lastnosti razgradnje beljakovin med prebavo v organizmu

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika
- Učna enota 1: Česa pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Peptid, peptidna vez, prebava beljakovin

Podatki in modeli

Aminokisline se povezujejo med seboj z vezjo, ki nastane pri reakciji dveh molekul aminokislin.

Aminska skupina ene molekule aminokisline se poveže s karboksilno skupino druge molekule aminokisline. Pri tem izstopa molekula vode. Vez, ki nastane med dvema molekulama aminokislin imenujemo amidna vez, v beljakovinah pa jo imenujemo tudi peptidna vez. Potekla je reakcija polimerizacije. Tako polimerizacijo imenujemo tudi kondenzacijska polimerizacija, ker pri tej reakciji pogosto izstopa voda ali druga nizkomolekularna spojina.

Model 1. Povezovanje dveh aminokislin predstavljenih s splošno formulo v dipeptid.



Dve aminokislini povezani s peptidno vezjo tvorita dipeptid, tri aminokisline pa tripeptid. Veliko povezanih aminokislin tvori polipeptid. Polipeptide z velikim številom povezanih aminokislin imenujemo beljakovine ali proteine. Poznamo polipeptide z nekaj deset do nekaj tisoč aminokislinskimi enotami. Osnovni podatek o strukturi beljakovine je zaporedje aminokislin povezanih v verigi. To zaporedje je za vsako beljakovino zapisano v enem genu, ki predstavlja zaporedje enot v molekuli deoksiribonukleinske kisline (DNA) vsake celice organizma. Osnovna peptidna veriga ima lahko različne oblike, tako je lahko zvita v vijačnico. Deli verig niso vedno zviti v vijačnico. Molekule nekaterih beljakovin sestavlja lahko več verig, ki se zvijejo v klobčič. V prostoru je struktura beljakovine natanko določena. V človeškem telesu je približno



100.000 različnih beljakovin, vsaka med njimi ima svoj pomen za delovanje organizma. Tako so vsi encimi beljakovine.

V želodcu povzroči klorovodikova kislina spremembe beljakovin tako, da encim pepsin beljakovinske verige lažje razcepi v krajše verige in na posamezne aminokisline. V ozkem črevesju se nadaljuje cepitev peptidnih vezi ob sodelovanju encimov trebušne slinavke. Celice v sluznici črevesa absorbirajo posamezne aminokisline, dipeptide in tripeptide. V celicah se dipeptidi in tripeptidi razgradijo v posamezne aminokisline. Absorbirane aminokisline potujejo po krvi do jeter, ki usmerjajo nadaljnjo porazdelitev aminokislin po telesu in vodijo njihovo pretvorbo.

Zanimivost

Sladilo aspartam je metilni ester dipeptida, ki nastane iz aminokislin asparaginske kisline in fenilalanina. V človeškem telesu se sladilo aspartam razgradi na aminokislini. Del molekul fenilalanina se v organizmu ob sodelovanju encimov v jetrih pretvori v molekule tirozina. V primeru, da v organizmu ta encim manjka, zaradi dedne bolezni fenilketonurije, se aminokislina fenilalanin kopiči v organizmu. To povzroča resne zdravstvene probleme, kot so poškodbe možgan in s tem umska zaostalost. Osebe brez teh encimov ne smejo uživati sladila aspartama, in nikakršne hrane, ki v beljakovinah vsebuje veliko vezane aminokisline fenilalanin. Aspartam je pogosto v hrani, na primer v jogurtih brez sladkorja.

Ključna vprašanja

1. Kako imenujemo spojine, ki nastanejo, če se povežeta dve, tri ali več aminokislin med seboj?

Peptidi.

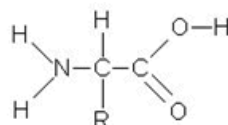
2. Poimenuj dve funkcionalni skupini, ki sodelujeta pri povezovanju aminokislin med seboj.

Karboksilna in aminska skupina.

3. Kako imenujemo kemijsko reakcijo, ki poteče med dvema aminokislinama?

Polimerizacija ali kondenzacijska polimerizacija.

4. Napiši splošno strukturno formulo monomerne enote v polipeptidu?



5. Zakaj imenujemo reakcijo nastanka peptida kondenzacijska polimerizacija?

Polimerizacijska kondenzacija je reakcija med dvema različnima funkcionalnima skupinama dveh aminokislin, pri tem se odcepi molekula vode.

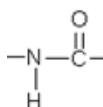
6. Kako imenujemo vez, ki nastane med dvema funkcionalnima skupinama, ki sta značilni za aminokislino?

Amidna vez.

7. Kako lahko še drugače imenujemo to vez, če se povežeta dve aminokislini?

Peptidna vez.

8. Napiši strukturno formulo vezi med dvema aminokislinama.



9. Kaj v organizmih določa zaporedje aminokislin vezanih v beljakovinsko molekulo?

Gen v DNK vsake celice.

10. Kje v telesu se cepijo peptidne vezi v molekulah beljakovin?

V želodcu in ozkem črevesu.

11. Kaj nastane pri prebavi beljakovin v ozkem črevesu?

Dipeptidi, tripeptidi in posamezne aminokisline.

12. Kaj je aspartam in zakaj se uporablja?

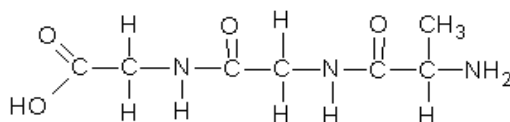
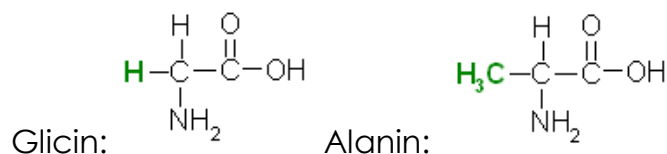
Dipeptid sestavljen iz aminokislin fenilalanina in asparaginske kisline, uporablja pa se kot sladilo.

13. Kaj je fenilketonurija?

Dedna bolezen, ko primanjkuje encima, ki spremeni fenilalanin v tirozin v organizmu in zato povzroči kopičenje fenilalanina poškodbe možgan in umsko zaostalost.

Naloge za vajo

1. Napiši strukturno formulo tripeptida, ki nastane iz dveh molekul aminokisline glicina in ene molekule aminokisline alanina. Podani sta formuli obeh aminokislin. Zaporedje aminokislin v tripeptidu je glicin-glicin-alanin. V tripeptidu označi peptidni vezi.



2. Zaporedje vezanih aminokislin v peptidih označujemo z okrajšavami imen aminokislin, ki jih sestavljajo. Okrajšave povežemo med seboj z vezajem, ki ponazarja peptidno vez. Zaporedje aminokislin v tripeptidu v prejšnji nalogi zapišemo kot Gly-Gly-Ala. Ali so možne še druge povezave teh treh aminokislin?

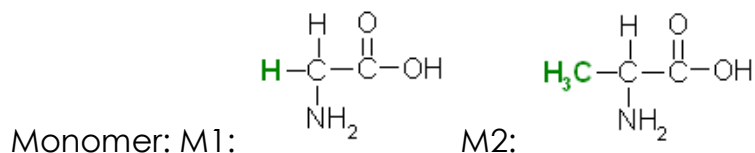
Poleg zaporedja aminokislin Gly-Gly-Ala sta možni še dve zaporedji Gly-Ala-Gly in Ala-Gly-Gly.

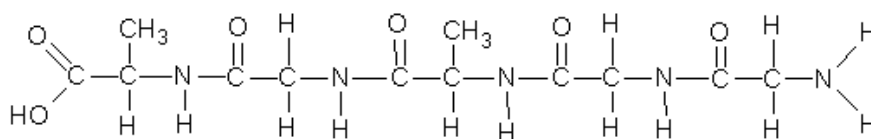
Ali razumem?

1. Pojasni zakaj je črevesna sluznica (notranja površina ozkega črevesa) močno nagubana?

Ker se tako poveča površina sluznice in se lahko več snovi vsrka v kri in limfo.

2. Napiši polimer, ki nastane med monomeri M1 in M2; zapišemo pa ga kot M2-M1-M2-M1-M1. V nastalem polimeru označi vse amidne ali peptidne vezi.





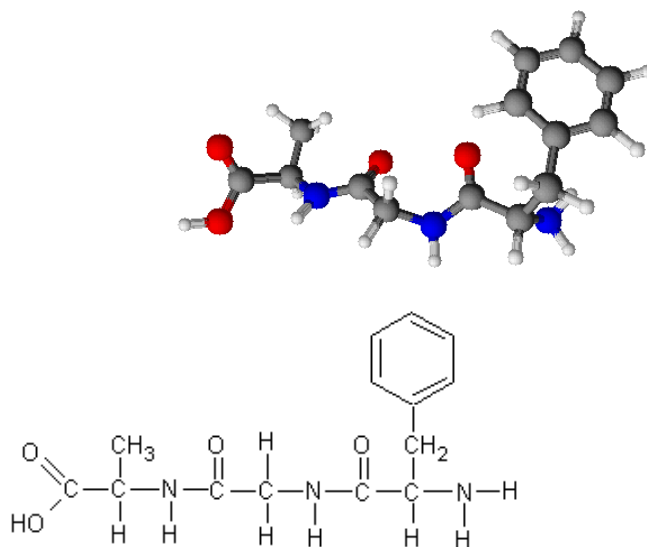
Rešitev:

3. Zakaj ljudje, ki imajo fenilketonurijo ne smejo jesti hrane sladkane s sladilom aspartam?

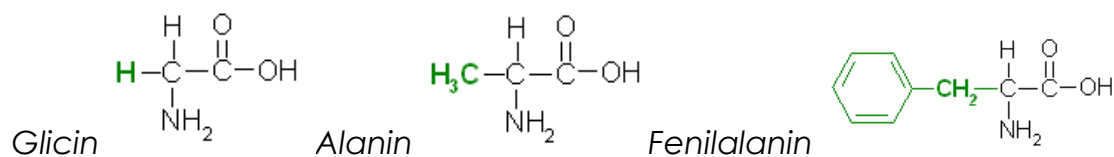
Sladilo aspartam je metilni ester dipeptida, ki ga tvorita aminokislini asparaginska kislina in fenilalanin. V človeškem telesu se sladilo aspartam razgradi na ti dve aminokislini. Del molekul fenilalanina se v organizmu ob sodelovanju encimov v jetrih pretvori v molekule tirozina. V primeru, da v organizmu ta encim manjka, zaradi dedne bolezni fenilketonurije, se aminokislina fenilalanin kopiči v organizmu. To povzroča resne zdravstvene probleme, kot so poškodbe možgan in s tem umska zaostalost.

Problemske naloge

1. Iz modela zapiši strukturno formulo tripeptida. Napiši formule aminokislin, ki so vezane v tripeptidu in jih imenuj. Tripeptid ponazori z zapisom, v katerem uporabiš okrajšave imen aminokislin.

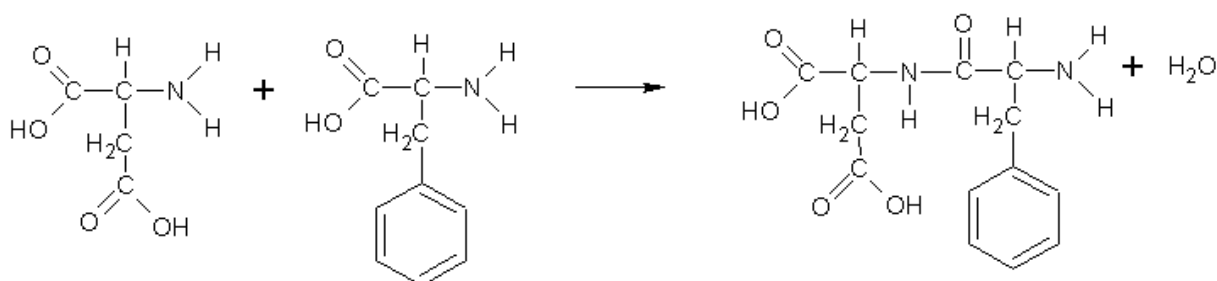


Rešitev:

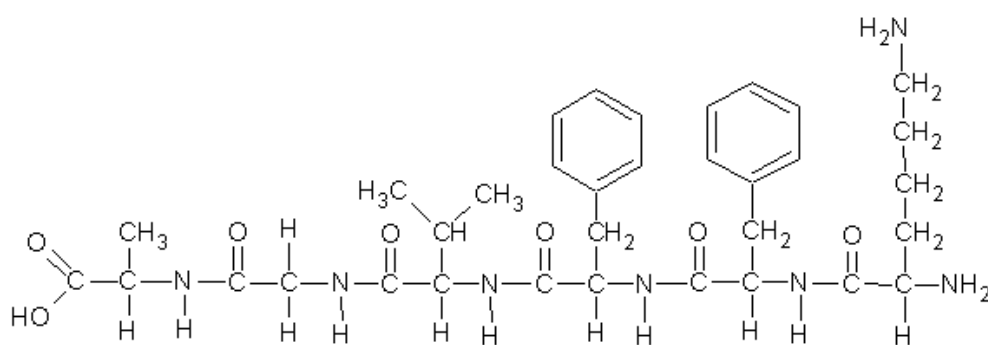


Ala-Gly-Phe

2. Napišite reakcijsko shemo nastanka dipeptida, ki je osnova za pripravo sladila aspartama.



3. Napiši heksapeptid, ki ga lahko ponazorimo z zapisom Ala-Gly-Val-Phe-Phe-Lys. Koliko peptidnih vezi je v tem heksapeptidu?

 Pet

Učna enota: Kakšno vlogo imajo beljakovine v našem telesu?

Zakaj se to učim?

Beljakovine imajo v organizmih različne funkcije. Beljakovine sestavljajo telo organizmov in omogočajo potek kemijskih reakcij v celicah. Vsaka celica živi le toliko časa, kolikor se v njej tvori energijsko bogata snov, ki ji pravimo s kratico ATP. Nastanek te snovi in vseh ostalih snovi, ki se v celicah pri kemijskih reakcijah stalno spreminjajo, omogočajo beljakovine imenovane encimi. Zato lahko rečemo, da so beljakovine tiste snovi zaradi katerih mi lahko živimo.

Učni cilji

- spoznati kakšna je funkcija različnih beljakovin v telesu

Učni dosežki

- ločiti med globularnimi in fibrilarnimi beljakovinami
- znati naštetih funkcije beljakovin v telesu
- razumeti funkcijo encimov v celici
- poznati funkcijo transportnih in obrambnih beljakovin

Predhodno znanje

- Učna enota 1: Česa pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?
- Učna enota 2: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

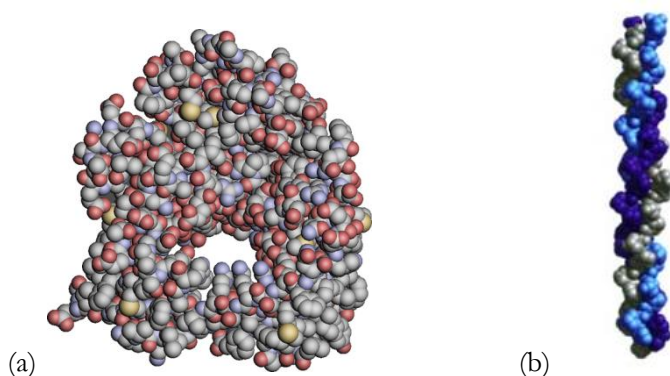
Novi pojmi

Fibrilarne beljakovine, globularne beljakovine, encimi, transportne beljakovine, obrambne beljakovine

Podatki in modeli

Glede na obliko molekul poznamo vlaknaste (fibrilarne) in kroglaste (globularne) beljakovine.

Model 1. Globularna beljakovina encim (a) in fibrilarna beljakovina kolagen (b) (vir: Wikipedia).



Molekule vlaknastih beljakovin so med seboj povezane z vezmi in so zato v vodi slabo topne in občutljive za delovanje močnih kislin. Kroglaste beljakovine so zelo občutljive za toploto, povečano koncentracijo elektrolitov (kislin, baz in soli) in na spremembo pH. Pri tem se iz raztopine izločijo beljakovine kot trdne snovi. Proces imenujemo denaturacija. Spremeni se struktura beljakovin. Posledica tega je, da ne morejo več opravljati funkcij v organizmu.

Vlaknaste beljakovine so v celicah kože, dlakah, nohtih (keratin), kitah (elastin), pa tudi kot medcelični vezni material (kolagen). Pri športu in drugih telesnih aktivnostih lahko povečamo mišično maso in s tem količino beljakovin. Najbolj razširjena beljakovina v telesu je kolagen, ki povezuje celice in je beljakovinska osnova kosti in zob. V primeru, da hrana ne vsebuje dovolj beljakovin se mišična masa zmanjša, koža ni več elastična, lasje se

tanjšajo in začnejo izpadati. V šamponih in kremah so beljakovine, ki naj bi pospešile gradnjo beljakovin v koži in laseh. Vlaknaste beljakovine so tudi v svili in pajkovih mrežah.

Kroglaste (globularne) beljakovine so v telesnih tekočinah in tekočinah znotraj celic in so večinoma dobro topne v vodi. V to skupino beljakovin prištevamo encime, transportne beljakovine, obrambne beljakovine, hormone, beljakovine kot zaloga hrane in strupe (toksine).

Tabela 1. Pomen globularnih beljakovin za organizme.

Globularna beljakovina	Pomen za organizme
encimi	pospešujejo in uravnavajo potek kemijskih reakcij v organizmih
transportne beljakovine	sodelujejo pri prenosu kisika, maščob in drugih snovi v organizmu
obrambne beljakovine	so pomembne pri odstranjevanju virusov in strupov iz organizma
hormoni	regulirajo delovanje organizma (npr. inzulin regulira koncentracijo glukoze v krvi)
beljakovine kot zaloga hrane	so zaloga hrane razvijajočemu organizmu (npr. ovalbumin v jajčnem beljaku, kazein v mleku)
strupi (toksini)	strupene beljakovine, ki jih izločajo nekateri mikroorganizmi (npr. povzročitelji tetanusa, antraksa, davece), so lahko v strupih nekaterih kač in žuželk

(VIŠJA RAVEN)

Encimi

Kemijske reakcije v organizmih, pri katerih nastanejo iz ene vrste molekul druga vrsta molekul, potekajo ob sodelovanju encimov. Brez encimov bi potekale te reakcije tako počasi, da življenje ne bi bilo mogoče. Encimi so katalizatorji. To pomeni, da povečajo hitrost kemijske reakcije. Encime imenujemo tudi biokatalizatorji, ker pospešujejo reakcije metabolizma v živih organizmih. Pri tem se ne spremenijo. Vsaka reakcija pri nastanku adenozin trifosfata (ATP), nastanku in razpadu ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin zahteva ustrezno beljakovino–encim s specifično zgradbo. Encim, ki se mu spremeni zgradba, ne more več sodelovati kot katalizator pri določeni

kemijski reakciji. Encimi nastanejo v celicah. Pri nekaterih boleznih (npr. cistična fibroza, ko trebušna slinavka ne deluje) morajo bolniki med hranjenjem jemati kapsule z encimi.

Transportne beljakovine

Transportne beljakovine sodelujejo pri prenosu snovi v organizmu. Hemoglobin, ki obarva eritrocite v krvi rdeče, veže v pljučih molekule kisika in jih prenaša do drugih organov v telesu. V hemoglobinu je poleg barvila hem tudi beljakovina globin. Beljakovine prenašajo tudi lipide (skupina spojin, v katero sodijo tudi maščobe in voski, sestavljeni lipidi in steroli - najbolj znan je holesterol) po krvi iz jeter do ostalih celic v organizmu in nazaj. Pri prenosu npr. vitamina A in drugih v lipidih topnih vitaminov v telesu sodeluje posebna beljakovina. Tudi če s hrano dobi organizem vitamin A ta zaradi pomanjkanja beljakovine, ki ga prenaša po telesu, ne pride do mišic.

Obrambne beljakovine

Koža je pretežno iz beljakovin in je zaščita pred vdorom bakterij in virusov v telo. Beljakovine v krvi sodelujejo pri strnjevanju krvi, če si kožo ranimo in nam teče kri. Imunski sistem organizma se bori proti bakterijam in virusom tako, da nastanejo v telesu posebne beljakovine, ki jih imenujemo protitelesa. Vsako protitelo ima značilno zgradbo, ki mu omogoča, da se veže na določeno bakterijo ali virus. Če se kasneje zopet okužimo z istim povzročiteljem bolezni, je imunski sistem že pripravljen za nastanek protiteles, ki uničijo patogen mikroorganizem. Proti nekaterim nalezljivim boleznim se lahko tudi cepimo. Pri tem v telesu nastanejo protitelesa proti tej bolezni (npr. gripi, rdečkam, tetanusu) in posebne spominske celice, ki pričnejo izdelovati protitelesa, če pridemo v ponoven stik s povzročiteljem bolezni, proti kateremu smo bili cepljeni. Če je imunski sistem organizma oslavljen, se ne odzove ustrezno na infekcijo in je lahko drugače za človeka nenevarna infekcija usodna. Imunski

sistem je oslavljen recimo pri bolnikih z AIDS-a (Human Immunodeficiency Syndrom), ki ga povzroča HIV (Human Immunodeficiency Virus). Taki bolniki pogosto umrejo zaradi infekcije, ki je za zdrave ljudi največkrat nenevarna.

(PONOVO OSNOVNI NIVO)

Presnova beljakovin

Z naraščanjem količine beljakovin v naši prehrani raste tudi količina produktov, ki nastanejo pri njihovi presnovi. Glavni produkt presnove beljakovin, ki so dušikove spojine, je sečnina (urea), ki se iz telesa izloča pri delovanju ledvic s sečem. Hrana z visokim deležem beljakovin posredno vpliva tudi na količino vode, ki se izloči iz telesa. Predvsem pri bolnikih z ledvičnimi boleznimi moramo paziti, da prevelika količina proteinov ne povzroči prevelikega izločanja vode, kar dodatno obremeni delovanje ledvic. V prehrani z veliko beljakovin je običajno malo zelenjave, sadja in žitaric in je predvsem živalskega izvora (meso). V mesu pa so poleg beljakovin tudi maščobe, v katerih so vezane nasičene maščobne kisline in holesterol. To poveča tudi nevarnost za nastanek rakastih obolenj. Slabost take prehrane je tudi, da je energetsko bogata saj vsebuje veliko maščob, kar prispeva tudi k povečanju telesne mase.

Rastlinska beljakovinska hrana vsebuje tudi maščobe, v katerih je vezan večji delež nenasičenih maščobnih kislin kot nasičenih in prehranske vlaknine (celuloza). Prehrana naj bo raznovrstna in naj vsebuje tako živalske kot rastlinske beljakovine. Orehi, lešniki, mandlji in druga semena so pomemben vir beljakovin in maščob z nenasičenimi maščobnimi kislinami, kar nas varuje pred srčnimi boleznimi. Pri mleku, jogurtu in sirih pazimo, da jemo take, ki ne vsebujejo veliko maščob. Kruh, riž, testenine in sadje tudi vsebujejo beljakovine, ne vsebujejo pa holesterola. Ta vrsta hrane je tudi pomemben vir prehranskih vlaknin, vitaminov in mineralov.

Tabela 2. Vsebnost beljakovin v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa beljakovin v g
Goveje meso	31,7
Mandlji	18,6
Jajca	12,9
Polnozrnat kruh	10,5
Mleko	3,5
Solata	2,4
Jabola	0,2

Ključna vprašanja

1. Opiši razliko med globularnimi in fibrilarnimi beljakovinami.

Molekule fibrilarnih ali vlaknastih beljakovin so med seboj povezane z vezmi in so zato v vodi slabo topne. Občutljive so za delovanje močnih kislin. Globularne ali kroglaste beljakovine so v vodi dobro topne. Občutljive so na toploto, povečano koncentracijo elektrolitov (kislin, baz in soli), spremembo pH.

2. Kaj je denaturacija beljakovin?

Če se zaradi povišane temperature ali dodatka kisline v vodno raztopino beljakovin izločijo trdne beljakovine imenujemo ta pojav denaturacija. Pri tem se spremeni struktura beljakovin. Posledica tega je, da ne morejo več opravljati določenih funkcij v organizmu.

3. Kje v telesu najdemo fibrilarne beljakovine?

Fibrilarne ali vlaknaste beljakovine najdemo v celicah kože, dlakah, nohtih (keratin), kitah (elastin), pa tudi kot medcelični vezni material (kolagen).

4. Katera beljakovina se nahaja v nohtih in laseh ter katera v koži?

Keratin in kolagen.

5. Kakšno vlogo imajo navadno globularne beljakovine?



Globularne ali kroglaste beljakovine so encimi (pospešujejo in uravnavajo potek kemijskih reakcij v organizmih), transportne beljakovine (sodelujejo pri prenosu kisika, maščob in drugih snovi v organizmu), obrambne beljakovine (so pomembne pri odstranjevanju virusov in strupov iz organizma, strjevanju krvi), hormone (regulirajo delovanje organizma), beljakovine kot zaloga hrane (ovalbumin v jajčnem beljaku, kazein v mleku) in strupe, ki jih izločajo nekateri mikroorganizmi (npr. povzročitelji tetanusa, antraksa, davice) in so lahko v strupih nekaterih kač in žuželk.

6. Zakaj pravimo, da so encimi biokatalizatorji?

Encime imenujemo tudi biokatalizatorji, ker pospešujejo reakcije metabolizma v živih organizmih. Pri tem se ne spremenijo.

7. Naštej tri vrste transportnih beljakovin.

Beljakovina globin, ki omogoča prenos kisika v hemoglobinu in beljakovine, ki prenašajo lipide in v vodi netopne vitamine (vitamin A).

8. Kakšno vlogo imajo obrambne beljakovine?

Koža je pretežno iz beljakovin in služi kot zaščita pred vdorom bakterij in virusov v telo. Celjenje ran omogočijo beljakovine v krvi saj sodelujejo pri strnjevanju krvi. Imunski sistem organizma se bori proti bakterijam in virusom tako, da nastanejo v telesu posebne beljakovine imenovana protitelesa.

9. Kaj je sečnina?

Glavni produkt presnove beljakovin, ki so dušikove spojine, je sečnina (urea), ki se iz telesa izloča pri delovanju ledvic s sečem.

Problemske naloge

1. Pojasni zakaj hrana z veliko beljakovin pripomore k večji porabi vode v telesu?

Ker se večja količina beljakovin, ki jih zaužijemo s hrano, pretvori v več sečnine. Ta se raztopi v vodi in izloča skozi ledvice. Ker nastane več sečnine, se za njeno raztapljanje porabi več vode.

2. Zakaj trebušna slinavka izloča v dvanajstnik (začetek ozkega črevesa) encime peptidaze?

Trebušna slinavka izloča encime v ozko črevo, ki razgradijo vso hrano. Iz imena encimi peptidaze je mogoče sklepati, da ti encimi cepijo peptidne vezi v beljakovinskih molekulah in tako razgradijo beljakovine iz hrane na posamezne aminokisline. Te vsrka kri skozi črevesno sluznico ozkega črevesa.

3. Zakaj pravimo, da je AIDS sindrom človeške imunske pomanjkljivosti?

Ker je AIDS bolezen, ki jo povzroča virus HIV, in okuži levkocite, ki so sestavni del imunskega sistema organizma. Imunski sistem ni več tako učinkovit kot pri zdravem človeku in zato se lahko bolnik z AIDS-om okuži tudi z za zdravega človeka nenevarnimi bakterijami in virusi ali zboli za redkimi oblikami raka, kar je zanj lahko usodno. AIDS torej pomeni, da ima človek različne bolezni, ki so posledica slabega imunskega sistema.

4. Zakaj se je dobro vsakih pet let cepiti proti klopnemu meningoencefalitisu, če veliko hodimo po travnikih ali gozdu?

Zato, ker se pri celjenju tvorijo v organizmu protitelesa proti klopnemu meningoencefalitusu in nato spominske celice. Te pričnejo takoj izdelovati nova protitelesa, če pridemo po piku klopa v stik z virusi, ki povzročajo klopni meningoencefalitis. Vsakih pet let pa se cepimo zato, da se spominske celice namnožijo in imamo večjo možnost, da se učinkovito ubranimo izbruhu bolezni.

5. Kakšno vlogo imajo protitelesa, ki nastanejo v našem telesu, če se okužimo z virusom nove gripe H1N1?

Protitelesa se vežejo na viruse gripe H1N1 in s tem omogočijo, da levkociti, ki ta protitelesa prepoznajo uničijo virus, tako da se ne more v celicah sluznice dihal razmnoževati in povzročati znakov gripe.

Učna enota: Kdo nam izdelava sladkor?

Zakaj se to učim?

Ko rečemo sladkor se največkrat spomnimo na bele kristale, ki jih uporabljamo v kuhinji. Med sladkorje pa uvrščamo tudi druge snovi, ki jih s skupnim imenom imenujemo ogljikovi hidrati. Ogljikovi hidrati niso le sestavina hrane, običajno sestavlja obrok od 60 do 65 % ogljikovih hidratov, ampak se uporabljajo tudi za oblačila (celuloza v bombažu), gradnjo bivališč, gretje, papir (celuloza iz lesa) in za druge namene.

Učni cilji

- spoznati kaj so sladkorji
- spoznati kaj so monosaharidi in kako so zgrajene njihove molekule
- razumeti nastanek in pomen sladkorjev v naravi

Učni dosežki

- ločevanje med različnimi skupinami ogljikovih hidratov glede na sestavo
- pojasniti nastanek monosaharidov v naravi
- razumevanje kemijske zgradbe monosaharidov; glukoza, fruktoza

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih spojin

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Ogljikovi hidrati, monosaharidi, ketoza, aldoza, glukoza, fruktoza

Podatki in modeli

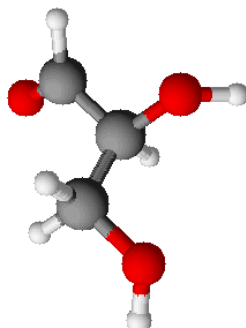
Ogljikovi hidrati so glavni vir energije za naše telo. V molekulah ogljikovih hidratov so vezani atomi ogljika, vodika in kisika. To sta že leta 1840 spoznala Joseph Gay-Lussac in Luis-Jacques Thenard. Ime ogljikovi hidrati za te spojine je leta 1844 predlagal nemški znanstvenik Carl Schmidt. Splošna formula teh spojin je $C_xH_{2y}O_y$, kar lahko zapišemo tudi kot $C_x(H_2O)_y$. Od tod tudi njihovo ime, hydros pomeni v grščini vodo. Enostavne ogljikove hidrate imenujemo tudi sladkorji zaradi sladkega okusa. Znani so tudi pod imenom saharidi, ker v latinščini pomeni saccharum sladkor.

Tabela 2. Vsebnost ogljikovih hidratov v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa ogljikovih hidratov v g
Goveje meso	0
Mandlji	19,5
Jajca	0,9
Polnozrnat kruh	47,7
Mleko	4,9
Solata	4,6
Jabolka	14,5

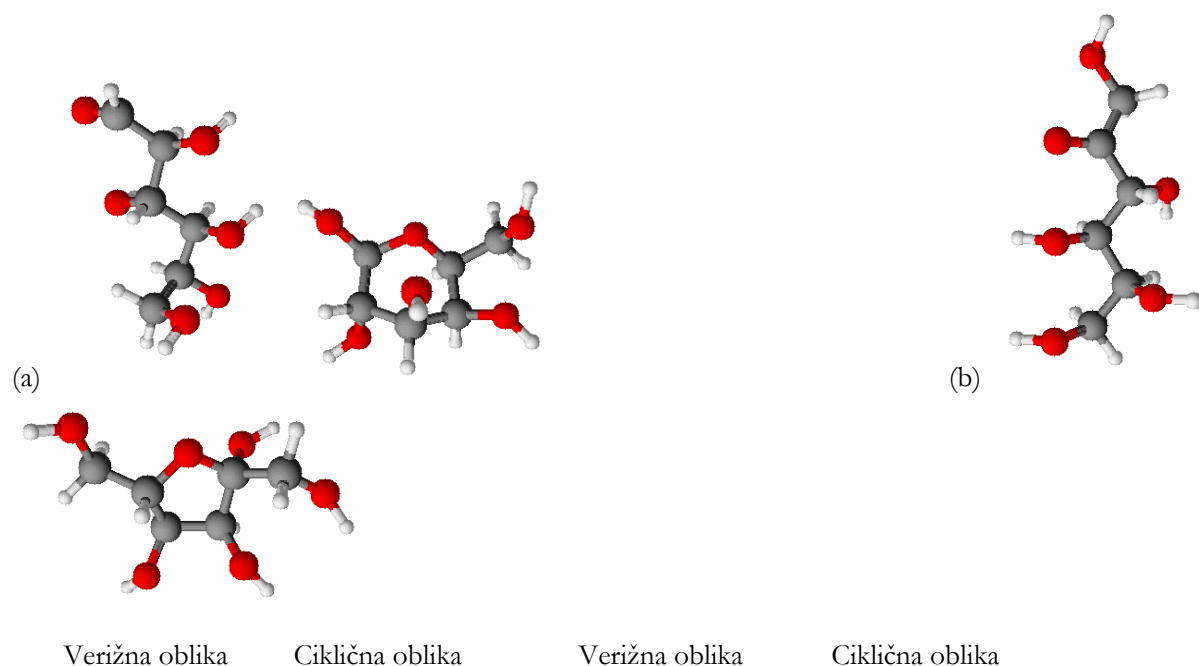
Najenostavnejši ogljikov hidrat je glicerolaldehid.

Model 1. Model molekule najenostavnejšega ogljikovega hidrata.



Enostavni ogljikovi hidrati nastanejo v procesu fotosinteze v rastlinah, ki vsebujejo fotosintetska barvila, kot so klorofili in druga, iz ogljikovega dioksida in vode s pomočjo sončne svetlobe. Nastane ogljikov hidrat z molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$. Molekule s to molekulsko formulo vsebujejo šest atomov ogljika, zato jih imenujemo heksoze (grško rečemo števniku 6 hekso). Med heksoze uvrščamo glukozo in fruktozo, ki imata enako molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$, pa različno razporeditev atomov v molekuli in s tem tudi različno strukturno formulo. Glukoza se pretvori v procesu celičnega dihanja v energijsko bogato snov (ATP), v škrob, ki je zaloga hrane v gomoljih, korenikah ali semenih in v celulozo, ki služi v celičnih stenah rastlin kot opora. Ogljikovi hidrati se lahko spremenijo tudi v druge organske biomakromolekule, kot so beljakovine, lipidi in nukleinske kisline. Za razliko od rastlinskega telesa, je v organizmih živali in tudi človeka le okoli 1 % mase telesa ogljikovih hidratov.

Model 2. Modela molekul dveh vrst heksoz, glukoze (a) uvrščamo med aldoze, fruktozo (b) pa med ketoze.

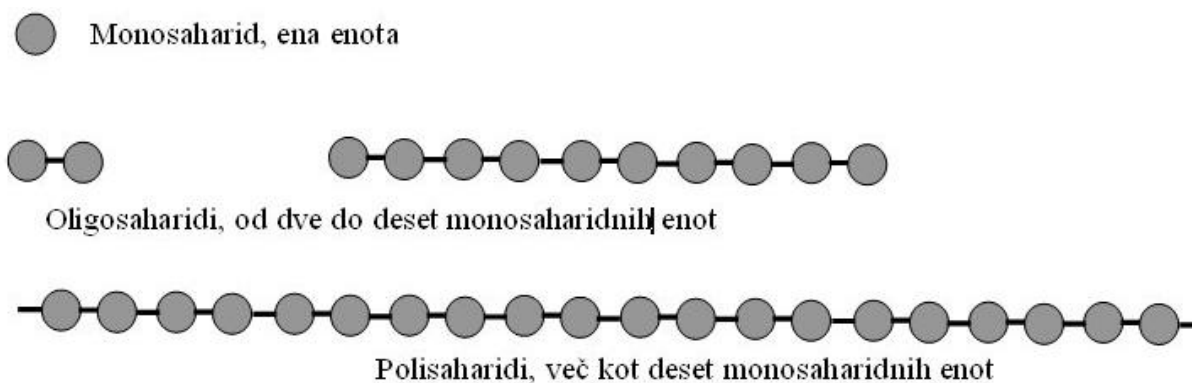


Molekule glukoze so pretežno v šestčlenskih obročih, molekule fruktoze pa v petčlenskih obročih. Glukoza in fruktoza sta v vodni raztopini pretežno v ciklični obliki.

Glukoza ali grozdni sladkor in fruktoza sadni sladkor sta v skoraj vseh sladkih plodovih in tudi v medu. V jabolkih je približno 5 % fruktoze, v grozdju pa 8 %. Veliko glukoze je v grozdju, figah in dateljnih. V medu je od vseh sladkorjev polovica fruktoze. Lastnosti glukoze in fruktoze so različne. Fruktoza je najslajša med vsemi monosaharidi, približno dvakrat slajša od glukoze.

Vsi ogljikovi hidrati, ki jih pojemo, se pretvorijo v glukozo. V naši krvi je normalno 0,06 % do 0,08 % glukoze (60-80 mg glukoze/100 mL krvi). V celice pride glukoza s krvjo. Del glukoze se lahko pretvori v rezervni polisaharid glikogen, ki se skladišči v jetrih in mišicah. Če v krvi pade količina glukoze, se glikogen razgradi nazaj v glukozo. Iz dela glukoze lahko nastanejo maščobe.

Model 3. Delitev ogljikovih hidratov.



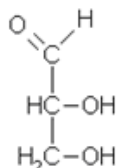
1. Zakaj sladkorje imenujemo ogljikovi hidrati?

346

2. V katero skupino kisikovih organskih spojin sodi najenostavnejši ogljikov hidrat?

Med aldehide.

3. Napiši strukturno formulo najenostavnejšega ogljikovega hidrata, katerega model molekule prikazuje model 1.



4. Kaj lahko sklepaš iz modela 2 o zgradbi ogljikovih hidratov?

Da so molekule aldehidi ali ketoni, ki imajo več hidroksilnih skupin vezanih na verigo ogljikovih atomov.

5. Kaj lahko ugotoviš iz modelov molekul dveh ogljikovih hidratov, ki jih podaja model 2?

Iz primerjave modelov molekul dveh ogljikovih hidratov lahko ugotovimo, da je v obeh molekulah na atome ogljika v verigi vezanih pet hidroksilnih skupin. V molekuli, ki jo podaja model (A) je vezana aldehydna skupina, v molekuli, ki jo podaja model (B) pa ketonska skupina.

6. V kakšni obliki se nahajata fruktoza in glukoza v vodnih raztopinah, ki jih običajno najdemo povsod v naravi?

V ciklični obliki ali v obliki obročev.

7. Na katere tri skupine delimo ogljikove hidrate glede na to koliko enot sestavlja eno molekulo?

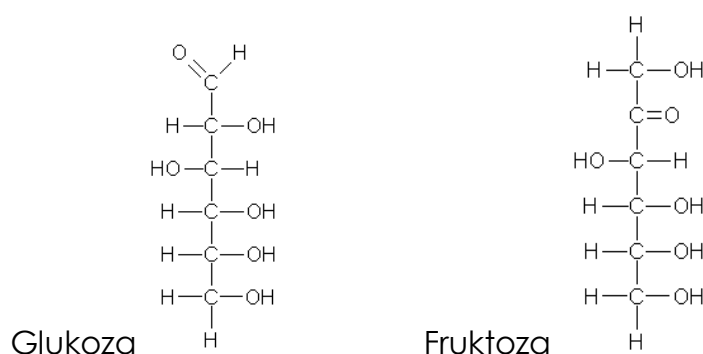
Na monosaharide, oligosaharide in polisaharide.

8. Koliko monosaharidnih enot sestavlja molekule oligosaharidov in koliko molekule polisaharide?

Oligosaharide dve do deset monosaharidnih enot; polisaharide pa veliko število monosaharidnih enot.

Naloge za vajo

1. Kakšna je strukturna formula glukoze in kakšna fruktoze? Pomagaj si z modeloma obeh molekul, ki jih podaja model 2.

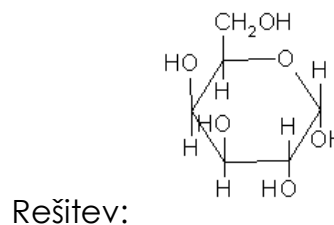
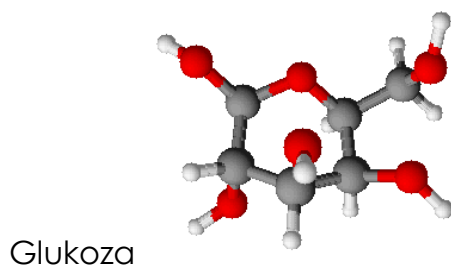


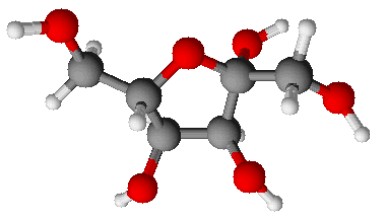
Ali razumem?

1. Kakšno je IUPAC-ovo ime najenostavnejšega ogljikovega hidrata s tremi ogljikovimi atomi?

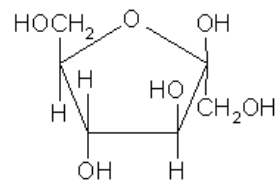
2,3-dihidroksipropanal

2. Molekuli glukoze in fruktoze sta ciklični. Iz modelov obeh molekul napiši strukturni formuli.





Fruktoza



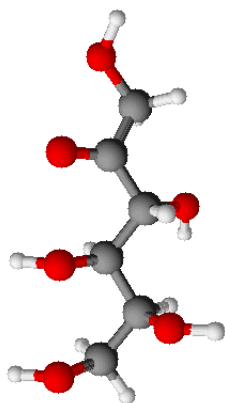
Rešitev:

3. Zakaj lahko pride do dehidracije telesa pri bolnikih s sladkorno boleznijo?

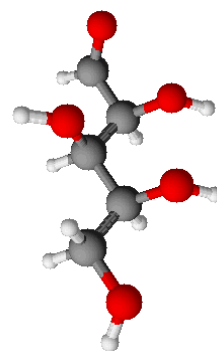
Zato, ker glukoza zaradi pomanjkanja inzulina ne more vstopati v celice, se lahko presežek izloča s sečem. Ker se glukoza izloča kot vodna raztopina v urinu je za presežek izločanja glukoze potrebno, da se izloči tudi več vode. Pretirana izguba vode pa lahko vodi v dehidracijo.

Problemske naloge

1. Najenostavnejši ogljikov hidrat je trioza (Model 1), poznamo pa tudi tetroze. Razmisli, kaj pomenita ti imeni. Na sliki sta dva modela monosaharidov A in B. V kateri skupino ogljikovih hidratov bi sodila, če bi ju poimenoval na enak način kot navaja prva poved. Pojasni odgovora.



Model A

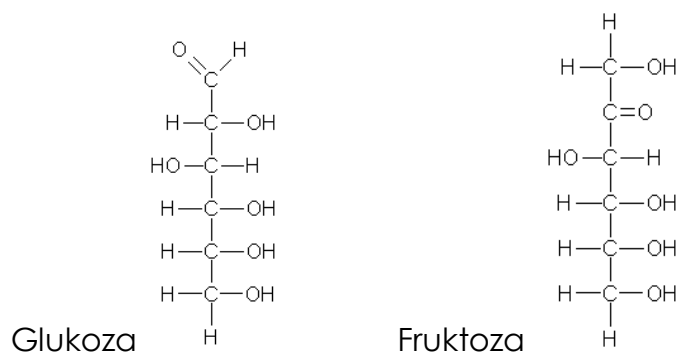


Model B

Rešitev: heksoza – ima šest ogljikovih atomov

Rešitev: pentoza – ima pet ogljikovih atomov

4. Podani sta strukturni formuli glukoze in fruktoze. V čem se razlikujeta?



V molekuli glukoze je aldehydna skupina, v molekuli fruktoze pa ketonska.

Učna enota: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?

Zakaj se to učim?

Sladkor, ki ga uporabljamo v kuhinji je saharoza. Saharoza je disaharid, sestavljen iz monosaharidov glukoze in fruktoze. Za življenje je pomemben tudi disaharid laktoza, ki je v mleku.

Učni cilji

- razumeti kaj so disaharidi
- spoznati kako so molekule disaharidov zgrajene

Učni dosežki

- znati prepoznati disaharide
- pojasniti vrsto vezi, ki nastane med dvema molekulama monosaharidov
- znati razložiti, kaj se dogaja pri hidrolizi disaharidov
- znati sklepati iz rezultatov poskusa ali je snov monosaharid ali disaharid

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul (hidroksilna, karbonilna in aldehidna skupina)
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih spojin
- Učna enota 4: Kdo nam izdelava sladkor?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šole in/ali medmrežjem.

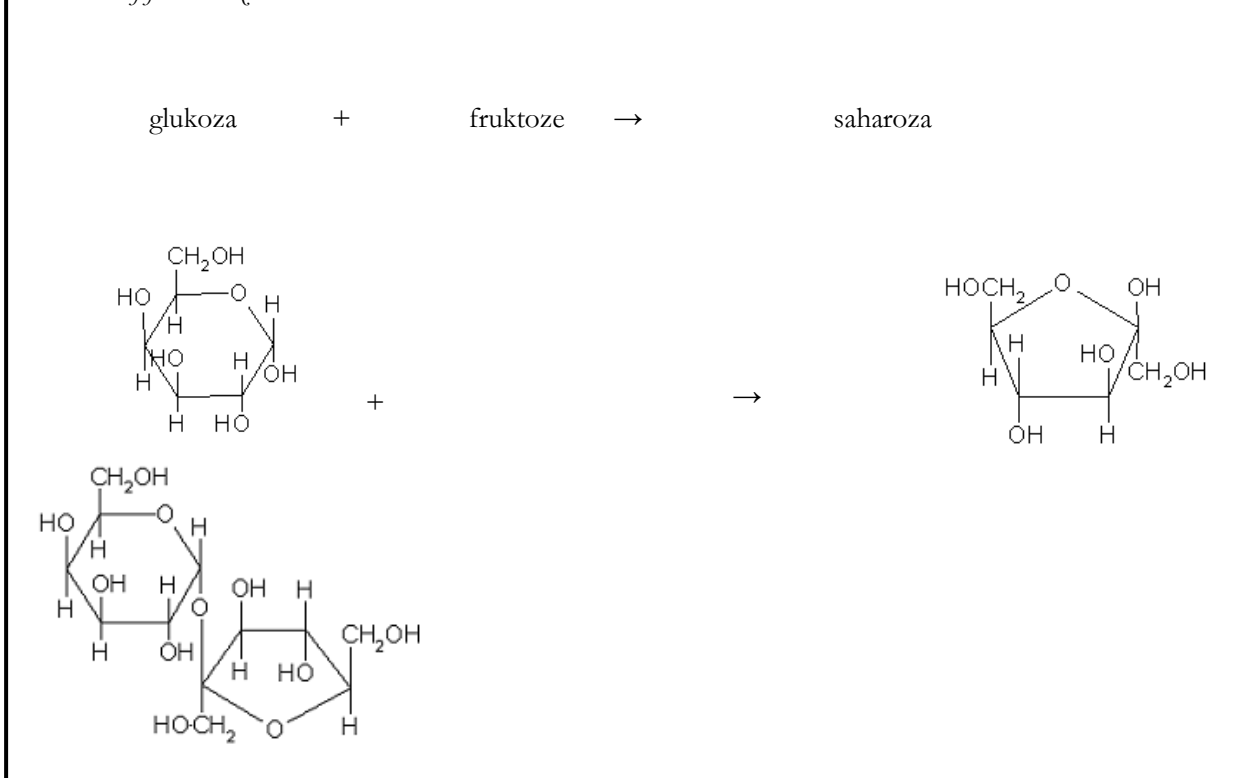
Novi pojmi

Disaharidi, glikozidna vez, hidroliza disaharidov

Podatki in modeli

Molekule monosaharidov se povezujejo med seboj v daljše molekule (Glej Model 2 v učni enoti Kdo nam izdelava sladkor?). Glukozo najdemo v veliko naravnih snoveh tudi vezano v molekule disaharidov, oligosaharidov in polisaharidov. Najbolj pogosti disaharidi so: saharozo, laktoza in maltoza. V molekuli saharoze sta povezani molekula glukoze in fruktoze. V vsakdanji radi imenujemo saharozo kar sladkor.

Model 1. Kaj je saharoza?



Saharoza je v sadju, tako je v zrelih pomarančah do 5 % saharoze, v bananah pa do 7 %. Pridobivamo jo iz sladkornega trsa in sladkorne pese, ki vsebujeta do 15 % saharoze.

Zanimivost

Pri pridobivanju saharoze sladkorno peso zmeljejo in rezancem dodajo vodo. Vse skupaj segrejejo, da se iz sladkorne pese v vodi raztopijo saharoza in druge snovi. Raztopini dodajo kalcijev hidroksid. Pri tem nastanejo netopne kalcijeve soli anorganskih in organskih kislin. V raztopini pa ostane raztopljen saharoza. Trden preostanek ločijo s filtracijo. Filtrat segrevajo, da del vode izhlapi. Izloči se melasa, ki vsebuje približno 50 % saharoze. V melasi so tudi spojine, ki vsebujejo železo, kalcij in kalij. Preostalo raztopino ločijo od melase s filtracijo. Pri stanju iz bistre raztopine kristalizira saharoza. Čisti saharozi pogosto dodajajo malo melase in tako dobijo rjavi sladkor. Melaso uporabljamo lahko tudi v kuhinji, s fermentacijo pa iz nje pridobivajo rum.

V organizmu razgradijo encimi molekulo saharoze na molekulo glukoze in fruktoze. Reakcijo imenujemo hidroliza. Tudi drugi disaharidi hidrolizirajo. Pri tem nastanejo monosaharidi, ki sestavljata molekulo disaharida.

V molekuli laktoze, ki je še en pomemben disaharid, sta vezani molekuli monosaharidov glukoze in galaktoze. Za razliko od drugih ogljikovih hidratov, ki nastajajo predvsem v rastlinah, tvorijo laktozo le živali. Laktoza je sladkor v mleku sesalcev. Človeško mleko vsebuje od 5 do 8 % laktoze, kravje pa nekoliko manj, od 4 do 6 %. Laktoza je kar za okoli 5 do 6 krat manj sladka kot saharoza.

Zanimivost

Encim laktaza v organizmu povzroči hidrolizo laktoze na glukozo in galaktozo. Galaktoza pa se nato naprej spremeni v glukozo. Če organizem nima encima laktaza, laktoza ne hidrolizira. Laktozo v debelem črevesu razgradijo bakterije. Pri tem nastane mlečna kislina, ogljikov dioksid in vodik. To povzroča napihnjenost in driske. V siru, jogurtih in prekuhanem mleku del laktoze razpade v monosaharide, zato imajo ljudje brez encima laktaza pri prebavi teh snovi manj težav. Lahko pa si pomagajo tudi s tabletami, ki

vsebujejo encim laktazo, ali pa uživajo mleko brez laktoze. Tako mleko dobimo, če mu dodamo encim laktozo. Pri kisanju se laktoza spremeni v mlečno kislino.

V molekuli maltoze, to je še tretji najpogostejši disaharid, sta vezani dve molekuli monosaharida glukoze. Nastane pri razpadu molekul škroba ob sodelovanju encimov v kalečih semenih – sladu. Slad uporabljajo v pivovarstvu. Pri žvečenju kruha v ustih encim amilaza v slini povzroči razpad škroba. Pri tem nastane tudi nekaj maltoze, kar zaznamo kot sladek okus.

Ključna vprašanja

1. Kaj so oligosaharidi?

Sladkorji z dve do deset monosaharidnih enot vezanih v molekulo.

2. Iz koliko monosaharidnih enot so sestavljeni disaharidi?

Dve.

3. Kateri trije disaharidi so v naravi najpogostejši?

Saharoza, maltoza in laktoza.

4. Kateri disaharid je najslajši?

Saharoza.

5. Iz katerih monosaharidnih enot je sestavljen disaharid, ki ga pridobijo iz sladkorne pese ali trsa?

Iz glukoze in fruktoze.

6. Kaj je melasa?

Melasa vsebuje 50 % saharoze. Pridobijo jo iz soka sladkorne pese ali sladkornega trsa. Je stranski produkt pri pridobivanju čistega kuhinjskega sladkorja.

7. Kateri disaharid se uporablja pri pridobivanju piva? Iz katerih monosaharidnih enot je sestavljen ta disaharid?

Maltozo. Molekula maltoze je sestavljena z dveh molekul glukoze.

8. Katera molekula disaharida je sestavljena iz molekule glukoze in molekule galaktoze?

Laktoza.

9. Kakšna vez nastane med dvema molekulama monosaharida v disaharidu? Napiši to vez.

Eterska vez, -O-

Naloge za vajo

1. Kateri trije monosaharidi gradijo v naravi najpogostejše disaharide?

Glukoza, fruktoza in galaktoza.

2. Na primeru pojasni, kaj je hidroliza disaharida.

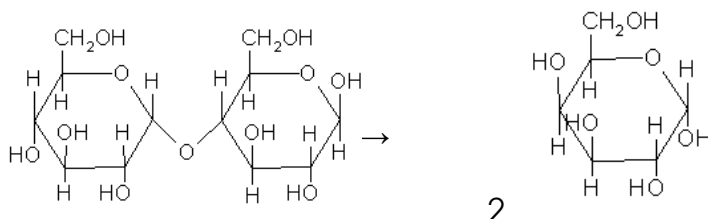
Hidroliza disaharida pomeni, da razpade molekula disaharida na dve molekuli monosaharida, ki molekulo sestavljata. Pri reakciji sodeluje voda. Molekula disaharida saharoze razpade na molekulo glukoze in fruktoze, pri tem pa se veže voda. (Učenci lahko navedejo tudi primer hidrolize laktoze ali maltoze.)

Ali razumem?

1. Kateri disaharid se tvori izključno v živalih?

Laktoza.

2. Dopolni reakcijsko shemo hidrolize maltoze.

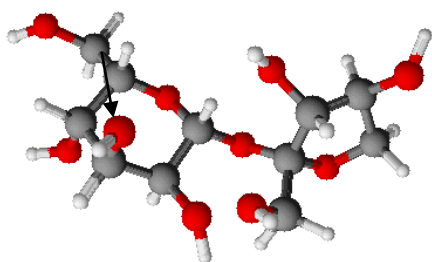


3. Kaj se zgodi, če uživamo živila v katerih je laktoza, nimamo pa encima laktaze?

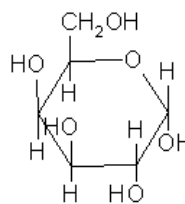
Če organizem nima encima laktaza, laktoza ne hidrolizira. Laktozo v debelem črevesu razgradijo bakterije. Pri tem nastane mlečna kislina, ogljikov dioksid in vodik. To povzroča napihnjenost in driske.

Problemske naloge

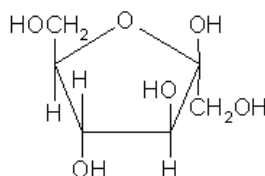
1. Slika prikazuje model molekule disaharida. Iz modela ugotovi kateri dve monosaharidni enoti ga sestavljata, zapiši njuni strukturni formuli in kateri disaharid je predstavljen z modelom. S puščico označi vez, med obema enotama v molekuli disaharida.



Glukoza



Fruktoza



2. Monosaharide določamo v vzorcih hrane s Fehlingovo reakcijo.

Navodila za delo.

- 1) Izvedi poskus s tremi snovmi (sok belega grozdja, med, kuhinjski sladkor) in vodo.
- 2) Za noževno konico posameznih snovi daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi. Potrebuješ štiri epruvete, v tri epruvete daj posamezno snov, četrta epruveta pa je prazna.
- 3) V vsako epruveto dodaj 5 mL vode ter pretresi.
- 4) V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
- 5) V vse epruvete dodaj 1 mL Fehlingovega reagenta I in 1 mL Fehlingovega reagenta II ter pretresi.
- 6) V vodno kopel (150 mL vode, ki o segrevaš) daj vse epruvete in segrevaj 5-10 minut.
- 7) Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost monosaharidov (+ / -)

Rešitev:

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost monosaharidov (+ / -)
SBG	sok belega grozdja	Rjavo-rdeča oborina	+
M	Med	Rjavo-rdeča oborina	+
KS	Kuhinjski sladkor	Modra raztopina	-
V	Voda	Modra raztopina	-

2.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil Fehlingovo reakcijo?

Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

Ker voda ne vsebuje monosaharidov in je kontrolna snov pri poskusu. V primeru, da se zmes v določeni epruveti obarva tako kot pri vodi (modro) pomeni, da ta vzorec ne vsebuje monosaharidov.

2.2. V katerih vzorcih so monosaharidi? Po čem to sklepaš?

V grozdnem soku in medu, ker nastane rjavo-rdeča trdna snov. Rezultat je drugačen kot pri poskusu z vodo.

2.3. Kakšen je dokaz pozitivne Fehlingova reakcije?

Nastanek rjavo-rdeče trdne snovi. To je dibakrov oksid, Cu_2O .

2.4 Ali grozdni sladkor in med vsebujeta monosaharide? Če da, katere in po čem to sklepaš?

Da. Oba vsebujeta fruktozo in glukozo, med več fruktoze, grozdni sok pa več glukoze; to sklepamo, ker je v obeh primerih nastala rjavo-rdeča oborina, dibakrovega oksida.

2.4. Kaj lahko sklepaš iz poskusa s kuhinjskim sladkorjem, saharozo?

Raztopina je ostala modre barve. Sklepamo lahko, da sladkor, saharoza ne vsebuje prostih monosaharidov.

2.5. Kaj je kuhinjski sladkor, saharoza kemijsko?

Je disaharid. V molekuli saharoze sta vezani molekuli fruktoze in glukoze.

2.6. Zakaj kuhinjski sladkor, saharoza ne daje pozitivne Fehlingove reakcije?

Ker sta molekuli fruktoze in glukoze vezani v molekuli saharoze z glikozidno vezjo in nista prosti.

- 2.7. Noževno konico saharoze daj v epruveto in ji dodaj 5 mL vode. Vodi nato dodaj 2 mL koncentrirane klorovodikove kisline. Nastali raztopini dodaj še Fehlingov reagent I in II ter v vodni kopeli segrevaj. Po 5 minutah boš opazil v epruveti rjavo-rdeča oborina. Pojasni rezultate poskusa. Na kaj sklepamo iz tega, da je nastala rjavo-rdeča oborina? Kako je možno, da so nastali monosaharidi?

Dokazali smo monosaharide v raztopini. Saharoza ne daje pozitivne Fehlingove reakcije (raztopina ostane modra), ker sta molekuli glukoze in fruktoze, ki dajeta pozitivno reakcijo vezani v molekuli saharoze. Če raztopini saharoze dodamo klorovodikovo kislino, poteče hidroliza saharoze. Pri tem nastaneta monosaharida glukoza in fruktoza, ki povzročita pozitivno Fehlingovo reakcijo.

Učna enota: Ali so testenine tudi iz ogljikovih hidratov?

Zakaj se to učim?

Celuloza je najbolj pogosta snov na Zemlji. Rastline jo izdelajo kar okoli 10 milijard ton na dan. Okoli polovica mase lesa je celuloza, drugo polovico sestavljajo druge snovi. Poleg celuloze, ki omogoča rastlinam oporo, saj je glavna sestavina celičnih sten rastlinske celice, izdelujejo rastline tudi škrob, ki jim služi kot rezervna hrana v gomoljih, koreninah in semenih. Kaj sta škrob in celuloza?

Učni cilji

- Razumeti, kaj so polisaharidi
- spoznati kemijsko zgradbo in lastnosti škroba in celuloze

Učni dosežki

- znati prepoznati polisaharide
- poznati lastnosti celuloze in škroba
- znati razložiti, kaj se dogaja pri hidrolizi polisaharidov
- iz rezultatov poskusa znati sklepati ali snov vsebuje škrob

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul (hidroksilna skupina)
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih snovi
- poznati reakcijo kondenzacijske polimerizacije
- Učna enota 4: Kdo nam izdelava sladkor? in učna enota 5: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

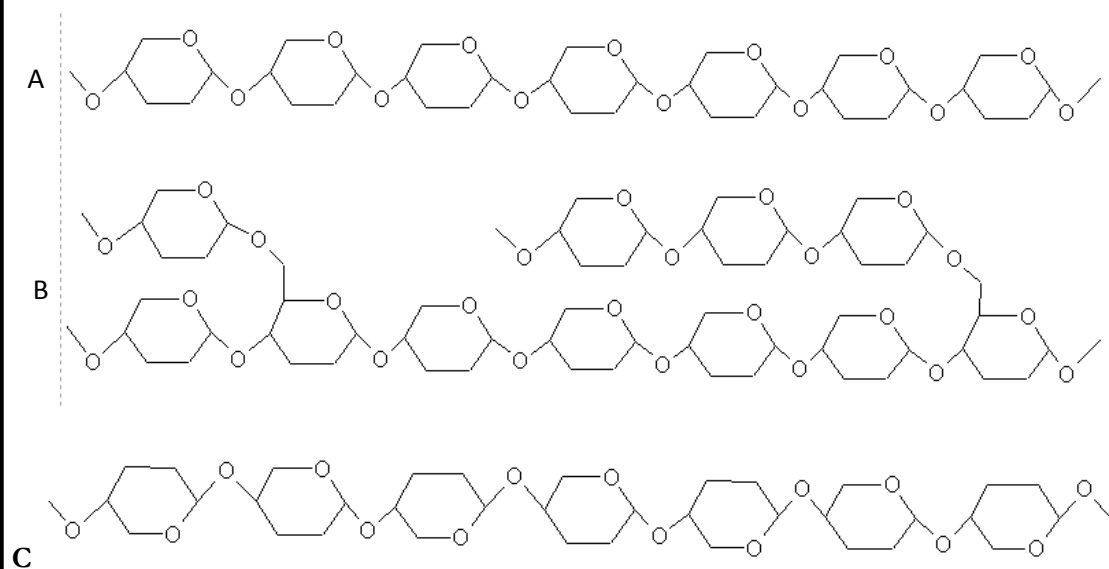
Polisaharidi, celuloza, škrob, glikogen in hitin, amiloza, amilopektin.

Podatki in modeli

Med seboj se lahko poveže več molekul monosaharidov v verige. Nastanejo verige polisaharidov. Dolžina verige in način povezave molekul določa lastnosti ogljikovih hidratov in njihovo funkcijo v organizmih in ima velik pomen za prehrano ljudi. V polisaharidih je povezanih več sto do več tisoč monosaharidnih molekul. Polisaharidi so naravni polimeri. V živalih najpogosteje najdemo polisaharid glikogen in hitin, v rastline pa škrob in celulozo. Hitin tvori tudi celične stene gliv. Škrob in glikogen sta v naravi rezervna polisaharida, kar pomeni, da sta vir glukoze za organizme pri tvorbi ATP. Celuloza pa je ogrodni material rastlin.

Škrob je zgrajen iz dveh vrst polisaharidov: amiloze in amilopektina. Amiloze vsebuje od 20 do 25 %, amilopektina pa od 75 do 80 %. Molekulo škroba gradi približno 100.000 glukoznih enot.

Model 1. Povezava glukočnih enot v delu molekule amiloze (A) in delu molekule amilopektina (B) ter delu molekule celuloze (C).



V rastlinah je škrob v obliki zrc, katerih velikost je od 1 do 200 mikrometrov. Škrob je tudi eno glavnih hranil za živali in ljudi, riž vsebuje 75 %, koruza 65 %, pšenica 55 % in krompir le 15 % škroba. Zrnca so prekrita z beljakovinami in niso topna v hladni vodi. Pri kuhanju prodira voda v notranje plasti zrnca škroba, ki začnejo nabrekati. Nakar zrnca počijo in molekule škroba se porazdelijo v vodi. Pri ohlajanju se pri temperaturi 50°-70°C začnejo molekule škroba zopet povezovati. Pri tem nastane gel.

V glikogenu so enote glukoze povezane v razvejane verige podobno kot v amilopektinu. Razvejanost v glikogenu je večja kot v amilopektinu. Zaradi velike razvejanosti se lahko verige hitro cepijo, če telo potrebuje glukozo. Glikogen je v mišicah in v jetrih. V telesu nastane glikogen iz glukoze, ki se ni porabila pri tvorbi ATP. Če telo ne dobi dovolj ogljikovih hidratov, se iz glikogena sprostí glukozo.



V celulozi so glukozne enote (približno 2800 glukoznih enot) povezane v nerazvejani verigi in niso zavite v spiralo.

Posamezne verige se med seboj povezujejo z vezmi, zato so celulozna vlakna, ki pri tem nastanejo trdna, pa tudi prožna. Vlakna, ki prekrivajo semena bombaža, so čista celuloze. Kvaliteta bombaža je odvisna od dolžine celuloznih vlaken. V celulozi so enote glukoze drugače povezane v verigo kot v škrobu. Sesalci nimajo encimov, ki bi razgradili verige celuloze na molekule glukoze. Tudi v prebavilih nimamo bakterij, ki bi povzročile cepitev vezi med molekulami glukoze v celulozi. Prežvekovalci kot so to krave, koze, ovce, kamele in termiti imajo v prebavilih bakterije in enoceličarje, katerih encimi lahko razgradijo verige celuloze na molekule glukoze. Ker ta proces poteka brez kisika, nastajata tudi plina metan in vodik.

Zanimivost

Nekateri ogljikovi hidrati nas ščitijo pred srčnimi boleznimi, nekateri pa ta obolenja pospešujejo. Hrana z veliko sladkorja lahko povzroči porast maščob v krvi, kar povzroča večjo verjetnost bolezni srca. Prehrana z veliko rastlinskih vlaknin pa zmanjša verjetnost bolezni srca in raka debelega črevesa ter zmanjša količino holesterola v krvi.

Ključna vprašanja

1. Kateri so trije najpomembnejši polisaharidi v naravi?

Škrob, celuloza in glikogen.

2. Katera dva polisaharida sestavljata škrob?

Amiloza in amilopektin

3. Kakšno vlogo ima celuloza v rastlinah?

Sestavlja celično steno in daje s tem oporo rastlinam.

4. Kakšna je razlika v zgradbi molekul škroba in glikogena?

Molekule glikogena so bolj razvejane kot molekule amilopetina v škrobu.

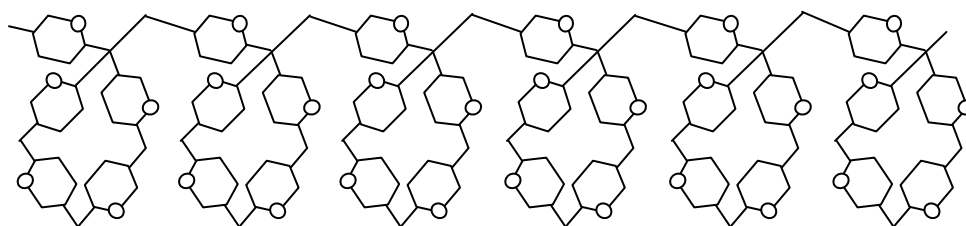
5. Semena, katere rastline vsebujejo največ škroba?

Riža

6. Kakšna je razlika med amilozo in amiopektinom?

V amilozi so enote glukoze povezane v nerazvejano verigo, ki je spiralno zvita. V amiopektinu pa so enote glukoze povezane v razvejane verige kot veje pri drevesu.

7. Slika predstavlja molekulo amiloze v škrob. Kako je razporejena veriga v prostoru?



Veriga molekule amiloza je zvita v vijačnico.

8. Molekula celuloze ima podobno kot molekula amiloze nerazvejane molekule. Kakšna je njena ureditev v prostoru?

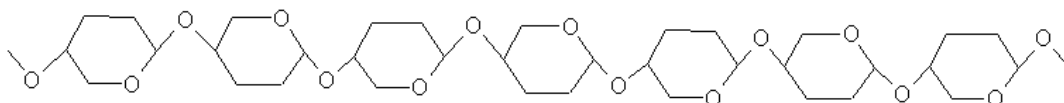
Tvori ravne molekule, ki niso zvite v vijačnico.

Ali razumem?

1. Topnost polisaharidov v vodi je odvisna tudi od razvejanosti verige molekule. Bolj kot je veriga razvejana manj je snov topen v vodi. Kaj lahko sklepaš o topnosti škroba?

Škrob je delno topen v vodi. Amiloza se v vodi topi, amilopektin pa ne.

2. Slika prikazuje del molekule celuloze. V čem se razlikujeta in kaj imata skupnega molekuli škroba in celuloze?



Razlikujeta se v razvejanosti verig in v načinu vezave posameznih glukoznih enot med sabo. Veriga molekule celuloze ni razvejana. Skupno obema molekulama pa je, da sta polimera sestavljena iz molekul glukoze.

3. Kako imenujmo reakcijo, ki poteče, ko nastanejo molekule polisaharidov iz molekul glukoze? Katera snov se odcepi pri tem?

Poteče polimerizacija (kondenzacijska), odcepi se voda.

4. Imenuj monomero v molekulah polisaharidov?

Molekule glukoze.

5. Kateri najbolj razvejan polisaharid je v jetrih in mišicah živali in ljudi. Pojasni vlogo tega polisaharida.

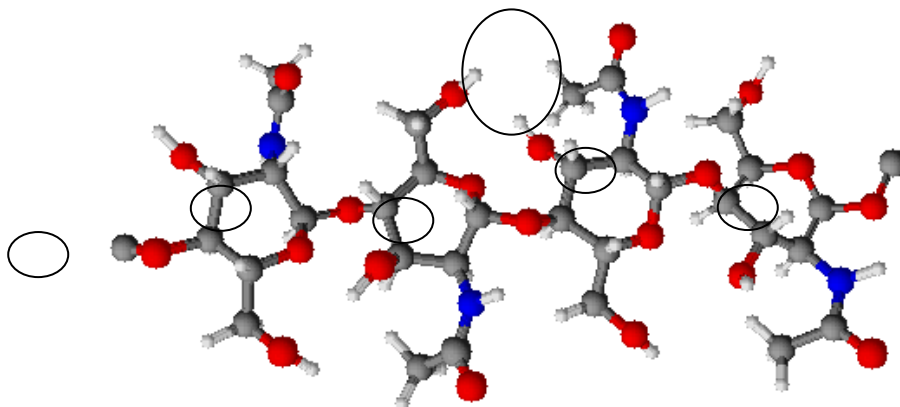
Če telo ne dobi dovolj ogljikovih hidratov za nastanek ATP, se iz glikogena sprosti glukoza. Glikogen ima vlogo rezervnega polisaharida.

Problemske naloge

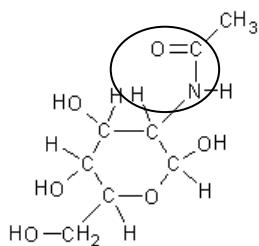
1. Amilaza je encim, ki ga izloča trebušna slinavka sesalcev in cepi glikozidne vezi v molekulah škroba. Kaj lahko sklepaš o lastnostih encima amilaza, ker ne cepi glikozidne vezi v molekuli celuloze?

Sklepamo lahko, da se vezi v škrobu in celulozi razlikujejo. To kaže na specifičnost encimov. Ena vrsta encima lahko katalizira le določeno kemijsko reakcijo.

- Analiziraj model dela molekule hitina (snov, ki gradi zunanje ogrodje členonožcev) na sliki. Ali sodi med mono-, oligo- ali polisaharide? Kakšen tip vezi je med posameznimi enotami, ki gradijo molekule te snovi? Obkroži vse tovrstne vezi na siki modela. Koliko vezi je predstavljenih? V modelu obkroži skupino, ki je do sedaj še nisi srečal v molekulah ogljikovih hidratov. Napiši formulo te skupine. Na katero skupino te to spominja?



Sodi med polisaharide, glikozidno (etersko) vez, narisanih je pet etrskih vezi, obkrožena vez spominja na peptidno vez v molekulah beljakovin.



Strukturna formula:

- Škrob določamo v vzorcih hrane z jodovico.

Naredi poskus s štirimi snovmi (kruh, krompir, vata, kuhinjski sladkor) in vodo.

Navodila za delo.

- 1) Za noževno konico posameznih snovi oz. majhen košček vate daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi. Potrebuješ pet epruvet, peta epruveta je prazna.
- 2) V vsako dodaj 5 mL vroče vode ter pretresi.
- 3) V peto epruveto daj le 5 mL vode.
- 4) V vse epruvete previdno dodaj 5 do 10 kapljic jodovice (vodna raztopina kalijevega jodida in joda) ter po dodatku vsake kapljice pretresi.
- 5) Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost škroba (+ / -)

Rešitev:

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost škroba (+ / -)
Kru	Kruh	Vijolično črna raztopina	+
Kro	Krompir	Vijolično črna raztopina	+
Va	Vata	Rumena raztopina	-
KS	Kuhinjski sladkor	Rumena raztopina	-
Vo	Voda	Rumena raztopina	-

3.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si vodi dodal jodovico? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

Ker voda ne vsebuje škroba, je kontrolna snov pri poskusu. V primeru, da se zmes v določeni epruveti obarva tako kot pri vodi (rumeno) pomeni to, da ta vzorec ne vsebuje škroba.

3.2. V katerih vzorcih je škrob? Po čem to sklepaš?

V kruhu in krompirju, ker nastane vijolično-črna raztopina, torej se raztopina obarva drugače kot se je po dodatku reagentov obarvala voda v peti epruveti (rumeno).

3.3. Kakšen je dokaz pozitivne reakcije škroba z jodovico?

Vijolično-črno obarvanje raztopine.

3.4. Kaj lahko sklepaš iz poskusa z vato in s kuhinjskim sladkorjem?

Ker je raztopina ostala rumene barve, lahko sklepamo, da sladkor in vata ne vsebuje škroba. Z reakcijo z jodovico lahko določamo le polisaharid škrob. Vata je iz celuloze, ki jo na ta način, ne moremo določiti. Je Saharoze ne moremo določiti z jodovico.

Reference in viri:

1. Baird, C., Gloffke, W. (2003). Chemistry in Your Life. New York: W.H. Freeman and Company.
2. Bukovec, N. Dolenc, D., Šket, B. (2002). Kemija za gimnazije II. Ljubljana: DZS.
3. Eubanks, L. P. St al. (2009). Chemistry in Context. Boston: McGraw-Hill Higher Education.
4. Grosvenor, M. B., Smolin, L. A. (2006). Nutrition Every Choices. New Jersey: John Wiley & Sons.
5. Hanson, D. M. (2007). Foundation of Chemistry, Applying POGIL Principles, Lisle: Pacific Crest, v-vi.
6. Holland, B et al. (1998). The Composition of Foods. London: Royal Society of Chemistry.
7. Kornhauser, A. (1986). Organska kemija II. Ljubljana: DZS.
8. Kornhauser, A. (1996). Organska kemija III. Ljubljana: DZS.

9. Vrtačnik, M., Zupančič Brouwer, N. (2002). Organska kemija. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
10. <http://new.pogil.org/>

Navodila za učence

Predgovor

Vodeno Aktivno Učenje Kemije –VAUK poteka tako, da si aktivno vključen v proces učenja kemije. Za dosego učnih ciljev, zastavljenih v posameznih aktivnostih, moraš s procesom raziskovanja na različnih stopnjah zahtevnosti, oblikovati specifične zaključke. S pomočjo učne enote se v skupini s pogovorom s tvojimi sošolci, ali po potrebi ob pomoči učitelja (s postavljanjem dodatnih vprašanja, ki usmerjajo proces mišljenja znotraj skupine, na katera pa učitelj ne odgovori), učiš o določeni učni vsebini. Skupino tvorijo štirje ali pet učencev, vsak pa ima znotraj skupine določeno nalogo in sicer je lahko vodja, zapisnikar, poročevalec ali pa tehnik. Znotraj skupine se za posamezno učno enoto med seboj dogovorite o vlogah. V kolikor se ne morete zediniti, kdo bo imel določeno vlogo, se vloge določijo z žrebom.

Učne enote imajo posamezne dele, ki si v določenem zaporedju sledijo in te vodijo pri učenju. Na koncu učne enote naj bi se naučil toliko, da bi lahko rešil problem povezan z obravnavano učno vsebino. Deli učnih enot so: (1) Naslov, (2) Zakaj se to učim?, (3) Učni cilji, (4) Učni dosežki, (5) Predhodno znanje, (6) Viri, (7) Novi pojmi, (8) Podatki in modeli, (9) Ključna vprašanja, (10) Naloge za vajo, (11) Ali razumem? in (12) Problemske naloge.

Natančnejša navodila za delo pa ti bo dal učitelj.

Učna enota: Zakaj sadje diši?

Zakaj se to učim?

Estri so spojine, ki so pogoste v naravi in so pomembne za naše življenje. Mnogi estri imajo prijeten vonj, cvetovi rastlin zaradi njih dišijo. Maščobe so tudi estri. Poznavanje estrov in strukture njihovih molekul je pomembno za razumevanje lastnosti snovi v katerih so.

Učni cilji

- poznajo reakcije, pri kateri nastanejo estri
- poznajo funkcionalno skupino značilno za estre
- razumejo reakcijo estrenja kot obojesmerno reakcijo

Učni dosežki

- razumejo kemijsko zgradbo molekul estrov
- so sposobni iz formul molekul spojin prepoznati formule molekul estrov

Predhodno znanje

- poznajo in razumejo obojesmernost (reverzibilnost) kemijskih reakcij in kemijsko ravnotežje kot dinamični proces
- poznajo vpliv katalizatorja na potek kemijskih reakcij
- razlikujejo med osnovnimi vrstami organskih kisikovih spojin in poznajo značilne funkcionalne skupine v njihovih formulah

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo za 9. razred osnove šole in za kemijo za gimnazije 1 in 2 ter s podatki na medmrežju

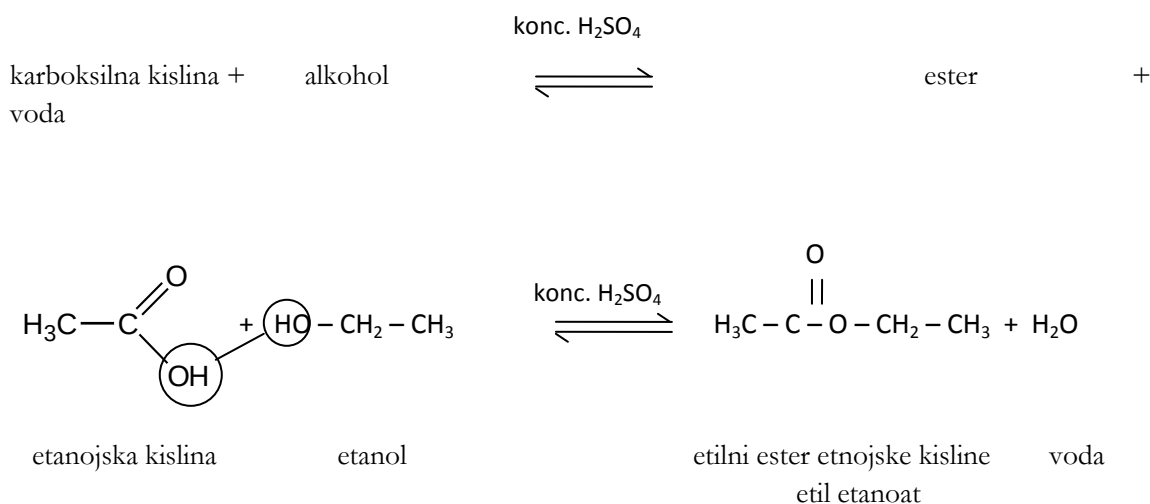
Novi pojmi

Ester, estrenje

Podatki in modeli

Pri reakciji med karboksilnimi kislinami in alkoholi nastanejo estri. Reakcija poteče ob prisotnosti katalizatorja, ki je običajno koncentrirana žveplova(VI) kislina H_2SO_4 . Ester in voda lahko reagirata nazaj, da nastaneta karboksilna kislina in alkohol.

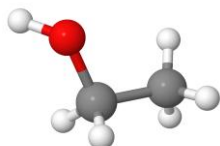
Model 1: Enačba za reakcijo med etanojsko kislino in etanolom:



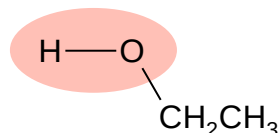
Pri reakciji med etanojsko kislino in etanolom nastane etilni ester etanojske kisline, ki ga imenujemo etil etanoat. Ester etil etanoat in voda lahko reagirata nazaj, da nastaneta etanojska kislina in etanol. Ker reakcija poteka v obe smeri, je obojesmerna reakcija. V reakcijski zmesi so prisotni reaktanti in produkti. Večina reakcij med organskimi molekulami je obojesmernih.

Model 2. Modeli in formule reaktantov in produktov estrenja

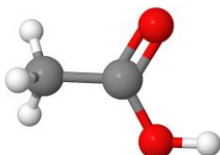
model molekule etanola



formula etanola; značilna funkcionalna skupina molekul alkoholov

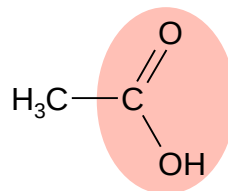


model molekule etanojske kisline

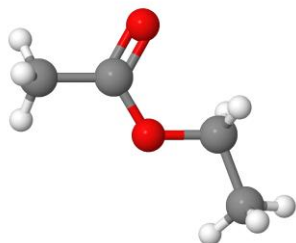


formula etanojske (ocetne) kisline

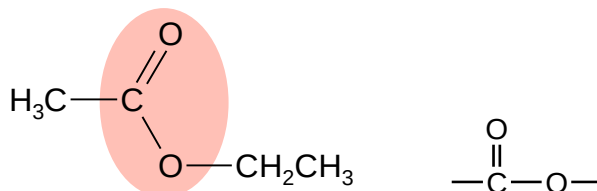
značilna funkcionalna skupina molekul karboksilnih kislin



Model molekule estra



formula estra, značilna skupina za molekule estrov



Ključna vprašanja

1. Označi funkcionalne skupine v modelih molekul in imenuj skupine kisikov organskih spojin, katerih modele ponazarjajo te molekule.

Spojina	Ime spojine	Funkcionalna skupina
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$		

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{H}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$		

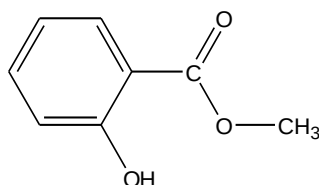
2. Kako označimo v kemijski enačbi, da ponazarja ravnotežno reakcijo?

3. Katere spojine so v ravnotežju pri reakciji estrenja?

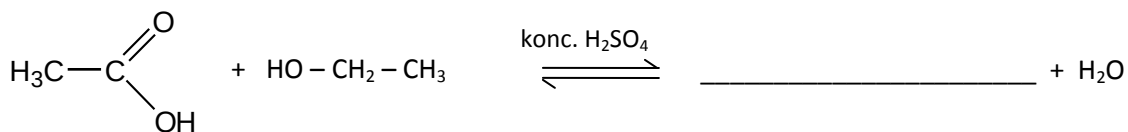
4. Kaj pomeni, da je ravnotežje pri kemijski reakciji dinamično?

Naloge za vajo

1. V formuli estra označi značilno funkcionalno skupino.



2. Dopolni enačbo estrenja.

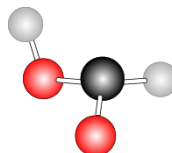
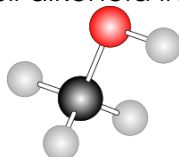


3. Katere snovi so v ravnotežju pri reakciji, ki jo ponazarja zgornja enačba?

4. Kje najdemo estre v naravi?

Ali razumem?

1. Na sliki sta modela molekule alkohola in molekule karboksilne kisline. Napiši racionalni formuli alkohola in kisline.



2. Imenuj alkohol in kislino.

3. Napiši enačbo za reakcijo med alkoholom in kislino, ki ju ponazarjata zgornja modela.

4. Imenuj nastala produkta pri reakciji.

Učna enota: Kaj so maščobe?

Zakaj se to učim?

Maščobe niso pomembne le za prehrano, ampak se uporabljajo tudi kot maziva, pri proizvodnji lakov in barv ter v druge namena. Osnova zgradba molekul maščob je enaka, razlikujejo pa se po vezanih maščobnih kislinah na alkohol propan-1,2,3-triola (glicerol). Glede na to imajo maščobe različne lastnosti in s tem tudi uporabo.

Učni cilji

- vedo, da maščobe uvrščamo med lipide
- razumejo zgradbo molekul maščob
- znajo iz strukturne formule molekule maščobe razbrati, katere maščobne kisline so vezane v molekuli
- razlikujejo nasičene in nenasičene maščobne kisline
- vedo, kako vplivajo vezane maščobne kisline v molekulah maščob na lastnosti maščob
- poznajo razliko med zgradbo molekul maščob v masteh in oljih

Učni dosežki

- vedo, katere snovi uvrščamo med lipide
- prepoznajo strukturne formule molekul trigliceridov
- v molekulah razlikujejo med polarnim in nepolarnim delom
- znajo iz strukturne formule molekule maščobe razbrati, katere maščobne kisline so vezane v molekuli
- znajo iz tabele, v kateri so razvrščene formule maščobnih kislin, razbrati značilnosti njihovih molekul
- razumejo enačbo, ki ponazarja nastanek enostavne maščobe

- so sposobni napovedati agregatno stanje maščobe glede na zgradbo molekul v njej
- vedo, kako shranjujemo maščobe

Predhodno znanje

- poznajo zgradbo molekul alkoholov in karboksilnih kislin
- poznajo in razumejo reakcijo estrenja kot obojesmerno reakcijo
- razumejo zgradbo estrov
- znajo iz zgradbe molekule sklepati na polarni in nepolarni del molekule

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in za kemijo za gimnazije 2 in s podatki na medmrežju.

Novi pojmi

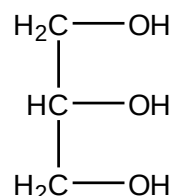
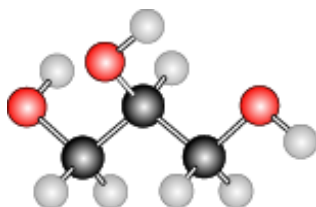
Lipidi, glicerol, maščobne kisline.

Podatki in modeli

Maščobe uvrščamo med lipide. Lipidi se ne topijo v vodi, topni pa so v nepolarnih organskih topilih. Lipide lahko glede na zgradbo razdelimo v lipide, ki so estri in lipide, ki niso estri. Lipidi, ki so estri so voski, trigliceridi (masti, olja), fosfolipidi in glikolipidi. Lipidi, ki niso estri so steroidi, terpeni in prostaglandini.

Maščobe so trigliceridi, ki nastanejo iz alkohola propan-1,2,3-triola (glicerola) in karboksilnih kislin. Iz modela molekule alkohola propan-1,2,3-triola (glicerola) je razvidno, da so v molekuli tri hidroksilne skupine.

Model 1. Model propan-1,2,3-triola in njegova formula.



Z eno molekulo propan-1,2,3-triola lahko reagirajo tri molekule karboksinske kisline. V molekuli maščobe so tri estrske skupine. Molekule karboksilnih kislin, ki reagirajo s propan-1,2,3-triolom vsebujejo od štiri do dvajset ogljikovih atomov, povezanih v nerazvejane verige. Ker sestavljajo maščobe, jih imenujemo tudi maščobne kisline. Proste, v maščobi nevezane, maščobne kisline imajo značilen neprijeten vonj.

Maščobne kisline so lahko nasičene ali nenasičene. V nasičenih maščobnih kislinah so med ogljikovimi atomi le enojne vezi, v nenasičenih maščobnih kislinah pa so lahko enojne in dvojne vezi.

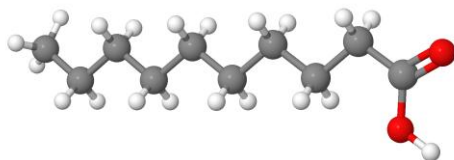
Tabela 1. Pogoste nasičene maščobne kisline, ki so vezane v maščobah.

Število C atomov	Formula kisline	Ime kisline
4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	butanojska ali maslena
6	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	heksanojska ali kapronska
8	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	oktanojska ali kaprilska
10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	dekanojska ali kaprinska
12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	dodekanojska ali lavrinska
14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	tetradekanojska ali miristinska
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	heksadekanojska ali palmova
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	oktadekanojska ali stearinska

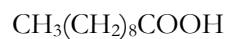
Model 2. Primeri modelov in formul maščobnih kislin.

Nasičena maščobna kislina dekanajska ali kaprinska kislina

Model molekule

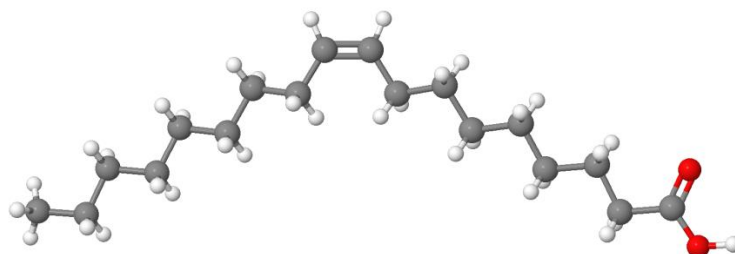


Dva zapisa formule

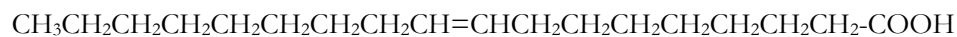
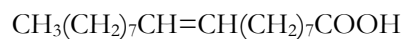


Nenasičena maščobna kislina oleinska ali oljeva kislina

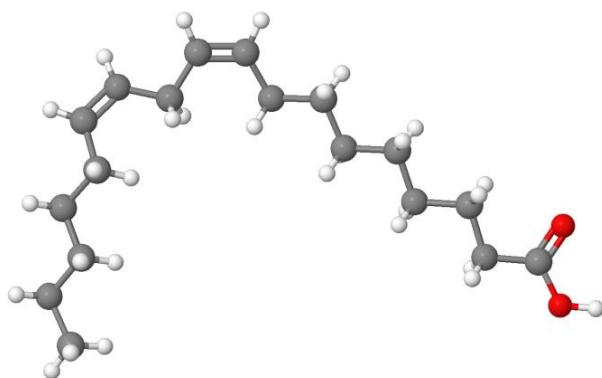
Model molekule



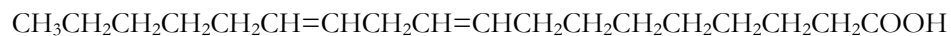
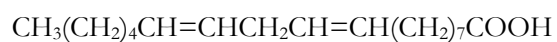
Dva zapisa formule



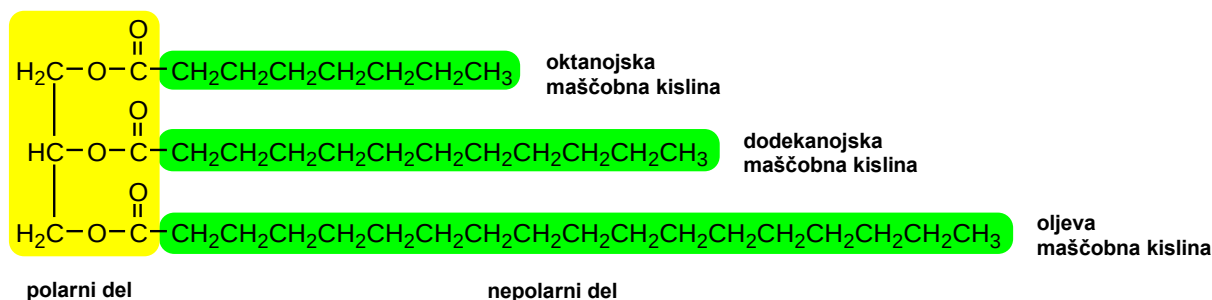
Nenasičena maščobna kislina linolova kislina



Dva zapisa formule



Model 3: Primer formule molekule maščobe.



V molekuli maščobe so vezane z estersko vezjo na alkohol propan-1,2,3-triola nasičeni maščobni kislini oktanojska in dodekanojska kislina in nenasičena oljeva ali oleinska kislina. Verige maščobnih kislin so nepolarni del molekule, preostali del molekule pa polarni del.

V maščobah vezane maščobne kisline se razlikujejo predvsem po dolžini verige in nasičenosti. To določa ali je maščoba tekočina ali trdna snov, njen okus in obstojnost ter druge lastnosti. Tako so v maščobah v mesu maščobne kisline z dolgimi verigami, v katerih so ogljikovi atomi povezani z enojnimi vezmi (nasičeni). Za te maščobe je značilno, da so pri sobni temperaturi trdne. Trigliceridi, ki vsebujejo znaten delež oleinske, linolne in drugih nenasičenih maščobnih kislin, so pri sobnih pogojih večinoma tekoči. To so olja. V maščobah v olivnem olju so predvsem nenasičene maščobne kisline. Iz olj dobimo trdne maščobe z reakcijo, pri kateri se molekule vodika vežejo na dvojne vezi. Iz dvojnih vezi v molekuli nastanejo enojne vezi. Pri tem s spremeni agregatno stanje iz tekočega v trdno.

V rastlinskih oljih je manj kot 20 % nasičenih maščobnih kislin in več kot 80 % nenasičenih maščobnih kislin.

Trigliceridi, ki vsebujejo znaten delež palmitinske, stearinske in drugih nasičenih maščobnih kislin, so pri sobnih pogojih trdni. To so masti. V masteh kopenskih živali je od 40 do 50 % nasičenih maščobnih kislin.

Ključna vprašanja

1. Kako delimo lipide glede na zgradbo?

2. Katere estre uvrščamo med lipide?

3. Razloži pomen besede trigliceridi.

4. Kaj je značilno za maščobe kisline? Naštej vsaj tri značilnosti.

5. Ali so v molekulah maščob vezane enake maščobne kisline?

6. V čem se razlikujejo molekule maščob v masteh in oljih?

7. Kako iz olj dobimo trdne maščobe?

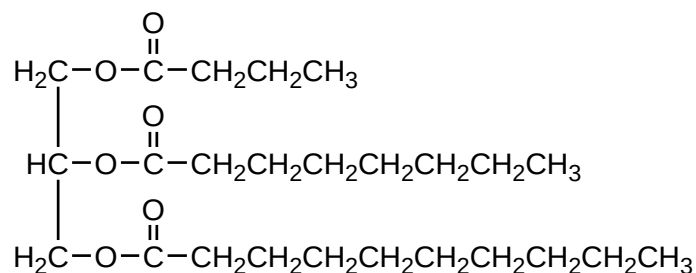
Naloge za vajo

1. Razloži ime propan-1,2,3-triola.

2. Kaj je značilno za nasičene maščobne kisline in kaj za nenasičene?

Ali razumem?

1. Podana je formula molekule maščobe. V formuli označi polarni in nepolarni del molekule in esterske skupine.



2. Katere maščobne kisline so vezane v molekuli maščobe, ki jo podaja formula v nalogi 1? Ali so nasičene ali nenasičene?

3. Masten madež na obleki smo čistili z vodo. Ali smo madež očistili? Svoj odgovor pojasni.

Problemska naloga

1. V maščobi so ugotovili, da vsebuje trigliceride, ki vsebujejo znaten delež oleinske in linolne kisline. V kakšnem agregatnem stanju bo ta maščoba pri 20 °C?

2. Maščobe lahko določamo v vzorcih hrane z etanolom.

Navodilo za delo.

- Izvedi poskus s tremi snovmi (orehi, želatina v prahu, sladkor) in vodo.
- Za noževno konico posameznih snovi daj v svojo epruveto in epruvete ustrezno označi.
- V vsako dodaj 5 mL etanola ter močno pretresemo.
- V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
- V druge tri enako označene epruvete, kot v prvem delu poskusa, filtriraj zmesi snovi in etanola. Raztopine etanola in vode v četrti epruveti ni potrebno filtrirati. V vseh pet epruvet po drugem delu poskusa dodajaj po kapljicah vodo. Po vsaki kapljici opazuje spremembe
- Opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost maščob (+ / -)

- 2.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil poskus določanja maščob? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

- 2.2. V katerih vzorcih si dokazal maščobe? Po čem to sklepaš?

- 2.3. Kakšen je dokaz pozitivne reakcije dokazovanja maščob?

Učna enota: Kako lahko maščobe vplivajo na naše zdravje?

Zakaj se to učim?

Osnova zdrave prehrane so poleg beljakovin, ogljikovih hidratov tudi maščobe ter vitamini in minerali. Maščobne kisline vezane v maščobah v naši prehrani vplivajo na naše zdravje. Vrsta maščob nastane v organizmih. Za gradnjo maščob, ki vsebujejo nenasičene maščobne kisline, mora organizem dobiti te kisline s hrano, ker ne morejo nastati v organizmu. Te maščobne kisline imenujemo esencialne maščobne kisline. Maščobe so vir energije v organizmih. Od prehrane je odvisna tudi količina holesterola v organizmu. Prehranske navade lahko ponazorimo s prehransko piramido.

Učni cilji

- poznajo vzroke za kvarjenje maščob in snovi, ki pri tem nastanejo
- razlikujejo maščobe po vplivu na naše zdravje glede na zgradbo njihovih molekul
- poznajo pomen maščob v naši prehrani in znajo to povezati z maščobami v našem telesu
- razumejo pomen maščob kot vira energije
- poznajo pomen omega-3 maščobnih kislin in kje jih najdemo
- poznajo holesterol in njegovo vlogo v organizmu
- vedo, da si lahko pri načrtovanju zdrave prehrane pomagamo s prehransko piramido

Učni dosežki

- vedo, kako moramo hraniti maščobe, da se ne kvarijo
- razumejo osnove nastanka in pretvorbe maščob v organizmih
- znajo razložiti vlogo maščob kot vira energije v organizmih

- znaja analizirati formule maščobnih kislin in prepoznati formulo omega-3 maščobne kisline
- razumejo besedila, ki govorijo o pomenu in nevarnosti holesterola za organizem
- znajo brati prehranske piramide

Predhodno znanje

- poznajo in razumejo zgradbo molekul maščob
- razumejo kemijske reakcije kot snovne in energijske spremembe
- vedo, da moramo hrano primerno shranjevati, da se ne kvari
- vedo, da imajo živila različno vsebnost energije

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in učbenikom za gospodinjstvo v 6. razredu osnovne šole ter s podatki na medmrežju.

Novi pojmi

Žarkost maščob, omega-3 maščobne kisline, cis in trans izomeri, holesterol, prehranska piramida.

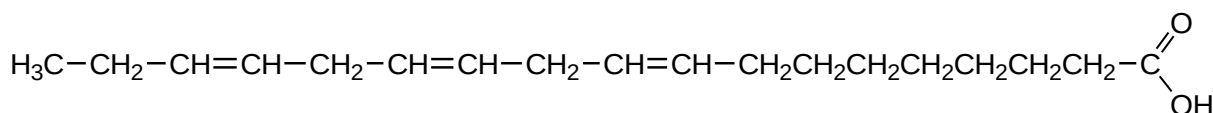
Podatki in modeli

Maščobe se pri stanju kvarijo. Postanejo žarke. Toplota, svetloba in vlaga pospešujejo razkroj maščob. Molekule trigliceridov - maščob počasi reagirajo s kisikom iz zraka. Razkroj maščob poteka pod vplivom bakterij in drugih mikroorganizmov. Maščobne kisline se oksidirajo in razgradijo do karboksilnih kislin z manjšimi molskimi masami. Te kisline imajo neprijeten vonj in okus. Iz maščobnih kislin nastanejo druge kisikove organske spojine, to so aldehidi in ketoni. Da to preprečimo, dodajamo mastem antioksidante. Maščobe se

razgradijo tudi pri močnem segrevanju. Pri tem nastane akrolein, ki je rakotvoren. Zato ne uporabljamo pregretyh maščob.

Maščobne kisline vezane v maščobah vplivajo na naše zdravje. Nasičene maščobne kisline v prehrani povečajo tveganje za bolezni srca, nenasičene maščobne kisline pa zmanjšajo to tveganje. Položaj dvojnih vezi v maščobni kislini vpliva na njihove lastnosti. To je pomembno predvsem za maščobne kisline, ki vsebujejo več dvojnih vezi. Za organizem so zdrave predvsem omega-3 maščobne kisline, ki zmanjšujejo obolenost srca. Ime omega-3 maščobne kisline je povezano z oznako najbolj oddaljene dvojne vezi glede na karboksilno skupino. Če označimo zadnji ogljikov atom v molekuli karboksilne kisline z ω (grška črka omega), je lega zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo $\omega-3$. Zato imenujemo te kisline $\omega-3$ maščobne kisline. Taka kislina je α -linolova kislina.

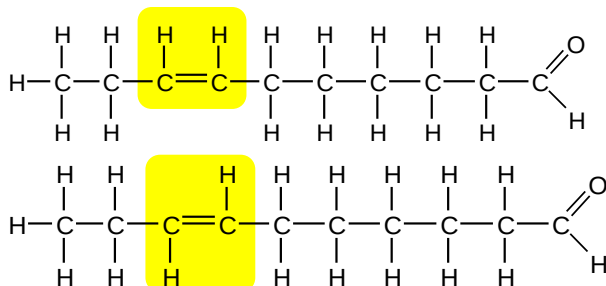
Model 1. $\omega-3$ maščobna kislina; α -linolova kislina.



Omega-3 maščobne kisline so pogosto vezane v maščobah v lanenem semenu, soji, orehah, lešnikih, sončničnih semenih in v ribah kot so tuna, losos in postrv. Pomembne so za rast, rodnot, obnovo kože in za rdeča krvna telesa ter za delovanje celičnih membran, centralnega živčnega sistema in tudi za retino očesa.

Za lastnosti nenasičenih maščobnih kislin pa je pomemben tudi položaj vodikovih atomov ob dvojni vezi. Če ležita vodikova atoma na isti strani dvojne vezi je to *cis* konfiguracija, če pa sta na nasprotni strani pa je to *trans* konfiguracija.

Model 2. Cis in trans konfiguracija vodikovih atomov ob dvojni vezi.



Večina nenasičenih maščobnih kislin v naravnih maščobah ima cis konfiguracijo. Te maščobne kisline zmanjšajo tveganje za srčne bolezni. Maščobne kisline s *trans* konfiguracijo so v naravi predvsem v majhnih količinah v živalskih masteh.

Pri pretvorbi nenasičenih maščobnih kislin v nasičene maščobne kisline, to je pri adiciji vodika na dvojne vezi – hidrogeniranju, pa nenasičene maščobne kisline izgubijo pozitiven vpliv na naše zdravje. To velja za margarine in rastlinske masti, ki jih dobimo iz olj s hidrogeniranjem.

Maščobe, ki jih uživamo s hrano, vplivajo na naše zdravje. Premalo maščob in neustrezne maščobe lahko povzročijo pomanjkanje esencialnih maščobnih kislin. Posledica je zmanjšanje absorpcije vitaminov topnih v maščobah. Preveliko uživanje maščob in to predvsem maščob z vezanimi nasičenimi maščobnimi kislinami poveča tveganje za srčne bolezni in rakasta obolenja. Srčne bolezni povezujejo s prehrano, v kateri so holesterol ter trigliceridi z nasičenimi in *trans* nenasičenimi maščobnimi kislinami. Te snovi povezujejo tudi z rakom na pljučih, debelem črevesu in prostati. Prevelika količina zaužitih maščob vpliva tudi na telesno težo, kar povezujejo s sladkorno boleznijo, motnjami v krvnem obtoku in visokim krvnim tlakom.

Sestava maščob v našem telesu je odvisna tudi od maščob v naši hrani. V telesu nastanejo maščobe iz glukoze, beljakovin in drugih snovi, ki vsebujejo

ogljik, vodik in kisik. Iz teh snovi nastanejo v jetrih maščobne kisline in iz njih trigliceridi. Ne morejo pa nastati maščobe, ki vsebujejo nenasičene maščobne kisline, ki imajo dvojne vezi v položaju ω -3 in ω -6. Te maščobne kisline mora telo dobiti z maščobami v hrani, zato jih imenujemo tudi esencialne maščobne kisline.

Maščobe v organizmih so vir energije, obdajajo naše notranje organe in nas ščitijo pred spremembami temperature. Del maščob, ki jih dobi organizem s hrano se takoj porabi kot vir energije, del pa se shrani v tkivu pod kožo in okoli notranjih organov. Sposobnost organizma, da shrani maščobe teoretično ni omejena. Maščobne celice se zaradi sprejema trigliceridov povečajo lahko kar za petdesetkrat. Ko obstoječe celice dosežejo največjo možno velikost, nastajajo nove celice, ki sprejemajo trigliceride. Tkivo pod koža določa obliko in maso telesa.

Ko organizem potrebuje energijo, encimi v maščobnih celicah sprožijo razkroj maščob. Maščobe razpadejo na proste maščobne kisline in alkohol propan-1,2,3-triol (glicerola). Te snovi preidejo v kri in se po njej prenesejo do celic. V njih nastane energijsko bogata snov adenzin trifosfat – ATP. Iz maščobnih kislin ne more nastati glukoza, majhne količine glukoze lahko nastanejo iz alkohola propan-1,2,3-triola, ki nastane pri razpadu trigliceridov.

Tabela 1. Vsebnost maščob v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa maščob v g
Goveje meso	5,3
Mandlji	54,2
Jajca	11,5
Polnozrnat kruh	3,0
Mleko	3,5
Solata	0,3
Jabolka	0,6

Holesterol

Med lipide, ki niso estri, uvrščamo holesterol. To je bela v vodi netopna snov. Ker je v vodi netopen, se prenaša po krvni plazmi vezan na posebne

beljakovine. Holesterol nastaja v jetrih. V telesu nastane trikrat do štirikrat več holesterola kot ga dobimo s hrano živalskega izvora. Pri nekaterih ljudeh se količina holesterola v krvi uravnava. Možno je, da se v primeru ko telo dobi s hrano več holesterola, zmanjša količina holesterola nastalega v jetrih. Na količino holesterola v telesu vplivajo tudi maščobe, ki vsebujejo nasičene maščobne kisline. Vendar vse nasičene maščobne kisline ne vplivajo na povečanje količine holesterola. Stearinska kislina vezana v maščobah v čokoladi in mesu ne poveča količine holesterola.

Več kot 90 % holesterola v telesu je v celičnih membranah. Holesterol sodeluje pri nastanku vitamina D v koži, žolčnih kislin, ki so emulgatorji v žolču, nekaterih hormonov kot sta to testosteron in estrogen, ki sodelujejo pri rasti in spolnem razvoju ter kortisola, ki omogoča nastanek glukoze v jetrih.

Tabela 2: Količina holesterola v nekaterih živilih.

Živilo	Količina holesterola
rumenjak	2 g
meso piščanca, 25 g	0,9 g
riba, 25 g	0,5 g

Če je v krvi več holesterola kot ga porabijo celice, se odlaga na stenah arterij. To poveča možnost ateroskleroze.

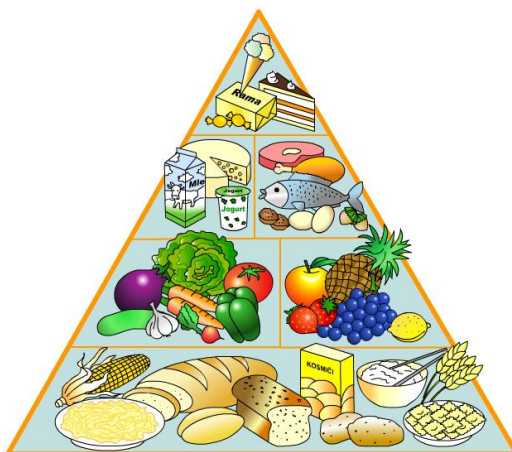


Slika 1: Nekateri žolčni kamni so praktično čist holesterol (vir: Wikipedia).

Prehranska piramida

Zdravo prehrano sestavljajo beljakovine, maščobe, ogljikovi hidrati, vitamini in minerali. Pomembno je, da je hrana čim bolj raznovrstna. Beljakovine so gradbena snov celic, ogljikovi hidrati pa vir energije. Potrebne so za rast in obnavljanje organizmov. Pri metabolizmu maščob se sprošča energija. Maščobe so rezerva organizma. Vitamine in minerale potrebuje telo v majhnih količinah. V organizmih sodelujejo pri presnovi in nas varujejo pred boleznimi.

Zdravo prehranjevanje vključuje vse skupine živil v določenem razmerju, ki jih lahko podamo s piramido, v kateri so po količini razvrščena različna živila.



Slika 2: Na shemi je podan primer prehranske piramide.

Prehranska piramida je odvisna tudi od našega načina življenja in naših fizičnih aktivnosti. Na dnu, kjer je piramida najširša, so živila, ki jih mora telo dobiti največ; na vrhu, kjer je piramida najožja, pa živila, ki jih uživamo le občasno. Za različne načine prehranjevanja so značilne različne prehranske piramide. Osnova piramide zdrave prehrane so polnozrnata živila in rastlinska olja v katerih so vezane nenasičene maščobne kisline. Sledijo zelenjava in sadje ter mlečni izdelki in ribe. V vrhu piramide so temno meso, živila iz bele moke in sladkarije. V temnem mesu in trdnih maščobah pa so vezane nasičene maščobne kisline, ki v večjih količinah niso koristne za naš

organizem. Pogosto premalo upoštevamo mnenja strokovnjakov za zdravo prehrano in je naša prehranska piramida obrnjena na glavo. V njej prevladuje hitro pripravljena hrana z maščobami v katerih so vezane nasičene maščobne kisline, živila z veliko škroba in sladkarije.

Ključna vprašanja

1. Rečemo, da postanejo maščobe pri stanju žarke. Katere reakcije pri tem potekajo?

2. Kaj pospešuje kvarjenje maščob?

3. Ali lahko maščobe močno segrevamo? Pojasni svoj odgovor.

4. Katere maščobne kisline so bolj primerne za naš organizem? Obrazloži svoj odgovor.

5. Ugotovili so, da so za organizem zdrave predvsem omega-3 maščobne kisline. Na osnovi njihovega imena pojasni ali jih uvrščamo med nasičene ali nenasičene kisline. Kaj pove oznaka omega-3 ali ω -3 v imenu teh kislin?

6. Zakaj so za organizem pomembne omega-3 maščobne kisline?

7. Kako nastanejo maščobe v organizmih?

8. Iz katerih snovi nastanejo v organizmih maščobe?

9. Ali v organizmu lahko nastanejo vse maščobne kisline, ki so potrebne za nastanek organizmu lastnih maščob? Kako imenujemo te maščobne kisline?

10. Zakaj so pomembne maščobe za organizem?

11. V katero skupino spojin uvrščamo holesterol?

12. Pojasni izvor holesterola v organizmu.

13. Kako se uravnava količina holesterola v organizmu?

14. Zakaj je potreben holesterol v organizmu?

15. Kaj se zgodi s holesterolom, ki ga je v organizmu preveč?

16. Kaj pove prehranska piramida?

Naloge za vajo

1. Kako prepoznamo, da je maščoba žarka?

2. Kako zmanjšamo kvarjenje maščob?

3. V katerih živilih so maščobe, ki vsebujejo omega-3 maščobne kisline?

4. Kako imenujemo maščobne kisline, ki jih moramo dobiti v maščobah s hrano?

5. Na kaj vse vpliva prevelika količina zaužitih maščob?

6. Kaj se zgodi z maščobami, ki se v organizmu ne porabijo kot vir energije?

7. V celicah maščobnega tkiva se shranjujejo molekule maščob. Koliko maščob lahko sprejmejo celice?

8. Katere maščobne kisline vplivajo na povečanje holesterola?

9. Katera živila so pri zdravi prehrani na dnu in katera na vrhu prehranske verige?

Ali razumem?

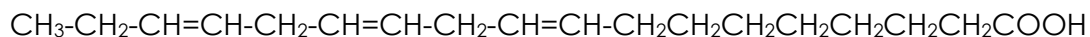
1. Maščoba je dobila neprijeten vonj in okus. Kaj se je zgodilo z molekulami maščob?

2. S hrano je dobil organizem premalo esencialnih maščobnih kislin. Kaj to pomeni za naše zdravje?

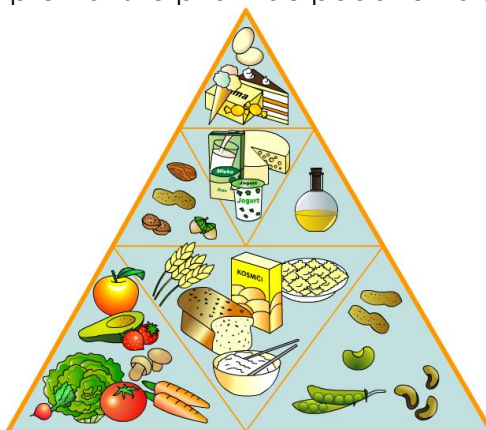
3. Pri pripravi hrane uporabljamo veliko masti. Kaj tvegamo s tem?

Problemska naloga

1. Podana je formula α -linolova kislina. Na osnovi formule sklepaj med katere maščobne kisline uvrščamo to spojino. Ugotovi koliko dvojnih vezi je v molekuli in označi lego zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo. Kako imenujemo maščobne kisline s takim položajem dvojne vezi?



2. Kaj lahko sklepamo iz prehranske piramide podane na shemi?



Učna enota: Kako dobimo mila?

Zakaj se to učim?

Mila so emulgatorji pri umivanju in pranju. Emulgatorji omogočajo mešanje tekočin, ki se sicer ne mešajo. Mila dobimo s hidrolizo maščob pod kislimi oz. bazičnimi pogoji. Pri bazičnih pogojih hidrolize nastanejo soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol. Natrijeve in kalijeve soli maščobnih kislin so mila.

Učni cilji

- spoznajo reakcijo hidrolize maščob in produkte, ki nastanejo v kislih in bazičnih pogojih
- razumejo strukturo mil
- razumejo delovanje mila

Učni dosežki

- razlikujejo produkte pri hidrolizi maščob s kisljinami od produktov pri hidrolizi maščob s hidroksidi
- znajo predvidevati produkte bazične hidrolize molekul maščobe prepoznajo zgradbo delcev mila in znajo opredeliti polarni in nepolarni del v delcu
- razumejo emulgatorske lastnosti mila

Predhodno znanje

- razumejo zgradbo molekul maščob
- znajo opredeliti polarni in nepolarni del delcev

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in učbenikom za kemijo za gimnazije 2 ter s podatki na medmrežju.

Novi pojmi

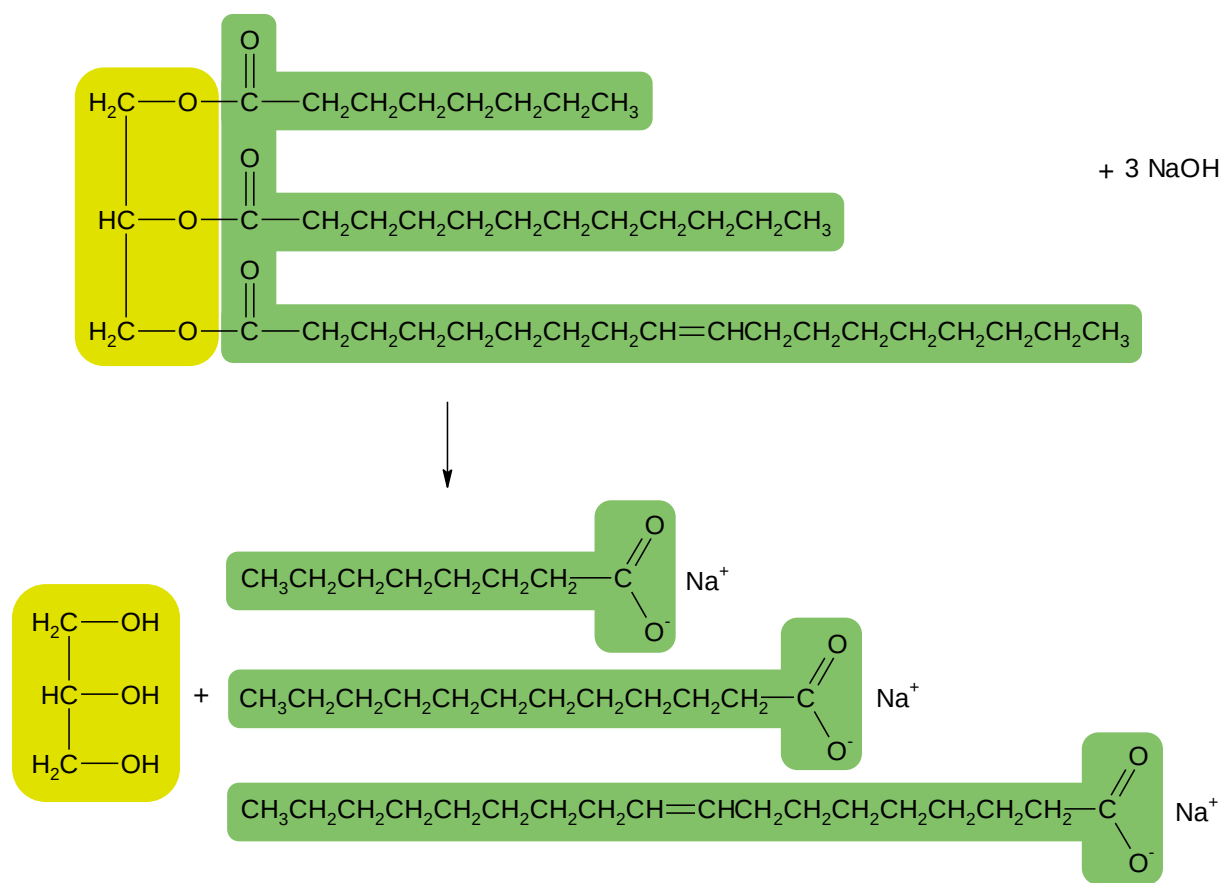
Hidroliza maščob, mila, detergenti, pranje.

Podatki in modeli

Trigliceridi so estri in reagirajo z vodo v kislih oz. bazičnih pogojih. V kislih pogojih nastanejo maščobne kisline in propan-1,2,3-triol, v bazičnih pogojih pa soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol. V organski kemiji označujemo s hidrolizo razkroj estrov v kisline in alkohole. Pri maščobah imenujemo to reakcijo tudi umiljenje maščob.

Pri reakciji maščob z vodno raztopino natrijevega ali kalijevega hidroksida se estrska vez v molekuli maščobe pretrga in nastanejo natrijeve ali kalijeve soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol.

Model 1. Enačba reakcije nastanka natrijevega mila.

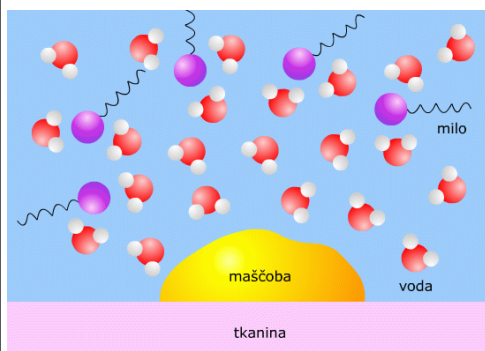


V trdnih milih so natrijeve, v mazavih toaletnih milih pa kalijeve soli višjih maščobnih kislin. V verigi aniona mila mora biti več kot 12 in manj kot 18 ogljikovih atomov. Mila z več kot 18 atomi ogljika v verigi so slabo topna v vodi. Vodne raztopine mil so rahlo bazične, njihov pH je največ 10.

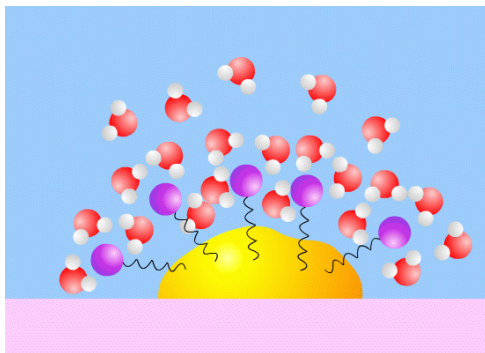
Za mila uporabljajo govejo maščobo pa tudi kokosovo ali palmovo olje. Pri hidrolizi nastanejo soli maščobnih kislin. Po reakciji dobimo iz raztopine trdno surovo milo z dodatkom natrijevega klorida. Surovo milo moramo očistiti, ker vsebuje med drugim tudi natrijev ali kalijev hidroksid in natrijev klorid.

Projekt delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada. Projekt se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007 – 2013, 3. razvojne prioritete: "Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja", 3.1 prednostne usmeritve "Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistema izobraževanja in usposabljanja" ter Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008 – 2011.

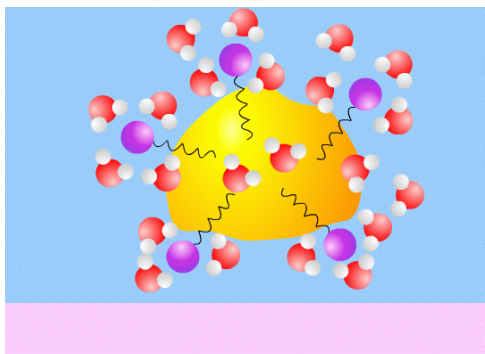
Model 3. Delovanje mila.



Ko pride milo v stik z umazanijo se delci mila z nepolarnim delom povežejo z nepolarnimi delci maščob in jih odtrgajo iz površine tkanine.

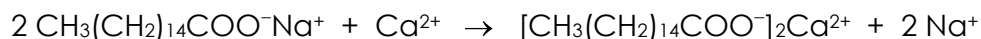


Nepolarne molekule umazanije so obdane z nepolarnim delom delcev mila. Proti vodi pa je usmerjen polaren del delcev mila.



Nastale kapljice maščobe, obdane z delci mila se porazdelijo v vodi. Nastane emulzija maščobe v vodi, ki jo z vodo speremo s tkanine.

Milo se najbolje peni v deževnici, v kateri so raztopljeni le plini iz zraka. Deževnica je mehka voda in ne vsebuje kalcijevih Ca^{2+} , magnezijevih Mg^{2+} in hidrogenkarbonatnih HCO_3^- ionov, ki so v trdi vodi. Kalcijevi in magnezijevi ioni tvorijo kalcijeve in magnezijeve soli maščobnih kislin, ki se slabo topijo v vodi. Te soli se izločajo, zato potrebujemo pri pranju več mila.



natrijeva sol maščobne kisline

kalcijev sol maščobne kisline

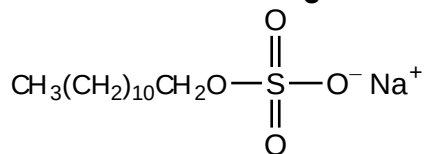
topna v vodi

slabo topna v vodi

Sintetski detergenti

Detergente naredijo v tovarnah. Imajo podobno zgradbo kot mila. V trdi vodi pa naj ne bi z ioni Ca^{2+} , Mg^{2+} in Fe^{2+} tvorili netopnih soli. Detergenti vsebujejo tudi sredstva za mehčanje vode.

Slika: Formula detergenta

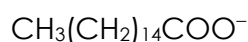


Ključna vprašanja

1. Primerjaj produkte pri hidrolizi iste maščobe v kislem in v bazičnem mediju?

2. Koliko atomov ogljika je v verigi anionov mil?

3. Podana je racionalni zapis aniona v milu. Imenuj anion in v zapisu označi nepolarni in polarni del.

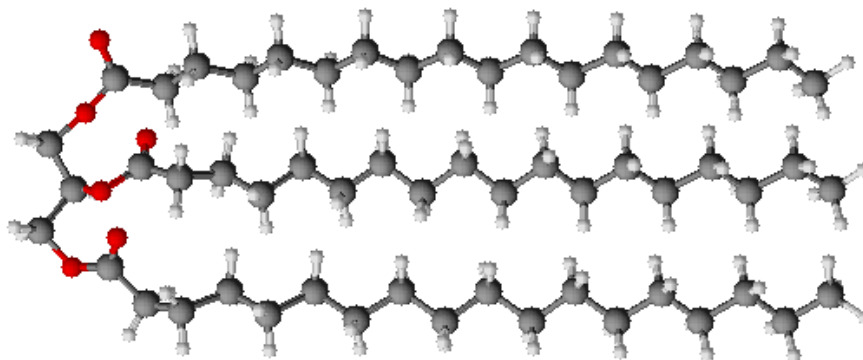


4. Razloži, kako se anioni mila pri pranju vežejo na molekule maščobe.

Naloge za vajo

1. Kateri produkti nastanejo pri kisli hidrolizi maščobe, katere model molekule je na sliki?

Model molekule maščobe:



2. Napiši formuli produktov hidrolize iste maščobe kot v zgornji nalogi z vodno raztopino kalijevega hidroksida.

3. Pri pranju v trdi vodi porabimo za enako količino perila več mila kot pri pranju v mehki vodi. Razloži zakaj.

Ali razumem?

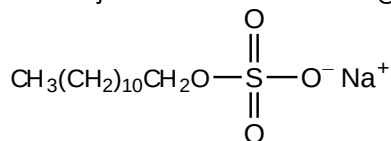
1. Kokosovo olje segrevamo v vodni raztopini kalijevega hidroksida. Potekla je hidroliza maščob. Predvidi kateri anion nastane, če veš, da je v maščobah

kokosovega olja vezana tudi miristinska kislina z molekulsko formulo $C_{14}H_{28}O_2$. Napiši racionalni zapis aniona, ki nastane. Kateri kationi je vezan na ta anion?

Problemska naloga

- Pri pranju so ugotovili, da je nastala v vodi težko topna spojina s formulo: $[CH_3(CH_2)_{14}COO^-]_2Ca^{2+}$. Kakšno vodo smo uporabljali za pranje? Napiši molekulsko formulo maščobne kisline, ki je bila vezana na maščobo iz katere smo dobili milo. Izračunaj njeno molsko maso.

- Podana je formula detergenta. Primerjaj formulo detergenta s formulo natrijevega mila dodekanojske kisline. V čem sta si formuli podobni in v čem se razlikujeta. V formuli detergenta označi iona.



Učna enota: Katerih snovi pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?

Zakaj se to učim?

Beljakovine tvorijo okoli 50 % vse suhe mase celice in so strukturno najbolj zapletene biološke makromolekule. Vsaka beljakovina ima značilno strukturo in funkcijo. Poznavanje zgradbe in strukture beljakovin je pomembno za nadaljnje razumevanje kemijskih procesov v organizmih in s tem tudi za poznavanje zdrave prehrane človeka.

Učni cilji

- poznati pomen beljakovin za človeka
- poznati osnovne gradnike beljakovin

Učni dosežki

- iz formul molekul izbrati formulo molekule beljakovine
- razumeti kemijsko zgradbo molekule aminokisline
- poznati nekatere lastnosti aminokislin

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šole in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Beljakovina, protein, molekula aminokisline, esencialnost

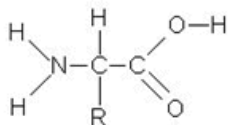
Podatki in modeli

Ko govorimo o beljakovinah se običajno spomnimo na meso, jajca in mleko. Ta živila živalskega izvora so najpomembnejši vir beljakovin v naši hrani. V jajcu je približno 7 g beljakovin, v kozarcu mleka 8 g in v zrezku težkem 8,5 dag preko 20 g beljakovin. Beljakovine so tudi v stročnicah, žitih in semenih. Približno 90 g leče, soje, graha, kikirikija ali fižola vsebujejo od 6 do 10 g beljakovin. Tudi kruh, testenine in riž so pomemben vir beljakovin. Čeprav so rastlinske beljakovine manj izkoriščene kot živalske beljakovine pri gradnji beljakovin v človeškem telesu, lahko pestra rastlinska prehrana zadosti človekove potrebe po beljakovinah in s tem tudi po aminokislinah.

Tako je v Mehiki glavni vir beljakovin fižol in riž, v Indiji leča in riž, na Kitajskem pa soja. Z rastjo standarda prebivalstvo običajno tudi raste v prehrani količina živalskih beljakovin. Povprečno je v hrani prebivalca ZDA dnevno 100 g beljakovin, kar skoraj dvakrat presega dnevno potrebo. Prehrana rastlinskega izvora zagotavlja tudi B vitamine, mineralne snovi, ki vsebujejo železo, cink in kalcij, maščobe z vezanimi nenasičenimi maščobnimi kislinami ter vlaknine. Prehrana živalskega izvora vsebuje malo vlaknin in maščobe s pretežno nasičenimi maščobnimi kislinami. Sodobna zdrava prehrana naj bi bila vsebovala predvsem žitarice, zelenjavo, sadje in manjše količine mesa.

Vse beljakovine so zgrajene iz aminokislin, ki so povezane med seboj v verige. V beljakovinah najdemo okoli dvajset različnih aminokislin. Zgradba molekul beljakovin je različna. Razlikujejo se v aminokislinah, ki jih vsebujejo, njihovem zaporedju v molekuli in prostorski zgradbi molekule. Vse to določa lastnosti posamezne beljakovine in s tem funkcije beljakovine v organizmih.

Model 1. Vse aminokisline imajo enako splošno formulo.

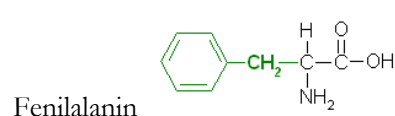
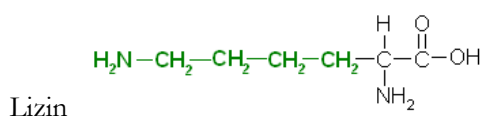
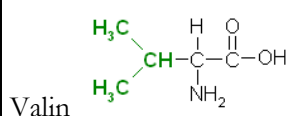
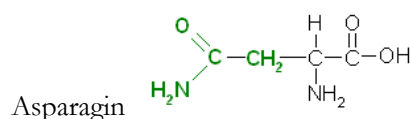
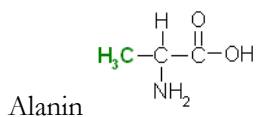
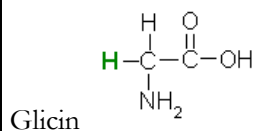


Enajst aminokislin nastane v organizmu odraslega človeka, devet pa jih moramo dobiti z ustrezno beljakovinsko prehrano. Teh devet nujno potrebnih aminokislin imenujemo esencialne aminokisline. Molekule aminokislin se razlikujejo med seboj glede na stransko verigo (R).

Tabela 1. V tabeli so podane aminokisline vezane v beljakovinah organizmov. Podane so tudi okrajšave njihovih imen.

Esencialne aminokisline		Neesencialne aminokisline	
Histidin	His	Alanin	Ala
Izolevcin	Ile	Arginin*	Arg
Levcin	Leu	Asparagin	Asn
Lizin	Lys	Asparaginska kislina	Asp
Metionin	Met	Cistein*	Cys
Fenilalanin	Phe	Glutaminska kislina	Glu
Treonin	Thr	Glutamin*	Gln
Triptofan	Trp	Glicin*	Gly
Valin	Val	Prolin*	Pro
		Serin	Ser
		Tirozin*	Tyr

Model 2. Strukturne formule nekaterih aminokislin.





Beljakovine, ki jih zaužijemo s hrano, se v telesu razgradijo na aminokisline, ki se porabijo za gradnjo novih človeku lastnih beljakovin. Če posamezne esencialne aminokisline z beljakovinami organizem ne dobi, ne morejo v organizmu nastati nove beljakovine potrebne za življenje. Nekatere aminokisline (v tabeli označene z zvezdico) so esencialne za človeka, ker v našem telesu ne morejo nastati.

Večina živalskih beljakovin vsebuje vse aminokisline, zato pravimo, da so to popolne beljakovine. Nekatere živalske in še zlasti rastlinske beljakovine pa ne vsebujejo vseh esencialnih aminokislin, zato so to nepopolne beljakovine. Odrasel človek potrebuje okoli 7 g esencialnih aminokislin na dan, od tega kar 2 g metionina. Pomena esencialnih aminokisline se morajo še posebej zavedati vegetarijanci, saj mora organizem dobiti vse esencialne beljakovine v zadostni količini. Koruza tako nima lizina in triptofana, riž nima lizina in treonina, pšenica nima lizina in celo soja, ki velja za najboljši rastlinski vir aminokislin ima zelo malo metionina. To pomeni, da je za vegetarijance še toliko bolj pomembna pestra rastlinska prehrana z ustrezno kombinacijo različnih rastlinskih beljakovin. Le rastlinska hrana pa za odraščajočega otroka vseeno ni dovolj bogata z vsemi esencialnimi aminokislinami, zato je potrebno hrani dodajati tudi živalske beljakovine.

Ključna vprašanja

1. Ali zadostuje le pestra rastlinska hrana za normalno delovanje organizma odraslega človeka? Utemelji svoj odgovor.

2. V katerih rastlinah so beljakovine, ki vsebujejo aminokisline potrebne za uravnoteženo prehrano človeka?

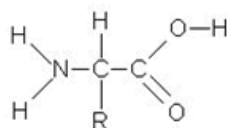
3. Kaj je skupnega beljakovinam rastlinskega in živalskega izvora?

4. Kaj pomeni beseda esencialno, če jo slišimo v povezavi z beljakovinami v prehrani?

5. Naštej imena in okrajšave vseh esencialnih aminokislin.

6. Ali vse rastlinske beljakovine vsebujejo vse esencialne aminokislino? Odgovor utemelji.

7. Podana je splošna formula aminokislino. V formuli označi značilne skupine in jih imenuj.



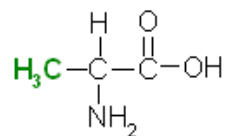
8. Kakšna je zgradba vseh aminokislin, kaj imajo skupnega in v čem se razlikujejo?

9. Zapiši strukturno formulo funkcionalne skupine v molekuli aminokislino, ki je značilna za organske kisline.

10. Zapiši strukturno formulo funkcionalne skupine v molekuli aminokisline, ki je značilna za baze.

Naloge za vajo

1. Napiši strukturno formulo aminokisline z oznako Ala, če veš, da je na centralni ogljikov atom vezana metilna skupina. V formuli molekule označi posamezne skupine.



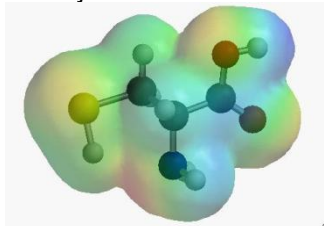
3. Analiziraj strukturne formule molekul aminokislin na Modelu 1 in napiši racionalne formule tistih delov molekul, ki razlikujejo molekule posameznih aminokislin med seboj. Posamezne dele aminokislin označi z okrajšavami njihovih imen.

Ali razumem?

1. V kateri vrsti hrane, rastlinskega ali živalskega izvora je več beljakovin? V katerih beljakovinah rastlinskih ali živalskih je vezanih več različnih esencialnih aminokislin?

2. Zapiši formulo glicina, če veš, da je to najenostavnejša aminokislina. Najenostavnejša pomeni to, da v stranski verigi ni nobene skupine, ki bi vsebovala ogljikov atom.

3. Na sliki je model aminokisline cistein. Napiši strukturno formulo cisteina.



Problemski nalogi

1. Ali ima aminokislina kisle ali bazične lastnosti je odvisno od strukture stranske verige. Poleg formul aminokislin v tabeli zapiši N, če je aminokislina nevtralna, K, če je kislina in B, če je bazična v drugi stolpec. V tretjem stolpcu utemelji svojo odločitev.

Formula molekule aminokisline in okrajšava imena	N/K/B	Utemeljitev odločitve
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ Ile		
$ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \quad \\ \text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \diagup \\ \text{H}_2\text{N} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ Arg		
$ \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ Asp		

2. Beljakovine določamo v vzorcih hrane z biuretsko reakcijo.

Navodila za izvedbo poskusa:

1. Izvedi poskus s tremi snovmi (moka, želatina v prahu, sladkor) in vodo.
2. Za nožev konico posameznih snovi daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi.
3. V vsako nalij 5 mL vroče vode ter močno pretresi..
4. V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
5. V vse epruvete dodaj 1 mL 10 % vodne raztopine natrijevega hidroksida in 3 kapljice 0,5 % bakrovega sulfata ter dobro pretresi.
6. Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opazanja	Vsebnost beljakovin (+ / -)

2.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil biuretsko reakcijo? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

2.2. V katerih vzorcih si dokazal, da vsebujejo beljakovine? Po čem to sklepaš?

2.3. Na kaj lahko sklepamo na osnovi obarvanja moka in želatine v primerjavi z obarvanjem vode?

2.4. Ali so v vzorcih v katerih smo dokazali beljakovine tudi aminokisline? Odgovor utemelji.

2.5. Kaj lahko sklepaš iz poskusa s sladkorjem?

2.6. Kako dobimo moko?

2.7. Kako dobimo želatino?

2.8. Kako dobimo sladkor?

2.9. Ali lahko na osnovi poskusa sklepaš, da hrana rastlinskega izvora vsebuje beljakovine? Odgovor utemelji.

Učna enota: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?

Zakaj se to učim?

Beljakovine, ki jih pojemo s hrano se v prebavilih (želodec in ozko črevo) s pomočjo encimov, ki so tudi beljakovine in jih izloča želodčna sluznica ter trebušna slinavka razgradijo v aminokisline. Aminokisline gredo skozi močno nagubano steno tankega črevesa v kri. Po krvi se prenesejo do vseh celic telesa, kjer se iz teh aminokislin tvorijo telesu lastne beljakovine ter druge snovi, potrebne za delovanje telesa.

Učni cilji

- razumeti, kako iz beljakovin nastanejo aminokisline in obratno
- spoznati, kako so aminokisline med seboj povezane v peptide oz. beljakovine

Učni dosežki

- s pomočjo formul aminokislin zapisati formulo določenega peptida
- razumeti nastanek peptidne vezi med dvema molekulama aminokisline
- poznati lastnosti razgradnje beljakovin med prebavo v organizmu

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika
- Učna enota 1: Česa pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Peptid, peptidna vez, prebava beljakovin

Podatki in modeli

Aminokisline se povezujejo med seboj z vezjo, ki nastane pri reakciji dveh molekul aminokislin.

Aminska skupina ene molekule aminokisline se poveže s karboksilno skupino druge molekule aminokisline. Pri tem izstopa molekula vode. Vez, ki nastane med dvema molekulama aminokislin imenujemo amidna vez, v beljakovinah pa jo imenujemo tudi peptidna vez. Potekla je reakcija polimerizacije. Tako polimerizacijo imenujemo tudi kondenzacijska polimerizacija, ker pri tej reakciji pogosto izstopa voda ali druga nizkomolekularna spojina.

Model 1. Povezovanje dveh aminokislin predstavljenih s splošno formulo v dipeptid.



Dve aminokislini povezani s peptidno vezjo tvorita dipeptid, tri aminokisline pa tripeptid. Veliko povezanih aminokislin tvori polipeptid. Polipeptide z velikim številom povezanih aminokislin imenujemo beljakovine ali proteine. Poznamo polipeptide z nekaj deset do nekaj tisoč aminokislinskimi enotami. Osnovni podatek o strukturi beljakovine je zaporedje aminokislin povezanih v verigi. To zaporedje je za vsako beljakovino zapisano v enem genu, ki predstavlja zaporedje enot v molekuli deoksiribonukleinske kisline (DNA) vsake celice organizma. Osnovna peptidna veriga ima lahko različne oblike, tako je lahko zvita v vijačnico. Deli verig niso vedno zviti v vijačnico. Molekule nekaterih beljakovin sestavlja lahko več verig, ki se zvijejo v klobčič. V prostoru je



struktura beljakovine natanko določena. V človeškem telesu je približno 100.000 različnih beljakovin, vsaka med njimi ima svoj pomen za delovanje organizma. Tako so vsi encimi beljakovine.

V želodcu povzroči klorovodikova kislina spremembe beljakovin tako, da encim pepsin beljakovinske verige lažje razcepi v krajše verige in na posamezne aminokisline. V ozkem črevesju se nadaljuje cepitev peptidnih vezi ob sodelovanju encimov trebušne slinavke. Celice v sluznici črevesa absorbirajo posamezne aminokisline, dipeptide in tripeptide. V celicah se dipeptidi in tripeptidi razgradijo v posamezne aminokisline. Absorbirane aminokisline potujejo po krvi do jeter, ki usmerjajo nadaljno porazdelitev aminokislin po telesu in vodijo njihovo pretvorbo.

Zanimivost

Sladilo aspartam je metilni ester dipeptida, ki nastane iz aminokislin asparaginske kisline in fenilalanina. V človeškem telesu se sladilo aspartam razgradi na aminokislini. Del molekul fenilalanina se v organizmu ob sodelovanju encimov v jetrih pretvori v molekule tirozina. V primeru, da v organizmu ta encim manjka, zaradi dedne bolezni fenilketonurije, se aminokislina fenilalanin kopiči v organizmu. To povzroča resne zdravstvene probleme, kot so poškodbe možgan in s tem umska zaostalost. Osebe brez teh encimov ne smejo uživati sladila aspartama, in nikakršne hrane, ki v beljakovinah vsebuje veliko vezane aminokisline fenilalanin. Aspartam je pogosto v hrani, na primer v jogurtih brez sladkorja.

Ključna vprašanja

1. Kako imenujemo spojine, ki nastanejo, če se povežeta dve, tri ali več aminokislin med seboj?

2. Poimenuj dve funkcionalni skupini, ki sodelujeta pri povezovanju aminokislin med seboj.

3. Kako imenujemo kemijsko reakcijo, ki poteče med dvema aminokislinama?

4. Napiši splošno strukturno formulo monomerne enote v polipeptidu?

5. Zakaj imenujemo reakcijo nastanka peptida kondenzacijska polimerizacija?

6. Kako imenujemo vez, ki nastane med dvema funkcionalnima skupinama, ki sta značilni za aminokislino?

7. Kako lahko še drugače imenujemo to vez, če se povežeta dve aminokislini?

8. Napiši strukturno formulo vezi med dvema aminokislinama.

9. Kaj v organizmih določa zaporedje aminokislin vezanih v beljakovinsko molekulo?

10. Kje v telesu se cepijo peptidne vezi v molekulah beljakovin?

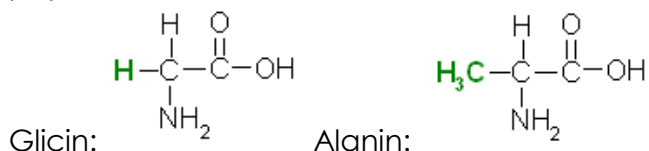
11. Kaj nastane pri prebavi beljakovin v ozkem črevesu?

12. Kaj je aspartam in zakaj se uporablja?

13. Kaj je fenilketonurija?

Naloge za vajo

- Napiši strukturno formulo tripeptida, ki nastane iz dveh molekul aminokisline glicina in ene molekule aminokisline alanina. Podani sta formuli obeh aminokislin. Zaporedje aminokislin v tripeptidu je glicin-glicin-alanin. V tripeptidu označi peptidni vezi.

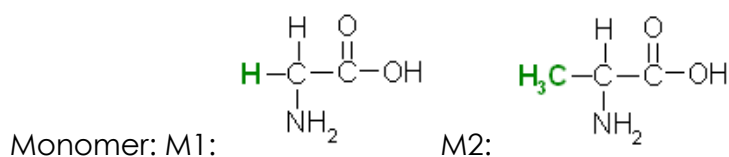


- Zaporedje vezanih aminokislin v peptidih označujemo z okrajšavami imen aminokislin, ki jih sestavljajo. Okrajšave povežemo med seboj z vezajem, ki ponazarja peptidno vez. Zaporedje aminokislin v tripeptidu v prejšnji nalogi zapišemo kot Gly-Gly-Ala. Ali so možne še druge povezave teh treh aminokislin?

Ali razumem?

1. Pojasni zakaj je črevesna sluznica (notranja površina ozkega črevesa) močno nagubana?

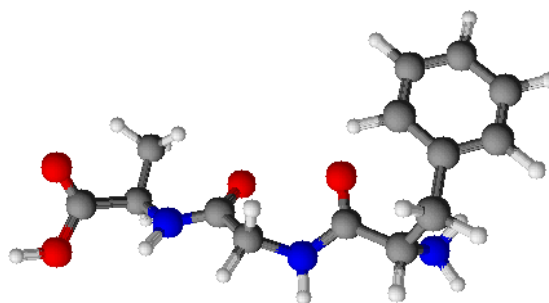
2. Napiši polimer, ki nastane med monomeri M1 in M2; zapišemo pa ga kot M2-M1-M2-M1-M1. V nastalem polimeru označi vse amidne ali peptidne vezi.



3. Zakaj ljudje, ki imajo fenilketonurijo ne smejo jesti hrane sladkane s sladilom aspartam?

Problemske naloge

1. Iz modela zapiši strukturno formulo tripeptida. Napiši formule aminokislin, ki so vezane v tripeptidu in jih imenuj. Tripeptid ponazori z zapisom, v katerem uporabiš okrajšave imen aminokislin.



2. Napišite reakcijsko shemo nastanka dipeptida, ki je osnova za pripravo sladila aspartama.
3. Napiši heksapeptid, ki ga lahko ponazorimo z zapisom Ala-Gly-Val-Phe-Phe-Lys. Koliko peptidnih vezi je v tem heksapeptidu?

Učna enota: Kakšno vlogo imajo beljakovine v našem telesu?

Zakaj se to učim?

Beljakovine imajo v organizmih različne funkcije. Beljakovine sestavljajo telo organizmov in omogočajo potek kemijskih reakcij v celicah. Vsaka celica živi le toliko časa, kolikor se v njej tvori energijsko bogata snov, ki ji pravimo s kratico ATP. Nastanek te snovi in vseh ostalih snovi, ki se v celicah pri kemijskih reakcijah stalno spreminjajo, omogočajo beljakovine imenovane encimi. Zato lahko rečemo, da so beljakovine tiste snovi zaradi katerih mi lahko živimo.

Učni cilji

- spoznati kakšna je funkcija različnih beljakovin v telesu

Učni dosežki

- ločiti med globularnimi in fibrilarnimi beljakovinami
- znati naštetih funkcije beljakovin v telesu
- razumeti funkcijo encimov v celici
- poznati funkcijo transportnih in obrambnih beljakovin

Predhodno znanje

- Učna enota 1: Česa pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?
- Učna enota 2: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

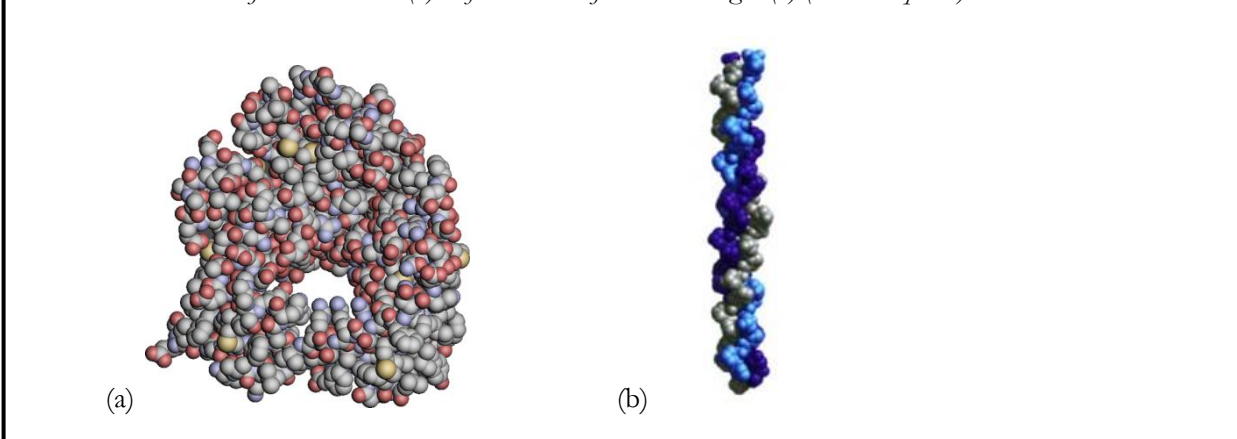
Novi pojmi

Fibrilarne beljakovine, globularne beljakovine, encimi, transportne beljakovine, obrambne beljakovine

Podatki in modeli

Glede na obliko molekul poznamo vlaknaste (fibrilarne) in kroglaste (globularne) beljakovine.

Model 1. Globularna beljakovina encim (a) in fibrilarna beljakovina kolagen (b) (vir: Wikipedia).



Molekule vlaknastih beljakovin so med seboj povezane z vezmi in so zato v vodi slabo topne in občutljive za delovanje močnih kislin. Kroglaste beljakovine so zelo občutljive za toploto, povečano koncentracijo elektrolitov (kislin, baz in soli) in na spremembo pH. Pri tem se iz raztopine izločijo beljakovine kot trdne snovi. Proces imenujemo denaturacija. Spremeni se struktura beljakovin. Posledica tega je, da ne morejo več opravljati funkcij v organizmu.

Vlaknaste beljakovine so v celicah kože, dlakah, nohtih (keratin), kitah (elastin), pa tudi kot medcelični vezni material (kolagen). Pri športu in drugih telesnih aktivnostih lahko povečamo mišično maso in s tem količino beljakovin. Najbolj razširjena beljakovina v telesu je kolagen, ki povezuje celice in je beljakovinska osnova kosti in zob. V primeru, da hrana ne vsebuje dovolj beljakovin se mišična masa zmanjša, koža ni več elastična, lasje se

tanjšajo in začnejo izpadati. V šamponih in kremah so beljakovine, ki naj bi pospešile gradnjo beljakovin v koži in laseh. Vlaknaste beljakovine so tudi v svili in pajkovih mrežah.

Kroglaste (globularne) beljakovine so v telesnih tekočinah in tekočinah znotraj celic in so večinoma dobro topne v vodi. V to skupino beljakovin prištevamo encime, transportne beljakovine, obrambne beljakovine, hormone, beljakovine kot zaloga hrane in strupe (toksine).

Tabela 1. Pomen globularnih beljakovin za organizme.

Globularna beljakovina	Pomen za organizme
encimi	pospešujejo in uravnavajo potek kemijskih reakcij v organizmih
transportne beljakovine	sodelujejo pri prenosu kisika, maščob in drugih snovi v organizmu
obrambne beljakovine	so pomembne pri odstranjevanju virusov in strupov iz organizma
hormoni	regulirajo delovanje organizma (npr. insulin regulira koncentracijo glukoze v krvi)
beljakovine kot zaloga hrane	so zaloga hrane razvijajočemu organizmu (npr. ovalbumin v jajčnem beljaku, kazein v mleku)
strupi (toksini)	strupene beljakovine, ki jih izločajo nekateri mikroorganizmi (npr. povzročitelji tetanusa, antraksa, davice), so lahko v strupih nekaterih kač in žuželk

(VIŠJA RAVEN)

Encimi

Kemijske reakcije v organizmih, pri katerih nastanejo iz ene vrste molekul druga vrsta molekul, potekajo ob sodelovanju encimov. Brez encimov bi potekale te reakcije tako počasi, da življenje ne bi bilo mogoče. Encimi so katalizatorji. To pomeni, da povečajo hitrost kemijske reakcije. Encime imenujemo tudi biokatalizatorji, ker pospešujejo reakcije metabolizma v živih organizmih. Pri tem se ne spremenijo. Vsaka reakcija pri nastanku adenozin trifosfata (ATP), nastanku in razpadu ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin zahteva ustrezno beljakovino–encim s specifično zgradbo. Encim, ki se mu spremeni zgradba, ne more več sodelovati kot katalizator pri določeni kemijski reakciji. Encimi nastanejo v celicah. Pri nekaterih boleznih (npr.

cistična fibroza, ko trebušna slinavka ne deluje) morajo bolniki med hranjenjem jemati kapsule z encimi.

Transportne beljakovine

Transportne beljakovine sodelujejo pri prenosu snovi v organizmu. Hemoglobin, ki obarva eritrocite v krvi rdeče, veže v pljučih molekule kisika in jih prenaša do drugih organov v telesu. V hemoglobinu je poleg barvila hem tudi beljakovina globin. Beljakovine prenašajo tudi lipide (skupina spojin, v katero sodijo tudi maščobe in voski, sestavljeni lipidi in steroli - najbolj znan je holesterol) po krvi iz jeter do ostalih celic v organizmu in nazaj. Pri prenosu npr. vitamina A in drugih v lipidih topnih vitaminov v telesu sodeluje posebna beljakovina. Tudi če s hrano dobi organizem vitamin A ta zaradi pomanjkanja beljakovine, ki ga prenaša po telesu, ne pride do mišic.

Obrambne beljakovine

Koža je pretežno iz beljakovin in je zaščita pred vdorom bakterij in virusov v telo. Beljakovine v krvi sodelujejo pri strnjevanju krvi, če si kožo ranimo in nam teče kri. Imunski sistem organizma se bori proti bakterijam in virusom tako, da nastanejo v telesu posebne beljakovine, ki jih imenujemo protitelesa. Vsako protitelo ima značilno zgradbo, ki mu omogoča, da se veže na določeno bakterijo ali virus. Če se kasneje zopet okužimo z istim povzročiteljem bolezni, je imunski sistem že pripravljen za nastanek protiteles, ki uničijo patogen mikroorganizem. Proti nekaterim nalezljivim boleznim se lahko tudi cepimo. Pri tem v telesu nastanejo protitelesa proti tej bolezni (npr. gripi, rdečkam, tetanusu) in posebne spominske celice, ki pričnejo izdelovati protitelesa, če pridemo v ponoven stik s povzročiteljem bolezni, proti kateremu smo bili cepljeni. Če je imunski sistem organizma oslabljen, se ne odzove ustrezno na infekcijo in je lahko drugače za človeka nenevarna infekcija usodna. Imunski sistem je oslabljen recimo pri bolnikih z AIDS-a (Human Immunodeficiency

Syndrom), ki ga povzroča HIV (Human Immunodeficiency Virus). Taki bolniki pogosto umrejo zaradi infekcije, ki je za zdrave ljudi največkrat nenevarna.

(PONOVO OSNOVNA RAVEN)

Presnova beljakovin

Z naraščanjem količine beljakovin v naši prehrani raste tudi količina produktov, ki nastanejo pri njihovi presnovi. Glavni produkt presnove beljakovin, ki so dušikove spojine, je sečnina (urea), ki se iz telesa izloča pri delovanju ledvic s sečem. Hrana z visokim deležem beljakovin posredno vpliva tudi na količino vode, ki se izloči iz telesa. Predvsem pri bolnikih z ledvičnimi boleznimi moramo paziti, da prevelika količina proteinov ne povzroči prevelikega izločanja vode, kar dodatno obremeni delovanje ledvic. V prehrani z veliko beljakovin je običajno malo zelenjave, sadja in žitaric in je predvsem živalskega izvora (meso). V mesu pa so poleg beljakovin tudi maščobe, v katerih so vezane nasičene maščobne kisline in holesterol. To poveča tudi nevarnost za nastanek rakastih obolenj. Slabost take prehrane je tudi, da je energetsko bogata saj vsebuje veliko maščob, kar prispeva tudi k povečanju telesne mase.

Rastlinska beljakovinska hrana vsebuje tudi maščobe, v katerih je vezan večji delež nenasičenih maščobnih kislin kot nasičenih in prehranske vlaknine (celuloza). Prehrana naj bo raznovrstna in naj vsebuje tako živalske kot rastlinske beljakovine. Orehi, lešniki, mandlji in druga semena so pomemben vir beljakovin in maščob z nenasičenimi maščobnimi kislinami, kar nas varuje pred srčnimi boleznimi. Pri mleku, jogurtu in sirih pazimo, da jemo take, ki ne vsebujejo veliko maščob. Kruh, riž, testenine in sadje tudi vsebujejo beljakovine, ne vsebujejo pa holesterola. Ta vrsta hrane je tudi pomemben vir prehranskih vlaknin, vitaminov in mineralov.

Tabela 2. Vsebnost beljakovin v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa beljakovin v g
Goveje meso	31,7
Mandlji	18,6
Jajca	12,9
Polnozrnat kruh	10,5
Mleko	3,5
Solata	2,4
Jabolka	0,2

Ključna vprašanja

1. Opiši razliko med globularnimi in fibrilarnimi beljakovinami.

2. Kaj je denaturacija beljakovin?

3. Kje v telesu najdemo fibrilarne beljakovine?

4. Katera beljakovina se nahaja v nohtih in laseh ter katera v koži?

5. Kakšno vlogo imajo navadno globularne beljakovine?

6. Zakaj pravimo, da so encimi biokatalizatorji?

7. Naštej tri vrste transportnih beljakovin.

8. Kakšno vlogo imajo obrambne beljakovine?

9. Kaj je sečnina?

Problemske naloge

1. Pojasni zakaj hrana z veliko beljakovin pripomore k večji porabi vode v telesu?

2. Zakaj trebušna slinavka izloča v dvanajstnik (začetek ozkega črevesa) encime peptidaze?

3. Zakaj pravimo, da je AIDS sindrom človeške imunske pomanjkljivosti?

4. Zakaj se je dobro vsakih pet let cepiti proti klopnemu meningoencefalitisu, če veliko hodimo po travnikih ali gozdu?

5. Kakšno vlogo imajo protitelesa, ki nastanejo v našem telesu, če se okužimo z virusom nove gripe H1N1?

Učna enota: Kdo nam izdelava sladkor?

Zakaj se to učim?

Ko rečemo sladkor se največkrat spomnimo na bele kristale, ki jih uporabljamo v kuhinji. Med sladkorje pa uvrščamo tudi druge snovi, ki jih s skupnim imenom imenujemo ogljikovi hidrati. Ogljikovi hidrati niso le sestavina hrane, običajno sestavlja obrok od 60 do 65 % ogljikovih hidratov, ampak se uporabljajo tudi za oblačila (celuloza v bombažu), gradnjo bivališč, gretje, papir (celuloza iz lesa) in za druge namene.

Učni cilji

- spoznati kaj so sladkorji
- spoznati kaj so monosaharidi in kako so zgrajene njihove molekule
- razumeti nastanek in pomen sladkorjev v naravi

Učni dosežki

- ločevanje med različnimi skupinami ogljikovih hidratov glede na sestavo
- pojasniti nastanek monosaharidov v naravi
- razumevanje kemijske zgradbe monosaharidov; glukoza, fruktoza

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih spojin

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Ogljikovi hidrati, monosaharidi, ketoza, aldoza, glukoza, fruktoza

Podatki in modeli

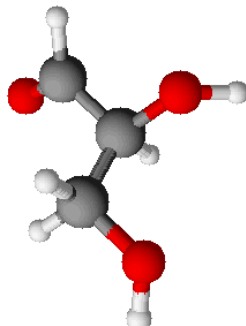
Ogljikovi hidrati so glavni vir energije za naše telo. V molekulah ogljikovih hidratov so vezani atomi ogljika, vodika in kisika. To sta že leta 1840 spoznala Joseph Gay-Lussac in Luis-Jacques Thenard. Ime ogljikovi hidrati za te spojine je leta 1844 predlagal nemški znanstvenik Carl Schmidt. Splošna formula teh spojin je $C_xH_{2y}O_y$, kar lahko zapišemo tudi kot $C_x(H_2O)_y$. Od tod tudi njihovo ime, hydros pomeni v grščini vodo. Enostavne ogljikove hidrate imenujemo tudi sladkorji zaradi sladkega okusa. Znani so tudi pod imenom saharidi, ker v latinščini pomeni saccharum sladkor.

Tabela 2. Vsebnost ogljikovih hidratov v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa ogljikovih hidratov v g
Goveje meso	0
Mandelji	19,5
Jajca	0,9
Polnozrnat kruh	47,7
Mleko	4,9
Solata	4,6
Jabola	14,5

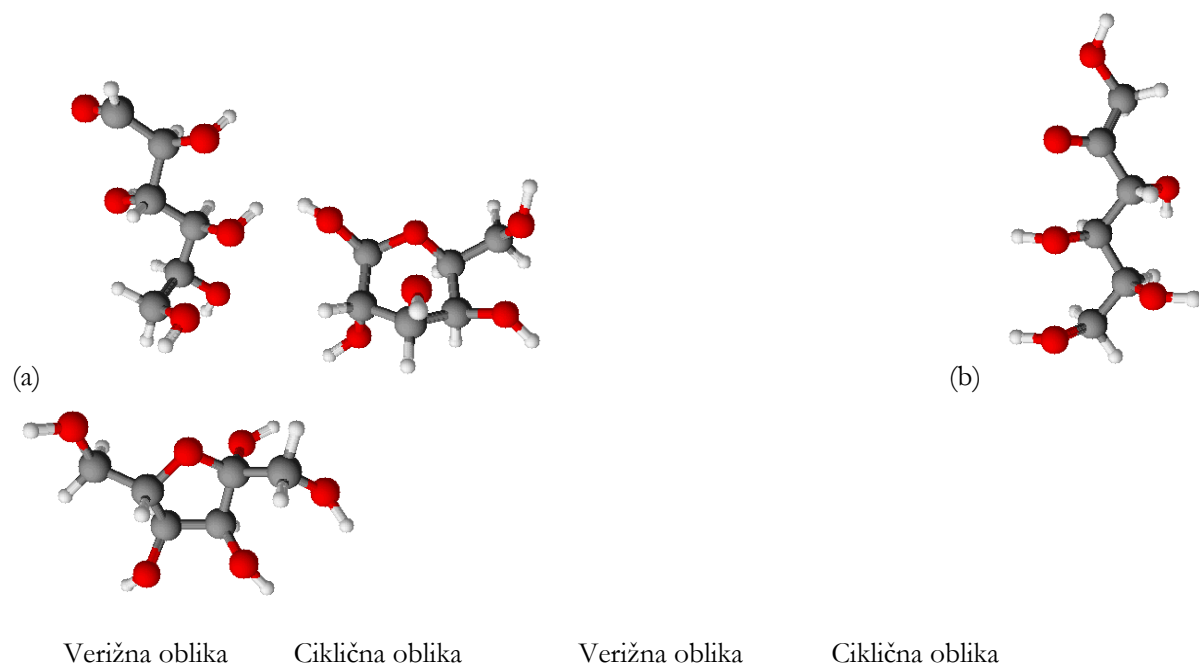
Najenostavnejši ogljikov hidrat je glicerolaldehid.

Model 1. Model molekule najenostavnejšega ogljikovega hidrata.



Enostavni ogljikovi hidrati nastanejo v procesu fotosinteze v rastlinah, ki vsebujejo fotosintetska barvila, kot so klorofili in druga, iz ogljikovega dioksida in vode s pomočjo sončne svetlobe. Nastane ogljikov hidrat z molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$. Molekule s to molekulsko formulo vsebujejo šest atomov ogljika, zato jih imenujemo heksoze (grško rečemo števniku 6 hekso). Med heksoze uvrščamo glukozo in fruktozo, ki imata enako molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$, pa različno razporeditev atomov v molekuli in s tem tudi različno strukturno formulo. Glukoza se pretvori v procesu celičnega dihanja v energijsko bogato snov (ATP), v škrob, ki je zaloga hrane v gomoljih, korenikah ali semenih in v celulozo, ki služi v celičnih stenah rastlin kot opora. Ogljikovi hidrati se lahko spremenijo tudi v druge organske biomakromolekule, kot so beljakovine, lipidi in nukleinske kisline. Za razliko od rastlinskega telesa, je v organizmih živali in tudi človeka le okoli 1 % mase telesa ogljikovih hidratov.

Model 2. Modela molekul dveh vrst heksoz, glukoze (a) uvrščamo med aldose, fruktozo (b) pa med ketose.

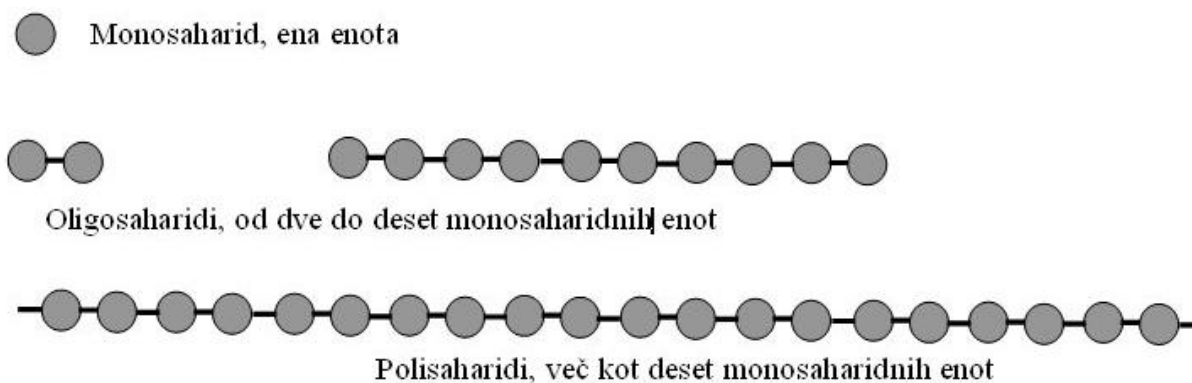


Molekule glukoze so pretežno v šestčlenskih obročih, molekule fruktoze pa v petčlenskih obročih. Glukoza in fruktoza sta v vodni raztopini pretežno v ciklični obliki.

Glukoza ali grozdni sladkor in fruktoza sadni sladkor sta v skoraj vseh sladkih plodovih in tudi v medu. V jabolkih je približno 5 % fruktoze, v grozdju pa 8 %. Veliko glukoze je v grozdju, figah in dateljnih. V medu je od vseh sladkorjev polovica fruktoze. Lastnosti glukoze in fruktoze so različne. Fruktoza je najslajša med vsemi monosaharidi, približno dvakrat slajša od glukoze.

Vsi ogljikovi hidrati, ki jih pojemo, se pretvorijo v glukozo. V naši krvi je normalno 0,06 % do 0,08 % glukoze (60-80 mg glukoze/100 mL krvi). V celice pride glukoza s krvjo. Del glukoze se lahko pretvori v rezervni polisaharid glikogen, ki se skladišči v jetrih in mišicah. Če v krvi pade količina glukoze, se glikogen razgradi nazaj v glukozo. Iz dela glukoze lahko nastanejo maščobe.

Model 3. Delitev ogljikovih hidratov.



1. Zakaj sladkorje imenujemo ogljikovi hidrati?

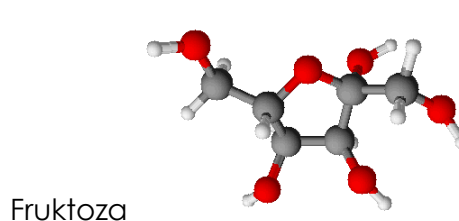
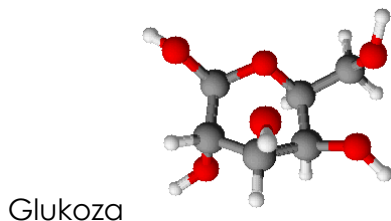
Naloge za vajo

1. Kakšna je strukturna formula glukoze in kakšna fruktoze? Pomagaj si z modeloma obeh molekul, ki jih podaja model 2.

Ali razumem?

1. Kakšno je IUPAC-ovo ime najenostavnejšega ogljikovega hidrata s tremi ogljikovimi atomi?

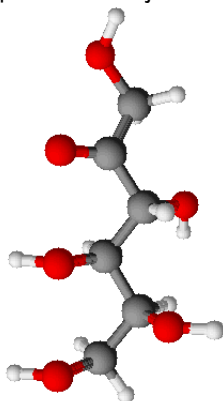
2. Molekuli glukoze in fruktoze sta ciklični. Iz modelov obeh molekul napiši strukturni formuli.



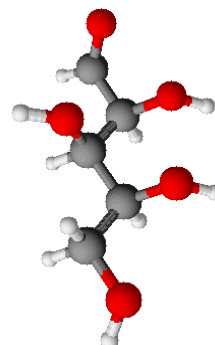
3. Zakaj lahko pride do dehidracije telesa pri bolnikih s sladkorno boleznijo?

Problemske naloge

1. Najenostavnejši ogljikov hidrat je trioza (Model 1), poznamo pa tudi tetrozoe. Razmisli, kaj pomenita ti imeni. Na sliki sta dva modela monosaharidov A in B. V kateri skupino ogljikovih hidratov bi sodila, če bi ju poimenoval na enak način kot navaja prva poved. Pojasni odgovora.

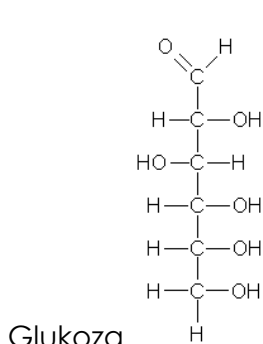


Model A

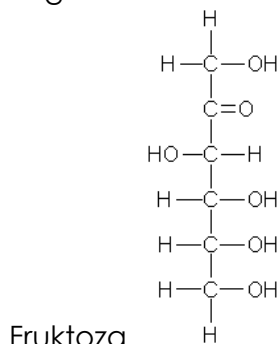


Model B

2. Podani sta strukturni formuli glukoze in fruktoze. V čem se razlikujeta?



Glukoza



Fruktoza

Učna enota: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?

Zakaj se to učim?

Sladkor, ki ga uporabljamo v kuhinji je saharoza. Saharoza je disaharid, sestavljen iz monosaharidov glukoze in fruktoze. Za življenje je pomemben tudi disaharid laktoza, ki je v mleku.

Učni cilji

- razumeti kaj so disaharidi
- spoznati kako so molekule disaharidov zgrajene

Učni dosežki

- znati prepoznati disaharide
- pojasniti vrsto vezi, ki nastane med dvema molekulama monosaharidov
- znati razložiti, kaj se dogaja pri hidrolizi disaharidov
- znati sklepati iz rezultatov poskusa ali je snov monosaharid ali disaharid

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul (hidroksilna, karbonilna in aldehidna skupina)
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih spojin
- Učna enota 4: Kdo nam izdelava sladkor?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šole in/ali medmrežjem.

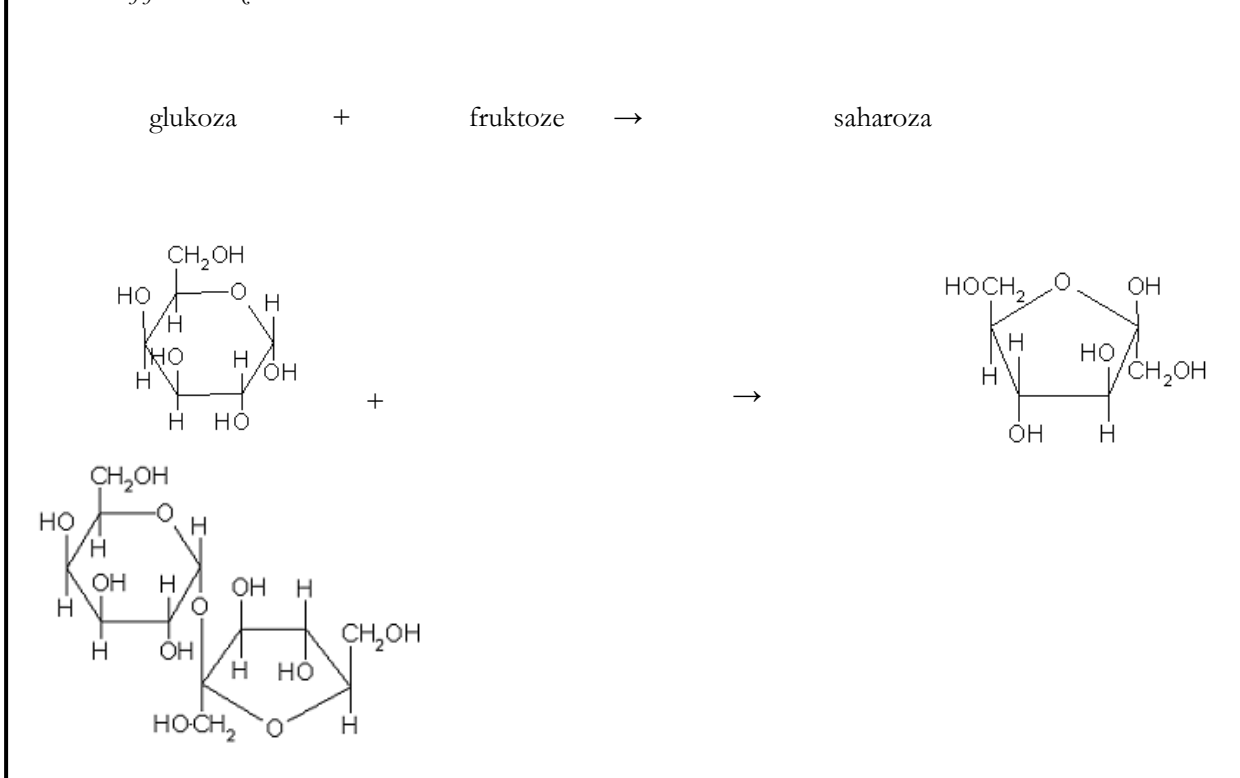
Novi pojmi

Disaharidi, glikozidna vez, hidroliza disaharidov

Podatki in modeli

Molekule monosaharidov se povezujejo med seboj v daljše molekule (Glej Model 2 v učni enoti Kdo nam izdelava sladkor?). Glukozo najdemo v veliko naravnih snoveh tudi vezano v molekule disaharidov, oligosaharidov in polisaharidov. Najbolj pogosti disaharidi so: saharozo, laktoza in maltoza. V molekuli saharoze sta povezani molekula glukoze in fruktoze. V vsakdanji radi imenujemo saharozo kar sladkor.

Model 1. Kaj je saharoza?



Saharoza je v sadju, tako je v zrelih pomarančah do 5 % saharoze, v bananah pa do 7 %. Pridobivamo jo iz sladkornega trsa in sladkorne pese, ki vsebujeta do 15 % saharoze.

Zanimivost

Pri pridobivanju saharoze sladkorno peso zmeljejo in rezancem dodajo vodo. Vse skupaj segrejejo, da se iz sladkorne pese v vodi raztopijo saharoza in druge snovi. Raztopini dodajo kalcijev hidroksid. Pri tem nastanejo netopne kalcijeve soli anorganskih in organskih kislin. V raztopini pa ostane raztopljen saharoza. Trden preostanek ločijo s filtracijo. Filtrat segrevajo, da del vode izhlapi. Izloči se melasa, ki vsebuje približno 50 % saharoze. V melasi so tudi spojine, ki vsebujejo železo, kalcij in kalij. Preostalo raztopino ločijo od melase s filtracijo. Pri stanju iz bistre raztopine kristalizira saharoza. Čisti saharozi pogosto dodajajo malo melase in tako dobijo rjavi sladkor. Melaso uporabljamo lahko tudi v kuhinji, s fermentacijo pa iz nje pridobivajo rum.

V organizmu razgradijo encimi molekulo saharoze na molekulo glukoze in fruktoze. Reakcijo imenujemo hidroliza. Tudi drugi disaharidi hidrolizirajo. Pri tem nastanejo monosaharidi, ki sestavljata molekulo disaharida.

V molekuli laktoze, ki je še en pomemben disaharid, sta vezani molekuli monosaharidov glukoze in galaktoze. Za razliko od drugih ogljikovih hidratov, ki nastajajo predvsem v rastlinah, tvorijo laktozo le živali. Laktoza je sladkor v mleku sesalcev. Človeško mleko vsebuje od 5 do 8 % laktoze, kravje pa nekoliko manj, od 4 do 6 %. Laktoza je kar za okoli 5 do 6 krat manj sladka kot saharoza.

Zanimivost

Encim laktaza v organizmu povzroči hidrolizo laktoze na glukozo in galaktozo. Galaktoza pa se nato naprej spremeni v glukozo. Če organizem nima encima laktaza, laktoza ne hidrolizira. Laktozo v debelem črevesu razgradijo bakterije. Pri tem nastane mlečna kislina, ogljikov dioksid in vodik. To povzroča napihnjenost in driske. V siru, jogurtih in prekuhanem mleku del laktoze razpade v monosaharide, zato imajo ljudje brez encima laktaza pri prebavi teh snovi manj težav. Lahko pa si pomagajo tudi s tabletami, ki

vsebujejo encim laktazo, ali pa uživajo mleko brez laktoze. Tako mleko dobimo, če mu dodamo encim laktozo. Pri kisanju se laktoza spremeni v mlečno kislino.

V molekuli maltoze, to je še tretji najpogostejši disaharid, sta vezani dve molekuli monosaharida glukoze. Nastane pri razpadu molekul škroba ob sodelovanju encimov v kalečih semenih – sladu. Slad uporabljajo v pivovarstvu. Pri žvečenju kruha v ustih encim amilaza v slini povzroči razpad škroba. Pri tem nastane tudi nekaj maltoze, kar zaznamo kot sladek okus.

Ključna vprašanja

1. Kaj so oligosaharidi?

2. Iz koliko monosaharidnih enot so sestavljeni disaharidi?

3. Kateri trije disaharidi so v naravi najpogostejši?

4. Kateri disaharid je najslajši?

5. Iz katerih monosaharidnih enot je sestavljen disaharid, ki ga pridobijo iz sladkorne pese ali trsa?

6. Kaj je melasa?

7. Kateri disaharid se uporablja pri pridobivanju piva? Iz katerih monosaharidnih enot je sestavljen ta disaharid?

8. Katera molekula disaharida je sestavljena iz molekule glukoze in molekule galaktoze?

9. Kakšna vez nastane med dvema molekulama monosaharida v disaharidu? Napiši to vez.

Naloge za vajo

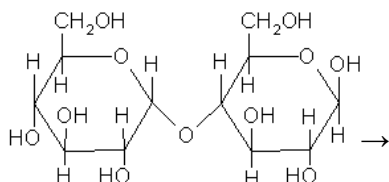
1. Kateri trije monosaharidi gradijo v naravi najpogostejše disaharide?

2. Na primeru pojasni, kaj je hidroliza disaharida.

Ali razumem?

1. Kateri disaharid se tvori izključno v živalih?

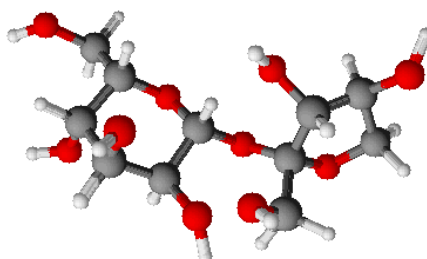
2. Dopolni reakcijsko shemo hidrolize maltoze.



3. Kaj se zgodi, če uživamo živila v katerih je laktoza, nimamo pa encima laktaze?

Problemske naloge

1. Slika prikazuje model molekule disaharida. Iz modela ugotovi kateri dve monosaharidni enoti ga sestavljata, zapiši njuni strukturni formuli in kateri disaharid je predstavljen z modelom. S puščico označi vez, med obema enotama v molekuli disaharida.



2. Monosaharide določamo v vzorcih hrane s Fehlingovo reakcijo.

Navodila za delo.

1. Izvedi poskus s tremi snovmi (sok belega grozdja, med, kuhinjski sladkor) in vodo.
2. Za noževno konico posameznih snovi daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi. Potrebuješ štiri epruvete, v tri epruvete daj posamezno snov, četrta epruveta pa je prazna.
3. V vsako epruveto dodaj 5 mL vode ter pretresi.
4. V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
5. V vse epruvete dodaj 1 mL Fehlingovega reagenta I in 1 mL Fehlingovega reagenta II ter pretresi.
6. V vodno kopel (150 mL vode, ki o segrevaš) daj vse epruvete in segrevaj 5-10 minut.
7. Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opazanja	Vsebnost monosaharidov (+ / -)

2.1 Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil Fehlingovo reakcijo? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

2.2. V katerih vzorcih so monosaharidi? Po čem to sklepaš?

2.3. Kakšen je dokaz pozitivne Fehlingova reakcije?

2.4. Ali grozdni sladkor in med vsebujeta monosaharide? Če da, katere in po čem to sklepaš?

2.5. Kaj lahko sklepaš iz poskusa s kuhinjskim sladkorjem, saharozo?

2.6. Kaj je kuhinjski sladkor, saharoza kemijsko?

2.7. Zakaj kuhinjski sladkor, saharoza ne daje pozitivne Fehlingove reakcije?

2.7 Nožev konico saharoze daj v epruveto in ji dodaj 5 mL vode. Vodi nato dodaj 2 mL koncentrirane klorovodikove kisline. Nastali raztopini dodaj še Fehlingov reagent I in II ter v vodni kopeli segrevaj. Po 5 minutah boš opazil v epruveti rjavo-rdeča oborina. Pojasni rezultate poskusa. Na kaj sklepamo iz tega, da je nastala rjavo-rdeča oborina? Kako je možno, da so nastali monosaharidi?

Učna enota: Ali so testenine tudi iz ogljikovih hidratov?

Zakaj se to učim?

Celuloza je najbolj pogosta snov na Zemlji. Rastline jo izdelajo kar okoli 10 milijard ton na dan. Okoli polovica mase lesa je celuloza, drugo polovico sestavljajo druge snovi. Poleg celuloze, ki omogoča rastlinam oporo, saj je glavna sestavina celičnih sten rastlinske celice, izdelujejo rastline tudi škrob, ki jim služi kot rezervna hrana v gomoljih, koreninah in semenih. Kaj sta škrob in celuloza?

Učni cilji

- Razumeti, kaj so polisaharidi
- spoznati kemijsko zgradbo in lastnosti škroba in celuloze

Učni dosežki

- znati prepoznati polisaharide
- poznati lastnosti celuloze in škroba
- znati razložiti, kaj se dogaja pri hidrolizi polisaharidov
- iz rezultatov poskusa znati sklepati ali snov vsebuje škrob

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul (hidroksilna skupina)
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih snovi
- poznati reakcijo kondenzacijske polimerizacije
- Učna enota 4: Kdo nam izdelava sladkor? in učna enota 5: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

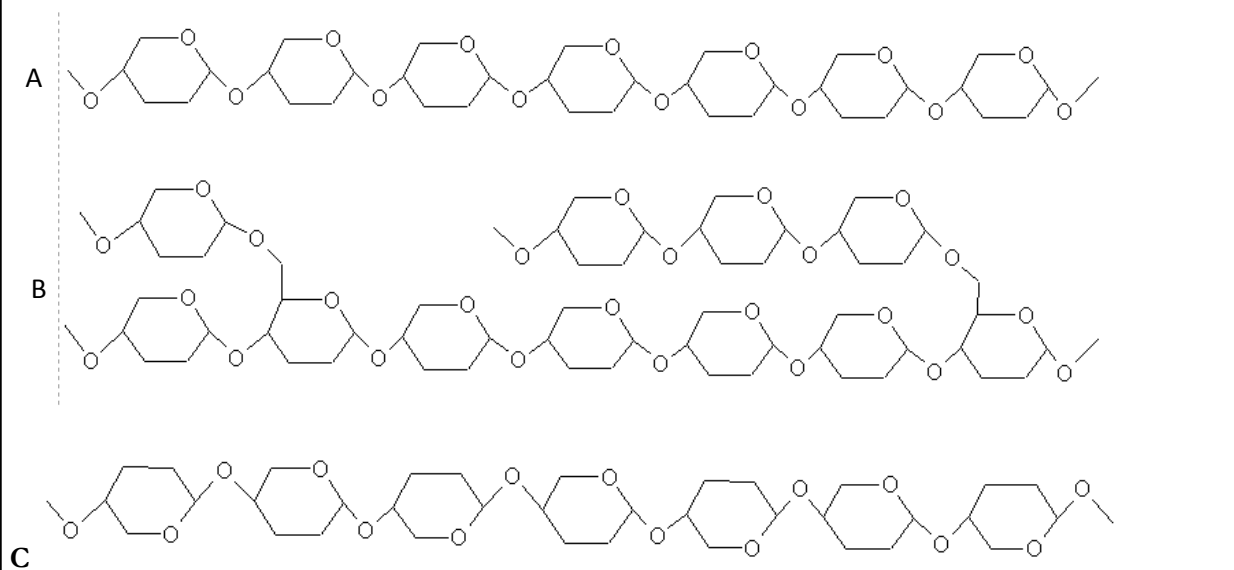
Polisaharidi, celuloza, škrob, glikogen in hitin, amiloza, amilopektin.

Podatki in modeli

Med seboj se lahko poveže več molekul monosaharidov v verige. Nastanejo verige polisaharidov. Dolžina verige in način povezave molekul določa lastnosti ogljikovih hidratov in njihovo funkcijo v organizmih in ima velik pomen za prehrano ljudi. V polisaharidih je povezanih več sto do več tisoč monosaharidnih molekul. Polisaharidi so naravni polimeri. V živalih najpogosteje najdemo polisaharid glikogen in hitin, v rastline pa škrob in celulozo. Hitin tvori tudi celične stene gliv. Škrob in glikogen sta v naravi rezervna polisaharida, kar pomeni, da sta vir glukoze za organizme pri tvorbi ATP. Celuloza pa je ogrodni material rastlin.

Škrob je zgrajen iz dveh vrst polisaharidov: amiloze in amilopektina. Amiloze vsebuje od 20 do 25 %, amilopektina pa od 75 do 80 %. Molekulo škroba gradi približno 100.000 glukoznih enot.

Model 1. Povezava glukočnih enot v delu molekule amiloze (A) in delu molekule amilopektina (B) ter delu molekule celuloze (C).



V rastlinah je škrob v obliki zrn, katerih velikost je od 1 do 200 mikrometrov. Škrob je tudi eno glavnih hranil za živali in ljudi, riž vsebuje 75 %, koruza 65 %, pšenica 55 % in krompir le 15 % škroba. Zrnca so prekrita z beljakovinami in niso topna v hladni vodi. Pri kuhanju prodira voda v notranje plasti zrn škroba, ki začnejo nabrekati. Nakar zrnca počijo in molekule škroba se porazdelijo v vodi. Pri ohlajanju se pri temperaturi 50°-70°C začnejo molekule škroba zopet povezovati. Pri tem nastane gel.

V glikogenu so enote glukoze povezane v razvejane verige podobno kot v amilopektinu. Razvejanost v glikogenu je večja kot v amilopektinu. Zaradi velike razvejanosti se lahko verige hitro cepijo, če telo potrebuje glukozo. Glikogen je v mišicah in v jetrih. V telesu nastane glikogen iz glukoze, ki se ni porabila pri tvorbi ATP. Če telo ne dobi dovolj ogljikovih hidratov, se iz glikogena sprosti glukozo.

V celulozi so glukočne enote (približno 2800 glukočnih enot) povezane v nerazvejani verigi in niso zavite v spiralo.

Posamezne verige se med seboj povezujejo z vezmi, zato so celulozna vlakna, ki pri tem nastanejo trdna, pa tudi prožna. Vlakna, ki prekrivajo semena bombaža, so čista celuloze. Kvaliteta bombaža je odvisna od dolžine celuloznih vlaken. V celulozi so enote glukoze drugače povezane v verigo kot v škrobu. Sesalci nimajo encimov, ki bi razgradili verige celuloze na molekule glukoze. Tudi v prebavilih nimamo bakterij, ki bi povzročile cepitev vezi med molekulami glukoze v celulozi. Prežvekovalci kot so to krave, koze, ovce, kamele in termiti imajo v prebavilih bakterije in enoceličarje, katerih encimi lahko razgradijo verige celuloze na molekule glukoze. Ker ta proces poteka brez kisika, nastajata tudi plina metan in vodik.

Zanimivost

Nekateri ogljikovi hidrati nas ščitijo pred srčnimi boleznimi, nekateri pa ta obolenja pospešujejo. Hrana z veliko sladkorja lahko povzroči porast maščob v krvi, kar povzroča večjo verjetnost bolezni srca. Prehrana z veliko rastlinskih vlaknin pa zmanjša verjetnost bolezni srca in raka debelega črevesa ter zmanjša količino holesterola v krvi.

Ključna vprašanja

1. Kateri so trije najpomembnejši polisaharidi v naravi?

2. Katera dva polisaharida sestavljata škrob?

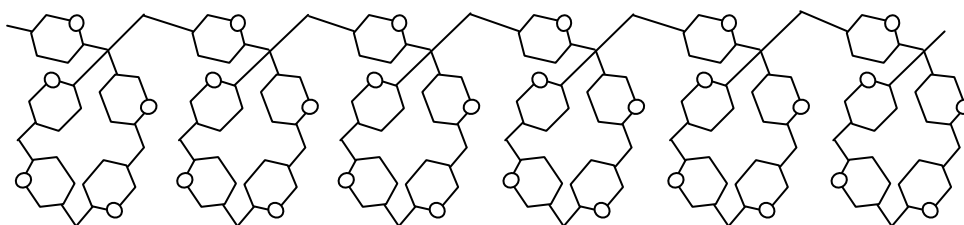
3. Kakšno vlogo ima celuloza v rastlinah?

4. Kakšna je razlika v zgradbi molekul škroba in glikogena?

5. Semena, katere rastline vsebujejo največ škroba?

6. Kakšna je razlika med amilozo in amiopektinom?

7. Slika predstavlja molekulo amiloze v škrob. Kako je razporejena veriga v prostoru?

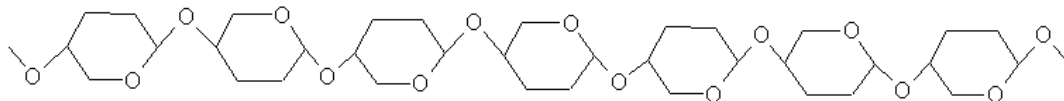


8. Molekula celuloze ima podobno kot molekula amiloze nerazvejene molekule. Kakšna je njena ureditev v prostoru?

Ali razumem?

1. Topnost polisaharidov v vodi je odvisna tudi od razvejanosti verige molekule. Bolj kot je veriga razvejana manj je snov topen v vodi. Kaj lahko sklepaš o topnosti škroba?

2. Slika prikazuje del molekule celuloze. V čem se razlikujeta in kaj imata skupnega molekuli škroba in celuloze?



3. Kako imenujmo reakcijo, ki poteče, ko nastanejo molekule polisaharidov iz molekul glukoze? Katera snov se odcepi pri tem?

4. Imenuj monomero v molekulah polisaharidov?

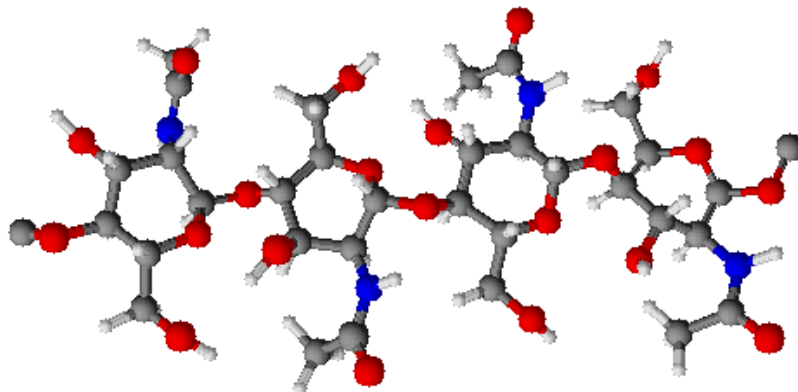
5. Kateri najbolj razvejan polisaharid je v jetrih in mišicah živali in ljudi. Pojasni vlogo tega polisaharida.

Problemske naloge

1. Amilaza je encim, ki ga izloča trebušna slinavka sesalcev in cepi glikozidne vezi v molekulah škroba. Kaj lahko sklepaš o lastnostih encima amilaza, ker ne cepi glikozidne vezi v molekuli celuloze?

2. Analiziraj model dela molekule hitina (snov, ki gradi zunanje ogrodje členonožcev) na sliki. Ali sodi med mono-, oligo- ali polisaharide? Kakšen tip vezi je med posameznimi enotami, ki gradijo molekule te snovi? Obkroži vse tovrstne vezi na siki modela. Koliko vezi je predstavljenih? V modelu obkroži skupino, ki je

do sedaj še nisi srečal v molekulah ogljikovih hidratov. Napiši formulo te skupine. Na katero skupino te to spominja?



3. Škrob določamo v vzorcih hrane z jodovico. Naredi poskus s štirimi snovmi (kruh, krompir, vata, kuhinjski sladkor) in vodo.

Navodila za delo.

1. Za noževno konico posameznih snovi oz. majhen košček vate daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi. Potrebuješ pet epruvet, peta epruveta je prazna.
2. V vsako dodaj 5 mL vroče vode ter pretresi.
3. V peto epruveto daj le 5 mL vode.
4. V vse epruvete previdno dodaj 5 do 10 kapljic jodovice (vodna raztopina kalijevega jodida in joda) ter po dodatku vsake kapljice pretresi.
5. Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost škroba (+ / -)

3.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si vodi dodal jodovico? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

3.2. V katerih vzorcih je škrob? Po čem to sklepaš?

3.3. Kakšen je dokaz pozitivne reakcije škroba z jodovico?

3.4. Kaj lahko sklepaš iz poskusa z vato in s kuhinjskim sladkorjem?

Termodinamski pristop k obravnavi energijskih sprememb pri kemijskih in fizikalnih procesih

Andrej Godec,

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani

Povzetek

Tema tega sklopa bo termodinamski pristop k obravnavi energijskih sprememb pri kemijskih in fizikalnih procesih.

Najprej bodo predstavljene teoretične osnove termokemije, ki proučuje toploto pri kemijskih reakcijah. V tem delu bomo vpeljali pojme, kot so sistem in okolica, termodinamski zakoni, sprememba entalpije, Hessov zakon in podobno.

V drugem delu pa bodo predstavljeni poskusi, ki bodo dodatno ilustrirali obravnavano temo. Toploto, ki se sprosti ali pa porabi pri enostavnih procesih, bomo povezali s spremembo temperature v sistemu in okolici. Rezultate bomo na koncu komentirali.

Ključni pojmi

- kemijska in fizikalna sprememba
- energijski diagram
- termodinamika in zakoni termodinamike
- energijska sprememba
- toplota in temperatura
- eksotermni in endotermni procesi
- sistem, okolica, vesolje
- notranja energija
- funkcija stanja
- entalpija
- standardna sprememba reakcijske entalpije
- standardna tvorben entalpija
- Hessov zakon

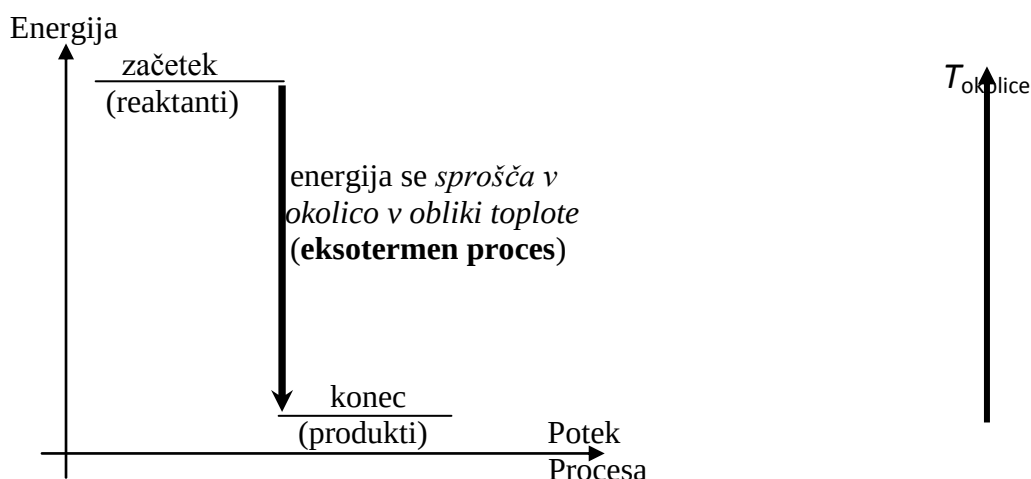
Uvod

Procese v kemiji lahko razdelimo v dve skupini: na kemijske spremembe in na fizikalne spremembe. Kemijske spremembe so kemijske reakcije; pri teh gre za cepitev kemijskih vezi in nastanek novih vezi (novih spojin) med atomi. Fizikalne spremembe pa so spremembe v agregatnem stanju snovi, razredčevanje snovi in podobno.

Vse procese v kemiji spremljajo tudi *energijske spremembe*, ki se največkrat odražajo v obliki toplote, lahko pa tudi v obliki svetlobe itd.

Sistem je v termodinamiki tisto, kar opazujemo, na primer reakcija, ki poteka v čaši. *Okolica* je prostor okrog sistema, s katerim lahko sistem izmenjuje snov in energijo, in v katerem izvajamo meritve.

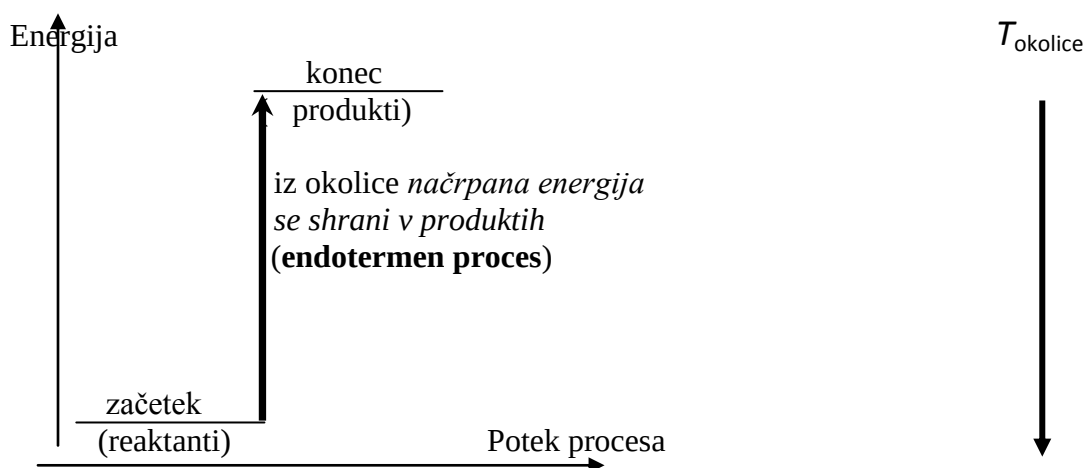
Če se pri nekem procesu v sistemu sprosti v okolico energija v obliki toplote, rečemo, da je proces eksotermen. Energija se s tem v samem sistemu zniža, saj je le-ta nekaj energije v obliki toplote oddal v okolico, na primer topilu (vodi) ali zraku, če je proces potekel na zraku. Snov ima torej na koncu eksotermnega procesa (na primer produkti pri kemijski reakciji) nižjo energijo kot pred začetkom procesa (reaktanti pri kemijski reakciji). Potek eksotermnega procesa lahko predstavimo s pomočjo energijskega diagrama na sliki.



Slika: Potek eksotermnega procesa. Temperatura se v okolici zviša.

Če med potekom procesa merimo temperaturo v neposredni okolici, se ta pri eksotermnem procesu zviša. Nastanek novih vezi na primer je eksotermen proces. Strjevanje in razredčevanje sta ravno tako eksotermna procesa.

Za proces, pri katerem se porablja energija iz okolice v obliki toplote, pa rečemo, da je endotermen. Snov ima na koncu takšnega procesa (produkti) višjo energijo, ker je nekaj "načrpala" iz svoje okolice (na primer od topila) in jo shranila. Temperatura v okolici se je v tem primeru zato znižala, kar lahko izmerimo s termometrom. Potek endotermnega procesa je predstavljen na energijskem diagramu na sliki.



Slika: Potek endotermnega procesa. Temperatura se v okolici zniža.

Cepitev kemijskih vezi je endotermen proces, ker je potrebno energijo pri tem dovajati. Tudi izparevanje ali taljenje na primer sta endotermna procesa.

Večina kemijskih procesov poteka v več stopnjah; od teh so lahko nekatere eksotermne, druge pa endotermne. Pri kemijski reakciji na primer se atomi preuredijo, pri čemer nastanejo nove spojine. Kemijske vezi med atomi se pri tem prekinajo (energijo je zato potrebno dovajati) in nastanejo nove vezi (energija se pri tem sprošča). Med kemijsko reakcijo poteka torej nekakšen "dvoboj" med obema prispevkoma; skupna energijska sprememba pri reakciji je preprosto odvisna od tega, kateri prispevek je večji. Zavedati pa se

moramo, da poteka v resnici pri reakciji "mnogoboj", kjer potekajo še drugi procesi.

S poskusi bomo ponazorili vsako od navedenih sprememb, in merili temperaturo. Pri *eksotermnih* procesih opazimo *povišanje temperature* in pri *endotermnih* procesih *znižanje temperature v okolici*. S termometrom torej merimo v resnici posledico nekega procesa v njegovi neposredni okolici.

Sistem in okolica v termodinamiki

Poskusi kažejo, da ne moremo energije niti ustvariti niti izničiti; lahko se le pretvori iz ene oblike v drugo, ali preide iz enega mesta na drugo. To imenujemo v naravoslovju *zakon o ohranitvi energije*.

Termodinamika je veja znanosti, ki se ukvarja s pretvarjanjem energije iz toplote v delo in obratno.

Termokemija pa je tisti del termodinamike, ki se ukvarja z energijo pri kemijski reakciji.

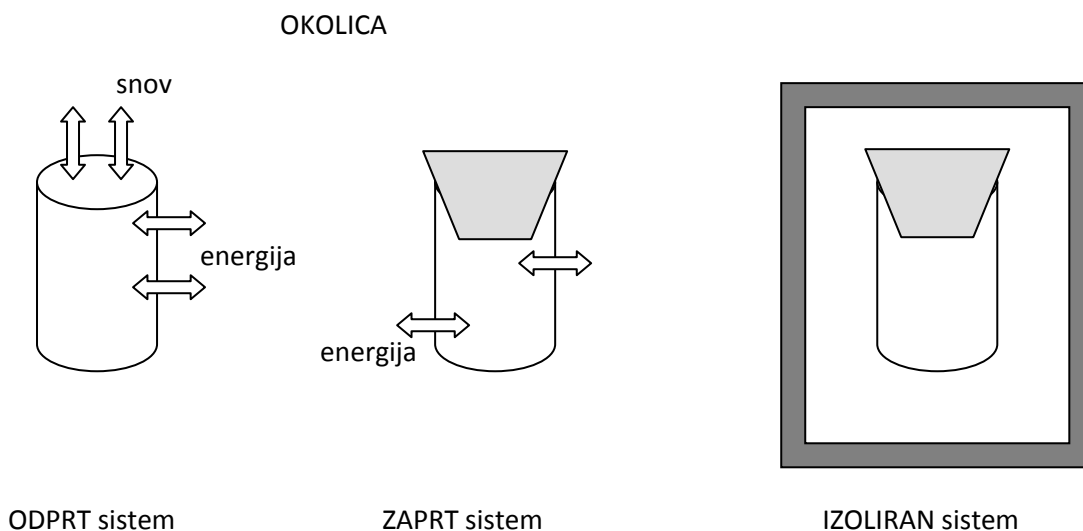
Preden pa nadaljujemo, moramo najprej točno definirati pojma *sistem* in *okolica*, in spoznati dogovor o predznakih.

Sistem je proces, ki ga opazujemo: taljenje ledu, segrevanje tekočine, kemijska reakcija nevtralizacije ali oksidacije in tako naprej. Povsod okoli sistema je *okolica*.

(Sistem si lahko predstavljamo kot svoj račun pri banki: če položimo denar na račun, imamo pozitivno stanje, plus. Če ga zapravimo - »oddamo« v okolico, na primer trgovini - nam banka zabeleži negativno stanje, torej minus na našem računu. Taisti znesek pa je trgovina – okolica - vknjižila kot plus na svojem računu.)

Predmet našega zanimanja je dogajanje v sistemu. Ločimo tri vrste sistemov: *odprti*, *zaprti* in *izolirani sistemi*, spodnja slika. Med sabo se razlikujejo po tem, kaj vse lahko (ali pa ne) *izmenjujejo z okolico*: snov, energijo ali pa ničesar. Odprt sistem lahko *izmenjuje z okolico snov in energijo*; primer je odprta čaša.

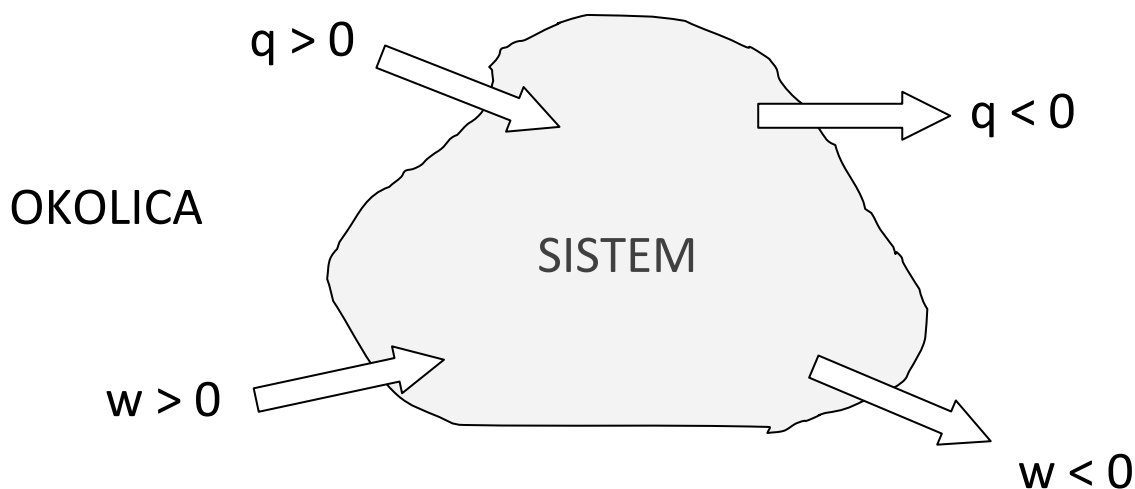
Zaprta sistem lahko izmenjuje energijo, ne pa snovi; primer je epruveta, zaprta z zamaškom. Izoliran sistem ne izmenjuje ničesar z okolico. Primer je zaprta epruveta, ki je termično, mehansko in električno izolirana od okolice.



Slika: Tri vrste sistemov: odprt, zaprt in izoliran sistem.

Dogovor o predznakih

Sistem lahko izmenja z okolico energijo v obliki dela w ali pa toplote q . Dogovor o predznakih v fizikalni kemiji je narejen s stališča sistema: če sistem oddaja okolici energijo v obliki toplote ali dela, je predznak negativen. Če pa sistem od okolice prejme energijo v obliki dela ali toplote, je predznak pozitiven, spodnja slika.



Slika: Dogovor o predznakah v termodinamiki.

Sistem in okolica sta med sabo ločena z mejo. Če sta temperaturi sistema in okolice različni, se med njima izmenja toplota q . Zaradi tega se spremeni temperatura, ki jo merimo v okolici s termometrom.

Gorenje lesa je kemijska reakcija oksidacije, pri kateri se sprosti energija v obliki toplote, delno pa tudi svetlobe. V okolici tabornega ognja se zaradi sproščene toplote poviša temperatura, zato nam je toplo. Rečemo, da se je med sistemom z višjo temperaturo – ognjem – in hladnejšo okolico, izmenjala toplota. Reakcija je eksotermna, zato pišemo predznak minus, saj je sistem del energije oddal okolici, in je ima zato manj.

Če držimo kocko ledu v roki, se prične taliti zato, ker smo ji dovedli toploto. Led v procesu taljenja odvzema toploto od okolice. Toplota teče sedaj od naše roke – okolice – v kocko ledu. V okolici se s tem temperatura zniža, zato nas zebe v roko. Taljenje ledu je endotermna fizikalna sprememba. V tem primeru se energija sistema zviša, zato je predznak plus.

V termodinamiki rečemo, da sistem in okolica skupaj sestavljata vesolje.

Termodinamski zakoni

Pogoje, pod katerimi se lahko različne oblike energije spreminjajo ena v drugo, opisujejo zakoni *termodinamike*. V tem delu se bomo ukvarjali samo s prvim; drugi in tretji zakon termodinamike govorita o smeri procesov in spremembi entropije, in bosta obravnavana ob drugi priložnosti.

Energija prehaja med sistemom in okolico v obliki toplote ali pa dela.

Delo je gibanje proti sili, ki temu nasprotuje. Kemijska reakcija lahko na primer opravlja dve vrsti dela: električno in prostorninsko (volumsko) delo. V galvanskem členu dobimo na račun kemijske reakcije električno delo, ko takšen člen »potiska« elektrone skozi vezje na primer kalkulatorja, katerega električna upornost temu nasprotuje. Električno delo w_{el} je v takšnem primeru enako

$$w_{el} = - z F E \quad (1)$$

E je napetost galvanskega člena, z število elektronov in F Faradayeva konstanta.

Ko izvedemo v čaši reakcijo med na primer magnezijem in klorovodikovo kislino, nastaja plin vodik, ki se razširja in pred sabo »odriva« molekule zraka, katerih tlak je p_{zun} . Reakcija oziroma plin vodik opravlja pri tem prostorninsko delo, ki ga lahko v primeru ekspanzije proti konstantnemu atmosferskemu tlaku p_{zun} izračunamo z enačbo

$$w_{vol} = - p_{zun} \Delta V \quad (2)$$

V enačbi je ΔV sprememba prostornine pri tem procesu.

Enota za delo je 1 J (joule). Obstajajo še druge vrste dela, ki pa jih bomo opisali kdaj drugič.

Energija sistema pa se lahko spremeni tudi zato, ker sta temperaturi sistema in okolice različni. V tem primeru se med sistemom in okolico izmenja energija v obliki toplote, ki je sorazmerna temperaturni razliki ΔT , in ki jo na preprost način izračunamo takole:

$$q = C \cdot \Delta T \quad (3)$$

V tej enačbi je C toplotna kapaciteta, ki je produkt množine snovi n in molske toplotne kapacitete c_m snovi.

$$C = n \cdot c_m \quad (4)$$

Enota za toploto je 1 J (joule), za toplotno kapaciteto J / K in za molsko toplotno kapaciteto

J / mol K. Proces izmenjave toplote lahko poteka pri stalni prostornini (q_v) ali pa pri stalnem tlaku (q_p). V skladu s tem so tudi toplotne kapacitete in molske toplotne kapacitete podane kot C_v ali C_p oziroma $c_{v,m}$ ali $c_{p,m}$.

Notranja energija U

Merilo za energijske zaloge sistema je *notranja energija* U sistema. Enota zanjo je joule. K notranji energiji sistema prispevajo kinetične in potencialne energije vseh atomov, molekul, ionov in ostalih delcev v sistemu.

Posamične prispevke je nemogoče določiti. V praksi merimo zato spremembo notranje energije sistema ΔU med izbranim začetnim in končnim stanjem sistema.

Notranja energija je *funkcija stanja*. To pomeni, da je odvisna samo od trenutnega stanja sistema; neodvisna je od poti oziroma načina, kako je bilo to stanje doseženo.

Sprememba notranje energije med dvema stanjema sistema je zato neodvisna od izbrane poti med njima.

Ilustrirajmo to lastnost na primeru poti, ki se začne v Ljubljani in konča v Celju. Obstajajo vsaj tri možnosti, kako opraviti to pot: čez Trojane, skozi Zasavje ali pa skozi Tuhinjsko dolino. Sprememba notranje energije je enaka notranji energiji na koncu U_2 (v Celju) minus notranji energiji na začetku procesa U_1 (v Ljubljani), in je enaka neodvisno od tega, katero od omenjenih poti ste izbrali.

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad (5)$$



Slika: Notranja energija je funkcija stanja. ΔU je v vseh treh primerih enaka.

Delo in toplota pa sta seveda odvisna od tega, katero od možnih poti ste izbrali. Rečemo, da sta funkciji poti. Če ne verjamete, poskusite to razdaljo premagati s kolesom. Sporočite nam, katera od poti vas je najbolj namučila.

Energija se lahko pri procesu izmenja med sistemom in okolico v obliki dela in toplote. Zato se notranja energija sistema spremeni. Sprememba notranje energije sistema je enaka vsoti energije, ki se izmenja v obliki dela in v obliki toplote.

$$\Delta U = q + w \quad (6)$$

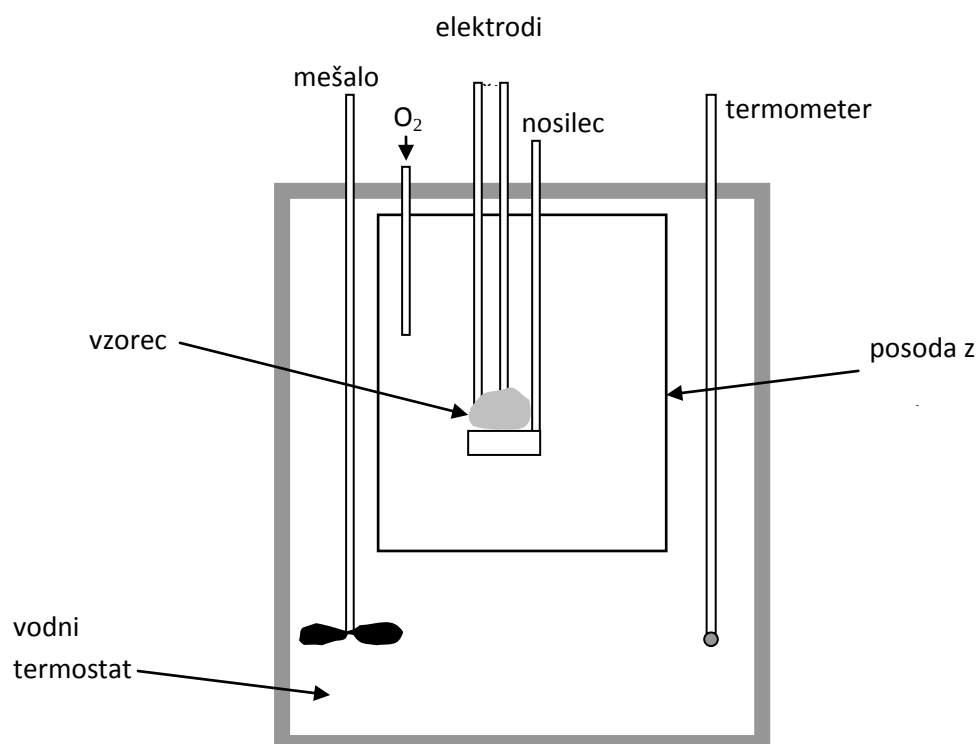
Izoliran sistem ne more izmenjati z okolico niti toplote niti dela. Kot kaže enačba (6), se notranja energija izoliranega sistema ne more spremeniti. To pomeni, da je *notranja energija izoliranega sistema konstantna*: $\Delta U_{\text{iz.sis.}} = 0$.

Vse navedeno imenujemo **prvi zakon termodinamike**.

Enačba (6) je osnova za merjenje spremembe notranje energije pri kemijski reakciji ali pa pri fizikalnem procesu. Če ta poteka v posodi s stalno prostornino, ne more opravljati prostorninskega dela: $w_{\text{vol}} = 0$. V tem primeru velja:

$$\Delta U = q_v \quad (V = \text{konst}) \quad (7)$$

Če torej izmerimo toploto pri kemijski reakciji v posodi s stalno prostornino, smo v bistvu določili ΔU procesa. Na tem principu deluje bombni kalorimeter, spodnja slika.



Slika: Bombni kalorimeter: vzorec se oksidira v posodi (»bombi«), v katero uvajamo kisik. Pri tem se temperatura v posodi poveča. Posoda je potopljena v velik vodni termostāt, ki je izoliran od okolice. Temperaturo vode termostata merimo. V preprosti izvedbi lahko iz izmerjene temperaturne spremembe izračunamo toploto pri reakciji.

V takšnem kalorimetru določimo tako imenovano sežigno toploto. Kalorimeter na sliki je izoliran od zunanosti; rečemo, da je izoliran od preostalega vesolja. Sistem v tem primeru predstavljajo reaktanti, to je vzorec in plin kisik. Okolico pa predstavlja v tem primeru preostali del kalorimetra, to je posoda in voda, ki ju reakcija segreva.

Sprememba notranje energije izoliranega sistema je po 1. zakonu termodinamike enaka nič. Sestavljena je iz spremembe notranje energije v sistemu ΔU_{sis} in v okolici ΔU_{ok} . Za primer bombnega kalorimetra lahko potem zapišemo:

$$\Delta U_{\text{iz.sis.}} = \Delta U_{\text{sis}} + \Delta U_{\text{ok}} = 0 \quad (8)$$

$$\Delta U_{\text{sis}} = -\Delta U_{\text{ok}} \quad (9)$$

Temperaturno spremembo, ki je posledica reakcije, merimo v resnici v okolici (posoda in voda). S pomočjo enačbe (3), in če se toplotna kapaciteta okolice le malo ali pa nič spreminja s temperaturo, lahko zapišemo:

$$\Delta U_{\text{sis}} = -q_{\text{v,ok}} = -C_{\text{v,ok}} \cdot \Delta T_{\text{ok}} \quad (10)$$

$C_{\text{v,ok}}$ je toplotna kapaciteta okolice, h kateri največ prispevata predvsem material, iz katerega je narejena posoda, in voda v termostatu. Temu rečemo tudi konstanta kalorimetra. Določimo jo posebej, in sicer bodisi električno z

gretjem ali pa kemijsko s sežigom snovi, za katero poznamo sežigno toploto. V praksi je to največkrat benzojska kislina.

Entalpija H

Večina procesov pa v praksi poteka v posodah pri stalnem tlaku, ne pa pri stalni prostornini. Sistemu se lahko spremeni prostornina, na primer pri reakciji med magnezijem ali cinkom in HCl, pri kateri nastaja plin vodik. Da lahko takšna reakcija poteče, pa mora sistem opraviti prostorninsko delo: »odrivati« mora molekule zračne atmosfere. V tem primeru enačba (7) ne velja več, saj je treba upoštevati tudi delo. Zaradi tega bomo uvedli novo termodinamsko funkcijo stanja, *entalpijo* H .

$$H = U + pV \quad (11)$$

Entalpija in notranja energija se razlikujeta za člen pV . Razlika je pri določeni temperaturi največja v primeru, ko pri reakciji nastanejo plini.

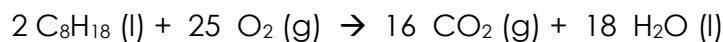
$$\begin{aligned}
 H &= U + pV = U + nRT \\
 \Delta H &= \Delta U + \Delta(nRT) = \Delta U + RT \cdot \Delta n_g
 \end{aligned} \quad (12)$$

V enačbi (12) je Δn_g sprememba števila molov plinastih produktov in reaktantov pri reakciji.

$$\Delta n_g = \sum n_{\text{produkti}} - \sum n_{\text{reaktanti}} \quad (13)$$

S pomočjo enačbe (12) lahko iz znane spremembe notranje energije izračunamo spremembo entalpije ali obratno.

Primer: oksidacija oktana



$$\Delta n_g = \sum n_{\text{produkti}} - \sum n_{\text{reaktanti}} = 16 - 25 = -9 \text{ mol}$$

Pri 298 K je potem za zgoraj zapisano reakcijo razlika med obema:

$$\Delta H - \Delta U = RT \cdot \Delta n_g = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 298\text{K} \cdot (-9 \text{ mol}) = -22,3 \text{ kJ}$$

Sprememba notranje energije je večja od spremembe entalpije pri tej reakciji, ker se prostornina sistema zmanjša.

Enota za entalpijo je 1 J (joule); če je podana na en mol, pa je enota J/mol. Entalpija sistema je v termodinamiki zelo pomembna, saj pri tem upoštevamo energijo, ki jo sistem dobi ali pa izgubi s prostorninskim delom.

$$H_2 - H_1 = U_2 + p \cdot V_2 - U_1 - p \cdot V_1 = (U_2 - U_1) + p(V_2 - V_1)$$

$$\Delta H = \Delta U + p \cdot \Delta V \quad (14)$$

Za proces, ki poteka v sistemu, ki je odprt proti zračni atmosferi, velja, da je v mehanskem ravnovesju tlak sistema p stalen in enak zunanemu tlaku p_{zun} .

Če sedaj uvedemo še izraz za spremembo notranje energije iz prvega zakona termodinamike, bo rezultat naslednji:

$$\Delta H = \Delta U + p \cdot \Delta V = (q + w) + p \cdot \Delta V = (q - p \cdot \Delta V) + p \cdot \Delta V = q \quad (15)$$

Sprememba entalpije je potemtakem enaka toploti q_p , ki se izmenja pri stalnem tlaku, kar označimo z majhnim indeksom p spodaj desno:

$$\Delta H = q_p \quad (16)$$

Ta ugotovitev je ena najpomembnejših v termodinamiki, saj povezuje količino, ki jo lahko merimo (toploto pri stalnem tlaku) s spremembo funkcije stanja sistema, to je entalpijo.

Termokemija

Termokemija se ukvarja s povezavo med termodinamiko in kemijo.

Pri *endotermnem procesu* teče energija v obliki toplote v sistem: $q > 0$. Okolica se pri tem ohladi. Pri stalnem tlaku se v tem primeru entalpija sistema poveča, $\Delta H > 0$.

Pri *eksotermnem procesu* pa toplota zapušča sistem, $q < 0$, zato se pri stalnem tlaku entalpija zmanjša: $\Delta H < 0$. Pri eksotermnem procesu se okolica segreje.

Spremembe entalpije bodo vedno podane pri določenih pogojih.

Standardna sprememba entalpije $\Delta H^\ominus$ je po dogovoru sprememba entalpije pri procesu, pri katerem so začetne snovi in snovi na koncu v svojih standardnih stanjih.

Standardno stanje snovi pri določeni temperaturi pa je čista oblika snovi pri tlaku 1 bar (standardni tlak, $p^\ominus = 1$ bar). Temperatura je običajno 25,0 °C oziroma 298,15 K. Standardno stanje za vodo pri 298,15 K je torej čista tekočina pri tej temperaturi in tlaku 1 bar.

Fizikalne spremembe

Fizikalna sprememba je na primer sprememba agregatnega stanja snovi. Temu procesu rečemo *fazni prehod*, in ga tudi ustrezno poimenujemo:

izparevanje, sublimacija itd. Ta proces spremlja sprememba entalpije: to je energija, ki jo moramo dovesti ali odvesti v obliki toplote pri stalnem tlaku na 1 mol snovi, da proces poteče. Pri taljenju na primer je to standardna talilna entalpija snovi.



Takšen zapis pomeni, da moramo pri tlaku 1 bar in 273 K dovesti 6,01 kJ toplote na vsak mol ledu, če hočemo, da se stali.

Ker je entalpija funkcija stanja, velja, da je pri določeni temperaturi standardna talilna entalpija snovi $\Delta H_{\text{tal}}^{\theta}$ enaka negativni vrednosti standardne spremembe entalpije snovi pri strjevanju $\Delta H_{\text{str}}^{\theta}$.

$$\Delta H_{\text{tal}}^{\theta} (273\text{K}) = -\Delta H_{\text{str}}^{\theta} (273\text{K})$$

Podobno velja za katerikoli fazni prehod:

$$\Delta H_{\rightarrow}^{\theta} = -\Delta H_{\leftarrow}^{\theta} \quad (17)$$

Po tem principu si lahko mislimo proces sublimacije snovi sestavljen iz taljenja in izparevanja, zato lahko zapišemo:

$$\Delta H_{\text{sub}}^{\theta} = \Delta H_{\text{tal}}^{\theta} + \Delta H_{\text{izp}}^{\theta}$$

kjer sta $\Delta H_{\text{sub}}^{\theta}$ in $\Delta H_{\text{izp}}^{\theta}$ standardni spremembi entalpije pri sublimaciji oziroma izparevanju.

V tabeli so navedene vrednosti entalpij faznih prehodov za nekatere snovi.

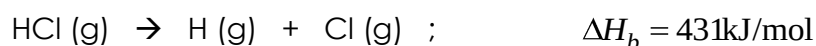
snov	formula	$T_{\text{tal}} / ^{\circ}\text{C}$	$\Delta H_{\text{tal}} / \text{kJ mol}^{-1}$	$T_{\text{vrel}} / ^{\circ}\text{C}$	$\Delta H_{\text{izp}} / \text{kJ mol}^{-1}$
voda	H ₂ O	0	6,01	100	40,7
metan	CH ₄	- 182	0,94	-161	8,2
etanol	C ₂ H ₅ OH	-117°C	4,6	79	43,5
natrijev klorid	NaCl	801°C	29	1467	171
železo	Fe	1535°C	15,4	2750°C	351
amonijak	NH ₃	-77,8°C	5,65	-33,5°C	23,4

Tabela 14: Vrednosti entalpij pri sublimaciji oziroma izparevanju

Vezne entalpije

Proces spreminjanja atomov in molekul snovi ravno tako spremlja ustrezna entalpijska sprememba. Ionizacijska entalpija na primer je sprememba molske entalpije pri procesu ionizacije, kjer atomu v plinastem agregatnem stanju iztrgamo elektron. Od teh procesov bomo tukaj obravnavali samo *disociacijo* (*prekinitev*) kemijske vezi. Molsko spremembo entalpije pri tem procesu imenujemo *vezna entalpija* ΔH_b . Ilustrirajmo to na primeru HCl.

Primer:





To pomeni, da je za prekinitev vezi H – Cl potrebnih 431 kJ energije na mol. Problem pri veznih entalpijah je ta, da je njihova številčna vrednost odvisna od molekule, v kateri sta povezana dva atoma. Zaradi pomanjkanja podatkov za posamezne molekule moramo zato uporabiti *povprečne vezne entalpije*, ki so povprečje veznih entalpij za določeno vez v veliko različnih molekulah.

Za vez O – H je vezna entalpija povprečje veznih entalpij za to vez v vodi in v več drugih snoveh, na primer alkoholih.

V primeru nastanka tekočega metanola iz grafita, kisika in vodika da izračun z veznimi entalpijami vrednost -259 kJ/mol; eksperimentalna vrednost pa je -239 kJ/mol. Razlike so lahko še precej večje.

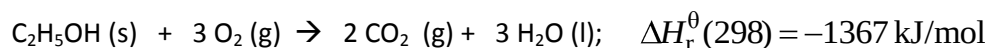
Kemijska reakcija in standardne tvorbene entalpije

Standardna sprememba reakcijske entalpije ΔH_r^θ je razlika med standardnimi molskimi entalpijami H_m^θ produktov in reaktantov pri kemijski reakciji. Pri tem moramo upoštevati tudi njihove stehiometrične koeficiente ν .

$$\Delta H_r^\theta = \sum_{\text{produkti}} \nu \cdot H_m^\theta - \sum_{\text{reaktanti}} \nu \cdot H_m^\theta \quad (18)$$

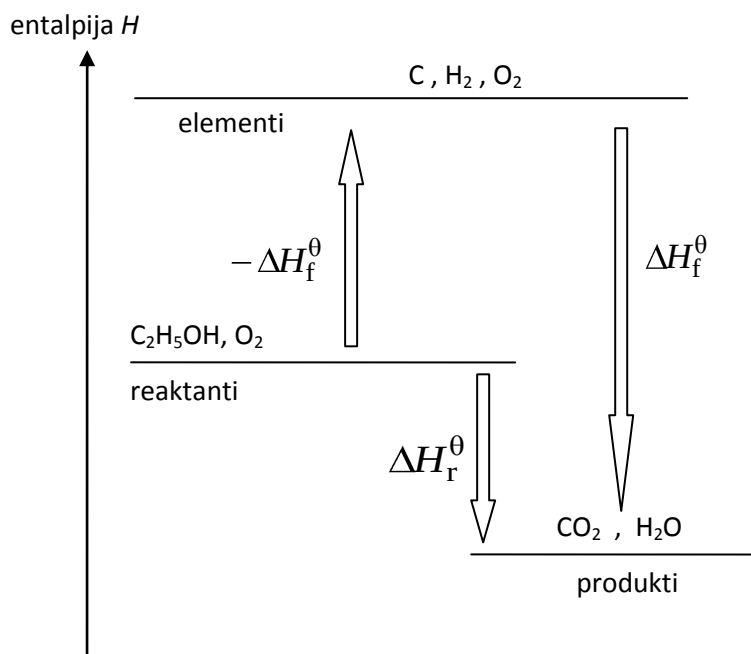
Številčna vrednost ΔH_r^θ velja za reakcijo, pri kateri reaktanti v svojih standardnih stanjih (čista snov, 1 bar) popolnoma zreagirajo in preidejo v produkte v standardnih stanjih. Temperatura je običajno 25°C oziroma 298 K, razen če je drugače navedeno. Enota za ΔH_r^θ je kJ/mol, pri čemer se »mol« nanaša na mol reakcije, tako kot je zapisana z enačbo.

Primer: oksidacija etanola



Takšen zapis pomeni, da se pri 298 K sprosti 1367 kJ toplote na mol reakcije, kot je zapisana z enačbo; ker v urejeni enačbi nastopa en mol etanola, pomeni ta številka istočasno tudi toploto, ki se sprosti pri oksidaciji enega mola etanola.

Problem pri uporabi enačbe (18) pa je, da ne poznamo absolutnih vrednosti entalpij snovi. Ker pa je entalpija H funkcija stanja, si lahko kemijsko reakcijo formalno zamišljamo tako, da najprej reaktante »razstavimo« na elemente, iz katerih so sestavljeni; iz teh elementov pa potem »sestavimo« produkte. V tem primeru govorimo o *standardnih tvorbenih entalpijah posameznih snovi* $\Delta H_{\text{f}}^{\theta}$. Za primer reakcije oksidacije etanola je na sliki shematski prikaz tega postopka.

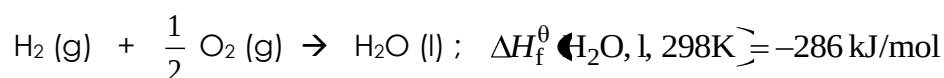


Slika: Formalni potek reakcije oksidacije etanola.

Standardna tvorbena entalpija snovi je sprememba entalpije pri reakciji nastanka (»tvorbe«) enega mola snovi iz elementov v njihovih najbolj stabilnih stanjih pri danih pogojih. Pri 25°C je najbolj stabilno stanje za kisik plin, sestavljen iz molekul O₂; za živo srebro tekoče živo srebro, za vodo ali etanol tekoči vodo ali etanol in tako naprej.

Standardne tvorbene entalpije so tabelirane pri temperaturi 25°C, enota je kJ/mol. Dobljene so bile s kalorimetričnimi merjenji sežignih entalpij in podobno.

Standardna tvorbena entalpija vode v tekočem agregatnem stanju na primer je sprememba entalpije pri naslednji reakciji:



Standardne tvorbene entalpije elementov v njihovih najbolj stabilnih stanjih so v skladu z omenjeno definicijo enake nič.

$$\Delta H_f^\circ(\text{element, stab.}) = 0 \text{ kJ/mol}$$

Primer:



V primeru ogljika velja to za grafit, ki je pri standardnih pogojih (žal!) najbolj stabilna oblika elementa ogljika. V naravi najdemo namreč element ogljik v treh oblikah: kot grafit, kot diamant in kot buckminsterfuleren C₆₀. V tem zadnjem je 60 atomov ogljika povezanih v strukturo, ki ima obliko nogometne žoge.

$$\Delta H_f^\circ(\text{C, s, grafit}) = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C, s, diamant}) = 1,895 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_{60}, \text{s, kristalni}) = 2,3 \text{ kJ/mol}$$

Grafit je najbolj stabilna oblika elementa ogljika, zato je standardna tvorbeno entalpija grafita enaka nič. Za diamant in fuleren sta vrednosti pozitivni, ker gre za urejeni strukturi.

Buckminsterfuleren je dobil ime po arhitektu Richardu Buckminsterju Fullerju (1895–1983), ki je v svoji karieri skonstruiral več stavb s podobno kroglasto obliko.

Standardne tvorbeno entalpije so podane tudi za ione v raztopini. Problem pri tem pa je, da ne moremo pripraviti raztopine, ki bi vsebovala samo katione ali anione. Zato so za referenco izbrali vodikov ion H^+ in mu pripisali standardno tvorbeno entalpijo nič pri vseh temperaturah:

$$\Delta H_f^\circ(\text{H}^+, \text{aq}) = 0 \text{ kJ/mol}$$

Če je na primer standardna tvorbeno entalpija vodne raztopine HCl (aq) enaka $-167,16 \text{ kJ/mol}$, potem to pomeni, da je ta številčna vrednost v resnici tudi standardna tvorbeno entalpija aniona Cl^- (aq).

Iz diagrama na sliki 7 lahko vidimo, da je pri miselnem procesu smer v primeru reaktantov obratna tvorbeni reakciji, v primeru produktov pa ista. Z risanjem podobnih diagramov lahko mogoče tudi v šoli lažje pojasnimo formalni potek reakcij in pomen tvorbenih entalpij.

V skladu s tem bomo v enačbi (18) namesto absolutnih molskih entalpij uporabili standardne tvorbeno entalpije snovi na naslednji način:

$$\Delta H_r^\circ = \sum_{\text{produkti}} \nu \cdot \Delta H_f^\circ - \sum_{\text{reaktanti}} \nu \cdot \Delta H_f^\circ \quad (19)$$

V prvem členu na desni so standardne tvorbene entalpije vseh produktov pri reakciji, v drugem pa za reaktante. Upoštevati pa moramo seveda tudi ustrezne stehiometrične koeficiente v. ΔH_r^θ , ki smo jo tako izračunali, je ista kot če bi uporabili enačbo (18) z absolutnimi vrednostmi molskih entalpij, ki pa jih ne poznamo.

Za reakcijo oksidacije glukoze bi standardno spremembo reakcijske entalpije pri 25°C izračunali takole:

$$\begin{aligned}
 \Delta H_r^\theta &= \sum_{\text{produkti}} \nu \cdot \Delta H_f^\theta - \sum_{\text{reaktanti}} \nu \cdot \Delta H_f^\theta = \\
 &= \left(1 \cdot \Delta H_f^\theta \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \cdot \Delta H_f^\theta \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \right) - \left(1 \cdot \Delta H_f^\theta \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3 \cdot \Delta H_f^\theta \text{O}_2(\text{g}) \right) \\
 &= 1 \cdot [-393,5] + 3 \cdot [-286,0] \text{ kJ/mol} - \left(1 \cdot [-277,7] + 3 \cdot 0 \right) \text{ kJ/mol} \\
 &= -1645 \text{ kJ/mol} - (-277,7 \text{ kJ/mol})
 \end{aligned}$$

$$\Delta H_r^\theta = -1367,3 \text{ kJ/mol}$$

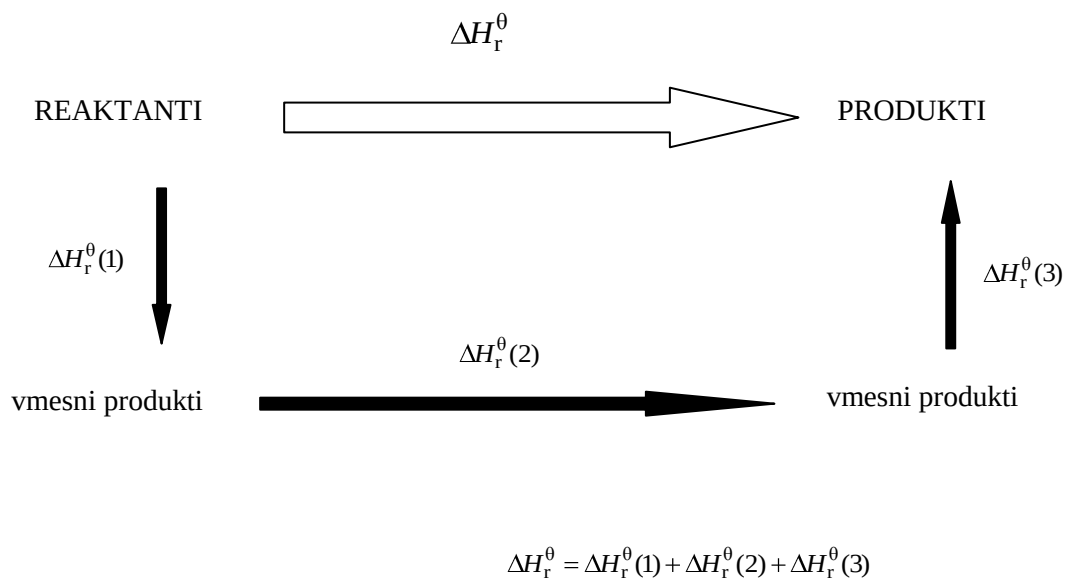
Ta številka je zaokrožena seveda enaka, kot je bila podana v primeru za oksidacijo etanola na začetku podpoglavja.

Povejmo še, da termodinamsko ni točnega načina, da bi tvorbene entalpije snovi izračunali iz prispevkov posameznih atomov in vezi, ki sestavljajo snov. Tvorbenih entalpij torej ne moremo natančno izračunati iz veznih entalpij. Med razlogi za to je najprej ta, da so vezne entalpije povprečje za več sorodnih spojin; pa tudi ta pristop ne loči med na primer geometrijskimi izomeri, kjer so lahko tvorbene entalpije zelo različne.

Hessov zakon

Ta zakon je neposredna posledica tega, da je entalpija funkcija stanja. Sprememba entalpije pri procesu je odvisna samo od začetnega stanja

(reaktanti) in končnega stanja (produkti). Ni pa odvisna od tega, preko katerih vmesnih stopenj smo vodili proces – rečemo, da je neodvisna od »poti procesa«. Ta lastnost je za kemijsko reakcijo ilustrirana na naslednji sliki.



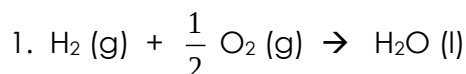
Slika: Ilustracija Hessovega zakona.

Hessov zakon pravi, da je sprememba standardne entalpije pri neki reakcije enaka vsoti standardnih entalpij vseh vmesnih reakcij, v katere lahko razdelimo glavno reakcijo. Omogoča nam, da lahko izračunamo spremembo standardne entalpije tudi za tiste reakcije, za katere jih je težko izmeriti. Na ta način je bilo na primer določenih veliko tvorbenih entalpij.

Primer: standardna sežigna entalpija je sprememba entalpije pri reakciji oksidacije snovi. V primeru, ko gre za sežig elementov, so to hkrati standardne tvorbene entalpije oksidov, ki pri tem nastanejo.

Standardni sežigni entalpiji za plin vodik in grafit znašata - 285,8 oziroma - 393,5 kJ/mol. Sežigna entalpija za plin metan pa znaša - 890,4 kJ/mol. Izračunaj standardno tvorbeno entalpijo metana z uporabo Hessovega zakona.

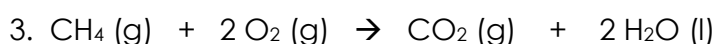
Rešitev: najprej zapišemo in oštevilčimo posamezne reakcije.



$$\Delta H_{\text{sez}}^{\theta} (\text{H}_2, \text{g}, 298\text{K}) = \Delta H_{\text{f}}^{\theta} (\text{H}_2\text{O}, \text{l}, 298\text{K}) = -286 \text{ kJ/mol}$$

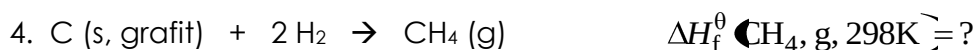


$$\Delta H_{\text{sez}}^{\theta} (\text{C}_{\text{grafit}}, \text{s}, 298\text{K}) = \Delta H_{\text{f}}^{\theta} (\text{CO}_2, \text{g}, 298\text{K}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

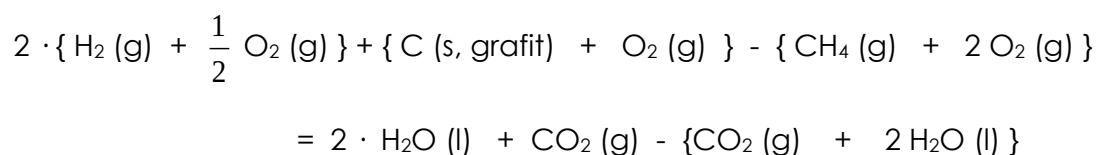


$$\Delta H_{\text{sez}}^{\theta} (\text{CH}_4, \text{g}, 298\text{K}) = -890 \text{ kJ/mol}$$

Potrebujemo standardno tvorbeno entalpijo metana; to je sprememba entalpije pri naslednji reakciji:



Reakcijo štiri bomo poskusili dobiti iz prvih treh, za katere poznamo spremembe standardnih entalpij. Po temeljitem pregledu lahko vidimo, da dobimo reakcijo 4 tako, da seštejemo 2 krat reakcijo 1 in reakcijo 2, od vsote pa odštejemo reakcijo tri. To seveda velja tako za reaktante na levi kot za produkte na desni. Enako naredimo tudi z entalpijskimi spremembami pri omenjenih reakcijah, saj je entalpija funkcija stanja.



Ko vse okrajšamo, dobimo reakcijo 4. Sedaj naredimo enako matematično operacijo še z entalpijami:

$$\Delta H_f^\theta (\text{CH}_4, \text{g}, 298\text{K}) = 2 \cdot \Delta H_f^\theta (\text{H}_2\text{O}, \text{l}, 298\text{K}) + \Delta H_f^\theta (\text{CO}_2, \text{g}, 298\text{K}) - \Delta H_{\text{sez}}^\theta (\text{CH}_4, \text{g}, 298\text{K})$$

$$\Delta H_f^\theta (\text{CH}_4, \text{g}, 298\text{K}) = 2 \cdot (-286)\text{kJ/mol} + (-393,5)\text{kJ/mol} - (-890)\text{kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\theta (\text{CH}_4, \text{g}, 298\text{K}) = -75,5 \text{ kJ/mol}$$

Standardna tvorbeni entalpija metana je torej $-75,5 \text{ kJ/mol}$. Ta številčna vrednost je zaokrožena.

Kalorimetrično določanje ΔH^θ

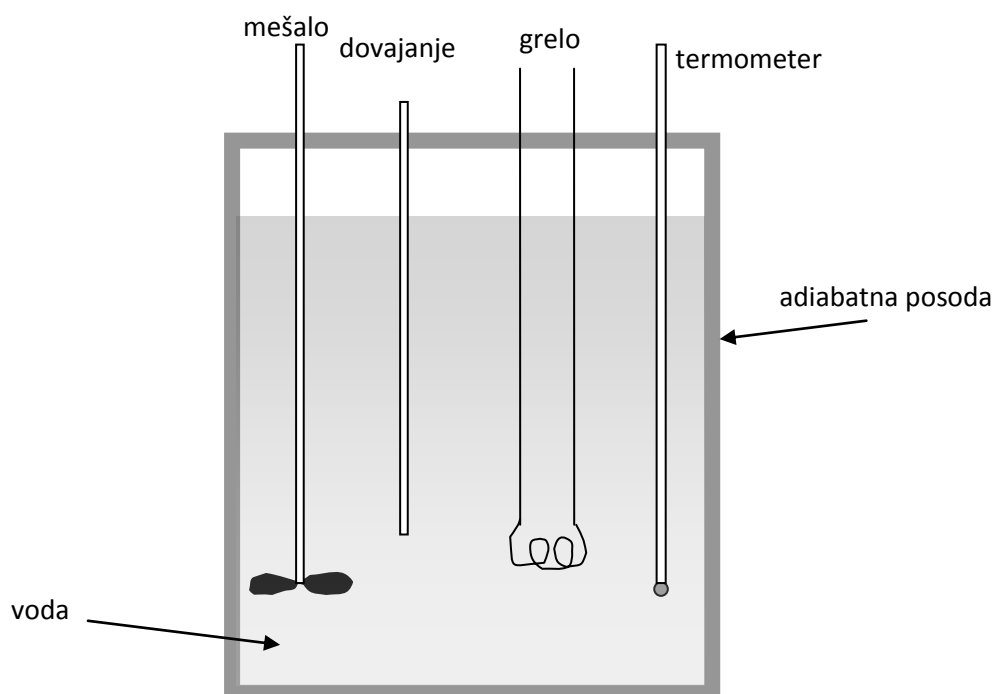
Spremembo entalpije pri procesu lahko določimo na več načinov. Ena možnost je, da s pomočjo enačbe (12) izračunamo ΔH^θ iz spremembe notranje energije ΔU^θ , ki smo jo določili v bombnem kalorimetru. Razlikujeta se za člen $p \cdot V$.

Tekočine in trdne snovi imajo majhne molske volumne; ti se med procesom le malo spremenijo, zato v takšnem primeru velja:

$$\Delta H^\theta(T) \approx \Delta U^\theta(T) \quad (\text{trdne snovi, tekočine}) \quad (20)$$

V primeru plinastih snovi pa je lahko razlika med obema znatna. V takšnem primeru izračunamo najprej Δn_g , nato pa po enačbi (12) še $\Delta H^\theta(T)$.

V laboratoriju, kjer sta stalna tlak in temperatura, pa za merjenje uporabimo adiabatni kalorimeter. Stene takšnega kalorimetra v idealnem primeru ne dopuščajo izmenjave toplote z zunanjo okolico oziroma atmosfero; toplota q_p , ki jo izmerimo, je enaka $\Delta H^\theta(T)$ sistema, to je procesa v kalorimetru. Shematski prikaz takšnega kalorimetra je na naslednji sliki.



Slika: Adiabatni kalorimeter za določanje entalpijskih sprememb pri raztapljanju snovi.
Toplotno kapaciteto lahko določimo s pomočjo gretja z električnim grelcem.

V kalorimetru lahko zmešamo na primer reaktante pri kemijski reakciji; na ta način določimo spremembo entalpije pri tej reakciji. Lahko pa na primer izvedemo tudi fizikalni proces in raztapljamo sol v vodi; pri tem smo določili topilno entalpijo snovi. Pri poskusu merimo torej v resnici spremembo temperature v okolici, ΔT_{ok} , ki je enaka razliki med temperaturo na koncu ter temperaturo na začetku procesa.

Po analogiji z enačbo (10) za spremembo notranje energije velja v takšnem primeru podobna enačba tudi za standardno spremembo entalpije pri procesu:

$$\Delta H_{sis}^{\theta} = q_p = -C_{p,tot} \cdot \Delta T_{ok} \quad (21)$$

Z okolico je tudi v tem primeru mišljena vsebina kalorimeterske posode, ki se ohlaja ali segreva pri procesu. Sem spadajo produkti pri kemijski reakciji oziroma voda, ker potekajo procesi večinoma v vodnih raztopinah, in vsi ostali deli kalorimetra: posoda, mešalo, grelo, cevi za dovajanje vzorca in termometer. $C_{p,tot}$ je skupna toplotna kapaciteta vsega naštetega pri stalnem tlaku; sam proces oziroma reakcija namreč ogreva ali pa jemlje toploto od celotne vsebine kalorimetra.

Spremembo temperature, ki nastane zaradi procesa v kalorimetru, merimo v vodi.

Preden pa lahko izračunamo ΔH_{sis}^{θ} , moramo določiti še toplotno kapaciteto $C_{p,tot}$. Tukaj imamo več možnosti: v kalorimetru izvedemo reakcijo na primer nevtralizacije, za katero poznamo količino toplote, ki se sprosti. Iz izmerjene spremembe temperature potem izračunamo toplotno kapaciteto, ki za to posodo in dano prostornino tekočine velja tudi za nadaljnje meritve.

Druga in elegantnejša možnost pa je, da po končanem procesu pogrejemo vsebino kalorimetra s pomočjo električnega grela. Tega priključimo na vir enosmerne električne napetosti E , katero izmerimo; razen tega izmerimo še tok I , ki teče skozi grelo, in čas gretja t . Grejemo tako dolgo, da je temperaturna sprememba pri gretju ΔT_{el} približno enaka spremembi temperature pri procesu.

Električno dovedeno toploto q_{el} izračunamo po enačbi (22):

$$q_{el} = E \cdot I \cdot t = C_{p,tot} \cdot \Delta T_{el} \quad (22)$$

Iz te enačbe lahko izračunamo $C_{p,tot}$, in ga vstavimo v enačbo (21). Lahko pa tudi poiščemo razmerje med enačbama (21) in (22), pri čemer dobimo naslednji izraz za izračun toplote q_p :

$$q_p = -C_{p,tot} \cdot \Delta T_{ok} = -\frac{q_{el}}{\Delta T_{el}} \cdot \Delta T_{ok} = -E \cdot I \cdot t \cdot \frac{\Delta T_{ok}}{\Delta T_{el}} \quad (23)$$

Če tako določeno toploto delimo z množino snovi n , dobimo standardno spremembo entalpije na mol:

$$\Delta H_{sis}^{\theta} = \frac{q_p}{n} \quad (24)$$

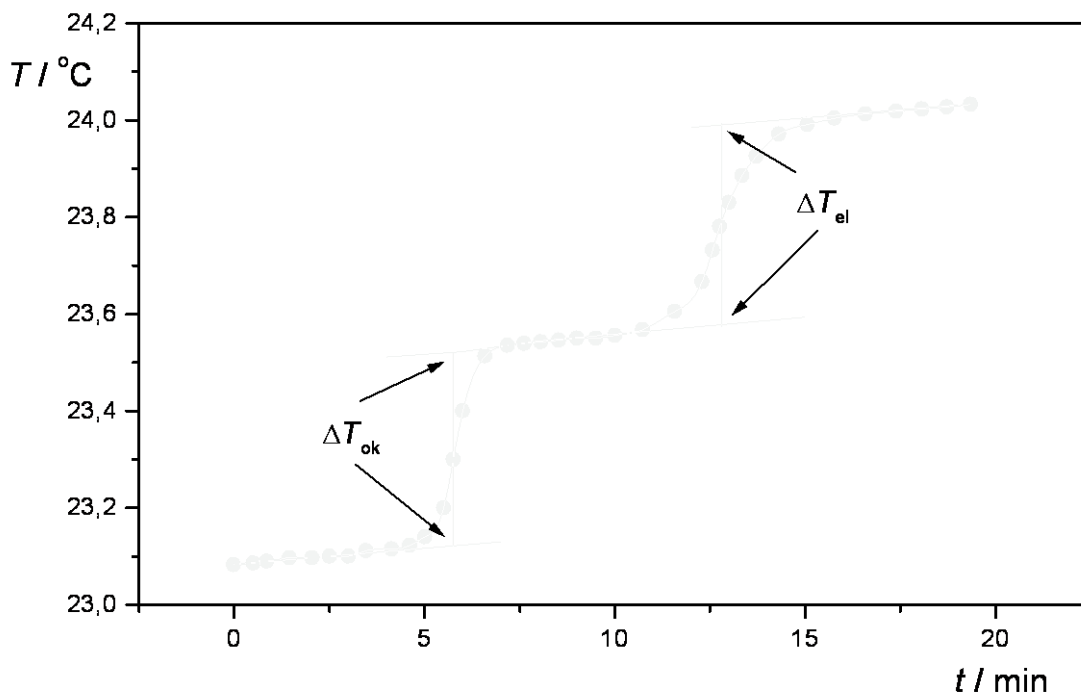
Predznak ΔH_{sis}^{θ} je negativen v primeru eksotermne reakcije, in pozitiven v primeru endotermne. Oboje je v skladu z dogovorom o predznakih.

Običajno pa kalorimeterska posoda ni idealno adiabatna. To pomeni, da nekaj toplote vendarle prepušča navzven. Tudi proces ne poteče v trenutku.

Zato temperatura pred in po poskusu ni konstantna, in moramo njene spremembe pravilno odčitati.

Časovni potek temperature za primer eksotermnega procesa in način določitve ΔT_{ok} in ΔT_{el} kaže diagram na naslednji sliki. Temperatura najprej zaradi eksotermnega procesa narašča, in se na koncu ustali. Potem pa sistemu dovedemo električno toploto, zato se temperatura spet poviša. Po koncu električnega gretja se ponovno ustali.

Način določitve sprememb temperature iz grafa je naslednji: dele krivulje pred in po poskusu, ter pred in po električnem gretju premočrtno podaljšamo na vsako stran. Nato narišimo dve pokončnici: eno za poskus in drugo za gretje. Poiščemo presečišča podaljšanih delov krivulje s pokončnicama. Pozicijo pokončnice nastavimo tako, da sta ploščini zgoraj in spodaj presečišča s krivuljo enaki. Spremembi temperature ΔT_{ok} in ΔT_{el} odčitamo tako, kot je to prikazano na spodnji sliki.



Slika: Časovni potek temperature pri eksotermnem procesu in med električnim gretjem.

Evalvacija predlagane vsebine

Del opisanih vsebin se v gimnazijah že obravnava. Tu gre predvsem za entalpijske spremembe pri različnih procesih, pa tvorbene entalpije in podobno.

Novost v pričujočem gradivu pa je uvedba koncepta sistem – okolica, in izmenjava toplote med njima. Po mojem mnenju je uvedba tega koncepta nujna, saj le na ta način res dobro razumemo, kaj pravzaprav merimo, ko merimo spremembo temperature pri kemijskem ali fizikalnem procesu. Ne moremo namreč neposredno meriti temperature takšnega procesa, ki mu v termodinamiki rečemo sistem. Temperaturo merimo v okolici, torej posredno, in iz te meritve sklepamo na spremembo temperature v sistemu, ki nas v resnici zanima.

Od učiteljice oziroma učitelja zato pričakujem, da bo pri obravnavanju teh vsebin v šoli natančno pojasnil omenjene koncepte, in preveril, kako dijaki razumejo takšno obravnavo. To bo najlažje naredil tako, da bo izvedel predlagane preproste poskuse, in na podlagi tega vpeljal nove pojme. V pomoč bodo delovni listi za učitelja in dijake, ki sem jih priložil. Analiza odgovorov dijakov na zastavljena vprašanja bodo najboljši pokazatelj njihovega razumevanja.

Primernost teme in razumevanje bomo evalvirali na skupnih srečanjih z učitelji, ki bodo kmalu sledili. V ta namen bom pripravil vprašalnik, ki bo podlaga za nadaljnje delo na tej vsebini.

EKSPERIMENTALNI DEL - sistem in okolica: navodila za učitelja

Izparevanje alkohola s konice termometra

NALOGA

50 ml čašo napolnite z etanolom in vstavite alkoholni termometer. Po eni minuti odčitajte temperaturo; to je temperatura na začetku. Nato

termometer dvignite iz čaše na višino oči in istočasno pritisnite na štoparico. Temperaturo odčitavajte vsakih 15 sekund, in meritve vpisujte v spodnjo tabelo. Kaj opazite na termometru? Kaj je v tem primeru sistem, in kaj okolica?

t/s	0								
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

INVENTAR

- 50 ml čaša
- etanol
- alkoholni termometer 50°C
- štoparica

KOMENTAR

Pri poskusu je prišlo do izmenjave toplote, zato se je spremenila temperatura. Izparevanje tekočine je fizikalni proces. Alkohol (sistem) izpareva s termometra in zato potrebuje toploto, ki jo dobi od svoje okolice, kamor spada tudi konica termometra. Zato se je temperatura v njegovi okolici znižala, kar izmerimo s termometrom. Poskus lahko naredite tudi z vodo.

Raztapljanje soli v vodi

NALOGA

V 100 ml čašo odmerite z merilnim valjem 50 ml vode in vstavite alkoholni termometer. Počakajte, da se odčitek temperature ustali. Na tehtalnem papirju zatehtajte 5 g NH_4NO_3 . Stehtano sol vsujte v čašo z vodo in vse skupaj previdno mešamo s termometrom. Pri tem pazite, da ne razbijete termometra. Odčitavajte temperaturo vsakih 10 sekund in vrednosti vpišite v tabelo. Kaj opazite na termometru? Kaj je v tem primeru sistem, in kaj okolica?

t/s	0								
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

INVENTAR

- 100 ml čaša
- 5 g NH_4NO_3
- alkoholni termometer 50°C
- štoparica

KOMENTAR

Pri poskusu je prišlo do izmenjave toplote, zato se je spremenila temperatura. Raztapljanje soli je fizikalni proces. Sistem je v tem primeru NH_4NO_3 , neposredna okolica pa je topilo voda. Med raztapljanjem se je temperatura znižala, ker je za ta proces potrebna toplota, ki jo sol dobi od okolice – vode. Voda se zato ohladi, kar izmerimo s termometrom. Spet smo v bistvu izmerili temperaturo okolice.

Poskus lahko naredite na primer tudi z drugimi solmi, na primer KNO_3 .

Toplota pri nevtralizaciji

NALOGA

V 100 ml čašo vlijte 25 ml 0,5 molarne raztopine HCl in vstavite termometer. Ko se temperatura ustali, vlijte v to čašo še 25 ml 0,5 molarne raztopine NaOH. Odčitavajte temperaturo vsakih 10 sekund in vrednosti vpišite v tabelo. Kaj opazite na termometru? Kaj je v tem primeru sistem, in kaj okolica? Je reakcija hitra ali počasna?

t/s	0								
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

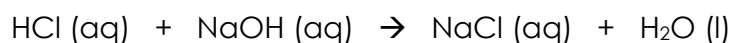
INVENTAR

- 100 ml čaša
- 25 ml 0,5 molarne raztopine HCl
- 25 ml 0,5 molarne raztopine NaOH
- alkoholni termometer 50°C
- štoparica

KOMENTAR

Pri poskusu je prišlo do izmenjave toplote, zato se je spremenila temperatura.

Med kislino in bazo je potekla reakcija nevtralizacije:



Reakcija sama je sistem; topilo (voda), v katerem poteka, pa je neposredna okolica. Pri reakciji se sprošča toplota, zato se temperatura v neposredni okolici poviša, kar izmerite s termometrom.

Reakcija je hitra.

Raztapljanje kovine v kislini

NALOGA

V 100 ml čašo vlijte 50 ml 1,0 molarne raztopine HCl in vstavite termometer. Ko se temperatura ustali, vsujte v to čašo nekaj cinka v prahu. Odčitavajte temperaturo vsakih 10 sekund in vrednosti vpišite v tabelo. Kaj opazite na termometru? Kaj je v tem primeru sistem, in kaj okolica?

t/s	0								
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

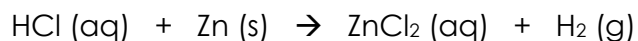
INVENTAR

- 100 ml čaša
- Zn v prahu
- 50 ml 1,0 molarne raztopine HCl
- termometer
- štoparica

KOMENTAR

Pri poskusu je prišlo do izmenjave toplote, zato se je spremenila temperatura.

Med kislino in kovino je potekla reakcija:



Reakcija sama je sistem; topilo (voda), v katerem poteka, pa je neposredna okolica. Po začetku reakcije opazite izhajanje mehurčkov plina vodika. Pri reakciji pa se sprošča toplota, zato se temperatura v neposredni okolici poviša, kar izmerite s termometrom. Poskus lahko naredite tudi z magnezijem, aluminijem ali železom.

DELOVNI LIST - Navodila za dijake

1. IZPAREVANJE alkohola in vode

Namen: Za proces izparevanja alkohola in vode s konice termometra boste izračunali spremembo temperature, ki jo dobimo vedno tako, da od temperature na koncu procesa odštejemo temperaturo na začetku procesa. Ugotovili boste tudi, kaj je v tem primeru sistem in kaj okolica.

Kemikalije:

- alkohol za razkuževanje, ki ga dobite v vsaki lekarni
- voda; oboje pri sobni temperaturi



Inventar:

- 50 ml čaša
- štoparica
- alkoholni termometer s skalo do 50°C

Varnost pri delu: pri vseh poskusih je treba paziti, da se termometer ne razbije, in da ne pride do zaužitja kemikalij. Ostanke kemikalij nalijte v veliko vode in nato v odtok.

Izvedba poskusa: najprej naredite poskus z raztopino alkohola, nato pa še z vodo.

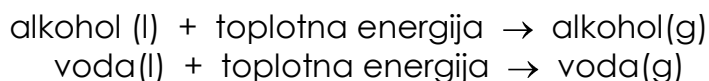
delo po stopnjah	vprašanja	odgovori
1. V 50 ml čašo nalij do polovice raztopino alkohola in potopi v njo termometer. Po eni minuti odčitaj temperaturo s termometra.	• kateri delci so prisotni v raztopini? • kolikšna je temperatura pred začetkom procesa?	• • $T_{\text{začetna}} =$ °C
2. Vzemi termometer iz raztopine in spremljaj spremembe temperature na termometru. Temperaturo odčitaj vsakih 10 sekund. Meritve zabeleži v tabelo spodaj.	• Kako se spreminja temperatura, ki jo kaže termometer? • Napiši, katera od fizikalnih sprememb se dogaja! • Kdaj je konec procesa? • Kolikšna je najnižja temperatura na koncu?	• • • • $T_{\text{končna}} =$ °C • $\Delta T =$ °C

	- Izračunaj spremembo temperature ΔT pri procesu: $\Delta T = T_{\text{končna}} - T_{\text{začetna}}$ - Je ΔT pozitivna ali negativna? - Kakšen je ta proces, eksotermen ali endotermen? - Kaj je v tem procesu sistem in kaj okolica?	

delo po stopnjah	vprašanja	odgovori
1. V suho 50 ml čašo nalij do polovice vodo in potopi v njo termometer. Po eni minuti odčitaj temperaturo s termometra.	- kateri delci so prisotni v raztopini? - kolikšna je temperatura pred začetkom procesa?	$T_{\text{začetna}} = \quad \text{°C}$
2. Vzemi termometer iz vode in spremljaj spremembe temperature na termometru. Temperaturo odčitaj vsakih 10 sekund. Odčitke zabeleži v spodnjo tabelo.	- Kako se spreminja temperatura? - Napiši, katera od fizikalnih sprememb se dogaja! - Kdaj je konec procesa? - Kolikšna je najnižja temperatura na koncu? - Izračunaj spremembo temperature ΔT pri procesu: $\Delta T = T_{\text{končna}} - T_{\text{začetna}}$ - Je ΔT pozitivna ali negativna? - Kakšen je ta proces, eksotermen ali	$T_{\text{končna}} = \quad \text{°C}$ $\Delta T = \quad \text{°C}$

	endotermen? • Kaj je v tem procesu sistem in kaj okolica? • Primerjajmo: je sprememba temperature v primeru vode večja ali manjša kot v primeru raztopine alkohola?	•

Kemijska razlaga: pri tem poskusu je šlo prvič za *izparevanje* raztopine alkohola s konice termometra, in drugič za *izparevanje* vode. Raztopina alkohola, ki jo lahko kupite v lekarni, je okrog 70% (to pomeni, da je v 100g takšne raztopine 70 g alkohola in 30 g vode). Izparevanje je fizikalna sprememba. Molekule alkohola in vode (*sistem*) preidejo pri tem procesu iz tekočega agregatnega stanja v plinasto agregatno stanje, kjer vlada večji nered. Za ta prehod potrebujejo energijo, ki jo v obliki toplote črpajo iz neposredne okolice (termometra in zraka). To zaznamo z nižanjem temperature, ki jo kaže termometer. Proces je endotermen, shematsko pa ga lahko zapišemo tudi takole:



Sprememba temperature je v primeru vode manjša kot v primeru raztopine alkohola, kar kaže na slabše izparevanje vode. Pri sobni temperaturi preide iz tekočega v plinasto agregatno stanje manj molekul vode kot alkohola. V fizikalni kemiji, ki je ena od vej kemije, rečemo, da ima voda manjši parni tlak pri sobni temperaturi. Na izparevanje vode pa pri tem poskusu vpliva tudi relativna vlažnost zraka v laboratoriju.

Naloga: narišite energijski diagram za potek procesa v obeh primerih!

t/s	0								
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

2. RAZTAPLJANJE soli v vodi

Namen: Za proces raztapljanja soli v vodi boste izračunali spremembo temperature, ki jo dobimo vedno tako, da od temperature na koncu procesa odštejemo temperaturo na začetku procesa. Ugotovili boste tudi, kaj je v tem primeru sistem in kaj okolica.

Kemikalije:

- 5 g NH_4NO_3 
- voda pri sobni temperaturi

Inventar:

- 100 ml čaša
- štoparica
- alkoholni termometer s skalo do 50°C

Varnost pri delu: pri vseh poskusih je treba paziti, da se termometer ne razbije, in da ne pride do zaužitja kemikalij. Ostanke kemikalij nalijte v veliko vode in nato v odtok.

Izvedba poskusa:

delo po stopnjah	vprašanja	odgovori
1. V 100 ml čašo nalij do polovice vodo in potopi v njo termometer. Po eni minuti odčitaj temperaturo s termometra.	• kateri delci so prisotni v raztopini? • kolikšna je temperatura pred začetkom procesa?	• • $T_{\text{začetna}} = \quad \quad \quad ^\circ\text{C}$
2. V vodo vsuj 5 g NH_4NO_3 in spremljaj spremembe temperature na termometru. Temperaturo odčitaj vsakih 10 sekund. Meritve zabeleži v tabelo spodaj.	• Kako se spreminja temperatura, ki jo kaže termometer? • Napiši, katera od fizikalnih sprememb se dogaja! • Kdaj je konec procesa? • Kolikšna je najnižja temperatura na koncu? • Izračunaj spremembo temperature ΔT pri procesu: $\Delta T = T_{\text{končna}} - T_{\text{začetna}}$	• • • • $T_{\text{končna}} = \quad \quad \quad ^\circ\text{C}$ • $\Delta T = \quad \quad \quad ^\circ\text{C}$ •

	• Je ΔT pozitivna ali negativna? • Kakšen je ta proces, eksotermen ali endotermen? • Kaj je v tem procesu sistem in kaj okolica?	• •

Kemijska razlaga: Raztapljanje soli je fizikalni proces. Sistem je v tem primeru NH_4NO_3 , neposredna okolica pa je topilo voda. Med raztapljanjem se je temperatura znižala, ker je za ta proces potrebna toplota, ki jo sol dobi od okolice – vode. Voda se zato ohladi, kar izmerimo s termometrom. Spet smo v bistvu izmerili temperaturo okolice.

Naloga: narišite energijski diagram za potek procesa!

t/s	0								
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

3. Toplota pri NEVTRALIZACIJI

Namen: Za kemijsko reakcijo nevtralizacije boste izračunali spremembo temperature, ki jo dobimo vedno tako, da od temperature na koncu procesa odštejemo temperaturo na začetku procesa. Ugotovili boste tudi, kaj je v tem primeru sistem in kaj okolica.

Kemikalije:

- 25 ml 0,5 molarne raztopine HCl 
- 25 ml 0,5 molarne raztopine NaOH 

Inventar:

- 100 ml čaša
- štoparica
- alkoholni termometer s skalo do 50°C

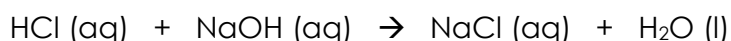
Varnost pri delu: pri vseh poskusih je treba paziti, da se termometer ne razbije, in da ne pride do zaužitja kemikalij. Ostanke kemikalij nalijte v veliko vode in nato v odtok.

Izvedba poskusa:

delo po stopnjah	vprašanja	odgovori
1. V 100 ml čašo vlij 25 ml 0,5 molarne raztopine HCl in vstavi termometer. Po eni minuti odčitaj temperaturo s termometra.	• kateri delci so prisotni v raztopini? • kolikšna je temperatura pred začetkom procesa?	• • $T_{\text{začetna}} =$ °C
2. Vlij v to čašo še 25 ml 0,5 molarne raztopine NaOH in spremljaj spremembe temperature na termometru. Temperaturo odčitaj vsakih 10 sekund. Meritve zabeleži v tabelo spodaj.	• Kako se spreminja temperatura, ki jo kaže termometer? • Napiši, kakšna kemijska reakcija poteka! • Kdaj je konec procesa?	• • •

	• Kolikšna je najnižja temperatura na koncu? • Izračunaj spremembo temperature ΔT pri procesu: $\Delta T = T_{\text{končna}} - T_{\text{začetna}}$ • Je ΔT pozitivna ali negativna? • Kakšen je ta proces, eksotermen ali endotermen? • Kaj je v tem procesu sistem in kaj okolica? • Je reakcija hitra ali počasna?	• $T_{\text{končna}} =$ °C • $\Delta T =$ °C • • • •

Kemijska razlaga: Pri poskusu je prišlo do izmenjave toplote, zato se je spremenila temperatura. Med kislino in bazo je potekla reakcija nevtralizacije:



Reakcija sama je sistem; topilo (voda), v katerem poteka, pa je neposredna okolica. Pri reakciji se sprošča toplota, zato se temperatura v neposredni okolici poviša, kar izmerite s termometrom. Reakcija je hitra.

Naloga: narišite energijski diagram za potek procesa!

t/s	0								
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

4. RAZTAPLJANJE kovine v kislini

Namen: Za kemijsko reakcijo raztapljanja kovine v kislini boste izračunali spremembo temperature, ki jo dobimo vedno tako, da od temperature na koncu procesa odštejemo temperaturo na začetku procesa. Ugotovili boste tudi, kaj je v tem primeru sistem in kaj okolica.

Kemikalije:

- 50 ml 1 molarne raztopine HCl   
- Zn v prahu 

Inventar:

- 100 ml čaša
- štoparica
- termometer

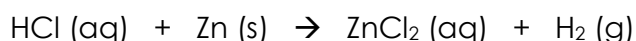
Varnost pri delu: pri vseh poskusih je treba paziti, da se termometer ne razbije, in da ne pride do zaužitja kemikalij. Ostanke kemikalij nalijte v veliko vode in nato v odtok.

Izvedba poskusa:

delo po stopnjah	vprašanja	odgovori
1. V 100 ml čašo vlij 50 ml 1 molarne raztopine HCl in vstavi termometer. Po eni minuti odčitaj temperaturo s termometra.	• kateri delci so prisotni v raztopini? • kolikšna je temperatura pred začetkom procesa?	• • $T_{\text{začetna}} =$ °C
2. Vsuj v to čašo Zn v prahu, in spremljaj spremembe temperature na termometru. Temperaturo odčitaj vsakih 10 sekund. Meritve zabeleži v tabelo spodaj.	• Kako se spreminja temperatura, ki jo kaže termometer? • Napiši, kakšna kemijska reakcija poteka! • Kdaj je konec procesa? • Kolikšna je najnižja temperatura na koncu?	• • • • $T_{\text{končna}} =$ °C

	- Izračunaj spremembo temperature ΔT pri procesu: $\Delta T = T_{\text{končna}} - T_{\text{začetna}}$ - Je ΔT pozitivna ali negativna? - Kakšen je ta proces, eksotermen ali endotermen? - Kaj je v tem procesu sistem in kaj okolica?	$\Delta T =$ °C

Kemijska razlaga: Pri poskusu je prišlo do izmenjave toplote, zato se je spremenila temperatura. Med kislino in kovino je potekla reakcija:



Reakcija sama je sistem; topilo (voda), v katerem poteka, pa je neposredna okolica. Po začetku reakcije opazite izhajanje mehurčkov plina vodika. Pri reakciji pa se sprošča toplota, zato se temperatura v neposredni okolici poviša, kar izmerite s termometrom. Poskus lahko naredite tudi z magnezijem, aluminijem ali železom.:

Naloga: narišite energijski diagram za potek kemijske reakcije!

t/s	0								
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

t/s									
$T/^{\circ}\text{C}$									

Literatura

- P.W. Atkins, J. de Paula: Physical Chemistry, Oxford University Press 2007
- Journal of Chemical Education
- splet

Razvoj novih aktivnosti za pripravo učnih gradiv za razvoj naravoslovnih kompetenc

Nataša Gros,

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani

TEMA: KEMIJSKO RAVNOTEŽJE

RAVEN: GIMNAZIJA

Sistematično smo preverili eksperimentalne možnosti za vpeljavo novih aktivnosti s področja kemijskega ravnotežja in optimizirali eksperimentalne pogoje za njihovo izvedbo v šoli ter ugotovili, kakšne rezultate lahko pričakujemo. S tem so vzpostavljena izhodišča za didaktično nadgradnjo in obdelavo aktivnosti ter pripravo učnih gradiv za dijaka ter gradiv za učitelja.

Aktivnosti temeljijo na izkustvenem pristopu, gradiva bodo pripravljena tako, da bodo dijaki v parih lahko samostojno izvajali kemijske eksperimente in meritve, zapisovali opažanja in rezultate meritev, vrednotili in prikazovali rezultate ter oblikovali sklepe, ter tako gradili in bogatili lastno znanje, kar naj bi vodilo k učinkovitemu razvijanju različnih naravoslovnih in splošnih kompetenc. Profesor ima usmerjevalno, svetovalno in nadzorno vlogo. Aktivnosti dajejo možnost za medpredmetno povezovanje.

Eksperimenti potekajo na blistih – podlogah, v katere v farmacevtski industriji pakirajo dražee, regente odmerjamo in dodajamo z deset-mililitrskimi kapalnimi stekleničkami iz polimernega materiala, kar zagotavlja, da je eksperimentiranje varno, enostavno in hitro ter poraba kemikalij minimalna. Meritve potekajo s spektrometrom SpektraTM (Slika 1) razvitimi za izobraževalne namene, (GROS, Nataša. Spektrofotometer za optično preiskavo tekočinskega vzorca : št. pat. 20392. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, Patentna pisarna, 30.IV.2001). Več podatkov o instrumentu in njegovi uporabi je na naslovih:

<http://www.kii.ntf.uni-lj.si/analchemvoc/slo/spektra/spektrofotometer.htm> in
<http://www.kii.ntf.uni-lj.si/analchemvoc/slo/spektra/measuringprocedure.htm>.



Slika 8: Spektrometer Spektra™

Aktivnosti so povezane v tri sklope, od katerih je zadnji najkompleksnejši in najobsežnejši, saj odpira največ različnih vidikov in povezav ter najbolj celovito razvija in povezuje različne kompetence. Delo v tem zadnjem segmentu lahko zasnujemo tako, da različni pari dijakov izvajajo aktivnosti z različnimi indikatorji in tako vsak par prispeva svoj delež k celovitejši skupni sliki, ki jo tako ustvari celotna skupina. S tem lahko pri dijakih razvijamo odgovornost za kakovost lastnega dela, saj je ta ključna za kakovost celotne slike, ki jo ustvari skupina, in tako razvijamo tudi odgovornost do skupine.

UVODNA AKTIVNOST ZA UVAJANJE TEME KEMIJSKO RAVNOTEŽJE

- Cilj:** Dijaki s to aktivnostjo ugotovijo, da enaka stopnja redčenja vpliva različno na raztopine različnih snovi (KMnO_4 , kompleks Fe^{3+} ionov s salicilatnimi oz. tiocianatnimi ioni, kompleks Cu^{2+} z EDTA), kar da izhodišče za uvajanje teme Kemijsko ravnotežje.
- Pristop:** Priprava preiskovanih raztopin na blistih z odmerjanjem kapljic reagentov z deset-mililitrskimi plastenkami. Spektrometrično merjenje s spektrometrom Spektra™.

Razvoj naravoslovnih kompetenc:

Aktivnost uveljavlja pristop, s katerim v naravoslovju prihajamo do novih spoznanj.

Kvantitativni pristop, instrumentalno.

Ročne in eksperimentalne spretnosti (zmožnost samostojne izvedbe eksperimenta po pisnih navodilih, pravilna ureditev in uporaba delovne površine, pravilno odmerjanje kapljic, homogeniziranje raztopin na blistrih, vizualna presoja, merjenje s spektrometrom Spektra™, dokumentiranje merilnih vrednosti).

Zmožnost matematične obravnave in grafične predstavitve podatkov (pretvarjanje transmitance v absorbanco z logaritemskim izračunom, grafični prikaz rezultatov s stolpčnim prikazom).

Zmožnost uporabe in razlage rezultatov

(zmožnost razbiranja podatkov z grafičnih prikazov, prepoznavanje podobnega in različnega, primerjava rezultatov dobljenih za isto snov pred redčenjem in po njem, primerjava rezultatov dobljenih za različne snovi, izražanje mnenj o skladnosti ugotovljenega s pričakovanim, poskus razlage).

Razvoj splošnih kompetenc:

Zmožnost usklajenega in učinkovitega dela v paru, delitev vlog.

Zmožnost samostojnega dela po pisnih navodilih.

Čas za izvedbo aktivnosti:

Ena šolska ura

Izvedba eksperimenta:

Postopek za izvedbo eksperimenta in pogoji so povzeti v tabeli 15.

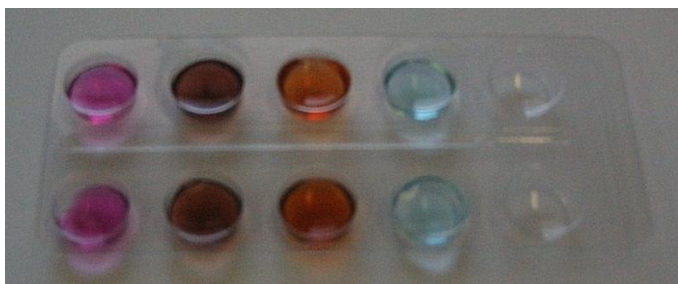
	1. □ (Slepa)	2. □ (KMnO ₄)	3. □ (Fe-salicilat)	4. □ (Fe-tiocianat)	5. □ (Cu-EDTA)
Prečiščena voda	5 □	4 □	3 □	3 □	3 □
KMnO ₄ 10 mmol/L	-	1 □	-	-	-
FeCl ₃ 10 mmol/L	-	-	1 □	1 □	-
Natrijev salicilat 0,1	-	-	1 □	-	-

mol/L					
Natrijev tiocianat 0,1 mol/L	-	-	-	1 □	-
CuSO ₄ 0,1 mol/L	-	-	-	-	1 □
Na ₂ EDTA 0,1 mol/L	-	-	-	-	1 □
Homogenizacija raztopin v vdolbinah blistra					
Svetilo za merjenje prepustnosti proti slepi		Zeleno	Modro	Modro	Rdeče
T (%) pred redčenjem					
A pred redčenjem		□	□	□	□
Prečiščena voda	4 □	4 □	4 □	4 □	4 □
Homogenizacija raztopin v vdolbinah blistra					
Svetilo za merjenje prepustnosti proti slepi		Zeleno	Modro	Modro	Rdeče
T (%) po redčenju					
A po redčenju		□	□	□	□

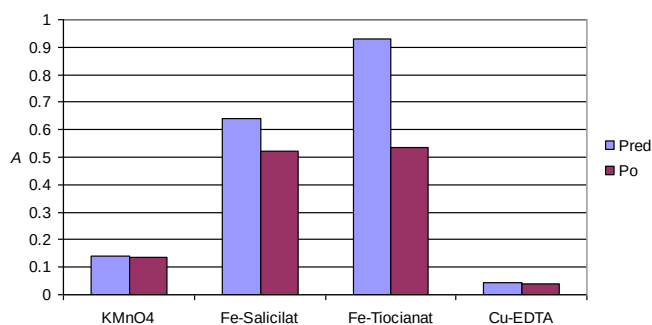
Tabela 15: . Postopek za izvedbo eksperimenta za ugotavljanje vpliva redčenja na raztopine različnih snovi (○ -vdolbina blistra, ♦ dodatek kapljice reagenta, ✍ zapisati meritev, □ izračunati vrednost)

Prikaz dobljenih rezultatov:

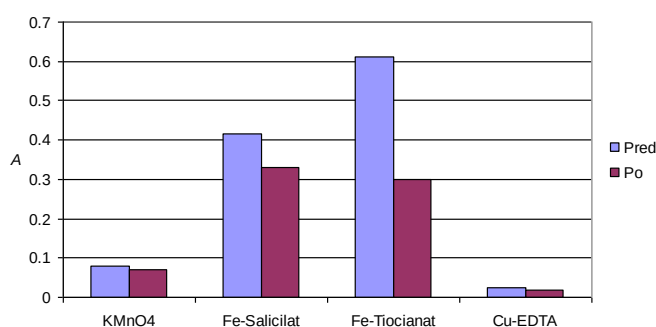
Slika prikazuje blister s raztopinami pripravljenimi po postopku iz tabele 15. Spodnja vrsta na blistru kaže stanje pred redčenjem, zgornja pa po njem. Rezultati dobljeni s spektrometroma dveh različnih generacij (SN:12.03-017 oz. SN:02.09-012) so grafično prikazani na slikah 9 in 10.



Slika 9: Blister z raztopinami pripravljenimi po postopku iz tabele 1 (spodnja vrsta pred redčenjem, zgornja po njem).



Slika 10: Rezultati dobljeni s spektrometrom SN:12.03-017.



Slika 11: Rezultati dobljeni s spektrometrom SN:02.09-012.

Razlaga:

Z eksperimenti smo ugotovili, da je za različne raztopine učinek redčenja različen. Za dijaka, ki še ni seznanjen s temo kemijskega ravnotežja, je to v nasprotju s pričakovanji, ki jih lahko izpelje iz dotedanjega znanja. Absorbanca odraža koncentracijo snovi v raztopini, višja absorbanca pomeni več snovi. Pri kalijevem manganatu(VII) ima redčenje najmanjši učinek na izmerjeno absorbanco, kar lahko pripišemo nekoliko spremenjeni optični geometriji zaradi zvišanja ravni tekočine. Pri železovih kompleksih ugotovimo izrazito znižanje absorbance, kar kaže na to, da je obarvanega produkta po redčenju manj kot pred tem, čeprav nismo posegli v množinsko razmerje med reaktanti. To dokazuje, da je pretvorba reaktantov v produkte odvisna tudi od koncentracij le-teh v raztopini in ne le od njihovega množinskega odnosa.

Redčenje je povzročilo razpad obarvanega produkta, torej premik kemijskega ravnotežja k reaktantom.

VPLIV ZVIŠANJA KONCENTRACIJE REAKTANTOV OZ. PRODUKTOV NA KEMIJSKO RAVNOTEŽJE

Cilj: Dijaki s to aktivnostjo na primeru reakcije med Fe^{3+} in acetatnimi ioni ugotovijo, kako zvišanje koncentracije reaktantov (acetatnih ionov) ali produktov (H^+ ionov) vpliva na koncentracijo oranžno obarvanega produkta $[\text{Fe}_3(\text{OH})_2(\text{CH}_3\text{COO})_6]^+$ oz. na položaj kemijskega ravnotežja.

Pristop: Priprava preiskovanih raztopin na blistih z odmerjanjem kapljic reagentov z deset-mililitrskimi plastenkami. Spektrometrično merjenje s spektrometrom Spektra™.

Razvoj naravoslovnih kompetenc:

Kvantitativni pristop, instrumentalno.

Kemijska pismenost, zmožnost uporabe enačb kemijskih reakcij za ugotavljanje, v kakšnem medsebojnem množinskem razmerju reagirajo reaktanti.

Ročne in eksperimentalne spretnosti (zmožnost samostojne izvedbe eksperimenta po pisnih navodilih, pravilna ureditev in uporaba delovne površine, pravilno odmerjanje kapljic, homogeniziranje raztopin na blistih, vizualna presoja, merjenje s spektrometrom Spektra™, dokumentiranje merilnih vrednosti).

Zmožnost matematične obravnave in grafične predstavitve podatkov (pretvarjanje transmitance v absorbanco z logaritmskim izračunom, grafični prikaz rezultatov z diagramom).

Zmožnost uporabe in razlage rezultatov

(zmožnost razbiranja podatkov z grafičnih prikazov, prepoznavanje smeri sprememb zviševanje/zniževanje, izražanje mnenj o skladnosti ugotovljenega s tem, kar je bilo pričakovano na osnovi enačbe kemijske reakcije, ugotavljanje povezav vzrok – posledica, prepoznavanje zakonitosti).

Razvoj splošnih kompetenc:

Zmožnost usklajenega in učinkovitega dela v paru, delitev vlog.

Zmožnost samostojnega dela po pisnih navodilih.

Čas za izvedbo aktivnosti:

Ena šolska ura.

Izvedba eksperimenta:

Postopek za izvedbo eksperimentov in pogoji so povzeti v tabelah 16 in 17.

	1. ○ (Slepa)	2. ○	3. ○	4. ○	5. ○
FeCl ₃ 0,1 mol/L	1 ♠	1 ♠	1 ♠	1 ♠	1 ♠
Natrijev acetat 0,1 mol/L	-	1 ♠	2 ♠	3 ♠	4 ♠
Prečiščena voda	8 ♠	7 ♠	6 ♠	5 ♠	4 ♠
$n(\text{Acetata})/n(\text{Fe}^{3+})$	📄	📄	📄	📄	📄
Homogenizacija raztopin v vdolbinah blistra					
Merjenje transmittance preiskovanih raztopi proti slepi pri modri LED					
T (%)	✍	✍	✍	✍	✍
A	📄	📄	📄	📄	📄

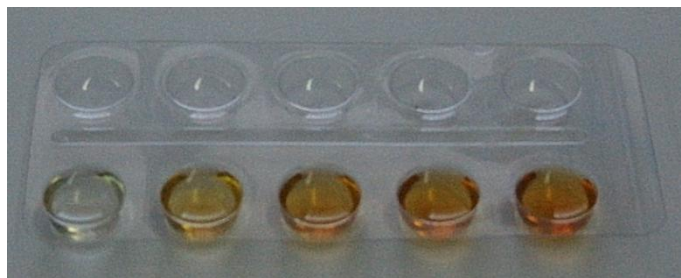
Tabela 16: Postopek za izvedbo eksperimenta za preučitev vpliva zvišanja koncentracije reaktanta na ravnotežje (○ -vdolbina blistra, ♠ dodatek kapljice reagenta, ✍ zapisati meritev, 📄 izračunati vrednost)

	1. ○ (Slepa)	2. ○	3. ○	4. ○	5. ○	6. ○
FeCl ₃ 0,1 mol/L	1 ♠	1 ♠	1 ♠	1 ♠	1 ♠	1 ♠
Natrijev acetat 0,1 mol/L	-	4 ♠	4 ♠	4 ♠	4 ♠	4 ♠
Prečiščena voda	8 ♠	4 ♠	3 ♠	2 ♠	1 ♠	-
HCl 0,1 mol/L	-	-	1 ♠	2 ♠	3 ♠	4 ♠
$c(\text{HCl})$ v raztop. mmol/L	📄	📄	📄	📄	📄	📄
Homogenizacija raztopin v vdolbinah blistra						
Merjenje transmittance preiskovanih raztopi proti slepi pri modri LED						
T (%)	✍	✍	✍	✍	✍	✍
A	📄	📄	📄	📄	📄	📄

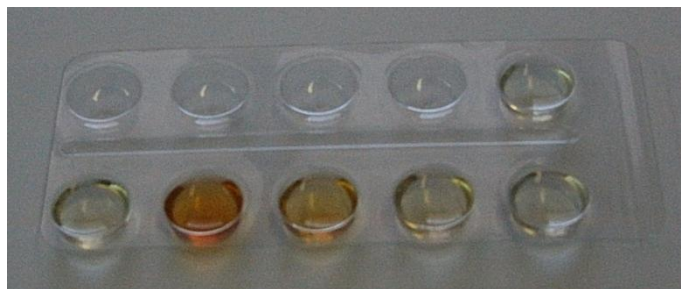
Tabela 17: Postopek za izvedbo eksperimenta za preučitev vpliva zvišanja koncentracije produkta na ravnotežje ((○ -vdolbina blistra, ♠ dodatek kapljice reagenta, ✍ zapisati meritev, 📄 izračunati vrednost)

Prikaz dobljenih rezultatov:

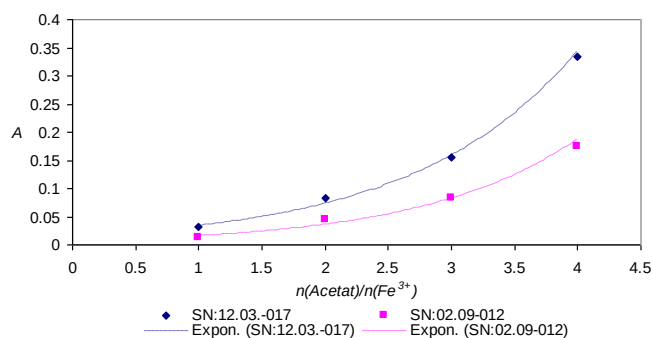
Slika 11 oz. 12 prikazuje blister s raztopinami pripravljenimi po postopku iz tabele 11 oz. 12. Rezultati dobljeni s spektrometroma dveh različnih generacij (SN:12.03-017 oz. SN:02.09-012) so grafično prikazani na slikah 13 in 14.



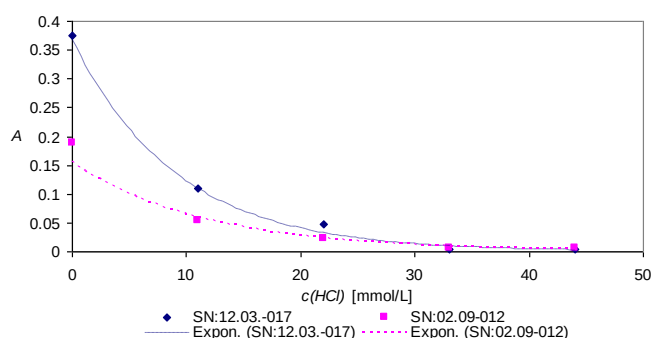
Slika 12: Blister z raztopinami pripravljenimi po postopku iz tabele 10.



Slika 13: Blister z raztopinami pripravljenimi po postopku iz tabele 11.



Slika 14: Rezultati dobljeni s spektrometroma dveh različnih serij za vpliv acetata na ravnotežje



Slika 15: Rezultati dobjeni s spektrometroma dveh različnih serij za vpliv kisline na ravnotežje.

Razlaga:

Eksperimenti kažejo, da pri množinskem razmerju reaktantov, ki ustreza stehiometriji reakciji, ne dosežemo popolne pretvorbe reaktantov v produkte, saj se z nadaljnjim višanjem koncentracije acetata absorbanca in s tem koncentracija produkta nadalje povečuje. Dodajanje kisline HCl, ki zvišuje koncentracijo H_3O^+ ionov v raztopini, ki so sicer tudi produkt reakcije, se absorbanca raztopine znižuje, kar kaže na razpad kompleksa. Zviševanje koncentracije reaktantov premika kemijsko ravnotežje k produktom. Zviševanje koncentracije produktov premika kemijsko ravnotežje k reaktantom.

RAVNOTEŽJE KISLINSKO-BAZIČNIH INDIKATORJEV

Cilj: Dijaki s to aktivnostjo raziščejo, kako se delež različno obarvanih oblik indikatorja spreminja s spreminjanjem pH, iz česar lahko izpeljejo različne druge ugotovitve in povezave. Določijo lahko konstante pK_a oz. K_a različnih indikatorjev. Na osnovi okvirnega podatka, da človeško oko zazna barvno spremembo, če je razmerje različno obarvanih oblik 1:10 oz. 10:1, lahko iz diagrama odčitajo meji indikatorskega pH intervala in to primerjajo z vizualno presojo obarvanosti raztopin indikatorja pri različnih pH. Diagram lahko povezujejo s predstavitvijo različnih stanj kemijskega ravnotežja z delčnim prikazom. Iz diagrama lahko poiščejo pH, za katerega velja nek delčni prikaz ali pa za izbran pH na osnovi podatkov iz diagrama prikažejo stanje ravnotežja z delčnim prikazom.

Pristop: Priprava preiskovanih raztopin na blistih z odmerjanjem kapljic reagentov z deset-mililitrskimi plastenkami. Spektrometrično merjenje s spektrometrom Spektra™.

Razvoj naravoslovnih kompetenc:

Kvantitativni pristop, instrumentalno.

Ročne in eksperimentalne spretnosti (zmožnost samostojne izvedbe eksperimenta po pisnih navodilih, pravilna ureditev in uporaba delovne površine, pravilno odmerjanje kapljic, homogeniziranje raztopin na blistih, vizualna presoja, merjenje s spektrometrom Spektra™, dokumentiranje merilnih vrednosti).

Zmožnost matematične obravnave in grafične predstavitve podatkov (pretvarjanje transmitance v absorbanco z logaritemskim izračunom, izračun K_a iz pK_a z antilogaritmiranjem, grafični prikaz odvisnosti dveh spremenljivk).

Zmožnost uporabe in razlage rezultatov

(Zmožnost razbiranja podatkov z diagrama z analizo poteka krivulje. Presoja zanesljivosti merilnih vrednosti dobljenimi z merjenjem absorbanc pri svetilih različnih barv. Zmožnost prepoznavanja stanj ravnotežja na diagramu pri različnih pH in prevedba v delčni prikaz ali določitev pH na diagramu, ki mu ustreza stanje ravnotežja prikazano z delčnim prikazom. Soočanje podatkov razbranih iz diagramov z ugotovitvami izpeljanimi iz vizualne presoje, iskanje razlag.).

Razvoj splošnih kompetenc:

Zmožnost usklajenega in učinkovitega dela v paru, delitev vlog.

Zmožnost samostojnega dela po pisnih navodilih.

Predstavitev lastnih rezultatov in ugotovitev širši skupini, s čimer se ustvari celovitejša slika o značilnostih različnih indikatorjev.

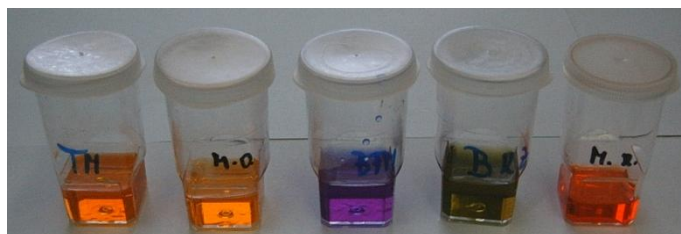
Odgovornost za kakovost lastnega dela in odgovornost do skupine.

Čas za izvedbo aktivnosti:

Še ni ovrednoten, odvisen je od širine in načina izvedbe ter obsega zastavljenih ciljev.

Izvedba eksperimenta:

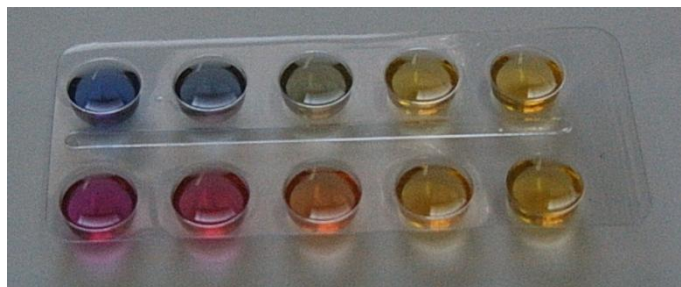
Razredčene raztopine indikatorjev s katerimi izvajamo eksperimente so prikazane na Sliki 7. Na blistru smo združevali 150 μ l raztopine indikatorja s 150 μ l raztopin z določenim pH. Uporabljali smo HCl 2 mol/L in 0,1 mol/L, NaOH 2 mol/L, v pH območju med 2 in 10,5 pa pufrne raztopine. Za slepo smo odmerili 300 μ l prečiščene vode. Meritve transmitanc raztopin indikatorja pri različnih pH smo ponovili pri svetilih vseh treh barv. Za poenostavljen pristop odmerimo 4 kapljice indikatorja in mu dodamo 4 kapljice raztopine z želenim pH, za slepo odmerimo 8 kapljic prečiščene vode.



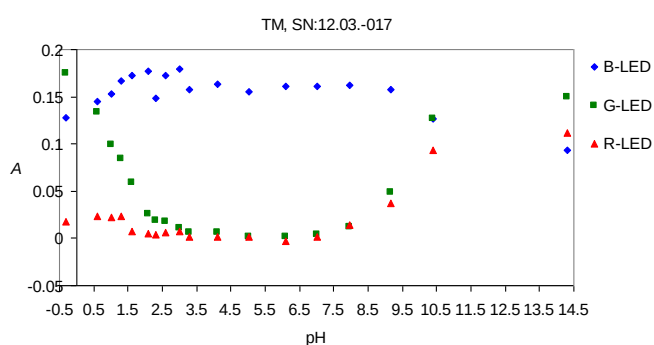
Slika 16: Razredčene raztopine indikatorjev, od leve proti desni: timol modro (1 ml/10 ml), metil oranž (0,2 ml/10 ml), bromfenol modro (0,5 ml/10 ml), bromkrezol zeleno (1 ml/10 ml) in metil rdeče (0,2 ml/10 ml 96 % etanola).

Prikaz dobljenih rezultatov:

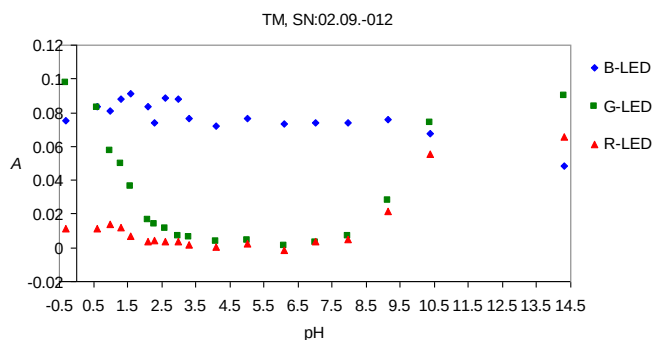
Slike 15, 18, 21, 24 in 27 prikazujejo blister s raztopinami indikatorjev: timol modro, metil oranž, bromfenol modro, bromkrezol zeleno in metil rdeče pri različnih pH. Rezultati dobljeni s spektrometrom SN:12.03-017 oz. SN:02.09-012 so grafično prikazani na slikah 16 in 17 za timol modro, 19 in 20 za metil oranž, 22 in 23 za bromfenol modro, 25 in 26 za bromkrezol zeleno in 28 in 29 za metil rdeče. Na sliki 30 so rezultati za bromfenol modro dobljeni s spektrometrom (SN:12.03-017) in odmerjanjem kapljic.



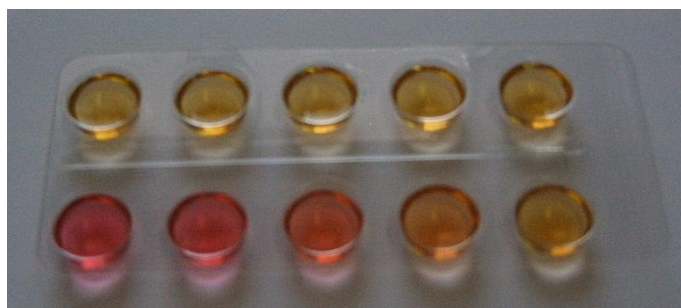
Slika 17: Blister z raztopinami indikatorja timol modro pri različnih pH, od leve spodaj v smeri nasprotni urinemu kazalcu: HCl 2 in 0,1 mol/L, pufrji pH 2,1, 3,3, 4,1, 7,0, 8,0, 9,2, 10,4 in NaOH 2 mol/L.



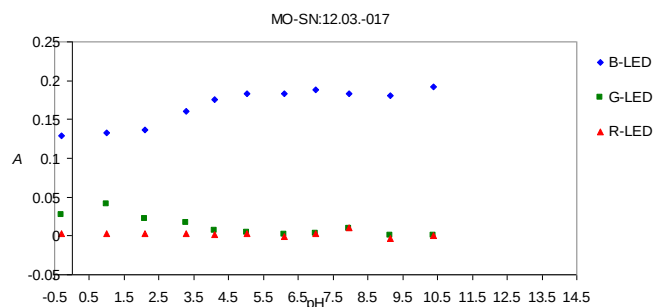
Slika 18: Rezultati dobljeni za timol modro s spektrometrom SN:12.03-017



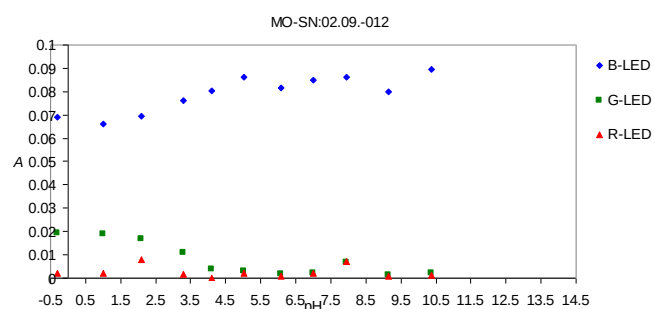
Slika 19: Rezultati dobljeni za timol modro s spektrometrom SN:02.09-012.



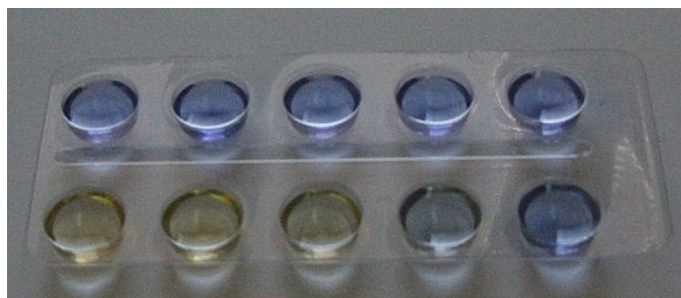
Slika 20: Blister z raztopinami indikatorja metil oranž pri različnih pH, od leve spodaj v smeri nasprotni urinemu kazalcu: HCl 0,1 mol/L, pufrji pH 2,1, 3,3, 4,1, 5,0, 6,1, 7,0, 8,0, 9,2 in 10,4.



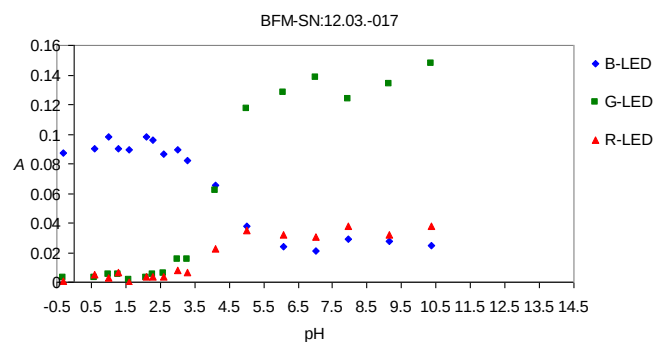
Slika 21: Rezultati dobljeni za metil oranž s spektrometrom SN:12.03-017.



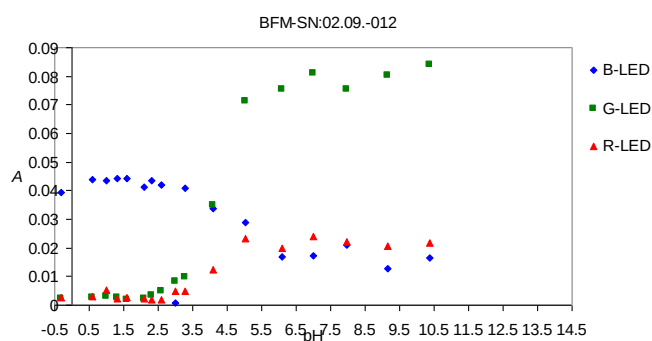
Slika 22: Rezultati dobljeni za metil oranž s spektrometrom SN:02.09-012.



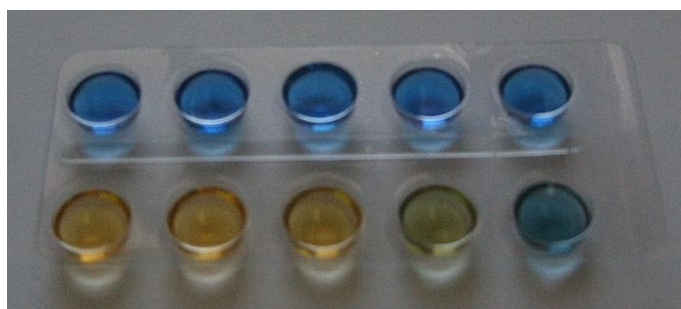
Slika 23: Blister z raztopinami indikatorja bromfenol modro pri različnih pH, od leve spodaj v smeri nasprotni urinemu kazalcu: HCl 0,1 mol/L, pufrji pH 2,1, 3,3, 4,1, 5,0, 6,1, 7,0, 8,0, 9,2 in 10,4.



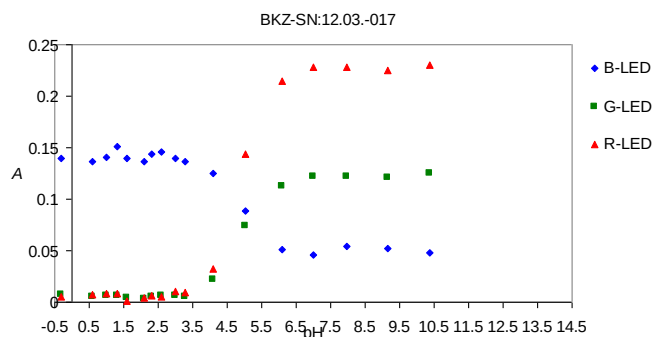
Slika 24: Rezultati dobljeni za bromfenol modro s spektrometrom SN:12.03-017.



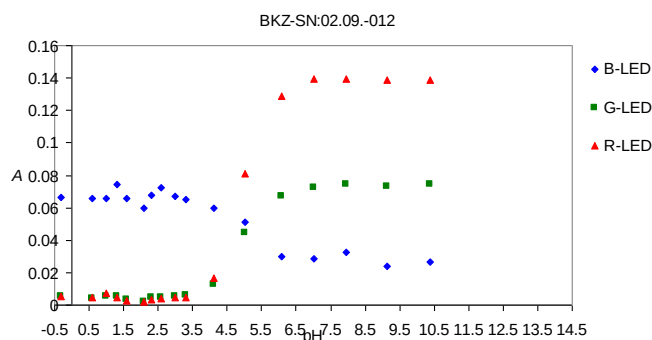
Slika 25: Rezultati dobljeni za bromfenol modro s spektrometrom SN:02.09-012.



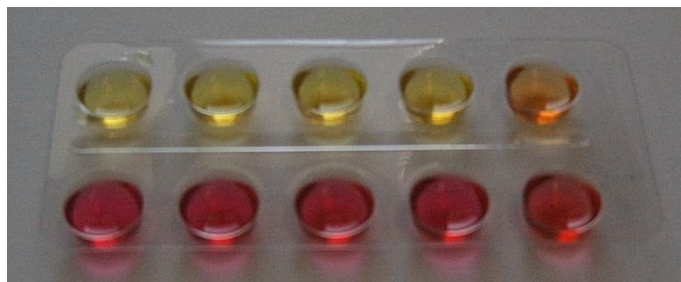
Slika 26: Blister z raztopinami indikatorja bromkrezol zeleno pri različnih pH, od leve spodaj v smeri nasprotni urinemu kazalcu: HCl 0,1 mol/L, pufrji pH 2,1, 3,3, 4,1, 5,0, 6,1, 7,0, 8,0, 9,2 in 10,4.



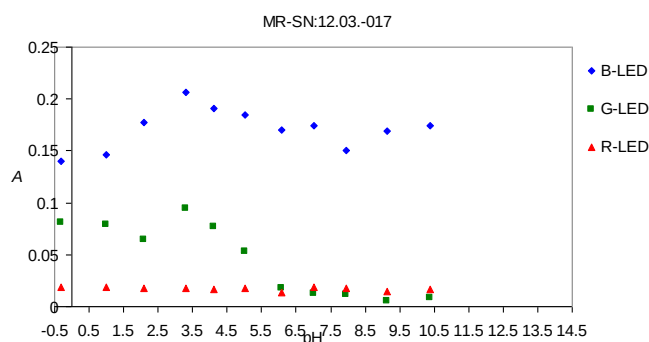
Slika 27: Rezultati dobljeni za bromkrezol zeleno s spektrometrom SN:12.03-017.



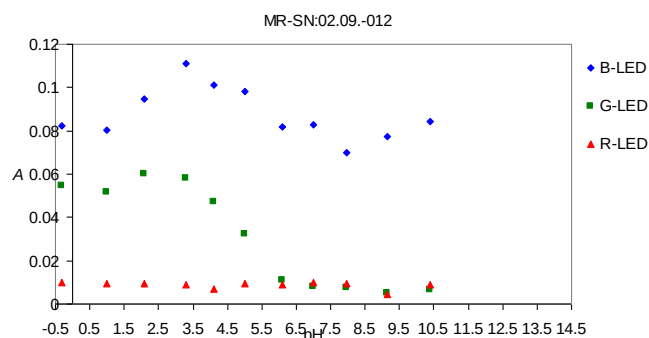
Slika 28: Rezultati dobljeni za bromkrezol zeleno s spektrometrom SN:02.09-012.



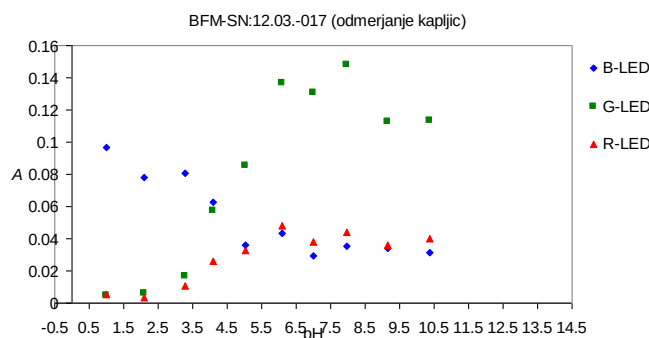
Slika 29: Blister z raztopinami indikatorja metil rdeče pri različnih pH, od leve spodaj v smeri nasprotni urinemu kazalcu: HCl 0,1 mol/L, puflri pH 2,1, 3,3, 4,1, 5,0, 6,1, 7,0, 8,0, 9,2 in 10,4.



Slika 30: Rezultati dobljeni za metil rdeče s spektrometrom SN:12.03-017.



Slika 31: Rezultati dobljeni za metil rdeče s spektrometrom SN:02.09-012.



Slika 32: Rezultati dobljeni za bromfenol modro s spektrometrom SN:12.03-017 in odmerjanjem kapljic

Razlaga:

pH, pri katerem je razmerje protonirane in neprotionirane oblike 1:1, ustreza vrednosti pK_a . Ker sta pri indikatorjih protonirana in neprotionirana oblika različno obarvani, lahko spektrometrično spremljamo stanje ravnotežja v odvisnosti od pH in tako določimo konstanto kisline. Podatke iz diagrama lahko povezujemo tudi z delčnim prikazom stanja ravnotežja. Iz poteka krivulj lahko določimo indikatorski pH interval in to soočimo z vizualnimi opažanji. Potek krivulj posnetih pri svetilih različnih barv v povezavi z obarvanostjo raztopin odpira možnost medpredmetnih povezav na področju svetlobe, barv in vidne zaznave.

Kdaj voda vre? Kaj je pri vrenju vode posebnega?

Janja Majer

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

NAVODILA ZA UČITELJE

Gradivo je namenjeno učencem pri predmetu Naravoslovje (6. ali 7. razred) ali učencem pri predmetu Kemija (8. ali 9. razred). Pri izvedbi učne enote z uporabo gradiva je načrtovano delo v dvojicah, po principih sodelovalnega učenja, ki je tudi zajeto pri samem oblikovanju gradiva (teoretske osnove sodelovalnega učenja so predstavljene v prejšnjem poročilu).

TEORETSKE OSNOVE, ki so učitelju lahko v pomoč pri izpeljavi, je moč najti v prispevkih različnih avtorjev v reviji Kemija v šoli, ki nudijo tudi vsebinske nadgradnje.

Dodatna navodila učitelju k izvedbi učne enote z uporabo gradiva:

- Priprava materiala za delo v parih
- Spremljanje in pomoč pri samostojnem delu učencev (pozor pri eksperimentalnem delu)
- Usmerjanje in sugestije učencem, v kolikor je le-to potrebno

POTREBEN MATERIAL:

- Erlenmajerice z ustreznim zamaškom (250 mL, graduirane)
- Voda
- trinožno stojalo
- keramična mrežica
- gorilnik (lahko uporabimo tudi kuhalnik)
- krpa
- gumijasto držalo »prstki«

OPOMBA

Za varnejše delo priporočamo uporabo *kovinskih stojal, muf in prižem* za vpetost erlenmajeric (možnost prelitja, razlitja je tako minimalna). Le-ta navodila za delo niso vključena. Učitelj naj, glede na poznavanje učenčevih ročnih spretnosti, učencem samostojno ponudi to možnost izvedbe. Pri tem je potrebno učence seznaniti s pravilnim vpenjanjem erlenmajerice na kovinsko stojalo (lega mufe, vpetost prižeme).

NAVODILA ZA UČENCE

- Delo v paru (principi sodelovalnega učenja)
- Varnost, previdnost in zbranost pri delu
- Speti dolge lase za delo z gorilnikom

INSTRUMENTARIJ ZA EVALVACIJO DEJAVNOSTI

Predvidena oblika evalvacije je intervju po opravljeni izvedbi dela. Prav tako pa pride v poštev vprašalnik oz. pred-test in post-test. Glede na možnosti, bo dokončna oblika evalvacije oblikovana v dogovoru z učiteljem.

GRADIVO ZA UČENCA

KDAJ VODA VRE?

Kaj je pri vrenju vode posebnega?

NALOGA: Ugotovi dejavnike, ki vplivajo na vrenje vode!

PREMISLI,

ODGOVORI

in SE PREPRIČAJ V PRAVILNOST SVOJEGA ODGOVORA

1. Ali se strinjaš, da voda vre vedno pri 100°C, pa če jo segrevamo z velikim ali majhnim plamenom?

Svoj odgovor ustrezno obkroži!

DA

NE

A) Kako bi svoj odgovor praktično preveril? Na kratko opiši!

B) O svojem predlogu se pogovori s sošolcem in skupaj izpeljita poskus!

Potrebujem:

Potek dela:

2. Ali se strinjaš, da voda vre vedno pri 100°C, pa če segrevamo majhno ali veliko količino vode?

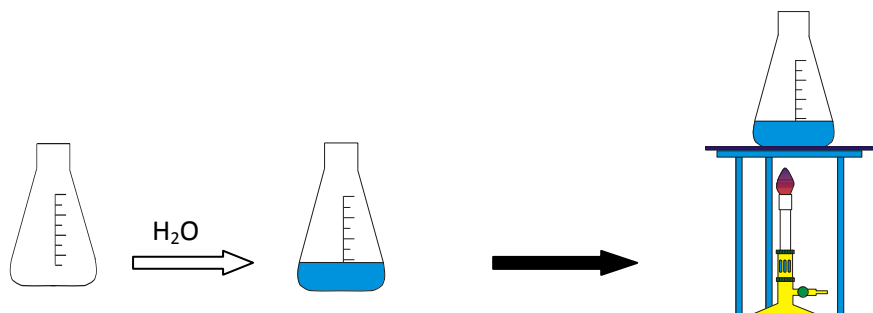
Svoj odgovor ustrezno obkroži!

DA

NE

A) Kako bi se praktično prepričal v pravilnost svojega odgovora? Na kratko opiši!

3. Pa se prepričajmo, kdaj voda vre

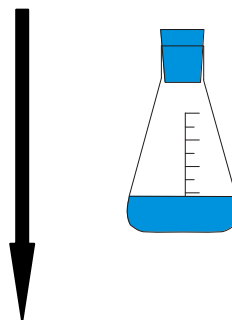


V erlenmajerico
nalij približno
150-250mL vode

1. Vodo v erlenmajerici zavri in
jo segrevaj še kakšno minuto.
Nato jo zamaši z gumijastim
zamaškom (pomagaj si z
gumijastimi copatki ali s krpo)
in prenehaj s segrevanjem

V RAZMISLEK

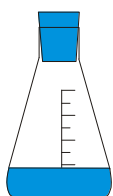
Kaj bi se zgodilo, če bi medtem,
ko voda vre, erlenmajerico zamašili
z zamaškom in jo še naprej segrevali?



2. PUSTI ERLENMAJERICO, DA
SE OHLAJA

Kako dolgo?
Tako dolgo, da jo lahko
primeš z roko
(približno 10-15min)

ZDAJ PA ZAVRIMO VODO Z OHLAJANJEM



Erlenmajerico nekaj
časa polivaj z mrzlo
vodo!

Je bilo »polivanje erlenmajerice« uspešno?

Kakšna so tvoja opažanja?

Po ohlajanju erlenmajerice, na osnovi svojega občutka, določi temperaturo vode v njej.

$T(\text{vode}) =$ _____

Razloži, pojasni vzroke, ki so omogočili takšen rezultat?

O svojem predlogu odgovora se pogovori s sošolcem in skupaj oblikujta zapis

(namig; razmišljaj o pogojih v katerih se je nahajala voda, o povzročenih vplivih na te pogoje in o novo nastalih pogojih).

Ali si poskušal odmašiti zamašek na erlenmajerici? A ne gre? Razmisli, zakaj je temu tako!

(namig: Nikar naj te ne skrbi! Že jutri bo ta problem rešen! A ne verjameš? Boš moral znova poskusiti, velja?)

Hidroliza škroba

Darinka Sikošek,

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Povzetek

Snopič obsega didaktično gradivo, ki obravnava hidrolizo škroba. V uvodu je predstavljena vsebinska in ciljno-dejavnostna umestitev v programe srednjega strokovnega in poklicno-tehniškega izobraževanja, kakor tudi specifične kompetence, ki jih je mogoče dosegati pri učenju z uporabo tega gradiva.

Metodološko je gradivo, ki je predstavljeno v jedrnem delu snopiča, obdelano z uporabo eksperimentalne pantomime in metode strukturiranja podatkov v sisteme. Glede učnih oblik je posebej izpostavljeno heterogeno skupinsko delo s prevzemanjem aktualnih metodnih vlog.

Zaključek prinaša poleg rešitev nalog in dijakovih učnih zadolžitev ter pojmovnega slovarčka v katerem je pojasnjen pomen nekaterih v gradivu uporabljenih pojmov/izrazov, tudi navedbo učnih virov.

Ključni poudarek tega gradiva predstavljajo torej dejavnosti ob katerih dijaki se dijaki usposabljaajo oz. usvajajo zmožnosti na področju osnovnega kemijskega izobrazbenega standarda, ki je hkrati del vseživljenjskega

Programska namembnost, cilji, dejavnosti učne enote, metode dela

Programi: **Srednje strokovno (SSI) in Srednje poklicno-tehniško izobraževanje (PTI)**

Učna enota: **Polisaharidi –ŠKROB**

Kurikularen pojem: **HIDROLIZA škroba**

Ciljno-dejavnostne smernice: glej operativen izsek iz Kataloga znanja KEMIJA, 68, 105, 170 ur

Vsebinski sklop: KEMIJA V PREHRANI	
Učni cilji	Primeri dejavnosti, metode dela
✓ utrdijo osnovno klasifikacijsko shemo delitve ogljikovih hidratov (monosaharidi, oligosaharidi in polisaharidi); ✓ poznajo pomen hidrolize poli- in oligosaharidov v procesu prebave za delovanje organizma; ✓ preučujejo posamezne predstavnike ogljikovih hidratov;	Eksperimentalno delo: Hidroliza škroba ; Eksperimentalna pantomima (predlog dr. D. Sikošek: <i>Encimatska hidroliza, Reakcija joda s škrobom</i>); Hitri kvalitativni testi za klasifikacijo monosaharidov-Bialov test, Selivanoffov test, itd. (predlog dr. D. Sikošek: <i>reakcija s Fehlingovo raztopino</i>);

Specifične kompetence

Pri usvajanju pojma »hidroliza škroba« z uporabo izvedbene oblike metode pantomima, imenovane *eksperimentalna pantomima*, prevzemajo dijaki različne vloge, pri čemer usvajajo naslednje zmožnosti (kompetence):

➡ Dijaki–izvajalci eksperimentalno-pantomimskega EG ➡ pantomimiki-eksperimentatorji:

- zmožnost natančne pantomimske izvedbe eksperimenta po scenariju, zlasti uporabo laboratorijskih tehnik (nalivanje, segrevanje);
- zmožnost prikaza varnega eksperimentiranja glede uporabe dotičnih kemikalij, tehnik dela in ustrezne zaščite;

➡ Dijaki-aktivni opazovalci izvajanega pantomimskega EG ➡ pantomimiki-opazovalci:

- zmožnost natančnega prikaza eksperimentalnih opažanj;

➡ Dijaki – razlagalci pantomimskega EG ob učiteljevem vodenju:

- zmožnost pojmovne identifikacije in beleženja pantomimskih eksperimentalnih opažanj;
- zmožnost teoretske razlage zabeleženih pojmov;
- zmožnost povezovanja eksperimentalnih ugotovitev z izkustvenim vedenjem iz vsakodnevnih življenjskih situacij.

Učni vodič za dijake

Kot pantomimsko sredstvo, uporabljeno pri predstavitvi pantomimskega pojma škrob, naj dijaki pri praktičnem pouku strokovnih predmetov ali doma izdelajo model molekule škroba in tako pripomorejo k bolj razumljeni predstavitvi razgradnje škroba.

Povezava na druge u.e.

Usvojeno pojmovno znanje je potrebno za razumevanje preostalih vsebinskih pojmov učne enote Ogljikovi hidrati, in sicer: *Klasifikacija, Zgradba (aldoze, ketoze, pentoze, heksoze), Nastanek disaharidov in polisaharidov, Delovanje encimov.*

Učna enota Ogljikovi hidrati je sestavina vsebinskega sklopa Kemija v prehrani, katerega geselno-pojmovni obseg sodi (poleg preostalih sklopov 68, 105, 170-urnih katalogov) v obseg minimalnega standarda kemijskega znanja programov srednjega strokovnega in poklicno-tehniškega izobraževanja, ki se nato nadgrajuje skladno s potrebami dotičnih programskih profilov.

Predznanje

Aktualno predznanje predstavlja pojem »hidroliza«.

A. Teoretske osnove scenarija eksperimentalne pantomime

Pantomimski pojem: Hidroliza škroba

Teoretske osnove

Osnovna enota škroba kot naravnega polimera je D-glukoza. Ta nastaja pri njegovi razgradnji-hidrolizi (bodisi kislinski bodisi encimatski).

Naravni škrob je torej zmes dveh sestavin -D-glukoznih polimerov, nerazvejane amiloze in razvejanega amilopektina (glej sliko strukturne formule). Njuno razmerje je odvisno od vrste škroba (npr. škrobov: krompirjev, pšenični, rižev ...).

V molekuli amiloze, ki ima obliko vijačnice, so osnovne enote glukoze povezane z 1 α -4 vezjo, medtem ko so polisaharidne verige v molekuli amilopektina razvejene preko 1,6 vezi. (glej izsek iz strukturne formule amiloze in amilopektina)

Encimatska hidroliza poteka z uporabo amilaze (lat. *amylum*-škrob)-encimov, ki hidrolizirajo (razgrajujejo) naravni škrob (lat. *Amylum*) preko manjših polimerov, imenovanih dekstrini, naprej v oligosaharide in le-te dalje preko maltoze (disaharid) do glukoze.

Razgradnja škroba se pričinja že med zvečenjem v ustih, nakar se ga večina razgradi v želodcu in v tankem črevesu, pri čemer šele iz maltoze nastaja glukoza, ki prehaja neposredno v kri. Nastala D-glukoza se pretvarja bodisi v energijo bodisi v rezervni polimer, imenovan glikogen, ki je po strukturi podoben škrobu.

V laboratoriju lahko izvedemo hidrolizo škroba s kislino (npr. žveplovo(VI) kislino, H_2SO_4)

Kot dokazna reakcija škroba služi reakcija z jodom, ki se ujame v vijačnico amiloze, pri čemer se pojavi značilno obarvanje.

Glukozo kot poslednji razgradnji produkt pa dokazujemo z uporabo Fehlingovega reagenta 1 in 2, ki je osnovana na njenih redukcijskih lastnostih.

Potek: učitelj napove pantomimsko učenje, razdeli vloge in posreduje izvedbena navodila, opravi operativno pripravo dijakov-pantomimikov, koordinira izvajanje in analizo usvajanja pantomimskega pojma ob vključevanju spremljevalnih metod.

Didaktično gradivo: pantomimski list za ✓pantomimika-eksperimentatorje,
 ✓pantomimika-opazovalca, ✓dijake-razlagalce.

B. Navodila učitelju

Didaktični parameter	Členitev parametra	Izbor/Priporočilo/Pojasnilo
Učne metode	<i>Vodilna metoda</i>	Eksperimentalno delo
	<i>Spremljevalne metode</i>	Pantomima Strukturiranje podatkov v sistem Razlaga/Razgovor
	<i>Organizacijski model</i>	Odrska oblika (učiteljeva demonstracijska miza)
	<i>Stopnja definiranosti scenarija</i>	Okvirno opredeljen scenarij
Izvedbeni način pantomime	<i>Nosilec vloge</i>	Enakovredne vloge: ✓dijaka eksperimentatorja (pristni in pantomimik), ✓dijaki pantomimik-opazovalec, ✓dijaki-razlagalci, ✓učitelj-koordinator.
Pantomimsko eksperimentalno geslo		Hidroliza škroba škrob, amilaza (encim), jodovica, Fehlingov reagent; živila (npr. beli kruh)
Pantomimsko sredstvo	<i>kemikalije</i>	Model (papirni, žični)molekule škroba, Predhodna izdelava le-tega lahko poteka kot sodelovalno delo z učiteljem praktičnega pouka oz. predstavlja dijakovo domačo zaposlitev.
Navodila	<i>Organizacijska</i> <i>Izvedbena –</i> Operativna priprava	Dodelitev vlog in oblikovanje dijakovih funkcionalnih skupin Dijakom-pantomimikom in razlagalcem pojasnjuje slabo

na izvajanje
načrtovanih vlog

razumljene postavke
pantomimskih listov in pojmovnih
map.

C. Navodila dijakom

Izvajanje pantomimskega EG poteka ob uporabi pantomimsko-delovnega gradiva, modelov molekule škroba in njenih sestavin in pojmovne mape.

Dijaška eksperimentalno-pantomimska dvojica skrbno pregleda delovno-pantomimski list z učiteljem se pogovori o morebitnih nejasnostih in pripravi na izvajanje izbrane vloge .



Dijak- opazovalec izvede pantomimski prikaz identificiranih eksperimentalnih opažanj ob uporabi pantomimskega lista in lastni zamisli gibalnega motiva.

Dijaki-razlagalci eksperimentalnih opažanj pri izvajanju hidrolize škroba potrebujejo model škroba in njegovih sestavin, kar izdelajo (iz papirja, žice in podobnega materiala) bodisi doma bodisi pri praktičnem pouku strokovnih predmetov , s čimer bodo pripomogli k bolj razumljeni predstavitvi razgradnje škroba in dokaznih reakcij njegovih sestavin.

Delovno-Pantomimski list za eksperimentalno dvojico - pristni + pantomimski eksperimentator

- Pantomimsko geslo: HIDROLIZA ŠKROBA
- Problemska naloga

Na embalaži piškotov lahko prebereta, da je glavna sestavina le-teh moka, ki je skoraj čisti škrob. Tekom hranjenja (npr. pri zaužitju piškotov) se že v ustih pričenja prebava škroba.

Eksperimentalno preverita iz česa je škrob sestavljen, kaj nastane tekom encimske razgradnje!

- Eksperimentalno-Pantomimska sredstva

Kemikalije	Laboratorijski pribor
škrob (BELI KRUH)	epruvete
amilaza (encim) iz sline	filtrirni papir filtrirni lij stojalo za filtriranje
jodovica	plinski gorilnik
Fehlingov reagent I +II	steklena palčka držalo za epruvete

- Opis eksperimentalnega postopka oz. gibalnega motiva

Pristni eksperimentator	Izvedbeni korak	Pantomimski eksperimentator
Pripravi suspenzijo škroba (eno sladoledno žličko škrobnega praha vsuj v čašo in dodaj 50 mL dest. H ₂ O)	1	V ustih žveči (par minut) košček belega kruha, nato ga izpljuni v čašo in dolij 25 mL dest. H ₂ O.

Dobljeno suspenzijo filtriraj. 2

Odmeri 2x 5 mL filtrata in ga prelij v dvoje označenih epruvet.

V prvo epruveto dodaj 3 jodovico (1-2 kapljici), v drugo pa Fehlingov reagent.

Epruveto z jodovico stresaj, epruveto s Fehlingovim reagentom pa segrevaj v vodni kopeli (čša z vodo segreto na 80-90°C)

Nastale eksperimentalne spremembe pokaži pantomimiku-opazovalcu. 4

Dobljeno suspenzijo filtriraj.

Odmeri 5 mL filtrata in ga prelij v epruveto.

V epruveto s filtratom dodaj Fehlingov reagent in segrevaj v vodni kopeli

Nastale eksperimentalne spremembe prikaži dijakom-razlagalcem.

- **Odstranjevanje odpadkov:** posoda za neproblematične tekoče (anorganske in organske) odpadke

Pantomimski list za pantomimika-opazovalca

- **Pantomimsko geslo: HIDROLIZA ŠKROBA**
- **Pantomimski pojmi:** obarvanje vzorca kot eksperimentalno opažanje → rdeče, modro, brezbarvno;
- **Izvedbena naloga:**

Opravi pantomimski prikaz eksperimentalnih opažanj, nastalih pri dokazovanju produktov hidrolize škroba.

- **Pantomimska sredstva:** slovenska zastava, letaki črk, režiserka tabla;
- **Priprava pantomimske predstave-navodila**

1. Pridruži se dvojici *pristnega* in *pantomimskega* eksperimentatorja, **opazuj** njuno delo in **beleži** eksperimentalna opažanja.
2. Domisli **scenarij** prikaza zabeleženih opažanj.

Namig z napotkom: abecedna pantomima ➡ pregledno zapiši:

eksperimentalno opažanje	začetna črka izraza	ideja prikaza	izrazna sredstva (rekviziti, gibalni motiv)

3. Izvedi pantomimski **prikaz** rezultatov opravljenih dokaznih reakcij !

Pojmovna mapa za razlagalce

- **Vsebinsko geslo: HIDROLIZA ŠKROBA**
- **Nalogi**

A. Razložite, kako poteka prebava škroba v naših telesih in kakšni razkrojni produkti pri tem nastajajo?

Zgradite pojmovno mapo teoretskih ugotovitev !

B Teoretsko pojasnite eksperimentalna opažanja.

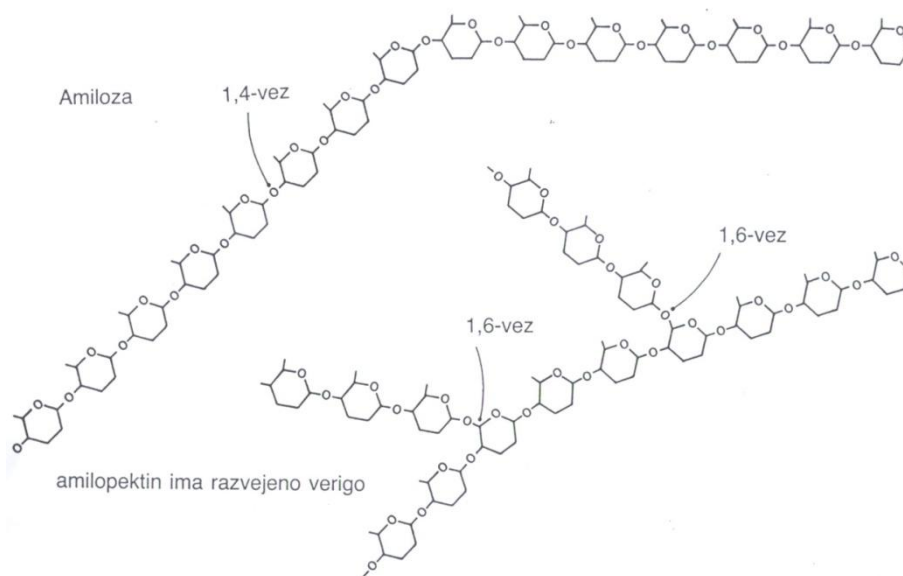
- **Navodila / Napotila**
- 1. Teoretsko pojasnite (v sodelovanju s pantomimikom-opazovalcem) prepoznani pomen eksperimentalnih opažanj, pri čemer izhajajte iz naslednjih **ključnih besed**:

amiloza, amilopektin, dekstrini, encimatska hidroliza glukoza, makromolekula, maltoza, naravni polisaharid, reakcija joda s škrobom, reakcija Fehlingovega reagenta s škrobom in glukozo;

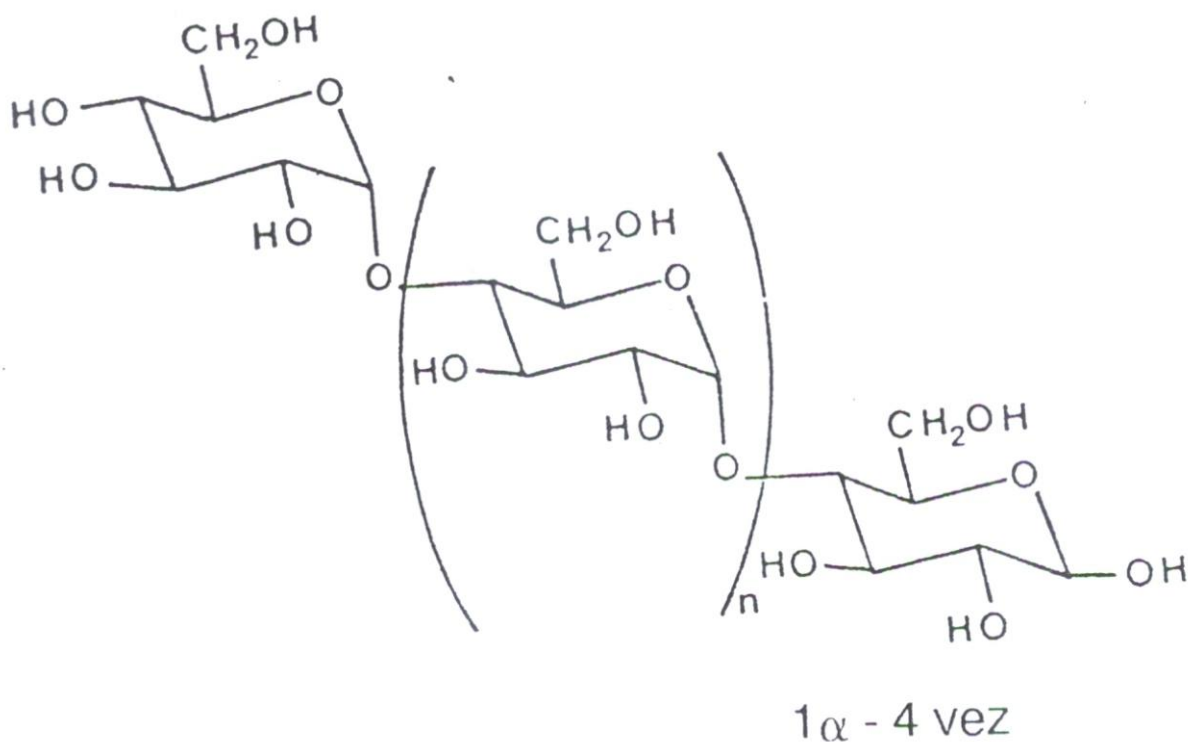
2. **Pojmovno mapo** oblikujte po naslednjih korakih:

- oblikuj listo podatkov (pojmi in dejstva)
- analiziraj podatke ← določi kriterije
- ugotovi odnos nadrejenosti in podrejenosti med omenjenimi podatki (hierarhijo)
- zgradi pojmovno mapo (npr. drevesne oblike) iz katere bo razvidna pojmovna hierarhija.

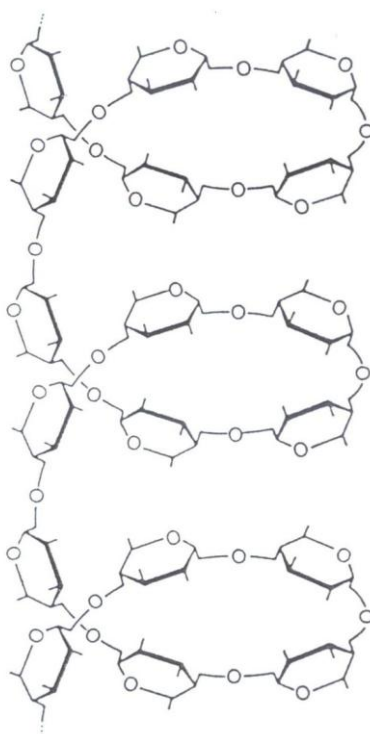
3. **Strukturne formule škroba in njegovih sestavin**



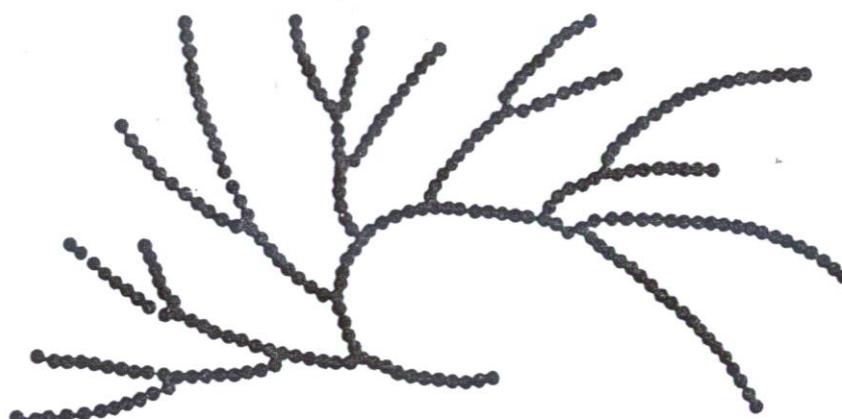
Del molekule škroba



Amiloza 1

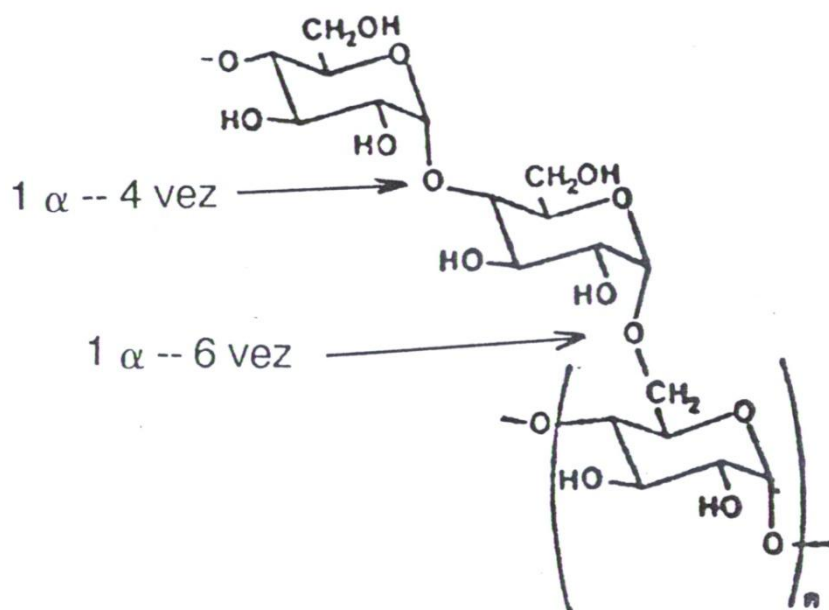


Del molekule amiloze 2

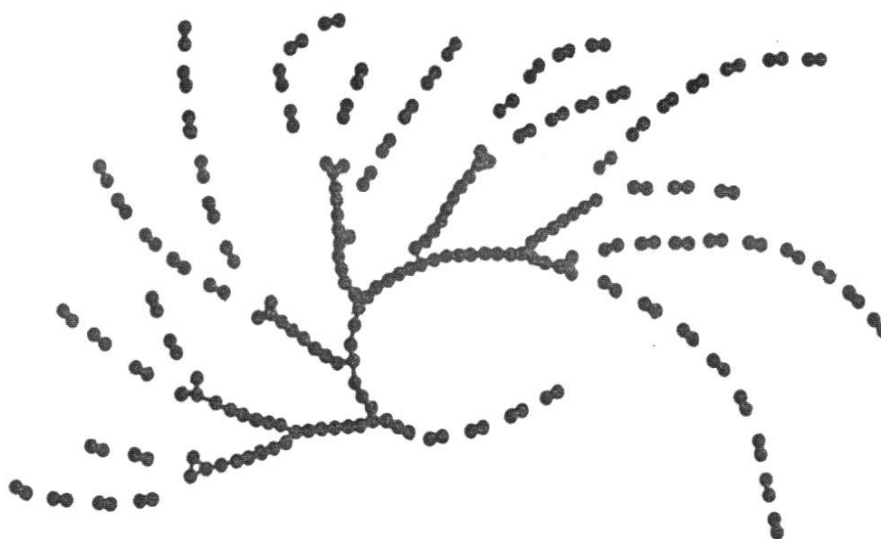


amilopektin

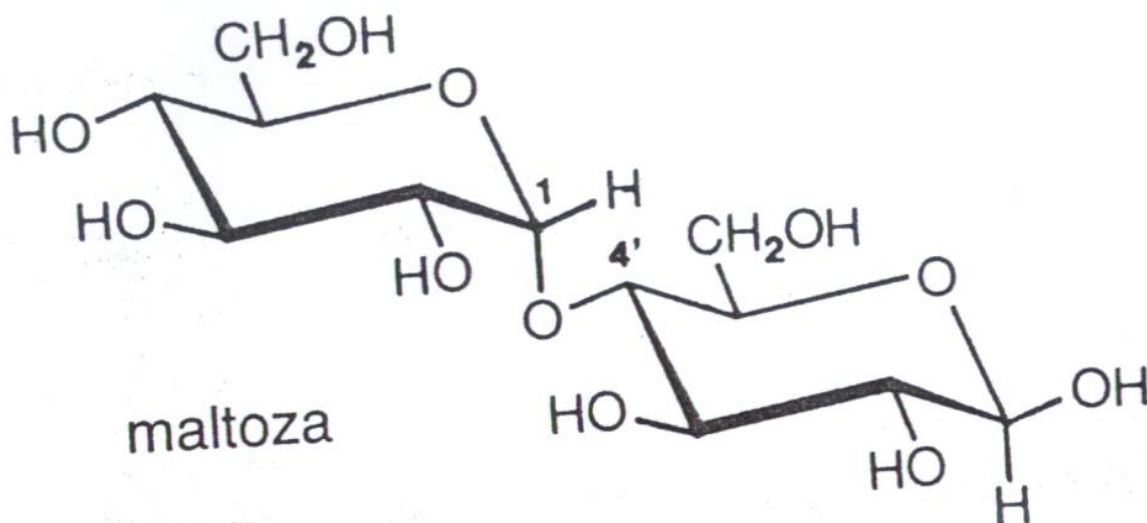
Amilopektin 1 (vsaka kroglica pomeni eno enoto glukoze)



Del molekule amilopektina 2



Hidroliza amilopektina (dekstrini, maltoza) 3



Maltoza (1,4' α -glikozid)

VPRAŠALNIK ZA DIJAKE

(1) Učenje s pantomima je :

- (a) zabavno
- (b) bolje razumljeno
- (c) bolj spodbudno za usvajanje zahtevnih kemijskih pojmov
- (č) dolgočasno in me ne zanima

(2) Znanje, ki sem ga usvojil(a) s pantomimo:

- (a) dobro razumem
- (b) ne razumem oz. slabo razumem

(3) Zapiši svoje mnenje glede učenja kemije z uporabo metode pantomime:

- a. Spodbudna opažanja
- b. Moteča opažanja
- c. Lastne predloge izboljšave

(1) Teoretska izhodišča za preverjanje rešitev didaktičnega gradiva

Ogljikovi hidrati so polihidroksi-aldehidi in polihidroksi-ketoni

Maltoza (disaharid) kot osnovna enota škroba vsebuje proste polacetalne skupine, zato reducira Fehlingovo raztopino.

Dokazna reakcija glukoze s Fehlingovim reagentom temelji na redukcijski lastnosti glukoze, ki reducira Cu^{2+} v Cu^{1+} , pri čemer se izloča rdeč Cu_2O .

Dokazna reakcija škroba z jodovico temelji na tvorbi klatrata, nastalega med makromolekulo škroba in molekulo joda, pri čemer se pojavi modro obarvanje.

Pri segrevanju modra barva izgine, pri hlajenju se znova pojavlja.

Encimatska hidroliza škroba: encim v sline hidrolizira škrob do glukoze.

Dokazna reakcija z jodovico je podobna kot pri škrobu, le barva je drugačna

(2) Pojemni slovarček

POJEM	POMEN
hidroliza	Kemijska reakcija ionov soli z vodikovimi ali hidroksidni ioni vode, zato so vodne raztopine teh soli kisle ali bazične.
Pantomimsko EG	Eksperimentalno Geslo: naslov eksperimenta s pantomimskim izvajanjem.
Dijakipantomimik-eksperimentator	Dijak, ki simulira eksperimentalno delo z izvajanjem gibalnih motivov ob uporabi izbranih pripomočkov.
Dijaki pantomimiki-opazovalci	Dijaki, ki simulirajo eksperimentalna opažanja z izvajanjem gibalnih motivov.
Dijaki -razlagalci	Dijaki, ki v gibalnih motivih prepoznavajo eksperimentalne pojme in teoretsko pojasnjujejo ter ugotavljajo rešitve kemijskih problemskih nalog.
Gibalni motiv	Strokovni (npr. kemijski) pojem, ponazorjen (vizualiziran) z izbrano gibalno dejavnostjo.
Klatrat	Spojina z večjimi molekulami
Fehlingov	Pripravljena raztopina (bakrovega sulfata in kalijevega natrijevega tartrata) za ugotavljanje glukoze v vzorcih različnih

reagent	snovi.
Jodovica	Raztopina joda in kalijevega jodida.
Dekstrin	Razkrojni produkt škroba, ki nastaja pri razgradnji le-tega.
Maltoza	Disaharid je 1,4' glikozid (glikozidna vez poteka med C ₁ prve molekule glukoze in OH skupino C ₄ druge molekule glukoze); nastaja pri hidrolizi škroba.
Amiloza	Polimerna nerazvejana gradbena enota škroba z 1 α -4 vezjo povezanimi glukoznimi enotami, ki ima obliko vijačnice.
Amilopektin	Polimerna razvejana gradbena enota škroba z 1 α -4 in 1 α -6 vezjo povezanimi glukoznimi enotami.
Glikozidi (acetali)	Acetali so spojine, nastale po reakciji aldehydne skupine z alkoholno -----OH skupino.

(3) Učni viri

Za dijake

- (1) Kornhauser, Aleksandra (1986). **Organska kemija II**. Organske kisikove spojine, Lipidi, Ogljikovi hidrati. DZS, Ljubljana.
- (2) Tišler, Miha (1995). **Organska kemija**. Srednje izobraževanje. 4. Izdaja, DZS, Ljubljana.
- (3) Vrtačnik, Margareta in Zupančič Brouwer Nataša (2002). **Organska kemija**. 1. Natis, TZS, Ljubljana.

Za učitelje:

- (1) Januschewsky, Jarisch (1983). **Chemie 2 für die Oberstufe**. Verlag Wilhem Braumüller, Wien.
- (2) Krepek, M. (2000). **Neverbalna komunikacija**. Diplomsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta Maribor..
- (3) **Katalogi znanja Kemija**, 68, 105, 170 ur SSI+ PT I (2007), Strokovni svet RS za splošno izobraževanje, Ljubljana.
- (4) **Kemija 2000**, Priročnik za učitelje 1. DZS, Ljubljana, str. 83.

(5) Tomažič, S. (mentorica D. Sikošek) (2005). **Pantomima kot oblika neverbalne komunikacije pri poučevanju kemije**. Diplomsko delo in Priloga A (pantomimsko delovno gradivo). Oddelek za kemijo, Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru.

(6) Vogeltnik, M. (2000). **Ustvarjalni gib**. Ljubljana: Zveza kulturnih organizacij Slovenije, 1993.

Razvrščanje - Katere so skupne lastnosti?

Dušan Krnel

Obdobje 1-3

Kompetence: sposobnost zbiranja podatkov: opazovanje, opisovanje, določanje spremenljivk, razvrščanje po eni in po dveh spremenljivkah.

Preprosta navodila za razvrščanje se glasijo: razdeli skupino, na primer zbirko semen, na manjše skupine, tako da si bodo vsa semena v posamezni skupini po nečem podobna. Pravzaprav ni ene same miselne strategije, značilne za proces razvrščanja. Razvrščanje pomeni poleg iskanja lastnosti tudi določanje ali pojasnjevanje cilja ali namena razvrščanja. Od tega je zopet odvisno, katere lastnosti izberemo za kriterij razvrščanja. Če je cilj razvrščanja semen spoznavanje načinov razširjenja semen, potem je kriterij razvrščanja zunanja oblika semena, ne pa na primer vrsta rastline (seme javorja, seme smreke, seme regrata...) Če ne izberemo prave spremenljivke, je razvrščanje neuspešno in začeti moramo znova. Pri tem naredimo miselni obrat, preusmerimo se na drugo spremenljivko, ki nas morda pripelje do pravilne razvrstitve.

Pri razvrščanju so lastnost ali kriteriji, po katerih razvrščamo, spremenljivke. Razvrščanje je lahko manj zahtevno, na primer po eni spremenljivki, ali bolj zahtevno, po dveh ali več spremenljivkah. Lahko je zaprto ali odprto. Pri zaprtem razvrščanju je pravilna le ena rešitev; uporabljamo ga takrat, ko želimo poudariti kriterij in imena skupine. Takšna so razvrščanja pri bioloških ključih. Odprto razvrščanje, pri katerem kriteriji niso določeni in je rešitev več, pa spodbuja veččino reševanja problemov, prožnost mišljenja in globlje razumevanje.

Navodila za učitelja

pripomočki

Skupina potrebuje zbirko snovi v kateri so tekočine (olje, voda, tekoči detergent, sadni sok...), trdne snovi v kosu (kos lesa, kos kamnine, kos, kovine, kos plastike) in trdne sipke snovi (mivka, moka, sladkor...) ter nekaj mazavih snovi (zobna pasta, maslo, majoneza).

Skupina potrebuje zbirko tekočin: voda, sadni sirup (malina), bistri sadni sok (jabolko), vinski kis, tekoči med, olje, mleko, tekoči detergent (bistri), tekoči šampon (moten), tekoče milo. Epruvete ali manjše posodice, ki jih lahko zapremo in stresamo ter kapalke.

Vsaka skupina potrebuje zbirko predmetov v kateri so semena, storži, kamnine, polžje hišice, lupine školjk in več manjših škatel ali posodic. Dve od njih naj bosta pregrajeni. Vanje lahko dajo na primer polžje hišice, vendar ločeno na morske in kopenske polže.

Skupina potrebuje zbirko živil v embalažah: moka, koruzni zdrob, prosena kaša, riž kakav v prahu, mleko, jogurt, majoneza, pašteta, ribe v konzervi...

Če želite dejavnost večkrat ponoviti, uporabite samo embalaže živil. Seveda se prej prepričajte, da otroci poznajo vsebino embalaže.

skupna priprava

Z učenci se pogovorite o razumevanju pojmov: razvrščanje, del in celota, množica in podmnožica ali razred in podrazred in element razreda, skupina, podskupina in podobno.

dejavnosti v skupinah

1. trdne snovi in tekočine

Prvo dejavnost naj učenci opravijo individualno, nato naj svoje rezultate razvrščanja primerjajo s sošolci. Nato pa kot skupina uporabijo zbirko snovi in

jih po opazovanju ponovno poskušajo razvrstiti. Preglejte razvrščanja in se pogovorite o odgovorih. Skupaj poskusite definirati, katere snovi so trdne in katere so tekočine. Eden od kriterijev za trdno snov je, da ima lastno obliko. Pri tem kriteriju pa se pojavi vprašanje, kaj je s snovmi, ki so zdrobljene v majhne delce in prav tako prevzamejo obliko posode v katerih jih hranimo. Težave pri razvrščanju povzročajo tudi mehke in mazave snovi na primer zobna pasta. Ali je to tekočina ali trdna, ali pa sodi v svojo kategorijo? Pri nekaterih učencih bo to sprožilo kognitivni konflikt. Sprejmite tudi drugačna razvrščanja različna od ustaljenih, če so le dovolj argumentirana. Opozorite jih, da je meja postavljena dogovorno. Eden od kriterijev za razvrščanje tekočin je vodoravna gladina. Poudarek naj bo na razvrščanju in na tem, kako pomemben je izbor kriterija glede na cilj razvrščanja. Snov je širši pojem kot tekočina, zato je v zbirki več snovi kot tekočin. Nekateri učenci bodo s tem imeli težave, saj pod snovi uvrščajo le trdne snovi.

2. Tekočine

Pri tej dejavnosti razvrščamo tekočine po videzu in po penjenju. Penjenje preverjamo tako, da kanemo kapljico tekočine v vodo in stresemo. Če se pojavi pena, tekočino vrstimo med tiste, ki se penijo.

- V stolpec prva lastnost skupine napišejo npr.: obarvane tekočine, brezbarvne tekočine, bistre ali motne, hitro tekoče ali počasni tekoče ...
- b) V stolpec druga lastnost skupine napišejo: se penijo se ne penijo.
- a. Obe razvrstitvi vnesejo v tabelo 2 X 2.

V nadaljevanju se bodo učenci srečali z dvojnim razvrščanjem. Opozorite jih na tabelo 2 X 2 ter na to, katere lastnosti morajo imeti tekočine v vsakem od štirih polj. Tabela 2 X 2 je preprost zgled razvrščanja po dveh kriterijih.

3. Pospravljanje v predale



Razvrščanje v predale je konkretno in uporabno. Dejavnost omogoča povezovati učne ali šolske situacije, kjer je razlog za razvrščanje lahko le organizacija znanja (pojmov), ter vsakdanjimi in uporabnimi razlogi za razvrščanje. Razvrščanje lahko temelji na popolnoma odprtih kriterijih; naloga pa je tudi dober kazalnik znanja, zlasti v razlikovanju živo, nekoč živo – neživo, plodovi – semena, školjke – polži, kamnine ... Z imenovanjem in pisanjem nalepk za škatle postane razvrščanje ozaveščeno, saj morajo razred ali podrazred poimenovati. Opozorite jih, da je razvrščanje smiselno le, če vodi k večjemu redu.

4. Živila

Razvrščanje živil je zgled odprtega razvrščanja. Opogumite učence, naj poleg zaznavnih ali prehrambenih kriterijev uporabljajo še druge. Poskusite povezati razvrščanje z učnimi vsebinami kot so: izvor živil (rastlinski- živalski), priprava (surovo-kuhano), dnevni obroki (zajtrk, kosilo, večerja). Znova opozorite učence, da morajo biti pri uporabi kriterijev dosledni, kriterij vselej velja za vso skupino elementov.

5. Premislimo, kaj smo delali

Zadnja dejavnost je namenjena refleksiji ali metakogniciji. Opogumite učence, naj pripovedujejo o tem, kako so se lotili različnih razvrščanj. Zakaj so bila nekatera razvrščanja lažja od drugih? Ugotovijo naj, da je preprosteje razvrščati znane predmete ali pojave kot neznane. V naravoslovju nam razvrščanje omogoča lažje pomnjenje, pregled in organizacijo znanja. Opozorite jih na različne kriterije razvrščanja: od konkretnih, kot so barva ali oblika, do funkcijskih ali še bolj abstraktnih, kot so kemijske reakcije ali življenjsko okolje. Če je to, kar želimo razvrščati, izbrano popolnoma slučajno,

je razvrščanje lahko zelo kompleksno in pogosto neuporabno. Zato je smiselno razvrščati podobne oz sorodne predmete ali pojave.

Delovni listi

1. trdne snovi in tekočine

Odključajte tiste snovi, za katere menite, da so trdne.

olje	
voda	
les	
kamnina	
kovina	
tekoči detergent	
sadni sok	
plastika	
mivka	
zobna pasta	
maslo	
majoneza	
moka	
sladkor	

Po čem ste se odločili, kaj je trdno? _____

Ali je v zbirki več snovi ali več tekočin? _____

2. Tekočine

Tekočine poimenujte ali jih označite s črkami od A do I.

a) Razdelite jih v dve skupini, ki se razlikujeta po videzu.

skupina	lastnost skupine	tekočina
1		
2		

b) Kapljico tekočine kanite v vodo in pretresite. Ali se pojavi pena

Po poskusu naredite novo razvrstitev tekočin glede na to ali se penijo.

skupina	lastnost skupine	tekočina
3		
4		

Ali veste, katere tekočine se penijo? _____

c) Uporabite obe lastnosti in tekočine razvrstite v štiri skupine: U, V, Z, Ž.

	skupina 1 lastnost skupine: _____	skupina 2 lastnost skupine: _____
skupina 3 lastnost skupine: _____	U	V
skupina 4 lastnost skupine: _____	Z	Ž

Katere lastnosti imajo tekočine v skupini U? _____

Katere lastnosti imajo tekočine v skupini Z in Ž? _____

3. Pospravljanje v predale

Razstavljene predmete razvrstite v škatle. Napišite skupno ime za predmete v škatli.

Kateri predmet je bilo najtežje razvrstiti? _____

Ali je škatel preveč ali premalo? _____

4. Živila

Oglejte si zbirko živil

Razvrstite jih v nekaj skupin in pri tem upoštevajte naslednja pravila:

- v vsaki skupini naj bosta najmanj dva predstavnika,
- v isti skupini morajo imeti vsi vsaj eno skupno lastnost,
- vsaka skupina se mora od druge razlikovati.

Poglejte razvrščanja drugih skupin.

Ali so živila razvrstili enako kot vaša skupina? _____

Po čem je vaše razvrščanje podobno razvrščanju drugih skupin? _____

Po čem se vaše razvrščanje razlikuje od razvrščanja drugih? _____

Ali je razvrstitev drugih skupin boljša od vaše? _____ Zakaj tako mislite?

5. Premislimo, kaj smo delali

Katero razvrščanje v zgornjih štirih nalogah je bilo zate najlažje (naredi kljukico) in katero najtežje (naredi križ)?

1. trdne snovi in tekočine
2. tekočine
3. pospravljanje v škatle
4. živila

Zakaj je bilo razvrščanje, ki si ga označil s kljukico, najlažje? _____

Zakaj je bilo razvrščanje, ki si ga označil s križem, najtežje? _____

Ali je še kdo od sošolcev podobno označil razvrščanja? _____

Kaj misliš, zakaj je dobro, da znaš razvrščati?

Operacijsko določanje lastnosti: Sestavljene spremenljivke

Dušan Krnel

Obdobje 5-6

Kompetence: sposobnost zbiranja podatkov: opazovanje, opisovanje, določanje spremenljivk, sposobnost interpretacije (razlage), prenos teorije v prakso (uporaba znanja), prilagajanje novim situacijam (premoščanje, posploševanje)

Sestavljene spremenljivke so zahtevno področje osnovnošolskega naravoslovja in vsaj delno vključujejo formalne oblike mišljenja. Sem sodijo spremenljivke, ki jih določata dve drugi spremenljivki, gostota je na primer določena z maso in prostornino, tlak je določen kot razmerje med silo in ploskvijo, koncentracijo določata masa topljenca in masa raztopine; hitrost je določena s potjo in časom sem sodi še gibalna količina in še nekatere druge. Najprej je kot sestavljena spremenljivka predstavljena gostota, ki je odločujoča lastnost pri plavanju teles v vodi. Za ugotovitev, da plavanje ni odvisno le od mase ali le od velikosti moramo upoštevati obe spremenljivki to pa pogosto povzroči kognitivni konflikt. Ta pa sproži razmišljanje na višjem nivoju, na nivoju formalnih operacij. O operacijskem določanju spremenljivk govorimo takrat, ko vrednosti spremenljivke določamo z neko dejavnostjo, poskusom ali operacijo.

Navodila za učitelja

Pripomočki

Za demonstracijo potrebujete: plastenke in v katere nasujemo različne količine mivke.

- 4 plastenke 0,5 L (Male) z maso od 200, 400, 600 in 800 g,
- 4 plastenke 1,0 L (Srednje) z maso od 600, 800, 1000 in 1200 g
- 6 plastenk 1,5 L (Velike), z maso od 600, 800, 1000, 1200, 1400 in 1600 g,
- plastenka x 1,0 L, masa 1200 g
- plastenka y 1,5 L, masa 1200 g plastenke naj bodo pobarvane z vodoodporno barvo ali ovite z neprozorno folijo
- večjo prozorno kad z vodo

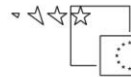
Skupna priprava

Učenci imajo s plavanjem teles že veliko izkušenj. Vedo na primer, da velike in težke ladje plavajo, majhna in lahka kovinska sponka pa v vodi potone. Ko jih vprašate, kaj je odločujoče za to, da nek predmet plava, bodo naštevali velikost, prostornino, težo, vsebnost zraka, votlost, nekateri bodo najbrž omenili tudi gostoto. Omejite se na eno spremenljivko in postavite vprašanje, kako bi ugotovili, da masa teles vpliva na plavanje. Ali pa kako bi ugotovili, da velikost oziroma prostornina telesa vpliva na plavanje.

Na vprašanja naj razmišljajo v skupinah. Najbrž bo katera od skupin predlagala, da moramo spreminjati maso, vse ostale spremenljivke pa morajo ostati nespremenjene (konstantne). Če odgovora ne bo, jih spomnite na učno enoto pošten poskus.

DEJAVNOSTI V SKUPINAH

Gostota



A. Pokažite zbirko plastenik različnih velikosti in različne mase. Izberite jih nekaj in jih postavite v vodo. Nekatere bodo plavale, druge potonile. Od česa je torej odvisna plovnost? Nato začnejo s prvo vajo na delovnem listu. Izberejo 4 plastenke iste velikosti, jih stehtajo in preizkusijo v vodi. Ker so vse plastenke enake velikosti, se razlikujejo le po masi. Iz podatkov ugotovijo: večja je masa, večja je verjetnost, da bo plastenka potonila. Torej je plovnost odvisna od mase. To je konkretna zveza med odvisno in neodvisno spremenljivko.

B. Naredijo drugi poskus, kjer imajo različno velike plastenke z enako maso in spreminjajo velikost. Verjetno se bo pri tem ena od plastenik potopila, druge pa bodo plavale. Če imajo plastenke enako maso in različno velikost, je večja verjetnost, da se bo potopila manjša (najmanjša plastenka). Plovnost je torej odvisna od velikosti. Zaključek lahko pri nekaterih sproži kognitivni konflikt. Vendar gre tudi tu za konkretno zvezo med neodvisno spremenljivko velikost in odvisno spremenljivko plovnost.

C. Predstavite plastenki X in Y. Naloge naj rešujejo v skupini. Opozorite jih na rezultate in zaključke prejšnjih poskusov. Odločujoča je masa, vendar glede na velikost, ali odločujoča je velikost, vendar glede na maso. Noto izpolnijo tabelo v nalogi C. Zakonitost, ki jo lahko odkrijejo je, da je plovnost odvisna od razmerja med maso in velikostjo (prostornino): to bodo najbrž povedali v konkretnější obliki. Na primer, potonejo vse male plastenke, ki so težje od 400 g, srednje ki so težje od 1000 g in tako dalje. Zakonitost, ki jo lahko ugotovijo je tudi, večje plastenke so lahko težje. Vsekakor vztrajajte, da omenjajo obe spremenljivki. Pojem gostota najbrž že poznajo. Ker gre pri plavajočih predmetih pogosto za povprečno gostoto snovi, se omejite na matematično razmerje med maso in prostornino. Opozorite jih, da je pomembna celotna prostornina posode, ne le tisti del, ki je napolnjen z mivko, oziroma prostornina mivke. Tu je ponovna možnost nastanka kognitivnega konflikta.

Še več premišljevanja o plavanju

Sledi stopnja posploševanja. Naloge naj rešujejo v skupinah ali v parih.

A. Iz napisanih primerov lahko sklepajo, da mora biti masa številčno manjša od prostornine, da plodovi plavajo. Jabolko plava, korenje potone, pomaranča potone, krompir potone.

B. Samo iz mase trajekta ne moremo sklepati ali bo plaval ali pa bo potonil.

Še druge sestavljene spremenljivke

V nadaljevanju spoznajo še druge sestavljene spremenljivke. Namen nalog je premoščanje od gostote k drugim spremenljivkam, pri tem pa se ohranja pojem sestavljena spremenljivka. Prva naloga obravnava tlak, če je učencem beseda znana jo uporabite. Bliže jim bo najbrž besed pritisk, ki bolje opisuje to spremenljivko.

Če bi bila opeka težja, bi se sneg tudi pri največji ploskvi globlje vdrl.

Koliko se sneg vdre, je odvisno od mase in od velikosti ploskve krpelj.

Sneg se globlje vdira Andreju, saj večja mas deluje na enako ploskev. Spremeniti (zvečati) bi moral površino krpelj.

Anica se ukvarja s koncentracijo, ki je prav tako sestavljena spremenljivka. Koncentracijo raztopine lahko spremenimo, če spremenimo količino topljenca ali količino topila.

Limonada ima enak okus v kozarcu in v steklenici v obeh posodah sta limonin sok in sladkor v enakem razmerju z vodo. Torej je koncentracija in s tem okus enak.

Limonado v steklenici, bi morali razredčiti.

Hitrost je razmerje med potjo in časom. Ker je Sergej porabil več časa za isto pot, je vozil počasneje. Ker je hitrost sestavljena spremenljivka, je samo z eno spremenljivko ne moremo oceniti ali določiti.

Še nekaj premišljevanja

Naloga je namenjena metakogniciji. Ponovno premišljevanje o tem, kaj so sestavljene spremenljivke in katere konkretne spremenljivke določajo sestavljene spremenljivke, ki smo jih obravnavali.

Skupni zaključek

Poiščite še druge sestavljene spremenljivke, na primer pretok vode, ki je omenjen v učbeniku (6. razred vodni tok). Opozorite in pogovorite se zlasti o pojmu hitrost, ki ga uporabljamo za opis različnih pojavov ne le gibanja. Če nekdo hitro poje kosilo, pomeni, da je enak obrok pojedel v krajšem času kot drugi in podobno.

Delovni listi

Gostota

V zbirki plastenek so plastenke različne velikosti in različne teže.

A. Izberite 4 plastenke iste velikosti, jih stehtajte in preizkusite ali plavajo ali se potopijo.

plastenka	masa	Plava ali tone (P ali T)
1		
2		
3		
4		

Kaj so pri tem poskusu spremenljivke?

Kakšno ugotovitev lahko zapišete?

B. S tehtanjem izberite tri plastenke z enako maso, ki so različno velike. Preizkusite ali plavajo ali se potopijo?

Velikost (M, S, V)	masa	P ali T

Kaj so pri tem poskusu spremenljivke?

Kakšno ugotovitev lahko zapišete?

C. Preizkusite plastenko z oznako X. Plastenka X naj ima enako velikost kot plastenka S, ki je plavala in enako maso kot plastenka V (1200 g), ki je tudi plavala. Kakšna je vaša napoved? Bo plastenka X plavala ali se bo potopila?

Preizkusite plastenko z oznako Y. Plastenka Y ima enako velikost kot plastenka V (1600 g), ki je potonila in enako maso kot plastenka S (1200 g), ki je tudi potonila. Kakšna je vaša napoved? Bo plastenka Y plavala ali se bo potopila?

Katere so spremenljivke. Kaj moraš upoštevati, da lahko napoveš ali po predmet plaval ali se potopil.

Preizkusite: plastenka X

Plastenka Y

V tabelo vnesi podatke iz prejšnjih poskusov, tudi za plastenki X in Y. Za vsako od posod v tabeli (prazno okence) napovejte, ali plava ali potone!

Masa/velikost	M (500 ml)	S (1000 ml)	V (1500 ml)
200 g			
400 g			
600 g			
800 g			
1000 g			
1200 g			
1400 g			
1600 g			
1800 g			

Ali ste odkrili zakonitost? _____

Katera plastenka plava in katera plastenka potone?

Kako se imenuje sestavljena spremenljivka iz mase in prostornine, ki nam pove ali bo nek predmet plaval ali ne.

2. Še več premišljevanja o plavanju.

A Paprika ima prostornino 250 cm^3 in maso 100 g ter plava na vodi. Breskev pa ima enako prostornino 250 cm^3 in maso 300 g ter v vodi potone.

Kaj lahko napoveste za:

Jabolko: prostornina 300 cm^3 in masa 250 g.

Korenje: prostornina 150 cm^3 in masa 200 g.

Pomaranča: prostornina 300 cm^3 in masa 350 g.

Krompir: prostornina 100 cm^3 in masa 120 g.

B. V ladjedelnici so zgradili tanker. Tanker tehta 300 000 ton. Ali lahko le s tem podatkom napoveste ali bo tanker plaval ali ne?

3. Še druge sestavljene spremenljivke

A. Če položite opeko na mehak sneg, se bo sneg pod opeko vdrl. Najmanj globoko se opeka pogrezne v sneg, če jo položite na največjo ploskev in najgloblje, če je položite na najmanjšo ploskev. Čeprav je masa opeke v vseh primerih enaka. (slika)

Kaj bi se zgodilo, če bi bila opeka težja, a enako velika?

Od česa je torej odvisno, koliko se bo sneg vdrl? Kaj so spremenljivke?

B. Dva pohodnika, Aljaž in Andrej uporabljata za hojo po snegu krplje. Aljaž tehta 65 kg, Andrej pa 85 kg. Oba imata enako velike krplje.

Kateremu se sneg globlje udara?

Kaj bi moral spremeniti, da bi lažje hodil?

C. Anica je za svoje prijatelje pripravljala limonado. Ker ni imela dovolj velikega vrča, je limonado naredila v treh posodah.

V kozarec, ki ima prostornino $\frac{1}{2}$ litra, je ožela 1 limono in dodala 1 žlico sladkorja, v vrč, ki ima prostornino 1 liter je ožela 1 celo in $\frac{1}{2}$ limone in dodala 2 žlici sladkorja, v steklenico, ki ima 2 litra je ožela 4 limone in 4 žlice sladkorja.

V katerih posodah je imela limonada enak okus?

Kako to veste? _____

Od česa je odvisen okus limonade? Kaj so spremenljivke?

Kaj bi morali narediti z limonado v steklenici, da bi dobila enak okus kot limonada v vrču?

Č. Sergej in Jože sta kolesarila. Jože je prevozil 10 km v 30 minutah, Sergej pa isto pot v 35 minutah.

Kdo je bil hitrejši? _____

Kako to veste? _____

Ali bi lahko povedali, kdo je hitrejši, če bi vedeli le koliko časa sta vozila, nič pa kakšno razdaljo sta prevozila?

Kaj torej pomeni hitrost? _____

4. Še nekaj premišljevanja

Kaj je skupno vsem obravnavanim spremenljivkam?

Ali predmet plava ali potone je odvisno od njegove gostote. Gostota pa je odvisna od _____ in _____.

Koliko se predmet pogrezne v mehko podlago, ali s kakšno silo pritiska na površino ni odvisno le od teže ampak tudi od _____.

Kakšen okus bo imela limonada ali kakšna je koncentracija limoninega soka in sladkorja ni odvisno le od količine vode ampak tudi od _____.

Hitrost pomeni, kolikšno pot prevozimo v _____.

Raziskovanje: Koliko velikih in koliko majhnih semen je v vreči?

Dušan Krnel

Vzorčenje

Obdobje 7-9

Kompetence: sposobnost zbiranja podatkov, opazovanje, opisovanje, določanje spremenljivk, sposobnost interpretacije (razlage); organiziranje in načrtovanje dela; sposobnost samostojnega in timskega dela; sposobnost interpretacije; sposobnost sinteze zaključkov; sposobnost analize, prenos teorije v prakso (uporaba znanja), prilagajanje novim situacijam (premoščanje, posploševanje)

Cilj dejavnosti vodi k spoznavanju obravnavanja pojavov v naravi in družbi, kjer je osebkov, ki tvorijo množico (populacijo), ki jo raziskujemo preveč, da bi lahko vsakega raziskali, tako da bi ga izmerili, opazovali in podobno. Zato raziskovanje izvedemo na manjši množici živali, rastlin ali ljudi. To manjšo podmnožico imenujemo vzorec. Vzorec mora imeti take lastnosti, da dovolj dobro predstavlja celotno množico. Pri tem uporabljamo predpostavko, čim večji je vzorec, tem bolje predstavlja celotno množico, oziroma tem bolj je reprezentativen. Ker pa je enostavneje in bolj ekonomično delati z manjšim vzorcem nas zanima, kako velik naj bo vzorec, ki bo zadovoljivo predstavljal celotno populacijo.

Učenci spoznavajo pojem vzorčenje. Vzorec naj bi predstavljal vse kombinacije spremenljivk, ki so v celotni množici, zato lahko že iz vzorca sklepamo na zvezo med vzrokom in posledico ali na povezavo (korelacijo) med spremenljivkami. Za razliko od spremenljivk, ki jih lahko merimo in izrazimo s številom, imamo v biologiji pogosto opraviti z opisnimi spremenljivkami. Teh pa je lahko toliko, da jih na primer le pri enem zrnju

fižola ne moremo opaziti. Pri večjem številu zrn lahko z večjo gotovostjo trdimo, da smo opisali vse spremenljivke, še vedno pa govorimo le o dovolj visoki verjetnosti, da so spremenljivke v celotni populaciji v enaki zvezi kot v preiskovanem vzorcu.

Navodila za učitelja

Pripomočki

Potrebujete vrečko z 150 do 200 fižolovimi semeni, ki se očitno razlikujejo v velikosti. Fižol naj bo iste sorte. Razmerje med velikimi in malimi semeni ne sme biti preveliko, najbolje je 50 : 50.

Neprozorne vrečke, v kateri bodo imele skupine po deset fižolov.

Merilo za fižol (slika) .

Skupna priprava

Začnite pogovor s tem, da so dejavnosti namenjene spoznavanju vzorčenja. Pomagajte si s primerom, ki ga poznajo, na primer z anketiranjem ali zbiranjem mnenj. Koliko gledalcev gleda neko oddajo, ali je dovolj, če za mnenje vprašamo le 10 učencev, pa še te iz istega razreda. Ali pa raziskava o priljubljenosti določenih osebnosti. Pogovor navežite na vrečko s fižolom, kaj bi naredili, da bi odkrili čim več lastnosti fižola v vrečki. Ali je dovolj, če izvlečemo pest fižola in bomo že vedeli, kakšen je fižol v vrečki.

Skupinam želimo iz vrečke razdeliti deset fižolov, kako moramo ravnati, da bodo vse skupine, dobile približno enak vzorec fižola? Upoštevajte zamisli, ki so jih dali učenci, če jih ni, pred vsako delitvijo posodo z zrnji pretresite. Zajemite pest fižola in jih deset odštejte. Postopek ponovite za vsako skupino.

DEJAVNOSTI V SKUPINAH

Po čem se semena fižola razlikujejo?

Učenci opazujejo v čem so si semena podobna in v čem se razlikujejo. Uporabijo naj merilo [----] in fižole razvrstijo na velike in majhne ter oboje preštejejo. Opozorite jih, da je to poleg barve najbolj očitna lastnost. Skupine naj primerjajo svoje rezultate. Koliko majhnih in koliko velikih semen je naštela vsaka skupina? Po čem so se še razlikovala semena po skupinah?

Koliko velikih in koliko majhnih semen je v vrečki?

Učenci iz vrečke vzamejo le dva fižola, in zapišejo rezultat v tabelo. To ponovijo desetkrat. Sledi razprava o tem ali iz vzorca dveh fižolov lahko sklepamo kakšni so fižoli v vrečki. Opozorite jih na to, da so včasih zajeli le dva velika fižola, drugič pa dva majhna. Seštejejo vse majhne in velik fižole po desetih izborih in ocenijo razmerje med velikimi in majhnimi fižoli. Rezultate naj primerjajo med skupinami. Razgovor končajte z vprašanjem koliko fižolov, bi morali vzeti iz vreče, da bi ugotovili v kakšnem razmerju so veliki in mali fižoli, ne do bi prešteli vse fižole. Primerjate ocene vseh skupin (razmerje veliki : majhni) in dejansko razmerje v vrečki. Ugotovite lahko, da z vzorcem 10 fižolov in desetimi ponovitvami izborov dovolj dobro ocenimo razmerje med velikimi in majhnimi fižoli.

Ali iz majhnega semena zraste majhna rastlina?

Vsak učenec iz skupine vzame iz vrečke 1 seme fižola in si zapiše ali je vzel majhno ali veliko seme. Semena posadijo za naslednjo vajo, pri kateri bodo ugotavljali ali je velikost poganjka odvisna od velikosti semena.

Skupni zaključek

Dejavnosti zaključite s premoščanjem. Poiščite podobne primere, ko na celotno populacijo sklepamo po vzorcu (volitve v parlament, kdo so

uporabniki mobilnih telefonov, kdo so bralci določenega časopisa, ...).
Znova pojasnite, zakaj je premajhen vzorec lahko pristranski.

Delovni listi

Po čem se semena fižola razlikujejo?

V vrečki je 10 semen fižola. Semena fižola so bila izbrana slučajno.

Semena natančno opazujte.

Napišite vsaj eno lastnost, ki je enaka vsem semenom, ki ste jih dobili?

Napišite vsaj eno lastnost po kateri se semena med seboj razlikujejo?

Semena se razlikujejo tudi po velikosti. Uporabite merilo in razvrstite semena v dve skupini na velika in majhna semena.

Število majhnih semen	Število velikih semen

Primerjajte rezultate z drugimi skupinami.

Ali so vse skupine našle majhna in velika semena v vzorcu 10 semen?

Koliko velikih in koliko malih semen je v vrečki?

10 semen, ki jih ima skupina, vrnite v vrečko. Vrečko pretresite in iz nje vzemite dve semeni, ne da bi gledali v vrečko.

V tabelo napišite, koliko je bilo velikih oz. majhnih semen pri tem poskusu.

Semeni vrnite v vrečko, pretresite in ponovno vzemite iz vrečke dve semeni, napišite kakšen je izid.

Izbor semen ponovite še osemkrat, da bo nastalo v tabeli 10 zapisov.

vzorec	Število malih semen	Število velikih semen
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

8		
9		
10		
skupaj		

Kolikokrat v vzorcu dveh semen, ni bilo velikih semen? _____

Kolikokrat v vzorcu dveh semen, ni bilo malih semen? _____

Ali bi odkrili, da so v vrečki velika in majhna semena, če bi le enkrat vzeli iz vrečke dve semeni?

Pojasni svoj odgovor. Kako to veš? _____

V tabelo napiši, koliko velikih in koliko majhnih semen je določila vsaka skupina po desetih izborih.

skupina	Število velikih semen	Število malih semen

Ali je bilo v katerih od skupin enako število malih in velikih semen?

Koliko velikih semen je bilo v vzorcu, kjer je bilo največ velikih semen?

Koliko velikih semen je bilo v vzorcu semen, kje je bilo najmanj velikih semen?

Kakšna je vaša ocena razmerja med velikimi in majhnimi semeni v vrečki?

Primerjajte vašo oceno in razmerje med velikimi in majhnimi fižoli v vrečki.

Kako natančno ste ocenil, koliko velikih in koliko majhnih semen je v vrečki?

Če bi semena imela še kakšno lastnost, ki je niste opazili, ali bi bil vzorec desetih fižolov dovolj, da bi to lastnost spoznali?

Ali iz majhnega semena zraste majhna rastlina?

Vsak iz skupine naj izbere eno fižolovo seme.

Seme posadite v posodice, nanjo napišite svoje ime in označite ali je bilo seme veliko ali majhno.

Kaj mislite, ali je velikost rastline določena s tem, ali je zrasla iz velikega ali iz malega semena?

Raziskovanje: Ali iz majhnih semen zraste majhna rastlina?

Dušan Krnel

Obdobje 7-9

Kompetence: sposobnost zbiranja podatkov, opazovanje, opisovanje, določanje spremenljivk, sposobnost interpretacije (razlage); organiziranje in načrtovanje dela; sposobnost samostojnega in timskega dela; sposobnost interpretacije; sposobnost sinteze zaključkov; sposobnost analize; prenos teorije v prakso (uporaba znanja); prilagajanje novim situacijam (premoščanje, posploševanje); uporaba matematičnih idej in tehnik

Ne da bi premišljevali, se nam ponuja odgovor: iz majhnih semen zraste majhna rastlina, iz velikih semen velika rastlina. Našo trditev bi lahko preverili tako, da bi posadilo eno majhno seme in eno veliko seme in počakali kaj bo zraslo. Če bi samo enkrat preverjali napoved, bi jo mogoče celo potrdili. Če pa bi večkrat poskusili, bi bili rezultati različni. Seme ima preveč lastnosti in vseh niti ne poznamo. Zato lahko na tako vprašanje odgovorimo le tako, da preizkušamo kalitev večjega števila majhnih semen in večjega števila velikih semen. Če se tu pokaže razlika v številu velikih in majhnih rastlin lahko z določeno stopnjo verjetnosti potrdimo našo napoved ali pa jo ovržemo. Da pa to lahko številčno izrazimo in primerjamo razlike med velikimi in majhnimi rastlinami potrebujemo za vsako skupino neko povprečno srednjo vrednost. Ta učna enota seznaja učence s spremenljivkami, ki jim lahko določimo le srednje vrednosti. Za določitev teh pa potrebujemo večje število podatkov. Ena od srednjih vrednosti, ki jo lahko dovolj preprosto določimo je **mediana**. To je vrednost spremenljivke, ki ja na sredini urejene vrste podatkov. Precej pa nam o srednji vrednost pove tudi rang, to je razpon v katerem se gibljejo

vrednosti spremenljivke. Iz podatkov, ki so napisani v obliki grafov ali tabel, lahko učenci kmalu dojamajo pomen takega urejenega zbiranja.

Dejavnosti potekajo na konkretnem ravni. Kognitivni konflikt se bo pojavil le ob spoznanju, da za velikost rastline ni pomembna velikost semena ali pa, da iz razpona vrednosti že veliko zveemo o srednji vrednosti. Cilj tovrstne dejavnosti pa je seveda spoznanje, da moramo pri nekaterih raziskavah opraviti vrsto poskusov in zbrati veliko podatkov, preden lahko odgovorimo na raziskovalno vprašanje.

Navodila za učitelja

Pripomočki

- Vsak učenec potrebuje svojo rastlino, za katero ve ali je zrasla iz majhnega ali iz velikega semena.
- merilo (ravnilo)

Skupna priprava

Najprej naj učenci opazujejo rastline, ki so zrasle iz semen. Ponovite raziskovalno vprašanje: ali iz majhnih semen zraste majhna rastlina in iz velikih semen velika rastlina. Ali lahko samo s podatki o svoji rastlini odgovorijo na to vprašanje? Primerjajo naj rezultate med seboj. Kako bi prišli do skupnega odgovora? Morda se pojavi zamisel o srednji vrednosti ali o povprečju.

Rastline naj vzamejo iz prsti. Dogovorite se, kaj je steblo in kako boste merili dolžino stebila?

DEJAVNOSTI

Merjenje velikosti rastlin

Izmerijo naj dolžino stebel svojih rastlin in rezultate napišejo v tabelo. Skupno tabelo napišite še na tablo ali na prosojnico.

Pogovorite se o tem ali iz podatkov že lahko odgovorijo na raziskovalno vprašanje. Kako bi podatke še drugače lahko napisali, upodobili, razvrstili, da bi lahko z večjo gotovostjo odgovorili na vprašanje. Poskusite premestiti problem še z drugimi primeri. Kako velik je povprečen dvanajstletnik? Kaj pomeni povprečen, ali kakšen je povprečen rezultat pri preizkusu znanja iz naravoslovja.

Združevanje podatkov

Nadaljujte z dejavnostjo določanja mediane in ranga. Mediana je tista vrednost, ki je na sredini. Rang pa nam pove v kakšnem območju so podatki. Pojmov ni potrebno natančneje definirati, dovolj je, če bodo zaslutili, da sta to podatka, ki sta povezana s povprečjem.

Za ilustracijo lahko uporabite primer.

Velikosti rastlin : 6,0; 5,1; 5,5; 4,0; 4,2; 4,8; 3,3; 3,4; 2,1

Podatke razvrstimo v intervale celih števil. V intervalu 8-9 so vse vrednosti, med 8,0 cm in 9,0 cm.

interval	Izmerjene vrednosti v cm
8 do 9	
7 do 8	
6 do 7	6,0
5 do 6	5,1 5,5
4 do 5	4,0 4,2 4,8
3 do 4	3,3 3,4
2 do 3	2,1
1 do 2	

Tabela 18: Velikosti rastlin

Ker je meritev devet, je mediana peta vrednost po vrsti, to je 4,2. Rang pa je od 2,1 cm do 6,0 cm.



Največ rastlin je v intervalu od 4.0 do 5.0 cm.

Nadaljujte z urejanjem zbranih podatkov. Zberite podatke vseh učencev in določite mediano in rang za mala semena posebej in za velika semena posebej. Preverite, ali vsi uporabljajo iste podatke in pridejo do istega rezultata. Pogovorite se o tem, da mediana predstavlja srednjo vrednost za izbrane podatke, pa tudi kaj nam določa rang in v katerem intervalu je največ podatkov.

Skupni zaključek

Primerjajte rezultate. Ali lahko odgovorite na raziskovalno vprašanje? Večinoma ni zveze med velikostjo semen in velikostjo poganjkov ali velikostjo semen in velikostjo rastlin: navedite nekaj primerov (smreka in nekatera druga drevesa imajo majhna semena). S tem v zvezi se pogovorite o biološki pestrosti. Pogovor napeljite tudi na to koliko smo lahko prepričani v naše odgovore, ali je bil vzorec semen dovolj velik. Poudarite, da gre pri takih statističnih obdelavah vedno le za določeno stopnjo verjetnosti, in da ni absolutnega odgovora da ali ne. To je dokaj zahtevno razmišljanje, ki nas vrne k razmišljanju o velikosti vzorca.

Če so učenci še motivirani nadaljujte s premoščanjem. Postavite vprašanje kako bi ugotovili katere avtomobilске pnevmatike dveh različnih proizvajalcev se manj obrabijo.

Pri tem morajo uporabiti pridobljeno znanje, določiti vzorec, spremenljivke, pogoje poskusa (pošten poskus) in izmeriti mediano in rang za obrabo pnevmatik dveh proizvajalcev. Le tako lahko zadovoljivo odgovorijo na postavljeno vprašanje.

Delovni listi

Oglej si rastlino fižola, ki je vzknila. Nekatere rastline so zrasle iz majhnih, druge iz velikih semen.

Ali lahko trdimo, da je iz majhnih semen zrasla majhna rastlina in podobna za velika semena?

Merjenje velikosti rastlin

Izmeri velikost stebila svoje rastline in podatke za ves razred vpišite v tabelo.

Velika semena		Majhna semena	
Ime učenca	Dolžina stebila	Ime učenca	Dolžina stebila

Ali lahko trdite, da iz majhnih semen zraste manjša rastlina kot iz velikih semen.

Združevanje podatkov

Določite intervale in v tabelo napišite podatke za vse rastline v razredu.

Določite mediano in rang za velika in mala semena.

Pomagajte si s spodnjim primerom.

Primer:

Velika semena	
Interval	velikost rastlin v cm
6 do 7 cm	6,0
5 do 6 cm	5,1; 5,5
4 do 5 cm	4,0; 4,2 ; 4,8
3 do 4 cm	3,3; 3,4
2 do 3 cm	2,1

Mediana je 4,2.

Rang je od 2,1 do 6,0 cm.

Največ rastlin je v intervalu od 4 do 5 cm.

Velika semena		Majhna semena	
interval	velikost rastlin v cm	interval	velikost rastlin v cm

Velika semena

Majhna semena

mediana: _____

mediana: _____

rang: _____

rang: _____

Primerjajte mediani za velika in mala semena.

Ali je razlika v velikost rastlin, odvisna od velikosti semena?

Kako to veste?

Napovedovanje

Dušan Krnel

obdobje 5-6

Kompetence: sposobnost zbiranja podatkov: opazovanje, opisovanje, določanje spremenljivk, sposobnost interpretacije (razlage), prenos teorije v prakso (uporaba znanja), prilagajanje novim situacijam (premoščanje, posploševanje)

Namen učne enote je opozoriti na razliko med napovedovanjem in ugibanjem. V naravoslovju temelji napovedovanje na naravoslovnih zakonih, ki so nastali po sistematičnih opazovanjih in eksperimentiranju. Preprosta oblika tovrstnega napovedovanja je branje grafov. Druga oblika utemeljene napovedi temelji na sklepanju, ki je ena od operacij logičnega mišljenja, (dedukcija, tranzitivnost, ...). Napovedovanje je pomembno za razvoj metakognicije, saj vsaka napoved zahteva premislek in utemeljitev: to vem, ker se je podobno zgodilo pri tem poskusu, ali to je podobno kot če bi,.... Metakognicija je na delu tudi pri izbiri znanja, ki ga učenec uporabi pri napovedi, ali napoved oblikuje po izkušnjah iz vsakdanjega življenja ali uporabi »šolsko« znanje.

Navodila za učitelja

Skupna priprava

Pogovorite se o napovedovanju v vsakdanjem življenju. Napovedovanje vremena, napovedovanju cen goriva, napovedovanju izbruha neke bolezni, prometnih konic ali pa napovedovanju vsakdanjih pojavov: kam pade predmet, če ga izpustimo z višine 2 m. Na čem temeljijo napovedi (izkušnjah,

znanju, zbiranju podatkov, posploševanju, ugotavljanju zakonitosti, trendov...). Pomembno je, da napoved temelji na znanju, razmišljanju in sklepanju in ne na ugibanju.

DEJAVNOSTI V SKUPINAH

Valji

Iz podatkov v tabeli sklepamo, čim manj je mivke, krajša je razdalja. Zato mora biti v valju D največ mivke.

Tekočine

Na dnu posode bo sirup. Napoved lahko temelji na izkušnjah, ali pa na sklepanju: ker olje plava na vodi in voda plava na sirupu, bo tudi olje plavalo na sirupu.

Kocki

Pri dvakratni povečavi stranice se prostornina poveča 8- krat. Čeprav tega učenci najbrž ne bodo vedeli, je na tej stopnji dovolj, da napovedo rezultat, ki je večji od dvakratnega povečanja. Napoved temelji na analogiji večja stranica, večja prostornina. Naloga pogosto sproži kognitivni konflikt, saj za dvakratno povečanje stranice ne pričakujejo 8- kratnega povečanja prostornine.

Prelivanje

Voda v drugem valju bo segala višje. Bolj kot pravilna napoved je pomembna utemeljitev. Uporabiti morajo operacijo kompenzacije: ožja posoda - višja gladina za enako prostornino vode.

Presipanje

Cev lija bi morala biti širša od 4 mm. Sklepanje temelji na razmerju: širša cev, krajši čas.

Mešanje

Vrtnarju ni uspelo pripraviti mešanice: Napoved temelji na znanju – zakonitosti: podobno se topi (meša) v podobnem; ali na tranzitivnosti: ker se Rastin meša z vodo, olje pa se ne meša z vodo, Žužkomor pa se meša z oljem, se tudi Žužkomor ne meša z Rastinom.

Raztapljanje

V najkrajšem času se raztopi sladkor v prahu. Napoved temelji na znanju: hitrost raztapljanja je odvisna od velikosti delcev, čim manjši so delci, tem krajši je čas raztapljanja.

Skupni zaključek

Skupine naj poročajo o svojih napovedih, pri tistih formulacijah odgovorov, ki vodjo v smiselno sklepanje in utemeljevanje jim pomagajte oblikovati odgovor. Poročanje je priložnost za metakognicijo. Kje, pri katerih učnih enotah smo uporabljali podobne miselne operacije (določanje spremenljivk, interakcija, ugotavljanje odvisnosti, iskanje kombinacij...).

Delovni listi

Valji

Valji so napolnjeni z različno količino mivke. Spustili smo jih po klancu in izmerili razdaljo do katere so se prikotatili.

Koliko mivke je v valju D?

Valji	razdalja
A 	10
B 	25
C 	10
D 	30

Kako to veste?

Tekočine

V posodo smo nalili vodo in olje.

Olje je plavalo na vodi.

V posodo smo nalili vodo in sirup.

Voda je plavala na sirupu.

V vodo nalijemo sirup in olje

Kaj bo na dnu posode olje ali sirup.

Kako to veste?

Kocki

Večja kocka ima stranico 2 - krat večjo od manjše. Če manjšo kocko potopimo v vodo, naraste voda v valju za 8 črtic. Za koliko se dvigne voda v valju, če vanj potopimo večjo kocko.

Kako to veste? _____

Prelivanje

Vodo iz prvega valja prelijemo v drugi valj. Ali bo voda v drugem valju enako visoko, nad oznako ali pod oznako?

I. valj

II. valj

Kako to veste? _____

Presipanje

Enaka količina mivke so presipali skozi lije, ki so imeli različno široke cevi. Merili so čas pretoka.

premer	Čas pretoka
2 mm	6 min
4 mm	4 min

Želeli so, da bi mivka tekla skozi valj približno 1 minuto, kakšna naj bo cev lija, večja ali manjša od 4 mm?

Mešanje

Vrtnar je želel zmešati med seboj dva tekoča pesticida: Rastin in Žužkomor. Rastin se meša z vodo, Žužkomor se dobro meša z oljem.

Ali mu je uspelo pripraviti mešanico? _____

Kako to veste? _____

Raztapljanje

Miha in Metka sta v tri lončke z vodo stresla enake količine sladkorja v kockah, sladkorja v kristalčkih in sladkorja v prahu ter mešala. Kateri sladkor se je raztopil v najkrajšem času?

Kako to veste? _____