Posodobitve pouka v gimnazijski praksi

KEMIJA

Splošna in anorganska kemija

Anita Poberžnik
mag. Andreja Bačnik
dr. Nataša Bukovec
dr. Margareta Vrtačnik
mag. Tončka Požek - Novak
dr. Vesna Ferk Savec
Bernarda Trstenjak
Jožica Nusdorfer
Branka Klemenčič
Mateja Godec
Jožica Kovač
Alenka Mozer
Marta Lukanec
Sanja Cvar
mag. Mojca Orel
Stanislava Florijančič
Breda Novak
Darja Kravanja
Zdenka Keuc

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi

Kemija

Uredili:	Anita Poberžnik, mag. Andreja Bačnik
Avtorji:	dr. Nataša Bukovec, dr. Margareta Vrtačnik, mag. Tončka Požek - Novak, mag. Andreja Bačnik, dr. Vesna Ferk Savec, Bernarda Trstenjak, Jožica Nusdorfer, Branka Klemenčič, Mateja Godec, Jožica Kovač, Alenka Mozer, Marta Lukanec, Sanja Cvar, mag. Mojca Orel, Stanislava Florijančič, Breda Novak, Darja Kravanja, Zdenka Keuc
Strokovni pregled:	dr. Primož Šegedin, Marinka Kovač
Jezikovni pregled:	Tatjana Ličen
Izdal in založil:	Zavod RS za šolstvo
Predstavnik:	mag. Gregor Mohorčič
Urednica zbirke:	Alenka Štrukelj
Oblikovanje:	Irena Hlede
Postavitev in tisk:	Medium, d. o .o.
Naklada:	280 izvodov

Prva izdaja, prvi natis

Ljubljana, 2010

Publikacija je brezplačna.

Zbirka knjig Posodobitve pouka v gimnazijski praksi je nastala v okviru aktivnosti Razvoj didaktičnih gradiv projekta Posodobitev kurikularnega procesa v osnovni šoli in gimnaziji, ki sta jo vodili dr. Amalija Žakelj, vodja aktivnosti in mag. Marjeta Borstner, namestnica.

Izid publikacije sta sofinancirala Evropski socialni sklad Evropske unije in Ministrstvo RS za šolstvo in šport.

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

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

© Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2011

Vse pravice pridržane. Brez založnikovega pisnega dovoljenja gradiva ni dovoljeno reproducirati, kopirati ali drugače razširjati. Ta prepoved se nanaša tako na mehanske (fotokopiranje) kot na elektronske (snemanje in prepisovanje na karšen koli pomnilniški medij) oblike reprodukcije, razen delov, kjer je to posebej označeno.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana
37.091.3:54(082)
37.091.214:54(082)

POSODOBITVE pouka v gimnazijski praksi. Kemija : splošna in anorganska kemija / Anita Poberžnik ... [et al.] ; [uredili Anita Poberžnik, Andrej Bačnik]. - 1. izd., 1. natis. - Ljubljana : Zavod RS za šolstvo, 2011

ISBN 978-961-234-932-5
1. Poberžnik, Anita
254574848

VSEBINA

PREDGOVOR 7

UVOD 9

1 Novosti v posodobljenem učnem načrtu 11

1.1 Strokovni poudarki k učnemu načrtu za kemijo – splošna in anorganska kemija *(Nataša Bukovec)* 13

2 Didaktična priporočila 17

2.1 Razvijanje ključnih naravoslovnih kompetenc s šolskim eksperimentalnim delom *(Margareta Vrtačnik)* 19

2.2 Spremljanje in vrednotenje razvoja veščin eksperimentalnega dela pri pouku kemije *(Tončka Požek - Novak)* 24

2.3 Kemijska varnost za trajnostni razvoj *(Andreja Bačnik)* 29

2.4 Informacijsko komunikacijska tehnologija za razvijanje prostorskih predstav *(Vesna Ferk Savec, Margareta Vrtačnik)* 38

2.5 Projektno delo pri učenju kemijskih vsebin *(Vesna Ferk Savec)* 49

2.6 Vloga laboranta pri izvajanju pouka kemije *(Bernarda Trstenjak)* 58

3 Primeri vpeljevanja novosti v praksi 65

3.1 Simbolni zapisi in množina snovi *(Jožica Nusdorfer)* 69

3.2 Povezovanje delcev (gradnikov) – I *(Branka Klemenčič)* 78

3.3 Povezovanje delcev (gradnikov) – II *(Mateja Godec)* 99

3.4 Molekulske in vodikove vezi *(Jožica Kovač)* 113

3.5 Enačba kemijske reakcije simbolni in kvantitativni pomen – I *(Alenka Mozer, Marta Lukanec)* 123

3.6 Enačba kemijske reakcije simbolni in kvantitativni pomen – II *(Sanja Cvar)* 134

3.7 Alkalijske kovine in halogeni – I *(Zdenka Keuc)* 144

3.8 Alkalijske kovine in halogeni – II *(Darja Kravanja)* 152

3.9 Energijski viri in njihova uporabnost *(Breda Novak)* 164

3.10 Prehodni elementi in koordinacijske spojine *(Stanislava Florjančič)* ... 174

3.11 Sodelovalno projektno delo v drugem letniku gimnazije *(Alenka Mozer, Mojca Orel)* 182

4 Nomenklatura anorganskih spojin za učitelje srednjih šol *(Nataša Bukovec)* 193

4.1 Uvod 195

4.2 Elementi 196
4.2.1 Izotopi 196
4.2.2 Alotropske modifikacije elementov (alotropi) 196

4.3 Formule 197
4.3.1 Empirične formule 197
4.3.2 Molekulske formule 198
4.3.3 Formule oksokislin 199
4.3.4 Formule soli in kovalentnih spojin 200
4.3.5 Formule adicijskih spojin; kristalohidratov 200

4.4 Kompozicijska nomenklatura 201
4.4.1 Binarne spojine; poimenovanje z grškimi števniki 201
4.4.2 Ioni 201
4.4.3 Spojine z več elementi; poimenovanje z grškimi števniki 203
4.4.4 Spojine z več elementi; poimenovanje z nabojem 204
4.4.5 Spojine z več elementi; poimenovanje z oksidacijskim številom 204
4.4.6 Enoatomni ali večatomni (homopoliatomni) ioni istega elementa 205
4.4.7 Imena kristalohidratov in adicijskih spojin 206

4.5 Substitutivna nomenklatura 207
4.5.1 Imena nekaj osnovnih hidridov 207
4.5.2 Hidridi z večjim številom skeletnih atomov 208
4.5.3 Derivati osnovnih hidridov 208
4.5.4 Kationi izpeljani iz osnovnih hidridov in njihovi derivati 209
4.5.5 Anioni izpeljani iz osnovnih hidridov 209

4.6 Aditivna nomenklatura 210
4.6.1 Imena preprostih spojin 210
4.6.2 Anorganske kisline in njihove soli 211
4.6.3 Imena preprostih molekul kislin 211
4.6.4 Anorganske okso-kisline, anioni in kationi 212
4.6.5 Hidrogen-imena 215
4.6.6 Derivati oksokislin 216
4.6.7 Koordinacijske spojine 218

4.7 Kako in katero nomenklaturo bomo učili/uporabljali v srednji šoli? 221
4.7.1 Oštevilčenje skupin v periodnem sistemu 221
4.7.2 Nomenklatura binarnih spojin 221
4.7.3 Nomenklatura kationov, anionov, sestavljenih iz atomov več elementov 223
4.7.4 Oksokisline in njihovi anioni 223
4.7.5 Koordinacijske spojine 225

4.8 Zaključek 226

4.9 Viri 227

VSEBINA ZGOŠČENKE

1. Praktični primeri vključevanja laboranta v učni proces kot timskega partnerja *(Bernarda Trstenjak)*
2. Simbolni zapisi in množina snovi *(Jožica Nusdorfer)*
3. Povezovanje delcev (gradnikov) *(Branka Klemenčič)*
4. Povezovanje delcev (gradnikov) *(Mateja Godec)*
5. Molekulske in vodikove vezi *(Jožica Kovač)*
6. Enačba kemijske reakcije simbolni in kvantitativni pomen – I *(Alenka Mozer in Marta Lukanec)*
7. Enačba kemijske reakcije simbolni in kvantitativni pomen – II *(Sanja Cvar)*
8. Alkalijske kovine in halogeni *(Darja Kravanja)*
9. Prehodni elementi in koordinacijske spojine *(Stanislava Florijančič)*

Legenda:

Dovoljeno kopiranje in reproduciranje gradiv za potrebe pouka.

Gradivo je dostopno na priloženi zgoščenki.

Predgovor

Pričujoča publikacija je namenjena učiteljem kemije v gimnazijskih programih v podporo pri uvajanju sprememb v pouk kemije, ki jih prinaša posodobitev gimnazijskih programov, še posebej učna načrta za kemijo v splošnih in strokovnih gimnazijah (2008). S posodabljanjem gimnazijskih programov in s tem tudi pouka kemije poudarjamo kompetenčni pristop. Ta spodbuja pouk, ki temelji predvsem na dejavnostih dijakov in njihovem soustvarjanju pouka kemije.

Predmetna razvojna skupina za kemijo v gimnazijah skupaj z učitelji mentorji razvija strokovne podlage, ki jih preizkušamo v praksi in v okviru rednih izobraževanj posredujemo učiteljem in laborantom kemije v gimnazijah. Del posodabljanja pouka kemije je tudi ta publikacija, ki prinaša strokovno-teoretična izhodišča in preizkušene primere prakse. Posodobljena učna načrta za kemijo v gimnazijah spodbujata in omogočata avtonomijo učiteljev, da iščejo in razvijajo svoj pristop k realizaciji učnih ciljev (dejavnosti za dijake, razporeditev učnih sklopov, vsebin ...).

Želimo si, da bi bila publikacija vir idej, v podporo pri iskanju, razvijanju in uresničevanju sodobnega pouka kemije.

PRS in učitelji mentorji za kemijo v gimnazijah

Uvod

Publikacija Posodobitev pouka kemije v gimnazijski praksi je prva od dveh načrtovanih publikacij, ki sta namenjeni v podporo učiteljem in laborantom kemije pri vpeljevanju posodobitev, ki jih prinašata in določata posodobljena učna načrta za kemijo v gimnazijah iz leta 2008.

Publikacija Posodobitev pouka kemije v gimnazijski praksi je tako namenjena področju splošne in anorganske kemije in je vsebinsko-oblikovno razdeljena na štiri dele:

1. strokovno-teoretični del
2. preizkušeni primeri prakse
3. priloga Nomenklatura anorganskih spojin za učitelje srednjih šol
4. zgoščenka z vsemi delovnimi listi in drugimi prilogami posameznega predstavljenega primera prakse

Strokovno-teoretični del zajema vsebinsko-didaktične poudarke za učne sklope posodobljenega učnega načrta za kemijo v gimnazijah in strokovno-teoretične prispevke, ki se navezujejo na didaktična priporočila posodobljenega učnega načrta za kemijo.

Eksperimentalno-raziskovalni pristop osvetljujeta prispevka Razvijanje ključnih naravoslovnih kompetenc s šolskim eksperimentalnim delom in Spremljanje in vrednotenje (ocenjevanje) razvoja veščin eksperimentalnega dela pri pouku kemije. Prostorske predstave in vizualizacijski modeli so predstavljeni s prispevkom IKT za razvijanje prostorskih predstav. Kemijska varnost je predstavljena s prispevkom Kemijska varnost za trajnostni razvoj. Projektno sodelovalno delo osvetljuje prispevek Projektno delo pri učenju kemijskih vsebin. Pomembno mesto pri poučevanju kemije imajo tudi timski sodelavci učiteljev, laboranti kemije, zato je v prispevku Vloga laboranta pri izvajanju pouka kemije posebej izpostavljeno sodelovalno poučevanje učitelja in laboranta za čim kakovostejši pouk kemije, posebej eksperimentalnega dela kemije.

V nadaljevanju so predstavljeni izbrani preizkušeni primeri izvajanja posameznih učnih sklopov, ki so jih pripravili učitelji mentorji oz. člani PRS za kemijo v gimnazijah. Ob pripravah na učni sklop primeri vključujejo tudi učne liste oz. priloge, ki so zbrani na priloženi zgoščenki.

Priloga Nomenklatura anorganskih spojin za učitelje srednjih šol je namenjena priporočilom »nove« nomenklature IUPAC, ki so jo v slovenski jezik prevedli leta 2008 in je prilagojena za srednješolsko uporabo.

Novosti v posodobljenem učnem načrtu

1.1 Strokovni poudarki k učnemu načrtu za kemijo – splošna in anorganska kemija

Nataša Bukovec, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

V posodobljenem učnem načrtu ni težko razbrati vsebin splošne in anorganske kemije, ki naj bi jih obravnavali v prvem in drugem letniku gimnazije. Glede na izkušnje učiteljev je nekoliko spremenjen vrstni red posameznih vsebin, nekatere so izpuščene, saj so za srednješolsko raven prezahtevne ali jih obravnavajo pri drugih naravoslovnih predmetih. Druge so dodane, da bi popestrile pouk kemije, oziroma so jih predlagali učitelji kot potrebno dopolnitev. Novost je uvajanje novih didaktičnih pristopov, zlasti obravnava določenih vsebin v obliki sodelovalnega projektnega dela.

V nadaljevanju so podani nekateri strokovni poudarki k učnemu načrtu.

V sklopu »Delci – gradniki snovi«, kjer se dijaki srečajo s precej abstraktnimi pojmi, je pomembno, da se jih ne učijo na pamet, da razumejo, kaj pomeni relativna atomska masa, in poznajo velikostna razmerja med atomi in ioni ter s tem logično razporeditev elementov v periodnem sistemu. Pri poučevanju uporabimo eksperimente in modele.

Podobno naj bi obravnavali sklop vsebin o kemijski vezi. Pomembno je, da dijaki razumejo, da so z ionsko vezjo v spojinah povezani ioni, ki tvorijo ionske kristale, in da formulska enota določene ionske spojine ni molekula. Pomembno je tudi, da razumejo, da je naboj razporejen po površini ionov, in da spoznajo pomen koordinacijskega števila posameznega iona.

Pri kovalentni vezi razumejo razliko med dipolom vezi in dipolom molekule, pri tem spoznajo/uporabijo elektronegativnost kot kvantitativno merilo, se seznanijo s tem, kako polarna je določena vez oziroma kdaj nastane ionska vez/spojina. Znajo povezati jakost kovalentne vezi z energijo in dolžino vezi.

Pri obravnavi molekulskih vezi spoznajo vrste privlačnih sil med molekulami, pri čemer je prispevek disperzijskih sil največji. Pri obravnavanju vodikovih vezi je pomembno poudariti vlogo vodikovih vezi v naravi in življenjskih procesih. Obenem je pomembno, da dijaki spoznajo jakosti molekulskih in vodikovih vezi v primerjavi z ionskimi in kovalentnimi vezmi. Pri celotnem sklopu kemijske vezi ne bo težko najti in uporabiti eksperimentov in modelov, ki bodo pomagali pri boljšem razumevanju tega sklopa.

V sklopu »Simbolni zapisi in množina snovi« je pomembno, da dijaki razumejo, kaj pomeni pojem množina snovi, da razumejo/poznajo povezavo med množino, maso in številom delcev snovi in v primeru plinastih snovi povezavo z molsko prostornino. Razumeti morajo razliko med molsko maso in relativno molekulsko maso. Za ponazoritev uporabimo submikroskopske prikaze. Da bi dijaki bolje ra-

zumeli pomen enačb kemijskih reakcij, izvedemo čim več eksperimentov in submikroskopske prikaze.

Pri energijskih spremembah kemijskih reakcij je pomembno, da pri opazovanju eksperimentov dijaki spoznajo eksotermne in endotermne reakcije, da sproščanje ali porabo toplote kvalitativno povežejo z razliko v jakosti vezi med atomi v delcih reaktantov in produktov. Znajo iz energijskih diagramov razbrati, ali je določena reakcija ekso- ali endotermna. Poznajo pomen standardne tvorbene in standardne reakcijske entalpije.

Sledi vsebinski sklop »Alkalijske kovine in halogeni«, v katerem povežemo/ponovimo vse znanje, ki so ga dijaki pridobili v predhodnih sklopih in ga obenem nadgradimo/potrdimo z lastnostmi alkalijskih kovin in halogenov ter njihovih spojin. Pri tem lahko učitelj uporabi različne didaktične pristope.

V sklopu » Raztopine« naj bo računanje koncentracij raztopin (množinska in masna koncentracija) naravnano v razumevanje učne snovi v obliki eksperimentalnega dela dijakov. Na tej stopnji je pomembno, da razumejo oziroma razlikujejo maso raztopine od mase topljenca, množino oziroma maso topljenca v določeni prostornini raztopine, razumejo, kaj pomeni gostota raztopine in jo znajo uporabiti pri izračunu mase oziroma prostornine raztopine. Za boljše razumevanje procesa raztapljanja snovi si pomagamo s submikroskopskimi prikazi snovi.

Pojem hitrosti kemijske reakcije naj dijaki spoznajo z eksperimenti, pri katerih naj prepoznajo tudi vpliv koncentracije reaktantov in temperature ter katalizatorja na hitrosti reakcij. Pomembno je, da znajo iz diagrama koncentracij reaktantov ali produktov v odvisnosti od časa razbrati spreminjanje hitrosti zmanjševanja koncentracij reaktantov ali povečevanja koncentracij produktov reakcije in zaradi tega zmanjševanje hitrosti kemijske reakcije s časom.

Spoznajo pojem energije aktivacije določene reakcije in vpliv katalizatorja na njo.

Kemijsko ravnotežje in vplive na ravnotežje kemijskih reakcij naj dijaki spoznajo z laboratorijskim delom dijakov. Pomembno je, da dijaki znajo iz vrednosti konstante oceniti, kakšne so koncentracije reaktantov in produktov v ravnotežju. Obenem pa morajo razumeti, da so koncentracije reaktantov in produktov v ravnotežju odvisne od njihovih začetnih koncentracij.

V sklopu »Ravnotežja v vodnih raztopinah« dijaki spoznajo Brøndted-Lowryjevo teorijo kislin in baz, pri čemer s stališča protolitskega ravnotežja razlikujejo med močnimi in šibkimi kislinami in bazami. Z dobrim poznavanjem ionskih spojin razumejo, da je baza v natrijevem hidroksidu hidroksidni ion. Spoznajo, da so anioni kislin baze in amonijev ion kislina. Protolitske reakcije soli oziroma kationov in anionov soli razumejo s stališča moči kisline oziroma baze, iz katerih so soli nastale. Pri kationih soli se omejimo le na amonijev kation in katione organskih aminov.

Iz konstant kislin ali baz znajo razbrati moč kislin ali baz. Razumejo potek reakcije nevtralizacije močne enoprotonske kisline z ionskimi hidroksidi in spoznajo vlogo indikatorjev. Znajo izračunati pH raztopin iz znanih koncentracij oksonijevih ionov. Spoznajo in razumejo, da ionske reakcije potečejo zaradi nastanka slabo disociiranih ali slabo topnih snovi.

V sklopu »Reakcije oksidacije in redukcije« dijaki spoznajo pojme oksidacija, redukcija, oksidacijsko število in urejanje preprostih redoks enačb. Z uporabo redoks vrste ali pri posebnih znanjih s pomočjo elektrodnih potencialov spoznajo in razumejo delovanje galvanskih členov. Seznanijo se z galvanskimi členi, ki so v splošni uporabi ali bodo v uporabi v bližnji prihodnosti (gorivne celice), in z okoljskimi težavami, ki so posledica njihove uporabe, oziroma v prihodnosti pomenijo čistejše tehnologije. Spoznajo elektrolizo kot eno izmed pomembnih vej kemijske industrije. Pri razumevanju vseh naštetih znanj si pomagamo z animacijami na submikroskopski ravni.

V sklopu »Elementi v periodnem sistemu« nadgradimo in povežemo nekatere pojme, ki so jih dijaki spoznali v predhodnih sklopih le na nekaj primerih. Tako znanje o kemijskih vezeh in z njimi povezane kisle in bazične lastnosti ionskih in kovalentnih spojin ter znanje o redoks reakcijah uporabimo pri razlagi/razumevanju spreminjanja lastnosti elementov in njihovih spojin v periodnem sistemu. Pri prehodnih elementih spoznajo glavne značilnosti teh elementov, spoznajo značilnosti železa in kroma ter nekaterih njunih spojin, v sklopu posebnih znanj pa značilnosti koordinacijskih spojin.

Vsebine sklopa »Lastnosti izbranih elementov in spojin v bioloških sistemih in sodobnih tehnologijah« naj bi obravnavali v obliki sodelovalnega projektnega dela. Pri tem naj bi dijaki spoznali nekatere tehnološko pomembne anorganske spojine oziroma pridobivanje nekaterih tehnološko pomembnih kovin, ki so podane v učnem načrtu. Poleg teh lahko učitelj sam ali skupno z dijaki izbira in obravnava še celo vrsto drugih pomembnih spojin, ki so v uporabi v vsakdanjem življenju, npr. konzervanse, prehranske dodatke, anorganske spojine v zdravilih itd. Pri elementih in spojinah v modernih vrstah tehnologije je prav tako zelo širok izbor različnih zanimivih in pomembnih spojin, npr. katalizatorji v obliki nanodelcev, silicijeve sončne celice, tanke plasti kovinskih oksidov kot elektrokromni ali fotokromni materiali itd.

Vse zgoraj naštete vsebine, ne le zadnji sklop, pa poskušamo čim bolj povezati s primeri uporabe v življenju. Le tako bomo pri dijakih dosegli večje zanimanje za znanje kemije.

Didaktična priporočila

2.1 Razvijanje ključnih naravoslovnih kompetenc s šolskim eksperimentalnim delom

Margareta Vrtačnik, Naravoslovnotehniška fakulteta
Univerze v Ljubljani

Stanje naravoslovne pismenosti oz. naravoslovnih kompetenc slovenskih dijakov

V raziskave o stanju matematične in naravoslovne pismenosti (OECD PISA), ki potekajo vsaka tri leta, se vključujejo vse članice OECD, vsako leto pa sodeluje tudi vse več partnerskih držav. V raziskavi OECD PISA 2006 je tako sodelovalo 30 držav OECD in 27 držav partneric, med njimi tudi Slovenija. Čeprav so na področju naravoslovne pismenosti rezultati slovenskih 15-letnikov zelo dobri, nas ne smejo zavesti ali celo uspavati, saj je velika večina, 86 odstotkov, naših testirancev dosegla le drugo, temeljno raven pismenosti od šestih, v ZDA je npr. takšnih otrok le tretjina, v Srbiji pa polovica. Šesto, najzahtevnejšo raven naravoslovne pismenosti oz. najzahtevnejših kompetenc, ki terja sposobnost uporabe znanja v zahtevnih, ne značilno šolskih situacijah, sta dosegla 2,2 odstotka naših učencev in dijakov, kar je le slab odstotek bolje od povprečja. Skrb vzbujajoča je zlasti ugotovitev, da je delež slovenskih učencev in srednješolcev, ki ne dosegajo niti temeljne ravni naravoslovne pismenosti, kar 14 do 20 odstotkov. Na Finskem je na primer takih dijakov le nekaj odstotkov (Dnevnik, 8. 12. 2007). Tudi raziskave TIMSS podobno kažejo, da so naši osnovnošolci na področju naravoslovnega znanja sicer v povprečju dobri, vendar pa precej odstopajo od sovrstnikov iz azijskih držav, Kanade in nekaterih zveznih držav ZDA, zlasti pri reševanju zahtevnejših nalog, ki terjajo povezovanje znanja in višje kognitivne sposobnosti (sklepanje in uporabo znanja) (TIMSS, 2007, Pedagoški inštitut Slovenije).

Kaj nam povedo rezultati mednarodnih študij o naravoslovni pismenosti?

Rezultati mednarodnih študij o stopnji razvitosti naravoslovnih kompetenc slovenskih osnovnošolcev in srednješolcev kažejo, da sta v naših šolah še vedno zelo pasivni poučevanje in učenje naravoslovja – kemije. To temelji na učiteljevi razlagi in demonstraciji izbranih pojmov in učenju pojmov bolj ali manj na pamet. Zato se ni čuditi, da je tako med našimi osnovnošolci kakor tudi srednješolci motivacija za učenje kemije, tako notranja kot tudi različne ravni zunanje motivacije, na relativno nizki ravni (Juriševič, M. in Vrtačnik, M., 2009). Ne smemo pa prezreti tega, da sta med najbolj zaželenimi oblikami učenja in poučevanja kemije na prvem mestu dejavno sodelovanje pri eksperimentalnem delu in učiteljeva razlaga v povezavi s samostojnim eksperimentalnim delom. Dijaki torej pri kemiji spontano pričakujejo avtentične pristope, ki temeljijo na posnemanju dela »pravega« kemika – inženirja oz. raziskovalca v industriji ali inštitutu.

Kako uvajati v razred avtentično naravoslovje?

Webster's New Collegiate Dictionary opredeli naravoslovje kot »znanje, ki ga pridobivamo skozi preučevanje realnosti oz. znanje o zakonitostih, ki je pridobljeno in preverjeno z uporabo **znanstvene metode** in se nanaša na fizični svet«.

Z analizo te definicije ugotovimo, da se pojem naravoslovje v bistvu nanaša na sistem pridobivanja znanja. V njem pa sta za opisovanje in razlago naravnih pojavov ključna opazovanje in eksperiment. Če torej želimo pri pouku kemije čim bolj avtentično ponazoriti delo kemika, morata poučevanje in učenje kemije temeljiti na razvijanju naravoslovnih kompetenc. Kot ključna kompetenca naravoslovja je glede na definicijo naravoslovja postopno uvajanje učencev in dijakov v **znanstveno metodo** preučevanja realnega sveta. Znanstvena metoda kot logični in racionalni niz korakov, s katerimi prihaja znanstvenik do spoznanj o delovanju sveta, nam že sama po sebi ponuja možnost uvajanja niza naravoslovnih kompetenc, kot so: opredeljevanje problemov, opazovanje/raziskovanje, oblikovanje hipotez oz. napovedi, preverjanje napovedi s pomočjo snovanja eksperimentov, sklepanje in poročanje. Vse naštete kompetence nam omogoča razvijati zlasti skrbno načrtovano in vodeno dejavno eksperimentalno delo.

Opredelitev problema/opazovanje/»raziskovanje«

Prvi korak v uvajanju v znanstvene metode je sposobnost zaznave problemov, ki mu sledi opazovanje oz. »raziskovanje«. Veliko naravoslovnega znanja in nemalo izkušenj je potrebnih, da smo sposobni zaznati določen problem. Učenci in dijaki seveda še nimajo potrebnega znanja, zato jim mora na tej stopnji priskočiti na pomoč učitelj, saj je on tisti, ki opozarja na probleme. Za učence/dijake pa je ključno nadaljevanje – iskanje rešitev problema. To terja iskanje podatkov in informacij o izbranem pojavu oz. problemu na podlagi neposrednega opazovanja pojava »in vivo« oz. eksperimenta »in vitro«, skrbno opisovanje opažanj s postopnim navajanjem na uporabo jezika znanosti in po potrebi tudi matematičnega formalizma. Razvijanje sposobnosti opazovanja in opisovanja pojavov je pomembna naravoslovna kompetenca tudi zato, ker smo z razvojem »instantnih« generacij to sposobnost že precej izgubili, saj največkrat ni potrebna za naše udobno in varno življenje (Pahor, V. et al., 2003).

Analiza informacij – postavljanje hipotez

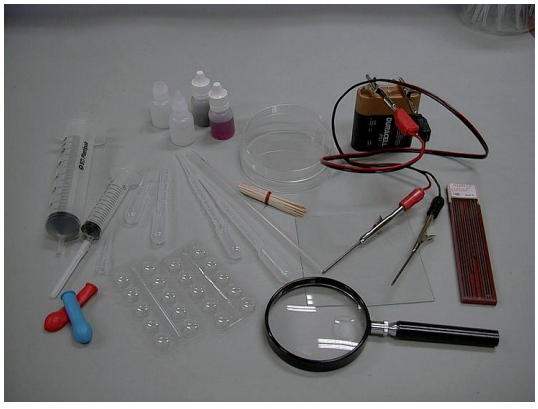
Podatke, ki smo jih zbrali na podlagi opažanj oz. z načrtnim eksperimentiranjem, skrbno vrednotimo in postavimo hipotezo, s katero nakažemo mogočo, vendar zelo splošno rešitev problema, ki smo ga zaznali na stopnji opazovanja oz. zbiranja podatkov in informacij. Hkrati pomeni dobro zastavljena hipoteza že izhodišče za zasnovo dodatnih eksperimentov, s katerimi bomo preverili njeno veljavnost. Ta naravoslovna kompetenca je v protislovju z ustaljeno šolsko prakso, kjer učence/dijake navajamo na memoriranje in ponavljanje definicij, zapisanih v učbenikih oz. v šolskih zvezkih, in le redko vodimo pouk tako, da bi učencem/dijakom dopuščali sprostitev njihovih lastnih misli in idej, pa čeprav morda napačnih. Ti se jih v strahu, da bi dobili slabo oceno, tudi ne bodo upali izraziti, saj so lahko v nasprotju z veljavno doktrino, ki jo predstavljajo zapis v učbeniku ali besede učitelja. Zato bomo morali za doseganje te naravoslovne kompetence spremeniti strategije poučevanja; te bodo morale biti resnično osrediščene na učence/dijake. Uveljavitev te, za našo šolsko prakso »nove« paradigme poučevanja, ki predstavlja prehod od poučevanja k učenju, je bistvena za razvoj kompetenc in pomeni hkrati tudi osmišljanje pomena in vloge eksperimentalnega dela pri pouku kemije.

Predikcija – napoved

Predikcija oz. napoved pomeni specifikacijo hipoteze, ki je na zelo splošni ravni nakazala mogoč pristop k rešitvi problema. Z napovedjo že tudi natančneje opredelimo eksperiment/-e, ki ga/jih bomo uporabili za dokaz veljavnosti hipoteze. Nakažemo možne konstante in spremenljivke, ki jih bomo vključili in nadzorovali pri izpeljavi eksperimenta. Učence/dijake moramo navajati na vztrajanje pri dani hipotezi in predikciji, čeprav se bo morda v nadaljnji fazi pokazalo, da rezultati eksperimenta niso v skladu z napovedjo. Ravno v tem je čar znanstvenega – naravoslovnega raziskovanja. Neskladje rezultatov eksperimenta z napovedjo ne pomeni, da eksperiment ni uspel, kar pogosto slišimo v šoli, ampak da smo morda prišli do novih spoznanj, ki jih nismo mogli predvideti v napovedi in hipotezi. Zato izvedemo eksperimente po načrtu in se šele po analizi rezultatov vrnemo na začetek – k dopolnitvi hipoteze.

Eksperiment

Eksperiment je osrednji in ključni del znanstvene metode; je orodje, s katerim dokažemo ali pa zavržemo veljavnost hipoteze. Razvijanje eksperimentalnih veščin mora biti zato ključni del naravoslovnih kompetenc. Pri izbiri eksperimentalnih tehnik moramo nujno upoštevati starost učencev/dijakov, saj je povezana z razumevanjem izbranih tehnik in spretnostjo pri rokovanju z opremo. Nikakor ne moremo zanemariti tudi finančnih omejitev, vendar nam razvoj na področju šolskega eksperimentalnega dela ponuja vrsto tehnik, ki so izvedbeno preproste in cenovno sprejemljive tudi za delo v omejenih finančnih in prostorskih razmerah. Za kemijo so tako zelo primerni mikroposkusi oz. poskusi v kapljicah, kot jih tudi imenujemo. Njihova značilnost je cenena oprema, velika prilagodljivost (lahko jih izvajamo tudi v kvantitativni izvedbi), enostavnost izvedbe, majhna ogroženost zdravja in obremenitev okolja z ostanki reagentov. Nekaj preprostih potrebščin je prikazanih na Sliki 1; mednje sodijo: plastične pipete (Pasteurjeve pipete), plastične reagenčne stekleničke s kapalnim nastavkom ali pokrovčkom, plastični blistri z vdolbinicami, s prostornino 400 µL, baterija, grafitne minice, plastične brizge, petrijevke s pokrovom, steklene ploščice, zobotrebci in slamice za mešanje reakcijskih mešanic in dodajanje reagentov ter raznobarvni papir za podlago. Na Sliki 2 je prikazana možnost kvanitativne izvedbe poskusov v kapljicah.



Slika 1: Primeri potrebščin za izvajanje poskusov v mikroizvedbi (Avtorica: Margareta Vrtačnik)

Slika 2: Kvantitativno izvajanje poskusov v vdolbinicah blistra (Avtorica: Margareta Vrtačnik)

Bolj kot tehnike, katerih nabor je omejen že z ravnjo šolanja, je pomembna izvedba poskusov, opredelitev in nadzor pogojev izvedbe eksperimentov, navajanje na zavedanje, da je nujno pred izvedbo eksperimentov opredeliti spremenljivke in konstante, če želimo dobiti rezultate, ki bodo primerljivi in jih bo mogoče ustrezno interpretirati. Torej gre za vrsto naravoslovnih kompetenc, ki jih kaže razvijati na podlagi ustreznih primerov. Pri eksperimentiranju ne smemo zanemariti skrbi za varno delo in etičnost. Skrbno vodeno izvajanje eksperimentov v parih ali skupinah razvija še sodelovalno delo, sposobnost vodenja, komuniciranja znotraj skupine in še celo vrsto sistemskih kompetenc.

Oblikovanje sklepov in poročanje

Sklepna faza znanstvene metode je oblikovanje ugotovitev na podlagi analize in sinteze eksperimentalnih opažanj. Na podlagi ugotovitev hipotezo sprejmemo ali zavržemo. Zato je sposobnost oblikovanja ugotovitev na podlagi rezultatov eksperimentov spet ena izmed pomembnih naravoslovnih kompetenc. Pri tem moramo sprejeti kot ugotovitev tudi zavrnitev hipoteze. To seveda ne pomeni kar takoj, da je bila hipoteza napačna. Učence/dijake moramo navajati na spoznanje, da iz enega samega eksperimenta še ne moremo kar potrditi ali zavrniti hipotez in napovedi. Morda smo bili preveč ozkosrčni pri izboru eksperimentov in potrebujemo za dokončno potrditev ali zavrnitev hipoteze še dodatne eksperimente. S takim pristopom razvijamo vedenje, da se raziskovalno delo v bistvu nikoli ne konča in da nam razvoj merilnih tehnik ponuja možnost nenehnega dopolnjevanja in poglabljanja hipotez, kar nas vodi vedno bližje resnici.

Ker pa znanstveno delo ni samo sebi namen, moramo o svojih ugotovitvah tudi poročati. Priprava pisnega in ustnega poročila o opravljenem delu je tako še ena iz nabora naravoslovnih kompetenc, ki jo kaže pospešeno razvijati s pomočjo kompetenčno zasnovanega eksperimentalnega dela. Naše izkušnje z uvajanjem mladih v raziskovalno delo so pokazale, da so mladi ponosni na svoje delo in jim poročanje o rezultatih pomeni velik izziv. Pogosto se med skupinami razvije zdrava tekmovalnost, kar je samo v prid kakovosti dela. Dve desetletji smo v sklopu Gibanja znanost mladini spremljali raziskovalne dosežke osnovnošolcev in srednješolcev. Le malo uvajanja in usmerjanja učiteljev v načine poročanja in predstavljanja je bilo potrebno, pa so že bili načini poročanja iz leta v leto boljši. Z razvojem računalniške predstavitve rezultatov so se razvile tudi oblikovalske sposobnosti mladih, zato se ni čuditi, da so njihovi dosežki včasih že dosegali raven diplomskih del.

V pomoč učiteljem

Za lažji prehod od poučevanja k dejavnemu učenju kemije na podlagi razvijanja naravoslovnih kompetenc je učiteljem dostopnih kar nekaj primerov že izdelanih enot, ki poleg celovite didaktične zasnove enot vključujejo tudi navodila za učitelja:

Vrtačnik, M. (2009). »Pena, pena«

Enota je nastala v sklopu projekta Razvijanje naravoslovnih kompetenc Ministrstva RS za šolstvo in Evropskega socialnega sklada 2008–2011 (na zgoščenki je gradivo

dostopno pri koordinatorki kemijskega dela projekta doc. dr. Niki Golob na Pedagoški fakulteti v Mariboru).

Vrtačnik, M. (2009). »Aspartam, da ali ne?«

Enota je nastala v sklopu projekta Razvijanje naravoslovnih kompetenc Ministrstva RS za šolstvo in Evropskega socialnega sklada 2008–2011 (na zgoščenki je gradivo dostopno pri koordinatorki kemijskega dela projekta doc. dr. Niki Golob na Pedagoški fakulteti v Mariboru).

Gros, N. in Vrtačnik, M. (2005). »Izkustveni pristop k spektrometiji v vidnem področju«.

Gradivo sestavljata Delovni zvezek (41 strani) in Priročnik za učitelje (35 strani), ki sta nastala na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo v okviru projekta Leonardo da Vinci »Izkustveni pristop k analizni kemiji za strokovne šole«, projekt št. SI/03/B/F/PP-176012. (enota je dostopna na zgoščenki pri nosilni avtorici prof. dr. Nataši Gros; zainteresirani učitelji si na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani ali na Naravoslovnotehniški fakulteti – Oddelku za kemijsko izobraževanje in informatiko lahko sposodijo potrebne instrumente za izvedbo enote, SpektraTM).

Literatura

1 *Vrtačnik, M., Sodja, K., Juriševič M. (2010). Students' achievement in learning chemistry through design and construction approach and the relation with their prior achievements and motivation to learn (članek pripravljen za objavo v znanstveni monografiji).*

2 *Vrtačnik, M. in Juriševič, M. (2009). Motivacija gimnazijcev za učenje kemije (še neobjavljeni rezultati študije).*

3 *Pahor, V., Vrtačnik, M., Ferk Savec, V. (2003). Vplivi vizualnih elementov na zaznavo in sposobnost razlage posnetkov eksperimentov. V: Glavič, P. (ur.), Brodnjak - Vončina, D. (ur.). Zbornik referatov s posvetovanja. Slovenski kemijski dnevi, Maribor, 25. in 26. september 2003. Maribor: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, str. 8.*

2.2 Spremljanje in vrednotenje razvoja veščin eksperimentalnega dela pri pouku kemije

Tončka Požek - Novak, Gimnazija Bežigrad, Ljubljana

Kemijski poskusi (eksperimenti) so temeljna sestavina poučevanja kemije kot eksperimentalne naravoslovne vede, saj z njimi ponazorimo kemijske pojme in povezave med njimi. V problemsko zasnovanem pouku kemije je eksperimentalno delo izhodišče izkustvenega učenja kemije; gre za učenje z odkrivanjem, katerega bistvo je v povezavi konkretne izkušnje (dobljene z eksperimentiranjem) z abstraktnim razmišljanjem in posploševanjem. Čeprav obstaja v slovenskem prostoru tradicija vključevanja eksperimentalnega dela v pouk kemije, ne zaznavamo razvoja didaktike ocenjevanja eksperimentalnega dela: do zdaj so delovni zvezki za eksperimentalno delo v srednji šoli praviloma vključevali natančno strukturirana navodila za izvedbo eksperimentov, procesiranje podatkov in informacij ter izpeljavo sklepov, kar je učitelju posledično omogočalo oceniti zgolj učenčev končni dosežek (rezultat eksperimentalnega dela), ne pa formativno spremljati učenčevega razvoja veščin, potrebnih za kvalitetno eksperimentalno delo. Prav to je močno opazno v modelu ocenjevanja eksperimentalnega dela v programu mednarodne mature (IBO, Chemistry Guide, 2007, Geneve), ki temelji na kriterijih in opisnikih, podanih v spodnji tabeli:

Tabela 1: Kriteriji in opisniki

KRITERIJ	OPISNIK 1	OPISNIK 2	OPISNIK 3
Načrtovanje	Definiranje problema in opredelitev spremenljivk	Preverjanje spremenljivk v eksperimentu	Načrt eksperimenta
Zbiranje in procesiranje podatkov in informacij	Zapis kvalitativnih in kvantitativnih podatkov in informacij	Procesiranje podatkov in informacij	Predstavitev rezultatov
Ugotovitev in vrednotenje	Interpretacija rezultatov eksperimenta	Ovrednotenje postopkov v eksperimentu (slabosti in omejitve)	Predlogi za izboljšavo eksperimenta
Spretnosti	Kako dijak sledi navodilom za eksperimentalno delo?	Izvajanje metod in tehnik eksperimentalnega dela	Upoštevanje varnosti v laboratoriju

Učitelj avtonomno izbira eksperimente, ki poudarjajo določen(e) kriterij(e), praviloma nikoli vseh skupaj. V okviru posameznega opisnika je mogoče »pridobiti« opisno oceno in z njo povezano število točk: P - popolno (2 točki), D - delno (1 točka) ali N - neustrezno (0 točk), kar ob koncu programa (šolskega leta) učitelju omogoča izračunati dosežek kot razmerje med pridobljenimi točkami in največjim možnim številom točk ter na tej osnovi oblikovati številčno oceno eksperimentalnega dela.

Pomen učiteljevega navodila za spremljanje in vrednotenje (ocenjevanje) veščin eksperimentalnega dela

Formativno spremljanje razvoja veščin eksperimentalnega dela temelji na večsmerni pedagoški komunikaciji. Učencu v pravem času ponudimo učno priložnost z učnimi navodili, ki mu bodo pomagala pri razvoju veščine. Učenca ne nadzorujemo v klasičnem smislu (pravilnost rezultata eksperimentalnega dela), ampak v dialogu skupaj z njim poganjamo dinamiko razvoja veščine (znanja). Zato je pomembno, kaj je v navodilih napisano oziroma kaj izpuščeno, če hočemo vrednotiti določen opisnik.

Primer iz prakse

A. »Klasično« navodilo za eksperiment

Eksperimentalno določanje koeficientov kemijske reakcije (povzeto po IL-PAC S1(2000). John Murray (Publishers) Ltd., str. 45–46)

Cilj

Namen eksperimentalnega dela je določiti koeficienta v enačbi kemijske reakcije:

a natrijev tiosulfat(aq) + b jod(aq) = Produkti

Uvod

Koeficienta a in b bomo določili s titracijo znane množine joda z raztopino natrijevega tiosulfata znane koncentracije. Za določitev ekvivalentne točke bomo uporabili škrobovico. Dodali jo bomo malo pred koncem titracije, ko bo raztopina svetlorumene barve. Pojavila se bo temnomodra raztopina, ki je posledica reakcije škroba z jodom. Če bi škrobovico dodali prezgodaj, bi lahko nastala modročrna oborina, ki se ne bi pravočasno raztopila kljub dodajanju natrijevega tiosulfata. Ekvivalentna točka titracije bo dosežena, ko bo dodatek ene kapljice raztopine natrijevega tiosulfata razbarval temno modro raztopino.

Potrebščine

Varnostna očala, lij, bireta (50 mL), stojalo, 2 čaši (100 mL), raztopina natrijevega tiosulfata, c = 0,0512 mol/L, pipeta (10 mL), polnilec pipete, jodovica, c = 0,0497 mol/L, štiri erlenmajerice (250 mL), škrobovica, list belega papirja (podlaga), puhalka z destilirano vodo.

Postopek

1. Skozi lijak nalijemo v čisto bireto nekaj raztopine natrijevega tiosulfata in raztopino spustimo skozi bireto. Raztopino zavržemo.
2. Sprano bireto napolnimo z raztopino natrijevega tiosulfata, pri čemer smo pozorni, da v njenem izvodilu ni mehurčkov zraka.

3. Čisto pipeto speremo z jodovico in raztopino zavržemo.
4. V erlenmajerico odpipetiramo 10 mL jodovice in raztopino titriramo z raztopino natrijevega tiosulfata, dokler se ne pojavi svetlorumeno obarvanje.
5. V erlenmajerico dodamo od 1 do 2 mL škrobovice in nadaljujemo s titracijo do razbarvanja raztopine.
6. Opisani postopek titracije ponovimo še štirikrat.

Tabela meritev

Raztopina v pipeti	*c: mol/L*	*V: mL*	----	----	----	----
Raztopina v bireti	*c: mol/L*	*V: mL*	----	----	----	----
Indikator		----	----	----	----	----
Titracije		*1. poskus*	*2. poskus*	*3. poskus*	*4. poskus*	*5. poskus*
Odčitek na bireti	*Začetna prostornina (mL)* *Končna prostornina (mL)*					
Prostornina natrijevega tiosulfata / mL	----------					
Povprečna prostornina natrijevega tiosulfata / mL		----------	----------	----------	----------	----------

Izračuni

a : b je razmerje med množino natrijevega tiosulfata in množino joda. Množina reaktanta v raztopini je produkt koncentracije raztopine in njene prostornine.

B. Navodilo za spremljanje in ocenjevanje kriterija »Načrtovanje«

Učiteljevo navodilo učencu

Namen eksperimentalnega dela je določiti koeficienta v enačbi kemijske reakcije

$aNa_2S_2O_3\ (aq) + b\ I_2(aq) = Produkti$

Razmerje lahko določimo s titracijo joda z raztopino natrijevega tiosulfata ob uporabi škrobovice kot indikatorja.

V poročilu izpostavi:

- raziskovalno vprašanje oziroma problem;
- opredeli spremenljivke in navedi, kako jih boš pri poskusu kontroliral(a);
- prikaži načrt eksperimentalnega dela.

C. Navodilo za spremljanje in ocenjevanje kriterija »zbiranje in procesiranje podatkov in informacij«

Učiteljevo navodilo učencu

Cilj

Namen eksperimentalnega dela je določiti koeficienta v enačbi kemijske reakcije:

a natrijev tiosulfat(aq) + b jod(aq) = Produkti

Uvod

Koeficienta a in b bomo določili s titracijo znane množine joda z raztopino natrijevega tiosulfata znane koncentracije. Za določitev ekvivalentne točke bomo uporabili škrobovico. Dodali jo bomo malo pred koncem titracije, ko bo raztopina svetlorumene barve. Pojavila se bo temnomodra raztopina, ki je posledica reakcije škroba z jodom. Če bi škrobovico dodali prezgodaj, bi lahko nastala modročrna oborina, ki se ne bi pravočasno raztopila kljub dodajanju natrijevega tiosulfata. Ekvivalentna točka titracije bo dosežena, ko bo dodatek ene kapljice raztopine natrijevega tiosulfata razbarval temnomodro raztopino.

Potrebščine

Varnostna očala, lij, bireta (50 mL), stojalo, dve čaši (100 mL), raztopina natrijevega tiosulfata, c = 0,0512 mol/L, pipeta (10 mL), polnilec pipete, jodovica, c = 0,0497 mol/L, štiri erlenmajerice (250 mL), škrobovica, list belega papirja (podlaga), puhalka z destilirano vodo.

Postopek

7. Skozi lijak nalijemo v čisto bireto nekaj raztopine natrijevega tiosulfata in raztopino spustimo skozi bireto. Raztopino zavržemo.
8. Sprano bireto napolnimo z raztopino natrijevega tiosulfata, pri čemer smo pozorni, da v izvodilu birete ni mehurčkov zraka.
9. Čisto pipeto speremo z jodovico in raztopino zavržemo.
10. V erlenmajerico odpipetiramo 10 mL jodovice in raztopino titriramo z raztopino natrijevega tiosulfata, dokler se ne pojavi svetlo rumeno obarvanje.

11. V erlenmajerico dodamo od 1 do 2 mL škrobovice in nadaljujemo titracijo do razbarvanja raztopine.

12. Opisani postopek titracije ponovimo še štirikrat.

V poročilu izpostavi:

- zapis kvalitativnih podatkov in kvantitativnih meritev;
- prikaži vse potrebne izračune;
- prikaži pot do končnega rezultata in ga ustrezno umesti v poročilu.

D. Navodilo za spremljanje in ocenjevanje kriterija »zaključek in vrednotenje«

Učiteljevo navodilo učencu

Navodilo je povsem enako »klasičnemu« navodilu za eksperiment: Eksperimentalno določanje koeficientov kemijske reakcije.

V poročilu izpostavi:

- primerjavo dobljenega razmerja koeficientov z literaturnimi podatki o kemijski reakciji, ki si jo izvajal(a);
- titracijo kot eksperimentalno tehniko ovrednoti z vidika eksperimentalnih omejitev;
- predlagaj morebitne (realistične) izboljšave za eksperimentalno ugotavljanje razmerja koeficientov a in b.

E. Navodilo za spremljanje in ocenjevanje kriterija »spretnosti«

KRITERIJ	OPISNIK 1	OPISNIK 2	OPISNIK 3
Spretnosti	Kako dijak sledi navodilom za eksperimentalno delo?	Izvajanje metod in tehnik eksperimentalnega dela	Upoštevanje varnosti v laboratoriju

Kriterija spretnosti ni treba navajati v vsakem učiteljevem navodilu. V začetku šolskega leta predstavimo zahtevano varnost pri eksperimentalnem delu in opisnike, na podlagi katerih bo oblikovana ocena spretnosti, temelječa na učenčevem napredovanju v izvajanju eksperimentalnega dela.

Literatura

1 *Požek - Novak, T. (2009). Didaktika ocenjevanja eksperimentalnega dela pri pouku kemije na srednji stopnji izobraževanja. V: Kemija v šoli in družbi 21, 1, 6–8.*

2.3 Kemijska varnost za trajnostni razvoj

Andreja Bačnik, Zavod RS za šolstvo

Uvod

Izraz kemijska varnost *(chemical safety)* je mednarodno uveljavljen termin, ki ga večina ljudi žal še zmeraj ozko veže na področje kemijskega laboratorija. Pouk kemije je zato priložnost za razvijanje ustreznega pojmovanja oz. razumevanja tega termina ter presojo o pomenu kemijske varnosti za trajnostni razvoj. Vloga kemikov oziroma ustrezno izobraženih intelektualcev je pri tem zelo pomembna, saj nas danes, bolj kot kdaj prej, v vsem, kar uporabljamo oziroma kar nas obdaja, obkrožajo mnoge različne snovi (kemikalije) in mnoge med njimi so razvrščene/označene kot nevarne oziroma potencialno nevarne ali pa so še neraziskane in nevarne za naše zdravje in okolje. Svetovna javnost se vedno bolj zavzema za varovanje ljudi, posebej otrok, pred škodljivimi snovmi v okolju oziroma za kemijsko varnost, pri kateri gre za ustrezno ravnanje s snovmi, ki so lahko potencialno nevarne, da bi bilo tveganje za naše zdravje in okolje čim manjše.

S posodobljenim učnim načrtom za kemijo v gimnazijah, z opredeljenimi cilji in vsebinami kemijske varnosti dejavno posegamo na področje izobraževanja mladih ljudi in s tem udejanjamo Akcijski načrt Republike Slovenije za kemijsko varstvo otrok ter Mednarodno strategijo ravnanja s kemikalijami (SAICM) v Republiki Sloveniji.

Opredelitev nevarnih kemikalij oziroma snovi

Kemikalije so v zakonodaji opredeljene kot kemijski elementi, spojine (v naravnem stanju, pridobljene, sproščene ... tudi kot odpadek; proizvedene namerno ali nenamerno; dane na trg ali ne) in pripravki (zmesi in raztopine), torej v kemijskem smislu snovi. Mnogokrat se z izrazom kemikalije misli na ksenobiotike, ki so v najširšem smislu opredeljeni kot snovi, katerih kemijska struktura je tuja danemu organizmu, v ožjem smislu pa se pojmujejo kot snovi človeškega izvora, katerih zgradba in biološke lastnosti so drugačne od tistih naravnega izvora.

Če želimo govoriti o nevarnih kemikalijah, nikakor ne moremo mimo »aksiomskega« izreka Paracelsusa (1493 –1541): »*Vse snovi so strup in nobene ni, ki ni strup. Le odmerek loči zdravilo od strupa.*« On je že pred več kot petsto leti opozoril na paradoks, ki ga je angleški toksikolog John Timbrell tako dobro strnil v naslovu svoje knjige Paradoks strupa. Pa vendar imajo nekatere snovi take fizikalno–kemijske in toksikološke lastnosti, da pomenijo večje tveganje za varnost in zdravje. To so nevarne snovi. Na tem področju in tudi sicer se kemijska varnost močno naslanja na toksikologijo *(iz gr. toksikon = strup → nlat. toxicus iz gr. toksikos = strupen)*, osnovno znanost o strupih, pri čemer so strupi na splošno vse snovi, ki lahko povzroče resne poškodbe ali smrt, kot rezultat fiziološko-kemijskih interakcij z živim tkivom. Strupene oziroma nevarne snovi povzročajo škodljiv učinek, opredeljen kot nenormalna, nezaželena ali škodljiva sprememba, ki je posledica izpostavljenosti potencialno strupeni snovi. Ultimativni škodljivi učinek je smrt, bolj zmeren

škodljiv učinek pa lahko vključuje poslabšano prehranjevanje, spremenjeno telesno maso in maso organov, vidne patološke spremembe ali spremembe v delovanju encimov. Škodljivi učinek povzroči funkcionalno ali anatomsko poškodbo, nepovratno spremembo v homeostazi itd. Med nevarnimi snovmi (kemikalij) se trenutno največja pozornost namenja naslednjim skupinam snovi:

- t .i. CMR-snovem:
  - rakotvornim *(carcinogenic)*,
  - mutagenim *(mutagenic)*,
  - snovem, strupenim za razmnoževanje *(reproductive toxicity)*;
- t. i. EDC-snovem:
  - hormonskim motilcem *(endocrine disrupting chemicals)*, ki motijo oziroma ovirajo hormonske procese; pri katerih se opaža t. i. koktajl učinek in imajo transgeneracijske učinke;
- t. i. PBT-snovem:
  - obstojnim *(persistent)*, ki se ne razgrajujejo v okolju,
  - bioakumulativnim *(biaccumulative)*, ki se kopičijo v tkivu oz. organizmu,
  - strupenim snovem (*toxic)*, ki jim pravimo tudi nevrotoksične kemikalije, saj imajo nevrološke vplive na otroke in predstavljajo nevarnost tihe »pandemije«.

Veliko neznano področje, ki šele nakazuje svoje razsežnosti in nevarnosti na področju kemijske varnosti pa predstavljajo nanotehnologije in z njimi povezana nanovarnost, saj:

- 70 nm nanodelci prodrejo v pljučne mešičke,
- 50 nm nanodelci prodrejo v celice,
- 30 nm nanodelci prodrejo v celično jedro,
- ni podatkov o potovanju nanodelcev, ki so manjši od 20 nm.

Ker nanodelci skozi kožo, prebavila in dihala prehajajo v kri in tudi v možgane, obstaja velika verjetnost vpliva na razvoj nekaterih nevrodegenerativnih obolenj (npr. parkinsova in alzheimerjeva bolezen).

Opredelitev varnosti

Če o varnosti govorimo kot o nasprotju tveganja, je za tveganje na področju kemijske varnosti teba izpostaviti naslednjo zakonitost:

TVEGANJE = NEVARNOST x IZPOSTAVLJENOST

- **NEVARNOST** → tista lastnost kemikalije, na katero ne moremo vplivati (npr. vnetljivost, jedkost ...)
- **IZPOSTAVLJENOST** → na izpostavljenost vplivajo količina (odmerek), čas in pogostnost izpostavljenosti določeni kemikaliji

Praktična varnost naslavlja učinke, ki se ne bodo pojavili, če določeno kemikalijo uporabljamo v količini in na način, ki je predlagan za uporabo.

Opredelitev kemijske varnosti

Kemijsko varnost lahko razumemo kot stanje, ko kemikalije ne povzročajo neobvladljivega tveganja za zdravje ljudi in okolje. V najširšem smislu je to preprečevanje kratkoročnih in dolgoročnih škodljivih učinkov kemikalij na zdravje človeka in na okolje v njihovem življenjskem krogu, to je med proizvodnjo, skladiščenjem, prevozom in uporabo kemikalij ter odstranjevanjem odpadkov le-teh. Poenostavljeno pa lahko rečemo, da je kemijska varnost ustrezno ravnanje s snovmi (bodisi v *šolskem laboratoriju, doma, v okolju* ...), ki so lahko potencialno nevarne, da bi bilo tveganje za naše zdravje in okolje čim manjše.

Cilji in vsebine, povezane s kemijsko varnostjo, v posodobljenem učnem načrtu za gimnazije

Na področju kemijske varnosti smo v posodobljenem učnem načrtu za kemijo v gimnazijah naredili korak naprej, saj smo jo poglobili z osnovami toksikologije v sklopu Uvod v eksperimentalno delo:

1. sklop: UVOD V VARNO EKSPERIMENTALNO DELO

Cilji sklopa:

Dijaki/dijakinje:

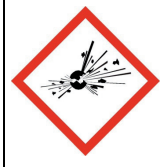
- ...
- spoznajo R- in S-stavke ter razumejo pomen zaščitne opreme za varno eksperimentalno delo,
- usvojijo osnovne pojme toksikologije.

Predlagane vsebine:

- ...
- Varno delo v šolskem laboratoriju: zaščitna oprema, označevanje nevarnih snovi (R-, S-stavki),
- Zbirke podatkov (InChem, Chemical Data Base, KemŠol ...),

- Osnove toksikologije:
  - o nevarne snovi (kategorije), LD50
  - o izpostavljenost nevarnim snovem:
    - količina (odmerek),
    - čas, trajanje izpostavljenosti (akutno, kronično) in pogostost izpostavljenosti,
    - način vstopa nevarne snovi (oralno, dermalno, inhalacije);
  - o tveganje (soodvisnost nevarnosti (strupenosti) snovi in izpostavljenosti tej snovi).

Kot smo že omenili, na področju kemijske varnosti največjo pozornost posvečamo snovem oziroma kemikalijam, ki so že prepoznane kot nevarne oziroma potencialno nevarne. Za te snovi obstaja dodelan sistem razvrščanja in označevanja. In ker se pri izvajanju učnega načrta za kemijo ves čas srečujemo z (nevarnimi) snovmi, posebno pozornost namenjamo oznakam (simbolom, piktogramom) za nevarnost in ustreznim opozorilnim oziroma obvestilnim stavkom (R- in S-stavki). Oznake za nevarne snovi ter R- in S-stavke vključujemo v vsako eksperimentalno delo in zahtevamo, da dijaki v skladu z njimi tudi ravnajo, prav tako pa jih vključujemo vedno tudi, ko obravnavamo lastnosti snovi. Posebno aktualnost omenjenim ciljem oziroma vsebinam daje zdajšnje prehodno obdobje na nov GHS-sistem *(Globally harmonized system of classification & labeling of chemicals)* razvrščanja in označevanja kemikalij. Novi sistem je začel veljati 1. 12. 2008 in opredeljuje, da morajo biti do 1. 12. 2010 z novimi piktogrami označene vse nevarne snovi, do 1. 6. 2015 pa vse zmesi. GHS tudi nadomešča R- in S-stavke s stavki za nevarnost (H-stavki) in previdnostnimi stavki (P-stavki). Poenostavljeno lahko primerjamo stari in novi način označevanja nevarnih kemikalij v spodnji preglednici (po Mercku):

Razred nevarnosti in kategorija nevarnosti	Označevanje - NOVO			Označevanje - STARO		
Eksplozivno						
Eksplozivi • nestabilni eksplozivi • eksplozivi podrazredov 1.1, 1.2, 1.3 Samoreaktivne snovi, zmesi, vrste A, B Organski peroksidi, vrste A, B		H200 H201, H202, H203 H240, H241 H240, H241	NEVARNO		R2, R3	Eksplozivno
Eksplozivi, podrazreda 1.4		H204	POZOR	Ni razvrstitve		

Vnetljivo, oksidativno

Vnetljivi plini, kat. nev. 1* Vnetljivi aerosoli, kat. nev. 1 Vnetljive tekočine, kat. nev. 1		H220 H222 H224	NEVARNO		R12 R12 R12	Zelo lahko vnetljivo
Vnetljive tekočine, kat. nev. 2 Vnetljive trdne snovi, kat. nev. 1 Vnetljive trdne snovi, kat. nev. 2		H225 H228 H228	POZOR		R11 R11 R11	Lahko vnetljivo
Vnetljivi aerosoli, kat. nev. 2 Vnetljive tekočine, kat. nev. 3		H223 H226	NEVARNO	Ni simbola Ni razvrstitve	R10 R10	Vnetljivo
Piroforne tekočine, kat. nev.1 Piroforne trdne snovi, kat. nev. 1 Snovi in zmesi, ki v stiku z vodo sproščajo vnetljive pline, kat. nev. 1, 2, 3		H250 H250 H260 H261 H261	NEVARNO		R17 R17 R15 R15 R15	Lahko vnetljivo
Samoreaktivne snovi in zmesi, vrste B, Samoreaktivne snovi in zmesi, vrste C, D, in E, F Samosegrevajoče se snovi in zmesi, kat. nev. 1, 2		H241 H242 H242 H251 H252	POZOR		R12 R12	Lahko vnetljivo
Organski peroksidi vrste B Organski peroksidi vrste C, D Organski peroksidi vrste E,F		H241 H242 H242			R7 R7	Oksidativno

**kategorija nevarnosti*

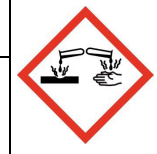
Oksidativni plini, kat. nev. 1 Oksidativne tekočine, kat. nev. 1, 2, 3 Oksidativne trdne snovi, kat. nev. 1, 2, 3		H270 H271, H272, H272 H271, H272, H272	NEVARNO		R8 R8, R9 R8, R9	Oksidativno
Plini pod tlakom: • stisnjeni plini; • utekočinjeni plini; • ohlajeni utekočinjeni plini; • raztopljeni plini		H280 H280 H281 H280	POZOR	Ni razvrstitve		
Jedko za kovine, kat. nev. 1		H290	POZOR	Ni razvrstitve		

Strupeno, zdravju škodljivo

Akutna strupenost, kat.nev. 1, 2 • oralno • dermalno • pri vdihavanju		H300 H310 H330	NEVARNO		R28 R27 R26	Zelo strupeno
Akutna strupenost, kat. nev. 3 • oralno • dermalno • pri vdihavanju		H301 H311 H331			R25 R24 R23	Strupeno
Mutagenost za zarodne celice, kat. nev. 1A, 1B Rakotvornost, kat. nev. 1A, 1B Strupenost za razmnoževanje, kat. nev. 1A, 1B Specifična strupenost za pos. organe – enkratna izpostavljenost, kat. nev. 1 Specifična strupenost za pos. organe – ponavljajoča se izpostavljenost, kat. nev. 1		H340 H350 H360 H370 H372	NEVARNO		R46 R45, R49 R60, R61 R39 R48	Strupeno
Preobčutljivost dihal, kat. nev. 1 Nevarnost pri vdihavanju, kat. nev. 1		H334 H304			R42 R65	Zdravju škodljivo

Mutagenost za zarodne celice, kat. nev. 2 Rakotvornost, kat. nev. 2 Strupenost za razmnoževanje, kat. nev. 2 Specifična strupenost za posamezne organe – enkratna izpostavljenost, kat. nev. 2 Specifična strupenost za posamezne organe – ponavljajoča se izpostavljenost, kat. nev. 2 Preobčutljivost dihal, kat. nev. 2		H341 H351 H361 H371 H373	POZOR		R68 R40 R62, R63 R68 R48	Zdravju škodljivo
Akutna strupenost, kat. nev. 4 • oralno • dermalno • pri vdihavanju		H302 H312 H332	POZOR		R22 R21 R20	

Jedko, dražilno

Jedkost za kožo, kat. nev. 1A, 1B, 1C		H314	NEVARNO		R34, R35	Jedko
Hude poškodbe oči, kat. nev. 1		H318			R41	Dražilno
Preobčutljivost kože, kat. nev. 2 Draženje oči, kat. nev. 2 Draženje kože, kat. nev. 1 Specifična strupenost za posamezne organe – enkratna izpostavljenost, kat. nev. 3 • draženje dihalnih poti		H315 H319 H317 H335	NEVARNO		R38 R36 R43 R37	Dražilno
• narkotični učinki		H336		Ni simbola	R67	

Okolju nevarno

Nevarno za vodno okolje, kat. akutne nev. 1 Nevarno za vodno okolje, kat. kronične nev. 1		H400 H410	POZOR		R50 R50/53	Okolju nevarno
Nevarno za vodno okolje, kat. kronične nev. 2		H411			R51/53	
Nevarno za ozonski plašč		EUH 059		Ni razvrstitve		

Slike 1–6: Primerjava označevanja po GHS s starim EU sistemom

Zaključek

Pouk kemije, posebej eksperimentalno delo, je področje, kjer lahko in moramo dosledno uveljavljati načela kemijske varnosti. Kemijska varnost v najširšem kontekstu vključuje oceno tveganja in obvladovanje tveganja – ustrezno ravnanje s kemikalijami in proizvodi pri pouku in v naši (neposredni) okolici, ki so lahko potencialno nevarni. Pomembno je, da dijake sistematično navajamo na upoštevanje nevarnih lastnosti snovi (grafični simboli, R- in S-stavki), navodil za varno in odgovorno uporabo teh snovi (minimalne količine in način, ki je predlagan za uporabo) ter dosledno uporabo potrebnih zaščitnih sredstev – da razvijamo ustrezno pojmovanje kemijske varnosti za njeno aktivno udejanjanje v vsakdanjem življenju, za trajnostni razvoj.

Literatura

1 *Akcijski načrt za kemijsko varnost otrok v RS (2008). Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja.*

2 *Akcijski načrt za izvajanje svetovnega akcijskega načrta mednarodne strategije ravnanja s kemikalijami (SAICM) v RS (2007). Ljubljana: Urad RS za kemikalije. Dostopno na naslovu: www.uk.gov.si/fileadmin/uk.gov.si/…/pdf/Akcijski_nacrt-SAICM.pdf (citirano 15. 3. 2010).*

3 *Bačnik, A., Bukovec, N., Poberžnik, A. et. al.(2008). Posodobljeni učni načrti za Kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo.*

4 *Bačnik, A. (2008). Kemijska varnost via toksikologija. Gradivo izobraževanja Kemijska varnost z osnovami toksikologije. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, Kemijska varnost 3.*

5 *Bačnik A. (2009). Aktualno na področju kemijske varnosti. Gradivo prvega posveta Kemijska varnost za vse. Ptuj: Zavod RS za šolstvo, Kemijska varnost 3.*

6 *Duffus, J. H., Worth, H. G. J. (ur.) (2006). Fundamental Toxicology. London: RSC.*

7 *Uredba (ES) št. 1272/2008 Evropskega parlamenta in sveta z dne 16. decembra 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi, o spremembi in razveljavitvi direktiv 67/548/EGS in 1999/45/ES ter spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006.*

8 *Timbrell, J. (2008). Paradoks strupa; Kemikalije kot prijatelji in sovražniki. Ljubljana: IVZ.*

9 *Chem Trust (online). Dostopno na naslovu: http://www.chemtrust.org.uk (citirano 13. 3. 2010).*

10 *Urad RS za kemikalije (online). Konferenca o varnosti nanomaterialov, Ljubljana, 22.-24.04.2009. Obvestilo za javnost. Dostopno na naslovu: http://www.uk.gov.si/si/splosno/vstopna_stran/aktualno/konferenca_o_varnosti_nanomaterialov_ljubljana_22_24042009/nanovarnost (citirano 13. 3. 2010).*

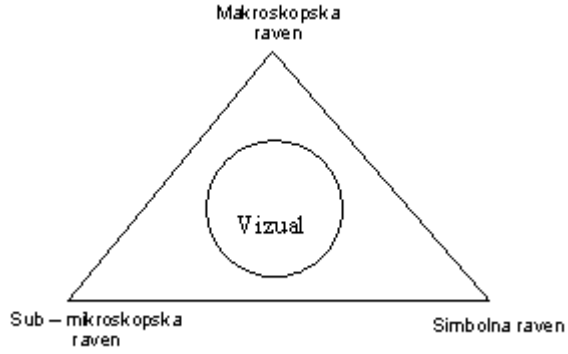
11 *Kemijsko varen (online). Dostopno na naslovu: http://www.kemijskovaren.si/ (citirano 13. 3. 2010).*

2.4 Informacijsko-komunikacijska tehnologija za razvijanje prostorskih predstav

Vesna Ferk Savec in Margareta Vrtačnik,
Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Jezik »delčnega sveta«

Za kemijo kot naravoslovno vedo je značilno zaznavanje pojavnega sveta snovi, pojavov in procesov na makroskopski ravni, za njihovo razlago in napovedovanje pa moramo uporabiti jezik submikroskopskega sveta. Pri učenju kemije je pomembno, da učenci oziroma dijaki razumejo in znajo povezovati pojme na vseh treh predstavnih ravneh (makroskopski, submikroskopski in simbolni), kar povzroča mnogim učencem in dijakom velike težave (Johnstone, 1991). Prepad med tremi predstavnimi ravnmi pa lahko večinoma premostimo z uporabo vizualizacijskih elementov, npr. molekulskih in kristalnih modelov (Barke in Wirbs, 2002, Slika 1). Tako sodi sposobnost uporabe modelov pri učenju in poučevanju kemije med ključne elemente kemijske vizualne pismenosti.



Slika 1: Tri ravni predstavitve naravoslovnih pojmov in vloga vizualizacijskih elementov pri njihovem povezovanju (Johnston, 1991; Barke in Wirbs, 2002)

Ko uporabljamo modele kot pomoč pri razlagi oziroma napovedovanju kemijskih sprememb, pa moramo imeti vedno v mislih vprašanje, kaj lahko predstavimo z modeli atomov in molekul. Model ne more v popolnosti predstaviti modeliranega predmeta, lahko nas celo zavede, če verjamemo, da se bo z modeliranim predmetom dogajalo tako, kot smo predvideli z modelom (Keenan et al., 1980).

Zanimiva je primerjava učenja kemije z učenjem maternega jezika, ki jo v eni svojih študij navaja Bent (1984). Pravi, da tako kot naučimo otroka pomena besed in stavkov ter drugih abstraktnih pojmov iz resničnega sveta s kazanjem in pripovedovanjem, učimo jezika kemije s pomočjo modelov. Pri tem pa se moramo kot učitelji zavedati, da so molekulski modeli kvantnomehanske metafore, kvantnomehanski deskriptorji pa so samostalniki in pridevniki za opisovanje zgradbe molekul in kristalov.

Raziskava o uporabi modelov molekul in kristalov v slovenskih šolah (Ferk Savec et al., 2006) potrjuje, da so naši profesorji kemije večinoma dobro seznanjeni s pomenom uporabe modelov pri pouku kemije in se zavedajo vloge prostorskih predstav dijakov pri učenju kemije, žal pa mnogi učitelji ugotavljajo, da na njihovi šoli še zmeraj ni na voljo dovolj tridimenzionalnih molekulskih modelov za dejavne oblike dela z modeli.

Molekulski in kristalni modeli

Najbolj znani in najpogosteje uporabljeni so krogličnі, kalotni in skeletni modeli (Tabela 1). Vsako izmed omenjenih vrst odlikujejo specifične značilnosti, ki so izražene na različne načine.

Tabela 1: Najpogosteje uporabljane vrste molekulskih modelov

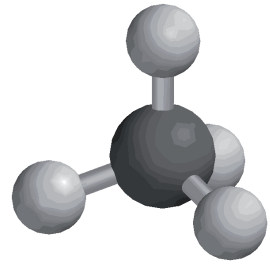
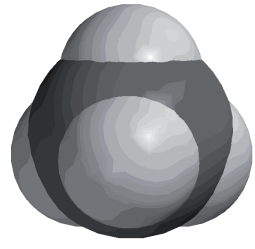
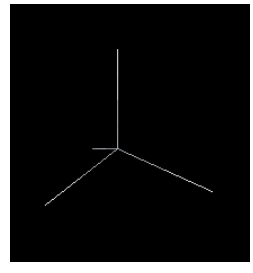
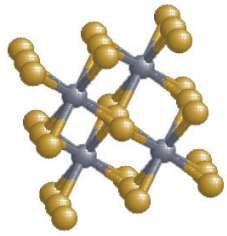
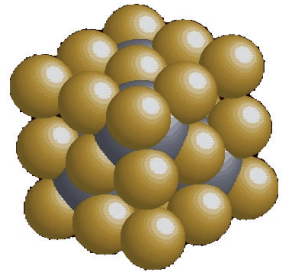
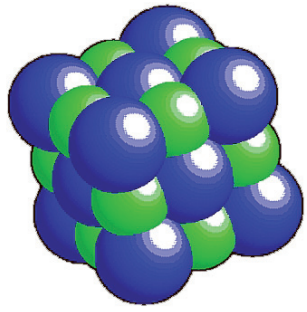
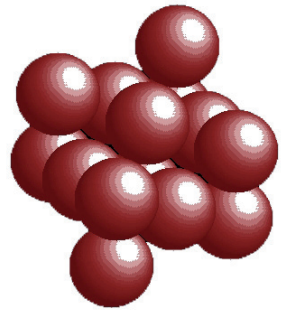
V **krogličnih modelih** predstavljajo kroglice z utori za vezi atome, vezi pa palčke, žičke ali vzmeti. Dimenzije kroglic so v sorazmerju z dimenzijami atomov posameznih elementov. Kroglice so značilno obarvane, npr. za prikaz vodikovega atoma belo, ogljikovega črno, kisikovega rdeče, klorovega zeleno itd. Povezave med kroglicami so lahko različno dolge, glede na medjedrne razdalje med gradniki v strukturi. Mogoč je nazoren prikaz dvojnih in trojnih vezi med atomi v molekuli. Krogličnі modeli so zlasti primerni za prikaz prostorske razporeditve atomov in načina njihovega medsebojnega povezovanja.	 *Slika 2:* Računalniško generiran krogličnі model molekule metana
Kalotni modeli so sestavljeni iz kroglic, ki so med seboj v tangencialnem stiku, zato jih imenujemo tudi tangencialni modeli. Vez med atomi je prikazana s prekrivanjem atomskih orbital, tako bolje ustrezajo resnični obliki molekul kakor krogličnі modeli, pri katerih so atomi preveč oddaljeni med seboj. S kalotnimi modeli lahko prikažemo, kako se atomi, ki tvorijo molekulo, prekrivajo, vendar so kalotni modeli precej manj nazorni od krogličnih.	 *Slika 3:* Računalniško generiran kalotni model molekule metana
Skeletni ali **žični modeli** poudarjajo povezave med gradniki, sami gradniki pa so le stične točke, v katere se stekajo povezave. Vezi so predstavljene z jeklenimi paličicami in cevkami, njihove dolžine so praviloma v sorazmerju z dolžinami vezi med atomi. Skeletni modeli so tako precej bolj abstraktni od kalotnih in krogličnih in so namenjeni prikazu prostorske zgradbe kompleksnih molekul in ponazarjanju reakcijskih mehanizmov.	 *Slika 4:* Računalniško generiran skeletni model molekule metana

Tabela 2: Računalniško generirani modeli kristalov

Model osnovne celice kristala CaF_2 – krogličnі model	**Model osnovne celice kristala CaF_2 – kalotni model**
	
Model osnovne celice kristala NaCl	**Model osnovne celice kristala bakra**
	

Seti molekulskih modelov so dostopni pod različnimi tržnimi imeni, vendar je zaradi omejenega števila kroglic in paličic ali kalot ter žičk v posameznem setu za aktivno delo v razredu treba imeti na voljo več setov. Če upoštevamo še omejitve posameznih vrst modelov, bi za optimalno delo z modeli morali razpolagati z različnimi vrstami modelov, kar pa predstavlja že zelo veliko finančno breme.

Računalniško generirani modeli

Hkrati z izboljševanjem IKT-opremljenosti slovenskih šol se izboljšuje tudi dostopnost modelov molekul in kristalov v šolski praksi. Po medmrežju lahko namreč brez dodatnih stroškov dostopamo do prosto dostopnih programov za generiranje in predstavitev modelov ter pri pouku uporabimo želene modele iz baz že izdelanih modelov.

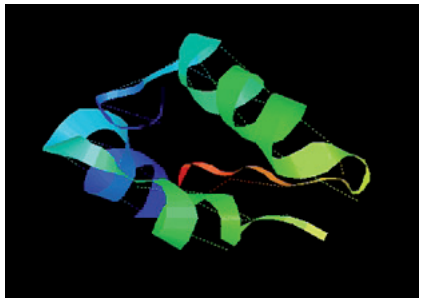
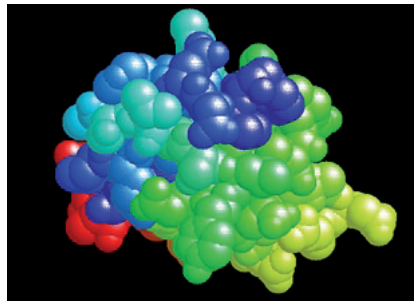
Ob primerjavi vrednosti računalniško generiranih modelov s tradicionalnimi modeli se je pokazalo, da sta obe vrsti modelov za dijake dragocena in enakovredna pripomočka pri dojemanju tridimenzionalne strukture molekul in reševanju prostorskih nalog (Ferk Savec, Vrtačnik in Gilbert, 2005).

Molekulske modele, generirane z ustreznimi računalniškimi programi, npr. ChemSketch, J-mol, lahko predstavimo v navideznem 3D prostoru računalniškega zaslona, če je struktura molekule zapisana v formatu, iz katerega lahko vmesnik, npr.

Chime, RasWin, generira model. Najpogosteje sta to formata *.mol oziroma *.pdb. Strukturno formulo poljubne molekule tako narišemo npr. v programu ChemSketch in jo nato izvozimo kot format mol, tega pa odpremo s pomočjo Internet Explorerja ob predhodni naložitvi Chime na računalniku.

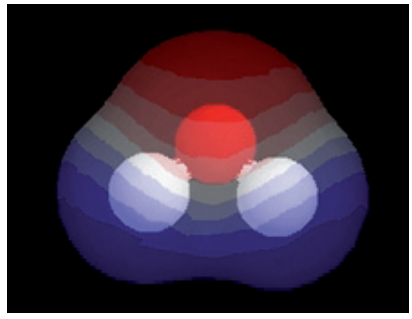
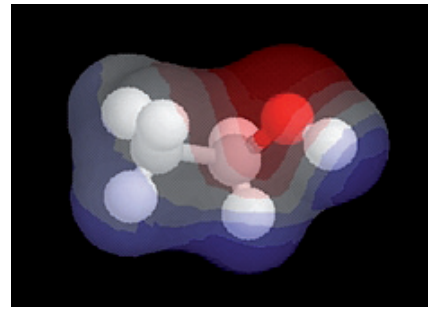
Ena izmed prednosti računalniško generiranih modelov je, da s spreminjanjem predstavitve modela z ukazom *"Display"* enostavno in hitro prehajamo med krogličnimi *(ball & sticks)*, žičnimi *(wire)* in kalotnimi *(spacefill)* predstavitvami modela izbrane molekule. Navidezno resničnost nam pričara tudi možnost obračanja modela v prostoru in približevanja oziroma oddaljevanja modela. Druga prednost računalniško generiranih modelov je, da lahko opazujete v navideznem prostoru tudi modele kristalnih mrež ali pa makromolekul, npr. proteinov (Tabela 3).

Tabela 3: Prikaz zgradbe makromolekul – inzulina

Trakasti model molekule inzulina s prikazom vodikovih vezi (črtkano) med posameznemi deli alfavijačnic	**Kalotni model molekule inzulina**
	

Dodatna prednost uporabe navideznih modelov je tudi možnost prikaza razporeditve elektrostatičnega potenciala oziroma poenostavljeno, elektronske gostote na površini molekul različnih spojin, kar olajša razumevanje vzrokov za razlike in sorodnosti v fizikalnih lastnostih in kemijski reaktivnosti spojin. V Tabeli 4 je prikazana razporeditev elektronske gostote na modelu molekule vode in etanola. Sliki sta lahko učitelju v pomoč pri razlagi, zakaj so nekatere lastnosti vode podobne lastnostim etanola. Tako molekula vode kakor etanola imata nesimetrično razporejeno elektronsko gostoto na površini molekule. Na atomu kisika je barva potenciala rdeča, kar pomeni, da je na atomu kisika povečana elektronska gostota (δ (–)), na atomih vodika je barva modra, kar pomeni, da je na teh atomih elektronska gostota zmanjšana (δ (+)). Molekuli sta polarni, zato nekatere sorodnosti, npr. natrij reagira tako z vodo kakor z etanolom, etanol se topi v vodi v vseh razmerjih. Voda ima zaradi vodikovih vezi višje vrelišče od npr. H_2S, etanol pa od etana.

Tabela 4: Prikaz razporeditve elektronske gostote na površini modelov molekul

Razporeditev elektrostatičnega potenciala na površini modela molekule vode	Razporeditev elektrostatičnega potenciala na površini modela molekule etanola
	

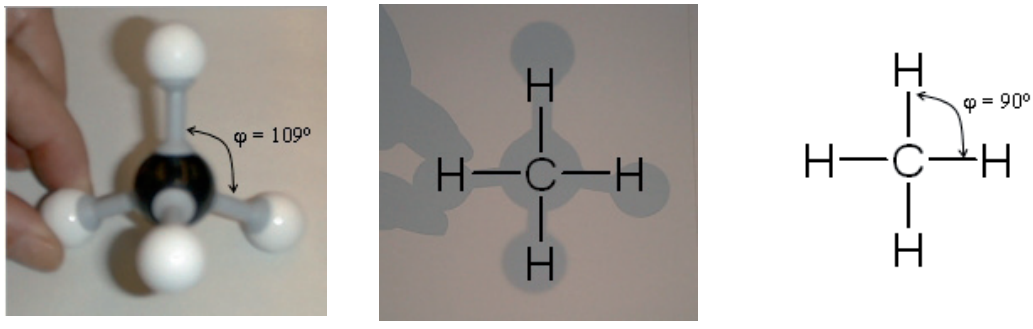
Legenda:

	δ (–)
	δ (+)

Od modelov do stereoformul

Ker pisana beseda in tiskana literatura običajno ne omogočata vključevanja tridimenzionalnih modelov, zgradbo molekul in kristalov pogosto prikažemo v dvodimenzionalnem prostoru (ravnini), npr. s fotografijami modelov, z računalniško izdelanimi slikami modelov, s shematskim zapisom modelov, strukturno ali stereokemijsko formulo.

Pri projekciji tridimenzionalnega modela v ravnino pride praviloma do izgube dela informacije o zgradbi molekule, kar lahko ponazorimo npr. s preslikavo modela molekule metana na tablo s pomočjo grafoskopa (Slika 2).

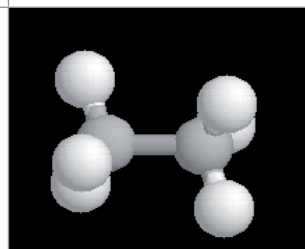
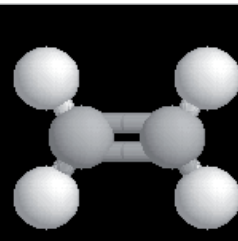
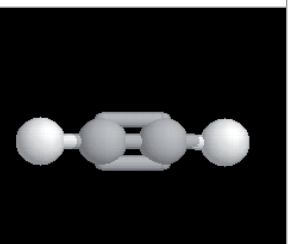
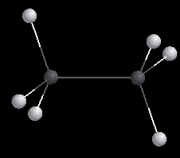
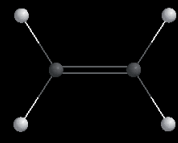
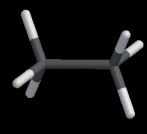
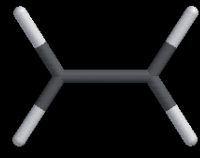
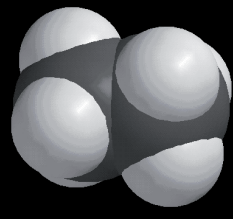
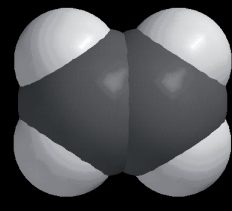
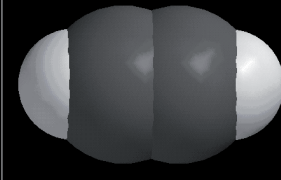
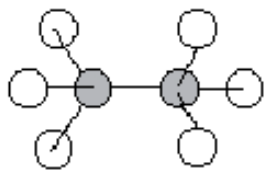
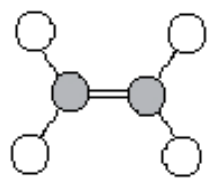


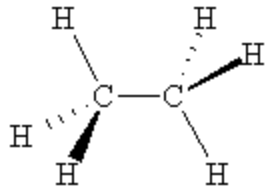
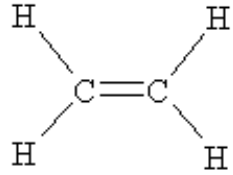
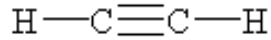
Slika 2: Projekcija modela molekule metana v ravnino table

Strukturne formule so izpeljane iz projekcij tridimenzionalnih modelov molekul v ravnino. Nazorno prikažejo, kako so atomi med seboj povezani, ne omogočajo pa razviti predstave o dejanski obliki molekule v prostoru.

Za nazornejši prikaz razporeditve atomov v prostoru uporabljamo stereoformule. Pri njihovem zapisu uporabljamo dogovorjene znake za prikaz razporeditve atomov ali atomskih skupin v prostoru. Za uporabnike pa postane stereozapis zato dodatno zahteven, ker si morajo zapomniti pomen dogovorjenih znakov. V Tabeli 5 so zbrane mogoče predstavitve zgradbe molekul etana, etena in etina.

Tabela 5: Prikaz prostorske strukture molekul etana, etena in etina z različnimi vrstami molekulskih modelov oz. njihovimi dvodimenzionalnimi zapisi in stereokemijskimi formulami.

Ime molekule	ETAN	ETEN	ETIN
Kroglični model			
Skeletno-kroglični model			
Cevni model			
Kalotni model			
Shematski zapis modela			

Stereokem. formula			

Izurjen kemik brez težav prepozna tridimenzionalno strukturo molekul iz različnih vrst predstavitve molekulske zgradbe (npr. tridimenzionalni modeli, njihove fotografije, statični/interaktivni računalniški modeli, shematski prikazi, stereokemijske formule). Raziskave (Ferk et al., 2003) pa kažejo, da imajo lahko nekateri učenci, dijaki in celo študenti težave tudi pri tem, navidezno preprostem, opravilu in zato posledično tudi pri sledenju razlagi, v kateri so takšni zapisi uporabljeni.

Če se pri učencih pojavijo težave že pri prepoznavanju tridimenzionalne molekulske strukture, bodo imeli težave tudi pri naslednjih operacijah, npr. pri rotaciji, zrcaljenju in pri zapisovanju strukturne formule na podlagi njenega modela in nasprotno (Ferk et al., 2003). Zato je zelo pomembno, da tej elementarni operaciji v učnem procesu posvetimo dovolj pozornosti. Kot izjemno učinkovito dopolnilo dvodimenzionalnim zapisom so se izkazali tradicionalni tridimenzionalni modeli in njihovi sodobni, računalniško generirani analogi. Vseeno pa je večina dijakov poudarila, da so jim zaradi njihove tridimenzionalne narave in otipljivosti ljubši tradicionalni modeli (Ferk Savec, Vrtačnik in Gilbert, 2005).

Didaktična priporočila pri delu z modeli

1. Preden začnemo delati z molekulskimi modeli, moramo dijake opozoriti na pomen besede “model”. Še tako dober model namreč ne more v popolnosti predstaviti modeliranega pojma, predmeta ali ideje, zato ne smemo pričakovati, da se bo z modeliranim predmetom dogajalo tako, kot smo predvideli z modelom.

2. Spodbudimo dijake k diskusiji, v kateri bodo primerjali modele s submikroskopskim svetom delcev, ki ga predstavljajo (npr. obarvanje atomov, velikost delcev, povezovanje delcev, statičnost delcev ipd.)

3. Zaželeno je, da pri poučevanju uporabljamo različne vrste molekulskih modelov (npr. krogličnе, kalotne, žične), da lahko upoštevamo njihove omejitve. Pri tem lahko uporabljamo tradicionalne tridimenzionalne modele ali pa njihove računalniške analoge, ki omogočajo neposreden prenos med različnimi vrstami modelov.

4. Pravilna uporaba modelov ima pozitiven vpliv na razumevanje delčne narave snovi in njenih lastnosti in vrsta raziskav priporoča njihovo

uporabo pri naslednjih vsebinah: (1) uvajanje in ponazoritev pojmov (npr. atomska orbitala, atom, molekula, kemijska vez, kristal, prostorska zgradba molekul, vezni koti, homogene, heterogene zmesi, (2) predstavitev zgradbe specifičnih molekul in kristalov, (3) ponazoritev molekulske dinamike, (4) ponazoritev soodvisnosti med zgradbo in lastnostmi ter reaktivnostjo, (5) ponazoritev fizikalnih in kemijskih sprememb in poteka kemijskih reakcij, (6) ponazoritev pojma izomerija, (7) ponazoritev zakonitosti (npr. zakon o ohranitvi mase, zakon o stalni sestavi spojin).

5. Zavedati se moramo, da lahko prenos informacij o zgradbi molekule iz tridimenzionalnega sveta modelov v dvodimenzionalni zapis oziroma pretvorbe med različnimi dvodimenzionalnimi zapisi povzročajo nekaterim dijakom težave. Zato moramo ugotavljanju morebitnih težav posvetiti dovolj pozornosti in jih odpraviti, preden nadaljujemo z novo snovjo.

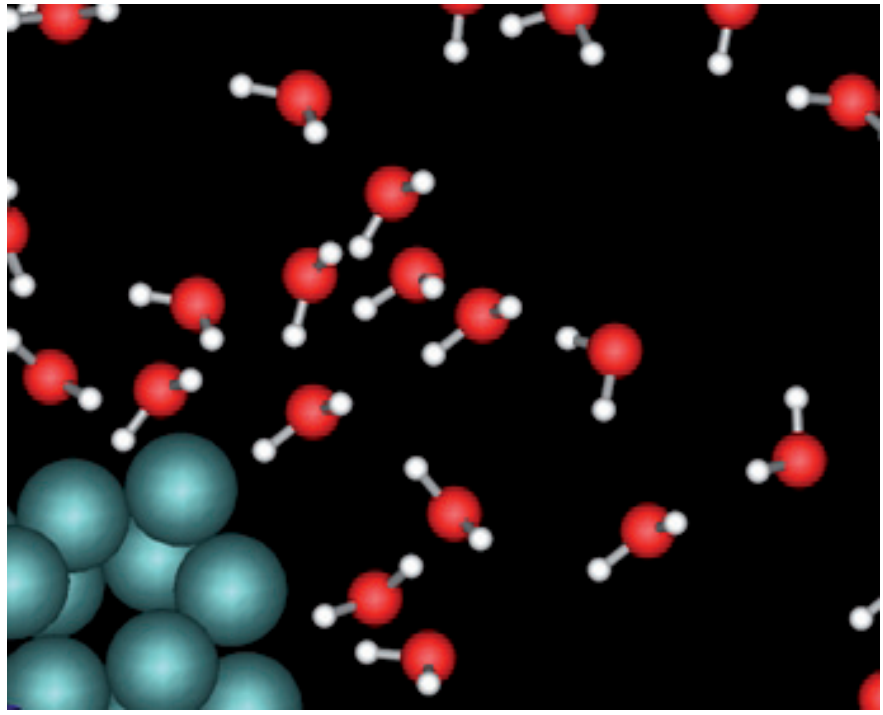
6. Abstraktne predstavitve molekulske strukture pogosto vsebujejo dogovorjene oznake (npr. prekrivanje krožcev s črtami v shematskih predstavitvah ali prostorske oznake v stereokemijskih formulah ipd.), ki so ključne za učinkovito prepoznavanje molekulske strukture. Poskrbimo, da jih bodo učenci poznali in utrdili.

7. Modeli so lahko zelo uporaben pripomoček tudi pri izvajanju miselnih operacij v prostoru (npr. rotacija, zrcaljenje). Kljub uporabnosti modelov pa se moramo poprej prepričati, da učenci, dijaki oziroma študenti razumejo prostorske operacije, saj si v nasprotnem primeru tudi z modeli ne bodo znali pomagati.

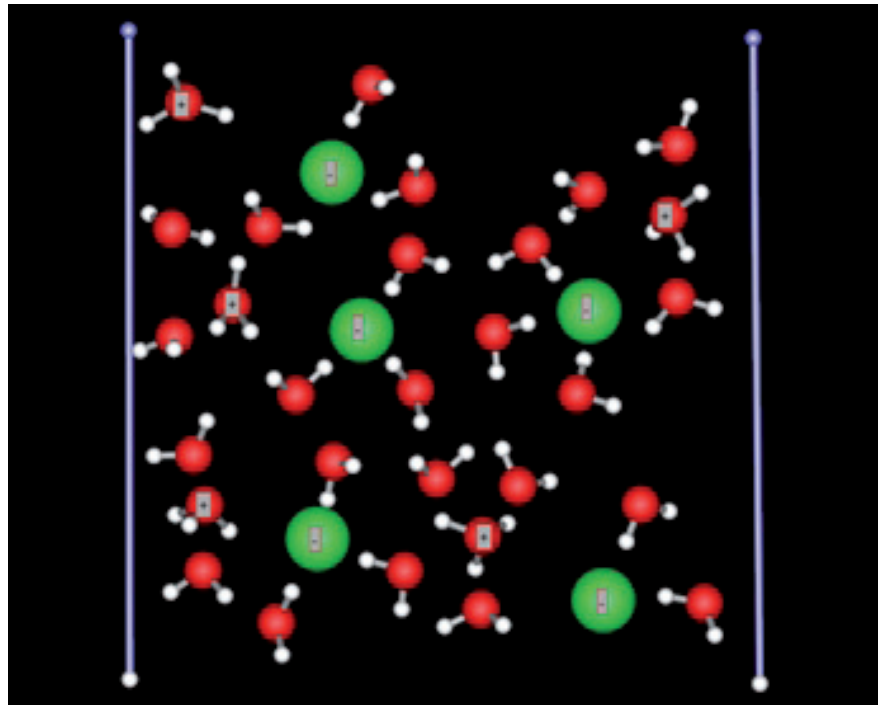
Animacije procesov

Dijakom lahko olajšamo povezovanje izsledkov makroskopskih opažanj nekega procesa ali pojava z razlago procesa na delčni ravni, z animacijo procesov in pojavov. Animacije le počasi prodirajo v našo šolsko prakso, pozabljamo pa tudi, da se morajo učenci/dijaki najprej naučiti pravilno opazovati animacije, šele potem jih lahko tudi razumejo. Ena izmed pomembnih nalog učitelja kemije je, da pri animaciji usmerja pozornost dijakov in jim pomaga osmisliti povezavo med makroskopskimi opažanji in submikroskopsko razlago pojava. Programi za animacije niso brezplačni, nekateri so celo zelo dragi, njihova uporaba pa zahteva veliko programerskega in strokovnega – kemijskega znanja, da jih lahko razvijamo in uporabljamo. Od učitelja – kemika ne pričakujemo, da bi bil sam usposobljen za pripravo zahtevnih animacij, mora pa poznati kriterije za vrednotenje kakovosti animacij in poznati pomen animacij v sodobnem kemijskem izobraževanju. Učitelj mora znati tudi poiskati animacije z uporabo enega izmed spletnih iskalnikov na svetovnem spletu. Za učitelje, ki želijo sami pripravljati animacije, je na voljo kar nekaj programov za pripravo animacij. Dokaj poceni in enostaven za uporabo je program MoluCAD (New River Kinematics), ki pa terja še obdelavo animacije z enim od programov za izdelavo filmov (Sliki 3 in 4). Dvodimenzionalne animacije lahko pripravi učitelj sam z uporabo programa ChemSense. Program je enostaven

za uporabo, njegova prednost je, da je brezplačno dostopen na medmrežju. Za pripravo kakovostnih interaktivnih animacij v programu Flash pa je potrebno že kar nekaj programerskega znanja. Poleg tega program ni ravno poceni.



Slika 3: Začetni prizor raztapljanja kalcija v vodi – program MoluCAD



Slika 4: Končni prizor raztapljanja vodikovega klorida v vodi – program MoluCAD

V pomoč učiteljem

Pri ugotovljanju, ali imajo vaši dijaki težave pri pravilni zaznavi molekulske prostorske strukture, vam bo v pomoč Kemijski vizualizacijski test, ki je brezplačno dostopen na spletni strani KemInfa (http://www.keminfo.uni-lj.si). Uporabite ga lahko tudi pri razvijanju kemijske vizualne pismenosti s postopnim skupinskim reševanjem posameznih sklopov nalog, ki mu mora nujno slediti razprava o dobljenih rezultatih.

Na istem spletnem naslovu najdete tudi enoto »Naučimo se risati kemijske formule«, ki seznanja uporabnika z uporabo programov za risanje formul in reakcijskih shem s programoma ISIS Draw in ChemSketch.

V uporabo kemijskih modelov preko igre popelje dijake enota »Uporaba molekulskih modelov pri učenju in poučevanju«.

V knjižnici 3D kemijskih struktur »Library of 3-D Molecular Structures« *(http://www.nyu.edu/pages/mathmol/library/* (citirano 13. 01. 2010)) boste našli vrsto uporabnih modelov molekul v *.pdb formatu.

Podobno tudi v datoteki Molekula meseca »The Molecule of the Month« *(http://www.chm.bris.ac.uk/motm/motm.htm* (citirano 13. 01. 2010)). Datoteka vključuje tudi poljudnoznanstvene prispevke z zanimivimi opisi lastnosti in uporabe molekule meseca.

Bogate **zbirke animacij** kemijskih procesov najdete na spodnjih naslovih:

1 Chemistry Animations: *http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/* (citirano 13. 01. 2010). Za zagon animacij je treba imeti na računalniku delujoč program Macromedia SchokwaveTM. Program je mogoče dobiti brezplačno na spletu.

2 Essential Chemistry, 2/e, Raymond Chang: *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/essentialchemistry/flash/flash.mhtml* (citirano 13. 01. 2010). Animacije so izdelane v programu Flash. Za zagon programa je potreben Flesh Opener, ki ga je tudi mogoče dobiti na spletu.

3 Animation Index: *http://www.chem.iastate.edu/group/Greenbowe/sections/projectfolder/animationsindex.htm* (citirano 13. 01. 2010).

4 Chemistry Animations: *http://dwb4.unl.edu/chemAnime/index.htm* (citirano 13. 01. 2010)

5 Free Chemistry Animations: *http://www.learnerstv.com/animation/animationcategory.php?cat=chemistry* (citirano 13. 01. 2010)

6 Animations Chemistry, University of Akron: *http://ull.chemistry.uakron.edu/genobc/animations/index.html* (citirano 13. 01. 2010)

7 Animations development – Chemistry - mehanizmi organskih reakcij: *http://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/chemistry.html* (citirano 13. 01. 2010)

8 Computer Animations and Simulations in General Chemistry: *http://www.science.uwaterloo.ca/~cchieh/cact/trios/simulation.html* (citirano 13. 01. 2010)

9 ChemSense Animator (program za pripravo kemijskih 2D-animacij): *http://chemsense.org/download/index.html* (citirano 14. 01. 2010)

Literatura

1 *Barke, H. D. in Wirbs, H. (2002). Structural units and chemical formulae. Chemistry Education: Research and Practice in Europe, vol. 3, no. 2, pp. 185–200.*

2 *Bent, H. (1984). Uses (and abuses) of models in teaching chemistry. Journal of Chemical Education, 1984, vol. 61, no. 9, pp. 774–777.*

3 *Ferk, V., Vrtačnik, M., Blejec, A., Gril, A. (2003). Students' understanding of molecular structure representations. Int. J. Sci. Educ., vol. 25, no. 10, pp. 1227–1245.*

4 *Ferk Savec, V., Vrtačnik, M., Gilbert, J. K. (2005). Evaluating the educational value of molecular structure representations. V: Gilbert, J. K. (2005): Visualization in science education. Models and modeling in science education, Vol. 1. Dordrecht: Springer, pp. 269–300.*

5 *Ferk Savec, V., Vrtačnik, M., Gilbert, J. K., Peklaj, C. (2006). In-service and pre-service teachers' opinion on the use of models in teaching chemistry. Acta chim. slov., vol. 53, no. 3, ppr. 381–390.*

6 *Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. Journal of computer assisted learning, vol. 7, pp. 75–83.*

7 *Keenan, C. W., Kleinfelter, D. C. in Wood, J. H. (1980). General college chemistry. 6th edition. San Francisco: Harper and Row Publ, pp. 717.*

2.5 Projektno delo pri učenju kemijskih vsebin

Vesna Ferk Savec, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Izraz *projekt* pogosto slišimo in uporabljamo na različnih področjih kot ime za splet medsebojno povezanih dejavnosti z namenom doseganja zastavljenih ciljev. Tudi učitelji in dijaki slovenskih šol sodelujemo v številnih projektih, npr. Ekošola, Razvoj naravoslovnih kompetenc, AnalChemVoc – Izkustveni pristop k analizni kemiji ipd.

V šolski praksi pa uporabljamo tudi izraz *projektno delo*, ki označuje način učenja in poučevanja. V kontekstu učnega okolja je soroden izraz – *projektna metoda* (angl. Project Method) - prvič uporabil William H. Kilpatrick leta 1918 v prispevku za knjigo Zapiski učiteljev. V slovenski kot tudi v tuji strokovni literaturi vse do danes ne najdemo enotnega izraza za projektno delo. Nekateri ga označujejo kot *metodo projekta, projektno učno delo* ali kot *projektni pouk*, pogosto pa je uporabljena tudi kratica *PBL* (angl. *project-based learning*). Kot izpeljanka tega izraza se uporablja tudi izraz *projektno sodelovalno delo*, ki predvideva izvedbo projektnega dela v sodelovalnem okolju skupine učencev.

Začetnik projektnega učnega dela, Kilpatrick (1918), je zapisal, da je osnovni vzvod tega postopka interes učečega se, da neko vsebino sam preuči, ovrednoti, spozna ali izdela izdelek v povezavi z motivirajočo situacijo iz življenja. Sodobni avtorji navajajo različne definicije, npr. da je projektno učno delo učna metoda, pri kateri učenci skozi lastne dejavnosti usvajajo 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). Sodelavci Buck Institute of Education (2007, 2009), kjer se že od leta 1987 ukvarjajo s preučevanjem različnih vidikov projektnega učnega dela, povzemajo, da je projektno učno delo sistematičen način učenja, ki učence dejavno vključuje v pridobivanje temeljnih znanj in za življenje koristnih spretnosti, ob uporabi raziskovalnega postopka, ki ga učenci soustvarjajo okoli kompleksnih, avtentičnih vprašanj ali premišljeno zasnovanih izdelkov in nalog. Thomas (2000) pa projektno učno delo na kratko ubesedi kot model organiziranja učenja v sklop izvajanja projekta.

Značilnosti projektnega učnega dela

Primerjalna analiza opredelitev značilnosti, ki so jih za projektno učno delo razdelali različni avtorji, je pokazala, da je ključnih naslednjih osem značilnosti (Ferk Savec, 2010a):

- tematika, povezana z življenjem;
- interdisciplinarni pristop;
- dejavnosti so načrtovane in ciljno usmerjene, njihovi nosilci so dijaki;
- upoštevanje interesov, učnih slogov in sposobnosti dijakov;

- 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.

Tematika, povezana z življenjem

Pomembna značilnost projektnega učnega dela je v izbiri takšnih tematskih področij, ki jih dijaki lahko povežejo s svojimi izkušnjami iz življenja, s situacijami, s katerimi bi se v življenju lahko srečali ali pa bi jim predstavljale izziv v resničnem življenju. Tako lahko dijaki tematiko projektnega učnega dela osmislijo in ponotranjijo, saj raziskujejo vprašanja ali izdelujejo izdelke, ki imajo zanje pomen.

Če je mogoče, je koristno k sodelovanju pritegniti tudi strokovnjake (izvedence) s področij, s katerimi se dijaki ukvarjajo v projektnem učnem delu, saj jim lahko ti predstavijo širši in bolj poglobljen vpogled na tematiko na podlagi izkušenj iz prakse.

Interdisciplinarni pristop

Tematska področja v povezavi z življenjem zaradi svoje narave narekujejo interdisciplinarni način projektnega učnega dela in zato pomenijo priložnost, da pri njegovem izvajanju prestopimo meje posameznih učnih predmetov in izrabimo možnosti medpredmetnega povezovanja.

Projektno učno delo predstavlja tudi odlično priložnost za razvijanje inovativnosti dijakov, saj sta pri njegovi izvedbi zaželena ustvarjalno razmišljanje ter nadgradnja v učnih načrtih opredeljenih znanj in veščin.

Slika 1: Pri projektnem učnem delu je treba združiti znanje iz različnih področij.

Dejavnosti so načrtovane in ciljno usmerjene, njihovi nosilci so dijaki

Projektno učno delo sodi v sklop t. i. aktivnih metod pridobivanja znanja, kar pomeni, da imajo dijaki v učnem procesu dejavno, osrednjo vlogo. Pri tem moramo imeti v mislih, da je tudi ta pristop usmerjen k doseganju vnaprej izbranih učnih ciljev, zato morajo biti dejavnosti dijakov skrbno načrtovane tako, da čim bolj prispevajo k njihovemu uresničevanju. Z drugimi besedami, cilji projektnega učnega dela naj bodo zasnovani tako, da so skupni *dijakom* – kot nosilcem posameznih dejavnosti v projektu – in *učiteljem* – kot usmerjevalcem učnega procesa.

Dejavna vloga dijakov v vseh stopnjah projektnega učnega dela jim omogoča, da pridejo do novega znanja preko lastnih dejavnosti in pri tem usvojijo različne spretnosti ter prevzamejo odgovornost za svoje ravnanje. Dejavna vloga dijakov 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.

Upoštevanje interesov dijakov, njihovih učnih slogov in sposobnosti

Zaželeno je, da so interesna področja dijakov izhodišče projektnega učnega dela, saj je zainteresiranost dijakov ključna za njihovo dejavno delo skozi vse stopnje projekta. Projektno učno delo lahko tako dijakom ponudi možnosti za razvijanje obstoječih interesov in za odkrivanje novih, že omenjena vpetost projektnega dela v različne življenjske situacije pa omogoči, da se dijaki z njimi poistovetijo in učenje uskladijo s svojimi potrebami.

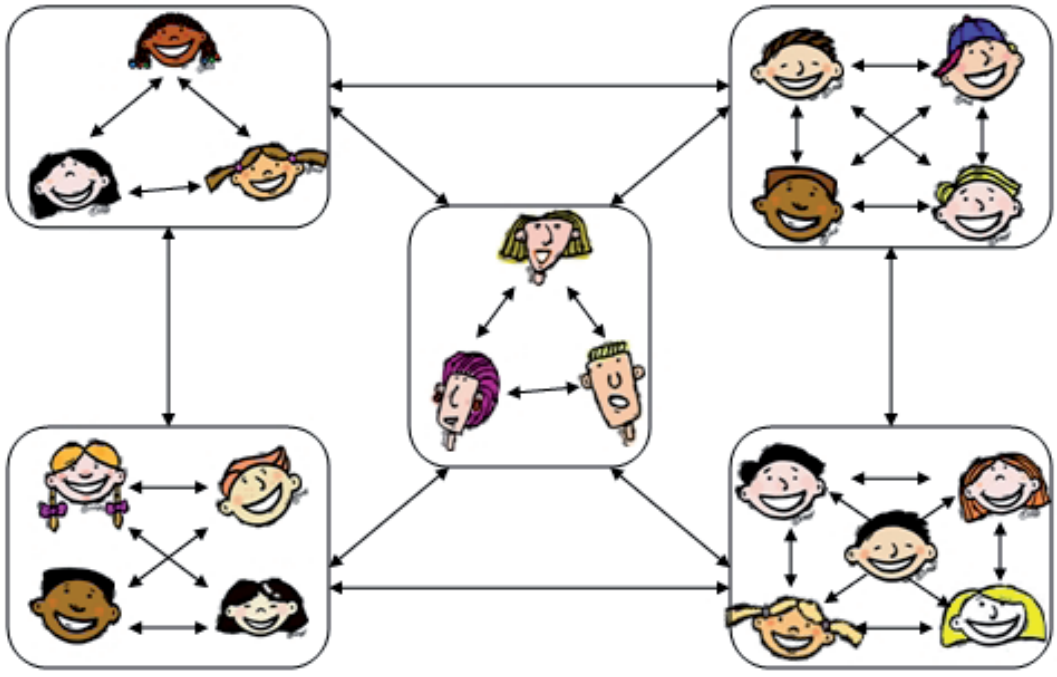
Pri izražanju interesov in potreb morajo biti dijaki v enakopravnem položaju, ne glede na njihov siceršnji uspeh na izbranem predmetnem področju, splošni učni uspeh ali druge dejavnike.

Izvedba projektnega učnega dela je optimalna, če so naloge posameznih dijakov znotraj projektne skupine čim bolj zastavljene tako, da bodo vsi dijaki dobili priložnost za svoj optimalni razvoj v skladu z interesi, učnimi slogi in sposobnostmi posameznikov.

Razvijanje medosebnih odnosov ter sposobnosti komuniciranja in sodelovanja

Projektno učno delo predvideva sodelovanje dijakov znotraj projektne skupine, npr. pri skupni izbiri tematike projektnega dela, pri skupnem postavljanju nalog, načrtovanju dela ipd. Pri tem poteka izmenjava mnenj in stališč *med dijaki in tudi med dijaki in učitelji*. Tako se pri projektnem učnem delu dijaki poleg vsebine učijo tudi medsebojnega komuniciranja, usklajevanja in reševanja nesoglasij, ki se porajajo med delom.

Pomembna naloga učitelja je, da opazuje in spremlja dogajanje v projektnih skupinah in se po potrebi z usmerjanjem vključi v reševanje problemov, ki se pojavljajo med potekom projekta, pri čemer ima vsakega dijaka za pomemben in nepogrešljiv člen projektne skupine.



Slika 2: Prikaz položaja in odnosov pri projektnem delu (nadgrajeno po Novak, 1990, str. 59).

Težišče na učnem procesu

Čeprav je projektno učno delo ciljno naravnano, pa doseganje ciljev ni glavni namen projektnega učnega dela. Težišče projektnega dela je na učnem procesu, v katerem dijaki usvajajo nova znanja ter razvijajo veščine in sposobnosti. Tako so izbrani cilji projektnega dela predvsem sredstvo za spodbudo dijakom pri izvajanju zastavljenih dejavnosti.

Odprtost učnega procesa

Odprtost učnega procesa pri projektnem učnem delu se izraža:

(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;

(3) v upoštevanju posameznikov (interesov, učni slogov in sposobnosti).

Obseg in trajanje posamezne dejavnosti tako ne smeta zavirati izpeljave projekta, temveč je ključno, da dijaki čim bolj neposredno iščejo in odkrivajo poti do znanja in da svobodno izražajo svoje občutke, poglede, prepričanja ter se pri tem nemoteno vsestransko razvijajo.

Pri ocenjevanju sta vrednotena izpeljava projektnega učnega dela in projektni izdelek

Glede na opisane značilnosti projektnega učnega dela je treba prilagoditi tudi ocenjevanje pridobljenega znanja in spretnosti v primerjavi s tradicionalnim poukom.

Zaradi dejavne vloge dijakov v procesu pridobivanja znanja se pri ocenjevanju ne moremo omejiti le na teste znanja, ampak ocenjevanje načrtujemo 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. p*ortfolio*).

Zaradi izvedbe projektnega učnega dela v skupini dijakov je treba razmisliti tudi o pravični »delitvi« ocene. Ker dogajanje znotraj skupine najbolje poznajo dijaki sami, je mogoče to izvesti v sodelovanju z dijaki, ki naj skušajo objektivno oceniti svoj prispevek in prispevek drugih članov skupine npr. ob uporabi »glasovalnih lističev«.

Stopnje projektnega učnega dela

V literaturi najdemo več različnih opredelitev stopenj učnega procesa pri projektnem učnem delu. Na področju kemijske didaktike uveljavljena avtorja Barke in Harsch (2001) v monografiji *Kemijska didaktika danes: učni procesi v teoriji in praksi* (naslov izvirnika *Chemiedidaktik Heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis*) povzemata delitev projektnega učnega dela na sedem stopenj. Uvedel jo je Frey (1982). Navedena delitev je najpogosteje privzeta tudi v slovenskem prostoru (Novak, 1990; Gradišnik, 2002; Berlec, 2004; Ferk Savec, 2010a).

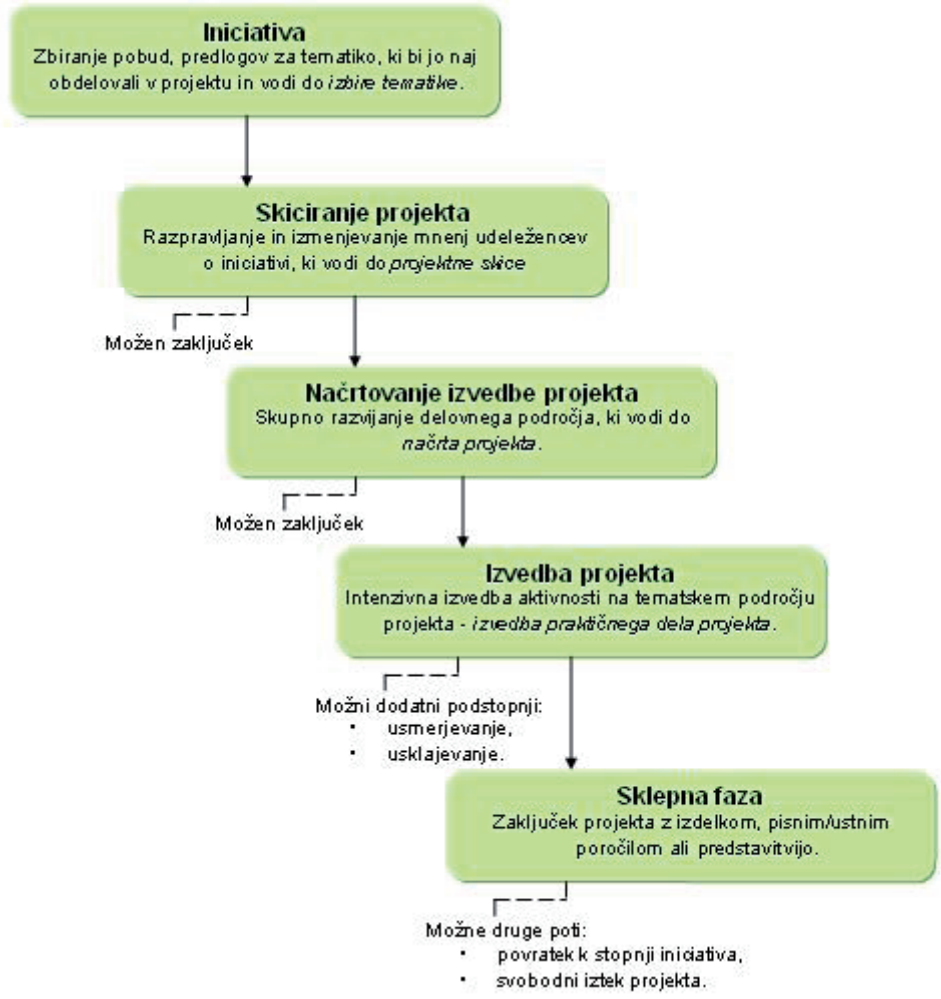
Pri tej delitvi je temeljnih pet stopenj projektnega učnega dela, ki si sledijo po določenem zaporedju, dodatni dve stopnji pa sta vmesni in dopolnilni ter se izvajata samo po potrebi.

Glavne stopnje učnega procesa v projektnem delu so (Slika 3):

1. iniciativa,
2. skiciranje projekta,
3. načrtovanje izvedbe projekta,
4. izvedba projekta in
5. sklepna faza.

Dodatni podstopnji pa sta:

- usmerjevanje (metainterakcija) in
- usklajevanje (fixpunkt).



Slika 3: Glavne stopnje učnega procesa v projektnem delu (nadgrajeno na osnovi Novak (1990, str. 67) ter Barke in Harsch (2001, str. 75)).

Za vsako izmed stopenj učnega procesa pri projektnem učnem delu veljajo svojevrstne značilnosti:

Iniciativa

Na stopnji iniciativa želimo zbrati predloge in pobude dijakov o zanje zanimivih tematikah projektnega učnega dela. Zaželeno je, da pride pobuda od dijakov, saj bodo v nadaljevanju projektnega dela v tem primeru bolj zavzeti in prizadevni, mogoče pa je tudi, da prispeva izhodiščno idejo učitelj in jo skupaj z dijaki razdela v smereh, ki so za dijake najzanimivejše. Dijake na tej stopnji lahko spodbudimo in usmerimo skozi različne dejavnosti: npr. viharjenje možganov (angl. *brainstorming*), zbiranje predmetov, povezanih z izbrano tematiko, igra postavljanja zanimivih vprašanj, zbiranje zanimivih naravoslovnih člankov iz dnevnega časopisja, diskusije v manjših skupinah s poročanjem celotnemu razredu, včasih se ideje porodijo spontano kot posledica določenega dogodka ipd.

Skiciranje projekta

Na stopnji skiciranja projekta (imenujemo jo tudi izdelava osnutka projekta) dijaki podrobneje razpravljajo o izbranih tematskih področjih. Diskusijo je treba usmerjati tako, da bo pripeljala do sklepov na področjih:

(1) *Definiranje izhodišča projektnega učnega dela* – dijaki posamezne projektne skupine se dogovorijo, kaj natančno bodo v okviru izbranega tematskega področja preučevali/izdelovali/organizirali, torej oblikovati jasne cilje projektnega učnega dela.

(2) *Izvedljivost projekta* – dijaki ovrednotijo izvedljivost zastavljenih ciljev z vidika dostopnosti potrebnih inštrumentov, potrebščin, kemikalij, možnosti medpredmetnega sodelovanja in potrebnosti sodelovanja zunanjih strokovnjakov.

Načrtovanje izvedbe projekta

Načrtovanje izvedbe projekta je stopnja, na kateri dijaki znotraj projektnih skupin oblikujejo svoj izvedbeni načrt dela. Na tej stopnji jih usmerjamo, da podrobno razmislijo in opredelijo naloge, ki so ključne za uspešno izvedbo projekta in skladne s predvidenimi časovnimi možnostmi. Na podlagi opredeljenih nalog naj nato dijaki razdelijo delo med člane projektne skupine v skladu s prioritetami posameznikov in smiselno, glede na logično zaporedje poteka projekta.

Izvedba projekta

Časovno predstavlja ta stopnja glavnino projektnega učnega dela. Na stopnji izvedbe projekta učitelj spremlja in usmerja dijake pri izvajanju dejavnosti v skladu z načrtom, ki so ga pripravili na prejšnji stopnji. Dijake spodbuja, da vsak izvede svojo nalogo čim bolje.

Izhodiščni del izvedbe projekta je običajno natančen pregled razpoložljive literature, saj je dobro poznavanje teoretičnih spoznanj nujna podlaga praktičnemu delu projekta. Ob prebiranju literature dijake opozorimo, da naj bodo kritični pri zaupanju navedenim podatkom (predvsem, kadar črpamo s spletnih strani), ki jih je dobro preveriti v različnih literaturnih virih. Prav tako poudarimo, da je pri zapisovanju bistvenih ugotovitev iz literature uporabljeno literaturo treba pravilno navajati. Ob izvedbi eksperimentalnega dela projektnega učnega dela učitelji dijake usmerimo k vodenju laboratorijskih dnevnikov, v katere si sproti zapisujejo vse potrebne informacije o izvedenem eksperimentalnem delu. To naj bo zapisano dovolj natančno, da omogoča tudi uspešno ponovitev.

Sklepna faza projekta

Na sklepni fazi se projekt končuje. Običajno konec projekta predstavlja priprava poročila o projektnem učnem delu, ki ga dijaki običajno izdelajo v pisni obliki. Projektno učno delo dijaki poleg pisnega izdelka običajno predstavijo tudi ustno, saj tako razvijajo oba načina izražanja. Glede na dogovorjeni način ustne predstavitve lahko za njeno vizualno podporo izdelajo poster ali pa pripravijo računalniško podprto predstavitev, npr. v PowerPointu. Obema je skupno, da sta kratka in opišeta le »rdečo nit« projek-

tnega učnega dela – bistvene stopnje izvedbe projektnega učnega dela, razlago dijaki podajo ustno, dodatna pojasnila pa kot odgovore na morebitna vprašanja poslušalcev.

Usmerjevalna in usklajevalna podstopnja

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 jo vključimo po potrebi. Na usmerjevalni podstopnji učitelj preveri vsebinske in medosebne vidike poteka projekta in skuša rešiti zaznane težave, npr. ugotoviti, ali poteka projekt po načrtu; ali se je morda med izvajanjem projekta izkazalo, da je tema preširoko zastavljena 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 napetosti med posamezniki in zakaj; ali je treba pravila za izvajanje projektnega učnega dela dopolniti ipd.

Usklajevalna podstopnja ima povezovalno funkcijo. To podstopnjo uvedemo zaradi potrebe po medsebojnem obveščanju o poteku projekta, zaradi dogovorov o nadaljevanju projekta, ipd. Smisel te podstopnje je ohranjevanje tekočega delovanja projekta.

Podrobnejši opis navedenih stopenj projektnega učnega dela, s primeri za posamezno stopnjo, je mogoče pridobiti v dodatnih literaturnih virih, npr. *v gradivu Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin – gradivo za učitelje* (Ferk Savec, 2010a). V različici gradiva za učence in dijake (Ferk Savec, 2010b) pa so predstavljene tudi konkretne predloge obrazcev, ki jih lahko dijaki izpolnjujejo na posameznih stopnjah projektnega učnega dela.

Didaktična priporočila pri izvedbi projektnega učnega dela

1. Pri projektnem učnem delu dijaki usvajajo novo znanje in spretnosti preko lastnih dejavnosti, pri čemer imajo priložnost za intenzivno razvijanje ustvarjalnih in inovativnih zmožnosti, kar je neprecenljivega pomena. Vloga učitelja je predvsem v usmerjanju učnega procesa k zastavljenim ciljem in v spremljanju dogajanja v posameznih projektnih skupinah. Pomembno je, da se kot učitelji preudarno vključujemo v proces pridobivanja znanja dijakov ter jim (do prave mere!) dopustimo morebitne napake, iz katerih bodo lahko prišli do novih spoznanj in se učili reševanja problemov.

2. Projektno učno delo je najprimernejše za vsebine, pri katerih lahko dijaki že usvojene temeljne pojme optimalno nadgradijo in uporabijo v povezavi z življenjskimi situacijami.

3. Glede na namen projektnega učnega dela ločimo štiri temeljne tipe projektnega dela: projekte konstruktivnega tipa, projekte usvajanja in vrednotenja, problemske projekte in projekte tipa učenja. Vsem so skupne že opisane značilnosti in stopnje izvajanja, zaradi strnjenosti pričujočega prispevka je mogoče pridobiti dodatne informacije o podrobnostih in primerih posame-

znih tipov v dodatnih literaturnih virih, npr. v gradivu Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin – gradivo za učitelje (Ferk Savec, 2010a).

4. Po trajanju izvedbe projektnega dela je projektno učno delo lahko zelo raznoliko. Projektnemu učenju je lahko znotraj šolskega leta namenjen poseben teden, t. i. projektni teden ali pa se projektno usmerjen pouk izpelje skozi daljše časovno obdobje, usklajeno s potekom običajnega pouka. V okviru tega delimo projekte na male, srednje in velike. Mali projekti trajajo od dve do šest ur. Značilno je, da se največkrat izvajajo v obliki blokur (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.

5. Zaradi potrebe po, glede na naravo projektnega učnega dela, prilagojenem načinu ocenjevanja moramo z njim že pred začetkom vpeljave tega pristopa v pouk podrobno seznaniti dijake in ga z njimi uskladimo tako, da ga dojemajo kot pravičnega.

Literatura

1 *Barke H. D., Harsch G. (2001). Kemijska didaktika danes: učni procesi v teoriji in praksi (naslov izvirnika Chemiedidaktik Heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.*

2 *Berlec, P. (2004). Izolacija učinkovin iz šentjanževke (Hypericum perforatum L.). Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.*

3 *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.*

4 *Buck Institute of Education (2007). Project Based Learning Handbook [online]. Dostopno na naslovu: http://www.bie.org/index.php/site/PBL/pbl_handbook/ (citirano 26. 7. 2009].*

5 *Buck Institute of Education (2009). Homepage [online]. Dostopno na naslovu: http://www.bie.org/ (citirano 26. 9. 2009).*

6 *Ferk Savec, V. (2010a). Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin. Gradivo za učitelje. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko (v pripravi za tisk).*

7 *Ferk Savec, V. (2010b). Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin. Gradivo za učence in dijake. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko (v pripravi za tisk).*

8 *Gradišnik, M. (2002). Projektno učno delo pri pouku fizike v osnovni šoli. Diplomsko delo. Maribor: Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta.*

9 *Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. V: Teachers college record (New York), vol. XIX, no. 4, September 1918, 319–35.*

10 *Novak, H. (1990). Projektno učno delo. Ljubljana: DZS.*

11 *Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Autodesk Foundation PBL [online]. Dostopno na naslovu: http://www.bie.org/index.php/site/resource/item27/ (citirano 26. 6. 2009).*

2.6 Vloga laboranta pri izvajanju pouka kemije

Bernarda Trstenjak, Šolski center Rudolfa Maistra Kamnik

Posodobljen učni načrt za kemijo še posebej poudarjeno zahteva načrtno sistematično razvijanje naravoslovno-matematične kompetence za razvoj kompleksnega in kritičnega mišljenja pri dijakih in s tem razvijanje naravoslovne pismenosti v najširšem pomenu besede. To pomeni še bolj poudarjeno kot učni načrt za kemijo iz leta 1998 sistematično in procesno razvijanje eksperimentalnih spretnosti in metod raziskovanja pri dijakih ter skrb za kemijsko varnost. V tem poglavju želimo osvetliti vlogo laboranta kot timskega partnerja pri pouku kemije.

Dela in naloge laboranta pri naravoslovni predmetih v programih srednjih šol (pripravile predmetne skupine za naravoslovne predmete na Zavodu RS za šolstvo, 2002)

Laborant sodeluje:

- pri načrtovanju in izvajanju praktičnega dela dijakov (pri samostojnem laboratorijskem in eksperimentalnem delu učencev in zahtevnih demonstracijskih eksperimentih, terenskem delu, ekskurzijah, naravoslovnih dnevih, projektnem delu ...) ter pomaga učitelju pri usmerjanju oziroma vodenju dijakov;
- pri načrtovanju in izvajanju eksperimentalnega dela, ki dijake usmerja in spodbuja za raziskovalno delo (razvijanje raziskovalnih veščin in spretnosti) ali jih pripravlja na različna tekmovanja iz znanja kemije, fizike, biologije ali drugih naravoslovnih področij;
- pri načrtovanju vseh oblik in tehnik eksperimentalnega dela ter pri razvijanju dejavnih načinov praktičnega dela, kar pomeni, da obvlada različne didaktične načine izvajanja praktičnega dela (to pri biologiji zajema tudi delo z živimi organizmi);
- z učiteljem in pripravi vse potrebno za nemoteno eksperimentalno delo dijakov ali demonstracijske eksperimente. To vključuje:
    - skrb za varnost in laboratorijski red v skladu z ustrezno zakonodajo, za pravilno zbiranje, varno shranjevanje in odstranjevanje odpadnih kemikalij ter preostalih odpadkov, nastalih pri praktičnem delu;
    - vodenje evidenc o zalogah kemikalij in naravnih materialov, ki so potrebni za eksperimentalno delo, naročanje in dobavo le-teh; priprava in sestava preprostih aparatur in reagentov; priprava laboratorija (če je ta na voljo) in tehničnih razmer in preostalih pripomočkov za praktično delo dijakov in je v pomoč učitelju, če je ta potrebna;
    - je odgovoren za pravilno označevanje kemikalij, uporabo varnostnih listov, pravilno skladiščenje in odstranjevanje kemikalij ter za pravilno shrambo didaktičnih pripomočkov oziroma učil.

Vključevanje laboranta v učni proces kot timskega partnerja

Kot je razvidno iz opisa del in nalog laboranta, je laborant kemije nujno vključen v sodelovanje z učitelji na različne načine in je v vsakem trenutku svojega dela timski partner učitelja kemije. Ves čas izvajanja eksperimentalnega dela je v istem prostoru – laboratoriju z učiteljem kemije. Sočasno izvaja iste ali zaporedne naloge. Skupaj z učiteljem kemije organizira in izvaja pouk eksperimentalnega dela dijakov.

Laborant kemije pri izpolnjevanju svoje delovne obveznosti sodeluje z vsemi učitelji kemije na šoli. Tako se znajde v trenutku v enem, največkrat pa v več stalnih timih z vsakim posameznim učiteljem kemije. Ker dnevno sodelovanje z različnimi učitelji kemije zahteva visoko stopnjo profesionalnosti tako na strani učitelja kot tudi na strani laboranta, je usklajenost med njima izredno pomembna in neposredno vpliva na učni proces dijakov.

Polakova navaja (2009), da je timsko poučevanje vrsta organizacije pouka, ki predstavlja učno osebje in pripadajoče dijake; pri tem je dvema učiteljema ali manjši skupini učiteljev prepuščena skupna odgovornost za celotno ali delno izvedbo pouka za isto skupino dijakov. Pri pouku kemije je timsko poučevanje razvito v različnih oblikah. Laborant vstopa v učni proces kot demonstrator poskusa, kot partner pri laboratorijskem delu dijakov, pri terenskem delu.

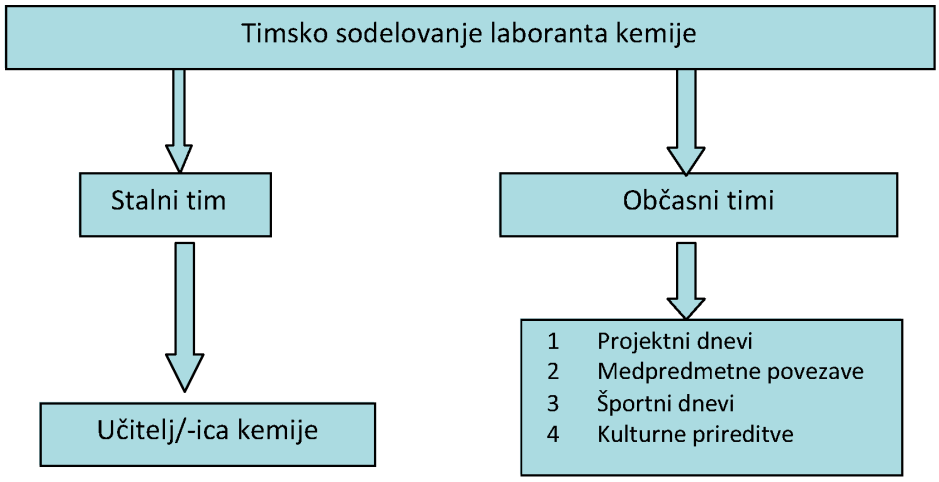
Osnovni viri motivacije za timsko delo so povezani z zadovoljevanjem potrebe po varnosti, po sprejetosti, po potrditvi in priznanju ter potrebe po samoaktulizaciji. Zadovoljevanje teh potreb vodi učitelja kemije in laboranta v svet občutka »varnosti«, stabilnosti, pristnosti, spoštovanja, dostojanstva in doseganje najvišje potrebe, ki usmerja posameznika, da uresniči in postane tisto, za kar obstajajo možnosti.

Sodelovanje med učiteljem kemije in laborantom bo uspešno le, če bosta oba sprejemala in spodbujala osebnostne različnosti znotraj tima kot nekaj pozitivnega. Ko je posameznik motiviran za razvoj določenih odnosov in ko se doživlja kot vrednega zaupanja, lahko izraža svojo inovativnost in divergentno mišljenje.

Za dolgoročno vzdrževanje motivacije za timsko delo so pomembni določeni motivatorji: uspeh, priznanje, delovni interes (učni načrti so oblikovani tako, da omogočajo veliko ustvarjalnosti pri poučevanju), odgovornost, ki se kaže v prevzemanju odgovornosti in možnost napredovanja, ki je zelo močan motivacijski dejavnik za učitelja. Možnosti napredovanja v naziv pa seveda nimajo laboranti, zato prenekateri nimajo motivacijskih spodbud na sistemski ravni.

V srednjih šolah kemijski laboranti sodelujejo v naslednjih timih:

- Učitelj kemije in laborant sta stalni tim. V njem se vlogi enakovredno prepletata, usklajeno delujeta, vzgojno-pedagoško delo timsko načrtujeta, timsko izvajata in pri tem strokovno in osebnostno sovplivata drug na drugega.
- Laborant in učitelj drugih predmetov sta občasni tim. V tej vlogi se znajde laborant pri izvedbi projektnih dni, pri terenskem delu, športnih dnevih, kulturnih dnevih in na ekskurzijah. Pri medpredmetnih povezavah je laborant načrtovalec in izvajalec eksperimentalnega dela in sodeluje z laboranti drugih predmetnih področij (fizika in biologija).
- Tim laboranta in drugih strokovnih delavcev na šoli. V tej vlogi laborant sodeluje s knjižničarji, hišnikom, šolskim svetovalnim delavcem, z asistentom učne tehnologije pri načrtovanju in izvedbi laboratorijskega procesa.



Shema 1: Shema timskega sodelovanja laboranta kemije

Glede na strukturo vodenja timov med laborantom in učiteljem kemije je pomembna vloga učitelja kot klasična vloga vodje tima. Seveda pa pri tem lahko avtoritativna vloga učitelja negativno vpliva na izražanje avtonomije in poklicne samostojnosti laboranta.

Tim se največkrat oblikuje na temelju pozitivne soodvisnosti in z namenom oblikovanja in doseganja skupnih ciljev, ki jih posamezen učitelj zase ne bi mogel doseči (Polak, 2009:10). V primeru stalnega tima med laborantom in učiteljem kemije je treba opozoriti še na vidik varnosti dijakov, kajti prisotnost obeh je izredno pomembna za varno izvajanje eksperimentalnega dela pouka kemije.

Učitelj kemije in laborant med seboj komunicirata verbalno in neverbalno. Verbalna (besedna) komunikacija med laborantom in učiteljem je namenjena predvsem dijakom. Neverbalna (nebesedna) komunikacija pa izraža čustva in odnos do izrečenega in neizrečenega ter jo je težje nadzorovati. V učinkovitem timu se učitelj in laborant aktivno poslušata in želita razumeti različne poglede ter imata spoštljiv odnos do izrečenega. Seveda pa igra pomembno vlogo pri učinkoviti komunikaciji tudi poslušanje, ne le govorjenje. Pomemben vidik sta tudi dajanje in prejemanje povratnih informacij.

Razvoj in oblikovanje stalnega tima med učiteljem in laborantom zahteva najprej oblikovanje. Oba člana se usklajujeta in odločata o osnovnih nalogah in pravilih delovanja. Nespoštovanje rokov, obljub in neizpolnjenih nalog, pasivnost posameznika in medsebojno obtoževanje vodi tim v konflikten položaj.

Sledi **razvijanje tima**. Tu so pomembni povezanost med učiteljem in laborantom, vzajemna podpora pri doseganju ciljev, zagotavljanje sodelovalnega vzdušja in dobrega počutja. Šele na naslednji stopnji je tim pripravljen na **prenavljanje**, kjer sta učitelj in laborant pripravljena na »zorenje«. To pomeni, da se tim izpopolnjuje in deluje vedno bolj vsestransko. Temu sledi vrhunec ustvarjalnosti in povezanosti med učiteljem in laborantom, ki pa lahko vodi v rutinsko izpolnjevanje nalog. Zato so potrebni nenehni novi izzivi, ki se jih lotevata z novim ustvarjalnim zagonom.

Koraki oblikovanja učinkovitega tima

Postavljanje jasnih ciljev
- pozitivno naravnani
- jasno formulirani
- časovno opredeljeni
- z merili za uspešno izvedbo

Vzpostavljanje in vzdrževanje komunikacije
- dvosmerna, odprta
- besedna in nebesedna
- aktivno poslušanje
- poznavanje in razumevanje

Analiziranje dogajanja
- analiza razlik med posamezniki
- analiza individualnih interesov
- ozaveščanje razlik v zaznavanju

Spremljanje dela in odpravljanje problemov
- redna srečanja, opazovanje
- povratne informacije
- sprotno odpravljanje problemov
- izmenjava izkušenj
- analiza kritičnih dogodkov
- učenje iz napak

Zagotavljanje ustreznih delovnih razmer
- čas, prostor, denar, potrošni material, tehnična sredstva

Motiviranje članov tima
- uspešno doseganje ciljev
- interes, vizija, pestro delo
- prevzemanje odgovornosti
- priznanje, napredovanje

Občutki varnosti

Ustvarjalnost

Shema 2: Koraki oblikovanja tima – Polak, 2009

Učitelj in laborant s svojim timskim delom vplivata na individualizacijo, diferenciacijo pedagoškega dela in sta dijakom neposreden zgled usklajevanja, sodelovanja in skupnega dela. Pri tem vplivata tudi na osebno rast. Pomembna je izmenjava izkušenj, idej, občutkov ob problemih in uspehih in sproščeni izmenjavi strokovne ali osebne pomoči.

Primer vključevanja laboranta kot timskega partnerja v učni proces

Uvod v varno eksperimentalno delo

Dijaki spoznajo varno delo v kemijskem laboratoriju, različne laboratorijske pripomočke, osnovne laboratorijske tehnike in osnove toksikologije. Tema varnega dela v kemijskem laboratoriju je prav gotovo dobro poznana vsakemu laborantu, kajti to je osnova njegovega dela v laboratoriju, kjer se srečuje s svojo osebno varnostjo pri delu z nevarnimi snovmi in postopki.

Pri načrtovanju dela med učiteljem kemije in laborantom ima laborant pomembno vlogo. Praktične spretnosti laborant lahko izkoristi za nazornejšo razlago in predstavitev posamezne laboratorijske tehnike. V nadaljevanju sta opisana dva primera, izvedena v obliki timskega poučevanja.

Skupna priprava učitelja in laboranta – tehtanje

Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA IN LABORANTA	DEJAVNOSTI DIJAKOV
5 minut	Učitelj razdeli dijake v pare in jim razdeli delovne liste. Učitelj razlaga teoretske osnove: vrste tehtnic.	Rešujejo delovni list in samostojno rešijo prvo nalogo.
5 minut	Učitelj opiše parametre, ki vplivajo na izbor tehtnic.	Rešujejo učni list, samostojno rešijo drugo nalogo.
5 minut	Laborant pokaže posamezne tehtnice in jih opiše glede na količino zatehtane snovi in zahtevano natančnost.	Opazujejo različne vrste tehtnic in sodelujejo v vodeni diskusiji.
5 minut	Laborant demonstrira uporabo dvokrake tehtnice.	Skicirajo dvokrako tehtnico.
10 minut	Laborant opiše način določanja mase in odmerjanja želene mase. Razloži in demonstrira tehniko tehtanja. Opozori na libelo in tariranje.	Opazujejo način tehtanja in si dopolnijo shemo tehtanja.
15 minut	Učitelj in laborant spremljata dijake pri pravilni izvedbi eksperimentalnega dela.	Izvajajo eksperimentalni del, odmerijo posamezne sestavine z digitalno precizno in analizno tehtnico.

Povzetek

Sodoben pouk kemije, ki temelji na samostojnem eksperimentalno-raziskovalnem delu dijakov, postavlja laboranta v vlogo timskega partnerja učitelja kemije. Izkoristek dveh učnih moči vpliva na intenzivnost učnega procesa. Laborant in učitelj kemije sodelujeta med seboj v različnih situacijah in oblikah timskega poučevanja. Tako se dopolnjujeta v razlagi, izvedbi poskusa ali nudita individualno pomoč posameznim dijakom ali skupinam. Načrtujeta metode in oblike dela, si razdelita vloge glede na strokovne kompetence pri izvedbi učnega procesa in vrednotita svoje

delo. Pri tem sta pomembna komunikacija med učiteljem in laborantom in način komunikacije med njima in dijaki.

Nedvomno prisotnost laboranta kot timskega partnerja učitelja kemije ustvarja bolj razgibano didaktično okolje, pestrejšo uporabo učne tehnologije in nazornejšo razlago kemijskih pojavov, to pa vpliva na večjo pozornost in motiviranost dijakov. Sodobni načini poučevanja terjajo profesionalen razvoj tako učitelja kemije kot tudi laboranta za doseganje najboljših rezultatov.

Literatura

1 *Bačnik A., Bukovec N., Poberžnik A. (et al.)(2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html (citirano 20. 01. 2010).*

2 *Polak A. (2009). Timsko delo v vzgoji in izobraževanju. Ljubljana: Modrijan.*

3 *Pavlič Škerjanc K. (2009). Organizacijski vidiki sodelovalnega poučevanja – načrtovanje interaktivnega timskega poučevanja. Seminarsko gradivo. Portorož.*

4 *Nolimal F. (2009). Dejavniki uspešnega timskega dela. Seminarsko gradivo. Portorož.*

5 *Nolimal F. (2009). Didaktično-metodični vidik timskega poučevanja in učenja. Seminarsko gradivo. Portorož.*

Priloge

Praktični primeri vključevanja laboranta v učni proces kot timskega partnerja (skupna priprava z delovnimi listi za dijake)

Uvod v varno eksperimentalno delo

Priprava raztopin

Primeri vpeljevanja novosti v praksi

V nadaljevanju so predstavljeni izbrani preizkušeni primeri izvajanja posameznih učnih sklopov, ki so jih pripravili učitelji mentorji oz. člani predmetnih razvojnih skupin za kemijo v gimnazijah. Posodobljen učni načrt za kemijo v gimnazijah omogoča različne možnosti realizacije učnih ciljev, zato sta v določen učni sklop vključena tudi po dva primera. Primeri so predstavljeni po enotnem načinu in vključujejo: pripravo na učni sklop, evalvacijo in primer delovnega gradiva za dijake. Druge priloge (delovno gradivo) k učnim pripravam pa so na priloženi zgoščenki. Vrstni red predstavljenih primerov sledi razporeditvi učnih sklopov v posodobljenem učnem načrtu za kemijo v gimnazijah.

3.1 Simbolni zapisi in množina snovi

Jožica Nusdorfer, Gimnazija Nova Gorica

V učnem sklopu sta v ospredju usvajanje in izgrajevanje novih znanj skozi eksperimentalno delo z metodo sodelovalnega učenja. Dijaki proučujejo množino snovi na različne načine. Vsaka skupina ima svojo nalogo. Po končanem proučevanju posredujejo svoje znanje drugim dijakom. Vsako skupino oziroma posameznika v skupini tudi ocenim. Za sklop so predvidene štiri šolske ure.

Predvideno število ur: 4 ure

Bistveno vprašanje: **Kako kemiki štejemo delce snovi in kako jih merimo?**

Kompetence

- sporazumevanje v maternem jeziku (oblikovanje in izražanje svojih ustnih in pisnih argumentov na ustrezen način);
- razumevanje osnovnih kemijskih pojmov in zakonitosti;
- eksperimentalno-raziskovalne spretnosti in veščine;
- kompleksno mišljenje; kritično mišljenje in ustvarjalnost;
- naravoslovna pismenost.

Cilji učnega sklopa

Dijaki/dijakinje:

- na podlagi eksperimentov spoznajo pojme množina snovi oziroma mol, molska masa, število delcev, Avogadrova konstanta in molska prostornina;
- razumejo pojem mol (množina snovi) in spoznajo Avogadrovo konstanto;
- poznajo definicijo molske mase in izračunajo molsko maso;
- poznajo zvezo med maso, množino in številčnostjo;
- poznajo molsko prostornino;
- osvežijo, dopolnijo oziroma pridobijo predstavo o množini snovi oziroma številu delcev;
- utrjujejo razumevanje novih pojmov;
- urijo se v reševanju enačb, povezanih z množino snovi;
- urijo se v opazovanju in sporočanju ter zapisovanju opažanj;
- navajajo se na skupinsko delo in delitev nalog znotraj skupine in razvijajo sposobnost za sodelovanje v skupini;

- primerjajo in vrednotijo teoretične podatke z eksperimentalnimi ugotovitvami;
- razvijajo kompleksno razmišljanje;
- razvijajo eksperimentalni pristop oziroma laboratorijske spretnosti pri proučevanju množine snovi;
- razvijajo odgovoren odnos do varnega eksperimentalnega dela;
- razvijajo komunikacijske spretnosti.

Pričakovani dosežki

Dijaki/dijakinje:

- obvladajo laboratorijsko tehniko tehtanja in merjenja prostornine;
- argumentirano predstavijo potek in rezultate svojega dela oziroma opažanja;
- pri opisovanju pojavov, procesov in zakonitosti uporabljajo temeljno kemijsko strokovno terminologijo;
- imajo odgovoren odnos do uporabe snovi, sposobnost in pripravljenost odgovornega ravnanja za zdravje in v okolju (kemijska varnost);
- znajo uporabljati oznake in enote, povezane z maso, množino snovi ter molsko prostornino plinov;
- iz enačbe kemijske reakcije znajo razbrati množinska razmerja in agregatna stanja snovi;
- na podlagi kemijske enačbe znajo pri eksperimentalnem delu samostojno izračunati potrebne količine reaktantov oziroma pričakovane količine produktov;
- svoje znanje o količinskih odnosih znajo uporabiti za reševanje enostavnih realnih problemov.

Predznanje

Pojem	**Relacija**
Atom, element	Relativna atomska masa, molska masa, množina snovi, število delcev.
Molekula, spojina	Relativna molekulska masa, molska masa, množina snovi, število delcev.
Plini	Molska prostornina, tlak, temperatura, množina, število delcev.
Tehnike eksperimentalnega dela	Tehtanje, segrevanje.
Eksperimentalni pogoji	Konstante, spremenljivke.

Medpredmetne in kurikularne povezave

matematika: računanje z ulomki, računanje s potencami

Scenarij učnega sklopa

Čas (min.)	Vsebinska gesla	Učna metoda, dejavnosti	Učna oblika	Učna sredstva
10	Organizacijski dogovori; atom, molekula, relativna atomska in molekulska masa, formula spojine	vodeni razgovor	frontalna	
80	Avogadrova konstanta; masa določene množine snovi; molska prostornina; Amedeo Avogadro; matematične povezave	eksperimentalno delo; sodelovalno učenje; vodena diskusija; delo z besedilom, metoda reševanja problemov; sodelovalno učenje ...	heterogeno skupinsko delo frontalno	delovni listi 1–6, kemikalije, laboratorijski inventar, zaščitna sredstva
90		obdelava podatkov, oblikovanje sklepov, predstavitev za sošolce	heterogeno skupinsko delo	

Potek učnega procesa

Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV
10 min.	Predstavi način dela, ki bo potekal v obliki skupinskega dela. Pozove dijake, da izžrebajo barvne listke (moder, rdeč, roza, zelen, oranžen in rumen), se glede na izžrebano barvo razvrstijo v šest skupin, izberejo ime skupine in si razdelijo naloge znotraj skupine (glej delovni list).	Prisluhnejo navodilom učitelja, izberejo barvni listek, se razvrstijo glede na barvo listka v šest skupin, izberejo imena za svoje skupine ter si razdelijo naloge znotraj skupine.
80 min.	Razdeli delovne liste. Dijakom poda navodila za vrednotenje njihovega dela in predstavi kriterije. Poda navodila za skupinsko delo: **1. skupina (modra)** se razdeli v dve podskupini in določi formulo kristalohidrata. Tehta sol pred segrevanjem in po segrevanju ter določi maso izgubljene vode oz. formulo kristalohidrata.	Dijaki znotraj 1. skupine izvajajo po navodilih na delovnem listu določena eksperimenta. Rezultate in izračune zapišejo na delovni list 1.

	2. skupina (rdeča) poskuša določiti vrednost Avogadrove konstante s štetjem kapljic raztopine oleinske kisline v pentanu, ki popolnoma zapolnijo zanko.	Dijaki znotraj 2. skupine izvajajo po navodilih na delovnem listu določena eksperimenta. Rezultate in izračune zapišejo na delovni list 2.
	3. skupina (roza) pripravi s pomočjo tehtanja 0,5 mol različnih snovi.	Dijaki znotraj 3. skupine izvajajo po navodilih na delovnem listu določena eksperimenta. Rezultate in izračune zapišejo na delovni list 3. Opišejo in določijo vrsto kristala.
	4. skupina (zelena) se razdeli v dve podskupini ter na enostaven način pridobiva majhne količine plina vodika in kisika.	Dijaki znotraj 4. skupine izvajajo po navodilih na delovnem listu določena eksperimenta. Rezultate in izračune zapišejo na delovni list 4.
	5. skupina (oranžna) s pomočjo računalnika in literature pripravi pojmovno mapo o Amedeu Avogadru, o njegovem delu in poišče kemike, ki so delovali v približno istem obdobju kot Avogadro, in znane italijanske kemike.	Dijaki znotraj 5. skupine si razdelijo delo, poiščejo ustrezne podatke in oblikujejo plakat.
	6. skupina (rumena) poskuša s pomočjo matematičnih učbenikov poiskati matematične povezave in poiskati primerne, zanimive naloge, ob katerih bodo razložili matematične zveze.	Dijaki znotraj 6. skupine rešujejo naloge po navodilih na delovnem listu. Rezultate in izračune zapišejo na delovni list 6. Sledi diskusija znotraj skupine in priprava na predstavitev.
90 min.	Povabi dijake posameznih skupin, da predstavijo svoje delo. Čas za skupinsko predstavitev omeji na 10 minut. Vodi predstavitve dijakov. Po vsaki predstavitvi sledita komentar in razprava. Dijake usmeri v samorefleksijo. Vodi refleksijo celotnega dela razreda. Poda povratno informacijo o delu skupine glede na izbrane kriterije.	Posamezne skupine predstavijo svoje delo, ugotovitve in oddajo rešene delovne liste oziroma plakat. Drugi dijaki sledijo predstavitvam. Dijaki individualno razmišljajo o svojem delu in sodelovanju v skupini. Dijaki poročajo o svojem razmišljanju.
5 min.	Dijakom pove, da bodo naslednjo uro dobili povratno informacijo o njihovem delu glede na izbrane kriterije. Poda navodila za domačo nalogo.	Prisluhnejo navodilom za domačo nalogo.

Kriteriji vrednotenja za posamezno skupino

Ime in priimek	Področje dela	Delovanje, usklajenost v skupini	Kakovost predstavitve	Odgovori na vprašanja	Čas predstavitve	Ocena sošolcev (anketa)	Skupaj točk
		1, 2, 3 t.	1, 2, 3, 4, 5 t.	1, 2, 3, 4, 5 t.	1, 2, 3 t.	1, 2, 3, 4, 5 t.	
1.							
2.							
3.							
...							

Pretvorba točk v oceno:

10, 11, 12 točk: zadostno (2)

13, 14, 15,16 točk: dobro (3)

17, 18, 19 točk: prav dobro (4)

20, 21 točk: odlično (5)

Evalvacija – Rezultati anketnega vprašalnika

Dijaki radi delajo v skupini, večina je s svojo vlogo v skupini zadovoljna. Do predstavitev drugih skupin so zelo kritični, znajo pohvaliti najboljšega oziroma grajati najslabšega.

Način dela jim je zanimiv, želeli bi si še takšen pouk, ki vključuje več samostojnega dela.

Dijaki so ponosni na svoje rezultate in tudi ocene.

Literatura

1 *Asselborn, W., Demuth, R. (1999). Šolski kemijski poskusi z varnim odstranjevanjem odpadnih snovi. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.*

2 *Bačnik, A., Bukovec, N., Poberžnik, A.(et al.) (2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html (citirano 20.01.2010).*

3 *Bon Klanjšček, M., Kante, P., Paravan, D. (2005). Zbirka odgovorov na ustna vprašanja iz maturitetnega kataloga za matematiko. Nova Gorica: Bomi.*

4 *Bukovec, N. (2009). Kemija za gimnazije 1. Ljubljana: DZS.*

5 *Godec, A., Leban, I. (2009). Atomi in molekule. Ljubljana: Modrijan.*

6 *Golič, L., Kolar, D. et al. (1976). Delovni zvezek za vaje iz anorganske kemije. Ljubljana: DZS.*

7 *Graunar, M. (ur.) (2002). Praktična kemija. Ljubljana: DZS.*

8 *Kral, P., Rentzsch, W., Weissel, H. (1994). Preprosti kemijski poskusi za šolo in prosti čas. Ljubljana: DZS.*

9 *Naji, M. (1994). Kratkočasnice in kemijsko računanje. Ljubljana: DZS.*

10 *Požek Novak, T. (1992). Poskusi v kemiji. Ljubljana: DZS.*

11 *Smrdu, A. (2008). Kemijo razumem, kemijo znam 1. Ljubljana: Jutro.*

Priloge

Delovni list 1: Določitev formula hidratne spojine (delo v skupinah)

Anketni vprašalnik za dijake: Evalvacija učnega sklopa

Delovni list 1: Določitev formule hidratne spojine

Delovni list 2: Določitev Avogadrove konstante

Delovni list 3: Priprava 0,5 mola snovi

Delovni list 4: Razvijanje majhnih količin plina vodika ter kisika in izračun množin pridobljenih plinov

Delovni list 5: Amedeo Avogadro

Delovni list 6: Matematične povezave

Delovni list 1

Določitev formule hidratne spojine (delo v skupinah)

Seznam članov skupine z nalogami

Ime skupine:	
Ime in priimek:	Vloga oz. naloga v skupini:
A: 1.	
2.	
3.	
4.	
B: 1.	
2.	
3.	
4.	

DOLOČITEV x V FORMULI BAKROVEGA SULFATA CuSO4·xH2O

(podskupina A)

Namen poskusa

Pri segrevanju izgubi hidratna sol kristalno vezano vodo. Iz razlike v masi pred segrevanjem in po njem izračunamo maso in množino vezane vode ter določimo formulo hidratne spojine.

S segrevanjem znane mase $CuSO_4 \cdot xH_2O$ izločimo kristalno vodo. Na podlagi razlike v masi vzorca pred segrevanjem in po njem izračunamo maso vode v izbrani masi $CuSO_4 \cdot xH_2O$.

$$CuSO_4 \cdot xH_2O \rightarrow CuSO_4 + x\,H_2O$$

Laboratorijski pribor in snovi z napotki za varno delo

Laboratorijski pribor		Snovi
• tehtnica • trinožno stojalo • keramična mrežica (ploščica) • izparilnica • prijemalka	• špiritni gorilnik • steklena palčka • urno steklo • lopatica	$CuSO_4 \cdot xH_2O$ xn (nevarno) N (okolju_nevarno)
Varno delo: Obvezna uporaba zaščitne opreme: očala, rokavice in halja. Dolgi lasje, speti v čop.		

Navodila za delo

- Natančno stehtamo izparilnico in stekleno palčko ter vpišemo masi v preglednico.
- Z lopatico dodamo med 2,00 g in 2,50 g hidratnega bakrovega sulfata in si zapišemo maso.
- Izparilnico z vzorcem namestimo na trinožno stojalo in vsebino previdno segrevamo s špiritnim gorilnikom ob stalnem mešanju, dokler modra barva vzorca ne preide v sivobelo.
- Izparilnico s stekleno palčko pokrijemo z urnim steklom in ohladimo na sobno temperaturo.
- Ohlajeno izparilnico s stekleno palčko stehtamo in zapišemo maso.

Slika 1: Aparatura za izparevanje

Rezultati tehtanja

Masa izparilnice in steklene palčke/g	
Masa hidratne soli/g	
Masa izparilnice, palčke in soli po segrevanju/g	
Masa brezvodne soli/g	

1. Izračunaj maso vode, ki jo je izgubil tvoj vzorec hidratne soli.
2. Izračunaj množino vode, ki jo je izgubil tvoj vzorec soli.
3. Izračunaj množino brezvodne soli po segrevanju.
4. Določi x v formuli $CuSO_4xH_2O$.

Anketni vprašalnik za dijake

Evalvacija učnega sklopa

Obkroži:

1.	Ali rad delaš v skupini?	DA NE
2.	Si zadovoljen z vlogo v skupini?	DA NE
3.	Katera skupina je imela (po tvoji presoji) najmanj dela?	1 2 3 4 5 6
4.	Katera skupina je imela (po tvoji presoji) najtežje delo?	1 2 3 4 5 6
5.	Katera skupina se je najbolje predstavila?	1 2 3 4 5 6
6.	Katera skupina bi se lahko predstavila bolje?	1 2 3 4 5 6
7.	Katera skupina si je najbolje razdelila delo?	1 2 3 4 5 6
8.	Katera skupina je bila najenotnejša?	1 2 3 4 5 6
9.	Ali ti je takšen način dela zanimiv?	DA NE
10.	Bi katerega sošolca, sošolko posebej pohvalil? Zakaj? _____	
11.	Tvoje pripombe, mnenje: _____	

3.2 Povezovanje delcev (gradnikov) – I

Branka Klemenčič, ŠC Novo mesto

V tem učnem sklopu dijaki z eksperimentalnim raziskovanjem razvijajo razumevanje naravnih procesov in načinov kemijskega proučevanja narave in s tem zavedanje, da lastnosti snovi izvirajo iz vrste vezi oziroma interakcij med osnovnimi gradniki. Usvajanje nove vsebine teče nekaj ur frontalno in kot delo v paru. Učni sklop se konča z medpredmetno načrtovanimi laboratorijskimi vajami v povezavi z biologijo in informatiko. Za sklop je predvidenih 13 ur (izvedenih pri urah kemije). Pri pripravi na učni sklop sem se osredotočila in podrobneje predstavila preverjanje in ocenjevanje znanja. Dijaki so iz medpredmetno načrtovanih laboratorijskih vaj pridobili tri ocene: pri biologiji, informatiki in kemiji.

Predvideno število ur: 13 ur

Bistveno vprašanje: **Kako vplivajo interakcije med gradniki snovi na osnovne lastnosti snovi?**

Kompetence, ki jih prednostno razvijamo v tem učnem sklopu:

- iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov iz različnih virov (zmožnost presoje, kdaj je informacija potrebna; načrtno spoznavanje načinov iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov; načrtno opazovanje, zapisovanje in uporaba opažanj/meritev kot vira podatkov; razvijanje razumevanja in uporabe simbolnih/grafičnih zapisov; uporaba IKT za zbiranje, shranjevanje, iskanje in predstavljanje informacij);
- razvijanje eksperimentalnih spretnosti in metod raziskovanja (navajanje na izbiro in uporabo primerne in varne opreme; opredelitev dejavnikov poskusov (eksperimentov); razlikovanje med konstantami in spremenljivkami; presoja zanesljivosti pridobljenih rezultatov; navajanje na argumentirano zaključevanje pri predstavitvi);
- sporazumevanje v maternem jeziku (sposobnost izražanja in razumevanja pojmov, dejstev, misli, čustev in mnenj v pisni in ustni obliki; oblikovanje in izražanje svojih ustnih in pisnih argumentov na prepričljiv način, ustrezen okoliščinam);
- učenje učenja (načrtovanje lastnih dejavnosti, odgovornost za lastno znanje, samostojno učenje, razvijanje metakognitivnih znanj, delovne navade);
- socialne in državljanske kompetence (konstruktivno sporazumevanje pri sodelovanju v skupini, odgovoren odnos do dogovorjenih nalog in obveznosti; samoiniciativnost in podjetnost, ustvarjalnost, dajanje pobud, načrtovanje, organiziranje, vodenje, ocena tveganja, sprejemanje odločitev).

Cilji učnega sklopa

Dijaki/dijakinje:

- ponovijo razlike med ionsko vezjo/ionski kristali in kovalentno vezjo/molekule;
- ponovijo kovinsko vez in njen vpliv na fizikalne lastnosti kovin;
- opredelijo pojem elektronegativnosti in iz podatkov za elektronegativnost elementov glavnih skupin opredelijo značaj kemijske vezi;
- razlikujejo med (ne)polarnostjo vezi in (ne)polarnostjo molekul ter na podlagi odboja veznih in neveznih elektronskih parov centralnega atoma sklepajo na obliko enostavnih večatomnih molekul;
- ponovijo in utrdijo značaj kemijske vezi, opišejo sile med molekulami in njihov vpliv na fizikalne lastnosti spojin;
- spoznajo vodikovo vez in razumejo njen vpliv na lastnosti snovi;
- razložijo vpliv vodikove vezi na fizikalne lastnosti amoniaka, vodikovega fluorida, proteinov in DNA;
- razumejo, da se jakost vezi (enojna, dvojna, trojna vez) kaže v dolžini vezi in njeni energiji;
- ponovijo poimenovanje binarnih spojin (uporaba nomenklature IUPAC) in to nadgradijo z nomenklaturo večatomnih molekul;
- primerjalno proučujejo lastnosti izbranih snovi (ionskih, kovalentnih in kovin) in jih povezujejo z njihovo zgradbo na submikroskopski ravni;
- ponovijo lastnosti ionskih, kovalentnih, molekulskih in kovinskih kristalov;
- razvijajo prostorske predstave z uporabo različnih modelov, animacij in drugih submikroskopskih prikazov zgradbe snovi;
- razvijajo zmožnost razumevanja in uporabe simbolnih/grafičnih zapisov;
- pri proučevanju soodvisnosti zgradbe in lastnosti snovi razvijajo sposobnost opazovanja, eksperimentalni pristop ter delo z različnimi viri.

Vsebine

- ionska vez, ionske spojine/kristali,
- kovalentna vez, kovalentne spojine/molekule/kovalentni kristali,
- jakost vezi (dolžina, energija),
- oblika enostavnih molekul,
- kovinska vez in fizikalne lastnosti kovin (električna prevodnost, kovnost in tanljivost),
- poimenovanje binarnih spojin po nomenklaturi IUPAC,
- molekulske vezi,
- molekulski kristali (jod, ogljikov dioksid, led, glukoza ...),
- lastnosti snovi (eksperimenti).

Pričakovani dosežki dijakov

Dijaki/dijakinje:

- razlikujejo med ionsko, kovalentno in kovinsko vezjo ter ionskimi, kovalentnimi in kovinskimi kristali;
- na podlagi fizikalnih lastnosti snovi ugotavljajo vrsto kemijske vezi v snovi in opišejo njeno zgradbo in nasprotno;
- razlikujejo med enojno, dvojno in trojno vezjo ter vedo, da sta dolžina in energija vezi odvisni od njene jakosti;
- znajo uporabljati pojem elektronegativnost in na podlagi podatkov o elektronegativosti atomov elementov opredeliti naravo vezi;
- v strukturni formuli prepoznajo vezne in nevezne elektronske pare centralnega atoma ter na podlagi njihovega medsebojnega odboja sklepajo na obliko enostavnih večatomnih molekul;
- binarne spojine poimenujejo po nomenklaturi IUPAC;
- znajo opredeliti vrsto medmolekulskih sil med različnimi tipi molekul in razložiti vpliv medmolekulskih sil na lastnosti snovi;
- lastnosti molekulskih kristalov povežejo z jakostjo molekulskih vezi;
- razložijo nastanek vodikove vezi in njen vpliv na lastnosti snovi.

Predznanje

Pojem	**Relacija**
Gradniki snovi	Poznavanje zgradbe atomov, molekul in ionov.
Nomenklatura	Poimenovanje binarnih spojin z grškimi števniki.
Vrste interakcij	Poznavanje interakcij med atomi, ioni in molekulami.
Geometrijski liki in telesa	Oblike molekul in kristalov.
Varno eksperimentalno delo	Upoštevanje navodil za varno delo R-, S-stavki, varnostne oznake, LD50.
Tehnike eksperimentalnega dela	Obvladovanje laboratorijskih tehnik: tehtanje, segrevanje, merjenje prostornine, mikroskopiranje.
Eksperimentalni pogoji	Razumevanje pojmov: konstanta, spremenljivka in grafičnih prikazov.

Medpredmetne in kurikularne povezave

biologija, informatika: potek in vsebina povezovanja sta natančneje opisana v pripravi

Scenarij učnega sklopa

Čas v urah	Vsebinska gesla	Učna metoda, dejavnosti	Učna oblika	Učna sredstva
		samostojno **reševanje** predtesta – **preverjanje** poznavanja pojmov;	individualno delo doma, domača naloga	Spletna učilnica Navodila za registracijo v spletno učilnico. Predtest – Preverjanje 1 (v spletni učilnici)
1	Gradniki Imenovanje elementov in spojin	**razlaga** s pomočjo CD-ja (obravnava novih pojmov in povezav med njimi) – **vodena diskusija**, uporaba simbolov – **urjenje v branju in zapisovanju simbolnih zapisov, poimenovanje** binarnih spojin po nomenklaturi IUPAC;	frontalno skupinsko-frontalno	CD – Kemija za gimnazije Delovni zvezek A. Smrdu: Kemijo razumem, kemijo znam (v nadaljevanju DZ), str. 42–47;
5	Povezovanje gradnikov Vrste vezi Elektronegativnost Vrste kristalov Lastnosti snovi	**razlaga snovi** s pomočjo CD-ja in spletne strani, **vključevanje vizualizacijskih elementov:** modeli kristalov, modeli molekul, submikroskopske predstavitve, animacije; **vodeno reševanje nalog v DZ,** **delo z viri** – kemijski podatkovnik, baze podatkov, **priprava na eksperimentalno delo,** načrtovanje eksperimenta; **preverjanje poznavanja usvojenih pojmov;**	frontalno frontalno delo v parih individualno, frontalno, delo v parih individualno delo doma domača naloga	CD – Kemija za gimnazije *http://www.kii2.ntf.uni-lj.si/e-kemija/mod/resource/view.php?id=286* Animacije: Nastanek NaCl *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/0218.mov* Kovalentna vez *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/0911.mov* Primerjava metan, amoniak, voda *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/chang_7e_esp/VSEPR.swf* Polarnost molekul *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/1014.mov* Oblike molekul: *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/1060.mov* DZ str. 50–70 Spletna učilnica Test – Preverjanje 2 (v spletni učilnici)

1	Povezovanje gradnikov – lastnosti snovi	**ocenjevanje poznavanja usvojenih pojmov;**	individualno delo	Test – ocenjevanje znanja - priloga 2
	Povezovanje gradnikov – lastnosti snovi	**sodelovalno učenje:** priprava hipotez in raziskovalnih vprašanj v obliki PowerPoint; medpredmetno povezovanje z informatiko;	individualno delo doma heterogeno skupinsko delo	Spletna učilnica Navodila za medpredmetno načrtovane laboratorijske vaje (dostopno v spletni učilnici)
4	Vplivi zgradbe snovi na lastnosti snovi	**eksperimentalno-raziskovalni pristop;** **sodelovalno učenje;** **delo z viri;** **metoda reševanja problemov;** **vodeni razgovor;**	heterogeno skupinsko delo	Navodila za medpredmetno načrtovane vaje: 1. sklop: Lastnosti etanola; Alkoholno vrenje. 2. sklop: Lastnosti joda – priloga 3; Proučevanje lastnosti škroba in celuloze. 3. sklop: Proučevanje lastnosti kristalov; Kristali v rastlinah. 4. sklop: Lastnosti snovi, ki sodelujejo v procesu fotosinteze; Fotosinteza.
2	Vplivi zgradbe snovi na lastnosti snovi	predstavitev – **govorni nastop** s pomočjo elektronskih prosojnic		Ocenjevalni obrazec – priloga 4 Vprašalnik za dijake – priloga 5

Opis medpredmetne oziroma kurikularne povezave

Skupni povezovalni element je spoznavanje lastnosti snovi s pomočjo eksperimentalnega dela in uporabe virov. Večpredmetna povezava je vodoravna in kombinirana. Vključeni so trije predmeti: kemija (nosilna vloga), biologija (poudarjena vloga) in informatika (podporna vloga).

V izvedbi vaj sva sodelovali Branka Klemenčič in Valentina Mavrič Klenovšek. Del vaj sva izvedli timsko, sočasno sva bili v razredu, del pa vzporedno v ločenih skupinah. Pri oblikovanju poročil so sodelovali profesorji informatike.

Skupna priprava (kemija, biologija, informatika)

	Vsi sodelujoči predmeti: A (kemija), B (biologija), C (informatika)
Skupni cilj(i)	Obravnavanje nastanka in lastnosti različnih snovi z metodo raziskovanja in eksperimenta v laboratoriju in uporabo različnih virov.
Skupni pričakovani rezultati z evidencami/dokazili	Dijak: • opredeli raziskovalni problem in oblikuje hipotezo; • pred laboratorijskim delom s pomočjo PowerPointa predstavi sošolcem eksperiment, ki ga bo izvedel; • po izvedeni vaji predstavi rezultate s sklepi (v predstavitvi PowerPoint); • pravilno izbere in uporablja laboratorijske pripomočke (učitelj spremlja in vrednoti med potekom eksperimenta); • ob uvodni predstavitvi eksperimenta so predstavljeni podatki iz različnih virov, ki jih uporabi tudi ob interpretaciji rezultatov.

Medpredmetno povezovanje, predmetni del(i) priprave – posamezni vstopi

	Predmet A Kemija (nosilna vloga)	Predmet B Biologija (poudarjena vloga)	Predmet C Informatika (Podporna vloga)
Pričakovani rezultat(i)/dosežki pri posameznih predmetih z evidencami/dokazili	• oblikovanje raziskovalnega problema in hipoteze za posamezen eksperiment, • ustrezno predstavljeni rezultati z interpretacijo podatkov;	• oblikovanje raziskovalnega problema in hipoteze za posamezen eksperiment, • ustrezno predstavljeni rezultati z interpretacijo podatkov;	• ustrezna uporaba IKT in primerna predstavitev vaje v PowerPointu;
Cilji posameznih predmetov (povzeti ali prirejeni iz učnih načrtov)	• razvijanje sposobnosti varnega eksperimentalnega dela pri uporabi kemijskih pripomočkov in izvedbi eksperimenta, • razvijanje spretnosti dela z različnimi viri (internetne baze podatkov, podatkovniki), • poglabljanje poznavanja lastnosti nevarnih snovi, njihovega označevanja in ravnanje z nevarnimi snovmi, • uporaba IKT pri eksperimentu, • smiselno vrednotenje in interpretacija rezultatov, • dokaz pravilnosti hipoteze.	• spoznavanje procesov nastajanja alkohola in škroba pri živih bitjih, • eksperimentalno dokazovanje značilnosti snovi (škroba, celuloze, alkohola, joda, rastlinskih kristalov), • uporablja IKT pri eksperimentu (povezava senzorja z računalnikom, izvedba meritev), • smiselno vrednotenje in interpretacija rezultatov, • dokaz pravilnosti hipoteze.	• upoštevanje navodil pri uporabi IKT v laboratoriju, • upoštevanje pravil pri pripravi PowerPoint predstavitve;
(Mikro)dejavnosti dijakov pri posameznih predmetih	**Nekaj dni pred laboratorijskimi vajami:** Gradivo – navodila za laboratorijsko delo dostopno v spletni učilnici. Formiranje skupin in samostojna priprava na laboratorijsko delo. Oblikovanje raziskovalnih vprašanj in hipotez. **1. – 4. ura:** Predstavitev laboratorijske vaje.		• priprava predstavitve.

	Predstavitev hipotez in raziskovalnih vprašanj. Samostojno delo v skupinah: 1. sklop: Lastnosti etanola; Alkoholno vrenje; 2. sklop: Lastnosti joda (priloga 3); Proučevanje lastnosti škroba in celuloze; 3. sklop: Proučevanje lastnosti kristalov; Kristali v rastlinah; 4. sklop: Lastnosti snovi, ki sodelujejo v procesu fotosinteze; Fotosinteza. Dijaki: Raziščejo in uporabljajo različne baze podatkov in podatkovnike in na izbranih primerih sklepajo na lastnosti snovi. Preberejo in analizirajo primere izbranih varnostnih listov, jih primerjajo in interpretirajo. Izpeljejo definicijo na podlagi ugotovljenih lastnosti (npr. kako se spreminja *T* vrelišča ogljikovodikov z naraščajočo molsko maso). Izbrane spojine prevedejo v drugo simbolno obliko. Napovedo smernice, izide, učinke, vplive na podlagi podatkov. Povezujejo in primerjajo dobljene eksperimentalne rezultate z rezultati, ki so objavljeni v različnih strokovnih virih. Povezujejo teorije z življenjskim okoljem. Pravilno uporabljajo osnovne laboratorijske pripomočke in upoštevajo navodila za varno delo. Zapisujejo rezultate. Sodelujejo pri delu v skupini in izmenjujejo mnenje. Novo pridobljeno znanje ovrednotijo na izbranem primeru in ustrezno utemeljijo. Presodijo, kateri principi/zakonitosti pojasnijo problemsko situacijo. Pojasnijo dano problemsko situacijo s poznanim principom. **7. - 8. ura:** Javno predstavijo rezultate in spoznanja. Kritično vrednotijo izvedbo poskusa. Sodelujejo v diskusiji.		**5. - 6. ura:** Dijaki ustrezno oblikujejo poročilo laboratorijskega dela.
Dejavnosti za: • **preverjanje** • **ocenjevanje**	• Predstavitev eksperimenta sošolcem v PowerPointu. • Ocenjevanje laboratorijskega dela po izdelanem ocenjevalnem obrazcu z ustreznimi opisniki.	• Predstavitev eksperimenta sošolcem v PowerPointu. • Ocenjevanje laboratorijskega dela po izdelanem ocenjevalnem obrazcu z ustreznimi opisniki.	• Priprava uvodnega PowerPointa. • Ocenjevanje elektronskih prosojnic po izdelanem ocenjevalnem obrazcu z ustreznimi opisniki.

Priprava za skupne vstope posameznih skupin predmetov – skupni vstopi

	Predmeta kemija in biologija	Predmet informatika
Pričakovani skupni rezultat(i) skupine predmetov z evidencami	• Spoznavanje lastnosti snovi, nastanek snovi pri živih bitjih preko eksperimentov. • Predstavitev izvedbe eksperimenta, izvedba eksperimenta po skupinah, poročila skupin, projekcija v PowerPointu.	• Uporaba IKT pri kemiji in biologiji.
Skupni cilj(i) skupin(e) predmetov	• Izvesti eksperimente z vsemi navodili o varnem laboratorijskem delu. • Spoznati lastnosti snovi iz kemijskega in biološkega vidika preko eksperimenta. • Predstavitev eksperimenta drugim sošolcem.	• Dijaki s pomočjo navodil uporabljajo IKT pri izvedbi eksperimentov. • Priprava PowerPoint predstavitve.
Skupne dejavnosti skupin(e) predmetov	Navedene v zgornjem obrazcu.	Navedene v zgornjem obrazcu.
Skupne dejavnosti za • **preverjanje** • **ocenjevanje**	Navedene v zgornjem obrazcu.	Navedene v zgornjem obrazcu.

Potek učnega procesa pri kemiji

Ura	Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
	60 min. samostojnega dela doma	Pripravi navodila za registracijo v spletno učilnico. Pripravi spletni predtest, s katerim lahko preveri predznanje dijakov.	Se registrirajo v spletno učilnico in samostojno rešijo predtest, ki vključuje pojme, ki so jih dijaki spoznali v osnovni šoli.	Spletni test dostopen na naslovu: *http://www.osbos.si/e-kemija/spletna-ucilnica/* Spletni test je časovno omejen. Vprašanja se premešajo pri vsakem uporabniku. Dijaki ne morejo med seboj komunicirati. Dijak in učitelj dobita takojšno povratno informacijo o uspešnosti reševanja testa.
1	10 min.	S pomočjo zgoščenke Kemija za gimnazije ponovi vrste gradnikov in načine povezovanja gradnikov. S pomočjo delovnega zvezka preverja poznavanje osnovne nomenklature elementov (kliče posameznega dijaka).	Sodelujejo v diskusiji. Zapisujejo v zvezke ugotovitve. Preverja svoje znanje poznavanja imen elementov (delovni zvezek, str. 42 – 44).	Zgoščenka Kemija za gimnazije. Smrdu, A.: Kemijo razumem, kemijo znam (v nadaljevanju delovni zvezek)
	10 min.	Ponovi pravila poimenovanja binarnih spojin z grškimi števniki.	Na izbranih primerih iz delovnega zvezka str. 45 in 46 poimenujejo binarne spojine z grškimi števniki.	Dijaki poznajo grške številnike in pravila poimenovanja binarnih spojin z uporabo grških številnikov.
	15 min.	Uvede pojem oksidacijskega števila in poda pravila določanja oksidacijskih števil.	Na izbranih primerih iz delovnega zvezka poimenujejo binarne spojine po Stockovem načinu.	Delovni zvezek
	10 min.	Spodbuja k urjenju v poimenovanju spojin. Preverja pravilnost zapisov imen. Poda domačo nalogo.	Doma dokončajo nerešene primere v delovnega zvezka (str. 42–47).	Delovni zvezek

Ura	Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
2	10 min.	Ponovi zakonitosti nastanka ionske vezi. Uporabi zgoščenko Kemija za gimnazije in vključuje vizualizacijske elemente pri razlagi nove snovi.	Sodelujejo v razgovoru. Zapisujejo ugotovitve v zvezke.	Zgoščenka Kemija za gimnazije.
	5 min.	Z vprašanji spodbuja k iskanju odgovorov na opazovane spremembe (pr. nastanek kristala NaCl) – nastanek ionov, velikost ionov, privlak med ioni, koordinacijsko število, energijske spremembe ... Pokaže fizični model NaCl in CsCl in razloži pojem koordinacijsko število.	Opazujejo animacijo eksperimenta. Zapisujejo opažanja. Sodelujejo v diskusiji. Iz primera lastnosti natrijevega klorida sklepajo na lastnosti ionskih kristalov.	Animacija (*Nastanek NaCl*) je v angleškem jeziku dostopna na *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/0218.mov*
	5 min.	Postavi problemsko vprašanje: Kaj je razlog različnega koordinacijskega števila pri NaCl in CsCl?	Podajajo mnenja.	
	10 min.	Ponovi zakonitosti nastanka kovalentne vezi. Uporabi CD – Kemija za gimnazije in vključuje vizualizacijske elemente pri razlagi nove snovi.	Sodelujejo v razgovoru. Zapisujejo ugotovitve v zvezke.	Zgoščenka Kemija za gimnazije.
	5 min.	Pri ogledu animacije nastanka kovalentne vezi med halogenimi elementi spodbuja k opazovanju energijskega diagrama, ki prikazuje odvisnost energije vezi od dolžine vezi.	Opazujejo animacijo. Zapisujejo opažanja. Sodelujejo v diskusiji.	Animacija (*Kovalentna vez*) je v angleškem jeziku dostopna na: *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/0911.mov*
	10 min.	Spodbuja k reševanju nalog. Preverja pravilnost odgovorov. Poda domačo nalogo.	Na izbranih primerih iz delovega zvezka (str. 48 in 49) utrjujejo značilnosti ionskih in kovalentnih vezi. Dokončajo naloge iz delovnega zvezka, ki jim jih ni uspelo rešiti v šoli.	Delovni zvezek

Ura	Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
3	5 min.	Uvede pojem elektronegativnost in poda pomen Paulingove lestvice.	Zapisujejo ugotovitve v zvezke.	
	15 min.	Dijake seznani s spletno stranjo Naravoslovno tehnične fakultete: e-kemija. Usmerja jih do zavihka »elektronegativnost«.	V parih rešujejo naloge pod zavihkom »elektronegativnost«.	*http://www.kii2.ntf.uni-lj.si/e-kemija/mod/resource/view.php?id=286*
	10 min.	Poda razloge za nastanek kovalentnega kristala oz. za nastanek molekule. Predstavi primere in lastnosti kovalentnih kristalov.	Sodelujejo v razgovoru. Zapišejo primere in lastnosti kovalentnih kristalov.	
	10 min.	Spodbuja k razmišljanju, kakšne oblike bo nastala molekula – poudarja pomen števila veznih in neveznih elektronskih parov centralnega atoma. S pomočjo animacije pokaže oblike CH_4, NH_3, H_2O.	Sodelujejo v razgovoru. Zapišejo ugotovitve o vplivu števila veznih in neveznih elektronskih parov centralnega atoma na obliko molekule. Opazujejo animacijo.	Animacija (*Primerjava strukture molekul metana, amoniaka in vode*) dostopna na: *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/chang_7e_esp/VSEPR.swf*
	10 min.	Spodbuja k razmišljanju, kako oblika (Simetrija/nesimetrija) molekule vpliva na polarnost molekule. Razloži na primeru ogljikovega dioksida. Pokaže animacijo nekaterih simetričnih molekul.	S pomočjo delovnega zvezka (str. 50–51) in utrjujejo prepoznavanje značilnih oblik molekul. Opazujejo animacijo.	Delovni zvezek Animacija (*Oblike molekul*) dostopna na naslovu: *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/1060.mov*
	5 min.	Spodbuja k iskanju pravilnih odgovorov na izbranih primerih iz delovnega zvezka (str. 52–55). Poda domačo nalogo.	S pomočjo delovnega zvezka (str. 52–55) utrjujejo značilne oblike molekul in označujejo bolj elektronegativen element v vezi. Posledično sklepajo na polarnost vezi v molekuli in na polarnost spojine. Nedokončane naloge rešijo doma.	Delovni zvezek

Ura	Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
4	10 min.	Razloži vplive in vrste interakcij med molekulami. Za razlago uporabi zgoščenko Kemija za gimnazije. Spodbuja k iskanju odgovorov na vprašanja v delovnem zvezku.	Spremljajo razlago. Sodelujejo v razgovoru. S pomočjo delovnega zvezka (str. 57–58) se urijo v prepoznavanju privlačnih sil med molekulami.	Zgoščenka Kemija za gimnazije Delovni zvezek
	15 min.	Na primeru vode, amoniaka in vodikovega fluorida razloži vodikovo vez. Pomaga si z grafom odvisnosti temperature vrelišča spojin z vodikom IV. (14.), V. (15.), VI. (16.) in VII. (17.) skupine PSE. Predstavi primere vodikove vezi: beljakovine, DNA, alkoholi ...	Med različnimi molekulami spojin označujejo vodikovo vez. Rešuje primere v delovnem zvezku (str. 59).	Delovni zvezek
	10 min	Predstavi še preostale anomalije vode, ki so posledica vodikove vezi.	Spremljajo razlago. Zapisujejo. Rešujejo primere v delovnem zvezku (str. 60).	Delovni zvezek
	10 min	Predstavi vrste molekulskih kristalov in njihove lastnosti.	Na primeru kristala saharoze sklepajo na lastnosti molekulskega kristala.	
5	10 min.	Spodbuja k opisu lastnosti kovinskih kristalov. S pomočjo zgoščenke Kemija za gimnazije predstavi osnovne kristalne sisteme.	Sodelujejo v razgovoru. Zapisujejo ugotovitve.	Zgoščenka Kemija za gimnazije
	10 min.	Razdeli fizične modele osnovnih celic in modele nekaterih snovi (NaCl, CsCl, I_2, grafit, diamant, natrij, SiO_2, baker).	Opišejo osnovno celico, ki jo predstavlja model.	Modeli kristalov
	15 min.	Spremlja predstavitve in povzame dognanja v tabelo.	Svoja dognanja predstavijo sošolcem (stranice, koti, število gradnikov znotraj osnovne celice, število različnih gradnikov, koordinacijsko število, katero snov predstavlja ...).	
	10 min.	Spodbuja k reševanju nalog. Preverja pravilnost odgovorov. Poda domačo nalogo v delovnem zvezku.	Na izbranih primerih iz delovnega zvezka (str. 63 in 72) utrjujejo razpoznavanje primerov in lastnosti kristalov.	Delovni zvezek

Ura	Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
6	20 min.	Spodbuja k reševanju nalog. Preverja pravilnost naključno izbranih odgovorov.	Vodeno reševanje nalog v delovnem zvezku. Eden izmed dijakov rešuje primer na tablo. Drugi preverjajo svoje rezultate.	
	15 min.	Postavi raziskovalno vprašanje: »Kako bi lahko kvalitativno določil, da je kristal KI ionski kristal?« Postavi problemsko vprašanje: »Kako bi preveril kakšna je njegova temperatura tališča, temperatura vrelišča in kristalna struktura?« Dijake seznani s spletno stranjo: *http://www.webelements.com.*	Dijaki v parih pripravijo »scenarij« določanja lastnosti ionskega kristala. Dva para predstavita svoj scenarij. Drugi jih dopolnjujejo. Podajo svoje predloge.	*http://www.webelements.com*
	10 min.	Poda navodila za izvedbo laboratorijskih vaj. Razdeli dijake v skupine.	Se razdelijo v skupine in seznanijo s pravili sodelovanja v skupini.	Navodila za laboratorijske vaje so dostopna na naslovu: *http://www.osbos.si/e-kemija/spletna-ucilnica/*. Do naslednje ure informatike morajo dijaki pripraviti raziskovalna vprašanja in hipoteze in se temeljito pripraviti na izvedbo laboratorijskih vaj, ki bodo potekale strjeno štiri šolske ure.
	60 min. samostojnega dela doma	Pripravi spletni test, s katerim lahko preveri znanje dijakov – preverjanje 2.	Samostojno rešijo test za preverjanje znanja v spletni učilnici.	Spletni test dostopen na naslovu: *http://www.osbos.si/e-kemija/spletna-ucilnica/*. Spletni test je časovno omejen. Vprašanja se premešajo pri vsakem uporabniku. Dijaki ne morejo med seboj komunicirati. Dijak in učitelj dobita takojšno povratno informacijo o uspešnosti reševanja testa.

Ura	Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
7	45 min.	Predhodno pripravi test znanja. Do naslednje ure ovrednoti teste s številom doseženih točk.	Samostojno rešujejo test.	Test (priloga 2).
INF	45 min.	Učitelj informatike usmerja k upoštevanju pravil izdelave elektronskih prosojnic.	Pripravijo elektronske prosojnice za predstavitev dela, raziskovalnih vprašanj in hipotez.	
8–11 KEM BIO	40 min.	Vrednoti (ocenjuje) dijake po pripravljenem opisniku.	Predstavijo priprave na laboratorijsko delo – 5 min. (vsaka podskupina).	Podrobna izvedba laboratorijskih vaj je v medpredmetni pripravi (glej prilogo 1).
	120 min.	Spremlja delo podskupin.	Delo podskupin. Dogovorijo se o razdelitvi dela v podskupini. Izpeljejo izbrane poskuse po navodilih. Poskuse fotografirajo. Pripravijo povzetek za kratko poročanje ostalim članom skupine – 10 minut.	
	20 min.	Spremlja delo skupin.	Poročajo preostalim članom skupine.	
INF	90 min.	Učitelj informatike usmerja k upoštevanju pravil izdelave elektronskih prosojnic.	Delo v skupinah. Izdelajo poročila v obliki predstavitve PowerPoint. Pripravijo se na predstavitev.	
12–13 KEM BIO	90 min.	Spremlja in vrednoti.	Poročanje skupin. Predstavitev dela v skupinah (4 skupine x 15 minut = 60 minut).	
	15 min.	Seznanitev z ocenami – dijakom razdeli izpolnjen ocenjevalni obrazec.		Ocenjevalni obrazec – priloga 4.
	15 min	Razdeli vprašalnike.	Izpolnijo vprašalnik.	Vprašalnik – priloga 5.

Dejavnosti/naloge za vrednotenje dosežkov (preverjanje in ocenjevanje znanja)

- preverjanje predznanja, spletna učilnica, pisno;
- preverjanje znanja, spletna učilnica, pisno;
- ocenjevanje znanja, test, pisno;
- ocenjevanje znanja, eksperimentalno-raziskovalni pristop: eksperimentalno delo, sodelovanje v skupini, reševanje nalog, nastop.

Evalvacija učnega sklopa

Priprava učnega sklopa mi je vzela veliko časa predvsem zato, ker sem načrtovala preverjanje znanja s pomočjo spletne učilnice. Pripraviti sem morala spletni test. Za prvo preverjanje znanja sem uporabila naloge, ki so v bazi nalog spletne učilnice OŠ Belokranjskega odreda Semič. Za drugo preverjanje znanja pa sem dodala svoje naloge. Sestavljanje nalog je zelo zamudno, vendar bom lahko obe preverjanji uporabila za preverjanje znanja v naslednjih generacijah, saj je zelo pozitivna stvar takojšna povratna informacija dijaku in učitelju. Preverjanja znanja so potekala doma (domača naloga), vendar so jih dijaki resno vzeli, saj sem jih opozorila, da klasičnega preverjanja znanja v šoli ne bo. Za usvajanje novih vsebin sem uporabila zgoščenko Kemija v gimnaziji. Za utrjevanje snovi pa delovni zvezek Kemijo razumem, kemijo znam. Po končanem preverjanju sem izvedla pisno ocenjevanje in medpredmetno načrtovane laboratorijske vaje.

Pri načrtovanju medpredmetno zasnovanega učnega sklopa je bila največja težava časovno usklajevanje s profesorjem informatike in profesorico biologije. Medpredmetno načrtovanje laboratorijskih vaj s profesorico biologije je potekalo več dni. Skupaj sva oblikovali interni priročnik z navodili za vaje. Dijakom je priročnik dostopen v spletni učilnici. Oblikovali sva tudi opisne kriterije ocenjevanja eksperimentalnega dela in vprašalnik za dijake.

Kot zanimivost še informacija o rezultatih ocenjevanja: ocenjevali sva 96 dijakov tehniške gimnazije. Dijaki so pridobili naslednje ocene:

	KEMIJA	BIOLOGIJA
Odlično	14	20
Prav dobro	52	46
Dobro	18	26
Zadostno	12	4
Nezadostno	0	0

Odstopanja med kemijo in biologijo so nastala zaradi pisnega testa, ki sem ga upoštevala pri oblikovanju ocene za kemijo.

Analiza vprašalnika za dijake

Ali se je pouk razlikoval od običajnega pouka pri tem predmetu? V čem je bil drugačen? Kaj vam je bilo najbolj všeč?

- *Pouk je potekal na drugačen način. S tem testom smo lahko preverili naše dosedanje znanje iz osnovne šole. Všeč mi je bilo delo na računalniku in hitro popravljen test.*
- *Ja, od kemije se je zelo razlikoval, pri informatiki pa smo vajeni dela z računalniki. Mi je bilo zelo všeč.*
- *Da, pouk se je razlikoval od običajnega pouka, ker smo delali kemijo na informatiki. Všeč mi je bilo, da sta se dva predmeta združila.*
- *Všeč mi je bilo, ker ni bilo treba veliko pisati in ker smo rešitve izvedeli takoj.*
- *Da, pouk se je razlikoval, saj smo delali preko računalnika. Delo je bolj raznoliko in zabavnejše. Najbolj mi je bilo všeč, da smo sami preverili napačne odgovore in da lahko vadimo večkrat in bolj učinkovito.*
- *Ja. Razlikoval se je od običajnega pouka, ker je bila snov podana drugače. Na bolj zanimiv način. Najbolj mi je bilo všeč delo z računalnikom.*
- *Da. Nikoli nisem delal samostojno laboratorijske vaje.*
- *Da, če nisem kaj vedel, mi je na pomoč priskočil sošolec.*
- *»Fajn« je, če kemijo in biologijo povežeš. Če je še računalnik vmes, je zakon.*
- *Razlikoval se je po tem, da smo morali snov sami predelati in ni bilo učitelja (vaje in preverjanje, ki bi nam kaj razložil, zato mi je običajni pouk bolj všeč.*
- *Da. Ni mi bilo všeč! Vsega je bilo preveč! Sploh nisem dohajal!*

Ali bi si želeli še več takega pouka in zakaj?

- *Mogoče je res premalo takih ur, pri katerih je delo samostojno.*
- *Ja, ker je zanimiv.*
- *Da, želel bi si še več takega pouka, ker mi je všeč, da se dva predmeta povežeta/združita.*
- *Delo z računalnikom mi je blizu, zato raje rešujem na računalniku kot na papirju.*
- *Da, želim si več takega pouka, saj tako postane način učenja bolj raznolik in ne tako suhoparen. Pouk je zabavnejši in prijetnejši.*
- *Da, pouk se mi je razlikoval od običajnega. Reševali smo test. Preverili smo lahko svoje znanje iz OŠ. Eksperimentirali smo. Zabavno je bilo.*
- *Da, ker se zabavam ob takem delu.*
- *Da, ker je potekal bolj sproščeno.*

- *Ne, saj se pri navadni uri več in hitreje naučim.*
- *Da. Zato, ker raje delam z računalnikom, kot da pišem.*
- *Vaje so zakon. Rad eksperimentiram.*
- *Da. Z eksperimentom lahko dokažemo zakonitosti.*
- *Da. Dobil sem dobro oceno pri večih predmetih.*
- *Ne. Laboratorijskih veščin ne obvladam.*

Tovrstno preverjanja znanja ocenjujem:

A zelo slabo (0 dijakov) B slabo (5 dijakov) C dobro (8 dijakov) D zelo dobro (36 dijakov) E odlično (47 dijakov)

Tovrstno izvedbo vaj ocenjujem:

A zelo slabo (0 dijakov) B slabo (7 dijakov) C dobro (32 dijakov) D zelo dobro (38 dijakov) E odlično (19 dijakov)

V skupini smo sodelovali

A zelo slabo (0 dijakov) B slabo (7 dijakov) C dobro (32 dijakov) D zelo dobro (38 dijakov) E odlično (19 dijakov)

Z načinom ocenjevanja pri biologiji sem:

A Nezadovoljen (0 dijakov) B zadovoljen (14 dijakov) C zelo zadovoljen (82 dijakov)

Z načinom ocenjevanja pri kemiji sem:

A nezadovoljen (7 dijakov) B zadovoljen (14 dijakov) C zelo zadovoljen (75)

Predlogi in pripombe dijakov:

- *Predlagam, da bi take teste izvajali na koncu vsakega ocenjevalnega obdobja.*
- *Moj predlog je, da bi pri vsakem pouku lahko vadili in utrjevali preko računalnika in raznih programov.*
- *Mogoče bi pri izvedbi lahko učitelj več pomagal, drugače pa se mi zdi v redu in sem brez pripomb.*
- *Še več takih projektov.*
- *Omogočanje čim več takšnih stvari učencem.*
- *Več časa za reševanje. Več časa za pripravo poročila.*
- *Ena taka vaja je dovolj v enem šolskem letu (preveč je obsežna).*
- *Predlagam več krajših vaj.*

LITERATURA

1 *Bačnik A., Bukovec N., Poberžnik A. (et al.)(2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html (13. 01. 2010).*

2 *Bukovec, N. (2009). Kemija za gimnazije 1. Ljubljana: DZS.*

3 *Bukovec, N., Dolenc, D., Šket, B. (2002). Kemija za gimnazije 2. Ljubljana: DZS.*

4 *Bukovec, N., Glažar, S.A. (1996). Naloge iz splošne in anorganske kemije za srednjo šolo. Zbirka. Ljubljana: DZS.*

5 *Bukovec, N., Brenčič, J. (2000). Kemija za gimnazije. Zgoščenka. Ljubljana: DZS.*

6 *Smrdu, A. (2007). Kemija – Snov in spremembe. Ljubljana: Jutro.*

7 *Smrdu, A. (2008). Kemijo razumem, kemijo znam. Ljubljana: Jutro.*

8 *Stark, J. G., Wallace, H.G. (1997). Kemijski podatkovnik za srednje, višje in visoke šole. Ljubljana: DZS.*

9 *http://www.osbos.si/e-kemija/spletna-ucilnica/ (13. 01. 2010)*

10 *http://www.webelements.com (13. 01. 2010)*

11 *http://projekti.svarog.org/periodni_sistem/ (13. 01. 2010)*

12 *http://www.kii2.ntf.uni-lj.si/e-kemija/mod/resource/view.php?id=286 (13. 01. 2010)*

13 *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/chang_7e_esp/VSEPR.swf (13. 01. 2010)*

14 *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/0218.mov (13. 01. 2010)*

15 *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/0911.mov (13. 01. 2010)*

16 *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/1014.mov (13. 01. 2010)*

17 *http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/silberberg_2e_320x240/1060.mov (13. 01. 2010)*

Priloge

Primer kriterijev za vrednotenje dijakovega znanja in kompetenc: Povezovanje delcev

Test za ocenjevanje znanja

Primer navodila za laboratorijsko delo ene podskupine (kemijski del)

Ocenjevalni obrazec

Evalvacija: vprašalnik za dijake

Na spletnem naslovu: *http://www.osbos.si/e-kemija/spletna-ucilnica/* najdete:

Preverjanje 1 (predtest)

Preverjanje 2

Primer kriterijev za vrednotenje dijakovega znanja in kompetenc

Povezovanje delcev

Dijak: _____

Kriteriji za vrednotenje pisnega testa dijakov

odlično (5)	prav dobro (4)	dobro (3)	zadostno (2)	nezadostno (1)	št. doseženih točk (%)	št. možnih točk (%)
89–100	76,5–88,5	62–76	50–61,5	do 50		100

Opisni kriteriji za vrednotenje eksperimentalnega dela dijakov

PODROČJE SPREMLJANJA	V CELOTI 2 TOČKI	DELNO 1 TOČKA	NEUSTREZNO 0 TOČK
Predznanje dijaka je primerno za nemoteno izvedbo eksperimenta			
Jasno oblikovano raziskovalno vprašanje			
Logično oblikovane hipoteze			
Pregledno zbiranje podatkov; natančno in pregledno procesiranje			
Upoštevanje navodil za izvedbo eksperimenta (spretnosti + varnost)			
Samostojnost izvedbe eksperimenta			
Natančnost (temeljitost) dela			
PowerPoint predstavitev			
Slikovno gradivo (fotografije, skice ...)			
Predstavitev dela (jezikovno ustrezno + pravilna uporaba pojmov)			
Predstavitev grafov			
Oblikovanje sklepov glede na dobljene rezultate			
Pravilnost odgovorov na vprašanja			
Sodelovanje pri predstavitvi drugih eksperimentov (diskusija)			
Ustreznost gradiva (natančno spremljanje dela drugih dijakov)			

Število doseženih točk:_____ Število možnih točk:30 Odstotek:_____

SKUPNA OCENA PRI KEMIJI

	Dosežek [%]
TEST	
EKSPERIMENTALNO DELO	

Dosežek = (test (%) + eksperimentalno delo (%)) / 2 = _____%

Pretvorba odstotkov v oceno:

Številčna ocena	Odstotek
Odlično (5)	89–100
Prav dobro (4)	78–88
Dobro (3)	63–77
Zadostno (2)	50–62
Nezadostno (1)	0–49

Ocena: _____

3.3 Povezovanje delcev (gradnikov) – II

Mateja Godec, Gimnazija Franca Miklošiča, Ljutomer

Za učni sklop o povezovanju gradnikov je predvidenih 12 šolskih ur. Pri mnogih urah sem načrtovala frontalni pouk z metodo razgovora in razlage. V pouk sem vključila tudi interaktivno tablo, ki omogoča nazoren prikaz zgradbe na submikroskopski ravni, dijaki so tako dobili boljšo predstavo o procesih na ravni delcev. Tri ure sem izvedla v povezavi s predmeti (biologija, fizika, likovna umetnost, informatika …). Dijaki so s tem pridobili izkušnjo sodelovalnega poučevanja, dojemanje vsebin iz različnih strokovnih vidikov in s tem doživljanje kemije kot dela celotne narave. V prispevku se bom osredotočila na del, ki sem ga v tem učnem sklopu izvedla v okviru sodelovanja z drugimi predmeti.

Predvideno št. ur: 12 ur

Bistveno vprašanje: **Kaj so osnovni gradniki snovi, kako nastanejo in kakšen je njihov simbolni zapis?**

Cilji iz učnega sklopa v medpredmetni povezavi

Dijaki/dijakinje:

- razlikujejo med vrstami kemijskih vezi;
- razlikujejo med veznimi in neveznimi elektronskimi pari in jih opredelijo v strukturnih formulah enostavnih molekul;
- na podlagi odboja veznih in neveznih elektronskih parov centralnega atoma sklepajo na obliko enostavnih večatomnih molekul;
- poimenujejo binarne spojine z uporabo IUPAC-nomenklature;
- razvijajo prostorske predstave z uporabo različnih modelov, animacij in drugih submikroskopskih prikazov zgradbe snovi;
- razvijajo zmožnost razumevanja in uporabe simbolnih/grafičnih zapisov.

Predlagane vsebine

- kovalentna vez, kovalentne spojine/molekule/kovalentni kristali,
- jakost vezi (dolžina, energija),
- elektronegativnost,
- vezni in nevezni elektronski pari,
- vpliv zgradbe na lastnosti snovi (eksperimenti).

Pričakovani dosežki

Dijaki/dijakinje:

- znajo uporabljati program ChemSketch za risanje strukturnih formul;
- znajo uporabljati modele za sestavljanje molekul;
- z uporabo modelov razumejo obliko molekul;
- s pomočjo programa ChemSketch znajo poiskati nekaj lastnosti spojin;
- na primerih ločijo različne oblike molekul;
- znajo našteti vzroke za različne oblike molekul;
- znajo povezati simbolni zapis z grafičnim zapisom molekule;
- predstavijo zbrane podatke.

Medpredmetne in kurikularne povezave

Sodeluje dvanajst (12) predmetov:

- biologija, kemija in fizika – poudarjena vloga
- matematika, informatika, likovna umetnost, slovenski jezik, angleški jezik, nemški jezik, francoski jezik, športna vzgoja – podporna vloga

Pričakovani skupni rezultati

Dijaki/dijakinje:

- pridobijo izkušnjo sodelovalnega poučevanja (učitelji ne poučujejo samo v svojih razredih, ampak v različnih skupinah);
- dojamejo pomen organskih molekul z različnih strokovnih vidikov;
- doživljajo naravoslovje kot medsebojno povezano;
- obvladajo eksperimentalne tehnike (npr. dokazovanje organskih molekul v živilih, prikazovanje zgradbe molekul z modeli in vizualizacijo);
- pridobljeno »šolsko znanje« uporabijo v realnih življenjskih situacijah (zgradbo izbranih organskih molekul povežejo z njihovim pomenom za zdravje ključnih snovi);
- pridobljeno znanje uporabijo v avtentičnih situacijah doma (znajo sestaviti jedilnik).

Predznanje

Pojem	Relacija
Zgradba atoma	Temeljne zakonitosti spreminjanja zgradbe in lastnosti elementov glede na lego v PSE.
Knjižnična znanja	Iskanje in kritična presoja virov.
Tehnike eksperimentalnega dela	Obvladovanje eksperimentalnih tehnik: merjenje prevodnosti, segrevanje, raztapljanje.
Delo z računalnikom	Osnove uporabe računalnika.

Scenarij učnega sklopa

Št. ur	Vsebinska gesla	Učna metoda, dejavnosti	Učna oblika	Učna sredstva
3	Ionska vez, ionski kristali Kovalentna vez, kovalentni kristali	vodeni razgovor, prikaz, razlaga	frontalno, samostojno reševanje primerov	modeli kovalentnih in ionskih kristalov, interaktivna tabla ali projektor
1	Poimenovanje	razlaga	frontalno, samostojno reševanje primerov	
1	Elektronegativnost, vezni in nevezni elektronski pari, centralni atom, oblika molekul	razlaga	frontalno, samostojno reševanje primerov	
2	**Oblika molekul, poimenovanje**	**sodelovalno učenje**	**homogeno skupinsko delo z modeli, homogeno skupinsko delo z računalniki**	**didaktični kompleti za sestavljanje modelov, računalniki**
2	Kovinska vez, kovinski kristali Molekulske vezi, molekulski kristali	vodeni razgovor, prikaz, razlaga	frontalno	modeli kovinskih in molekulskih kristalov, interaktivna tabla ali projektor
2	Lastnosti snovi	razlaga, sodelovalno učenje, vodeni razgovor.	samostojno eksperimentalno delo	laboratorijski pripomočki in snovi za izvedbo laboratorijske vaje
1	**Iskanje naj... snovi**	**delo z viri**	**samostojno delo**	**literatura, dostop do spleta**

Potek učnega procesa

Čas		DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
10 min.	Uvod	Z razgovorom z učenci ponovi zgradbo atoma, pomen valenčnih elektronov za tvorbo vezi.	Sodelujejo v vodenem razgovoru.	
125 min.	Usvajanje novih znanj z razlago in utrjevanje znanja	Z metodo razgovora, razlage in prikazovanja razloži nastanek ionske vezi, kovalentne vezi, prikaže ionski in kovalentni kristal z modeli in slikami oz. animacijami.	Poslušajo razlago, sodelujejo v pogovoru in rešujejo primere nastajanja vezi v delovnem zvezku.	Delovni zvezek: A. Smrdu: Kemijo razumem, kemijo znam 1, poglavje 3.2.
45 min.	Usvajanje novih znanj z razlago in utrjevanje znanja	Razloži načine za poimenovanje spojin.	Poslušajo razlago, sodelujejo v pogovoru in rešujejo primere nastajanja vezi v delovnem zvezku.	Delovni zvezek: A. Smrdu: Kemijo razumem, kemijo znam 1, poglavje 3.1.
45 min.	Usvajanje novih znanj z razlago in utrjevanje znanja	Z metodo razgovora, razlage in prikazovanja razloži pojem elektronegativnost, vezni in nevezni elektronski pari in vpliv le-teh na obliko molekul.	Poslušajo razlago, sodelujejo v pogovoru in rešujejo primere nastajanja vezi v delovnem zvezku.	Delovni zvezek: A. Smrdu: Kemijo razumem, kemijo znam 1, poglavje 3.3. in 3.4.
10 min.	**Oblikovanje skupin**	**Razdeli dijake v skupine. Razdeli didaktične komplete za sestavljanje molekul in delovne liste z navodili za sestavljanje.**	**Dijaki se razdelijo v skupine.**	**Število dijakov v skupini je odvisno od števila didaktičnih kompletov, ki jih imamo na razpolago.**
35 min.	**Delo v skupinah**	**Na začetku opozori na barve, velikosti elementov v didaktičnem kompletu (barva kroglic, dolžina vezi ...). Usmerja dijake pri sestavljanju modelov in jim pomaga.**	**V skupini samostojno sestavljajo modele in izpolnjujejo delovni list za sestavljanje modelov.**	**V delovnem listu je kar nekaj organskih molekul, saj smo dejavnost izvajali v okviru medpredmetne povezave, kjer so se dijaki z organskimi molekulami srečevali tudi pri drugih predmetih.**
5 min	**Uvod**	**Pokaže program, ki ga bodo uporabljali.**	**Dijaki poiščejo program, naložen na računalnike, in ga zaženejo.**	

Čas		DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
40 min.	**Delo v dvojicah**	**Usmerja dijake pri risanju formul s programom in jim pomaga.**	**V dvojicah rišejo formule spojin s programom, iščejo zahtevane lastnosti spojin in izpolnjujejo delovni list za risanje *formul s programom ChemSketch*.**	
90 min.	Usvajanje novih znanj z razlago in utrjevanje znanja	Z metodo razgovora, razlage in prikazovanja razloži kovinsko vez in molekulske vezi, prikaže primere kovinskih in molekulskih kristalov z modeli in slikami oz. animacijami.	Poslušajo razlago, sodelujejo v pogovoru in rešujejo primere nastajanja vezi v delovnem zvezku.	Delovni zvezek: A. Smrdu: Kemijo razumem, kemijo znam 1, poglavje 3.5.
35 min.	Usvajanje novih znanj z razlago in utrjevanje znanja	Z metodo razgovora, razlage in prikazovanja razloži lastnosti snovi in jih poveže z zgradbo snovi.	Poslušajo razlago, sodelujejo v pogovoru in rešujejo primere nastajanja vezi v delovnem zvezku.	Delovni zvezek: A. Smrdu: Kemijo razumem, kemijo znam 1, poglavje 3.6.
10 min.	Demonstracijski eksperiment	Razdeli opazovalni list, dijake spodbuja k proučevanju vprašanj na opazovalnem listu in jih usmerja k natančnemu opazovanju. Izpelje demonstracijski eksperiment. Vodi razgovor o ugotovitvah.	Natančno preberejo *Opazovalni list za dijake*, opazujejo in oblikujejo odgovore na vprašanja.	
30 min.	Eksperimentalno delo v dvojicah	Dijakom razdeli navodila za samostojno izvajanje eksperimentov. Razdeli delovne liste. (Za izvedbo eksperimenta kot snovi A, B in C izbere npr. naslednje snovi: kuhinjski sladkor, natrijev klorid, žveplo, grafit, cink, baker, kremenčev pesek, bakrov sulfat pentahidrat ... Snovi naključno razdeli med dijake.)	V paru si razdelita delo in po navodilih izvajata eksperimente. *Delovni list za dijake za izvedbo eksperimentov*	Ker ura predstavlja delo v laboratoriju, je treba dijake razdeliti v dve skupini.
15 min.	Predstavitev rezultatov dijakov	Preveri pravilnost ugotovljenih struktur snovi.	Dijaki poročajo o svojih preiskovanih snoveh.	

Čas		DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
45 min.	Utrjevanje in preverjanje znanja	Dijakom poda navodila za izdelavo predstavitve »Naj snovi« oz. »Naj molekule«. Razpis za najmolekulo. Ob koncu ure pobere izdelke in jih oceni.	Po navodilih učitelja izdelujejo zloženke oz. plakate s pomočjo literature in medmrežja.	Ob pomanjkanju časa je dejavnost lahko tudi domača naloga. Kot domačo nalogo smo jo izvedli v medpredmetni povezavi in zadali nalogo za razpis najmolekule (in ne najsnov), saj je naloga tako bolj ustrezala naši medpredmetni povezavi.

Dejavnosti pri drugih predmetih v medpredmetni povezavi, neposredno povezane s kemijo

1. Likovna umetnost

Skupni cilj: *Razvijanje prostorske predstavljivosti molekul*

Dejavnosti dijakov:

- **razgovor** o atomih, Atomiumu, molekulah,
- **individualno risanje** s svinčnikom,
- individualna slikarska naloga,
- **skupinsko plastično oblikovanje**.

2. Matematika in informatika (delovni list pri matematiki)

Skupni cilj: *Podatke zna kakovostno predstaviti in oblikovati poročilo. Zna izbrati primerne pristope predstavitev in oblikovanja.*

Dejavnosti dijakov:

- *matematika:* z izpolnjevanjem nalog na delovnih listih osmislijo statistične koncepte;
- *informatika:* podatke z delovnih listov prenesejo v excelovo preglednico in na podlagi tega pripravijo pisne, grafično obdelane izdelke.

Dejavnosti/naloge za vrednotenje dosežkov (preverjanje in ocenjevanje znanja)

Znanje se preverja in ocenjuje pisno in ustno pri rednem preverjanju znanja kot testne naloge.

Učitelj lahko oceni izdelke, nastale po razpisu za »najmolekulo«.

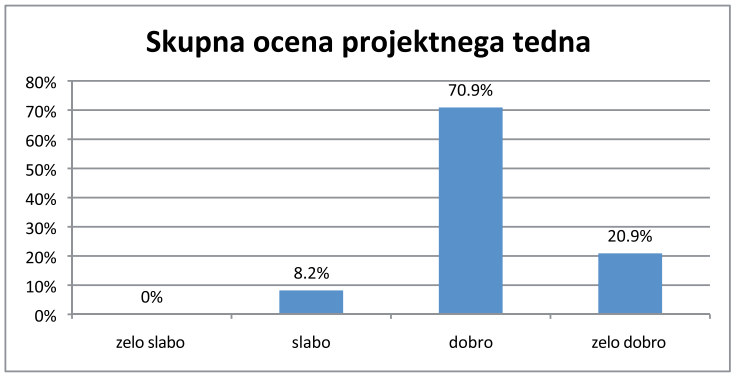
Evalvacija učnega sklopa

Pri samem načrtovanju medpredmetne povezave, ki smo jo v šolskem letu 2008/2009 izvedli prvič, smo nekoliko pomanjkljivo načrtovali evalvacijo, predvsem nismo ustrezno ovrednotili doseženih/nedoseženih ciljev pri posameznih predmetih. Znanje smo sicer preverjali in ocenjevali, kot je zapisano zgoraj, dijaki so osvojili znanje, nista pa bili narejeni nobena analiza in primerjava teh doseženih ocen. To je naloga, ki ji moramo v prihodnje nameniti več pozornosti in jo izvesti bolje. Edina evalvacija, ki smo jo naredili, je bil anketni vprašalnik med dijaki, s katerim smo poskušali ugotoviti, koliko smo uresničili pričakovane skupne rezultate, kot so: dojemanje pomena organskih molekul z različnih strokovnih vidikov, doživljanje naravoslovja kot medsebojno povezanega in s tem populariziranje naravoslovja.

Evalvacija – dijaki

Dijake smo med drugim povprašali: Kako bi skupno ocenil vse dejavnosti v naravoslovnem projektnem tednu?

Odgovori so vidni iz grafa:



Kot kratke utemeljitve svoje ocene dijaki navajajo:

- dobra organizacija in medsebojna usklajenost dejavnosti;
- pri vsaki uri je bilo zanimivo;
- dobro organizirano, zabavno, poučno;
- ker je bilo sproščeno vzdušje;
- bilo je zanimivo posvetiti se naravoslovju;
- naučili smo se veliko novega in zanimivega;
- dobra organizacija, drugačen, zanimiv pristop k navidezno dolgočasnim predmetom, saj so vsi postali kar zanimivi;
- bilo je dobro glede na to, da je bil naravoslovni projektni teden, ker drugače ne maram naravoslovnih predmetov;
- zelo dobro in na zanimiv način predstavljeno;
- projektni teden me je spominjal na pouk.

Iz zapisanih utemeljitev in ocene dejavnosti v projektnem tednu lahko razberemo, da so dijaki spoznali organske molekule z različnih strokovnih vidikov in doživeli naravoslovje kot medsebojno povezano in tokrat naravoslovje spoznali kot zanimivo področje.

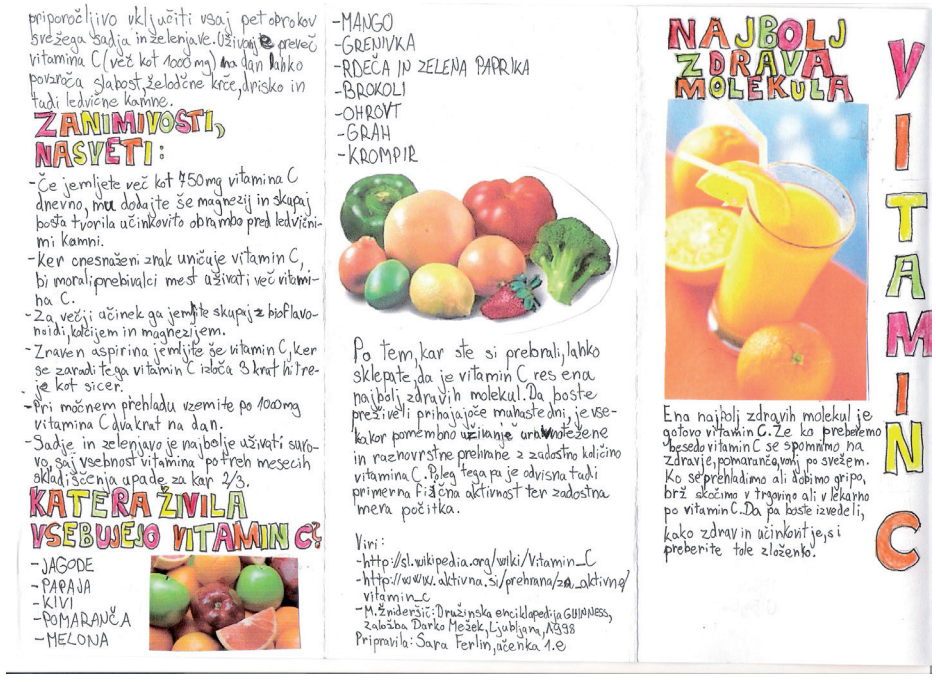
Evalvacija – profesorji

Med sodelujočimi profesorji v medpredmetni povezavi smo izvedli kratke intervjuje o projektnem tednu. Večina profesorjev je menila, da so dijaki pri njihovih predmetih dosegli zastavljene cilje, da je bil potek dela uspešen, in zaznali so tudi pozitiven odziv, motiviranost in dejavno sodelovanje pri dijakih. Vsi sodelujoči profesorji smo bili mnenja, da je bila medpredmetna povezava smiselno zastavljena in uspešno izvedena.

Strinjali pa smo se tudi, da načrtovanje takšnega tedna zahteva veliko dela in medsebojnega usklajevanja. Posebej zahtevno je načrtovanje urnika, da ob projektnem tednu potekajo še dejavnosti in pouk v drugih razredih.

Izdelki dijakov (3 nagrajene najmolekule)

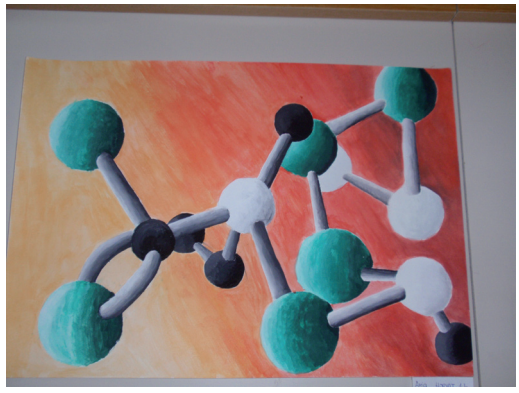
Slika 1: Najnevarnejša molekula heroin



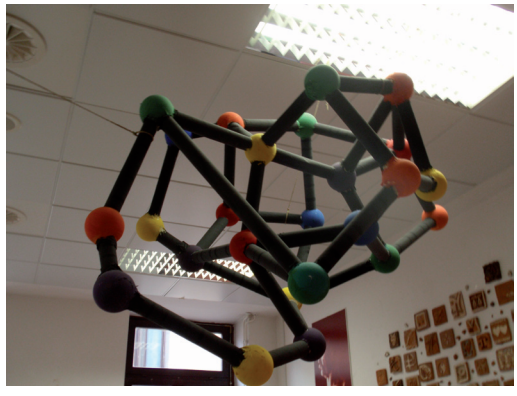
Slika 2: Najbolj zdrava molekul vitamin C

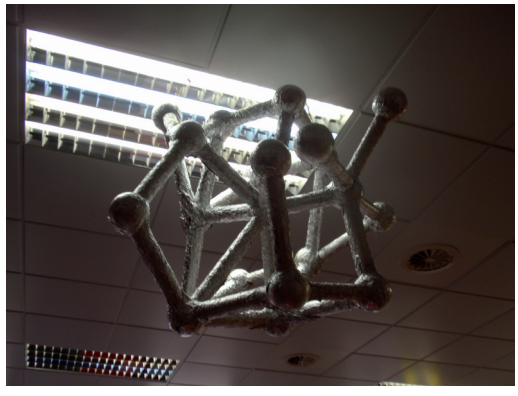
Slika 3: Najslajša molekula glukoza

Izdelki dijakov pri likovni umetnosti



Sliki 4 in 5: Risbe molekul razstavljene v šolski avli





Sliki 6 in 7: Maketi molekul v avli šole

Literatura in viri

1 *Bačnik A., Bukovec N., Poberžnik A. (et al.) (2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html (citirano 20.01. 2010).*

2 *Bukovec, N. (2009). Kemija za gimnazije 1. Ljubljana: DZS.*

3 *Domajnk, M. (ur.) et al.(2009). Medpredmetna priprava ŠRT na Gimnaziji Franca Miklošiča Ljutomer.*

4 *Smrdu, A.(2008). Kemija – Snov in spremembe 1, Ljubljana: Jutro.*

5 *Smrdu, A.(2008). Kemijo razumem, kemijo znam 1, Ljubljana: Jutro.*

Priloge

Delovni list: Sestavljanje modelov

Primera tabelskih slik na interaktivni tabli

Delovni list za sestavljanje modelov

Delovni list za risanje formul s programom ChemSketch

Opazovalni list za dijake

Delovni list za dijake za izvedbo eksperimentov

Razpis za najmolekulo

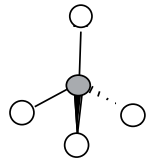
Delovni list za pouk matematike oz. informatike

Primera testnih nalog

Delovni list

Sestavljanje modelov

Namen vaje: Sestavljati modele in ponazoriti obliko molekul



Teoretične osnove:

Pri risanju si pomagate z naslednjim pravilom:

- ravna črta je v ravnini papirja,
- odebeljena črta je pred ravnino papirja,
- črtkana črta je za ravnino papirja.

Naloga:

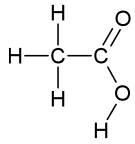
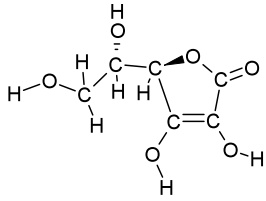
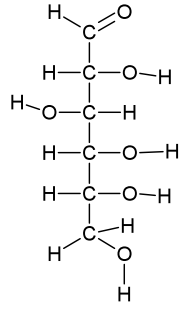
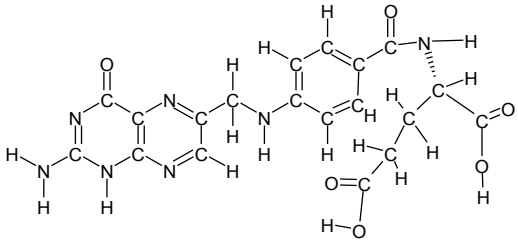
Sestavite spodnje molekule iz krogličnih modelov. Pri sestavljanju bodite pazljivi na obliko molekul (iščite prave kroglice!)

Navodilo:

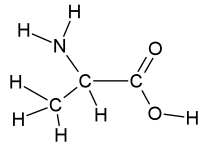
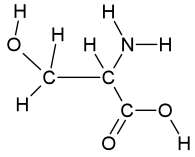
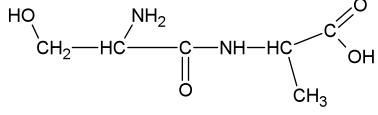
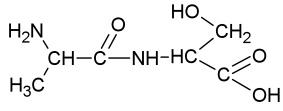
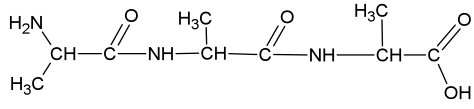
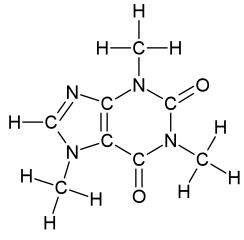
Narišite skico nastanka vezi v posamezni molekuli, razmislite o polarnosti molekule in si molekulo narišite tako, da bo iz slike vidna prostorska zgradba (oblika).

Molekule:	**Polarnost in prostorska zgradba**
CO_2	
CCl_4	
H_2O	
NH_3	
HCN	
$C_2H_4O_2$	
H_2SO_4	

Zdaj poskušaj z modeli, ki so ti na voljo, sestaviti še spodnje, nekoliko zahtevnejše molekule.

Molekule	Kakšne so razlike med narisano molekulo in sestavljenim modelom?
Ocetna kislina 	
Vitamin C 	
Glukoza 	
Folna kislina 	

Če ste že končali, sestavite še.

Molekule	Kakšne so razlike med narisano molekulo in sestavljenim modelom?
Aminokislina alanin 	
Aminokislina serin 	
Dipeptid iz aminokislin alanin in serin (serilalanin) 	
Dipeptid iz aminokislin alanin in serin (alanilserin) 	
Tripeptid iz aminokisline alanin 	
Kofein 	

3.4 Molekulske in vodikove vezi

Jožica Kovač, Gimnazija Celje – Center

Pri obravnavi vsebinskega sklopa sta v ospredju delo s podatkovnimi viri in eksperimentalno raziskovanje. Dijaki z analiziranjem podatkov o snoveh in z eksperimentalnim raziskovanjem dejavno dopolnjujejo svoje znanje o vrstah molekulskih sil, njihovi moči in o prispevku posameznih sil k skupnemu učinku molekulskih vezi na lastnosti snovi. Ob pomoči razlage, demonstracijskih prikazov snovi in pogovora povezujejo nova znanja s predznanjem ter jih urejajo v sistem.

Predvideno št. ur: 4 ure

Bistveno vprašanje: **Katere privlačne sile povezujejo med seboj molekule in kakšen je njihov vpliv na lastnosti snovi?**

Kompetence

Dijaki/dijakinje razvijajo:

- odgovoren odnos do uporabe snovi, sposobnosti in pripravljenosti zavzetega, odgovornega in utemeljenega ravnanja za zdravje in v okolju (kemijska varnost);
- eksperimentalno-raziskovalne spretnosti in veščine;
- spoznavne procese, kritično mišljenje, sposobnosti obdelave in vrednotenja podatkov;
- sporazumevanje v maternem jeziku (oblikovanje in izražanje svojih argumentov na prepričljiv način, ustrezen okoliščinam).

Cilji učnega sklopa

Dijaki/dijakinje:

- spoznajo disperzijske sile;
- preučujejo vplive na polarizabilnost molekul;
- spoznajo indukcijske sile in orientacijske sile;
- preučujejo prispevek orientacijskih sil k skupnemu učinku molekulskih vezi;
- preučujejo prevladujoče molekulske sile pri manjših in pri večjih polarnih molekulah;
- spoznajo vodikovo vez;
- eksperimentalno preučujejo vpliv molekulskih vezi in vodikove vezi na nekatere fizikalne lastnosti snovi;

- načrtno opazujejo, zapisujejo in uporabljajo opažanja/meritve kot vire podatkov;
- načrtno spoznavajo načine iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov;
- uporabljajo IKT za zbiranje in predstavljanje informacij;
- prepoznavajo in preprečujejo nevarnosti v skrbi za zdravje;
- pred eksperimentiranjem izberejo in uporabijo primerno in varno opremo;
- argumentirano sklepajo pri predstavitvi.

Pričakovani dosežki dijakov

Dijaki/dijakinje:

- znajo opredeliti vrsto medmolekulskih sil med različnimi tipi molekul;
- znajo razložiti vpliv medmolekulskih vezi na lastnosti snovi;
- znajo razložiti nastanek vodikove vezi in njen vpliv na lastnosti snovi;
- znajo na podlagi zgradbe molekul predvideti vrsto molekulskih vezi med njimi in nasprotno;
- obvladajo uporabljeno eksperimentalno tehniko;
- opažanja samostojnega eksperimentiranja in demonstracijskih prikazov argumentirano predstavijo;
- znajo uporabljati besedilne vire za pridobivanje podatkov;
- pri opisu procesov in zakonitosti uporabljajo osnovno kemijsko strokovno terminologijo;
- imajo odgovoren odnos do uporabe snovi, sposobnost in pripravljenost zavzetega, odgovornega in utemeljenega ravnanja za zdravje in v okolju.

Medpredmetne povezave

- *biologija*: Zgradba in delovanje celice
- *fizika*: Agregatna stanja snovi in prehodi med njimi
- *informatika*: Delo z računalniškim vmesnikom Vernier
- *slovenščina*: Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil

Predznanje

Pojem	**Relacija**
Zgradba atoma	Število elektronov v atomu, valenčni elektroni.
Periodni sistem elementov	Lega kovin in nekovin.
Kemijske vezi	Ionska, kovalentna, kovinska vez.
Agregatna stanja snovi	Značilnosti agregatnih stanj, tališče in vrelišče snovi.

Scenarij učnega sklopa

Čas (minute)	**Vsebinska gesla**	**Učna metoda, dejavnosti**	**Učna oblika**	**Učna sredstva**
15	Kemijske vezi, agregatna stanja snovi	vodeni razgovor, demonstracija vzorcev snovi, delo z besedilom	frontalna, delo v skupinah	Učni list 1, tabelna slika, elektronske prosojnice, vzorci snovi: NaCl, Cu, SiO_2, I_2, H_2O, O_2
75	Disperzijske sile, polarizabilnost, indukcijske sile orientacijske sile, prispevek orientacijskih sil k molekulskim vezem, vodikova vez, vpliv vodikove vezi na nekatere lastnosti snovi	vodeni razgovor, delo s podatkovnimi tabelami, analiza in sinteza podatkov, iskanje zakonitosti, delo z modelom, pisni izdelki	frontalna, delo v skupinah	učni listi 2, 3, 4, tabelna slika, elektronske prosojnice, model ledu
45	Molekulske vezi	delo z besedilom	frontalna, delo v skupinah	Učni list 5, elektronske prosojnice
45	Vpliv vrste vezi med molekulami na izparevanje nekaterih tekočin	eksperimentalno delo	delo v parih	navodila za delo, vzorci tekočin, računalnik, računalniški vmesnik, temperaturna sonda

Potek učnega procesa

Predvideni čas (minute)	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
15	**Predstavi učni sklop in način dela.** Dijake razdeli v štiričlanske skupine. Učne liste bodo izpolnjevali v parih, v skupini bodo oblikovali odgovore in poročali. **Spomni na različne načine povezovanja gradnikov snovi.** Pozove dijake k dopolnjevanju podatkov v shemi na Učnem listu 1. Sprašuje o manjkajočih podatkih na Učnem listu 1 in o primerih snovi za posamezni način povezovanja delcev.	Prisluhnejo navodilom učitelja. Naključno oblikujejo pare in skupine. Izberejo dijaka, ki bo poročal o delu skupine. V parih dopolnijo shemo na Učnem listu 1. V skupini preverijo odgovore parov in poročajo/odgovarjajo na vprašanja. Opazujejo vzorce snovi in so pozorni na njihova agregatna stanja. Svoja opažanja uporabijo kot vire podatkov.	Ponovijo in sistematizirajo predznanje iz OŠ in nadgradnjo v SŠ.
75	Opozori na različna agregatna stanja snovi, ki so zgrajene iz molekul, v sobnih razmerah. **Napove cilje učnega sklopa:** Spoznali bomo privlačne sile med molekulami in njihov vpliv na nekatere lastnosti snovi.	Prisluhnejo učitelju in odgovarjajo na vprašanja.	
	Razloži nastanek disperzijskih sil. Definira pojem: polarizabilnost in navede dejavnike, ki vplivajo nanjo.	Prisluhnejo učitelju, pišejo zapiske, narišejo skico povezovanja molekul. Izpolnijo prvo stran Učnega lista 2. Opredelijo vpliv števila elektronov v molekuli na njeno polarizabilnost.	Analizirajo podatke v tabeli. Izračunajo število elektronov v molekulah in prepoznajo njihov vpliv na polarizabilnost molekul.
	Razloži nastanek indukcijskih sil.	Izpolnijo drugo stran Učnega lista 2. Opredelijo vpliv oblike molekule na njeno polarizabilnost. Prisluhnejo učitelju, pišejo zapiske, narišejo skico povezovanja molekul.	Na podlagi podatkov v tabeli in oblike molekul opredelijo vpliv oblike molekule na njeno polarizabilnost. Razumevanje dokažejo s svojim primerom.

Predvideni čas (minute)	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
75	**Razloži nastanek orientacijskih sil**	Izpolnijo prvo stran Učnega lista 3. Poročajo o svojih ugotovitvah. Prisluhnejo učitelju, pišejo zapiske, narišejo skico povezovanja molekul. Izpolnijo drugo stran Učnega lista 3. Opredelijo prispevek disperzijskih in orientacijskih sil k molekulskim silam med polarnimi molekulami. Poročajo o svojih ugotovitvah. Izpolnijo prvo stran Učnega lista 4. Poročajo o svojih ugotovitvah. Izpolnijo drugo stran Učnega lista 4. Poročajo o svojih ugotovitvah.	Analizirajo podatke v tabeli in odgovorijo na vprašanja. Sklepajo o lastnosti molekul, ki je vzrok višjemu vrelišču snovi. Analizirajo podatke v tabeli. Primerjajo prispevek disperzijskih in orientacijskih sil k molekulskim silam med polarnimi molekulami. Analizirajo podatke v tabeli. Primerjajo prispevek disperzijskih in orientacijskih sil k molekulskim silam med molekulami amoniaka in vode. Prepoznajo odstopanje od predhodnih ugotovitev. Analizirajo podatke v diagramu. Prepoznajo anomalno vrednost vrelišč HF, NH_3 in H_2O. Predvidevajo povezovanje molekul teh snovi z močnejšimi, še ne obravnavanimi privlačnimi silami.
	Razloži nastanek vodikove vezi. Pojasni njen vpliv na lastnosti vode, amoniaka in vodikovega fluorida. Prikaže model ledu in opozori na njegove strukturne značilnosti. Na modelu ledu pojasni proces tajanja ledu in spreminjanje gostote vode.	Prisluhnejo učitelju, pišejo zapiske, narišejo skico povezovanja molekul. Opazujejo model ledu in povežejo njegove strukturne značilnosti z gostoto ledu.	Opišejo pomen anomalnega spreminjanja gostote vode za življenje v vodah pozimi.
45	**Pozove dijake, da rešijo naloge na Učnem listu 5.**	Dijaki v parih rešijo naloge, razpravljajo v skupini in poročajo.	Utrjevanje teoretičnih vsebin.

Predvideni čas (minute)	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV	Opombe
45	Opozori na nevarne lastnosti pri vaji uporabljenih kemikalij. Opozori na varnost pri delu. Opozori na odlaganje odpadnih lističev filtrirnega papirja. Razdeli parom navodila za samostojno izvajanje eksperimentov. Usmerja dijake pri analizi dobljenih rezultatov in jih navaja na argumentirano predstavitev. Vodi poročanje skupin o rezultatih eksperimentalnega dela. Po poročanju skupin naredi povzetek ugotovitev.	Zaščitijo se z zaščitno opremo. Dijaka v paru si razdelita delo in po navodilih izvajata eksperimente. Zbirata podatke, jih ovrednotita in pripravita z argumenti podprto predstavitev rezultatov. Predstavijo rezultate eksperimentalnega dela. Spremljajo razlago učitelja in odgovarjajo na vprašanja.	

Dejavnosti/naloge za vrednotenje dosežkov (preverjanje in ocenjevanje znanja)

Znanje smo preverjali skozi vse stopnje učnega procesa. Končno preverjanje in ocenjevanje znanja sem povezala s celotnim vsebinskim sklopom Povezovanje gradnikov. Nekaj nalog za preverjanje znanja je zbranih na učnem listu 5.

Evalvacija učnega sklopa

Prednosti:

- Delo v skupinah dijake pritegne in jim omogoča medsebojno preverjanje in pomoč.
- Učitelj hitro prepozna vrzeli v predznanju ali razumevanju snovi in jih s ponovno ali dodatno razlago odpravi. Razumevanje snovi je boljše in znanje trajnejše.
- Z razumevanjem nastanka privlačnih sil med molekulami in poznavanjem njihovih deležev v molekulskih vezeh posameznih snovi so dijaki uspešnejši pri uporabi novega znanja in njegovem prenosu v nove situacije.

Slabosti:

- Obravnava vsebin z dejavno vlogo dijakov zahteva več časa kot frontalna razlaga vsebine.

Literatura

1 *Bačnik, A., Bukovec, N., Poberžnik, A. (et al.) (2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html, (citirano 20. 01. 2010).*

2 *Bukovec, N. (2009). Kemija za gimnazije 1. Ljubljana: DZS.*

3 *Bukovec, N., Dolenc, D., Šket, B. (2002). Kemija za gimnazije 2. Ljubljana: DZS.*

4 *Innovative Teaching Laboratory. University of Florida [online]. Dostopno na naslovu: http://itl.chem.ufl.edu (citirano 15. 01. 2010).*

5 *Kemija (1999). Druga maturitetna pola. Ljubljana: Državni izpitni center.*

6 *Lazarini, F., Brenčič, J.(1984). Splošna in anorganska kemija. Ljubljana: DZS.*

7 *Petrucci, R. (et al.) (2007). Principles & Modern applications, Pearson Education. London: General Chemistry.*

8 *Smrdu, A. (2007). Kemija – Snov in spremembe 2. Ljubljana: Jutro.*

9 *Vernier - Evaporation and Intermolecular Attractions. Texas Instruments [online]. Dostopno na naslovu: http://education.ti.com/educationportal/activityexchange/Activity.do?cid=US&aId=3778 (citirano 15. 01. 2010).*

10 *Vrtačnik, M. (2008). Nekaj predlogov k obravnavi pojma kemijska vez. Seminarsko gradivo Strokovnega srečanja učiteljev kemije v gimnazijah. Zreče: Zavod RS za šolstvo.*

Priloge

Učni list: Vodikova vez

Učni list 1: Povezovanje gradnikov snovi pri sobni temperaturi

Učni list 2: Vplivi na polarizabilnost molekul

Učni list 3: Orientacijske sile

Učni list 4: Vodikova vez

Učni list 5: Preverjanje znanja

Učni list 6: Eksperimentalno raziskovanje izparevanja tekočin

Rešitve z razlago nalog na učnih listih

Učni list

Vodikova vez (delo v skupinah)

1. MOLEKULSKE SILE MED MOLEKULAMI AMONIAKA IN MOLEKULAMI VODE

V ***tabeli 5*** so navedeni nekateri podatki o molekulah amoniaka in molekulah vode.

Tabela 5: Število elektronov, molska masa, vrelišče določene spojine, dipolni moment, delež disperzijskih in orientacijskih sil in temperatura vrelišča amoniaka in vode

Snov	**Št. e^-**	**M ($g\ mol^{-1}$)**	**Dipolni moment (D)**	**Disperzijske sile (%)**	**Orientacijske sile (%)**	**T_v (°C)**
NH_3	10	17	1,50	49,3	50,7	-33,4
H_2O	10	18	1,84	17,5	82,5	100

Podčrtaj pravilni razmerji v spodnjih trditvah. Pomagaj si s primerjavo podatkov v ***tabeli 4*** in ***tabeli 5***.

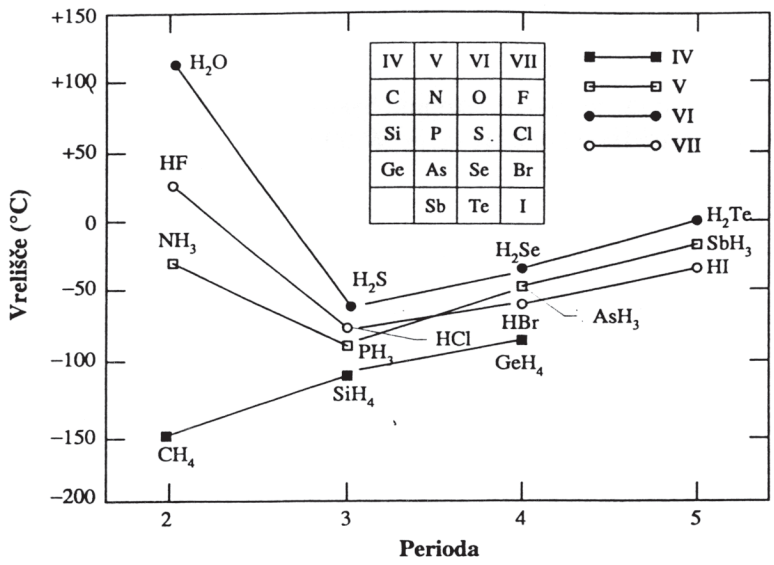
a) Molekule amoniaka in molekule vode so MANJŠE ENAKO VELIKE VEČJE od molekul vodikovega klorida, vodikovega bromida in vodikovega jodida.

b) Molekule amoniaka in molekule vode so MANJ ENAKO BOLJ **polarne** od molekul vodikovega klorida, vodikovega bromida in vodikovega jodida.

c) Primerjaj podatke o **prispevkih disperzijskih sil** in **orientacijskih sil** k molekulskim vezem med njunimi molekulami. Katere sile prispevajo največji delež?

2. VRELIŠČA HIDRIDOV ELEMENTOV 14., 15., 16. in 17. SKUPINE PSE

Slika 1 prikazuje vrelišča spojin vodika z elementi 14., 15., 16. in 17. skupine periodnega sistema.



Slika 1: Vrelišča hidridov elementov 14., 15., 16. in 17. skupine PSE

Vrelišča večine spojin naraščajo z naraščajočim številom elektronov v molekulah oziroma z naraščajočimi molskimi masami. Izjema so tri spojine, katerih vrelišča so višja ali približno enaka vreliščem preostalih hidridov njihove skupine, in ne nižja, kot bi pričakovali glede na njihovo molsko maso.

a) Primerjaj vrelišča hidridov 17. skupine ***(slika1, tabela 4)***. V kateri spojini so vezi med molekulami najmočnejše?

b) Oglej si še krivulje vrelišč hidridov elementov preostalih skupin in izpiši vrelišča metana, amoniaka, vode in vodikovega fluorida. Kaj opaziš?

c) Ali lahko nenavadno visoka vrelišča amoniaka, vode in vodikovega fluorida pripišeš molekulskim vezem?

3.5 Enačba kemijske reakcije – simbolni zapis in kvantitativni pomen – I

Alenka Mozer in Marta Lukanec, Gimnazija Vič

Dijaki/dijakinje eksperimentalno raziskujejo in povežejo opažanja z zapisi v simbolni obliki ter s prikazi na ravni delcev. Na podlagi samostojnega/skupinskega prikaza izbranih primerov kemijskih reakcij:

- *opazujejo in razlikujejo med lastnostmi reaktantov in produktov;*
- *kemijsko reakcijo prepoznajo kot snovno in energijsko spremembo;*
- *jo zapišejo s kemijskim simbolnim jezikom – enačbo kemijske reakcije;*
- *ugotovijo in označijo agregatna stanja reaktantov in produktov;*
- *prepoznavajo enačbo kemijske reakcije v submikroskopskih prikazih;*
- *ter na podlagi urejene kemijske enačbe:*
  - *razumejo in znajo izračunati množinska razmerja reaktantov in produktov,*
  - *razumejo izračune mas reaktantov in produktov,*
  - *znajo uporabiti molsko prostornino plina pri izračunih.*

Predvideno število ur: 6 ur

Ključni vprašanji: **Kako zaznavamo in simbolno zapišemo snovno spremembo – kemijsko reakcijo?**

Kaj pomeni urejena enačba kemijske reakcije v svetu delcev in kaj lahko razberemo iz nje?

Kompetence

- sporazumevanje v maternem jeziku (oblikovanje in izražanje svojih ustnih in pisnih argumentov na prepričljiv način, ustrezen okoliščinam);
- naravoslovna pismenost in s tem zavedanje o soodvisnosti družbenih, socialno-ekonomskih in naravoslovno-tehniških procesov:
  - razumevanje osnovnih kemijskih pojmov in zakonitosti v soodvisnosti zgradbe, lastnosti in uporabe snovi;
  - razumevanje naravnih procesov in načinov kemijskega preučevanja narave;
  - spoznavni procesi (kompleksno mišljenje), kritično mišljenje in ustvarjalnost;
  - prostorske predstave oziroma osnove kemijske vizualne pismenosti z uporabo različnih vizualizacijskih sredstev;

  - eksperimentalno-raziskovalne spretnosti in veščine;
  - razvijajo kompleksno mišljenje z reševanjem enostavnih realnih (avtentičnih) problemov, povezanih s snovnimi spremembami pri kemijskih reakcijah;
- odgovoren odnos do uporabe snovi, sposobnosti in pripravljenosti zavzetega, odgovornega in utemeljenega ravnanja za zdravje in v okolju (kemijska varnost);
- učenje učenja (načrtovanje lastnih dejavnosti, odgovornost za lastno znanje, samostojno učenje, razvijanje metakognitivnih znanj, delovne navade);
- socialne in državljanske kompetence (konstruktivno sporazumevanje pri sodelovanju v skupini, odgovoren odnos do dogovorjenih nalog in obveznosti);
- samoiniciativnost in podjetnost (ustvarjalnost, dajanje pobud, načrtovanje, organiziranje, vodenje, ocena tveganja, sprejemanje odločitev).

Cilji učnega sklopa

Dijaki/dijakinje:

- pri znanih reaktantih in produktih zapišejo urejeno kemijsko enačbo;
- iz urejene kemijske enačbe razberejo množinska razmerja in izračunajo mase reaktantov in produktov;
- razumejo pojem molska prostornina plina in ga znajo uporabiti pri izračunih na osnovi urejene kemijske enačbe;
- poznajo pomen simbolov za agregatna stanja snovi;
- razberejo enačbo kemijske reakcije v submikroskopskih prikazih;
- samostojno prikažejo enačbo kemijske reakcije v submikroskopskih prikazih;
- razvijajo zmožnost razumevanja in uporabe simbolnih zapisov;
- razvijajo eksperimentalni pristop oziroma laboratorijske spretnosti pri preučevanju kemijskih reakcij;
- razvijajo odgovoren odnos do varnega eksperimentalnega dela in skrb za kemijsko varnost.

Pričakovani dosežki dijakov

Dijaki/dijakinje:

- zaznavajo in razlikujejo med lastnostmi reaktantov in produktov;
- kemijsko reakcijo prepoznajo kot snovno in energijsko spremembo ter jo zapišejo z enačbo kemijske reakcije, ugotovijo in označijo agregatna stanja reaktantov in produktov;

- znajo uporabljati oznake in enote, vezane na maso, množino snovi in prostornino plinov;
- razberejo enačbo kemijske reakcije na submikroskopski ravni oziroma jo *samostojno predstavijo*;
- na podlagi urejene kemijske enačbe razumejo množinska razmerja reaktantov in produktov;
- znajo izračunati:
  - ustrezne množine reaktantov in produktov,
  - potrebne mase reaktantov oziroma pričakovane množine/mase produktov,
  - prostornine plinov (s pomočjo podatkov o molski prostornini plina pri določenem P, T);
- obvladajo laboratorijske spretnosti pri izvajanju izbranih kemijskih reakcijah;
- organizirajo delo v skupini;
- obdelajo podatke, oblikujejo sklepe in pripravijo predstavitev za sošolce (pri tem prepoznavajo zakonitosti, oblikujejo posplošitve in svoje sklepe argumentirajo);
- imajo odgovoren odnos do varnega eksperimentalnega dela in skrb za kemijsko varnost;
- uporabijo znanje o količinskih odnosih pri kemijskih reakcijah za reševanje enostavnih realnih (avtentičnih) problemov.

Medpredmetne in kurikularne povezave

- *matematika:* algebrski izrazi (računske operacije z izrazi, računanje z ulomki in razmerji, enačbe);
- *informatika:* simulacije kemijskih reakcij na submikroskopski ravni, programska oprema, računalniško omrežje (svetovni splet), obdelava podatkov, predstavitev informacij;
- *fizika:* zgradba snovi – agregatna stanja, fizikalne lastnosti snovi (submikroskopski prikazi snovi v plinastem, tekočem in trdnem agregatnem stanju), lastnosti plinov;
- *biologija, geografija:* primeri kemijskih sprememb iz narave, agregatna stanja snovi.

Predznanje

Pojem	Relacija
Delci/gradniki snovi, povezovanje delcev	Znajo zapisati formule enostavnih spojin, sklepajo na fizikalne lastnosti snovi.
Množina snovi	Poznajo matematične zveze med maso, množino snovi in številom delcev, znajo uporabljati oznake in enote, vezane na maso, množino snovi in število delcev.
Enačbe, ulomki	Obvladajo preproste računske operacije.
Tehnike eksperimentalnega dela	Tehtanje, segrevanje, merjenje temperature, merjenje prostornine.

Scenarij učnega sklopa

Čas (ur)	Vsebinska gesla	Učna metoda, dejavnosti	Učna oblika	Učna sredstva
0,5	**Kemijska reakcija – snovna sprememba** • *prepoznavanje karbonatnih kamnin* – reakcija s HCl; reakcija Zn s HCl; pokalni plin; sežig Mg; reakcija Na z vodo; razpad vodikovega peroksida s katalizatorjem ... • *zaznavanje in razlikovanje med lastnostmi reaktantov in produktov*	demonstracijski eksperimenti učitelja in/ali posameznih motiviranih dijakov, vodeni razgovor	frontalna, samostojno delo dijakov	kamen iz apnenca, Zn, 1 M HCl, Na, fenolftalein, Mg, 10% H_2O_2 ..., laboratorijski inventar, opazovalni/ delovni list
0,5	**Kemijska enačba kot simbolni zapis reakcije** • *zapis, agregatna stanja snovi,* • *urejanje enačbe,* • *submikroskopski prikaz – animacija nastanka vode iz elementov,* • *ugotavljanje množinskih razmerij na podlagi urejenih enačb (razmerje in ulomek)*	vodeni razgovor, razlaga	frontalna, delo v parih	računalnik, projektor, opazovalni/ delovni list

2	**Enačba kemijske reakcije - kvantitativni pomen** • *zapis enačbe,* • *submikroskopski prikazi,* • *računanje množin reaktantov in produktov na podlagi množinskih razmerij iz urejenih enačb,* • *računanje mas reaktantov in produktov,* • *razumevanje pojma molska prostornina plina V_m pri določeni temperaturi in tlaku, računanje prostornin plinov*	skupinsko eksperimentalno delo dijakov, vodeni razgovor, sodelovalno učenje	demonstracijski eksperimenti dijakov, heterogeno skupinsko delo v skupinah po štiri dijake, samostojno delo dijakov	predstavitve skupin, opazovalni/ delovni listi, računalnik, projektor
3	**Uporaba znanja o količinskih odnosih pri kemijskih reakcijah za reševanje enostavnih realnih primerov** (demonstracijski poskusi, video, animacije, splet ...)	demonstracijski eksperimenti učitelja in/ali posameznih motiviranih dijakov, vodeni razgovor	frontalna, samostojno delo dijakov, delo v dvojicah	delovni listi, računalnik, projektor

Potek učnega procesa

ČAS		DEJAVNOSTI UČITELJA	DEJAVNOSTI DIJAKOV
1 ura	**Motivacija, ponavljanje, usvajanje – 1 ura**		
5 min. 15 min.	Motivacija, uvodni demonstracijski eksperiment (karbonatne kamnine), demonstracijski eksperimenti;	Razdeli **delovni/opazovalni list**, dijake spodbuja k proučevanju vprašanj na opazovalnem listu in jih usmerja k natančnemu opazovanju. Izpelje demonstracijske eksperimente. Razgovor usmerja k vprašanju: »**Kako zaznavamo in simbolno zapišemo snovno spremembo – kemijsko reakcijo?**«	Natančno preberejo delovni/opazovalni list, opazujejo in oblikujejo odgovore na vprašanja.
5 min. 20 min.	oblikovanje parov, prikaz video posnetkov, animacij na submikroskopski ravni.	Razdeli dijake v pare, vodi razgovor o ugotovitvah v parih, usmerja k vprašanjema: »**Kaj pomeni urejena enačba kemijske reakcije v submikroskopskem prikazu? Kaj lahko razberemo iz nje?**«	Dijaki se razdelijo v pare, diskutirajo in oblikujejo odgovore na vprašanja na delovnem/ opazovalnem listu.
2 uri (blok)	**Laboratorijska vaja – delitev oddelka v dve skupini po 16 dijakov; didaktično priporočilo: konstruktivistični pristop**		
35 min. 10 min. 40 min.	heterogeno skupinsko eksperimentalno delo, priprava na predstavitev, predstavitev dela skupine	Razdeli skupinam **navodila** za samostojno izvajanje eksperimentov. Razdeli **zbirne liste.** Preverja priprave dijakov na predstavitev in jih usmerja. Organizira in vodi predstavitev dela v skupinah. Usmerja dijake k oblikovanju sklepnih ugotovitev ter odgovora na bistveni vprašanji »**Kaj pomeni urejena enačba kemijske reakcije v submikroskopskem prikazu? Kaj lahko razberemo iz nje?**«	V skupini si razdelijo delo in po navodilih izvajajo eksperimente. Sledi diskusija znotraj skupine, priprava na predstavitev. V posameznih skupinah kritično pregledajo svoje predstavitve in jih po potrebi še izboljšajo. Pripravijo vse potrebno za demonstracijo izbrane reakcije. Posamezna skupina izvede svoj demonstracijski eksperiment, zapiše urejeno enačbo kemijske reakcije ter poda razlago o pomenu le-te; vodi in usmerja sošolce pri računskem delu (zbirni listi).

ČAS		DEJAVNOSTI UČITELJA	DEJAVNOSTI DIJAKOV
5 min.		Dijake usmeri v samorefleksijo (kaj so naredili dobro, kaj lahko izboljšajo, kako so sami sodelovali v skupini, kako so sodelovali preostali člani skupine ... Da domačo nalogo.	Drugi dijaki sledijo predstavitvam in izpolnijo svoje **zbirne liste.** Domača naloga: • dijaki individualno razmišljajo o svojem delu in sodelovanju v skupini ter razmišljanja kratko zapišejo; • reševanje nalog iz delovnega zvezka Kemijo razumem, kemijo znam 1.
3 ure	**Utrjevanje in preverjanje znanja**		
10 min.	refleksija	Vodi refleksijo celotnega dela razreda.	V skupini predstavijo svoje refleksije; skupine kratko poročajo.
10 min. 10 min. 25 min.	utrjevanje in preverjanje znanja	Preveri domačo nalogo. Dijakom pokaže spletno stran z interaktivnimi učnimi gradivi E-um, poglavje Množina snovi pri kemijski reakciji. Vodi dijake ob samostojnem reševanju nalog.	Samostojno in pred tablo rešujejo naloge za preverjanje znanja.
2 x 45 min.		Vodi dijake ob samostojnem reševanju nalog oz. delu v parih; ugotavlja in analizira dijakove napake (razumevanje učne snovi, matematične napake, nedosleden zapis, zapis enot ...) in dijaku obrazloži svoje ugotovitve.	Samostojno delo, delo v parih.

Dejavnosti/naloge za preverjanje in ocenjevanje znanja

- pisne naloge za preverjanje,
- pisno ocenjevanje znanja.

Evalvacija učnega sklopa

Dijaki so z navdušenjem izvajali poskuse in jih predstavili sošolcem.

Načrtovanih šest ur za ta sklop je zadoščalo v naravoslovnem oddelku (motivirani dijaki), v drugih oddelkih pa je bilo premalo. Že pri nalogah za preverjanje in utrjevanje znanja smo porabili dve dodatni uri za analizo nalog in dodatno razlago.

Nekateri dijaki ne znajo urejati niti kemijskih enačb. Mnogi imajo zelo slabo predznanje matematike in ne znajo iz matematičnih izrazov izračunati zahtevane količine. Posamezni (bistri) dijaki pa sploh ne zapisujejo vmesnih računov, neurejeno zapišejo le rezultat, ki je pogosto kljub pravilnemu razmišljanju napačen.

Kljub vsemu so bili rezultati pri pisnem ocenjevanju znanja v vseh oddelkih dobri, saj so dijaki to zahtevno in zanje precej abstraktno učno snov usvojili na dejavnejši način.

Literatura

1 *Bačnik A., Bukovec N., Poberžnik A. (et al.) (2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html (citirano 20. 01. 2010).*

2 *Bukovec, N. (2009). Kemija za gimnazije 1. Ljubljana: DZS.*

3 *Smrdu, A. (2008). Kemijo razumem, kemijo znam 1. Ljubljana: Jutro.*

4 *E-um (interaktivna učna gradiva). Dostopno na naslovu: http://www.e-um.si/index.php, (citirano 14. 01. 2010).*

Priloge

Delovni list: Kvantitativni pomen enačbe kemijske reakcije (delo v skupinah)

Zbrani delovni listi z navodili za delo v posameznih skupinah

Zbirni list za zapis rezultatov in ugotovitev vseh skupin

Delovni list

Kvantitativni pomen enačbe kemijske reakcije (delo v skupinah)

Elektroliza vode – razpad vode na oba elementa

Elektroliza je kemijska reakcija, ki poteka pod vplivom enosmernega toka. Ker je voda slabo prevodna, ji prevodnost povečamo z dodatkom snovi, ki tok dobro prevajajo. Pri našem poskusu smo v Hoffmanovo aparaturo nalili vodno raztopino kalijevega nitrata KNO_3.

Navodila za delo

Hoffmanovo aparaturo priključite na vir enosmernega toka in opazujte, kaj se dogaja. Pazite, da sta ventila na obeh cevkah dobro zaprta.

Opazujte, kaj se dogaja. Opišite podobo reaktanta in produktov.

Varnost: halja.

Slika 1: Hoffmanov aparat za elektrolizo vode

A. Kemijska reakcija in enačba:

1. Pri elektrolizi voda razpada v kisik in vodik. Zapišite urejeno enačbo te kemijske reakcije na zbirni list. Označite agregatna stanja reaktanta in produktov.

2. Določite polarnost elektrod (pozitivna + ali negativna -), kjer nastajata plina:
   vodik nastaja na _____ elektrodi,
   kisik nastaja na _____ elektrodi.

3. Ugotovite, koliko obeh plinov je nastalo v cevkah (odčitka obeh prostornin).

4. Primerjate razmerje prostornin kisika in vodika z razmerjem množin kisika in vodika v urejeni enačbi kemijske reakcije. (pomoč: Pri določitvi razmerja prostornin razmislite o eksperimentalnih napakah).
   Zapišite svojo ugotovitev še z besedami.

5. Za bistre glave: Kako bi lahko dokazali nastala plina, vodik in kisik?

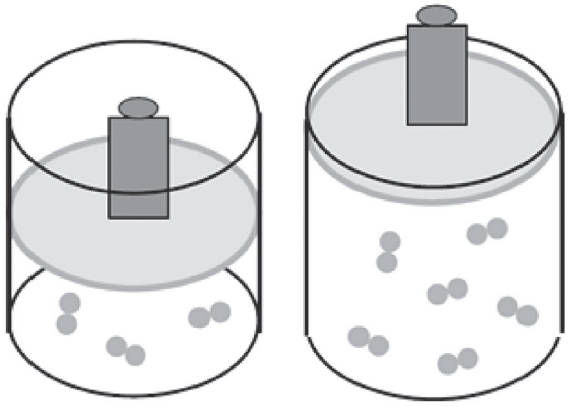
Molska prostornina plina V_m

Kaj je molska prostornina plina? To je prostornina 1 mol (katerega koli) plina.

Miselni poskus:

V posodah sta plina kisik in vodik pri enakih pogojih P = 100 kPa, T = 20 °C.

V 1 mol katerega koli plina je vedno enako število molekul/atomov plina ($6{,}02 \times 10^{23}$).



Shema 1: Submikroskopski prikaz miselnega poskusa

0,500 mol O_2	**1,00 mol H_2**
$3{,}01 \times 10^{23}$ molekul O_2	$6{,}02 \times 10^{23}$ molekul H_2
$V(O_2)$ = 12,2 L	**$V(H_2)$ = 24,4 L**
$m(O_2)$ = 16,0 g	$m(H_2)$ = 2,0 g
$Vm(O_2) = Vm(H_2)$ = 24,4 L/mol	pri P = 100 kPa in T = 20 °C

Pri temperaturi 100 °C in tlaku 101,3 kPa je molska prostornina plina 30,6 L/mol.

Pri temperaturi 0 °C in tlaku 101, 3 kPa je molska prostornina plina 22,4 L/mol.

Pri temperaturi 22 °C in tlaku 100 kPa je molska prostornina plina 24,5 L/mol.

n (plina) = V (plina)/Vm *pri določeni temperaturi in tlaku*

B. Iz podatkov o prostorninah kisika in vodika, ki sta nastala pri elektrolizi vode, izračunajte množini nastalega kisika in vodika. Za izračun uporabite podatek, da je pri 22 °C in 100 kPa molska prostornina plina 24,5 L/mol.

Račun:

$n(O_2)$ = _____ **$n(H_2)$ =** _____

C. Kolikšna množina vode je zreagirala? (pomoč: iz urejene enačbe kemijske reakcije ugotovite razmerje med množinama vode in kisika)

$n(H_2O) : n(O_2) =$ _____ : _____

$n(H_2O) =$ _____

D. Izračunajte, koliko gramov vode je zreagiralo, in natehtajte to maso vode v primerno čašo.

Račun:

$m(H_2O) =$ _____

3.6 Enačba kemijske reakcije simbolni zapis in kvantitativni pomen – II

Sanja Cvar, II. gimnazija Maribor

V tem sklopu dijaki svoja opažanja eksperimentalnega dela (makroraven) povezujejo s prikazi na ravni delcev (submikoroskopski prikazi) in končno prevedejo v zapis na simbolni ravni. Ob tem spoznajo kvalitativen in kvantitativen pomen simbolnega zapisa enačbe kemijske reakcije. V učnem sklopu je v ospredju dejavno delo dijakov, ne samo pri eksperimentalnem delu, temveč tudi na vseh stopnjah učnega procesa.

Predvideno število ur: 10 ur

Bistveno vprašanje: **Kaj lahko razberemo iz urejene enačbe kemijske reakcije?**

Cilji učnega sklopa

Dijaki/dijakinje:

- pri znanih reaktantih in produktih zapišejo urejeno kemijsko enačbo;
- iz urejene kemijske enačbe razberejo množinska razmerja in izračunajo mase reaktantov in produktov;
- poznajo pomen simbolov za agregatna stanja snovi;
- razberejo enačbo kemijske reakcije v submikroskopskih prikazih;
- samostojno prikažejo enačbo kemijske reakcije v submikroskopskih prikazih;
- razvijajo zmožnost razumevanja in uporabe simbolnih zapisov;
- razvijajo eksperimentalni pristop oziroma laboratorijske spretnosti pri preučevanju kemijskih reakcij;
- razvijajo odgovoren odnos do varnega eksperimentalnega dela in skrb za kemijsko varnost.

Pričakovani dosežki dijakov

Dijaki/dijakinje:

- znajo uporabljati oznake in enote, vezane na maso in množino snovi;
- iz enačbe kemijske reakcije znajo razbrati množinska razmerja in agregatna stanja snovi;
- na podlagi kemijske enačbe znajo pri eksperimentalnem delu samostojno izračunati potrebne količine reaktantov oziroma pričakovane količine produktov;

- svoje znanje o količinskih odnosih znajo uporabiti za reševanje enostavnih realnih problemov.

Medpredmetne in kurikularne povezave:

- *matematika:* algebrski izrazi (računske operacije z izrazi, računanje z ulomki, enačbe in neenačbe),
- *informatika:* programska oprema, računalniško omrežje (svetovni splet), obdelava podatkov, predstavitev informacij,
- *fizika:* zgradba snovi in temperatura (mikroskopska slika snovi v plinastem, tekočem in agregatnem stanju).

Predznanje

Pojem	**Relacija**
Zgradba atomov	Znajo zapisati formule enostavnih spojin.
Kemijske vezi	Sklepajo na fizikalne lastnosti snovi.
Množina snovi	Poznajo zveze med maso, množino snovi in številom delcev.
Enačbe, ulomki	Obvladajo preproste računske operacije.

Scenarij učnega sklopa

Čas	**Vsebinska gesla**	**Učna metoda, dejavnosti**	**Učna oblika**	**Učna sredstva**
1 ura	Lastnosti reaktantov in produktov	demonstracijski eksperiment, vodeni razgovor	frontalna	potrebne kemikalije in inventar: reakcija natrija z vodo, sežig magnezija
	Zapis kemijske reakcije (zapis v besedi in simbolni zapis z agregatnimi stanji)	vodeni razgovor, razlaga	frontalna, samostojno delo dijakov	delovni zvezek A. Smrdu: »Kemijo razumem, kemijo znam 1«, v nadaljevanju delovni zvezek
1 ura	Submikroskopski prikaz enačbe kemijske reakcije in množinska razmerja	vodeni razgovor, razlaga	frontalna, samostojno delo dijakov	Na + Cl_2, gorenje lesa, računalnik, projektor, (interaktivna tabla ali zaslon na dotik), splet: *http://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm#*, naloge na ravni delcev (delovni list 4)

Čas	Vsebinska gesla	Učna metoda, dejavnosti	Učna oblika	Učna sredstva
2 uri	Kvalitativni in kvantitativni pomen kemijske reakcije	vodeni razgovor, razlaga	frontalna, samostojno delo dijakov	E-um, delovni zvezek
2 uri	Kvalitativni in kvantitativni pomen kemijskih reakcij za reševanje realnih življenjskih situacij	demonstracijski eksperiment, vodeni razgovor	samostojno delo dijakov, delo v dvojicah, frontalna	delovni zvezek
1 ura	Praktično izvajanje kemijskih reakcij, varnost pri delu z nevarnimi snovmi	eksperimentalno delo dijakov, vodeni razgovor	delo v dvojicah	delovni list, reakcija magnezija s klorovodikovo kislino
(1 ura)	Praktično izvajanje kemijskih reakcij, varnost pri delu z nevarnimi snovmi. Uporaba rezultatov eksperimentalnih rezultatov za reševanje problemskih nalog	eksperimentalno delo dijakov, vodeni razgovor	delo v dvojicah	delovni list, poskus: razgradnja vodikovega peroksida
3 ure	Uporaba pridobljenega znanja za reševanje nalog, ki zahtevajo problemski pristop	vodeni razgovor	samostojno delo dijakov, frontalna	delovni zvezek

Potek učnega procesa

Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV
15 min.	Izpelje demonstracijske eksperimente (reakcija natrija z vodo, sežig magnezija), dijake usmerja k natančnemu opazovanju. Vodi razgovor o ugotovitvah, ki so nastale pri kemijskih reakcijah.	Opazujejo eksperimente. Opišejo, kaj so videli, ustno in pisno. Sodelujejo v diskusiji.
25 min.	Usmerja dijake, da zapišejo enačbe kemijskih reakcij v simbolnem zapisu. Navede oznake za agregatna stanja snovi in vodi dijake, da jih vključijo v zapisane enačbe kemijskih reakcij. Vodi dijaka ob tabli, da uredita zapisane enačbe. Usmerja dijake pri samostojnem urejanju novih enačb.	Dijaki samostojno zapišejo enačbe reakcij, dva naključno izbrana dijaka zapišeta enačbo reakcije na tablo. Dijaki sledijo njunim zapisom in dopolnijo svoje zapise enačb kemijskih reakcij. Dijaki samostojno urejajo enačbe v delovnem zvezku (str. 90/10).
1 ura	Prikaže animacije: $Na+Cl_2$, gorenje lesa, usmerja dijake k natančnemu opazovanju. Dijakom zastavi naloge z narisanimi delci reaktantov v PowerPointu, usmerja dijake, ki rešujejo naloge ob računalniškem zaslonu. Vodi razgovor o razmerju med številom molekul reaktantov in produktov, napelje k urejanju z najmanjšimi koeficienti. Preverja rešitve dijakov pri njihovem samostojnem delu.	Opazujejo animacije. Samostojno preurejajo atome reaktantov v produkte (na skupnem računalniškem zaslonu), zapišejo urejene enačbe reakcij. Samostojno rešujejo naloge v delovnem zvezku (str. 94/18, 19).
10 min.	Demonstracijski eksperiment učitelja – balon s koščkom cinka natakne na erlenmajerico z raztopino žveplove kisline. Sproži reakcijo tako, da dvigne balon, cink pade v kislino, vodik ujame v balon, pok z žarečo trsko.	Dijaki opazujejo, napišejo urejeno enačbo reakcije cinka z žveplovo kislino.

Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV
25 min.	Množini reaktantov sta enaki. Zastavi računsko nalogo: koliko gramov H_2SO_4 reagira z 1 g cinka? Nalogo reši in ob tem dijake navaja na dosledno označevanje količin. Dijakom poda naslednjo nalogo – zapis enačbe reakcije med vodikom in kisikom. Zapiše razmerje množin reaktantov v obliki ulomka. Izračuna, koliko gramov kisika zreagira z 1 g vodika.	Dijaki zapišejo nalogo kot zgled, nato samostojno in pred tablo izračunajo, koliko gramov produktov nastane pri tej reakciji. Dijaki samostojno zapišejo urejeno enačbo reakcije. Dijaki zapišejo zgled, nato izračunajo, koliko gramov vode nastane.
5 min.	Dijakom pokaže spletno stran z interaktivnimi učnimi gradivi E-um, poglavje Množina snovi pri kemijski reakciji.	Doma samostojno vadijo ob e-gradivu E-um: *http://www.e-um.si/index.php*.
15 min.	Vodi dijake ob samostojnem reševanju nalog in preverja način njihovega zapisovanja, predvsem doslednost označevanja.	Dijaki samostojno in ob tabli rešujejo naloge iz delovnega zvezka (str. 96). 2, 3., 4. in 5. nalogo nato rešujejo doma.
30 min.	Kot zgled izračuna prostornino kisika, ki nastane ob razpadu 1 g vodikovega peroksida, nato vodi dijake ob samostojnem reševanju nalog. Pri zastavljenih nalogah doda podatke o molski prostornini plinov.	Dijaki samostojno in ob tabli rešujejo nalogo iz delovnega zvezka (str. 96/5). (dodatno vprašanje je $V(N_2)$ in 6. ($V(CO_2)$)
2 uri	Izvede demonstracijski eksperiment (ob pomoči dijaka) – termični razkroj $KClO_3$, nato reakcija nastalega kisika s saharozo. Maso izhodiščnega $KClO_3$ stehtamo, izračunamo množine in mase produktov ter prostornino nastalega kisika. Vodi dijake ob samostojnem reševanju nalog in preverja način njihovega zapisovanja, predvsem doslednost označevanja.	Dijaki samostojno in ob tabli rešujejo nalogo iz eksperimenta nato naloge iz delovnega zvezka (str. 99/17, 18, str. 100/19). Pri delu sodelujejo s sošolci.
5 min.	Razdeli dijakom delovne liste z navodili za samostojno izvajanje eksperimentov in jim da napotke za pripravo.	Dijaki se doma pripravijo. Posebej morajo biti pozorni na varnostna navodila – izpisati morajo pomen R- in S-stavkov za kemikalije, ki jih bodo uporabili.

Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV
1 ura	Preveri, če so dijaki pripravljeni na samostojno izvajanje eksperimentov, nato usmerja dijake pri delu.	Dijaki si razdelijo delo in po navodilih izvajajo eksperimente. Rešujejo naloge, zastavljene na delovnih listih.
1 ura	Razdeli dijakom delovne liste z navodili za samostojno izvajanje eksperimentov. Usmerja dijake pri delu.	Dijaki si razdelijo delo in po navodilih izvajajo eksperimente. Rešujejo naloge, zastavljene na delovnih listih.
3 ure	Vodi dijake ob samostojnem reševanju nalog in preverja način njihovega zapisovanja, predvsem doslednost označevanja.	Dijaki samostojno in ob tabli rešujejo naloge iz delovnega zvezka.

Dejavnosti/naloge za preverjanje in ocenjevanje znanja

- pisne naloge za preverjanje,
- pisno ocenjevanje znanja.

Evalvacija učnega sklopa

Načrtovanih sedem ur je bilo za ta sklop premalo. Po slabem uspehu pri ocenjevanju znanja smo porabili tri dodatne ure za analizo nalog in dodatno razlago ter utrjevanje. Ugotavljam, da imajo nekateri dijaki pomanjkljivo predznanje iz matematike in so nedosledni pri natančnem zapisovanju. Začetna poglavja pri pouku kemije v gimnaziji so večinoma ponovitev osnovnošolske snovi in le preprosta nadgradnja, kar morda vodi do podcenjevanja težavnosti poglavij množina snovi in kemijske reakcije. Pri tem učnem sklopu bom v prihodnje načrtovala sistematično preverjanje predznanja in medpredmetno povezovanje z matematiko.

Literatura

1 *Bačnik A., Bukovec N., Poberžnik A. (et al.) (2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html, (citirano 20. 01. 2010).*

2 *Smrdu, A. (2008). Kemija – Snov in spremembe 2. Ljubljana: Jutro.*

3 *Smrdu, A. (2008). Kemijo razumem, kemijo znam 1. Ljubljana: Jutro.*

4 *Tausch, M.W. Chemie interaktiv [online]. Dostopno na naslovu: http://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm# (citirano 15. 01. 2010).*

5 *E-um. Dostopno na naslovu: http://www.e-um.si/index.php (citirano 15. 01. 2010)*

Priloge

Delovni list 1: Eksperimentalno delo – Reakcija magnezija s klorovodikovo kislino

Delovni list 2: Eksperimentalno delo – Razgradnja vodikovega peroksida

Delovni list 3: Preverjanje znanja

Delovni list 4: Naloge na ravni delcev

Delovni list 1

Reakcija magnezija s klorovodikovo kislino (delo v skupinah)

1. *Magnezij je reaktivna kovina.*
   Naštej vsaj tri značilnosti kovin:

2. *Oglej si košček magnezija. Ponekod na površini ni videti značilnega kovinskega sijaja. Kaj bi lahko bila snov na površini magnezija?*

EKSPERIMENT

Kemikalije (Pred delom v laboratoriju izpiši pomen spodnjih R- in S-stavkov.)

- Magnezij (trak)

R: 11-15 .....
S: 7/8-43 .....
.....

- 1 M HCl

R: 36/37/38 .....
S: 26-37-45-6 .....
.....
.....

Pripomočki

stojalo, mufa, prižema, obroč, epruveta, prevrtan zamašek s plastično cevjo, merilni valj 50 mL in 10 mL, čaša 1 L, tehtnica, vžigalnik, rokavice, zaščitna očala.

Delo

1. Sestavimo aparaturo: epruveto navpično vpnemo v stojalo, čašo napolnimo s približno 600 mL navadne vode, 50 mL valj napolnimo z vodo do roba in ga poveznemo preko obroča v čašo z vodo, tako da ostane poln. Epruveto bomo pozneje zamašili s prevrtanim zamaškom, skozi katerega je speljana cev pod valj z vodo. (Aparatura je prikazana na pultu za učitelja.)

Skica aparature:

2. Stehtamo košček magnezija in ga damo v epruveto. Maso magnezija si zapišemo.
3. V manjši merilni valj odmerimo 10 mL 1 M HCl.
4. HCl prelijemo v epruveto z magnezijem. Takoj zamašimo z zamaškom, skozi katerega je speljana cev, s katero vodimo nastali plin v merilni valj.
5. Opazujemo potek reakcije in merimo čas. Ko se reakcija konča, si zapišemo, koliko minut je trajala in prostornino nastalega plina.
6. Zadnji del poskusa opravimo z dovoljenjem in ob nadzoru učitelja! Snamemo rokavice, zaščitna očala obdržimo. Merilni valj, napolnjen s plinom, počasi dvignemo, ne obračamo. Odprtini valja se približamo s plamenom vžigalnika.

Meritve in opažanja

Masa magnezija: ..... Trajanje reakcije: ..... Prostornina plina: .....

3. *Opiši potek reakcije:*

   Zapiši urejeno enačbo reakcije z označenimi agregatnimi stanji reaktantov in produktov:

   .....

4. *Izračunaj množino vodika, ki nastane pri reakciji.*

5. *Izračunaj prostornino vodika pri 25 °C, če je molska prostornina plinov 24,4 L/mol pri 25 °C in 100 kPa.*

6. *Izračunaj množino klorovodikove kisline, ki jo potrebujemo za reakcijo z magnezijem.*

VPRAŠANJA IN NALOGE

1. Primerjaj izračunano prostornino vodika z izmerjeno prostornino vodika, ki je nastal pri reakciji. Zakaj se vrednosti razlikujeta? Pojasni.

2. Kako dokažemo, da pri reakciji nastane vodik?

3. Za reakcijo smo uporabili 1 M HCl. Oceni, koliko časa bi trajala reakcija, če bi uporabili 2 M HCl.

4. Magnezij je reaktivna kovina. Poglej v periodni sistem in naštej vsaj še tri reaktivne kovine.

3.7 Alkalijske kovine in halogeni - I

Zdenka Keuc, II. gimnazija Maribor

Učni sklop alkalijske kovine in halogeni elementi je predviden kot zadnji učni sklop v prvem letniku gimnazijskega programa (210 ur), učitelji pa lahko izberejo tudi drugačen vrstni red obravnave učnih sklopov. Če so bili vsi predhodni učni sklopi obravnavani po predvidenih sklopih v učnem načrtu, lahko za razlago fizikalno-kemijskih lastnosti alkalijskih kovin in halogenov ter njihovih spojin, to znanje že v celoti (ponovno) preverimo in poglobimo. Tematski sklop je zato zasnovan na sinteznem pristopu, kjer od dijakov pričakujemo, da bodo prikazali svoje sposobnosti opazovanja, povezovanja in sklepanja ter samostojnega načrtovanja enostavnih eksperimentov, ki so vsebinsko povezani z obravnavo prve in sedemnajste skupine periodnega sistema elementov. Ne gre le za sistematično razvijanje in preverjanje temeljnih naravoslovnih kompetenc, temveč tudi učinkovitega komuniciranja v maternem jeziku in razvijanja medosebnih kompetenc. Ni odveč poudariti, da je ta tematski sklop idealen za preučevanje človekovega vpliva na naravno okolje oziroma podajanje naravoslovnih osnov razumevanja trajnostnega razvoja.

Predvideno število ur: 7 ur

Bistveno vprašanje: **Ali nam dobro razumevanje lastnosti alkalijskih kovin in halogenov koristi pri razumevanju njihove vloge in (uporabe) v življenju?**

Cilji učnega sklopa

Dijaki/dijakinje:

- na podlagi zgradbe kovin oziroma halogenov sklepajo o fizikalnih lastnostih teh elementov;
- prepoznavajo osnovne delce in vezi med njimi ter na tej podlagi primerjalno napovedo velikost vrelišč, tališč, vrednosti prvih ionizacijskih energij, elektronegativnost in prevodnost alkalijskih kovin ter halogenov;
- na podlagi lege alkalijskih kovin v periodnem sistemu sklepajo o značilnih ionih ter spojinah, ki bi jih ti elementi lahko tvorili z vodo, kisikom in halogenimi elementi, spojine znajo tudi poimenovati;
- razumejo reakcije halogenih elementov z vodo in kisikom. Znajo zapisati enačbe teh reakcij ter poiskati razloge za različno reaktivnost preiskovanih elementov;
- razumejo zakon periodičnosti in znajo poiskati trende v tretji periodi periodnega sistema na primeru kloridov ali oksidov;
- razvijajo eksperimentalni način oziroma laboratorijske spretnosti pri preučevanju kemijskih reakcij;

- razvijajo odgovoren odnos do varnega eksperimentalnega dela in skrb za kemijsko varnost;
- se urijo v veščinah projektnega učnega dela in javnega nastopanja.

Pričakovani dosežki dijakov

Dijaki/dijakinje izdelajo:

- *Oglas* za izbrano snov, katere sestavni del je alkalijska kovina ali halogen. Oglas mora vsebovati čvrsto, jasno in strokovno nesporno kemijsko ozadje.
- *Navodila za eksperimentalno delo*, ki vključujejo varno in samostojno izvedbo eksperimentov, ki vsebuje halogene elemente ali/in alkalijske kovine.
- *Testna vprašanja in izvedba tekmovanja*. Priprava vprašanj za preverjanje znanja sošolcev.
- *Scenarij* za dramatizacijo lastnosti alkalijskih kovin in halogenih elementov.

Medpredmetne in kroskurikularne povezave, ki jih lahko vključimo v ta tematski sklop, so prepuščene izboru dijakov pri njihovem delu.

Predznanje

Pojem	**Relacija**
Zgradba atomov	Znajo zapisati formule enostavnih spojin; urejene enačbe enostavnih reakcij.
Kemijske vezi	Sklepajo na fizikalne lastnosti snovi.
Množina snovi	Poznajo zveze med maso, množino snovi in številom delcev ter molsko prostornino.
Energija	Razumejo eksotermne in endotermne procese in jih znajo razložiti s pomočjo elementarnih procesov.
Enačbe, ulomki	Obvladajo preproste računske operacije.

Scenarij učnega sklopa

Čas	Vsebinska gesla	Učna metoda, dejavnosti	Učna oblika	Učna sredstva
1 ura	Elementi projektnega učnega dela (PUD), kriteriji ocenjevanja (PUD)	vodeni razgovor z razlago	frontalno delo	interaktivna tabla, kriteriji ocenjevanja PUD
	Alkalijske kovine, halogeni elementi	dejavnost za heterogeno oblikovanje skupin, vodeni razgovor z razlago	skupinsko delo	navodila za delo in časovna razporeditev predvidenih dejavnosti
	Scenarij izvedbe naloge	diskusija v skupini, zapis dogovorjene izvedbe		
1 ura	Priprava izvedbenega načrta dela v pisni obliki kratka predstavitev izvedbenih načrtov	razgovor v skupini, zapis dogovorov, predstavitev (2–5 min.)	skupinsko delo	različni viri literature
2 uri	Dopolnjevanje pisnega načrta na osnovi kratke predstavitve in natančna razdelitev nalog med dijaki v skupini	diskusija o načrtovanem delu, zapis dogovorov in zadolžitev v skupini	skupinsko delo, individualno delo	
	Alkalijske kovine, fizikalne in kemijske lastnosti, halogeni elementi	eksperimentiranje, snemanje gradiva, delo s besedilom, priprava oglasa		dijaki sami poskrbijo za vse pripomočke
2 uri		eksperimentalno delo, vodeno opazovanje in zapisovanje, voden razgovor z razlago in diskusijo	skupinsko delo	računalnik, medmrežje, fotoaparat, laboratorijska steklovina in potrebne kemikalije
1 ura	Analiza dijakovih dosežkov	razlaga z razgovorom	frontalno delo	izdelki dijakov

Potek učnega procesa

Predvideni čas	DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV
15 min.	Razloži način poteka projektnega dela, vlogo posameznika in delo skupine.	Poslušajo in sodelujejo s vprašanji.
15 min.	Na podlagi »ledolomilskih« vprašanj dijake razdeli v osem skupin in predstavi kriterije ocenjevanja končnih dosežkov.	Odgovarjajo na vprašanja in se razvrščajo v skupine. Dijaki kriterije sprejemajo oziroma jih po potrebi dopolnijo.
15 min.	Razdeli pisna navodila za delo posamezne skupine.	Dijaki navodila preberejo in razmišljajo o mogočem scenariju izvedbe naloge. Ob koncu ure se dogovorijo za »rdečo nit« in si razdelijo obveznosti do naslednje ure (katere materiale kdo poišče itd.).
35 min.	Preveri, ali so člani vsake skupine prinesli ustrezna gradiva, in odgovarja na vprašanja dijakov.	Zapis načrta izvedbe naloge.
20 min.	Dve- do petminutno predstavitev načrta vsake skupine pozorno spremlja in opozori na morebitne pomanjkljivosti.	Kratko predstavijo svoj načrt dela in prisluhnejo opombam učitelja ali sošolcev.
90 min.	Odgovarja na vprašanja dijakov in koordinira različne dejavnosti dijakov.	Dopolnijo pisni načrt in jasno opredelijo vlogo vsakega člana skupine.
	Nadzoruje delo dijakov, ki so v svojo predstavitev vključili laboratorijsko delo.	Pripravijo »materialne dokaze« PUD.
90 min.	Posluša, spremlja in zapisuje predstavitve dijakov ter izpolni ocenjevalni obrazec.	Predstavljajo svoje dosežke; samoocenjevanje; ocenjevanje dela drugih skupin.
45 min.	Učitelj povzame najprej prednosti in slabosti končnih dosežkov dijakov; člane posameznih skupin seznani s tripartitno oceno in razlago le-te.	Poslušajo in sodelujejo v diskusiji.

Dejavnosti/naloge za preverjanje in ocenjevanje znanja so bile vključene v samo izvedbo projektnega dela (regijska izpitna komisija).

Evalvacija izvedbe in rezultatov dela

V predstavljanju idej, ki je zajemalo: *jasno izražanje idej, učinkovito komunicirajo s poslušalstvom, različne načine komuniciranja in ustvarjanje kakovostnih (predstavitvenih) izdelkov*, so bili dijaki nadpovprečno dobri, ko je bila v osredju njihova ustvarjalnost (ideje, različni načini sporočanja le-teh), nekoliko manj pri ustvarjanju kakovostnih izdelkov, najslabše ocenjen element pa je bila učinkovitost sporočanja. V večini primerov je šlo za »nastopanje«, »javno predstavitev« in je bilo zato zgolj posredovanje njihovih spoznanj in znanj, ob tem pa ni bilo začutiti želje, da bi svoje sošolce želeli nekaj naučiti in jih s tem motivirati za postavljanje vprašanj oziroma jih spodbujati pri učenju in razmišljanju o predstavljeni tematiki. Predvidevamo lahko, da se pri usvajanju in raziskovanju sami niso počutili tako močne in kompetentne, da bi to znanje znali posredovati kot svoje lastno znanje in ga ustrezno tudi zagovarjati in podkrepiti z nazornimi primeri iz življenja. Problemski pristop k reševanju nalog, ki so jih dobili, je bil opažen le redko. Dijaki, ki so bili vključeni v PUD, so praviloma iskali »elegantne rešitve«, pravilne odgovore, ki zadovoljijo kriterije ocenjevanja. Sestava nalog, ki bi zahtevala oceno, evalvacijo in kritičen pristop, je bila redko opažena. Tako vodeno projektno učno delo so dijaki ocenili kot motivirajoče, pošteno, zanimivo in spodbudno za razvijanje različnih področij (ne samo kemije), vendar v celoti gledano, težje in časovno zahtevnejše, kot je tradicionalna izvedba pouka. Listovnik se je izkazal kot učinkovit pripomoček za sprotno spremljanje dela in kot spodbuda za čim kakovostnejši končni izdelek.

Mnenja sem, da bomo morali učitelji kemije sistematično in poglobljeno delati na področju sodelovalnega dela, kjer naj vsak dijak prevzame odgovornost za delo v skupini in za znanje, ki ga posreduje svojim sošolcem na svoj lastni ustvarjalni način in pogled. Opažamo, da se dijaki prehitro zadovoljijo z delitvijo dela in nalog v skupini ter naloge, v skladu z navodili, opravijo dokaj dobro, velikokrat tudi odlično, vendar pa jih ne razumejo kot poseben izziv v smislu: »Kaj posebnega lahko povem o tej vsebini sošolcem, kaj jim lahko povem drugače oziroma bolje kot učitelj, kaj mi pomenijo ta znanja za življenje?« Dijaki raje citirajo oziroma navajajo znanja iz literature, tako kot jim jih pogosto podajamo učitelji, brez dvomov in vprašanj o povedanem. V velikem delu je kemija res eksaktna veda, kljub vsemu pa kot naravoslovna znanost vedno odpira nova vprašanja, dvome, dileme in tudi poti v nove razsežnosti razmišljanja. Vsega tega pri vzgoji mladih **ne smemo zanemariti oziroma spregledati**, temveč jih moramo vzgajati v duhu znanja znanega, dvoma o »mejnem« znanem, v dopuščanju in sprejemanju vedno novih znanj in spoznanj. V okviru sodelovalnega učenja lahko odpiramo vse razsežnosti »pouka« kemije, s tem da dijake učimo strpnega dialoga, odpiranja različnih možnosti, kritičnega razmišljanja, spoštljive komunikacije in predvsem (timske) odgovornosti za končni izdelek. S tem jim dajemo možnosti, da po različnih poteh pridejo do istega cilja, ki ga lahko dojemajo zelo drugače. Zato je zelo pomembno, da poudarimo in da morda tudi »zaukažemo« svojim dijakom, da mora biti njihov izdelek rezultat njihovega dela in dognanj, ki ga bodo znali ustrezno utemeljiti in zagovarjati, nikakor pa naj ne bo zgolj rezultat učiteljevih pričakovanj.

Literatura

1 *Bačnik, A., Bukovec, N., Poberžnik, A. (et al.) (2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html (citirano 20. 01. 2010).*

2 *Bezjak, J. (2009). Od ideje do izdelka. Projektno učno delo. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.*

3 *Kolbl, J. (2009). Projektna dejavnost v evropskih oddelkih gimnazijskega naravoslovnega izobraževanja. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.*

4 *Kralj, B. (2006). Izobraževanje odraslih po metodi projektno učno delo. Diplomsko delo. Maribor: Fakulteta za organizacijske vede.*

5 *Peklaj, C. (2001). Sodelovalno učenje ali kdaj več glav več ve. Ljubljana: DZS.*

Priloge

Navodila dijakom

Kriteriji vrednotenja

Skupina	Naloga	Navodila za delo skupin in pričakovan rezultat dela
1/5.	So vsi podobni? Ali so si različni v podobnem?	Izbor in načrt eksperimentalnega dela, ki vključuje alkalijske kovine in halogene elemente. Preučiti, kako se reaktivnost alkalijskih kovin /halogenov in njihovih ionov spreminja po skupini. **Eksperimentalno delo** lahko vključuje: • reakcijo kovin z vodo, kislinami in kisikom iz zraka ter plamenske reakcije; • reakcije halogenov; • izpodrivanje halogenov iz vodnih raztopin halogenidov; • ionske reakcije, v katerih sodelujejo ioni alkalijskih kovin (in drugi kovinski ioni) ter halogenidni ioni; • drugo. Ponovite R- in S-stavke ter osnove toksikologije (bodite pozorni na to, kako shranjujemo te elemente). Eksperimenti bodo morali vključevati enačbe reakcij, prepoznavanje vezi v reaktantih in produktih in opis z vidika spremembe energije pri kemijskih reakcijah. Pripravite načrt eksperimentalnega dela in navodila za delo dijakov.
2./6.	Priprava nagradnega razpisa svetovnega kemijskega koncerna	Pripraviti morate **nagradni razpis** za najbolj ilustrativen primer uporabe alkalijske kovine ali halogena v vsakdanjem življenju. V razpisu navedite kriterije izbora (upoštevajte lastnosti spojin, elementov ...) in obliko predstavitve spojin (preko eksperimenta, PowerPointa ...). Pripravite načrt nagradnega razpisa in razpis.
3./7.	Priprava scenarija za snemanje dokumentarca/akcijskega filma/drame/risanke/komedije, pomen alkalijskih kovin in halogenov v našem življenju.	Pripraviti morate **scenarij za film, dokumentarec, risanko** ..., ki bo na zanimiv način prikazala lastnosti alkalijskih kovin ali halogenov (ali oboje). Bodite pozorni na to, da so v vašem prispevku jasno predstavljene lastnosti teh elementov. Če je mogoče, vključite reakcije z vodo, kislinami, kisikom ter pomen velikosti atomov/ionov, pomen hidratacije (solvatacije), energijske procese, ki se ob tem odvijajo, submikroskopske prikaze enačb kemijskih reakcij, vezi, lastnosti elementov/ionov. Pripravite pisni načrt (scenarij) in filmski prispevek.
4./8.	Priprava vprašanj za sklepni kviz sodelujočih skupin.	Pripravite zbirko 30 vprašanj, ki se razlikuje v težavnosti (tristopenjska težavnostna lestvica) in s tem v številu točk, ki jih reševalec lahko dobi. Vprašanja bodo zajemala znanje o alkalijskih kovinah in halogenih elementih, osvojeno v predhodno obravnavanih tematskih sklopih (uvod v varno eksperimentalno delo, delci snovi, povezovanje gradnikov snovi, simbolni zapisi in množina snovi, kemijska reakcija kot snovna in energijska sprememba). Pripravite zbirko vprašanj s pravili tekmovanja in na sklepni predstavitvi organizirajte tekmovanje.

Priloga 2

Kriteriji vrednotenja

PODROČJE PREVERJANJA	Popolno (6 točk)	Delno (3 točke)	Zelo šibko ali pa ni prisotno (1 ali 0 točk)
Uvid v problemsko situacijo (razumevanje pobude, naloge ...) **je zadovoljiv.**			
Izkazovanje razumevanje problema (katere primere uporabljajo, kakšno raven znanja izkazujejo, izkazan širši kontekst uporabe znanja ...).			
Postavitev vprašanj/nalog je smiselna.			
Prisotna logična/smiselna shema zbiranja podatkov in njihovo urejanje[1].			
Načrtovanje je v celoti ustrezno (smiselna celota, ki celovito povzema zahtevane naloge, je pestra, kar se ravni zahtevnosti tiče, domiselna – ustvarjalna).			
Vrednotenje, utemeljevanje, analiza izdelka (naloge od dijakov zahtevajo, da razložijo, utemeljijo, vrednotijo, izpostavijo, primerjajo, iščejo, preiskujejo ...).			
Predstavitev je strokovno pravilna (strokovna terminologija je ustrezno uporabljena, pojmovne mreže so nakazane oz. smiselno povezane ...).			
Predstavitev je **jezikovno in oblikovno** dovršena.			
Sposobnost poprave (korekcije) **izdelkov** – kritična analiza gradiv – **izkazuje ustrezno strokovno znanje**.			
Organizacija dela v skupini je bila uravnotežena in naloge smiselno porazdeljene (vsi člani skupine so sodelovali).			
Kakovost medosebnih odnosov v skupini je pozitivna (spodbujajoča, ustvarjalna, spoštljiva, empatična ...).			
Skupaj točk			

Pretvorba točk v oceno:

66 – 60 = odlično

59 – 50 = prav dobro

49 – 40 = dobro

39 – 30 = zadostno

< 30 = nezadostno

1 *Ta element ni nujno del njihove naloge.*

3.8 Alkalijske kovine in halogeni – II

Darja Kravanja, II. gimnazija Maribor

Pri proučevanju alkalijskih kovin in halogenov ter njihovih spojin dijaki združijo pridobljeno znanje z novimi vsebinami tako, da razumejo soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe teh snovi. Dijaki so nova znanja pridobivali v sodelovalnem učenju, bili so razdeljeni v heterogene skupine in s pomočjo različnih gradiv in dejavnosti usvajali cilje, zapisane v učnem načrtu. Pri tem so drug drugega dopolnjevali in popravljali. Poleg preučevanja novih vsebin so načrtovali in izvajali eksperimente ter predstavili vsebino svojega dela s pomočjo IKT. V tem učnem sklopu sem dijake navajala na projektno sodelovalno delo, ki jih čaka pri učnem sklopu: Lastnosti izbranih elementov in spojin v bioloških sistemih in sodobnih tehnologijah.

Predvideno št. ur: 8 ur

Bistveno vprašanje: **Kakšne so lastnosti alkalijskih kovin in halogenov in kje jih najdemo v vsakdanjem življenju?**

Kompetence

- razvijanje eksperimentalnih spretnosti in metod raziskovanja;
- iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov iz različnih virov in uporaba IKT za zbiranje, shranjevanje, iskanje in predstavljanje informacij;
- sporazumevanje v maternem jeziku (oblikovanje in izražanje svojih ustnih in pisnih argumentov na prepričljiv način, ustrezen okoliščinam);
- učenje učenja (načrtovanje lastnih dejavnosti, odgovornost za lastno znanje, samostojno učenje, razvijanje metakognitivnih znanj, delovne navade);
- socialne in državljanske kompetence (konstruktivno sporazumevanje pri sodelovanju v skupini, odgovoren odnos do dogovorjenih nalog in obveznosti);
- samoiniciativnost in podjetnost (ustvarjalnost, dajanje pobud, načrtovanje, organiziranje, vodenje, ocena tveganja, sprejemanje odločitev).

Cilji učnega sklopa

Dijaki/dijakinje:

- za razlago fizikalno-kemijskih lastnosti alkalijskih kovin in halogenov ter njihovih spojin uporabljajo že pridobljeno znanje tematskih sklopov: Gradniki snovi, Povezovanje gradnikov, Simbolni zapisi in množina snovi, Kemijska reakcija kot snovna in energijska sprememba;
- razvijajo sposobnost opazovanja in eksperimentalni pristop pri preuče-

vanju fizikalno-kemijskih lastnosti elementov 1. in 17. skupine PSE ter njihovih spojin;

- razvijajo odgovoren odnos do varnega eksperimentalnega dela in skrb za kemijsko varnost;
- razvijajo sposobnosti za sodelovanje v skupini;
- razvijajo komunikacijske veščine;
- razvijajo sposobnost uporabe IKT za zbiranje, shranjevanje, iskanje in predstavljanje informacij.

Pričakovani dosežki dijakov

Dijaki/dijakinje:

- razumejo soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe alkalijskih kovin in halogenov ter njihovih spojin;
- poznajo reakcije alkalijskih kovin z vodo, kisikom in halogeni;
- poznajo vodikove halogenide, njihovo pridobivanje, lastnosti in uporabo;
- lastnosti alkalijskih kovin in halogenov ter njihovih spojin znajo samostojno predstaviti ob uporabi IKT;
- znajo načrtovati preproste eksperimente in napisati poročilo o eksperimentu;
- obvladajo izbrane eksperimentalne tehnike in upoštevajo varnost pri delu;
- potek, načrtovanje in rezultate samostojnega eksperimentalnega dela argumentirano predstavijo;
- znajo povezati pridobljeno znanje s primeri iz vsakdanjega življenja.

Medpredmetne in kurikularne povezave

- *biologija*: natrij in kalij v človeškem telesu, alkalijski kationi in halogenidni ioni v zdravilstvu, delovanje klorovodikove kisline v želodcu;
- *informatika*: obdelava podatkov, predstavitev informacij;
- *slovenščina*: razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev postopka, poročilo).

Predznanje

Pojem	Relacija
Zgradba atoma in PSE	Na podlagi lege elementa v periodnem sistemu sklepajo na njegovo elektronsko konfiguracijo.
Ioni	Poznajo osnovne lastnosti ionskih spojin in kristalov alkalijskih halogenidov.
Periodičnost lastnosti elementov v PSE	Razumejo zakonitosti PSE: atomski, ionski radiji, elektronegativnost, prva ionizacijska energija.
Kemijska reakcija	Razumejo simbolne zapise in znajo urejevati kemijske enačbe.
Varnost pri eksperimentalnem delu	Poznajo in ustrezno uporabljajo oznake za nevarnost, R-, S-stavke in zaščitno opremo pri delu z nevarnimi snovmi.

Scenarij učnega sklopa

Čas ure	Vsebinska gesla	Učna metoda, dejavnosti	Učna oblika	Učna sredstva
1	Organizacijski dogovori, zakon periodičnosti (fizikalne lastnosti)	vodeni razgovor, sodelovalno učenje	frontalno, heterogeno skupinsko delo	igra spomin, delovni list: Fizikalne lastnosti elementov v PSE
1	Zakon periodičnosti, uporaba alkalijskih kovin, halogenov in njihovih spojin	vodeno sodelovalno učenje, delo z besedilom	heterogeno skupinsko delo	delovni list z nalogami za posamezne skupine, motivacijski članki o uporabi alkalijskih kovin in halogenov
2	Alkalijske kovine in halogeni ter njihove spojine	sodelovalno učenje, delo z besedilom, svetovni splet	heterogeno skupinsko delo	fizikalne in kemijske lastnosti alkalijskih kovin in halogenov ter njihovih spojin, delo z lastnim gradivom, uporaba spleta
1	Alkalijske kovine in halogeni ter njihove spojine	eksperimentalno delo, vodeni razgovor	skupinsko eksperimentalno delo	izvedba eksperimentov: • *Plamenske reakcije,* • *Reakcije med halogeni in alkalijskimi kovinami,* • *Dokaz halogenidnih ionov z $AgNO_3$,* • *Topnost joda v vodi in alkoholu, sublimacija,* • *Reakcija $NaHCO_3$ s kislinami,* • *Termični razkroj $NaHCO_3$,* • *Reakcija natrija z vodo;* laboratorijski pribor
3	Alkalijske kovine in halogeni ter njihove spojine	sodelovalno delo, eksperimentalno delo, poročanje skupin	demonstracijski eksperiment dijakov, frontalno	poročanje skupin z uporabo IKT

Potek učnega procesa

Predvideni čas	Dejavnost	Dejavnosti učitelja	Dejavnosti dijakov
15 min.	Oblikovanje skupin	Razdeli dijake v skupine in jim razloži način sodelovanja v skupini.	Dijaki se razdelijo v skupine in se seznanijo s pravili sodelovanja. Izberejo si ime skupine.
30 min.	Sodelovalno učenje ob igri Spomin	Razdeli delovni list za ponovitev fizikalnih lastnosti PSE in igro Spomin z izbranimi fizikalnimi lastnostmi. Določi, kateri del v delovnem listu mora rešiti skupina ob pomoči igre Spomin. Dijake spodbuja k proučevanju vprašanj na delovnem listu in vodi razgovor o ugotovitvah v skupinah.	Natančno preberejo vprašanja svoje skupine na delovnem listu. Iščejo pare v igri Spomin, ki jim pomagajo odgovoriti na vprašanja v delovnem listu. V skupini razpravljajo in oblikujejo odgovore na vprašanja. Dogovorijo se, kdo in kako bo poročal preostalim skupinam o svojih odgovorih v delovnem listu.
15 min.	Predstavitev skupinskega dela	Organizira in vodi predstavitve dela v skupinah, preverja in komentira odgovore na vprašanja.	Predstavnik skupine predstavi odgovore na vprašanja svoje skupine. Drugi dijaki poslušajo, kritično ovrednotijo odgovore in si jih zapisujejo v delovni list.
15 min.	Delitev nalog, predstavitev ocenjevanja znanja	Razdeli skupinam navodila za proučevanje alkalijskih kovin in halogenov ter njihovih spojin in kriterije vrednotenja njihovih izdelkov. Dijake seznani s pričakovanimi cilji in z vrednotenjem njihovega dela in rezultatov.	Natančno preberejo navodila za delo in kriterije za vrednotenje izdelkov. Diskutirajo med seboj in z učiteljem ali so navodila in kriterije pravilno razumeli.
15 min.	Sodelovalno učenje	Preverja, ali so dijaki razumeli naloge in usmerja dijake pri pripravi osnutkov.	Razdelijo si delo v skupini, določijo, kdo bo kje iskal gradivo, ki ga mora prinesti naslednjo uro in začnejo s pripravo osnutka.
45 min.	Sodelovalno učenje	Preverja gradivo dijakov, razumevanje vsebine in jih usmerja.	Dijaki po skupinah proučujejo gradivo, ki so ga prinesli s seboj, diskutirajo in načrtujejo eksperimentalno delo in predstavitev.
45 min.	Priprava na predstavitev	Preverja osnutke za načrtovanje eksperimenta, diskutira z dijaki o možnosti izvedbe in jih usmerja. Preverja priprave dijakov na predstavitve in jih usmerja. Spodbuja dijake, da popravijo izdelke in izboljšajo predstavitev.	Med seboj in z učiteljem diskutirajo o pripomočkih, kemikalijah in izvedbi eksperimenta. V pisni obliki oddajo pripomočke in kemikalije, potrebne za eksperiment. Kritično pregledajo svoje predstavitve in jih po potrebi izboljšujejo. Dogovorijo se, kaj bodo doma še popravili in izboljšali za predstavitev.

Predvideni čas	Dejavnost	Dejavnosti učitelja	Dejavnosti dijakov
45 min.	Skupinsko ekperimentalno delo	Ob pomoči laboranta razdeli vsaki skupini pripomočke in kemikalije za njihov eksperiment. Nadzira dijake pri izvajanju eksperimentov. Preverja razumevanje vsebine, ali dijaki upoštevajo varnost pri delu, in jih usmerja pri izvajanju.	V skupini si razdelijo delo in skupaj izvedejo svoj podkud. Pogovorijo se s skupino, ki pripravlja vprašanja. Pripravljajo se na predstavitev skupine. Dogovorijo se, kaj bodo še doma popravili in pripravili za predstavitev.
90 min.	Predstavitev dela skupin Ocenjevanje	Organizira in vodi predstavitev dela v skupinah. Razdeli delovne liste in vprašanja, ki so jih pripravile posamezne skupine. Ocenjuje strokovno in jezikovno predstavitev ter predpisani čas. Ocenjuje pisne izdelke in razumevanje gradiva.	Dijaki po skupinah predstavljajo teoretični del in prikažejo svoj eksperiment. Odgovarjajo na vprašanja učitelja in dijakov. Preostali dijaki pozorno poslušajo in si v delovne liste zapisujejo odgovore na vprašanja pod vodstvom skupine, ki predstavlja. Zastavljajo vprašanja skupini, ki predstavlja.
45 min.	Predstavitev dela Utrjevanje in ocenjevanje Evalvacija učnega sklopa Razgovor o opravljenem delu	Organizira in vodi predstavitev dela v skupinah. Preverja in ocenjuje strokovno in jezikovno predstavitev in predpisani čas. Ocenjuje pisne izdelke in razumevanje gradiva. Vodi refleksijo celotnega razreda.	Predstavitev skupine s poosebljanjem elementov in skupine z načrtovanjem vprašanj. Dijaki rešujejo naloge pod vodstvom skupine, ki je odgovorna za vprašanja. Dijaki razpravljajo o tem, kaj so dobro naredili, kaj bi lahko izboljšali, kako so sodelovali v skupini.

Dejavnosti/naloge za vrednotenje dosežkov (preverjanje in ocenjevanje znanja)

- *preverjanje:* sprotno spremljanje dela skupin, pregled osnutka pisne priprave na predstavitev;
- *ocenjevanje:* sodelovanje v skupini, načrtovanje dela skupine, uporaba virov, pisni izdelki, predstavitev, poznavanje, razumevanje in uporaba pojmov.

Evalvacija učnega sklopa

Večina dijakov rada sodeluje v skupinah. Tako utrdijo že usvojene vsebine in jih nadgradijo ob pomoči in v sodelovanju z drugimi. Pri tem razvijajo odgovoren odnos do dogovorjenih nalog in obveznosti in krepijo lastno sposobnost in ustvarjalnost.

Učitelj ima pri sodelovalnem delu vlogo organizatorja, povezovalca in kritičnega opazovalca. Skrbno mora pripraviti gradivo, da doseže vse zastavljene cilje v predvidenem času.

Literatura

1 *Bačnik, A., Bukovec, N., Poberžnik, A. (et al.) (2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html (citirano 20. 01. 2010).*

2 *Bukovec, N. (2009). Kemija za gimnazije 1. Ljubljana: DZS.*

3 *Godec, A., Leban I. (2009). Atomi in molekule. Ljubljana: Modrijan.*

4 *Smrdu, A.(2009). Kemija, Kemija – Snov in spremembe 1. Ljubljana: Jutro.*

5 *Peklaj, C. (2001). Sodelovalno učenje ali kdaj več glav več ve. Ljubljana: DZS.*

Priloge

Delovni list: Fizikalne lastnosti halogenov (delo v skupini)

Izdelki dijakov 1: Primer načrtovanega eksperimenta

Izdelki dijakov 2: Primer nalog za utrjevanje: Kviz Hitri prsti – lepo je znati kemijo

Izdelki dijakov 3: Primera izdelkov pri poosebljanju elementov: Opis sošolke Larise, Ženitni oglas

Igra spomin

Delovni list: Ponovitev fizikalnih lastnosti

Delovni listi za sodelovalno delo v skupinah: navodilo za proučevanje alkalijskih kovin in halogenov

Ocenjevalni list

Delovni list

Fizikalne lastnosti halogenov (delo v skupinah)

Ime skupine: _____

Člani skupine:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Fizikalne lastnosti halogenov

- položaj v periodnem sistemu, polnjenje orbital, pridobivanje halogenih elementov;
- elektronegativnost, ionizacijska energija, primerjava atomskega in ionskega radia, vrelišča, tališča;
- kovalentna vez, molekulska vez;
- strupenost halogenov;
- poskus: topnost joda v vodi in alkoholih;
- sublimacija.

Člani skupine boste preučili fizikalne lastnosti halogenov, napisali poročilo v obliki seminarske naloge in izdelali navodila za poskus. Navodila naj vključujejo: namen vaje, pripomočki, kemikalije – pri tem oznake za nevarnost, R-, S-stavke, izvedba eksperimenta, zbiranje rezultatov, vprašanja za preverjanje znanja.

Pripravite predstavitev vsebine s pomočjo PowerPointa. Poskus boste izpeljali kot demonstracijo z razlago. Za predstavitev z demonstracijo imate na voljo 15 minut.

Motivacijski članek za 2. skupino

Cl_2 – bojni strup

Leta 1917 v prvi svetovni vojni so plinske granate s klorom, Cl_2, in fosgenom, $COCl_2$, uporabile avstrijsko-ogrske in nemške enote pri preboju italijanske fronte pri Kobaridu v 12. soški bitki. V dveh urah je topništvo izstrelilo več kot sto tisoč plinskih granat na italijanske obrambne položaje. S taktiko bliskovite vojne so premagali italijansko vojsko in jo prisilili k umiku do reke Piave. V spopadu je bilo ubitih 30 000 vojakov, 20 000 jih je bilo ranjenih in 27 500 Italijanov je bilo ujetih. Uporabo bojnih plinov so z raznimi konvencijami pozneje prepovedali.

(Godec A., Leban I. (2009). Atomi in molekule. Učbenik za kemijo v gimnaziji. Ljubljana: Modrijan.)

Izdelek dijakov 1

Primer načrtovanega eksperimenta

Laboratorijski ekperiment: Reakcija med varikino in kislino

Namen eksperimenta

Dokazati želimo, da pri reakciji med varikino in kislino pride do izhajanja strupenega plina Cl_2.

Pripomočki

- Ustrezna zaščita: očala, halja, rokavice
- Steklovina: erlenmajerica, merilni valj, urno steklo, steklena palčka
- Kemikalije: varikina, klorovodikova kislina (čistilo)

Pri uporabi kemikalij je treba upoštevati naslednje R-/S-stavke:

R36/38	Draži oči in kožo.
R34	Povzroča opekline.
R31	V stiku z kislinami se sprošča strupen plin.
R41	Nevarnost hudih poškodb oči.
S2	Hraniti zunaj dosega otrok.
S23	Ne vdihavati plina/dima/hlapov/meglice.
S28	Ob stiku z kožo takoj sprati z obilo ... (sredstvo določi proizvajalec).
S46	Če pride do zaužitja, takoj poiskati zdravniško pomoč in pokazati embalažo in etiketo.

Potek dela

V stekleni valj odmerimo 20 mL varikine. Prilijemo 20 mL čistila za čiščenje vodnega kamna. V čistilu za čiščenje vodnega kamna je kislina. Valj pokrijemo z urnim steklom in počakamo na rezultate, ki jih bomo predstavili v poizkusu (izhajanje klora).

Zbiranje rezultatov

Skica poskusa:

Enačba reakcije, ki poteče: _____

Vprašanja

1. Kateri plin nastane pri mešanju varikine in klorovodikove kisline in kako je obarvan?

   _____

2. Kaj je varikina in zakaj se uporablja?

   _____

3. Naštejte vsaj tri halogene elemente in opišite njihove barve!

   _____

4. Zakaj ne smemo varikine vlivati v odtoke hkrati z drugimi čistili, še posebej s kislinami?

   _____

   _____

   _____

Izdelki dijakov 2

Primer nalog za utrjevanje

Kviz Hitri prsti – lepo je znati kemijo

Elemente razvrsti od tistega z najmanjšim radijem do tistega z največjim radijem.

a) Li c) Ca

b) F d) Cl

Naloge za pozitivno oceno

1. Za litij velja trditev:
   a) Atom Li ima večji radij kot ion Li+.
   b) Atom Li ima manjši radij kot ion Li+.
   c) Atom Li in ion Li+ imata enak radij.
   d) Znana je samo vrednost atomskega radija.

2. Natrijev klorid je:
   a) kovinski kristal,
   b) ionski kristal,
   c) kovalentni kristal,
   d) majhna molekula.

3. Elementarni klor je pri sobnih razmerah:
   a) molekulski kristal,
   b) brezbarvna tekočina,
   c) rumenozelen plin,
   d) zdravilo za odpornost.

4. Elektronegativnost alkalijskih kovin po skupini navzdol:
   a) pada,
   b) narašča,
   c) se ne spreminja,
   d) niha v odvisnosti od velikosti jedra.

5. Soda bikarbona se uporablja za:
   a) čiščenje sodov,
   b) hranilo bikom,
   c) brušenje diamantov,
   d) za peko peciva.

Naloge za višjo oceno

6. Kaj je produkt reakcije, če vržemo košček natrija v vodo?
   a) $Na_2O_2 + H_2O$
   b) Sol + voda
   c) $NaOH + H_2O$
   d) $NaOH + H_2$

7. Katera reakcija je pravilno zapisana?
   a) $H_2(g) + Cl_2(l) \rightarrow 2HCl(l)$
   b) $2H_2(g) + 2Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$
   c) $H_2(g) + Cl_2(s) \rightarrow 2HCl(aq)$
   d) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

8. Za ionsko vez je značilno:
   a) nastanek skupnega elektronskega para,
   b) sile med pozitivno in negativno nabitimi delci,
   c) povezovanje atomov v molekule,
   d) da se ioni povezujejo izključno v plinastem agregatnem stanju.

9. Vrstno število elementa X je 11, elementa Y pa 17. Spojina, ki jo tvorita elementa, je:
   a) kovalentna, s formulo XY,
   b) kovalentna, s formulo, XY_2,
   c) ionska, s formulo XY,
   d) ionska, s formulo X_2Y.

10. Za proizvodnjo stekla potrebujemo:
   a) apno,
   b) kremenov pesek,
   c) ogljikov dioksid,
   d) alkalijske kovine.

Izdelek dijakov 3

Poosebljanje elementov

Opis sošolke Larise

Sošolka Larisa je po nekaterih lastnostih zelo podobna natriju. Tudi sama leži (sedi) v 3. klopi naše skupine razreda in ima zelo hiperaktivne lastnosti.

Ob sebi zmeraj tvori svoj zunanji elektronček po imenu Špela. Brez svojega zunanjega elektrončka Larisa ni več ista oseba in nima istih lastnosti. Zelo dobro Larisa reagira v vodi, saj je izvrstna plavalka. Rezultati njene reakcije v vodi so zelo pomembni dosežki v Mariborskem plavalnem klubu, ki bi ga po pomembnosti lahko primerjali z NaOH.

Slabše se Larisa znajde na zraku, kjer se po določenem času oksidira, takrat njen srebrnkast sijaj izgine, postane utrujena in zaspana.

Živahno pa reagira z vsemi elementi 7. skupine našega razreda, saj se dejavno obrača nazaj v zadnje klopi in je od časa do časa zaradi svoje zgovornosti okarana. Vendar kljub temu ostaja ista Larisa, ki je pomemben in nenadomestljiv član razreda, prav tako kot je natrij nenadomestljiv element periodnega sistema.

Ženitni oglas

Love is in the air!

Sem Klor in sem z agregatnim stanjem čisto v zraku kot oblaki, posebno ko zagledam alkalijske kovine. 17 me označuje in sem 35,5-krat večji kot 1/12 izotopa ^{12}C. Rumeno-zelena je moja najljubša barva. Imam ogromno hobijev. Najdete me v bazenih, kjer uničujem bakterije, rad sestavljam plastične vrečke, z natrijem in kisikom pa se povezujem v varikini, kjer belimo madeže. Ob sebi imam tudi siamskega dvojčka, zato nama rečejo kar dvoatomna molekula.

Stopim se pri -1, pa še sto odštej, pa mi povej moje tališče in ti zaupam še vrelišče, (ki je -34).

Imam še eno vprašanje za bralko tega oglasa. Ali veš, kje živi ljubezen?

(Odgovor: med nama) ☺

3.9 Energijski viri in njihova uporabnost

Breda Novak, Gimnazija Piran

O energiji in virih energije na različne načine govorimo pri treh predmetih – kemiji, fiziki in geografiji. Zato smo si zamislili medpredmetno povezavo, pri kateri obravnavamo vire energije in njihovo uporabnost strnjeno, v enem dnevu. Gre za medpredmetno povezavo s skupnim načrtovanjem: izvajali smo jo ločeno po predmetih, delovni listi pa so bili skupni.

Pri kemiji smo pozornost namenili neobnovljivim virom energije (premog, nafta, zemeljski plin) ter okoljskim vprašanjem, pri fiziki so se ukvarjali z alternativnimi viri energije (veter, sonce, geotermalna energija …), pri geografiji pa z dostopnostjo posameznih virov energije in njihovo uporabnostjo.

Ob koncu dneva so imeli dijaki nalogo, da opredelijo prednosti in slabosti posameznih virov energije in iščejo rešitve, ki ohranjajo okolje in zadovoljijo potrebe prebivalcev. Tako so povezali različna področja znanosti, razmišljali o aktualnih problemih in pridobili informacije za kritično razmišljanje in odločanje.

Predvideno št. ur: kemija dve uri (fizika dve uri in geografija dve uri - strnjeno v enem dnevu, dijaki treh paralelk se izmenjujejo) in pol ure za zaključni del

Bistveno vprašanje: **Katere energijske vire poznamo in kako jih uporabljamo?**

Cilji učnega sklopa – kemija

Kemijska reakcija kot snovna in energijska sprememba

- dijaki poznajo definicijo entalpije, razlikujejo med standardno tvorbeno in standardno reakcijsko entalpijo, računajo standardno reakcijsko entalpijo iz znanih standardnih tvorbenih entalpij;
- dijaki razvijajo kompleksno mišljenje z reševanjem enostavnih realnih problemov, povezanih s snovnimi in energijskimi spremembami pri kemijskih reakcijah.

Medpredmetne povezave

- *geografija:* energetika in industrija (pomen energijskih virov za človeštvo, obnovljivi viri), energetika in surovine;
- *fizika:* notranja energija in toplota, alternativni viri energije;
- *okoljska vzgoja:* skrb za naravne vire (fosilna goriva, učinek tople grede, onesnaževanje ozračja).

Pričakovani dosežki dijakov

Dijaki spoznajo že uveljavljene in alternativne vire energije, njihove prednosti in slabosti.

Na podlagi pridobljenih informacij predvidijo najustreznejši način za uporabo določenega energijskega vira in ugotavljajo možnosti nadaljnjega razvoja.

Predznanje

Pojem	**Relacija**
Entalpija	Računanje sproščene toplote pri sežigu goriv.
Onesnaževanje ozračja	Učinek tople grede, kisli dež.
Delovanje elektrarn	Pretvarjanje toplotne energije v električno.

Scenarij učnega sklopa

Čas	**Vsebinska gesla**	**Učna metoda, dejavnosti**	**Učna oblika**	**Učna sredstva**
10 min.	Energijski viri in njihova uporabnost – predstavitev poteka dela in ciljev		frontalno	
70 min.	Energija iz TE in okoljska vprašanja (standardne tvorbene in reakcijske entalpije)	reševanje učnih listov, delo z besedilom, metoda reševanja problemov	skupinsko delo (homogeno)	delovni listi, literatura ...
10 min.	Preverjanje rezultatov računskih nalog			

Potek učnega procesa

Predvideni čas		DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV
10 min.	Uvod	Predstavitev učnega sklopa, vsebine pri kemiji, način dela (razdelitev v skupine), pričakovanja ob koncu dela pri kemiji in ob koncu celotne medpredmetne povezave.	Oblikovanje skupin (naključna izbira) s po štirimi dijaki. Vsak dijak dobi komplet delovnih listov, ki jih uporablja pri vseh treh predmetih.
70 min.	Skupinsko delo	Pomoč dijakom, dodatna razlaga, odgovori na morebitna vprašanja.	Reševanje nalog na učnih listih, delo z besedilom (dijaki si razdelijo naloge) pride do sodelovalnega učenja).
10 min.	Preverjanje	Skupaj preverimo rezultate računskih nalog in se o njih pogovorimo, jih osmislimo glede na končni cilj medpredmetne povezave.	Poročajo o rezultatih, ki so jih dobili pri računskih nalogah, poročajo o sklepih pri delu z besedilom, poskušajo izluščiti prednosti in slabosti obravnavanih energijskih virov.
20 min.	Refleksija		Izpolnjujejo evalvacijski vprašalnik.

Dejavnosti/naloge za vrednotenje dosežkov (preverjanje in ocenjevanje znanja)

Učne liste dijakov sem pregledala. Želela sem preveriti, koliko od naloženega dela so opravili. V prihodnje bi lahko oblikovali kriterije in ocenili delovne liste.

Nalogo, povezano z delom, sem vključila v test (pisno ocenjevanje).

Evalvacija učnega sklopa

Evalvacija učitelja

Pri predmetu kemija sem se z dijaki dogovorila, da v tednu dni dopolnijo svoje delo in rezultate na delovnih listih pri kemiji in samostojno izpolnijo skupni del, ki se je nanašal na vse tri predmete.

Od 85 dijakov v treh razredih je 67 dijakov (79 odstotkov) oddalo izpolnjene delovne liste. Med tistimi, ki niso oddali delovnih listov je 5–7 dijakov, ki niso bili prisotni na projektnem dnevu iz opravičenih razlogov.

Kot **zadovoljive** sem ocenila delovne liste, pri katerih je bil delno izpolnjen del, ki se je nanašal na kemijo, in slabo ali sploh ne izpolnjen skupni del. Kot **dobre** sem ocenila delovne liste, pri katerih je bil izpolnjen del, ki se je nanašal na kemijo, ter slabo ali sploh ne

izpolnjen skupni del. Kot **zelo dobre** sem ocenila delovne liste, pri katerih je bil izpolnjen del, ki se je nanašal na kemijo, in večinoma izpolnjen skupni del. Kot **odlične** sem ocenila delovne liste, pri katerih je bil izpolnjen del, ki se je nanašal na kemijo in skupni del.

Rezultati:

ocena	Število dijakov
zadovoljivo	3
dobro	15
zelo dobro	17
odlično	32

Naloge, povezane z delom na projektnem dnevu, sem vključila tudi v test.

Primera nalog v testu

Za energijske vire v spodnji tabeli navedi po dve prednosti in pomanjkljivosti. Enega od njih izberi kot najbolj primeren vir za ogrevanje stanovanjske hiše in svojo izbiro utemelji. (3 točke)

	Premog	Zemeljski plin	Sončna energija
prednosti			
pomanjkljivosti			

Za energijske vire v spodnji tabeli navedi po dve prednosti in pomanjkljivosti. Enega od njih izberi kot najbolj primeren vir za proizvodnjo elektrike in svojo izbiro utemelji. (3 točke)

	Premog	Jedrska energija	Energija vetra
prednosti			
pomanjkljivosti			

Za pravilno izpolnjeno tabelo so dijaki dobili dve točki, pri utemeljitvi pa je bil pravilen vsak odgovor, če je bil le primerno utemeljen. Tako sem poskušala spodbujati kritično razmišljanje dijakov, da se odločajo na podlagi argumentov.

Pri testu je približno 70 odstotkov dijakov dobilo vse točke, 20 odstotkov jih izbire ni utemeljilo, 10 odstotkom pa ni uspelo niti našteti prednosti in pomanjkljivosti. Pri reševanju teh nalog so bili v povprečju uspešnejši kot pri reševanju preostalih nalog v testu.

Izpolnjevanje evalvacijskega vprašalnika za dijake o poteku projektnega dne

Vseh dijakov, ki so odgovarjali na vprašalnik, je bilo 78. Njihovo odgovori so naslednji:

1. Kakšen se ti je zdel pouk, ko ste na isti dan obravnavali pri treh predmetih isto temo?

a) super	*b) kot običajen pouk*	*c) dolgočasno*
34 ali 44 %	31 ali 40 %	13 ali 16 %

Približno enako jih je ocenilo, da je bil pouk super oz. kot običajen pouk.

2. Si želiš, da bi bilo takega pouka:

a) več	*b) manj*	*c) vseeno mi je*
41 ali 53 %	10 ali 13 %	27 ali 34 %

Razveseljivo pri tem vprašanju je, da jih je največ odgovorilo, da si še želijo tak pouk, skrb vzbujajoč pa je delež tistih, ki jim je vseeno.

3. Kaj se ti je zdelo pri tem pouku najboljše:

a) sočasnost obravnave teme (29 ali 37 %)

b) iskanje povezav med predmeti znotraj iste teme (39 ali 50 %)

c) drugo (napiši) (10 ali 13 %) (nisem dosti delal, skupine, lahka torba, manj predmetov)

Najbolj smo zadovoljni, da se je tudi dijakom zdelo dobro, da lahko sočasno obravnavamo isto temo iz različnih vidikov pri treh različnih predmetih. Ta odgovor je za nas potrditev, da smo se pravilno lotili drugačnega poteka pouka.

4. Kaj si pri tem pouku pogrešal? (napiši)

22 dijakov ali 28 % ni napisalo nič *(brez odgovora)*.

17 dijakov ali 22 % je napisalo, da niso pogrešali nič.

Preostali pa so imeli zelo različna mnenja, največ odgovorov je bilo naslednjih:

- *pogrešali smo filme in video posnetke (12),*
- *pogrešali smo poskuse (9),*
- *preveč snovi je bilo za en dan (5),*

- *lahko bi bilo več razlage (4),*
- *več nalog, nismo dosti delali,*
- *delo z računalniki.*

Iz odgovorov vidimo, da so si enotni glede filmov in poskusov, pri drugih odgovorih pa so zelo različnega in nasprotujočega si mnenja.

5. Katera oblika dela ti je najbolj pri srcu:

a) skupinsko delo	*b) delo v dvojicah*	*c) samostojno delo*
64 ali 82 %	10 ali 13 %	2 ali 3 %
d) klasičen pouk	*e) drugo (napiši):*	
2 ali 3 %		

Vprašanje je bilo nerodno zastavljeno, saj se nanaša samo na projektni dan. Pri tem je prevladal odgovor, da so bili zelo zadovoljni s skupinskim delom, kar so nekateri pohvalili tudi pri naslednjem vprašanju.

6. Pri katerem predmetu si se najbolje počutil in zakaj?

a) *Kemija* (26 ali 33 %) (ker smo računali, zelo povezano je bilo z učno snovjo, zanimivo, profesorica nam je pomagala).

b) *Geografija* (24 ali 31 %) (sem že veliko znal, izvedel sem veliko novega, bilo je enostavno, v pomoč so nam bili delovni listi, delo v dvojicah).

c) *Fizika* (18 ali 23 %) (zanimiv pristop, hitro smo končali, bilo je sproščeno).

d) *Vsi trije predmeti* (8 ali 10 %) (vse je bilo zanimivo in prijetno).

e) *Brez odgovora* (4 ali 4 %).

7. Kaj si pri tem dnevu pogrešal?

a) še kakšen predmet	*b) več samostojnega dela*	*c) več nalog*
20 ali 26 %	4 ali 4 %	
d) povzetke profesorjev	*e) domačo nalogo*	*f) drugo (napiši)*
32 ali 41 %		18 ali 23 %
Brez odgovora (4 ali 4 %)		

Pod drugo so napisali, da so pogrešali: eksperimente, terensko delo, vsega je bilo preveč. Zanimivo je, da so pogrešali povzetke profesorjev v tako velikem deležu. Bi se na to spomnili, če jim ne bi dali tega možnega odgovora?

8. Sporočilo sodelujočim profesorjem:

Za konec so nam napisali (nekaj največkrat ponovljenih primerov misli):

- *ponovimo ob kaki drugi temi (11 ali 14 %),*
- *vse je bilo dobro in lepo (10 %),*
- *lahko bi imeli več posnetkov oz. več bi uporabljali računalnik,*
- *bilo je predolgo, lahko bi imeli krajši pouk,*
- *želim si manj nalog,*
- *tak pouk je brez veze,*
- *bilo je dolgočasno.*

Povzamemo lahko, da smo pouk dobro izpeljali, da je večina dijakov pokazala zadovoljstvo, koliko so se naučili in odnesli od takega pouka, pa bo pokazalo preverjanje in ocenjevanje znanja, predvsem pa uporaba ugotovitev v novih podobnih situacijah, ki jih prinašajo druge teme v tem šolskem letu pri vseh treh predmetih.

Literatura

1 *Bačnik, A., Bukovec, N., Poberžnik, A. (et al.) (2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html (citirano 20. 01. 2010).*

2 *Bola Zupančič, K. et al. (2002). Geografske značilnosti Evrope za 2. in 3. letnik gimnazij. Ljubljana: Mladinska knjiga.*

3 *Bukovec, N., Dolenc, D., Šket, B. (2002). Kemija za gimnazije 2. Ljubljana: DZS.*

4 *Letna energetska statistika 2004. Statistični urad RS [online]. Dostopno na naslovu: www.stat.si/tema_okolje_energetika.asp (citirano 20. 01. 2010).*

5 *Ravnik, M. (2010). Pojav tople grede in podnebne spremembe, ki jih povzroča človek. REC-ov bilten [online]. Ljubljana: REC Slovenija. Dostopno na naslovu: http:/www.rec-lj.si/publikacije/bilten/dec99/clanek02.html (citirano 20. 01. 2010).*

6 *Stark, J. G., Wallace, H. G. (1997). Kemijski podatkovnik za srednje, višje in visoke šole. Ljubljana: DZS.*

Priloge

Delovni list za kemijo: Energija iz termoelektrarn in okoljski problemi

Delovni list za kemijo

Energija iz termoelektrarn in okoljski problemi

Termoelektrarne proizvajajo električno energijo s pomočjo kemijskih reakcij. Toplota, ki se pri reakcijah sprošča, upari vodo, ta pa poganja turbino. Na generatorju pride do pretvorbe v električno energijo. Kot gorivo se največkrat uporablja premog, manj pa lahko tudi nafta in plin.

Kemijske reakcije, ki potekajo:

premog $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

nafta $C_8H_{18}(l) + 25/2\ O_2(g) \rightarrow 8\ CO_2(g) + 9\ H_2O(l)$

p!in $C_3H8(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 3\ CO_2(g) + 4\ H_2O(l)$

Prva naloga

Z uporabo standardnih tvorbenih in standardnih reakcijskih entalpij, ki so priložene v tabeli, izračunajte toploto, ki se sprosti ob sežigu enega kilograma premoga, enega kilograma nafte (oktan) in enega kilograma propana.

Izračun in odgovor:

Druga naloga

V Sloveniji je poraba premoga za termoelektrarne v letu 2004_____ton na leto (na spletni Statističnega urada RS; *www.stat.si/tema_okolje_energetika.asp* poišči letno energetsko statistiko 2004). Koliko kJ, MJ in GJ toplote se sprosti letno?

Izračun in odgovor:

Uporaba fosilnih goriv je povezana tudi z okoljskimi problemi. Pri vseh navedenih reakcijah se sprošča ogljikov dioksid. V priloženem besedilu (dr. Matjaž Ravnik, IJS, Pojav tople grede in podnebne spremembe, ki jih povzroča človek) je opisan njegov vpliv na okolje. Preberite besedilo in v nekaj povedih povzemite bistvo.

V fosilnih gorivih sta kot primesi vedno tudi dušik in žveplo v obliki različnih organskih spojin. Količina primesi je različna. Največ primesi je v premogu, nekoliko manj v nafti, saj v rafinerijah žveplo odstranjujejo, najmanj primesi pa vsebuje plin.

Pri sežigu žveplo in dušik reagirata s kisikom:

$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$

$2\ N(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO(g)$

$2\ NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO_2(g)$

V priloženem besedilu je opisan vpliv žveplovega dioksida in dušikovih oksidov na okolje (Učbenik Geografske značilnosti Evrope, str. 23). Preberite besedilo in v nekaj povedih povzemite bistvo.

Tretja naloga

Izračunajte, koliko gramov CO_2 se sprosti ob sežigu enega kilograma premoga, enega kilograma nafte (oktan) in enega kilograma propana.

Izračun in odgovor:

Četrta naloga

Povprečna vsebnost žvepla v premogu, ki ga uporabljajo v termoelektrarnah, je 1,36-odstotna. Za količino premoga, ki ga letno porabimo v Sloveniji, izračunajte količini CO_2 in SO_2, ki se sprostita.

Izračun in odgovor:

Peta naloga

V termoelektrarni Šoštanj so za zmanjševanje emisij SO_2 vgradili čistilno napravo, ki zmanjša emisije tega plina za 95 %. Kolikšne bi bile emisije SO_2, če bi vse termoelektrarne uporabljale čistilne naprave?

Sklepne misli

Na podlagi vsega, kar ste danes izvedeli pri vseh treh predmetih (fiziki, geografiji in kemiji), strnite svoja razmišljanja ter podajte vaše predloge glede na spodaj navedene točke:

1. Poiščite prednosti in slabosti naslednjih energijskih virov: nafte, zemeljskega plina, premoga, hidroenergije, jedrske energije, geotermalne energije, energije plimovanja, sončne energije, energije vetra ter izpolnite tabelo v priloženi vaji.
2. Zamislite si, da bi v Sloveniji prenehale obratovati termoelektrarne in jedrska elektrarna. S katerimi alternativnimi energijskimi viri bi lahko nadomestili ali dopolnili našo oskrbo z energijo? Odgovor utemeljite.
3. Razmislite, kateri alternativni energijski vir bi lahko nadomestil naftne derivate pri prevozu blaga in ljudi.
4. V svetu postajajo vse bolj priljubljene energetsko samozadostne hiše. Kaj je značilnost teh hiš?
5. V tabelo napiši najmanj štiri nahajališča za vsak našteti energijski vir (na svetu ali v Sloveniji). Pomagaj si z zemljevidi v Atlasu.

Vrsta energijskega vira	Nahajališča
Nafta	
Zemeljski plin	
Črni premog	
Rjavi premog	

a) Kaj je skupnega vsem zgoraj naštetim energijskim virom?

b) Kateri izmed zgoraj naštetih energijskih virov je z okoljevarstvenega vidika najprimernejši za uporabo? Pojasni, zakaj.

3.10 Prehodni elementi in koordinacijske spojine

Stanislava Florijančič, Gimnazija Novo mesto

Dijaki v tem učnem sklopu proučujejo lastnosti prehodnih elementov in koordinacijskih spojin z eksperimentalno-raziskovalnim delom in vodenim razgovorom. Vsebine tega učnega sklopa ponujajo veliko možnosti za povezovanje znanja »šolske kemije« z uporabo v življenju. Predloge za eksperimentalno delo sem izbrala iz vaj, ki so za dijake še posebej zanimive, ker pri reakcijah prihaja do lepih barvnih sprememb.

Ioni prehodnih elementov tvorijo koordinacijske spojine. Njihove raztopine so pogosto obarvane. V učnem načrtu so koordinacijske spojine opredeljene kot posebna znanja, zato jih učitelj/učiteljica obravnava glede na zmožnosti in interese dijakov/dijakinj.

Predvideno število ur: 10 ur

Bistveno vprašanje: **Kakšne so lastnosti prehodnih elementov?**

Cilji učnega sklopa

Dijaki/dijakinje:

- opredelijo značilnosti prehodnih elementov;
  - o *spoznajo zgradbo in lastnosti koordinacijskih spojin;*
- proučujejo primere uporabe prehodnih elementov v industriji;
- razvijajo eksperimentalni pristop;
- pri preučevanju uporabe prehodnih elementov v industriji razvijajo spretnosti pri delu z različnimi viri.

Vsebine

Značilnosti prehodnih elementov

- Glavni tipi spojin
- Uporaba prehodnih elementov v industriji: krom, železo
  - o *koordinacijske spojine,*
  - o *ligand in centralni atom/ion, lastnosti koordinacijskih spojin.*

Pričakovani dosežki dijakov:

- na izbranih primerih razložijo glavne značilnosti prehodnih elementov;
- lastnosti kroma in železa znajo povezati z njuno uporabo v industriji;
  - o *na podlagi formule koordinacijske spojine razložijo njeno zgradbo.*

Predznanje

Pojem	Relacija
Prehodni elementi	Razumejo pomen elektronske zgradbe atoma za razlago kemijskih in fizikalnih lastnosti atomov.
Oksidacija, redukcija	Razumejo pojme: oksidacija, redukcija, oksidant, reducent.
Kemijsko ravnotežje	Razumejo obojesmernost (reverzibilnost) kemijskih reakcij in kemijsko ravnotežje kot dinamičen proces.
Eksperimentalni pogoji	Razlikujejo med eksperimentalnimi pogoji/okoliščinami, spremenljivkami in konstantami.

Scenarij učnega sklopa

Čas (ure)	Vsebinska gesla	Učna metoda, dejavnosti	Učna oblika	Učna sredstva
1	Značilnosti prehodnih elementov, glavni tipi spojin	vodena diskusija, razlaga, delo z besedilom	frontalna	tabela 1, učbeniki, priročniki, multimedijski računalnik z medmrežnim dostopom
2	Lastnosti železa, kroma in spojin	eksperimentalno raziskovalno delo, predstavitev	heterogeno skupinsko delo	delovni list 1, laboratorijski inventar, literatura
2	Lastnosti spojin prehodnih elementov	delo z viri, predstavitev z vodeno diskusijo	heterogeno skupinsko delo	literatura, učbeniki, multimedijski računalnik z medmrežnim dostopom
2	Lastnosti spojin prehodnih elementov	eksperimentalno raziskovalno delo z vodeno diskusijo	homogeno skupinsko delo	delovni list 2, material za vaje
2	*Koordinacijske spojine, centralni atom/ion in ligand, lastnosti koordinacijskih spojin*	eksperimentalno raziskovalno delo, vodena diskusija	homogeno skupinsko delo	delovni list 3, material za vaje, literatura
1	Utrjevanje	reševanje nalog z vodeno diskusijo	homogeno skupinsko delo	zbirke nalog, interaktivne naloge na spletu

Potek učnega procesa

Predvideni čas		DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV
1 ura	Značilnosti prehodnih elementov Glavni tipi spojin	Učitelj vodi skupinsko ponavljanje in razloži nastanek ionov, različna oksidacijska števila na primeru bakra, kroma, mangana, železa in srebra.	Dijaki proučujejo prehodne elemente: zgradbo elektronske ovojnice, oksidacijska stanja in lastnosti njihovih spojin.
2 uri	Lastnosti železa, kroma in spojin	Učitelj usmerja dijake z navodili na delovnem listu 1. Laborant skrbi za organizacijo dela, dijake usmerja v varno delo z nevarnimi snovmi in pravilno ravnanje z laboratorijskim inventarjem.	Dijaki po skupinah s poskusi raziskujejo lastnosti in sestavo kovinskih predmetov. Vsaka skupina proučuje različne kovinske predmete pri določenih pogojih. Pri prvi uri nastavijo poskuse, zapišejo začetne pogoje, poskuse opazujejo pet dni. V enakih časovnih intervalih zapišejo opažanja. O rezultatih poročajo drugim sošolcem.
2 uri	Lastnosti kroma in železa in uporaba v industriji	Poročanje skupin. Vodi delo skupin. Vodi poročanje in usmerja dijake v diskusijo.	Dijaki poročajo o rezultatih »petdnevnega« poskusa. V razpoložljivih virih in na podlagi pridobljenih rezultatov proučujejo lastnosti in uporabo železa in kroma. Izbrana skupina predstavi svoje ugotovitve, druge skupine v vodeni diskusiji dopolnijo s svojimi ugotovitvami.
2 uri	Lastnosti spojin prehodnih elementov	Učitelj usmerja dijake z navodili na delovnem listu 2. Laborant skrbi za organizacijo dela, dijake usmerja v varno delo z nevarnimi snovmi in pravilno ravnanje z laboratorijskim inventarjem.	Dijaki eksperimentalno proučujejo barvne spremembe železovih, kromovih in manganovih spojin v odvisnosti od oksidacijskega števila kovine. Pri tem ponovijo in utrdijo reakcije oksidacije in redukcije ter katalize.

Predvideni čas		DEJAVNOSTI UČITELJA/-ICE	DEJAVNOSTI DIJAKOV
2 uri	*Koordinacijske spojine in lastnosti koordinacijskih spojin*	Učitelj razloži osnovne pojme o zgradbi koordinacijskih spojin. Učitelj usmerja dijake z navodili na delovnem listu 3. Laborant skrbi za organizacijo dela, dijake usmerja v varno delo z nevarnimi snovmi in pravilno ravnanje z laboratorijskim inventarjem.	Dijaki z eksperimentalnim delom proučujejo zgradbo in lastnosti koordinacijskih spojin. Ob tem utrdijo znanje iz kemijskega ravnotežja. Pridobljeno znanje povezujejo z uporabo koordinacijskih spojin v življenju.
1 ura	Utrjevanje	Učitelj usmerja dijake pri reševanju nalog. Dijakom poda povratno informacijo o njihovem eksperimentalnem delu.	Dijaki rešujejo naloge iz zbirk in interaktivne naloge iz Keminfo, E-kemija. V diskusiji razmišljajo o izvedbi in rezultatih eksperimentalnega dela.

Evalvacija učnega sklopa

Predloge za eksperimentalno delo sem izbrala iz vaj, ki so za dijake zanimive zaradi barvnih sprememb. Dijaki so bili pri eksperimentalnem delu zelo motivirani. Več težav je bilo pri nalogah, ko so morali svoje znanje kemije povezovati z uporabo v življenju. Mnenja sem, da moramo učitelji kemije še posebno pozornost nameniti temu, da dijaki povezujejo svoje »šolsko znanje kemije« z uporabo v življenju. Učitelji si moramo prizadevati, da jim ustvarimo učno okolje, v katerem bodo to tudi doživeli.

Literatura

1 *Atkins, P. W. et al. (1997). Kemija – zakonitosti in uporaba, Ljubljana: TZS.*

2 *Bačnik, A., Bukovec, N., Poberžnik, A. (et al.) (2008). Posodobljeni učni načrt za kemijo v gimnazijah. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport in Zavod RS za šolstvo. Dostopno na naslovu: http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.html (citirano 20. 01. 2010).*

3 *Bukovec, N. (2009). Kemija za gimnazije 1. Ljubljana: DZS.*

4 *Bukovec, N., Dolenc, D., Šket, B. (2002). Kemija za gimnazije 2. Ljubljana: DZS.*

5 *Bukovec, N., Glažar, S. A. (1996). Naloge iz splošne in anorganske kemije za srednjo šolo. Zbirka. Ljubljana: DZS.*

6 *Hill, G. (et. al.) (2000). KEMIJA 2000. Učbenik za tehniške in strokovne šole. Ljubljana: DZS.*

7 *Hill, G. (et. al). (1999). KEMIJA 2000. Delovni zvezek 1. Ljubljana: DZS.*

8 *Haavisto, A. (et. al.) (1996). Čudežni svet elementov. Ljubljana: DZS.*

9 *Ryan, L. (2000). Kemija. Preproste razlage kemijskih pojavov. Ljubljana: TZS.*

10 *Lainchbury, A., Stephens, J., Thompson, A., Graunar, M. (2002). Praktična kemija. Delovni zvezek 2. Ljubljana: DZS.*

11 *Kral, P., Rentzsch, W., Weissel, H. (1994). Preprosti kemijski poskusi za šolo in prosti čas. Ljubljana: DZS.*

12 *Asselborn, W., Demuth, R. (1999). Šolski kemijski poskusi z varnim odstranjevanjem odpadnih snovi. Ljubljana: TZS.*

13 *Keminfo [online]. Dostopno na naslovu: http://www.keminfo.uni-lj.si (citirano 20. 01. 2010).*

14 *Kemijsko varen [online]. Dostopno na naslovu: http://www.kemijskovaren.si (citirano 19.01.2010).*

15 *Šegedin, P.(1996). Osnove kemijskega računanja. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.*

16 *Kemija (2002). Laboratorijske vaje za maturo 2002 in 2003. Ljubljana: Državni izpitni center.*

17 *Kemija (2002). Laboratorijske vaje za maturo 2002 in 2003. Navodila za učitelje. Ljubljana: Državni izpitni center.*

18 *Požek Novak, T. (1990). Biokemijski eksperimenti v šoli. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.*

19 *Smrdu, A. (2004). Fluor ni flour. 777 nalog iz splošne in anorganske kemije za gimnazije in druge srednje šole. Ljubljana: Jutro.*

20 *Smrdu, A. (2007). Kemija – Snov in spremembe 2. Ljubljana: Jutro.*

21 *Strunz, U., Jopp, A. (2007). Minerali. Ljubljana: Mladinska knjiga.*

Priloge

Delovni list: Lastnosti spojin prehodnih elementov (eksperimentalno delo)

Delovni list za eksperimentalno delo 1

Delovni list za eksperimentalno delo 2

Delovni list za eksperimentalno delo 3

Prehodni elementi – tabela 1

Delovni list

Lastnosti spojin prehodnih elementov (eksperimentalno delo)

Namen

Pri eksperimentalnem delu boste proučevali spreminjanje barve manganovih, železovih in kromovih spojin pri kemijskih reakcijah. Ugotovili boste, da so barvne spremembe povezane z oksidacijskim stanjem kovin. Utrdili boste svoje znanje o: reakcijah oksidacije in redukcije, vplivu uporabe katalizatorjev in o ravnotežju pri kemijski reakciji.

Laboratorijski pribor in snovi z napotki za varno delo

Laboratorijski pribor:	**Snovi:**
• kapalne plastenke • pinceta • prosojnica	0,02 M $KMnO_4$ R 21/22 S 26-45 Xn(nevarno) KOH(s) granule R 35 S 26-37/39-45 C (jedko) 1 M H_2SO_4 R 20/21/22/23 S 26-45 C (jedko) 1 M Na_2SO_3 R 31 S 24-25-26-45 Xi (nevarno) 6 % H_2O_2 (jedko) C O (oksidativno) R 8-34 S 3-28-36-39-45 0,10 M $H_2C_2O_4$ R 22 S 24/25 xn(nevarno) $FeSO_4 \cdot 7H_2O$(s) R 22 S 24/25 xn(nevarno)
Varno delo: Obvezna je uporaba zaščitne opreme: očala, rokavice in halja. Pri delu z nevarnimi snovmi obvezno upoštevajte ustrezne opozorilne in varnostne (R- in S-) stavke.	

Navodilo za delo

Na prosojnico kanite v vsako polje po eno kapljico raztopine 0,02 M $KMnO_4$. Kapljici raztopine $KMnO_4$ dodajte granulo KOH in po dve kapljici reagenta, kot je zapisano v tabeli. Zapišite opažene spremembe in enačbe reakcij.

Prosojnica za eksperimentalno delo

Reagenti	KOH(s)	1 M Na_2SO_3	1 M H_2SO_4 6 % H_2O_2	1 % askorbinska kislina
0,02 M $KMnO_4$				

Opažanja/rezultati

Reagenti	KOH(s)	1 M Na_2SO_3	1 M H_2SO_4 6 % H_2O_2	1 % askorbinska kislina
Opažena sprememba				
Oksidacijsko število mangana				

Vprašanja za razmislek

1. Poskušajte razložiti, zakaj se uporabljata natrijev sulfit Na_2SO_3 in askorbinska kislina za konzerviranje hrane?

2. Kaj se zgodi, če 6 % raztopini H_2O_2 dodamo MnO_2(s)?

   a) Kakšna je pri tem vloga manganovega dioksida?

   b) Kako bi dokazali nastanek kisika pri tej reakciji?

3. Razmislite, kako bi prikazali homogeno katalizo na prosojnici z reagenti:
   0,02 M $KMnO_4$, 1 M H_2SO_4 , 0,10 M $H_2C_2O_4$, 0,1 M $MnSO_4$?
   Zapišite postopek dela.

Načrtovanje in izvedba eksperimentalnega dela

Zakaj raztopina železovega(2+) sulfata na zraku porjavi?

Načrtujte in izvedite poskuse za prikaz tega pojava na prosojnici z reagenti:

zelena galica $FeSO_4 \cdot 7H_2O(s)$, voda, 6-odstotna raztopina H_2O_2, 1-odstotna raztopina askorbinske kisline, 0,1 M $FeCl_3(aq)$, 0,1 M KSCN, košček jabolka.

Varno delo

Obvezna je uporaba zaščitne opreme: očala, rokavice in halja. Pri delu z nevarnimi snovmi obvezno upoštevajte ustrezne opozorilne in varnostne (R- in S-) stavke.

Vprašanja za razmislek

1. Kakšne barve sta $Fe^{2+}(aq)$ in $Fe^{3+}(aq)$?

   (*V pomoč*: Ioni $Fe^{3+}(aq)$ in $SCN^-(aq)$ tvorijo spojino krvavo rdeče barve. To krvavo rdeče obarvanje je značilno za ion $[FeNCS(OH_2)_5]^{2+}$)

2. Kakšna je vloga vitamina C pri tem poskusu?

3. Navedite kakšen primer uporabe zelene galice in razložite zakaj.

Načrtovanje in izvedba eksperimentalnega dela

Načrtujte in izvedite reakcije za prikaz oksidacijskih stanj kroma s pomočjo 0,1 M K_2CrO_4, 1 M H_2SO_4 in 1-odstotne raztopine askorbinske kisline.

Varno delo

Obvezna je uporaba zaščitne opreme: očala, rokavice in halja. Pri delu z nevarnimi snovmi obvezno upoštevajte ustrezne opozorilne in varnostne (R- in S-) stavke.

Vprašanja za razmislek

1. Kateri ioni prevladujejo v raztopini K_2CrO_4 po dodatku askorbinske kisline?

2. Kateri ioni prevladujejo v raztopini K_2CrO_4 po dodatku 1M H_2SO_4?

3.11 Sodelovalno projektno delo v drugem letniku gimnazije

Alenka Mozer, Gimnazija Vič in Mojca Orel, Gimnazija Moste

Ena med bistvenimi novostmi posodobljenega učnega načrta za kemijo v gimnaziji je uvajanje projektnega sodelovalnega dela za vse dijake drugega letnika. V prispevku je predstavljena možna izvedba projektnega sodelovalnega dela, kot ga že več let izvajata avtorici pri svojem pouku.

Predlagamo, da dijaki delajo po načelih sodelovalnega učenja, v skupinah po najmanj dva oziroma največ po štiri dijake. Za obliko projektnega dela se odločijo po zahtevnosti oziroma motiviranosti in po standardih znanja za kemijo v gimnaziji. Učitelj dijake seznani s ponudbo možnih oblik projektnega dela in predlaga nekaj tem po posodobljenem učnem načrtu za kemijo v gimnaziji, seveda pa pusti odprte možnosti tudi za predloge dijakov, kaj jih zanima in kaj je mogoče vključiti v pouk kemije. Še posebej pa poudarjamo, kako pomemben je pri kemiji eksperimentalni pristop oz. učenje z raziskovanjem, in skušamo dijake kar najbolj spodbuditi k samostojnemu načrtovanju in izvajanju kemijskih poskusov.

Priporočamo, da je vsaj nekaj tem medpredmetno oziroma kroskurikularno zasnovanih, kar omogoča, da dijaki z eno projektno nalogo pridobijo ocene pri dveh/treh predmetih (npr. fizika, kemija, informatika). Včasih učitelji v preveliki vnemi dijake preobremenimo s številnimi seminarskimi nalogami, če ne vidimo prek meja svojega predmeta.

Pomembno je tudi časovno načrtovanje, kako in kdaj izvajati projektno delo, tako da dijaki ne bodo v določenem obdobju preobremenjeni in da hkrati pouk kemije ne bo »trpel«. Predstavljen je predlog, kako lahko to učinkovito časovno vključimo v pouk in v preverjanje in ocenjevanje znanja.

Ponudba možnih oblik projektnega dela

glede na motiviranost dijakov oziroma po zahtevnosti in po standardih znanja:

- projektno delo, ki zajema delo z viri in predstavitev (ustna predstavitev in predstavitev v PowerPointu/spletna stran/plakat/članek v šolskih ali drugih medijih/video ...) – ocena vredna do 100 odstotkov pisne naloge;
- projektno delo, ki zajema delo z viri, raziskavo (anketa, intervju ipd.) in predstavitev ali raziskavo s kvalitativnim kemijskim eksperimentom in predstavitev – ocena vredna do 130 odstotkov pisne naloge;
- projektno delo, ki zajema delo z viri, raziskavo s kvantitativnimi rezultati oziroma kvantitativnim kemijskim eksperimentom in predstavitev – ocena vredna do 150 odstotkov pisne naloge.

Nekatere predlagane teme po učnem načrtu za kemijo

A. Lastnosti izbranih elementov in spojin v bioloških sistemih in sodobnih tehnologijah

Pridobivanje pomembnih kovin iz rud

- Fe in Zn – primer redukcije
- Al – primer elektrolize
- Hg, Au – primer samorodnih kovin

Uporaba anorganskih spojin v življenju

- Lastnosti tehnološko pomembnih spojin (H_2SO_4, NH_3, HNO_3, H_3PO_4, klorati, umetna gnojila)
- Kisline, baze in soli v vsakdanjem življenju (antacidi, kisline, baze in soli v prehrani, kisline in baze v čistilih, aditivi ...)
- Umetna gnojila in vpliv na okolje
- Hibridni avtomobili
- Baterije
- Gorivne celice
- Katalizatorji
- Kisli dež
- Ozon
- Anorganske spojine v medicini

B. Elementi in spojine v modernih tehnologijah

- Silicij
- Nanotehnologija (fulereni, TiO_2 in drugi katalizatorji)
- Polprevodniki
- Moderni materiali

Časovno načrtovanje sodelovalnega projektnega dela

do 15. oktobra v šolskem letu (1 ura)

Dijakom ponudimo teme (naslove, oblike projektnih nalog).

do 1. tedna v novembru

Dijaki izberejo naslove tem ter oblikujejo skupine in obvestijo učitelja – oddajo seznam pri pouku ali po e-elektronski pošti ali preko spletne učilnice).

do 15. novembra (1 ura)

Izberejo literaturo, oblikujejo načrt dela, porazdelijo si naloge in opravijo konzultacijo z učiteljem.

do 15. januarja

V nadaljevanju dijaki samostojno delajo projektno nalogo (doma ali/in pri informatiki), načrtujejo in izvedejo poskus ter učitelju oddajo vmesno poročilo o poteku dela pri pouku ali po elektronski pošti ali preko spletne učilnice).

do sredine februarja

Dijaki oddajo delovno različico projektne naloge učitelju v pregled.

prvi teden v marcu (oz. po zimskih počitnicah)

Dijaki oddajo končno različico projektne naloge.

od 15. 3. do najpozneje teden dni pred zadnjim testom (4 ure)[3]

V drugem ocenjevalnem obdobju dijaki po dogovorjenem vrstnem redu (upoštevaje učne teme pri kemiji) predstavijo svoje projektne naloge.

Osnovni napotki za sodelovalno učenje

Pojem sodelovanje pomeni skupno delo za dosego skupnega cilja.

Primer navodila za delo v skupini

Dijake opozorimo, da se bo njihovo delo v skupini ocenjevalo.

Pri sodelovanju v skupini priporočamo upoštevanje spodaj navedenih smernic.

1. Oblikovanje skupin – *opravi učitelj*

Skupine sestavite heterogeno glede na sposobnosti kot tudi glede na osebnostne značilnosti, kot so spol, socialni status, nacionalnost itd. Tako lahko člani skupine spoznavajo drugačnost in jo upoštevajo v medsebojnih odnosih.

2. Prevzemanje vlog v skupini – *opravijo dijaki*

Vodja skupine ni določen, vodenje pa je porazdeljeno na vse člane. Vsak posameznik se nauči prevzeti naloge vodenja. Ta funkcija ni vezana na sposobnosti posameznika.

3. Posameznikova odgovornost – *določijo dijaki*

V skupini mora biti jasna odgovornost vsakega posameznika, s tem pa je tudi znan prispevek posameznika k rezultatu.

3 *Nekateri motivirani dijaki začnejo projektno delo že v prvem letniku in lahko v drugem letniku nalogo tudi bistveno prej končajo in jo predstavijo.*

4. Pozitivna soodvisnost in odgovornost za delo skupine – *naloga dijakov*

Vsakega člana skupine naj zanima tudi dejavnost drugih članov; pomembna je pozitivna naravnanost drug do drugega in delovanje v skupno dobro. Od članov skupine pričakujemo, da si bodo medsebojno pomagali pri doseganju rezultatov. Vsak član skupine je odgovoren tudi za rezultate drugih članov. Če kdo ne more opraviti določene naloge, ga drugi v skupini podpirajo in spodbudijo in pomagajo pri dokončanju naloge.

5. Sodelovalne veščine in usmerjenost na proces – *naloga dijakov*

Če kateri član skupine naleti na oviro ali ne razume snovi, mu jo drugi člani skupine ponovno razložijo oziroma ga spodbudijo, da najde ustrezne informacije, se pogovarjajo med seboj, razrešujejo dileme ... Med člani skupine naj vre konstruktivna komunikacija in mirno reševanje konfliktov, poleg svojega dela naj bodo usmerjeni v skupen proces dela v skupini, usklajevanje in dopolnjevanje.

6. Cilja sta dva: dokončana projektna naloga in dobri odnosi med člani – *naloga dijakov, učitelj opazovalec*

Vsebinski cilj dela v skupini je, da vsak član doseže najboljši učni rezultat in dober skupni rezultat (projektna naloga).

Procesni cilj skupinskega dela je razvijanje sodelovalnih veščin za dobre odnose med člani. Učitelj bo skupine opazoval in dijakom dajal povratne informacije o delu in sodelovanju v skupini.

7. Refleksija in ocenjevanje dela v skupini – *naloga dijakov*

Vsak posameznik samooceni svoj prispevek in oceni prispevke drugih članov v skupini.

Ocenjevanje projektnega sodelovalnega dela

Dijaki morajo vnaprej dobiti opisnike in kriterije za izdelavo in ocenjevanje projektnega dela. V oceni naj bo zajeto tudi sodelovalno delo v skupini oziroma prispevek posameznika.

Primer enostavnih in dijakom razumljivih opisnikov in kriterijev za projektno sodelovalno delo, kot ga uporabljata avtorici, je predstavljen v nadaljevanju.

Ocenjujemo:

- potek dela in zapis naloge,
- predstavitev
- ter eksperiment oziroma raziskavo, če jo je projektno delo vsebovalo.

Da ne bi dijaki znali le tistega, kar so raziskovali sami, in prezrli prispevke sošolcev, vsaka skupina iz svoje projektne naloge pripravi po dve vprašanji, ki sta v nadaljevanju zajeti v učiteljevem naboru mogočih vprašanj za pisno in ustno ocenjevanje vseh dijakov v oddelku.

Priloge

Opisniki in kriteriji za ocenjevanje projektne naloge

Ocenjevalni list: Sodelovalno delo v skupini

Obrazec: Skupinski ocenjevalni list projektne naloge

Opisniki in kriteriji za ocenjevanje projektne naloge

PREDMET OCENJEVANJA		možno št. točk
Potek dela in zapis naloge		
1. Opredelitev problema, izbira virov in načrt naloge (prvo poročilo)		
0 – 5 T	Neopredeljen oz. slabo opredeljen problem, virov je malo ali so neprimerni, slabo zastavljen načrt.	15
6 – 10 T	Opredeljen problem, viri so primerni, vendar pomanjkljivi, primerno zastavljen načrt.	
11 – 15 T	Problem je jasno opredeljen, viri so dobro izbrani in načrt je dobro zastavljen	
2. Izbira in uporaba ustreznih metod dela glede na opredeljeno vsebino naloge, analiza rezultatov, ugotovitve in sklepi.		
0 – 5 T	Izbrane metode so neprimerne oz. slabo izvedene, analiza rezultatov je nepopolna oz. nepravilna, sklepi so slabi ali pomanjkljivi.	15
6 – 10 T	Izbrane metode so primerne, vendar pomanjkljivo izvedene, analiza rezultatov je dobra, vendar ne povsem natančna, sklepi so podkrepljeni s precej verodostojnimi dokazi.	
11 – 15 T	Izbrane metode so dobro vezane na problem naloge in dobro izvedene, analiza rezultatov je popolna in natančna, sklepi so podkrepljeni z več verodostojnimi dokazi, ki napovedujejo rešitev problema oz. priporočila za nadaljnje raziskovanje.	
3. Ustreznost zapisa (vsebina, predpisana/dogovorjena oblika, strokovna in jezikovna pravilnost)		
0 – 5 T	Zapis je neustrezen, površen, vsebina ne ustreza naslovu naloge, vidijo se slogovne razlike prispevkov posameznih članov, jezik je preprost in slovnično pomanjkljiv, strokovni izrazi niso uporabljeni korektno.	15
6 – 10 T	Zapis je primeren, vsebina ustreza naslovu, delno so vidne slogovne razlike prispevkov posameznih članov. Jezik je primeren in slovnično pravilen, le nekateri strokovni izrazi niso uporabljeni korektno.	
11 – 15 T	Zapis je zelo dober, vsebina ustreza naslovu, slogovno enoten – ni razlik med prispevki posameznih članov. Jezik je knjižni in slovnično pravilen, strokovni izrazi so uporabljeni povsem pravilno.	
4. Ustreznost navajanja virov		
0 – 1 T	Viri niso navedeni oziroma so nepravilno navedeni.	5
2 – 3 T	Viri so korektno, vendar občasno pomanjkljivo navedeni.	
4 – 5 T	Viri so natančno in pravilno navedeni.	

5. Izviren in ustvarjalen pristop		
0 – 3 T	Pristop je neenoten, z malo povsem konvencionalnimi idejami in metodami dela, zapis naloge je nezanimiv in oblikovno neustrezen.	10
4 – 7 T	Pristop je sicer enoten, vendar s pretežno konvencionalnimi idejami in metodami dela, zapis naloge je korekten in je oblikovno ustrezen.	
8 – 10 T	Pristop je celovit z mnogimi idejami, izbrane metode so uporabljene inovativno, zapis naloge je zanimiv in pritegne bralca (anekdote, citati, najnovejša spoznanja ...) in je oblikovno privlačen (dobro uporabljeno slikovno gradivo, grafi ...)	
Skupaj		*70*
6. Prispevek posameznika k delu skupine (glej ocenjevalni list skupine – sodelovalno delo):		
0 – 5 T	Samoocena posameznika	10
0 – 5 T	Povprečna ocena drugih članov	
Predstavitev		
1. Kakovost predstavitve		
0 – 5 T	Predstavitev je slaba, nesistematična, ne sledi vsebini naloge; ni opredeljenega problema naloge, niso podana ključna dejstva oz. ugotovitve, jezikovno in strokovno izražanje je pomanjkljivo oz. neprimerno; slabo uporabljeni ali sploh neuporabljeni vizualni pripomočki.	15
6 – 10 T	Predstavitev je korektna, ne povsem sistematična in celovita; predstavljen je problem naloge, utemeljene so metode dela, podana so ključna dejstva oz. ugotovitve, jezikovno in strokovno izražanje je ustrezno; primerno uporabljenih nekaj vizualnih pripomočkov.	
11 – 15 T	Predstavitev je zanimiva, sistematična in celovita; dobro je predstavljen problem naloge, utemeljene so metode dela, podana so le ključna dejstva oz. ugotovitve, jezikovno in strokovno izražanje je dobro, odlično ciljno uporabljeni vizualni pripomočki.	
2. Upoštevanje predpisanega časa predstavitve		
0 – 1 T	Člani skupine nimajo občutka za časovni okvir, predstavitev je bistveno predolga ali prekratka oz. ima povsem neprimerno časovno razporeditev glede na vsebino naloge (razvlečeni nepomembni deli, ključnim dejstvom pa namenjen prekratek čas).	5
2 – 3 T	Predstavitev delno predolga ali prekratka glede na predvideni čas, precej primerna časovna razporeditev glede na vsebino naloge.	
4 – 5 T	Predstavitev traja predvideni čas, dobra časovna razporeditev glede na vsebino naloge.	

3. Odziv in dejavnost poslušalcev		
0 – 1 T	Predstavitev poslušalcev ne pritegne, v razredu je nemir, ki ga člani skupine ne zaznajo oz. nalogo predstavljajo izključno učitelju; člani skupine v predstavitvi niso načrtovali nobenih dejavnosti za poslušalce.	5
2 – 3 T	Predstavitev je primerno tekoča, člani skupine med predstavitvijo skušajo vključiti poslušalce, tudi z nekaj pripravljenimi gradivi, a jim ne uspeva v celoti.	
4 – 5 T	Predstavitev je privlačna in zelo pritegne poslušalce, člani skupine se med predstavitvijo odzivajo na občinstvo in z dobro pripravljenimi gradivi učinkovito aktivirajo poslušalce.	
4. Medsebojna usklajenost članov skupine		
0 – 1 T	Člani skupine niso usklajeni, si skačejo v besedo oz. so med posameznimi prispevki mučni premolki, občasen vtis kaosa.	5
2 – 3 T	Člani skupine so primerno usklajeni, občasno pride do manjših spodrsljajev, ki predstavitve ne motijo bistveno.	
4 – 5 T	Člani skupine so pri predstavitvi dobro usklajeni, se podpirajo in dopolnjujejo.	
Skupaj		*30*
Eksperiment/raziskava		
1. Izbira in način eksperimenta/raziskave		
0 – 1 T	Izbrani eksperiment ni primeren za izvedbo (morda celo nevaren), načrt izvedbe neracionalen oz. neprimeren.	5
2 – 3 T	Primerna izbira eksperimenta, delno pomanjkljivo zasnovan načrt.	
4 – 5 T	Dobra izbira eksperimenta, dobro zasnovan načrt – ustrezno predvideni vsi pripomočki in kemikalije.	
2. Izvedba in predstavitev eksperimenta (varno delo, natančnost)		
0 – 3 T	Izvedba in predstavitev je slaba ali eksperiment ne uspe zaradi slabe priprave, dijaki ne upoštevajo navodil za varno delo, komentar pri izvajanju je pomanjkljiv oz. neprimeren.	10
4 – 7 T	Izvedba in predstavitev je korektna, dijaki ustrezno upoštevajo navodila za varno delo, komentar pri izvajanju je ustrezen.	
8 – 10 T	Izvedba in predstavitev je privlačna, dijaki upoštevajo navodila za varno delo in opozarjajo poslušalce nanje, komentar pri izvajanju je učinkovit in zanimiv.	

3. Zapis navodil za izvedbo (predpisana/dogovorjena oblika, strokovna pravilnost, varno delo)		
0 – 3 T	Navodila so neustrezna, površna, ne zajemajo napotkov za varno delo, strokovni izrazi niso uporabljeni korektno.	
4 – 7 T	Navodila so primerno zapisana in vsebujejo napotke za varno delo, le nekateri strokovni izrazi niso uporabljeni korektno.	10
8 – 10 T	Navodila so dobro in nazorno napisana (slike aparatur ...) in vsebujejo napotke za varno delo, strokovni izrazi so uporabljeni pravilno.	
4. Izviren in ustvarjalen pristop		
0 – 1 T	Pristop je popolnoma konvencionalen.	
2 – 3 T	Pristop je zanimiv z nekaj izvirnimi idejami.	5
4 – 5 T	Pristop je privlačen s popolnoma novimi, izvirnimi idejami.	
5. Natančnost, zanesljivost, ponovljivost pri kvantitativnem eksperimentu		
0 – 8 T	Zaradi nenatančnega in nezanesljivega izvajanja eksperimenta člani niso dobili primernih rezultatov; iz njih ne morejo oblikovati posplošitev oz. zakonitosti; ne znajo pojasniti virov napak oz. jih pojasnjujejo narobe.	
9 – 15 T	Eksperiment je izveden korektno, dijaki so dobili primerne rezultate z nekaj napakami; iz rezultatov lahko delno oblikujejo posplošitve in ugotavljajo zakonitosti; večinoma ustrezno pojasnijo vire napak oz. znajo primerno (s pomočjo učitelja) razložiti, kako bi se lahko napakam v prihodnje izognili.	20
16 – 20 T	Eksperiment je izveden natančno in zanesljivo, iz rezultatov lahko ustrezno oblikujejo posplošitve in ugotavljajo zakonitosti; vire morebitnih manjših napak pravilno pojasnijo oz. znajo dobro razložiti, če/kako bi se lahko takim napakam v prihodnje izognili.	
Skupaj		*50*
Skupni seštevek		*150*

Ocenjevalni list

Sodelovalno delo v skupini

Ime skupine: _____

Član (ime in priimek): _____

Na kratko opiši, kako si doživljal skupinsko delo pri projektni nalogi:

Ali je bilo težko opredeliti problem oz. s katero stopnjo dela ste imeli največ težav?

Ali je skupina dosegla zastavljeni cilj in na kakšen način?

Kako si se v skupini počutil, kakšna je bila komunikacija oziroma kakšni so bili odnosi med člani skupine?

Kaj bi pri delu svoje skupine izpostavil kot dobro in kaj kot slabo? Ali bi se slabostim lahko izognili – napiši predloge?

Kako številčno ocenjuješ svoj prispevek k delu skupine?

1 2 3 4 5

Kako so te ocenili drugi člani skupine?

Član 1: _____ Član 2:_____ Član 3: _____ Povprečna ocena:_____

Kako številčno ocenjuješ prispevke ostalih članov skupine?

Ime in priimek člana: _____ 1 2 3 4 5

Ime in priimek člana: _____ 1 2 3 4 5

Ime in priimek člana: _____ 1 2 3 4 5

** Ocenjuješ od 1 do 5, 5 je najboljša ocena.*

Enoten predlog 2 vprašanj/nalog tvoje skupine za pisno ocenjevanje znanja.

1. vprašanje/naloga: _____

2. vprašanje/naloga: _____

Obrazec

Skupinski ocenjevalni list projektne naloge

PREDMET OCENJEVANJA	Možno število točk	Doseženo število točk
Potek dela in zapis naloge		
1. Opredelitev problema, izbira virov in načrt naloge (prvo poročilo)	15	
2. Izbira in uporaba ustreznih metod dela glede na opredeljeno vsebino naloge, analiza rezultatov, ugotovitve in sklepi.	15	
3. Ustreznost zapisa (vsebina, predpisana/dogovorjena oblika, strokovna in jezikovna pravilnost)	15	
4. Ustreznost navajanja virov	5	
5. Izviren in ustvarjalen pristop	10	
6. Prispevek posameznika k delu skupine Član: _____ Član: _____ Član: _____ Član: _____	10	
Skupaj	**70**	
Predstavitev naloge		
1. Kakovost predstavitve	15	
2. Upoštevanje predpisanega časa predstavitve	5	
3. Odziv in dejavnost poslušalcev	5	
4. Medsebojna usklajenost članov skupine	5	
Skupaj	**30**	
Eksperiment/Raziskava		
1. Izbira in načrt eksperimenta/raziskave	5	
2. Izvajanje in predstavitev eksperimenta/raziskave	10	
3. Zapis navodil za izvedbo (vsebina, predpisana/dogovorjena oblika, strokovna in jezikovna pravilnost, varno delo)	10	
4. Izviren in ustvarjalen pristop	5	
5. Natančnost, zanesljivost in ponovljivost pri kvantitativnem eksperimentu/raziskavi	20	
Skupaj	**50**	
Skupni seštevek	**150**	

Nomenklatura anorganskih spojin za učitelje srednjih šol

Nataša Bukovec

4.1 Uvod

Kemijska pismenost je tesno povezana z razumevanjem in znanjem simbolov, kemijskih formul in imen elementov in spojin, zato je nomenklatura v šolskem prostoru pomemben del učnih vsebin. V sestavku so predstavljeni nomenklaturni sistemi, ki se uporabljajo v kemijski srenji. Za učitelja je pomembno, da te sisteme načeloma pozna oziroma jih lahko prepozna. V šoli pa bo uporabljal le tisti del določenega sistema, ki ga dijaki še zmorejo razumeti. Smiselna uporaba anorganske nomeklature v šoli bo podana na koncu sestavka.

V letu 2005 je IUPAC-International Union of Pure and Applied Chemistry izdal publikacijo z novimi priporočili pri uporabi anorganske nomenklature, ki nekoliko bolj posegajo v do zdaj veljavna nomenklaturna pravila. Pri tem je v ospredju strukturni vidik anorganskih snovi in uporaba oziroma poenotenje nomenklaturnih principov z organsko kemijo. Za šolski prostor so pomembne predvsem spremembe pri poimenovanju anorganskih kislin in njihovih soli.

V rabi so trije nomenklaturni sistemi: kompozicijski, substitutivni in aditivni.

Kompozicijska nomenklatura (ali nomenklatura na podlagi sestave) temelji na sestavi snovi. Ta način poimenovanja poznamo kot splošna stehiometrijska imena.

Substitutivna nomenklatura se uporablja v organski kemiji, v anorganski kemiji pa za poimenovanje spojin, pri katerih se v anorganskih hidridih vodikov atom zamenja z drugimi atomi ali skupinami.

Aditivna nomenklatura se uporablja za poimenovanje kooordinacijskih spojin in po novih priporočilih tudi za poimenovanje anorganskih oksokislin. Obenem nomenklatura dovoljuje uporabo nekaterih nesistematskih imen, ki se uporabljajo v strokovnih krogih ali so v splošni rabi.

Naj posebej poudarim, da je sestavek povzetek vsebin, s katerimi mora biti učitelj, ki poučuje v srednji šoli, seznanjen. Nikakor pa ne more nadomestiti prevoda izvirne IUPAC-ove publikacije (1).

Določena priporočila se v preteklosti niso uporabljala v praksi, zato so jih v novih priporočilih spremenili ali opustili. Pri pregledu novosti je največja sprememba pri poimenovanju oksokislin in njihovih soli. Pri tem Stockov način poimenovanja, ki smo ga v šolskem prostoru v Sloveniji uporabljali zadnjih 20 let, ni več omenjen. Dovoljena je uporaba splošno uveljavljenih nesistematskih imen, ki se še in so se vedno uporabljala v strokovnih krogih (kemija, farmacija, medicina). Po tej nomenklaturi oksokisline poimenujemo po centralnem atomu, oksidacijsko število pa izražamo s končnicami in predponami. Priporočena adicijska imena oksokislin in njihovih soli odražajo strukturo teh spojin. Prav gotovo je uporaba adicijskih imen primerna za poučevanje na univerzitetni ravni, saj študentom obenem pomaga usvojiti strukturni vidik teh snovi. Za osnovnošolsko in srednješolsko raven pa so adicijska imena oksokislin neprimerna. Zato se bodo v osnovni in srednji šoli uporabljala dovoljena nesistematska imena. To pa k sreči ne pomeni zelo velikih sprememb.

4.2 Elementi

4.2.1 Izotopi

Vsi izotopi nekega elementa imajo enako ime, izjema je vodik.

^{1}H protij

^{2}H devterij

^{3}H tritij

Za devterij in tritij se lahko uporabljata tudi simbola D in T.

Kationi vodikovih izotopov:

$^{1}H^{+}$ proton

$^{2}H^{+}$ devteron

$^{3}H^{+}$ triton

V naravi je zmes vseh treh izotopov; za zmes izotopov se za kation priporoča uporaba imena hidron (H^{+}).[4]

4.2.2 Alotropske modifikacije elementov (alotropi)

Priporoča se uporaba racionalnih (sistematskih) imen, ki temeljijo na molekulski formuli ali kristalni strukturi, lahko pa uporabljamo splošno uveljavljena alternativna/trivialna imena.

Predpona »mono« se uporablja le tedaj, ko element praviloma ne nastopa v enoatomnem stanju.

Formula	*Sistematsko ime*	*Dovoljeno ime*
H	monovodik	
N	monodušik	
N_2	didušik	dušik
O_2	dikisik	kisik
O_3	trikisik	ozon
P_4	tetrafosfor	beli fosfor
S_8	ciklo-oktažveplo	α-žveplo, β-žveplo
S_n	poližveplo	μ-žveplo
C_{60}	heksakontaogljik	[60]fuleren

4 *Kemik ima praviloma opravka z izotopsko zmesjo, in ne z izotopsko čistim 1H+. Ime proton in z njim povezana protoliza je splošno uporabljen in uveljavljen termin, ki se bo v praksi še naprej uporabljal, zato ga za zdaj ne kaže opuščati.*

4.3 Formule

Za opis spojin uporabljamo empirične, molekulske in strukturne formule. Empirična formula je najenostavnejša formula, ki podaja sestavo spojine. V praksi jih pogosto imenujemo enostavne formule, v primeru ionskih spojin pa formulske enote. Molekulska formula opisuje dejansko sestavo molekul. Strukturna formula pa opisuje dejansko vezavo atomov v molekuli in njihovo razporeditev v prostoru.

Formule spojin:

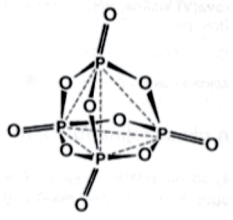
Empirična

H_2O NaCl Al_2O_3

Molekulska

P_4O_{10} S_2Cl_2

Strukturna formula **P_4O_{10}**

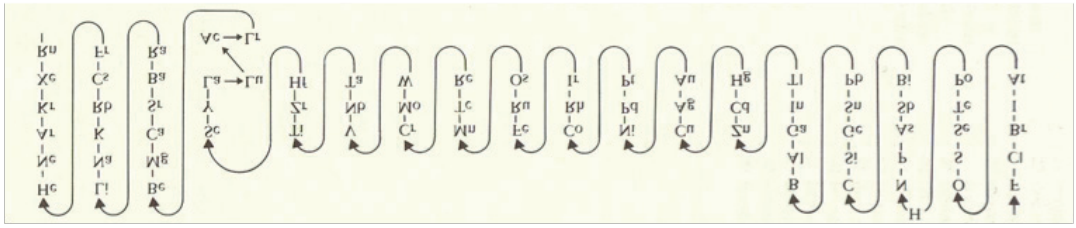


4.3.1 Empirične formule

V empirični formuli zapišemo najenostavnejše (stehiometrično) razmerje atomov v določeni spojini. Za vrstni red simbolov atomov v formuli pa uporabimo kriterij elektronegativnosti[5] atomov ali abecedni vrstni red. Po kriteriju elektronegativnosti je atom elementa, ki ima najmanjšo relativno elektronegativnost, na prvem mestu, nato sledijo drugi glede na naraščajočo elektronegativnost. Pri razvrščanju atomov uporabljamo preglednico 1.

5 *Razvrstitev elementov od najbolj elektronegativnega do najbolj elektropozitivnega.*

Preglednica 1



V nomenklaturi je pojem elektronegativnosti umetno prirejen po periodnem sistemu (vendar ne povsem, glej, kje so razvrščeni žlahtni plini) in ne sovpada z dejanskimi elektronegativnostmi atomov, ki so bile izračunane po različnih modelih.

Kriterij elektronegativnosti se največ uporablja pri binarnih spojinah.

NH_3 H_2S OF_2 O_2Cl

Abecedni vrstni red zapisovanja empiričnih formul se uporablja v katalogih kemikalij (npr. Merck). V spojinah, ki vsebujejo ogljik in vodik, je na prvem mestu napisan ogljik in na drugem vodik.

Primeri:

$BrNaO_3$	natrijev bromat
$C_2Li_2O_4$	dilitijev oksalat
C_2H_6LiN	litijev dimetilamid
Cl_2Cu	bakrov diklorid
HK	kalijev hidrid

4.3.2 Molekulske formule

Molekulska formula opiše dejansko sestavo molekul spojine. Empirična formula je včasih tudi molekulska formula, vendar je lahko zapis empirične formule različen od zapisa molekulske formule, zlasti če je uporabljen abecedni vrstni red (glej spodnjo primerjavo).

Molekulske formule	**Empirične formule**
S_8	S
SF_6	F_6S
S_2Cl_2	ClS
$H_4P_2O_6$	H_2O_3P
Hg_2Cl	ClHg
ClO_2	ClO_2 (abecedni vrstni red); O_2Cl (elektronegativnost)
OF_2	F_2O (abecedni vrstni red); OF_2 (elektronegativnost)

4.3.3 Formule oksokislin

Za oksokisline še vedno lahko uporabljamo »tradicionalne formule«, kjer so vodikovi atomi, ki lahko protolitsko reagirajo z vodo, napisani na prvem mestu, sledi centralni atom, nato vodikovi atomi, ki so vezani na centralni atom in protolitsko ne reagirajo z vodo, ter nazadnje kisikovi atomi.

HNO_3

H_2SO_4

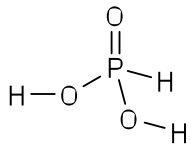
H_3PO_4

H_2PHO_3 in ne H_3PO_3

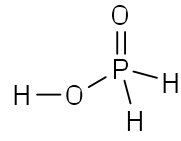
HPH_2O_2 in ne H_3PO_2

V fosfonski (H_2PHO_3) in fosfinski (HPH_2O_2) kislini vodikovi atomi, ki so vezani na fosforjeve atome, protolitsko ne reagirajo z vodo.

Strukturna formula fosfonske kisline:



Strukturna formula fosfinske kisline:



4.3.4 Formule soli in kovalentnih spojin

V formulah soli so kationi napisani pred anioni. Če spojina vsebuje več kationov ali anionov, jih navajamo po abecednem vrstnem redu, najprej katione in nato anione.

$AlNaCl_4$ $MgClF$ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$

$CaMg(SO_4)_2$ $FeO(OH)$ $AlClO$

V kovalentnih spojinah so na prvem mestu v formuli bolj elektropozitivni elementi.

PCl_3 $AsCl_5$

CS_2 SF_6

4.3.5 Formule adicijskih spojin; kristalohidratov

V adicijskih spojinah se formule molekul ali delcev, ki jo sestavljajo, napišejo v vrstnem redu naraščajočih množin posameznih sestavin ali po abecednem redu, če so množine le-teh enake.

Med piko in obema formulama ni presledka.

$BF_3 \cdot 2MeOH$

$C_6H_6 \cdot NH_3 \cdot Pd(CN)_2$

V adicijskih spojinah, ki vsebujejo vodo (v kristalohidratih), je voda v formuli na zadnjem mestu.

$FeSO_4 \cdot 7H_2O$

$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

$CrCl_3 \cdot 6H_2O$

$3CdSO_4 \cdot 8H_2O$

Pravila o pisanju formul koordinacijskih spojin so v poglavju 4.3.7.

4.4 Kompozicijska nomenklatura

Kompozicijska nomenklatura temelji na sestavi snovi. Pri tem lahko uporabljamo več načinov poimenovanja:

a) poimenovanje z grškimi števniki,

b) poimenovanje z nabojem (Ewens-Bassetov način),

c) poimenovanje z oksidacijskimi števili elementov (Stockov način).

4.4.1 Binarne spojine; poimenovanje z grškimi števniki

Za binarne spojine je najbolj uveljavljen način poimenovanja z grškimi števniki. Pri tem dobi pozitivnejši del molekule obrazilo –ev ali –ov, negativnejši del pa obrazilo –id.

Število posameznih atomov/ionov v spojini pa navajamo z grškimi števniki:

di, tri, tetra, penta, heksa, hepta, okta, nona, deka, undeka, dodeka, trideka …

Binarne spojine:

HCl	vodikov klorid
NO	dušikov oksid; dušikov monooksid; dušikov monoksid
NO_2	dušikov dioksid
N_2O_4	didušikov tetraoksid
PCl_3	fosforjev triklorid
Ca_3P_2	trikalcijev difosfid; kalcijev fosfid
$FeCl_3$	železov triklorid
$MgBr_2$	magnezijev dibromid; magnezijev bromid

4.4.2 Ioni

Ime kationa v pridevniški obliki dobi obrazilo –ov ali –ev, ime aniona pa obrazilo –id.

V imenih napišemo naboj kationa ali aniona v okroglem oklepaju. Če neki element tvori ione samo v enem oksidacijskem stanju, naboje v oklepaju navadno ne pišemo; vendar moramo v teh primerih uporabiti ime kationa v pridevniški obliki. Nič pa ni narobe, če tudi v takšnih primerih v oklepaju napišemo naboj iona.

Kationi:

Na^+	natrij(1+) ali natrijev(1+); natrijev
Cu^+	baker(1+) ali bakrov(1+)

Cu^{2+}	baker(2+) ali bakrov(2+)
Al^{3+}	aluminij(3+) ali aluminijev(3+); aluminijev
Fe^{3+}	železo(3+) ali železov(3+)
I^{+}	jod(1+) ali jodov(1+)
O_2^{+}	dikisik(1+) ali dikisikov(1+)
Hg_2^{+}	živosrebro(2+) ali živosrebrov(2+)
Hg_2^{2+}	diživosrebro(2+) ali diživosrebrov(2+)

Anioni:		***Dovoljeno nesistematsko ime***
Cl^{-}	kloridni(1–), kloridni	
H^{-}	hidridni(1–)	
O^{2-}	oksidni(2–), oksidni	
O_2^{-}	dioksidni(1–)	superoksidni
O_2^{2-}	dioksidni(2–)	peroksidni
O_3^{-}	trioksidni(1–)	ozonidni
I_3^{-}	trijodidni(1–)	
C^{4-}	karbidni(4–)	karbidni
C_2^{2-}	dikarbidni(2–)	acetilidni
N^{3-}	nitridni(3–); nitridni	
N_3^{-}	trinitridni(1–)	azidni
P^{3-}	fosfidni(3–); fosfidni	
S^{2-}	sulfidni(2–); sulfidni	
S_2^{2-}	disulfidni(2–)	

Za poimenovanje kationov in anionov, ki so sestavljeni iz atomov različnih elementov, uporabljamo substitutivno ali aditivno nomenklaturo ter dopuščena splošno uveljavljena nesistematska imena.

Kationi:		***Dovoljeno nesistematsko ime***
NH_4^{+}	azanijev	amonijev
H_3O^{+}	oksidanijev	oksonijev
PH_4^{+}	fosfanijev	
H_2F^{+}	fluoranijev	

Anioni:		***Dovoljeno nesistematsko ime***
OH^{-}	oksidanidni; hidridooksigenatni(1–)	hidroksidni

NH_2^-	azanidni; dihidridonitratni(1–)	amidni
NH^{2-}	azandiidni; hidridonitratni(2–)	imidni
HS^-	sulfanidni; hidridosulfatni(1–)	hidrogensulfidni
SO_3^{2-}	trioksidosulfatni(2–)	sulfitni
ClO_3^-	trioksidokloratni(1–)	kloratni
$[PF_6]^-$	heksafluoridofosfatni(1–)	
$[CuCl_4]^{2-}$	tetrakloridokupratni(II)	
HCO_3^-	hidrogen(trioksidokarbonatni)(1–)	hidrogenkarbonatni
$H_2PO_4^-$	dihidrogen(tetraoksidofosfatni)(1–)	dihidrogenfosfatni

4.4.3 Spojine z več elementi; poimenovanje z grškimi števniki

Podobno kot pri binarnih spojinah najprej navedemo atome/ione, ki so bolj elektropozitivni, in nato atome/ione, ki so bolj elektronegativni. Kadar je več elektropozitivnih ali elektronegativnih atomov/ionov, jih navajamo po abecednem vrstnem redu znotraj vsake skupine, pri tem se imena atomov/ionov v imenu povežejo z vezaji in se pregiba le zadnje ime elektropozitivnejšega dela spojine. Abecedni vrstni red v formuli in imenu ni vedno enak.

PBrClI	fosforjev bromid-jodid-klorid
PCl_3O	fosforjev triklorid-oksid
$KMgCl_3$	kalij-magnezijev triklorid
Na_2CO_3	dinatrijev trioksidokarbonat ali natrijev karbonat
$K_4[Fe(CN)_6]$	tetrakalijev heksacianidoferat

Kadar ime sestavnega dela že vsebuje množilno predpono (npr. disulfat, difosfat itd.), se uporabljajo množilne predpone bis, tris, tetrakis itn. V tem primeru je ime aniona za množilno predpono v okroglem oklepaju.

$Mg_3(PO_4)_2$	trimagnezijev bis(fosfat)
$Mg_2P_2O_7$	magnezijev difosfat
$FeRb(SO_4)_2$	rubidij-železov bis(sulfat)
BaS_2O_7	barijev disulfat
$Sr(BF_4)_2$	stroncijev bis(tetrafluoridoborat)

4.4.4 Spojine z več elementi; poimenovanje z nabojem

Iz imena lahko nedvoumno razberemo formulo spojine tudi z uporabo naboja ionov v določeni spojini. Ta način poimenovanja se je do zdaj redko uporabljal, v novi IUPAC–ovi nomenklaturi pa ga priporočajo bolj kot uporabo oksidacijskega števila (Stockov način).

Naboj kationa ali aniona se piše v okroglem oklepaju brez presledka za določenim ionom. Vedno se piše tudi enka (1+). Naboj se smiselno piše pri kationu ali anionu, redko pri obeh.

$CuCl$	bakrov(1+) klorid
$CuCl_2$	bakrov(2+) klorid
$Fe(NO_3)_2$	železov(2+) nitrat
$Fe(NO_3)_3$	železov(3+) nitrat
$KCr(SO_4)_2$	kalij-kromov(3+) sulfat
$KMnO_4$	kalijev manganat(1–)
K_2MnO_4	kalijev manganat(2–)
$K_4[Fe(CN)_6]$	kalijev heksacianidoferat(4–)
$K_3[Fe(CN)_6]$	kalijev heksacianidoferat(3–)
$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	železov(3+) heksacianidoferat(4–)

4.4.5 Spojine z več elementi; poimenovanje z oksidacijskim številom

Praviloma je oksidacijsko število pozitivno ali nič. Napišemo ga z rimsko številko v okroglem oklepaju brez presledka za imenom. Če je oksidacijsko število nič, je napisano z arabsko številko (0).

CO_2	ogljikov(IV) oksid
SF_6	žveplov(VI) fluorid
PCl_3	fosforjev(III) klorid
Fe_3O_4	železov(II) diželezov(III) oksid
$TlNO_3$	talijev(I) nitrat
$Tl(NO_3)_3$	talijev(III) nitrat
$K_3[Fe(CN)_6]$	kalijev heksacianidoferat(III)
$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	železov(III) heksacianidoferat(II)
$[Ni(CO)_4]$	tetrakarbonilnikelj(0)

4.4.6 Enoatomni ali večatomni (homopoliatomni) ioni istega elementa

Za poimenovanje teh ionov lahko uporabimo eno izmed treh kompozicijskih nomenklatur. Formula in ime spojine sta lahko v določenih primerih dvoumna, saj lahko spojina vsebuje več enoatomnih ionov ali en večatomni ion. Zato mora biti iz zapisa formule ali imena razvidno, za kateri ion gre. Zapis imena določenega iona v okroglem oklepaju praviloma odpravi nejasnosti.

InI_3 indijev tris(jodid); indijev(3+) jodid; indijev(III) jodid

$In(I_3)$ indijev trijodid(1–); indijev(1+) (trijodid); indijev(I) (trijodid)

Iz zgornjih zapisov formul in imen je razvidno, da prva spojina vsebuje jodidne (I^-), druga pa trijodidne ione (I_3^-).

$HgCl_2$ živosrebrov diklorid; živosrebrov(2+) klorid; živosrebrov(II) klorid

Hg_2Cl_2 diživosrebrov diklorid; (diživosrebrov) diklorid; diživosrebrov(2+) klorid

Ime diživosrebrov diklorid nam da najmanj informacij o tej spojini, čeprav je tudi to ime pravilno.

K_2S_3 dikalijev (trisulfid); kalijev trisulfid(2–)

Cr_2S_3 dikromov tris(sulfid); kromov(3+) sulfid; kromov(III) sulfid

Pri sistematskih imenih oksidov, peroksidov in superoksidov moramo prav tako uporabiti nedvoumen zapis imen.

Li_2O dilitijev oksid; litijev oksid(2–)

Na_2O_2 dinatrijev (dioksid); natrijev dioksid(2–)

KO_2 monokalijev (dioksid); kalijev dioksid(1–)

KO_3 kalijev (trioksid); kalijev trioksid(1–)

Določeno sistematsko ime (zlasti enostavno stehiometrično ime) je lahko včasih nedvoumno le zaradi dobrega znanja kemije. Zato je včasih bolje uporabiti nedvoumna nesistematska imena, npr. peroksid namesto dioksid. Oglejmo si sistematska imena barijevega peroksida in manganovega dioksida.

BaO_2 barijev dioksid - enostavno stehiometrijsko ime

barijev (dioksid)

barijev dioksid(2–)

Ker barij tvori le ione Ba^{2+}, lahko iz enostavnega stehiometrijskega imena (barijev dioksid) razberemo, da spojina vsebuje peroksidne ione O_2^{2-}.

Podobno je pri uporabi enostavnega stehiometrijskega imena za manganov dioksid.

MnO_2	manganov dioksid – enostavno stehiometrijsko ime
	manganov bis(oksid)
	manganov(4+) oksid
	manganov(IV) oksid

4.4.7 Imena kristalohidratov in adicijskih spojin

Pri kristalohidratih je zaradi splošno uveljavljene rabe dovoljeno, da napišemo vodo na koncu imena z obrazilom –at (hidrat).

Lahko pa podobno kot pri drugih adicijskih spojinah sestavine imena povežemo z dolgim pomišljajem, razmerje množin pa prikažemo na koncu imena v okroglem oklepaju (glej primere spodaj).

$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	natrijev sulfat dekahidrat
	natrijev sulfat—voda (1/10)
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	železov(2+) sulfat heptahidrat
	železov(II) sulfat heptahidrat
	železov(2+) sulfat—voda (1/7)
	železov(II) sulfat—voda (1/7)

Pri kristalohidratih, kjer je večja množina brezvodne snovi v kristalohidratu, je smiselno uporabljati priporočeno nomenklaturo, ki se uporablja za adicijske spojine.

$3CdSO_4 \cdot 8H_2O$	kadmijev sulfat—voda (3/8)

Pri adicijskih spojinah se vrstni red posameznih sestavin imena piše po njihovih naraščajočih množinah ali po abecednem redu, če so množine sestavin enake.

$BF_3 \cdot 2MeOH$	borov trifluorid—metanol (1/2)
$AlCl_3 \cdot 4EtOH$	aluminijev triklorid—etanol (1/4)
$C_6H_6 \cdot NH_3 \cdot Pd(CN)_2$	amoniak—benzen—paladijev(2+) cianid
$BiCl_3 \cdot 3PCl_5$	bizmutov(III) klorid—fosforjev(V) klorid (1/3)

4.5 Substitutivna nomenklatura

Substitutivna nomenklatura se v anorganski kemiji uporablja za poimenovanje spojin, pri katerih se v anorganskih hidridih vodikov atom zamenja z drugimi atomi ali skupinami.

Imena temeljijo na imenih osnovnih hidridov, ki vsebujejo določeno število vodikovih atomov na centralnih atomih/skeletih. Imena derivatov osnovnih hidridov se tvorijo s predponami ali priponami imen atomov/skupin, ki zamenjajo vodikove atome.

4.5.1 Imena nekaj osnovnih hidridov

		Dovoljeno nesistematsko ime
BH_3	boran	
CH_4	metan	
SiH_4	silan	
NH_3	azan	amoniak[6]
PH_3	fosfan	
H_2O	oksidan	voda
H_2S	sulfan	
HF	fluoran	
HCl	kloran	
HBr	broman	
HI	jodan	

Pri hidridih, ki imajo manjše ali večje število vodikovih atomov, kot jih ima osnovni hidrid, uporabimo ime osnovnega hidrida, pred imenom je grška črka λ z nadpisom števila vodikovih atomov. Ta simbol je z vezajem ločen od imena. Dejansko moramo z λ in nadpisom na tem simbolu označiti vezna števila centralnih/skeletnih atomov, ki se razlikujejo od standardnih. V zgornjih primerih so standardna vezna števila 3 pri fosfanu in 2 pri sulfanu.

PH_3	fosfan – osnovni hidrid
PH	λ^1-fosfan
PH_5	λ^5-fosfan
H_2S	sulfan – osnovni hidrid
SH_6	λ^6-sulfan

6 *V slovenskem prevodu IUPAC-nomenklature(1) je ime amoniak, in ne amonijak, kot je navedeno v slovarju slovenskega knjižnega jezika, ker v slovenščini kemijska stroka vedno uporablja ime amoniak in ne amonijak.*

4.5.2 Hidridi z večjim številom skeletnih atomov

Imena teh hidridov se tvorijo iz osnovnih hidridov npr. oksidan (voda), azan (amoniak), fosfan, pri tem dodamo pred ime množilno predpono (di-, tri, itd.), glede na število skeletnih atomov.

			Dovoljeno nesistematsko ime
H_2O_2	HOOH	dioksidan	vodikov peroksid
N_2H_4	H_2NNH_2	diazan	hidrazin
P_2H_4	H_2PPH_2	difosfan	
Si_4H_{10}	$H_3SiSiH_2SiH_2SiH_3$	tetrasilan	

4.5.3 Derivati osnovnih hidridov

Imena derivatov osnovnih hidridov se tvorijo s predponami ali priponami imen atomov/skupin, ki zamenjajo vodikove atome. Npr. predpone hidroksi, kloro, bromo, nitro; pripone –ol, -tiol ...

Imena, ki jih tvorimo s predponami:

PH_3	fosfan – osnovni hidrid
PH_2Cl	klorofosfan
PCl_3	triklorofosfan
PH_2Et	etilfosfan
SH_6	λ^6-sulfan – osnovni hidrid
SF_6	heksafluoro-λ^6-sulfan
PbH_4	plumban – osnovni hidrid
$PbEt_4$	tetraetilplumban

Imena, ki jih tvorimo s priponami:

SiH_4	silan – osnovni hidrid
SiH_3OH	silanol
$Si(OH)_4$	silantetrol
SiH_3NH_2	silanamin

4.5.4 Kationi, izpeljani iz osnovnih hidridov in njihovi derivati

Imena kationov, ki nastanejo iz osnovnih hidridov, če sprejmejo enega ali več protonov, dobijo obrazilo **–ij**, če sprejmejo en proton ali **-diij**, če sprejmejo dva.

Osnovni hidridi: NH_3 azan, N_2H_4 diazan, PH_3 fosfan, H_2O oksidan, H_2O_2 dioksidan.

		Dovoljeno nesistematsko ime
NH_4^+	azanij (azanijev)	amonijev
$N_2H_5^+$	diazanij (diazanijev)	hidrazinijev
$N_2H_6^{2+}$	diazandiij (diazandiijev)	hidrazindiijev
PH_4^+	fosfanij (fosfanijev)	
H_3O^+	oksidanij (oksidanijev)	oksonijev
H_4O^{2+}	oksidandiij (oksidandiijev)	
$H_3O_2^+$	dioksidanij (dioksidanijev)	

Podobno kot kationi (zgoraj) dobijo kationi derivatov (substituirani kationi) obrazilo **–ij**.

Substituirani kationi:

		Dovoljeno nesistematsko ime
$[NF_4]^+$	tetrafluoroazanij (tetrafluoroazanijev)	tetrafluoroamonijev
$[PCl_4]^+$	tetraklorofosfanij (tetraklorofosfanijev)	
$[MeOH_2]^+$	metiloksidanij (metiloksidanijev)	metiloksonijev

4.5.5 Anioni, izpeljani iz osnovnih hidridov

Imena anionov, ki nastanejo iz osnovnih hidridov, če oddajo enega ali več protonov (hidronov), dobijo končnico **–id –diid** itd. Tako so za osnovne hidride NH_3 (azan), N_2H_4 (diazan) in H_2S (sulfan) anioni:

		Dovoljeno nesistematsko ime
NH_2^-	azanid	amid
NH^{2-}	azandiid	imid
H_2NNH^- ($N_2H_3^-$)	diazanid	hidrazinid
H_2NN^{2-} ($N_2H_2^{2-}$)	diazan-1,1-diid	
$HNNH^{2-}$ ($N_2H_2^{2-}$)	diazan-1,2-diid	
SH^-	sulfanid	hidrogensulfid

Anioni, ki so izpeljani iz osnovnih hidridov z adicijo hidridnih ionov, dobijo končnico **–uid**.

Npr. $[BH_4]^-$ je boranuid (osnovni hidrid BH_3 – boran).

4.6 Aditivna nomenklatura

Aditivno nomenklaturo smo do zdaj uporabljali predvsem pri poimenovanju koordinacijskih spojin. Zato pri pojasnjevanju imen aditivne nomenklature pogosto uporabljamo izraz »ligand« za atome ali druge delce, ki so vezani na centralni atom v molekuli spojine. Z aditivno nomenklaturo poimenujemo tudi preproste spojine, oksokisline in njihove anione ter večjedrne spojine, anorganske verige in obroče. V nadaljevanju je le nekaj primerov imen preprostih spojin. Oksokisline in njihove soli ter koordinacijske spojine so podane v poglavjih 6 in 7, kjer so glede na strukturne posebnosti nekaterih od teh spojin (večjedrni, verižni ali ciklični delci) podana in razložena tudi poimenovanja le teh.

4.6.1 Imena preprostih spojin

V imenih preprostih spojin najprej navedemo število »ligandov« (atomov ali drugih delcev) z grškimi števniki (**di-, tri-, tetra** itn.), ki so vezani na centralni atom. Kadar ime »liganda« že vsebuje množilno predpono (npr. trikloridofosfor, diklorometil itn.), se uporablja množilne predpone **bis-, tris-, tetrakis-** itn. V tem primeru je ime liganda za množilno predpono v okroglem oklepaju. Imena anionov, ki se končajo s končnicami **–id, -at** ali **–it**, se v anionskih ligandih spremenijo v **–ido, -ato** in **–ito**. Imena centralnega atoma se ne sklanja.

BH_3	trihidridobor
CS_2	disulfidoogljik
HF	fluoridovodik
PCl_3	trikloridofosfor
SF_6	heksafluoridožveplo
$Si(OH)_4$	tetrahidroksidosilicij
$[Al(PCl_3)_6]^{3+}$	heksakis(trikloridofosfor)aluminij(3+)

Za poimenovanje preprostih spojin praviloma ne uporabljamo aditivne nomenklature. BH_3 poimenujemo boran, CS_2 ogljikov disulfid, HF vodikov fluorid itn.

4.6.2 Anorganske kisline in njihove soli

Pri anorganskih kislinah se v praksi največ uporabljajo nesistematska imena (sprejemljiva splošna imena), ki pogosto opišejo lastnosti teh spojin. Na primer beseda »kislina« že podaja lastnost, da ima spojina kislinske lastnosti: klorovodikova kislina, borova kislina, fosforjeva kislina, žveplova kislina itn. V našem šolskem prostoru se je uveljavil predvsem poenostavljen Stockov način poimenovanja kislin in njihovih anionov: žveplova(VI) kislina, dušikova(V) kislina, fosforjeva(V) kislina, sulfat(VI), nitrat(V), fosfat(V) itn. Sistematska imena pa temeljijo na sestavi in strukturi teh spojin. Po novem je podan nabor sprejemljivih imen anorganskih kislin. Le ta obsega praviloma sistematska aditivna imena in nesistematska imena, v priporočilih pa ne najdemo več Stockovega načina poimenovanja teh spojin. V določenih primerih je smiselno uporabiti tudi substitutivno ime.

4.6.3 Imena preprostih molekul kislin

(a) aditivno ime

(s) substitutivno ime

HCl	vodikov klorid; kloridovodik (a); kloran (s); klorovodikova kislina
H_2S	vodikov sulfid ali divodikov sulfid; dihidridožveplo (a); sulfan (s)
HCN	vodikov cianid; hidridonitridoogljik (a)
HN_3	vodikov trinitrid(1–); vodikov azid

Da bi razumeli aditivno ime molekule HN_3, zapišimo formulo glede na strukturo molekule:

3 2 1 številke dušikovih atomov

[NNNH]

Aditivno ime: **hidrido-1κH-tridušik(2 N—N).**

Vodikov atom predstavlja »ligand« in ga zapišemo kot predpono, nato sledi vezaj in številka centralnega atoma, na katerega je vezan ligand, nato grška črka κ (kapa) z desnim nadpisom, ki označuje število ligandov, ki so vezani na centralni atom številka 1. Če je vezan samo en ligand, se nadpis 1 izpusti (v našem primeru se **ne** piše : hidrido-1κ^1H-). Za črko kapa z ustreznim nadpisom zapišemo simbol donorskega atoma »liganda«, ker je v našem primeru »ligand« en sam atom, zapišemo kurzivno H atom, nato sledijo vezaj in število ter ime »centralnih« atomov. Ker sta v molekuli dve vezi N—N, je na koncu imena v okroglem oklepaju zapisano število vezi in še vez.

V praksi se bo prav gotovo uporabljalo nesistematsko ime vodikov azid ali pa kompozicijsko ime vodikov trinitrid(1–).

4.6.4 Anorganske oksokisline, anioni in kationi

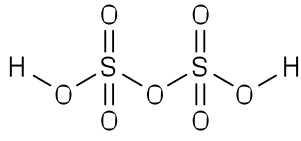
V spodnji tabeli so zaradi razumevanja aditivnih imen poleg formul kislin napisane še njihove alternativne formule, v katerih je princip zapisa simbolov enak kot pri koordinacijskih ionih/spojinah. V teh formulah najprej navedemo simbol centralnega atoma, nato pa po abecednem redu še simbole »ligandov« (O, OH, itn.). V imenu je vrstni red »ligandov prav tako po abecednem redu, nato sledi ime centralnega atoma npr. žveplo, dušik, fosfor itn. V imenih anionov se za centralni atom uporablja latinsko ime z obrazilom **–at**, npr. sulfat, nitrat, fosfat. V imenih kationov je ime centralnega atoma enako kot v kislinah.

Formula			**Nesistematsko ime**
$HClO_4$	$[ClO_3(OH)]$	hidroksidotrioksidoklor	perklorova kislina
ClO_4^-	$[ClO_4]^-$	tetraoksidoklorat(1–)	perklorat
$HClO_3$	$[ClO_2(OH)]$	hidroksidodioksidoklor	klorova kislina
ClO_3^-	$[ClO_3]^-$	trioksidoklorat(1–)	klorat
$HClO_2$	[ClO(OH)]	hidroksidooksidoklor	klorasta kislina
ClO_2^-	$[ClO_2]^-$	dioksidoklorat(1–)	klorit
HClO	[O(H)Cl]	hidridokloridokisik	hipoklorasta kislina
ClO^-	$[OCl]^-$	oksidoklorat(1–)	hipoklorit
HIO_4	$[IO_3(OH)]$	hidroksidotrioksidojod	perjodova kislina
IO_4^-	$[IO_4]^-$	tetraoksidojodat(1–)	perjodat
H_5IO_6	$[IO(OH)_5]$	pentahidroksidooksidojod	ortoperjodova
IO_6^{5-}	$[IO_6]^{5-}$	heksaoksidojodat(5–)	ortoperjodat
H_2SO_4	$[SO_2(OH)_2]$	dihidroksidodioksidožveplo	žveplova kislina
HSO_4^-	$[SO_3(OH]$	hidroksidotrioksidosulfat(1–)	hidrogensulfat
SO_4^{2-}	$[SO_4]^{2-}$	tetraoksidosulfat(2–)	sulfat
$H_3SO_4^+$	$[SO(OH)_3]^+$	trihidroksidooksidožveplo(1+)	--------- [7]
HSO_3^-	$[SO_2(OH)]^-$	hidroksidodioksidosulfat(1–)	hidrogensulfit
SO_3^{2-}	$[SO_3]^{2-}$	trioksidosulfat(2–)	sulfit
$H_2S_2O_7$			dižveplova kislina

7 *Za kation $H_3SO_4^+$ se ime sulfat acidijev kation več ne uporablja.*

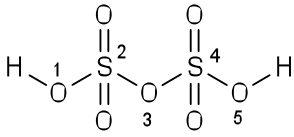
$[(HO)S(O)_2OS(O)_2(OH)]$ μ-oksido-bis(hidroksidodioksidožveplo) **(1)**			
$S_2O_7^{2-}$			disulfat
$[(O_3)SOS(O_3)]$		μ-oksido-bis(trioksidosulfat)(2–) **(1)**	
HNO_3	$[NO_2(OH)]$	hidroksidodioksidodušik	dušikova kislina
NO_3^-	$[NO_3]^-$	trioksidonitrat(1–)	nitrat
H_3PO_4	$[PO(OH)_3]$	trihidroksidooksidofosfor	fosforjeva kislina
$H_2PO_4^-$	$[PO_2(OH)_2]^-$	dihidroksidodioksidofosfat(1–)	dihidrogenfosfat
HPO_4^{2-}	$[PO_3(OH)]^{2-}$	hidroksidotrioksidofosfat(2–)	hidrogenfosfat
PO_4^{3-}	$[PO_4]^{3-}$	tetraoksidofosfat(3–)	fosfat
$H_4P_2O_7$			difosforjeva kislina
$[(HO)_2P(O)OP(O)(OH)_2]$		μ-oksido-bis(dihidroksidooksidofosfor) **(1)**	
1,5-dihidrido-2,4-dihidroksido-2,4-dioksido-1,3,5-trioksi-2,4-difosfi-[5]katena **(2)**			
H_2PHO_3	$[PHO(OH)_2]$	hidridodihidroksidooksidofosfor **(3)**	fosfonska kislina
$HPHO_3^-$	$[PHO_2(OH)]$	hidridohidroksidodioksidofosfat(1–)	hidrogenfosfonat
PHO_3^{2-}	$[PHO_3]^{2-}$	hidridotrioksidofosfat(2–)	fosfonat
HPH_2O_2	$[PH_2O(OH)]$	dihidridohidroksidooksidofosfor **(4)**	fosfinska kislina
$PH_2O_2^-$	$[PH_2O_2]^-$	dihidridodioksidofosfat(1–)	fosfinat

(1) Iz strukturnih formul dižveplove in difosforjeve kisline lahko razberemo, da sta dve enaki enoti povezani prek skupnega (mostovnega) kisikovega atoma. V imenu teh spojin se mostovni »ligand« (O) označi s črko μ pred imenom »liganda«, nato sledi množilni številnik bis in za njim v okroglem oklepaju ime obeh enot, ki ju povezuje mostovni »ligand«.



μ-oksido-bis(hidroksidodioksidožveplo)

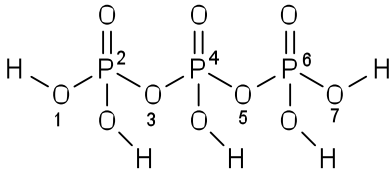
(2) Za poimenovanje dižveplove in difosforjeve kisline in njunih anionov lahko uporabimo tudi sistem aditivne nomenklature, ki se uporablja za verigaste in obročaste spojine. Pri tem obe molekuli obravnavamo kot petčlenski verigi.



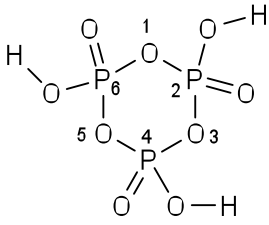
1,5-dihidrido-2,4-tetraoksido-1,3,5-trioksi-2,4-disulfi-[5]katena

Atome v samem skeletu navajamo po abecednem redu in dobijo obrazilo **i**, npr. oksi, sulfi, fosfi itn. Oštevilčimo jih s pozicijskimi številkami od 1 do 5. Atome ali skupine, ki niso v skeletu samem, poimenujemo kot »ligande« in jih navajamo po abecednem redu skupaj s pozicijskimi številkami atomov v skeletu, na katere so vezani. Najprej na opisani način navedemo vse ligande, nato atome v skeletu, sledi število atomov v skeletu v oglatem oklepaju (nodalni deskriptor) in nato še člen »katena«, ki nam pove, da gre za verigasto strukturo.

Prav tako poimenujmo še katena-trifosforjevo in ciklo-trifosforjevo kislino.



1,7-dihidrido-2,4,6-trihidroksido-2,4,6-trioksido-1,3,5,7-tetraoksi-2,4,6-trifosfi-[7]katena



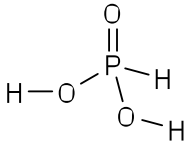
2,4,6-trihidroksido-2,4,6-trioksido-1,3,5-trioksi-2,4,6-trifosfi-[6]cikel

Za ciklo-trifosforjevo kislino lahko uporabimo tudi adicijsko nomenklaturo za večjedrne molekule:

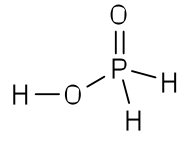
tri-μ-oksido-tris(hidroksidooksidofosfor)

(3,4) Fosfonska in fosfinska kislina imata en oziroma dva vodikova atoma vezana na fosforjev atom. Protolitsko lahko reagirajo le vodikovi atomi, ki so vezani na kisikove atome. Koliko protonov (hidronov) lahko oddajo molekule teh kislin, lahko tako razberemo tudi iz sistematskih imen teh spojin.

H_2PHO_3



HPH_2O_2



4.6.5 Hidrogen-imena

V praksi pri anionih, ki še vsebujejo vodik, uporabljamo hidrogen-imena. Ta imena se lahko uporabljajo tudi za poimenovanje drugih spojin, ki vsebujejo vodik, npr. $HMnO_4$, H_2SiF_6, itn. Pri tem besedo hidrogen z morebitno množilno predpono povežemo brez presledka z imenom aniona, ki je v okroglem ali oglatem oklepaju (glej primere spodaj). Pri ionih pa je obvezno na koncu imena potrebno navesti naboj iona v okroglem oklepaju.

$H_2P_2O_7^{2-}$	dihidrogen(difosfat)(2–)
	dihidrogen[μ-oksidobis(trioksidofosfat)](2–)
$HMnO_4$	hidrogen(tetraoksidomanganat)
H_2CrO_4	dihidrogen(tetraoksidokromat)
$HCrO_4^-$	hidrogen(tetraoksidokromat)(1–)
H_2O_2	dihidrogen(peroksid)
HO_2^-	hidrogen(peroksid)(1–)
$H_2NO_3^+$	dihidrogen(trioksidonitrat)(1+)
$H_3SO_4^+$	trihidrogen(tetraoksidosulfat)(1+)

Za nekatere anione, ki so v splošni rabi, lahko uporabimo tudi okrajšane oblike hidrogen- imen brez oznake naboja in so pisana brez oklepajev.

HSO_4^-	hidrogensulfat
HSO_3^-	hidrogensulfit
HCO_3^-	hidrogenkarbonat
$H_2PO_4^-$	dihidrogenfosfat
HPO_4^{2-}	hidrogenfosfat
$HPHO_3^-$	hidrogenfosfonat

4.6.6 Derivati oksokislin

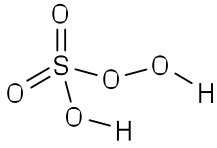
Nekatere oksokisline npr. peroksi-kisline in tio-kisline dobimo z zamenjavo kisikovih atomov s peroksi skupino oziroma z žveplovimi atomi. Kloro-, bromo-, jodokisline pa z zamenjavo hidroksi skupin s halogenskimi atomi. Zamenjavo podamo z ustrezno predpono **peroksi-, tio-, kloro-** itn.

Peroksi-kisline

V peroksi-kislinah se kisikov atom O zamenja s peroksi skupino O–O. Za poimenovanje liganda O–O–H uporabimo substitutivno ime dioksidanido (glej strukturno formulo H_2SO_5), za poimenovanje liganda O–O pa peroksido. Liganda zapišemo v okroglem oklepaju.

(H_2O_2 dioksidan; O–O–H dioksidanido; O–O peroksido)

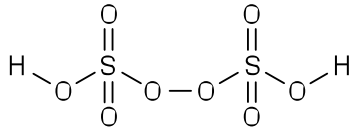
H_2SO_5



Formula			**Nesistematsko ime**
H_2SO_5	$[SO_2(OH)(OOH)]$	(dioksidanido) hidroksidodioksidožveplo	peroksižveplova k.
SO_5^{2-}	$[SO_3(OO)]^{2-}$	trioksidoperoksidosulfat(2–)	peroksisulfat
$H_2S_2O_8$			peroksidižveplova k.
$[(HO)S(O)_2OOS(O)_2(OH)]$		μ-peroksido-1κO,2κ*O´*bis(hidroksidodioksidožveplo) **(1)**	
$S_2O_8^{2-}$			peroksidisulfat
$[O_3SOOSO_3]^{2-}$		μ-peroksido-1κO,2κ*O´*bis(trioksidosulfat)(2–) **(1)**	
HNO_4	$[NO_2(OOH)]$	(dioksidanido)dioksidodušik	peroksidušikova k.
NO_4^-	$[NO_2(OO)]$	dioksidoperoksidonitrat(1–)	peroksinitrat

(1) Iz strukturne formule peroksidižveplove kisline lahko razberemo, da sta dve enaki enoti povezani prek skupne (mostovne) peroksi-skupine (μ-peroksido). Ker sta kisikova atoma v peroksi-skupini vezana na različna žveplova atoma, to označimo s «kapa-konvencijo«. Žveplova atoma prestavljata številki 1 in 2, *O* in *O´* pa kisikova atoma peroksi-skupine.

$H_2S_2O_8$



Tio-kisline

V tio-kislinah se kisikov atom zamenja z žveplovim. Za poimenovanje liganda S–H uporabimo substitutivno ime sulfanido in ga zapišemo v okroglem oklepaju, za poimenovanje liganda S pa sulfido.

(H_2S sulfan; S–H sufanido; –S sulfido)

Formula			**Nesistematsko ime**
$H_2S_2O_3$	$[SO(OH)_2S]$	dihidroksidooksidosulfidožveplo **(1)**	tiožveplova kislina
	$[SO_2(OH)(SH)]$	hidroksidodioksidosulfanidožveplo **(1)**	
$S_2O_3^{2-}$	$[SO_3S]^{2-}$	trioksidosulfidosulfat(2–)	tiosulfat
$H_3PO_2S_2$	$[PO(OH)(SH)_2]$	hidroksidooksidodisulfanidofosfor **(1)**	ditiofosforjeva k.
	$[PS(OH)_2(SH)]$	dihidroksidosulfanidosulfidofosfor **(1)**	
$PO_2S_2^{3-}$	$[PO_2S_2]^{3-}$	dioksidodisulfidofosfat(3–)	ditiofosfat

(1) Ker lahko žveplov atom zamenja kateri koli kisikov atom, sta mogoči dve različni strukturni formuli in zato dva različna zapisa sistematskih imen.

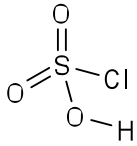
$H_2S_2O_3$

OH se zamenja s Cl

Če se v žveplovi kislini zamenja ena ali obe hidroksilni skupini, dobimo klorosulfonsko kislino in sulfurilov diklorid.

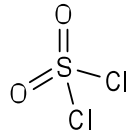
$H_2SO_4 \rightarrow HSO_3Cl$

$[SO_2(OH)_2] \rightarrow [SO_2Cl(OH)]$



$H_2SO_4 \rightarrow SO_2Cl_2$

$[SO_2(OH)_2] \rightarrow [SO_2Cl_2]$



Formula			**Nesistematsko ime**
HSO_3Cl	$[SO_2Cl(OH)]$	hidroksidokloridodioksidožveplo	klorosulfonska kislina
SO_2Cl_2	$[SCl_2O_2]$	dikloridodioksidožveplo	sulfurilov diklorid žveplov diklorid dioksid

4.6.7 Koordinacijske spojine

Za poimenovanje koordinacijskih spojin se je razvila in se še danes uporablja adicijska nomenklatura. V tem poglavju so zajeta pravila za pisanje formul in imen (preprostih) koordinacijskih spojin, ki se obravnavajo v srednjih šolah.

Pravila za zapis formul in imen preprostih koordinacijskih spojin se niso veliko spremenila.

Formulo koordinacijskega iona/spojine zapišemo v oglatem oklepaju. Najprej zapišemo centralni ion/atom, nato ligande in število ligandov kot indeks. Kadar je formula liganda molekula ali ion in ima že indeks, jo napišemo v okroglem oklepaju. Če je v koordinacijski spojini/ionu več različnih ligandov, jih zapišemo po abecednem redu.

V imenu koordinacijskega kationa, aniona ali spojine zapišemo najprej število ligandov z grškimi številniki di, tri, tetra itn., nato ime ali imena ligandov. Če bi lahko prišlo zaradi števila atomov v samem ligandu do nepravilnega razumevanja sestave kompleksne spojine, uporabimo množilne številnike bis, tris, tetrakis, npr.:

$[Co(en)_3]_2(SO_4)_3$ tris(1,2-diaminoetan)kobaltov(III) sulfat

Za imeni ligandov sledita slovensko ali latinsko ime centralnega iona/atoma ter oksidacijsko število centralnega iona/atoma z rimsko številko v okroglem oklepaju. Če je oksidacijsko število nič, zapišemo (0).

Kadar so ligandi anioni, imajo končnice **-ido, -ito, -ato**.

Formula	Ime liganda
F^-	fluorido
CN^-	cianido
O^{2-}	oksido
O_2^{2-}	peroksido
NO_2^-	nitrito
NO_3^-	nitrato
SO_4^{2-}	sulfato
H^-	hidrido
D^-	deuterido

Kadar so ligandi nevtralne molekule, zapišemo njihovo ime. Izjemi sta voda in amoniak (glej spodnjo preglednico).

Formula	Ime liganda
NH_3	amin
H_2O	akva
CH_3NH_2	metanamin
CH_3CONH_2	acetamid
C_6H_5N	piridin

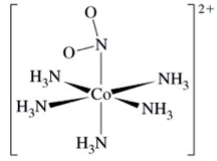
V koordinacijskih kationih dobijo imena centralnih ionov/atomov končnici **–ov** ali **–ev**, npr. kromov, železov, nikljev itn. V koordinacijskih anionih dobijo latinska imena elementov končnico **–at**, npr. ferat, kobaltat, merkurat, argentat itn.

Kadar je v koordinacijski spojini več različnih ligandov, jih zapišemo po abecednem redu. Lahko se zgodi, da je vrstni red ligandov v formuli in imenu različen, ker jih v obeh primerih razvrstimo po abecednem redu, npr.:

$[CoCl(NH_3)_5]Cl_2$ pentaaminkloridokobaltov(III) klorid,
$[PtCl_2(NH_3)_2]$ diamindikloridoplatina(II).

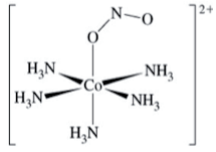
Označevanje donorskih atomov v imenih koordinacijskih spojin uporabimo takrat, kadar ima ligand več potencialnih donorskih atomov, npr. ion NO_2^-, se lahko veže prek dušika ali kisika:

a)



pentaaminnitrito-κN-kobaltov(III) ion

b)



pentaaminnitrito-κO-kobaltov(III) ion

Priporočeno je, da bi v formulah donorske atome ligandov napisali na prvem mestu bližje simbolu centralnega atoma. V zgornjih primerih formuli koordinacijskih ionov zapišemo:

a) $[Co(NH_3)_5(NO_2)]^{2+}$

b) $[Co(NH_3)_5(ONO)]^{2+}$

Tudi zapis ionov, v katerih so na centralni kovinski ion koordinirane molekule vode, naj bi sledil temu priporočilu: $[Fe(OH_2)_6]^{3+}$. Verjetno pa bo še vedno pogosteje v uporabi splošno uveljavljeni zapis $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$.

4.7 Kako in katero nomenklaturo bomo učili/ uporabljali v srednji šoli?

Predhodnih sedem poglavij je namenjeno učiteljem, da se seznanijo z splošnimi nomenklaturnimi principi. Pri projektnem delu se kaj hitro lahko zgodi, da bodo dijaki naleteli na literaturo, ki uporablja nomenklaturni sistem, ki ga sami ne poznajo, pri tem bo učiteljeva informiranost o tem še kako dobrodošla. Prav gotovo pa ne bomo zahtevali od dijakov, da poznajo vse tri nomenklaturne sisteme. Smiselno pa bomo uporabljali vse tri.

V sami šolski praksi se ne bo mnogo spremenilo, velja pa nekatera priporočila sprejeti v dobro lažjega in boljšega razumevanja dijakov.

4.7.1 Oštevilčenje skupin v periodnem sistemu

V našem šolskem prostoru se še vedno uporablja Demingovo oštevilčenje skupin v periodnem sistemu iz leta 1923. »Glavne skupine elementov«, kjer se polnijo s- in p-orbitale, so označene z A za rimsko številko skupine. »Skupine prehodnih elementov«, kjer se polnijo d-orbitale, pa z B za rimsko številko skupine. IUPAC je 1970 predlagal drugačno oštevilčenje skupin, ki je bilo v uporabi pred »Demingovo«, kjer so bile označene skupine elementov IA do VIIIA (IA- alkalijske kovine; VIIIA skupine: železo, rutenij, osmij; kobalt, rodij in iridij; nikelj, paladij, platina); z B za rimsko številko pa od skupine bakra, srebra in zlata (IB) do skupine žlahtnih plinov (VIIIB). Glede na poznavanje elektronske ovojnice atomov elementov, se strokovna javnost s takšnim oštevilčenjem ni strinjala, čeprav tudi »Demingovo« oštevilčenje ni bilo v skladu z elektronsko ovojnico atomov elementov. Leta 1988 je IUPAC predlagal spremembo oštevilčenja skupin od 1 do 18, ki je prav gotovo najbolj v skladu z zunanjo elektronsko ovojnico atomov elementov v periodnem sistemu. S tem je odpravljena tudi nelogičnost skupine VIIIB. V učbenikih se je po letu 1990, ko so izšla IUPAC-ova priporočila o tem, pogosto uporabljalo dvojno označevanje (po »Demingu« in po IUPAC-u 1988), v zadnjem času pa se praviloma v novih učbenikih uporablja označevanje skupin od 1 do 18. Glede na povedano, je smiselno, da začnemo uporabljati predlagano oštevilčenje tudi v našem šolskem prostoru. Dijaku/učenci z uporabljanjem takšnega oštevilčenja skupin elementov v periodnem sistemu prav gotovo ne bodo imeli težav, saj je bolj logično.

4.7.2 Nomenklatura binarnih spojin

Do zdaj smo za binarne spojine uporabljali kompozicijski nomenklaturni sistem z grškimi števniki. To prakso bi veljalo obdržati v celoti, saj je tudi za dijake najlažja in iz imen spojin ni težko napisati formul spojin. Pri tem bi bilo dobro navajati dijake, da pri govorenju uporabljajo imena spojin in ne »črkujejo« formul.

Pri pisanju imen preprostih kationov in anionov je treba na koncu imen napisati v

okroglem oklepaju naboj iona, kadar lahko neki element tvori več ionov v različnih oksidacijskih stanjih, npr. železov(2+) ion, železov(3+) ion (glejte primere v poglavju 4.3.2). Če zapišemo naboj pri imenu katerega koli iona, pa ni nič narobe. Morda je na začetku obravnave neke vsebine to tudi koristno za dijake, da si lažje zapomnijo naboje določenih ionov. Prav pa je, da učitelj navaja in opozarja dijake, kdaj lahko in kdaj ne smejo izpuščati naboja v imenih ionov.

Za pisanje imen ionov O_2^{2-}, O_2^- so v nomenklaturi dopuščena tudi nesistematska imena, ki odražajo predvsem lastnosti snovi, npr. peroksidni, superoksidni, in povedo mnogo več kot sistematska imena. Zato so ta imena primernejša in se bodo tudi vnaprej splošno uporabljala, tako v strokovnih krogih kot tudi širše. Pri sistematskih imenih lahko kaj hitro pride do napake, zlasti če nekdo pomotoma napiše napačen naboj ali pri pisanju imen spojin pozabi napisati imeni teh ionov v okroglem oklepaju (glejte poglavje 4.3.6). Pri nesistematskih imenih se naštetim napakam izognemo. Za dijake pa je ob poimenovanju samem poznavanje lastnosti snovi prav gotovo dobrodošlo in koristno.

Raba in pisanje imena iona O^{2-} (oksid, oksidni) ostajata nespremenjena (glejte še poglavje 4.3.2).

Oglejmo si primere imen ionskih spojin, ki vsebujejo te ione in se pogosteje uporabljajo v srednji šoli:

BaO	barijev oksid
BaO_2	barijev peroksid
MnO	manganov(2+) oksid; manganov oksid
MnO_2	manganov(4+) oksid; manganov dioksid
Fe_2O_3	železov(3+) oksid; diželezov trioksid
KO_2	kalijev superoksid
Na_2O_2	natrijev peroksid

Za srednješolsko raven je za poimenovanje binarnih ionskih spojin najprimernejše poimenovanje z nabojem. Naboj se smiselno piše pri kationu ali anionu. Zelo redko je treba pisati naboj pri obeh. Lahko pa se uporablja tudi poimenovanje z grškimi števniki ali z oksidacijskim številom, ko oksidacijska števila dijaki že poznajo) (glejte še poglavja 4.3.1, 4.3.4 in 4.3.5).

Pri poimenovanju binarnih kovalentnih spojin bomo še naprej uporabljali poimenovanje z grškimi števniki (glejte poglavje 4.3.1).

4.7.3 Nomenklatura kationov in anionov, sestavljenih iz atomov več elementov

Za sistematska imena kationov in anionov, sestavljenih iz atomov več elementov, uporabljamo substitutivno ali aditivno nomenklaturo, ki je za srednješolsko raven prezahtevna. Zato bomo uporabljali dovoljena nesistematska imena.

Še vedno bomo uporabljali imena za ione: amonijev, oksonijev, hidroksidni, amidni, hidrogensulfidni itn. (glejte poglavje 4.3.2). Anioni oksokislin so podani v poglavju 4.6.2.

4.7.4 Oksokisline in njihovi anioni

Priporočamo, da učitelji oksokisline in njihove soli imenujejo z običajnimi sprejemljivimi imeni, imenovanje s Stockom pa opustijo. Ta v novih priporočilih IUPAC-a sploh ni omenjen, medtem ko je še vedno dovoljena raba nesistematskih imen, ki so se kljub drugačnim priporočilom vedno uporabljala v strokovnih krogih kot tudi splošno. V številnih tujih učbenikih iz splošne kemije se Stockov način poimenovanja ni nikoli uporabljal. V našem šolskem prostoru se uporablja poenostavljen (Stockov) način poimenovanja oksokislin in njihovih soli, ki v IUPAC-ovih priporočilih že leta 1990 ni več omenjen (2). Oglejmo si razliko med sistematskimi imeni, ki so bila priporočena do leta 2005, in poenostavljenimi imeni, ki smo jih uporabljali v šoli, ter nesistematskimi imeni, ki jih bomo uporabljali v prihodnje.

	Sistematsko ime (1990-2005)	**Poenostavljeno ime**	**Nesistematska imena (1990 -)**
H_2SO_4	tetraoksožveplova kislina *ali* *ali* hidrogen tetraoksosulfat(VI)	žveplova(VI) kislina dihidrogen	žveplova kislina tetraoksosulfat
HNO_3	trioksodušikova kislina *ali* hidrogen trioksonitrat(1–) *ali* hidrogen trioksonitrat(V)	dušikova(V) kislina	dušikova kislina
HNO_2	dioksodušikova kislina *ali* hidrogen dioksonitrat(1–) *ali* hidrogen dioksonitrat(III)	dušikova(III) kislina	dušikasta kislina
H_3PO_4	tetraoksofosforjeva kislina *ali* *ali* trihidrogen tetraoksofosfat(V)	fosforjeva(V) kislina trihidrogen	fosforjeva kislina tetraoksofosfat(3–)
H_2CO_3	trioksoogljikova kislina *ali* dihidrogen trioksokarbonat(2–) *ali* dihidrogen trioksokarbonat(IV)	ogljikova(IV) kislina	ogljikova kislina

Po novem sprememba ne bo velika, saj se v imenih kislin spremeni le to, da izpustimo oksidacijsko število centralnega atoma spojine. V šoli pri splošni in anorganski kemiji bomo po prenovljenem učnem načrtu le redko obravnavali kisline, pri katerih s pred-

ponami ali končnicami tvorimo nesistematska imena kislin v različnih oksidacijskih stanjih (glejte klorove kisline v poglavju 4.6.2), zato bo uporaba nesistematskih imen kislin in njihovih soli poimenovanje le-teh poenostavila.

Če učitelj pri podajanju določenih vsebin uporablja tudi druge kisline, želim opozoriti na nekaj napak, ki jih opažam v zvezkih ali dopolnilnih listih, ki jih dijaki dobijo v šoli za utrjevanje znanja.

Fosforjeve kisline

Pri pisanju formul različnih fosforjevih kislin je treba upoštevati, da samo fosforjeva kislina H_3PO_4 lahko odda tri protone, fosfonska kislina H_2PHO_3 lahko odda samo dva, fosfinska kislina HPH_2O_2 pa samo enega. To pomeni, da soli Na_3PO_3 in Na_3PO_2 ne obstajata. Kadar lahko zreagirajo vsi protoni, dobimo soli Na_3PO_4, Na_2PHO_3 in $NaPH_2O_2$. Na srednješolski stopnji in ali celo v prvem letniku od dijakov ne moremo in ne smemo zahtevati, da ločijo med hidrogen solmi, ki lahko nastanejo, če fosforjeva kislina le delno reagira s hidroksidom in hidrido solmi, ki nastanejo v primerih fosfonske in fosfinske kisline (npr. Na_2PHO_3 ali $NaPH_2O_2$). Prav tako ni dopustno, da fosfonsko in fosfinsko kislino obravnavamo kot tri-protonski kislini.

Naj opozorim še na napako, ki se pojavlja v IUPAC-ovi nomenklaturi že od leta 1990, kjer sta tudi formula in ime trihidroksidofosforja. Trihidroksidofosfor [$P(OH)_3$] (fosforasta kislina) po znanih podatkih ne obstaja, kar pomeni, da je ne moremo omenjati ali celo uporabljati za primer v šoli.

Borova kislina

Navadno formulo borove kisline napišemo kot vse druge kisline, z vsemi vodikovimi atomi na prvem mestu v formuli H_3BO_3. Zato lahko podobno kot pri fosfonski in fosfinski kislini kaj hitro napačno predpostavimo, da lahko odda tri protone. V vodni raztopini se borova kislina obnaša kot »eno-protonska kislina« . Dejansko pa je borova kislina Lewisova kislina, saj sprejme hidroksidni ion (3,4,5) in ne odda protona. Oglejmo si reakcijo borove kisline z vodo:

$$B(OH)_3(aq) + 2H_2O(l) \leftrightarrow H_3O^+(aq) + [B(OH)_4]^-(aq)$$

V vodni raztopini tudi ne moremo pripraviti soli Na_3BO_3, Na_2HBO_3 in NaH_2BO_3, ker je v vodni raztopini te kisline praviloma poleg aniona $[B(OH)_4]^-$ še cela vrsta drugih »borovih« anionov, saj pri koncentracijah kisline, ki so večje ali enake 0,025 mol/L, poteka polimerizacija (4). Spojine, ki vsebujejo anione BO_3^{3-} pa lahko pripravimo le s segrevanjem določenih borovih spojin v trdnem stanju.

»Žveplasta kislina«, ogljikova kislina

V raztopini žveplovega dioksida ni bilo mogoče dokazati molekul »žveplaste kisline H_2SO_3« (4), čeprav formulo te »kisline« še vedno najdemo v številnih učbenikih in tudi v zadnji IUPAC-ovi nomenklaturi (1). V raztopini ogljikovega dioksida pa dejansko nastanejo molekule ogljikove kisline. Čeprav lahko nastanek ogljikove

kisline, s preprostim poskusom dokažemo (6), njen nastanek pri reakciji ogljikovega dioksida z vodo v številnih učbenikih sploh ni omenjen.

Anioni oksokislin

Podobno kot pri kislinah tudi pri njihovih anionih ne bomo več uporabljali oksidacijskega števila pri poimenovanju. Nekaj končnic nesistematskih imen teh ionov pa si ne bo težko zapomniti. Če anion še vsebuje proton, ki ga lahko odda, dodamo ustrezno predpono hidrogen.

SO_4^-	hidrogensulfat
SO_4^{2-}	sulfat
NO_3^-	nitrat
NO_2^-	nitrit
$H_2PO_4^-$	dihidrogenfosfat
HPO_3^{2-}	hidrogenfosfat
PO_4^{3-}	fosfat
HCO_3^-	hidogenkarbonat
CO_3^{2-}	karbonat

4.7.5 Koordinacijske spojine

Pri poimenovanju koordinacijskih spojin, ki jih obravnavamo v šoli, je sprememba pri poimenovanju anionskih ligandov, kjer imena anionov dobijo ustrezna obrazila. Za dijake bo poimenovanje koordinacijskih spojin celo lažje, saj ne bo novega poimenovanja anionskih ligandov (kloro, ciano itn.):

klorid → klorido

cianid → cianido

sulfat → sulfato

oksid → oksido

Druga sprememba je vrstni red imen ligandov v imenih koordinacijskih spojin. V imenu koordinacijskega iona ali spojine z več različnimi ligandi napišemo ligande po abecednem vrstnem redu, ne glede na to, ali so ligandi anioni ali nevtralne molekule. Vrstni red ligandov v formuli in imenu pogosto ni enak.

4.8 Zaključek

Na srednješolski ravni priporočamo nomenklaturo z grškimi števniki, učitelji pa naj razložijo tudi imenovanje z oksidacijskimi števili in z nabojnim številom. Uporaba nabojev (kationov ali anionov) pri poimenovanju ionskih spojin bo pripomogla tudi k boljšemu razumevanju vsebin, in ne le k razumevanju imen ali formul. Za nekatere anione (peroksid, superoksid) ter oksokisline in njihove anione bomo uporabljali nesistematska imena. Tudi pri imenih večine hidridov, ki jih obravnavamo v srednji šoli, bomo uporabljali nesistematska imena. Adicijsko nomenklaturo pa bomo še naprej uporabljali pri poimenovanju koordinacijskih spojin z opisanimi spremembami poimenovanja anionskih ligandov.

Prav gotovo se bomo še srečevali s poenostavljenim Stockovim načinom poimenovanja kislin in njihovih soli, saj 20-letnega obdobja zelo dosledne uporabe te nomenklature ni mogoče preprosto izbrisati. Vsi (stari) učbeniki, ki so v šolskem letu 2009/10 še veljavni v slovenskem šolskem prostoru, uporabljajo poenostavljen Stockov način poimenovanja. Zato naj pri uvajanju novosti, ki za dijake pomenijo predvsem poenostavitve, velja nenapisano pravilo. Dijakov zaradi morebitne uporabe imen, ki so navedena v učbenikih starejšega datuma, ne bomo kaznovali s slabšimi ocenami. Po drugi strani pa bodo nesistematska imena kislin in njihovih soli za večino dijakov, ki se pri nadaljnjem šolanju ne bo več srečala s kemijo, toliko bolj koristna, saj so ostala v splošni rabi in jih dijaki zadnjih 20 let v šoli niso spoznali. Učitelji lahko prihranijo nekaj dragocenega časa, saj bo razlaga oksidacijskih števil potrebna šele pri redoks reakcijah, kjer je s stališča razumevanja veliko bolj smiselna. Da bi bilo čim manj nesporazumov med dijaki in učitelji v tem prehodnem obdobju, lahko pri pisnem preverjanju znanja ob imenih kislin ali njihovih soli napišemo še formule teh spojin.

V številnih tujih univerzitetnih učbenikih iz splošne ali anorganske kemije se Stockov način poimenovanja kislin in soli sploh ni uporabljal, razen ko je to bilo zaradi nedvoumnosti nujno potrebno. Zato je razumljivo, da so v novih priporočilih IUPAC-ove nomenklature poleg priporočenih sistematskih imen kislin in njihovih soli, ki niso primerna za srednješolsko področje, tudi stara splošno uveljavljena imena.

Imena snovi naj bodo vedno povezana z določenimi vsebinami, le tako se jih bodo dijaki najlaže naučili. Pri utrjevanju znanja je nesmiselno vključevati formule in imena spojin, ki niso v učnem programu, ali celo spojine, ki sploh ne obstajajo. Le tako se pri poučevanju nomenklature v šoli ne bo veliko spremenilo.

4.9 Viri

1 *Nomenklatura anorganske kemije, priporočila IUPAC 2005 (2008). Ljubljana: Slovensko kemijsko društvo.*

2 *Nomenclature of Inorganic Chemistry. Recommendations 1990 (1990). International Union of Pure and Applied Chemistry.*

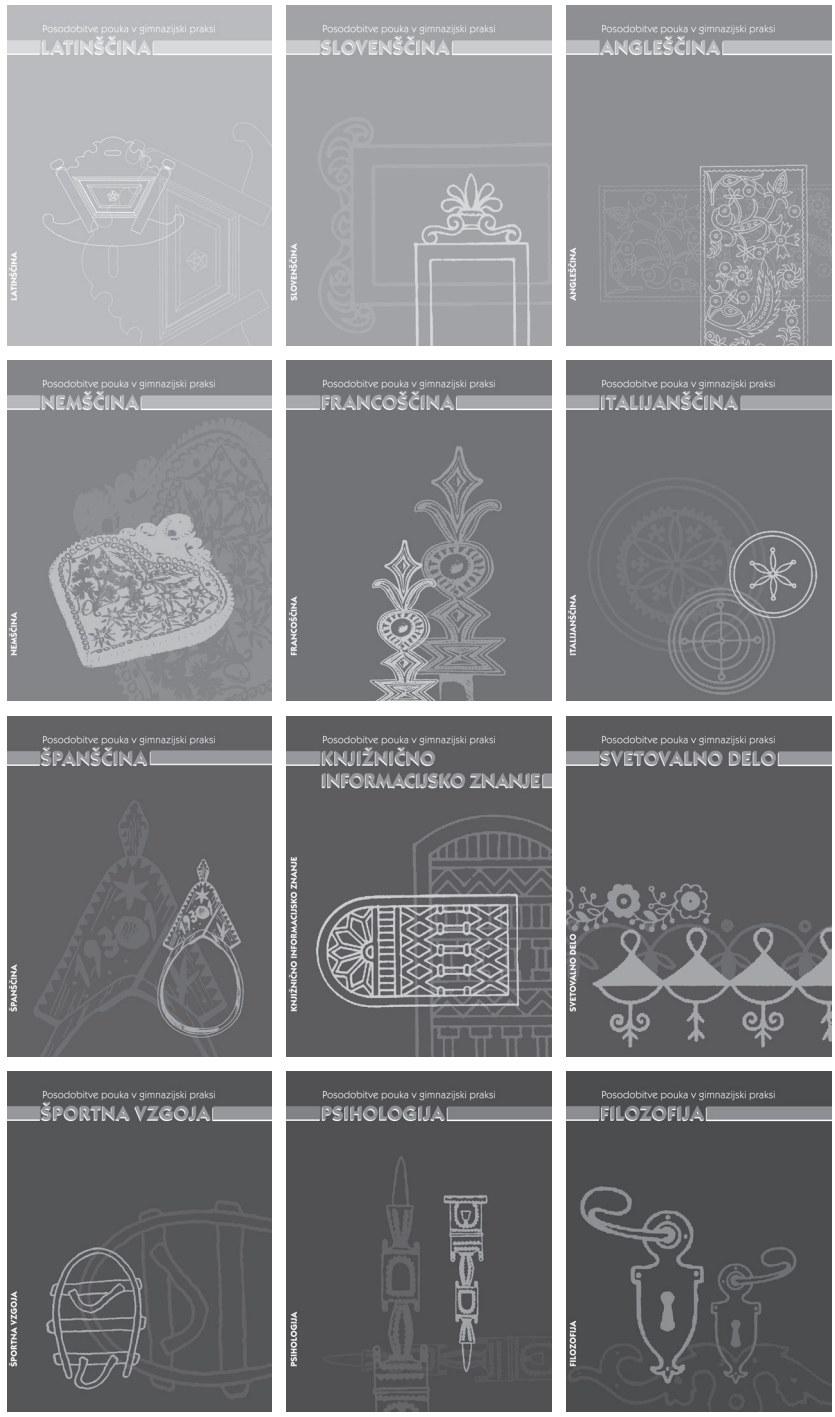
3 *Greenwood, N.N., Earnshaw, A. (1997). Chemistry of the Elements. 2nd ed.. Oxford: Pergamon Press.*

4 *Cotton, F. A., Wikinson, G., Murillo, C. A., Bochmann, M., Grimes, R. (1999). Advanced inorganic chemistry. 6th ed. New York: John Wiley & Sons.*

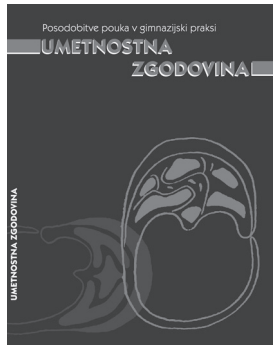
5 *Lazarini, F., Brenčič, J. (2004). Splošna in anorganska kemija. Visokošolski učbenik. Ljubljana: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.*

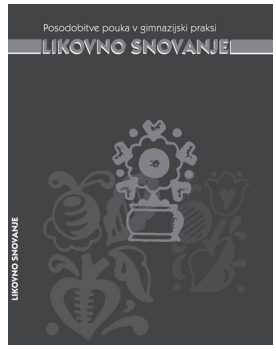
6 *Bukovec, N. (ur.) (2007). Medpredmetno povezovanje v naravoslovju, Monografija za učitelje naravoslovnih predmetov, Ljubljana: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.*

V zbirki Posodobitev pouka v gimnazijski praksi bodo izšle naslednje knjige:

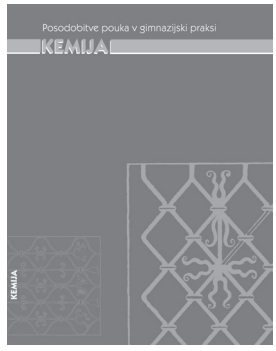


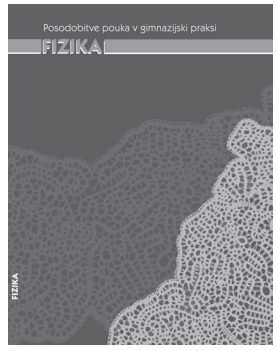
Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
ZGODOVINA
ZGODOVINA

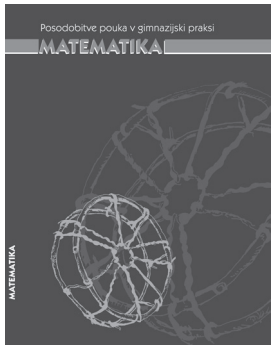

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
UMETNOSTNA ZGODOVINA
UMETNOSTNA ZGODOVINA


Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
LIKOVNO SNOVANJE
LIKOVNO SNOVANJE

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
GLASBA
GLASBA

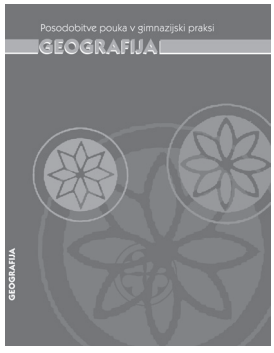

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
KEMIJA
KEMIJA

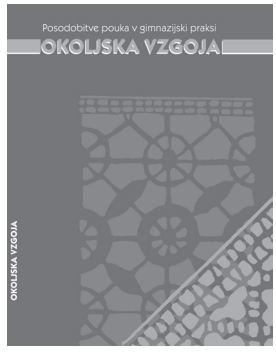

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
FIZIKA
FIZIKA


Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
MATEMATIKA
MATEMATIKA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
INFORMATIKA
INFORMATIKA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
EKONOMIJA
EKONOMIJA


Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
GEOGRAFIJA
GEOGRAFIJA


Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
OKOLJSKA VZGOJA
OKOLJSKA VZGOJA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
BIOLOGIJA
BIOLOGIJA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
SMERNICE POSODABLJANJA
SMERNICE POSODABLJANJA

Na naslovnici

OKENSKA MREŽA, v okenski okvir pritrjene, medsebojno povezane varovalne železne palice, povečini vstavljene v pritlična okna. Okenske mreže so na Slovenskem v grajski arhitekturi izpričane od 14. stol., na kmečkem stavbarstvu pa od 16. stol. v času baroka so se v fevdalnem, mestnem in kmečkem stavbarstvu uveljavile okrasne okenske mreže, sestavljene s prvinami valovnice, kroga, srca, romba, volut, vitic in listnih zaključkov, v navadi so bile vse do 19.stol.

(povzeto po: Baš, A. (ur.) (2004): Slovenski etnološki leksikon. Ljubljana: Mladinska knjiga)

ISBN 978-961-234-932-5
9 789612 349325