

KEMIJA

Gimnazija

Gimnazija s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri

Gimnazija z italijanskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri

Dvojezična slovensko-madžarska gimnazije na narodno mešanem območju Prekmurja



UČNI NAČRT Z DIDAKTIČNIMI PRIPOROČILI

IME PREDMETA: kemija

Izobraževalni program gimnazije, izobraževalni program gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri, izobraževalni program gimnazije z italijanskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri, izobraževalni program dvojezične slovensko-madžarske gimnazije na narodno mešanem območju Prekmurja: obvezni predmet (210 ur)
maturitetni standard (315 ur)

UREDNIKI: Anita Poberžnik in mag. Andreja Bačnik, Zavod RS za šolstvo

PRIPRAVILA PREDMETNA KURIKULARNA KOMISIJA V SESTAVI:

mag. Andreja Bačnik, Zavod RS za šolstvo; mag. Nika Cebin, Gimnazija Ledina; dr. Iztok Devetak, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta; mag. Tjaša Kampos, Osnovna šola Vencija Perka; dr. Berta Košmrlj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; dr. Janja Majer Kovačič, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko; dr. Anton Meden, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Aleksander Medveš, Gimnazija in ekonomska srednja šola Trbovlje; Ajda Medvešek, Osnovna šola Ivana Skvarče Zagorje ob Savi; dr. Franc Perdih, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo; Anita Poberžnik, Zavod RS za šolstvo; mag. Nataša Pozderek Intihar, Osnovna šola Milana Šuštaršiča Ljubljana; Andrej Smrdu, Gimnazija Vič in Petra Škofic Valjavec, Osnovna šola Vižmarje Brod.

JEZIKOVNI PREGLED: Mira Turk Škraba

OBLIKOVANJE: neAGENCIJA, digitalne preobrazbe, Katja Pirc, s. p.

IZDALA: Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje in Zavod RS za šolstvo

ZA MINISTRSTVO ZA VZGOJO IN IZOBRAŽEVANJE: dr. Vinko Logaj

ZA ZAVOD RS ZA ŠOLSTVO: Jasna Rojc

Ljubljana, 2025

SPLETNA IZDAJA

DOSTOPNO NA POVEZAVI:

https://eportal.mss.edus.si/msswww/datoteke/ucni_nacrti/2026/un-dp-kemija_gim-si-is-dv.pdf

CIP

Katalogni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID [247806723](#)

ISBN 978-961-03-1039-6 (Zavod RS za šolstvo, PDF)

BESEDILO O SEJI SS

Strokovni svet RS za splošno izobraževanje je na svoji 244. seji, dne 22. 5. 2025, določil učni načrt kemija za izobraževalni program gimnazije, izobraževalni program gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri, izobraževalni program gimnazije z italijanskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri in izobraževalni program dvojezične slovensko-madžarske gimnazije na narodno mešanem območju Prekmurja.

Strokovni svet RS za splošno izobraževanje se je na svoji 244. seji, dne 22. 5. 2025, seznanil z didaktičnimi priporočili k učnemu načrtu kemija za izobraževalni program gimnazije, izobraževalni program gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri, izobraževalni program gimnazije z italijanskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri in izobraževalni program dvojezične slovensko-madžarske gimnazije na narodno mešanem območju Prekmurja.



PRIZNANJE AVTORSTVA – NEKOMERCIALNO – DELJENJE POD ENAKIMI POGOJI

Prenova izobraževalnih programov s prenovo ključnih programskih dokumentov (kurikuluma za vrtce, učnih načrtov ter katalogov znanj)



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA VZGOJO IN IZOBRAŽEVANJE



KAKO SE ZNAJTI?

TIPIČNE STRANI

V dokumentu je za dijakinje in dijake, učiteljice in učitelje ipd. uporabljena moška slovnična oblika, ki velja enakovredno za oba spola.

Tema sporoča vsebinski okvir ali okvir predmetnospecifičnih zmožnosti, povezanih s cilji oz. skupinami ciljev: teme so predmetno specifične in lahko vključujejo vsebinske sklope in dejavnosti ter razvijajo veščine, zmožnosti in koncepte, ki naj bi jih dijaki izgrajevali in razvijali v procesu učenja.

Vrsta teme:
Obvezno
Izbirno
Maturitetno

Opis teme zajema ključne poudarke oz. koncepte kot okvir skupinam ciljev.

Dodatna pojasnila za temo lahko vsebujejo razlago o zasnovi teme, usmeritve in/ali navodila, ki se nanašajo na vsebino, vrsto teme, členitev teme, poimenovanje, trajanje, dejavnosti, izvedbo aktivnosti, učne pripomočke ... oz. karkoli, kar je pomembno za to temo.

IME TEME

OBVEZNO

OPIS TEME

Em fugiaspiduci sitet ut etur, in conest dipsum eosa nonsequam volorum, ommolor aut desequi duciist estrunda volorest, sandeni maximin uscillab il magnam quiam quo con explacc ullaccum alisi quidell igendam, in repta dolupta volor sam, ut hilit laut faccumqui omnim ut doluptur, quam consequ atibus dolo dignate mporehent qui tem nonseque por aliquisimust que volestrum esed quibusdae milla conserf ernate dentiat.

Ma vellaut quatio rporrore voluptae cus et illent harum doluptatur, et quas molorporia doluptatis molum rae nos event, inullit incimaiozem fugiandantis et fugitisque maion ped quo odi beatur, sequi illisqui ipidel escim reprat.

DODATNA POJASNILA ZA TEMO

Ullatur sequo qui ut vellenderio. Re exceseq uiatur aturem eos millandio totaquis alibus iume voluptatia quis aut quamust iosant prestius, ut ommodigendis doluptaes dersped moluptae. Harum a volupta tiatur, ne veles quia voluptatia similic tatesequam, seque ventio. Hendis erum quissequo quist que con nulparum ut quuntemos et repro quod ma nimusa sae vellaut eum ulpari valent voluptu rempor a de omnimax impellu ptataecusa ducipsae aut evelles temolup tincil imporia simped et endes eum et molum que laborerat voluptiurem nempori bustio explabo rionsenet evenimin nis ex eum voluptam consed que volupid eliquibus, tetusda ntusam ellis ut archill uptiore rundiae nimusdam vel enit, optibea quiaspelitem lam alit re, omnis ab il mo dolupti commihi tionsequiam eicia dolo intur accusci musdaecatet faccatur? Sinctet latiam facescipsa

Ceria pa iumquam, exernam quaspis dit equasit, omnis quis aut apitassum coribusda invenih icatorum qui ut re perumquaepep quame moditatum ipient veligna tessint iaessum, optamus, testi sediasped moluptatem aperiam aut quodips usciate veribus.

Mi, asit volupta tuscil int aspel illit atur, eum idenist iorrum alit, nim re illitas ma nimi, iusclisita dolorrym volorepedio core, consequam quae. De nossiti officillate

Z oznako **SC** so označeni ključni cilji posameznih področij skupnih ciljev. Številčni zapis pri oznaki skupnih ciljev se navezuje na preglednico s skupnimi cilji.

27. 2. 2025 /// 15:45

IME SKUPINE CILJEV

CILJI

Z oznako **O** so označeni obvezni cilji.

Z ležečim tiskom in oznako **I** so označeni izbirni cilji.

- O:** Et plabo. Nam eum fuga. Et explat. Xerro et aut que nihicia doloribus, velisci tatur
I: *Que ommodic aboribust, tesequae nimaionseni arum audit minusda dolum, si venimil itatat. Estinve litatem ut adit quid qui.* **SC** (2.2.2.1)
I: *Quia voluptatur aut od minverum, quas ilis et mint, eature rehenit magnatur aut exceaquam reiunt et omnis nobit vero excepel in nimagmam quat officiam que plaborpore ne culpa eum dolore aut aspicias sanihil moditam re pelias ne veri reperferes solos dolorum, quidit ad qui dolorerun.*
O: Ibus nis auda vendio venis saperum atem quiant aut pre comniscia num at is quoditi ne estinve litatem venis saperum atem quiant. **SC** (1.3.4.2 | 2.1.1.1 | 2.1.2.1 | 2.2.1.1 | 2.2.1.2 | 3.1.3.1 | 5.1.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak

S krepko označenim besedilom so izpostavljeni **minimalni standardi znanja**.

Z ležečim besedilom so označeni izbirni standardi oz. standardi znanja, ki izhajajo iz izbirnih ciljev.

Dodatne pisave in oznake pri standardih so opredeljene v obvezujočih navodilih za učitelja (npr. podčrtani, M, PTI itd.)

- Obisquamet faccab incium repenam id quist plita nume con nonectem sit volentis etur sanda de velictorrum quasimus mo mi.
- Ilcillabo. Bor as plibusc ipidesequat latia cuptatu repeliam.
- Et ommo commolo ratatur saepedit essunt que parit, expelliquam rem simos con es est volorrum quae. Aximintios et faccae. Inciet, ommolo con commoluptas aut vidusci enient.**
- Ut fuga. Nemperum fuga.**
- Ma vellaut quiatio rporore voluptae cus et illent harum doluptatur, et quas
- Omnim ut doluptur, quam consequi.
- Obisquamet faccab incium repenam id quist plita nume con nonectem sit volentis etur sanda de velictorrum quasimus mo mi.*
- Ilcillabo. Bor as plibusc ipidesequat latia cuptatu repeliam.*
- Et ommo commolo ratatur saepedit essunt que parit, expelliquam rem simos con es est volorrum quae. Aximintios et faccae. Inciet, ommolo con commoluptas aut vidusci enient.
- Ut fuga. Nemperum fuga.*

TERMINI:

- | | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|
| ☐ laborerat voluptiurem | ☐ veligna tessint | ☐ laborerat voluptiurem | ☐ veligna tessint |
| ☐ veligna tessint | ☐ laborerat voluptiurem | ☐ veligna tessint | |

Pojmi, ki jih dijak mora poznati oz. razumeti (in/ali znati smiselno uporabljati), lahko pa so navedeni tudi priporočeni pojmi. Nabor (strokovnih) terminov zaokrožuje in dopolnjuje posamezno temo, predstavlja pa informacijo učitelju pri načrtovanju vzgojno-izobraževalnega dela. Namenjen je navedbi terminologije, ki jo na področju določene teme v določenem obdobju izobraževalne vertikale usvojijo dijaki.

VIRI IN LITERATURA PO POGLAVJIH

Viri in literatura,
ki so vključeni v
posamezno temo.

NASLOV TEME

- » Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi eget ante eget ante hendrerit convallis vitae et purus. Donec euismod dolor sed neque condimentum, at sodales enim interdum. <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>

NASLOV SKUPINE CILJEV

- » Etiam, M. (2019). Eget laoreet ipsum. Nulla facilisi.
- » Parum, V. (2025). Sequi blaboreet quosam. Seque cus.
- » Morbi P. (2007). Sed ac arcu id velit facilisis aliquet. Nec tincidunt.
- » Eget O. (2010). Vestibulum vitae massa eget orci condimentum fringilla a ac turpis. Nulla et tempus nunc, vitae scelerisque tellus. Sed in tempus mi, a aliquet quam. Integer ut euismod eros, vel pretium mi. Maecenas sollicitudin.
- » Nunc N. (2023). Morbi suscipit ante quis viverra sollicitudin. Aenean ultricies.
- » Nunc N., Ante A., Sem S. (2015). Nullam congue eleifend magna in venenatis. Ut consectetur quis magna vitae sodales. Morbi placerat: <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>
- » Sed A. (2024). Ut aliquet aliquam urna eget laoreet. Fusce hendrerit dolor id mauris convallis, at accumsan lectus fermentum. Nunc bibendum quam et nibh elementum consectetur.

NASLOV SKUPINE CILJEV

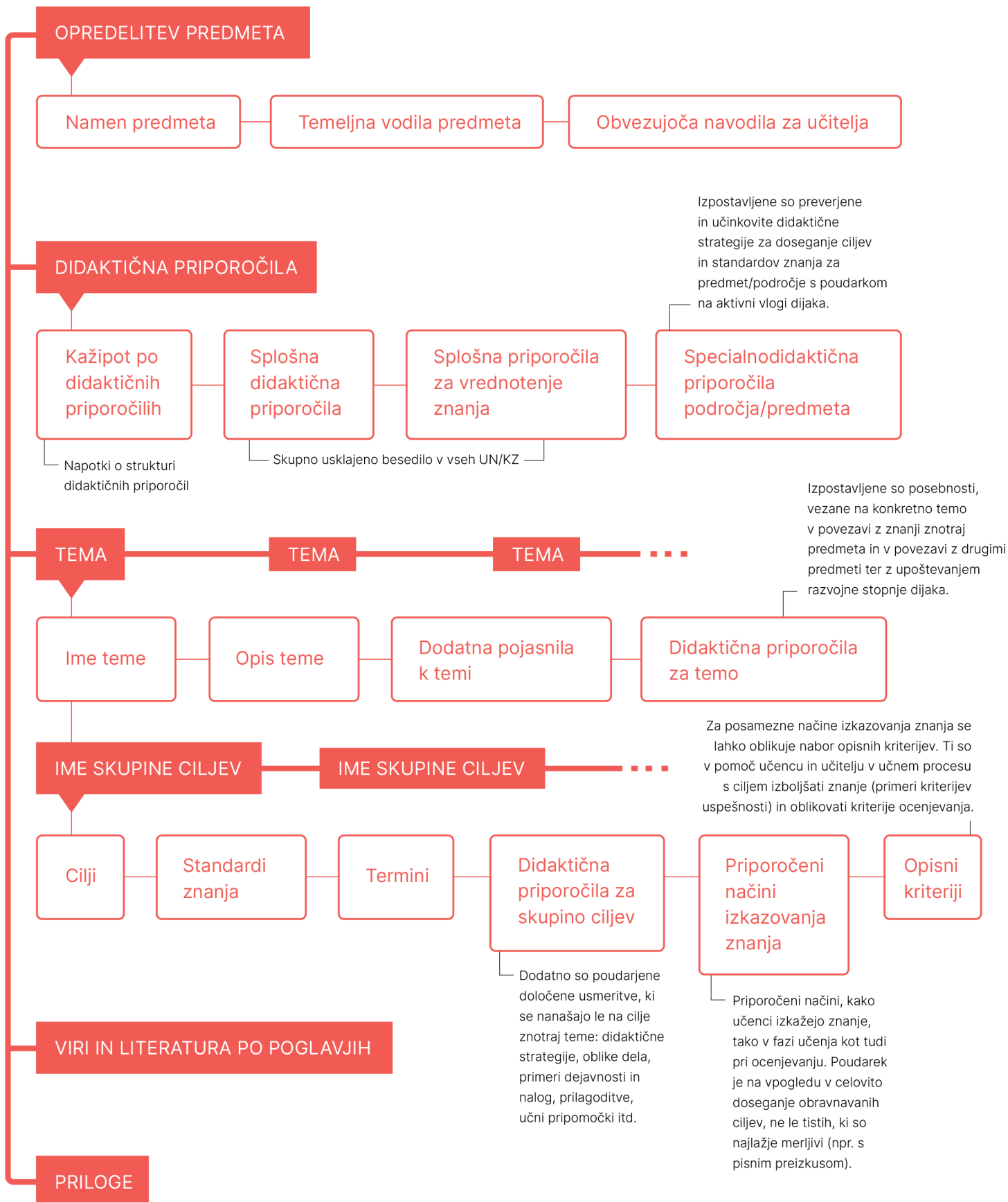
- » Vestibulum vitae massa eget orci condimentum fringilla, <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>
- » Nunc F.: Vivamus quis tortor et ipsum tempor laoreet id quis nunc. Phasellus quis sagittis ligula.
- » Redaktion, 2018. Morbi placerat: <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>

Viri in literatura, ki so vključeni
v posamezno skupino ciljev.

Hiperpovezava
do zunanjega vira

KAKO SE ZNAJTI?

STRUKTURA UČNEGA NAČRTA Z DIDAKTIČNIMI PRIPOROČILI



KAZALO

OPREDELITEV PREDMETA.....	10	Redoks reakcije in elektrokemija	92
Namen predmeta	10	KOORDINACIJSKE SPOJINE	98
Temeljna vodila predmeta	10	Koordinacijske spojine	98
Obvezujoča navodila za učitelje.....	11	ZGRADBA MOLEKUL ORGANSKIH SPOJIN IN	
Didaktična priporočila	12	OSNOVE ORGANSKIH REAKCIJ	100
Kažipot po didaktičnih priporočilih	12	Zgradba molekul organskih spojin in osnove	
Splošna didaktična priporočila	13	organskih reakcij.....	100
Splošna priporočila za vrednotenje znanja ...	14	OGLJIKOVODIKI	106
Specialnodidaktična priporočila		Ogljikovodiki.....	106
področja/predmeta	16	HALOGENIRANI OGLJIKOVODIKI	113
TEME, CILJI, STANDARDI ZNANJA	25	Halogenirani ogljikovodiki.....	113
KEMIJA JE EKSPERIMENTALNA VEDA.....	26	ORGANSKE KISI KOVE SPOJINE	118
Kemija je eksperimentalna veda	26	Organske kisikove spojine	118
ZGRADBA ATOMOV IN IONOV, PERIODNI SISTEM		AMINOKISLINE, PEPTIDI IN BELJAKOVINE.....	131
ELEMENTOV	35	Aminokisline, peptidi in beljakovine	131
Zgradba atomov in ionov, periodni sistem		POLIMERI	136
elementov	35	Polimeri	136
POVEZOVANJE DELCEV/GRADNIKOV	42	Viri in literatura po poglavjih	140
Povezovanje delcev/gradnikov	42	Didaktična priporočila	140
MNOŽINA SNOVI	48	KEMIJA JE EKSPERIMENTALNA VEDA	142
Množina snovi.....	48	KEMIJA JE EKSPERIMENTALNA VEDA	142
KEMIJSKA REAKCIJA - SNOVNA IN ENERGIJSKA		ZGRADBA ATOMOV IN IONOV, PERIODNI	
SPREMEMBA	53	SISTEM ELEMENTOV	143
Kemijska reakcija - snovna in energijska		ZGRADBA ATOMOV IN IONOV, PERIODNI	
sprememba	53	SISTEM ELEMENTOV	143
ALKALIJSKE KOVINE IN HALOGENI	60	POVEZOVANJE DELCEV/GRADNIKOV.....	145
Alkalijske kovine in halogeni	60	POVEZOVANJE DELCEV/GRADNIKOV	145
RAZTOPINE	66	MNOŽINA SNOVI	146
Raztopine	66	MNOŽINA SNOVI	146
HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ	74	KEMIJSKA REAKCIJA - SNOVNA IN ENERGIJSKA	
Hitrost kemijskih reakcij	74	SPREMEMBA	147
KEMIJSKO RAVNOTEŽJE	79	KEMIJSKA REAKCIJA - SNOVNA IN	
Kemijsko ravnotežje.....	79	ENERGIJSKA SPREMEMBA	147
RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH KISLIN, BAZ		ALKALIJSKE KOVINE IN HALOGENI.....	148
IN SOLI.....	84	ALKALIJSKE KOVINE IN HALOGENI	148
Ravnotežja v vodnih raztopinah kislin, baz in		RAZTOPINE.....	149
solih	84	RAZTOPINE	149
REDOKS REAKCIJE IN ELEKTROKEMIJA	92		

HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ	149
HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ	149
KEMIJSKO RAVNOTEŽJE	150
KEMIJSKO RAVNOTEŽJE	150
RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH KISLIN, BAZ IN SOLI	151
RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH KISLIN, BAZ IN SOLI	151
REDOKS REAKCIJE IN ELEKTROKEMIJA	152
REDOKS REAKCIJE IN ELEKTROKEMIJA	152
KOORDINACIJSKE SPOJINE	153
KOORDINACIJSKE SPOJINE	153
ZGRADBA MOLEKUL ORGANSKIH SPOJIN IN OSNOVE ORGANSKIH REAKCIJ	153
ZGRADBA MOLEKUL ORGANSKIH SPOJIN IN OSNOVE ORGANSKIH REAKCIJ	153
OGLJIKOVODIKI	154
OGLJIKOVODIKI	154
HALOGENIRANI OGLJIKOVODIKI	155
HALOGENIRANI OGLJIKOVODIKI	155
ORGANSKE KISI KOVE SPOJINE	155
ORGANSKE KISI KOVE SPOJINE	155
AMINOKISLINE, PEPTIDI IN BELJAKOVINE	156
AMINOKISLINE, PEPTIDI IN BELJAKOVINE	156
POLIMERI	157
POLIMERI	157
Priloge	158
Priloge po poglavjih	158
ZGRADBA ATOMOV IN IONOV, PERIODNI SISTEM ELEMENTOV	158

OPREDELITEV PREDMETA

NAMEN PREDMETA

Kemija je temeljna naravoslovna veda, osnovana na eksperimentalnem pristopu. Kemija proučuje snovi, njihovo zgradbo, spremembe, lastnosti in uporabo ter temelji na razumevanju soodvisnosti naštetega. Interdisciplinarno je tesno povezana z drugimi naravoslovnimi vedami. V sodobni družbi so kemijska znanja in spretnosti/veščine nepogrešljivi, saj omogočajo udejanjanje aktivnega državljanstva na pomembnih področjih, kot so skrb za zdravje in trajnostni razvoj družbe (npr. zelena kemija), skrb za kemijsko varnost na vseh ravneh itd. Ker je kemija pomembna v različnih panogah, močno vpliva na družbenoekonomske odnose.

TEMELJNA VODILA PREDMETA

Kemija je kot splošnoizobraževalni predmet v gimnaziji usmerjena v pridobivanje in razvijanje temeljnih kemijskih znanj, spretnosti/veščin in ustreznega odnosa do kemije.

Pouk kemije temelji na izkustvenem, eksperimentalnem pristopu oz. učenju z raziskovanjem. Pri učenju kemije je pomembno, da dijaki razumejo in znajo povezovati pojme/koncepte na makroskopski, submikro in simbolni ravni ter pri tem razvijajo naravoslovno in druge pismenosti ter krepijo zmožnosti sodelovanja (projektno delo), reševanja problemov, kritičnega mišljenja, ustvarjalnosti itd. Vse naštetje je podlaga za razumevanje pomena (naravoslovnih) znanosti in za razvoj pozitivnega odnosa do kemije oz. naravoslovja ter za aktivno in odgovorno delovanje v sodobni družbi.

Poudarek naj bo na samostojnem eksperimentalnem delu dijakov (individualno, delo v dvojicah, skupinsko) s prisotnostjo laboranta, ki naj bo optimalno razporejeno skozi celotno obdobje poučevanja kemije ter smiselno dopolnjeno z demonstracijskim eksperimentalnim delom učitelja.

OBVEZUJOČA NAVODILA ZA UČITELJE

V obveznem delu pouk kemije obsega 210 ur, ki so razporejene v prvih treh letnikih. Predlagano je zaporedje tem, učitelj pa lahko strokovno avtonomno v svoji letni pripravi in pripravi na pouk določi svoje zaporedje tem in ciljev ter njihovo razporeditev po letnikih.

Cilji in standardi maturitetnega sklopa so v učnem načrtu zapisani kot izbirni (s poševno pisavo) in označeni s črko M. V okviru priprave na maturo ponovimo, utrdimo in poglobimo obvezne cilje, ki jih nadgradimo z maturitetnimi cilji ter pripadajočimi standardi znanja.

Najmanj **dvajset odstotkov** celotnega obsega ur temelji na eksperimentalno-raziskovalnem delu. Pri tem moramo dosledno uveljavljati načela kemijske varnosti, ki v najširšem pomenu vključuje oceno in obvladovanje tveganja – ustrezno ravnanje s snovmi/kemikalijami pri pouku in v naši (neposredni) okolici, ki so lahko nevarne.

Učitelji lahko organizirajo strokovne ekskurzije, ki dijakom omogočajo realizacijo ciljev učnega načrta na drugačen, avtentičen način z neposredno izkušnjo s kemijskimi pojavi in procesi, pri čemer je zaželeno čim širše medpredmetno povezovanje.



DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

KAŽIPOT PO DIDAKTIČNIH PRIPOROČILIH

Razdelke *Kažipot po didaktičnih priporočilih*, *Splošna didaktična priporočila* in *Splošna priporočila za vrednotenje znanja* je pripravil Zavod RS za šolstvo.

Didaktična priporočila prinašajo učiteljem napotke za uresničevanje učnega načrta predmeta v pedagoškem procesu. Zastavljena so večplastno, na več ravneh (od splošnega h konkretnemu), ki se medsebojno prepletajo in dopolnjujejo.

- Razdelka ***Splošna didaktična priporočila*** in ***Splošna priporočila za vrednotenje znanja*** vključujeta krovne usmeritve za načrtovanje, poučevanje in vrednotenje znanja, ki veljajo za vse predmete po celotni izobraževalni vertikali. Besedilo v teh dveh razdelkih je nastalo na podlagi *Usmeritev za pripravo didaktičnih priporočil k učnim načrtom za osnovne šole in srednje šole* (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/3ladrdr>) ter *Izhodišč za prenovo učnih načrtov v osnovni šoli in gimnaziji* (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/plw0909>) in je v vseh učnih načrtih enako.
- Razdelek ***Specialnodidaktična priporočila področja/predmeta*** vključuje tista didaktična priporočila, ki se navezujejo na področje/predmet kot celoto. Zajeti so didaktični pristopi in strategije, ki so posebej priporočeni in značilni za predmet glede na njegovo naravo in specifične.

Učni načrt posameznega predmeta je členjen na *teme*, vsaka tema pa se lahko nadalje členi na *skupine ciljev*.

- Razdelka ***Didaktična priporočila za temo*** in ***Didaktična priporočila za skupino ciljev*** vključujeta konkretne in specifične napotke, ki se nanašajo na poučevanje določene teme oz. skupine ciljev znotraj teme. Na tem mestu so izpostavljene preverjene in učinkovite didaktične strategije za poučevanje posamezne teme ob upoštevanju značilnosti in vidikov znanja, starosti dijakov, predznanja, povezanosti znanja z drugimi predmeti/področji ipd. Na tej ravni so usmeritve lahko konkretizirane tudi s primeri izpeljave oz. učnimi scenariji.

Didaktična priporočila na ravni skupine ciljev zaokrožujeta razdelka ***Priporočeni načini izkazovanja znanja*** in ***Opisni kriteriji***, ki vključujeta napotke za vrednotenje znanja (spremljanje, preverjanje, ocenjevanje) znotraj posamezne teme oz. skupine ciljev.

SPLOŠNA DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Učitelj si za uresničitev ciljev učnega načrta, kakovostno učenje ter optimalni psihofizični razvoj dijakov prizadeva zagotoviti varno in spodbudno učno okolje. V ta namen pri poučevanju uporablja raznolike didaktične strategije, ki vključujejo učne oblike, metode, tehnike, učna sredstva in gradiva, s katerimi dijakom omogoča aktivno sodelovanje pri pouku, pa tudi samostojno učenje. Izbira jih premišljeno, glede na namen in naravo učnih ciljev ter glede na učne in druge, za učenje pomembne značilnosti posameznega dijaka, učne skupine ali oddelka.

Varno in spodbudno učno okolje učitelj zagotavlja tako, da:

- spodbuja medsebojno sprejemanje, sodelovanje, čustveno in socialno podporo;
- neguje vedoželjnost, spodbuja interes in motivacijo za učenje, podpira razvoj različnih talentov in potencialov;
- dijake aktivno vključuje v načrtovanje učenja;
- kakovostno poučuje in organizira samostojno učenje (individualno, v parih, skupinsko) ob različni stopnji vodenja in spodbujanja;
- dijakom omogoča medsebojno izmenjavo znanja in izkušenj, podporo in sodelovanje;
- prepoznava in pri poučevanju upošteva predznanje, skupne in individualne učne, socialne, čustvene, (med)kulturne, telesne in druge potrebe dijakov;
- dijakom postavlja ustrezno zahtevne učne izzive in si prizadeva za njihov napredek;
- pri dijakih stalno preverja razumevanje, spodbuja ozaveščanje in usmerjanje procesa lastnega učenja;
- proces poučevanja prilagaja ugotovitvam sprotne spremljanja in preverjanja dosežkov dijakov;
- omogoča povezovanje ter nadgrajevanje znanja znotraj predmeta, med predmeti in predmetnimi področji;
- poučuje in organizira samostojno učenje v različnih učnih okoljih (tudi virtualnih, zunaj učilnic), ob uporabi avtentičnih učnih virov in reševanju relevantnih življenjskih problemov in situacij;
- ob doseganju predmetnih uresničuje tudi skupne cilje različnih področij (jezik, državljanstvo, kultura in umetnost; trajnostni razvoj; zdravje in dobrobit; digitalna kompetentnost; podjetnost).

Učitelj pri uresničevanju ciljev in standardov znanja učnega načrta dijakom omogoči prepoznavanje in razumevanje:

- smisla oz. namena učenja (kaj se bodo učili in čemu);
- uspešnosti lastnega učenja oz. napredka (kako in na temelju česa bodo vedeli, da so pri učenju uspešni in so dosegli cilj);
- pomena različnih dokazov o učenju in znanju;
- vloge povratne informacije za stalno izboljševanje ter krepitev občutka »zmorem«;

- pomena medvrstniškega učenja in vrstniške povratne informacije.

Za doseganje celostnega in poglobljenega znanja učitelj načrtuje raznolike predmetne ali medpredmetne učne izzive, ki spodbujajo dijake k aktivnemu raziskovanju, preizkušanju, primerjanju, analiziranju, argumentiranju, reševanju avtentičnih problemov, izmenjavi izkušenj in povratnih informacij. Ob tem nadgrajujejo znanje ter razvijajo ustvarjalnost, inovativnost, kritično mišljenje in druge prečne veščine. Zato učitelj, kadar je mogoče, izvaja projektni, problemski, raziskovalni, eksperimentalni, izkustveni ali praktični pouk in uporablja temu primerne učne metode, pripomočke, gradiva in digitalno tehnologijo.

Učitelj upošteva raznolike zmožnosti in potrebe dijakov v okviru notranje diferenciacije in individualizacije pouka ter personalizacije učenja s prilagoditvami, ki obsegajo:

- učno okolje z izbiro ustreznih didaktičnih strategij, učnih dejavnosti in oblik;
- obsežnost, zahtevnost in kompleksnost učnih ciljev;
- raznovrstnost in tempo učenja;
- načine izkazovanja znanja, pričakovane rezultate ali dosežke.

Učitelj smiselno upošteva načelo diferenciacije in individualizacije tudi pri načrtovanju domačega dela dijakov, ki naj bo osmišljeno in raznoliko, namenjeno utrjevanju znanja in pripravi na nadaljnje učenje.

Individualizacija pouka in personalizirano učenje sta pomembna za razvijanje talentov in potencialov nadarjenih dijakov. Še posebej pa sta pomembna za razvoj, uspešno učenje ter enakovredno in aktivno vključenost dijakov s posebnimi vzgojno-izobraževalnimi potrebami, z učnimi težavami, dvojno izjemnih, priseljencev ter dijakov iz manj spodbudnega družinskega okolja. Z individualiziranimi pristopi preko inkluzivne poučevalne prakse učitelj odkriva in zmanjšuje ovire, ki dijakom iz teh skupin onemogočajo optimalno učenje, razvoj in izkazovanje znanja, ter uresničuje v individualiziranih programih in v drugih individualiziranih načrtih načrtovane prilagoditve vzgojno-izobraževalnega procesa za dijake iz specifičnih skupin.

SPLOŠNA PRIPOROČILA ZA VREDNOTENJE ZNANJA

Vrednotenje znanja razumemo kot ugotavljanje znanja dijakov skozi celoten učni proces, tako pri spremljanju in preverjanju (ugotavljanje predznanja in znanja dijaka na vseh stopnjah učenja) kot tudi pri ocenjevanju znanja.

V prvi fazi učitelj kontinuirano spremlja in podpira učenje, preverja znanje vsakega dijaka, mu nudi kakovostne povratne informacije in ob tem ustrezno prilagaja lastno poučevanje. Pred začetkom učnega procesa učitelj najprej aktivira in ugotavlja dijakovo predznanje in ugotovitve uporabi pri načrtovanju pouka. Med učnim procesom sproti preverja doseganje ciljev pouka in standardov znanja ter spremlja in ugotavlja napredek dijaka. V tej fazi učitelj znanja ne ocenjuje, pač pa na osnovi ugotovitev sproti prilagaja in izvaja dejavnosti v podporo in spodbudo učenju (npr. dodatne dejavnosti za utrjevanje znanja, prilagoditve načrtovanih dejavnosti in nalog glede na zmožnosti in potrebe posameznih dijakov ali skupine).

Učitelj pripomore k večji kakovosti pouka in učenja, tako da:

- sistematično, kontinuirano in načrtno pridobiva informacije o tem, kako dijak dosega učne cilje in usvaja standarde znanja;
- ugotavlja in spodbuja razvoj raznolikega znanja – ne le vsebinskega, temveč tudi procesnega (tj. spretnosti in veščin), spremlja in spodbuja pa tudi razvijanje odnosnega znanja;
- spodbuja dijaka, da dosega cilje na različnih taksonomskih ravneh oz. izkazuje znanje na različnih ravneh zahtevnosti;
- spodbuja uporabo znanja za reševanje problemov, sklepanje, analiziranje, vrednotenje, argumentiranje itn.;
- je naravn na ugotavljanje napredka in dosežkov, pri čemer razume, da so pomanjkljivosti in napake zlasti priložnosti za nadaljnje učenje;
- ugotavlja in analizira dijakovo razumevanje ter odpravlja vzroke za nerazumevanje in napačne predstave;
- dijaka spodbuja in ga vključuje v premisleke o namenih učenja in kriterijih uspešnosti, po katerih vrednoti lastno učno uspešnost (samovrednotenje) in uspešnost vrstnikov (vrstniško vrednotenje);
- dijaku sproti podaja kakovostne povratne informacije, ki vključujejo usmeritve za nadaljnje učenje.

Ko so dejavnosti prve faze (spremljanje in preverjanje znanja) ustrezno izpeljane, sledi druga faza, ocenjevanje znanja. Pri tem učitelj dijaku omogoči, da lahko v čim večji meri izkaže usvojeno znanje. To doseže tako, da ocenjuje znanje na različne načine, ki jih je dijak spoznal v procesu učenja. Pri tem upošteva potrebe dijaka, ki za uspešno učenje in izkazovanje znanja potrebuje prilagoditve.

Učitelj lahko ocenjuje samo znanje, ki je v učnem načrtu določeno s standardi znanja. Predmet ocenjevanja znanja niso vsi učni cilji, saj vsak cilj nima z njim povezanega specifičnega standarda znanja. Učitelj ne ocenjuje stališč, vrednot, navad, socialnih in čustvenih veščin ipd., čeprav so te zajete v ciljnih učnega načrta in jih učitelj pri dijaku sistematično spodbuja, razvija in v okviru prve faze tudi spremlja.

Na podlagi standardov znanja in kriterijev uspešnosti učitelj, tudi v sodelovanju z drugimi učitelji, pripravi kriterije ocenjevanja in opisnike ter jih na ustrezen način predstavi dijaku. Če dijak v procesu učenja razume in uporablja kriterije uspešnosti, bo lažje razumel kriterije ocenjevanja. Ugotovitve o doseganju standardov znanja, ki temeljijo na kriterijih ocenjevanja in opisnikih, se izrazijo v obliki ocene.

Učitelj z raznolikimi načini ocenjevanja omogoči izkazovanje raznolikega znanja (védenje, spretnosti, veščine) na različnih ravneh. Zato poleg pisnih preizkusov znanja in ustnih odgovorov ocenjuje izdelke (pisne, likovne, tehnične, praktične in druge za predmet specifične) in izvedbo dejavnosti (govorne, gibalne, umetniške, eksperimentalne, praktične, multimedijske, demonstracije, nastope in druge za predmet specifične), s katerimi dijak izkaže svoje znanje.

SPECIALNODIDAKTIČNA PRIPOROČILA PODROČJA/PREDMETA

Doseganje ciljev predmeta kemija

Sodobno poučevanje kemije temelji na eksperimentalnem in problemsko naravnem pouku (raziskovalni pristop, izkustveno in problemsko učenje). Za razumevanje kemije so pomembni vsebina/znanje (pojmi, teorije, zakoni), t. i. procesna znanja (spretnosti in veščine) ter odnos. To so tudi komponente oz. gradniki naravoslovne pismenosti (NP), ki jo s poučevanjem in učenjem kemije prednostno razvijamo od naravoslovnoznanstvenega razlaganja pojavov (NP1) do naravoslovnoznanstvenega raziskovanja, interpretiranja podatkov in dokazov (NP2), vključno z odnosom do naravoslovja (NP3) (Naravoslovna pismenost, opredelitev in gradniki; Bačnik idr., 2022; Naravoslovna_pismenost_gradniki.pdf (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/qnj9stv>)).

Poučevanje in učenje kemije temelji na dejavnostih, s katerimi dijaki:

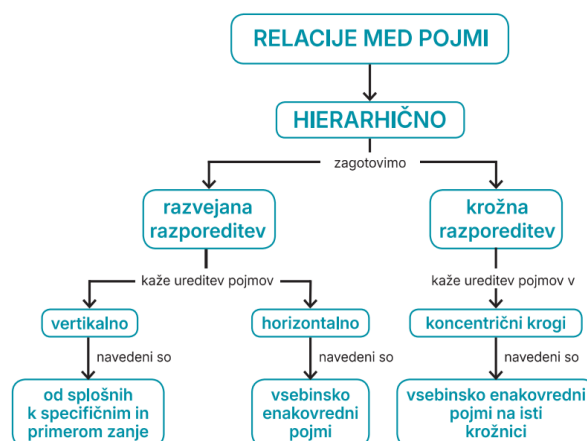
- spoznavajo in usvajajo pojme in koncepte, odkrivajo povezave med njimi, jih smiselno povezujejo med seboj in z že usvojenimi, nadgrajujejo ter uporabljajo za reševanje problemov;
- analizirajo empirične podatke, ki jih dobijo na podlagi eksperimentalnega, raziskovalnega dela ali s študijem virov podatkov, informacij, in ob pomoči učitelja razvijajo kritično, ustvarjalno in sistemsko mišljenje.

Pri obravnavi kemijskih pojmov v gimnaziji izhajamo, nadgrajujemo in razširjamo znanja, spretnosti in veščine, ki so jih dijaki usvojili z različnimi izkušnjami in predvsem v izobraževanju po naravoslovni vertikali, posebej pri predmetih spoznavanje okolja, naravoslovje in tehnika, naravoslovje ter predvsem pri predmetu kemija v osnovni šoli. Učenje kemije (naravoslovja) je dinamičen proces spreminjanja, rekonstrukcije in izgrajevanja novih pojmov, ki so osrednji cilj kemijskega izobraževanja, z veliko pozornostjo na prepletanju intuitivnih, tudi napačnih, in znanstvenih pojmov. Poučevanje in učenje kemije, ki je zaradi svoje abstraktnosti zahtevna, mora izhajati iz izkušenj, življenja in okolja mladostnikov, v širokem družbenem kontekstu, ob stalnem preverjanju predznanja dijakov, ki so za razumevanje nove vsebine bistveni. Vedno prehajamo od znanega k novemu, od manj zahtevnega k zahtevnejšemu, s poudarkom na za širšo družbo oz. njen razvoj bistvenih znanjih.

Dijaki pri opisovanju (najprej) uporabljajo besedne opise za razlago pojmov in pojavov, nato uvajamo uporabo simbolnega kemijskega jezika (simboli osnovnih elementov, kemijskih formul in enačb reakcij) in submikro prikazov. Govorimo o trojni naravi kemijskih pojmov.

Pojmovne mreže

Za preverjanje predznanja, usvajanje in vrednotenje usvojenega znanja izbrane teme priporočamo uporabo pojmovnih mrež. Ko pojmovne mreže dijaki ustvarjajo sami, omogočajo učitelju vpogled v njihove pojmovne strukture teme, ki so si jih oblikovali med učenjem. Na podlagi uporabljenih pojmov, ki so specifično podani (glejte pojmovno mrežo o pojmovnih mrežah), ter povezav med njimi lahko učitelj sklepa na njihovo kognitivno strukturo teme in identificira morebitna napačna razumevanja, ki jih poskuša odpraviti v nadaljevanju učnega procesa. V nadaljevanju je predstavljena pojmovna mreža o pojmovnih mrežah.



Prav tako je zaželeno, da si učitelj za vsako temo oblikuje lastno pojmovno mrežo na podlagi učnih ciljev, ki mu omogoča pripravo na poučevanje in vodi proces pouka. S pomočjo pojmovnih mrež bodo dijaki postopoma gradili svoje znanje in ga uspešno nadgrajevali tudi v nadaljevanju šolanja.

Na koncu osnovne šole pričakujemo, da učenci poznajo simbolni kemijski jezik, znajo na podlagi makroskopskih opažanj kemijskega pojava opisati interakcije med delci ter zapisati enačbo kemijske reakcije, ki opisuje te interakcije. Pri uvajanju splošnih kemijskih pojmov ne razlikujemo med anorgansko in organsko kemijo, ampak obravnavamo primere obeh področij. Učitelj avtonomno izbira vrstni red obravnave ciljev v posameznem razredu in skrbi za diferenciacijo oziroma individualizacijo v učnem procesu. Izbirni cilji so namenjeni širjenju in poglobljanju kemijskega znanja za vse dijake, ki kažejo zanimanje in za naravoslovno usmerjene oz. za kemijo nadarjene dijake.

Eksperimenti in raziskovanje pri poučevanju in učenju kemije

Kemija je eksperimentalna veda, zato so eksperimentalne metode (laboratorijskoeksperimentalne, raziskovalne metode – učenje z raziskovanjem, naravoslovno raziskovanje) temeljne in bistvene za poučevanje in učenje kemije oz. kemijskih pojmov na vseh stopnjah šolanja. Kombiniramo jih z drugimi učnimi metodami, *npr. verbalno-tekstualne metode, ilustrativno-demonstracijske metode, metode izkustvenega učenja (Tomič, 2003)*, ki jih po različnih avtorjih različno klasificiramo s poudarkom na metodah, ki so osredotočene na dijaka.

Med eksperimentalne metode spadajo:

- metoda načrtnega opazovanja, ki obsega načrtno in bolj ali manj vodeno opazovanje nekega kemijskega pojava (npr. katalitični razpad vodikovega peroksida), brez poseganja v situacijo;
- metoda eksperimenta ali poskusa, kar pomeni načrtno povzročanje nekega pojava z namenom, da bi proučevali spreminjanje neodvisnih spremenljivk in odkrivali njihov vpliv na odvisno spremenljivko, pri čemer je pomembna kontrola konstant (npr. ugotavljanje topnosti različnih elementov ter ionskih in molekularnih spojin v različnih bolj ali manj polarnih topilih); s serijo bolj ali manj odprto zasnovanih eksperimentov vodimo učenje z raziskovanjem;

- metoda praktičnega dela, pri katerem dijaki konkretno nekaj izdelajo iz določenega materiala (sem lahko spada tudi delo z modeli).

Pri pouku kemije je treba s cilji predvidene eksperimente izpeljati v ustrezni obliki (predvsem kot samostojno eksperimentalno delo dijakov). Pri izbiri preostalih ustreznih eksperimentov za doseganje ciljev učnega načrta je učitelj avtonomen. V izbiro, načrtovanje in pripravo eksperimentov naj čim bolj vključuje tudi dijake. Z ustreznim izborom eksperimentov lahko dosegamo tudi več učnih ciljev hkrati.

Eksperimentalna metoda ima pri pouku kemije dvojno vlogo:

- poučevanje kemijskih pojmov na podlagi eksperimentalnih opažanj in/ali meritev kot vira primarnih podatkov ali
- preverjanje zakonov in teorij oziroma potrjevanje hipotez.

Pri načrtovanju učnih oblik s katerimi eksperimentalno metodo implementiramo pri pouku kemije naj bo poudarek na samostojnem eksperimentalnem delu dijakov (skupinsko delo, delo v dvojicah, individualno delo), ki naj bo optimalno razporejeno skozi celotno obdobje poučevanja kemije, ki se ob prisotnosti laboranta izvaja v specializirani kemijski učilnici (laboratoriju), v minimalnem obsegu, kot to določa program. Samostojno eksperimentalno delo dijakov dopolnjujemo z demonstracijskimi eksperimenti, kjer poskrbimo za aktivno vlogo dijakov (pomagajo izvajati eksperimente, strukturirano beležijo opažanja in/ali meritve, sklepajo na zaključke na osnovi opažanj).

Raba digitalne tehnologije pri eksperimentalnem delu omogoča razširitev možnosti za opazovanje, zajemanje meritev, obdelavo, analizo in interpretacijo podatkov z uporabo:

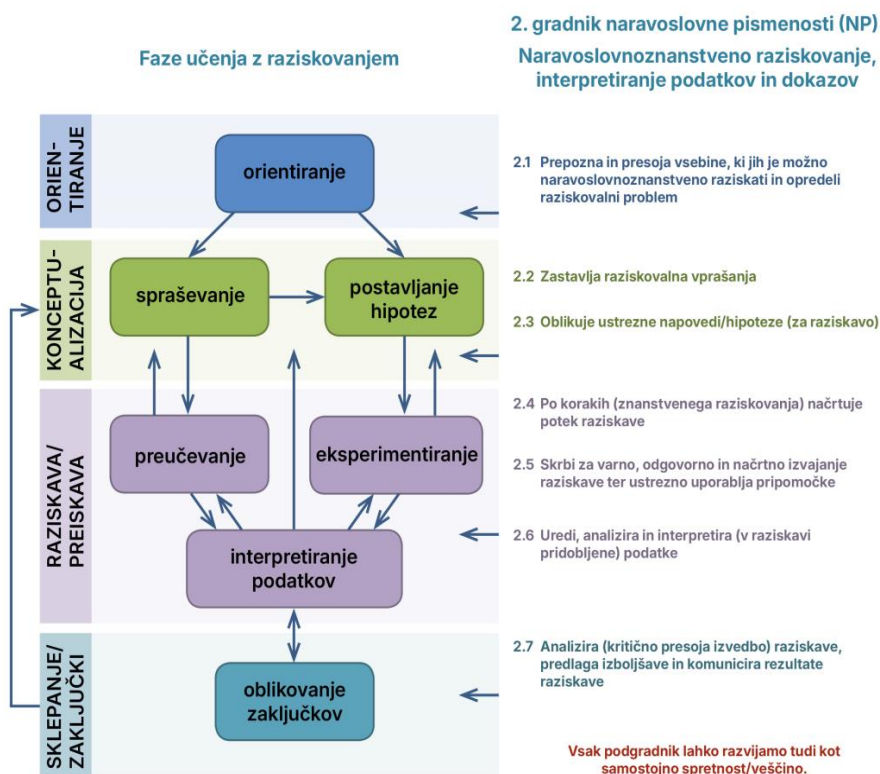
- senzorjev in merilnikov za merjenje fizikalnih in kemijskih parametrov, kot so temperatura, vrednost pH, koncentracija snovi, električna prevodnost itd.;
- posnetkov eksperimentov:
 - za ogled/prikaz nevarnih, dragih, dolgotrajnih eksperimentov;
 - kot dopolnilo za ponovitev realno izvedenih eksperimentov;
 - za vrednotenje znanja, povezanega z eksperimenti;
 - kot izhodišče za načrtovanje eksperimenta (predpriprava, zvrnjeno (»flipped«) učenje);
 - za primerjavo (tudi nadgradnjo) z realno izvedenim eksperimentom (iskanje enakosti in razlik, možnosti izboljšav) itd.;
- simulacij eksperimentov za eksperimentiranje s spreminjanjem različnih parametrov;
- virtualnih laboratorijev, ki omogočajo izvajanje eksperimentov na daljavo v spletu itd..

Trojno naravo kemijskih pojmov dosledno udejanjamo tudi pri eksperimentalnem delu. Pomembna faza eksperimentalnega dela je sklepanje iz opažanj in podatkov meritev, pridobljenih z izvajanjem eksperimentov pri pouku. V ugotavljanju, kaj se je pri eksperimentu dogajalo (posledica česa so opažanja), iz neposrednih, konkretnih eksperimentalnih opažanj prehajamo na abstraktno raven razlage kemijskih pojmov in procesov, t. i. submikro raven delcev (atomov, molekul in ionov), ki je zahtevna za razumevanje, saj je neposredno ne

moremo opazovati in opisovati (velikostni razredi delcev so na ravni okoli 10 nm / 1×10^{-8} m (velike makromolekule) oz. okoli 100 pm / 1×10^{-10} m (atomi)). Izhajamo iz razlag, ki so bolj ali manj v skladu z današnjim razumevanjem zgradbe snovi in interakcije med delci, ki povzročajo snovne spremembe. Šele ko dijaki razumejo, kaj se z delci dogaja pri izbrani kemijski reakciji/procesu, lahko to zapišemo s simbolnim kemijskim jezikom. Pomembno je, da je to zadnja stopnja v ciklu obravnave specifičnega kemijskega pojma/poja in da ne zapisujemo le enačb kemijskih reakcij. S takim pristopom prispevamo k boljšemu razumevanju ter uvidu v relevantnost kemije za življenje, se izognemo učenju na pamet, hitri pozabi in učnim težavam pri pouku kemije po celotni šolski vertikali.

Raziskovalni pristop (učenje z raziskovanjem, naravoslovno raziskovanje) pri kemiji, pri katerem imata zasnova in izvedba eksperimentov bistveno vlogo, je zelo pomemben iz več razlogov: primarno za boljše razumevanje kemije in delovanja znanosti in s tem za razvijanje naravoslovne pismenosti (NP), gradnikov drugih gradnikov NP, od 2.1 do 2.7: naravoslovnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov, ki so opredeljeni z ustreznimi opisniki (Naravoslovna_pismenost_gradniki.pdf (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/qnj9stv>)).

Na sliki so prikazane faze učenja z raziskovanjem (Pedaste, 2015) v povezavi z 2. gradnikom NP (Bačnik idr., 2022).



Uvajanje v raziskovalno delo omogoča dijakom sistematično navajanje na:

- opredelitev raziskovalnega problema, zastavljanje raziskovalnih vprašanj in oblikovanje hipotez;

- načrtovanje poteka raziskovalnega dela in iskanje primernih poštenih eksperimentov, ki vključujejo poznavanje osnovnih laboratorijskih pripomočkov in tehnik dela (pridobljenih pri pouku) ter skrb za varno delo;
- opredelitev odvisnih in neodvisnih spremenljivk ter njihovo kontrolo;
- natančnost in zanesljivost pri opazovanju, opisovanju, zapisovanju, obdelavi opažanj in podatkov meritev ter sklepanju na rezultate in njihovo predstavitev;
- sposobnost povezovanja in primerjanja dobljenih eksperimentalnih rezultatov (primarni vir) z rezultati, objavljenimi v raznih strokovnih virih (sekundarni viri);
- kritično vrednotenje rezultatov in izbranih metod eksperimentalnega dela ter iskanje predlogov za izboljšave, spremembe, dopolnitve ali nadgradnjo.

Če želimo, da bo raziskovalno delo spodbujalo dijake k uporabi miselnih operacij in razvijalo praktične spretnosti, mora biti bolj odprto in problemsko zasnovano, povezano z življenjem in okoljem, v katerem živimo. Pomembno je, da ga primerno umestimo v pouk in upoštevamo različnosti dijakov in njihove realne zmožnosti reševanja, ki jih lahko postopoma nadgradimo z zahtevnejšimi oziroma manj znanimi problemi. Dijake pri tem spodbujamo, da se pri iskanju rešitev opirajo na znanje in veščine eksperimentalnega dela, jih povezujejo, dopolnjujejo, nadgrajujejo in vrednotijo z vidika trajnostnega razvoja.

Pomembno je, da eksperimentalno delo izvajamo oz. prilagodimo v skladu s kemijsko varnostjo in principi zelene kemije (glej nadaljevanje).

Kemijska varnost in zelena kemija

Kemijska varnost je v najširšem pomenu opredeljena kot ustrezno ravnanje s snovmi, ki so potencialno nevarne, da bi bilo tveganje za naše zdravje in okolje čim manjše. S sloganom »kemijska varnost za vse« že več kot dve desetletji dokazujemo pomembnost informirane kemijske varnosti za vse, za vsak dan. Tudi za poučevanje kemije so uporabna gradiva posveta Kemijska varnost za vse (Kemijska varnost | Nijz) (<https://nijz.si/moje-okolje/kemijska-varnost/>).

V ožjem pomenu je kemijska varnost najbolj vezana na kemijo, pouk kemije, posebej na eksperimentalno delo, pri katerem moramo dosledno uveljavljati načela kemijske varnosti, ki vključuje oceno in obvladovanje tveganja, torej ustrezno ravnanje s potencialno nevarnimi snovmi, ki jih uporabljamo pri pouku kemije. Vertikalno kemijske varnosti sistematično gradimo od prvega razreda osnovne šole dalje, učence navajamo na prepoznavanje in upoštevanje nevarnih lastnosti snovi, postopoma, s piktogrami GHS za nevarne snovi, H stavki, opozorili za nevarnost (*podajajo vrsto oz. stopnjo nevarnosti*), P stavki, preventivnimi ali previdnostnimi opozorili (*podajajo priporočene ukrepe za zmanjšanje ali preprečevanje negativnih učinkov, ki bi lahko nastali zaradi izpostavljenosti nevarni snovi pri uporabi ali odstranjevanju*), posebnimi opozorili in varnostnimi listi za snovi v uporabi. Spodbujamo ne samo varno, temveč tudi odgovorno uporabo snovi (minimalne količine in način, ki je predlagan za uporabo) ter dosledno uporabo zaščitnih sredstev in ustrezno odstranjevanje odpadnih snovi. Zagotavljanje kemijske varnosti je povezano tudi s principi zelene kemije, za katere je značilno razmišljanje o razvoju proizvodov in procesov, ki minimalizirajo proizvodnjo ter uporabo škodljivih snovi. Poleg tega zelena kemija spodbuja k preprečevanju nastajanja odpadkov, varčevanju z energijo, uporabi obnovljivih surovin itd. Dvanajst principov zelene kemije pomeni okvir za bolj trajnostno in okoljsko odgovorno kemijo. Več

informacij za zagotavljanje kemijske varnosti pri pouku kemije (naravoslovnem izobraževanju) in implementaciji zelene kemije v pouk kemije (*s primeri prilagoditve izbranih eksperimentov na princip zelene kemije*) najdete na <https://chesse.org/si/>.

Modeliranje in modeli

Pri poučevanju in učenju kemije je pomembno, da dijaki razumejo in znajo povezovati pojme na vseh treh predstavitevni ravneh (makroskopski, submikro in simbolni) ter pri tem razvijajo tudi vizualno pismenost. Za povezavo med tremi predstavitvenimi ravni je ključna uporaba vizualizacijskih elementov, npr. kemijskih modelov (od krogličnih, fizičnih do računalniško generiranih), ter še posebej uporaba submikro predstavitev (2D in 3D statični slikovni prikazi delcev in/ali digitalno podprti dinamični/animirani prikazi delcev) za prikaze interakcij med delci snovi, ki jih prikazujemo v določeni skupini in ne posamično, kar omogoča vizualizacijo specifičnega kemijskega pojava.

Kemijske modele delcev in submikro predstavitev sistematično uporabljamo pri vseh temah in fazah pouka kemije. Za razvijanje prostorskih predstav dijakov je nujna njihova aktivna vloga – samostojno delo s fizičnimi kemijskimi modeli (prednostno individualno delo, delo v dvojicah ali skupinah), ki se dopolnjuje z uporabo računalniških modelov (programi za risanje in prikazovanje kemijskih struktur ChemsSketch, Chime idr.). Pri samostojnem delu s fizičnimi modeli je bistveno, da modele dijaki sami sestavljajo (uporaba zbirke modelov, npr. Molymod, in tudi drugih materialov, npr. različnih mas za oblikovanje) in pri tem razvijajo prostorske predstave o zgradbi molekulskih ali kristaliničnih snovi. Pomembno je, da inovativno izkoristimo vse možnosti, ki jih omogočajo modeli za pouk kemije, in ob učenju z modeli vključujemo tudi učenje o modelih, pri čemer z dijaki skupaj razmišljamo o omejitvah modelov, njihovih prednostih in pomanjkljivostih v prikazih ter jih s tem učimo analognega mišljenja (*NP, podgradnik 1.3: prepozna, uporablja in ustvarja (znanstvene) razlage pojavov, ki vključujejo različne prikaze, modele in analogije* (Naravoslovna_pismenost_gradniki.pdf (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/qnj9stv>))). To je še posebej zaželeno pri nadarjenih dijakih. Pri uporabi vizualizacijskih elementov (modeli, submikro predstavitev, animacije), podprtih s sodobno digitalno tehnologijo, je pomembno sistematično povezovanje z eksperimentalnim delom.

Delo z viri, predstavljanje informacij in digitalna tehnologija

Učitelj kemije pri načrtovanju in izvajanju učnega procesa uporablja razne informacijske vire (poljudnoznanstvene revije, strokovni članki, svetovni splet, podatkovne zbirke, dokumentarni filmi, enciklopedije in druge publikacije) in dijake usmerja k njihovi uporabi oziroma k uporabi sodobne digitalne tehnologije. Učna metoda dela z besedili omogoča učitelju kemije, da dijake navaja na iskanje, razvrščanje, urejanje, analiziranje informacij ter ustrezno citiranje virov in razvija kritično mišljenje dijakov, na podlagi katerega bodo ti znali uporabiti, vrednotiti in ustrezno predstaviti informacije. Metodo dela z besedili pri pouku kemije povezujemo in integriramo v druge učne metode, posebej v eksperimentalno metodo in projektno delo. V pouk kemije redno vključujemo sodobne izsledke kemijske (naravoslovnih) znanosti, viri informacij in pridobivanja izkušenj pa so lahko tudi obiski raziskovalnih ustanov, tehnoloških obratov, muzejev itd..

Delo z viri je z opisniki opredeljeno v NP, *podgradnik 1.2: iz virov pridobiva ustrezne in relevantne informacije za razlago pojmov in pojavov ter pozna/uporablja znanstvene podatkovne zbirke*.

V učenje in poučevanje kemije vključujemo tudi raznolike digitalne vire in e-vsebine (svetovni splet, e-učna gradiva, d-učbenike, i-učbenike, družbena omrežja in umetno inteligenco). Digitalne vire izbiramo glede na uporabnost pri doseganju učnih ciljev in kompetenčne ravni dijakov, ob tem smo pozorni na relevantnost,

zanesljivost, dostopnost, avtorske pravice in tehnične zahteve digitalnih virov. Ko govorimo o e-učnih gradivih, mislimo na elektronska (digitalna) gradiva, ki so namenjena učenju in omogočajo večpredstavnost in interaktivnost (kombinacija besed, slik, video- in avdioposnetkov, animacij, simulacij, virtualno resničnost (VR), didaktičnih iger itd.).

Projektno in terensko delo ter reševanje avtentičnih problemov

V pouk kemije, če je le mogoče oz. smiselno, eksperimentalno metodo razširimo v terensko delo in vključujemo projektni pouk. Pri tem naj dijaki rešujejo konkretne (avtentične) probleme, ki izhajajo iz življenjskih/realnih stanj in gredo skozi vse faze reševanja problema (zaznavanje in opredelitev problema, iskanje in preizkušanje rešitev, interpretiranje rezultatov, vrednotenje, posredovanje ugotovitev in zaključkov), s smiselno uporabo pridobljenega znanja, spretnosti in veščin. Rešitve avtentičnih problemov naj imajo za dijake čim bolj uporabno vrednost. Pri tem se lahko opremo na naslednje vire:

- Spodbujanje razvoja veščin znanstvenega raziskovanja s formativnim spremljanjem (Skvarč idr., 2018) [https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/ynko8al](https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/ynko8al;);
- Spodbujanje razvoja zmožnosti reševanja avtentičnih problemov s smiselno uporabo digitalnih tehnologij (Poberžnik idr., 2022) <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/i81zp52>;
- Reševanje avtentičnih problemov na STEM področju (Moravec idr., 2022) <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/ynko8al>.

Uporaba terenskega in projektnega dela z reševanjem avtentičnih problemov je posebej priporočljiva pri temah, povezanih s kemijo okolja, tudi za razumevanje principov zelene kemije oz. smernic trajnostne kemije. Ob tem dijaki razvijajo tudi socialne spretnosti (zmožnost sodelovanja, dogovarjanja, izražanja idej, upoštevanje različnih pogledov in mnenj itd.) in sistemsko mišljenje, povezovanje različnih elementov v celovit in kompleksen sistem medsebojnih interakcij (npr. sinteza amonijaka, lastnosti in zgradba amonijaka, umetna gnojila, problemi v družbi (lakota), poraba energije, poraba fosilnih goriv, onesnaževanje vod, eutrofikacija, globalno segrevanje, fotokemični smog).

Udejanjanje področij skupnih ciljev

Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost

Pri dijakih razvijamo razumevanje, da je učenje vsebine predmeta kemija hkrati spoznavanje strokovnega jezika – poimenovanje pojmov, procesov, relacij med pojmi ^{SC} (1.1.2.1). Strokovni jezik, terminologijo uvajamo postopno, jo večkrat ponovimo (v različnih kontekstih) ter jo povezujemo z eksperimentalnim delom oz. različnimi dejavnostmi, kar dijakom omogoča lažje razumevanje in uporabo izrazov v različnih okoliščinah.

Dijakom čim večkrat omogočimo izražanje v različnih besedilnih vrstah ^{SC} (1.1.1.1): tvorba opisov npr. eksperimenta, pojava; priprava referata, plakata; predstavitev vsebine z različnimi vizualizacijskimi pripomočki; tvorba poročila eksperimentalnih vaj oz. raziskav itd.). Pri tem smo pozorni, da v vseh fazah pouka spodbujamo dijake in jih s konstruktivno povratno informacijo podpiramo pri strokovno ustreznem izražanju ^{SC} (1.1.2.2). V kemijski učilnici poskrbimo za nabor prosto dostopne literature kot vira podatkov, informacij. Načrtujemo dejavnosti, ki spodbujajo dijake k rednemu branju gradiv oz. iskanju podatkov, informacij ^{SC} (1.1.4.1), tudi v digitalnih okoljih (glej digitalno kompetentnost). Za učinkovito branje gradiv jih opolnomočimo z uporabo bralnih učnih strategij (npr. primerjalna matrika, Vennov diagram, Paukova strategija, PV3P), ki spodbujajo

bralno razumevanje. Pri ciljih, povezanih z antropogenim vplivom na okolje in družbo, spodbujamo razvijanje občutljivosti za moralna vprašanja ter sposobnosti, da dijaki o njih razmišljajo skupaj z drugimi ^{SC} (1.2.2.2). Pri izbranih ciljih spodbujamo dijake k proučevanju in raziskovanju različnih materialov in njihove uporabe v umetnosti ^{SC} (1.3.3.1).

Trajnostni razvoj in razvijanje kompetenc za trajnostnost

Cilji pouka kemije v veliki meri omogočajo udejanjanje trajnostnega razvoja oz. trajnostnosti kot področja skupnih ciljev. Pri tem se trajnostni razvoj nanaša na številne procese in poti, ki jih uporabimo za spodbujanje razvoja ali doseganje napredka na trajnostne načine, trajnostnost pa pomeni »dajati prednost potrebam vseh živih bitij in planeta, tako da poskrbimo, da delovanje človeka ne preseže omejenih planetarnih zmogljivosti« (Evropski okvir kompetenc za trajnostnost; <https://www.zrss.si/pdf/greencomp.pdf>; [greencomp.pdf](https://www.zrss.si/pdf/greencomp.pdf)). Cilj učenja kemije naj bo trajnostni način mišljenja in razumevanje dejstva, da smo ljudje del narave in da smo odvisni od nje ^{SC} (2.1.3.1). Dijaki naj pridobijo znanje, spretnosti in odnose, ki jim pomagajo postati nosilci sprememb ter sodelujejo pri oblikovanju prihodnosti v okviru omenjenih planetarnih zmogljivosti ^{SC} (2.2.2.1). Pri predmetu kemija področje trajnostnosti vključujemo v vse teme, najbolj pa je izpostavljeno pri temah: kemija je eksperimentalna veda, alkalijske kovine in halogeni, raztopine, ravnotežja v vodnih raztopinah kislin, baz in soli, redoks reakcije in elektrokemija, ogljikovodiki, halogenirani ogljikovodiki, organske kisikove spojine, polimeri. Z reševanjem avtentičnih problemov spodbujamo poglobljeno razumevanje kompleksnosti naravnih sistemov ^{SC} (2.2.1.1), na globalni in lokalni ravni ^{SC} (2.2.1.2), iskanje trajnostnih rešitev in lastnega ukrepanja ^{SC} (2.3.1.1) in ^{SC} (2.4.3.1), kar je priložnost tudi za razvijanje kompetence podjetnosti (glej podjetnostno kompetenco).

Zdravje in dobrobit - skrb za zdravje in varnost

Pri poučevanju in učenju kemije močno udejanjamo skupne cilje področja zdravje in dobrobit, posebej telesne dobrobiti. Pri eksperimentalnem delu ves čas poudarjamo pomen varnega in odgovornega dela, ravnanja s snovmi, dosledne uporabe zaščitnih sredstev in ustreznega odstranjevanja odpadnih snovi oz. kemijske varnosti ^{SC} (3.2.4.1) in ^{SC} (3.2.4.2). V cilje organske kemije so vključeni vidiki uravnoteženega in zdravega prehranjevanja ^{SC} (3.2.2.1) in ^{SC} (3.2.2.2), spodbujanje k pozitivnemu odnosu do hrane ^{SC} (3.2.2.3) ter preventivno in kurativno delovanje pri različnih oblikah zasvojenosti z etanolom in kofeinom ^{SC} (3.2.5.1). Učitelj glede na potrebe dijakov smiselno vključuje tudi skupne cilje, povezane z duševnim zdravjem (veščine samouravnavanja, učenje učenja) in socialno dobrobitjo (komunikacijske spretnosti in veščine, odnosi z drugimi, empatija). Pri pouku kemije razvijamo skrb za zdravje in dobro počutje v življenju, bodočem poklicu oz. na delovnem mestu (ocene dejavnikov tveganja), osnove prve pomoči ^{SC} (3.3.5.1). Za ozaveščanje škodljivosti dolgotrajnega sedenja in razvijanje zdravih navad ^{SC} (3.2.1.4) sistematično uvajamo gibalne prekinitev med poukom, aktivne odmore, kar izboljšuje duševno, telesno in socialno dobrobit dijakov.

Digitalna kompetentnost in uporaba digitalnih tehnologij

Pri pouku kemije smiselno vključujemo in razvijamo rabo digitalnih tehnologij, da lahko dijaki načrtno in sistematično razvijajo digitalno kompetentnost iz okvira DigComp 2.2. (DigComp 2.2 - The Digital Competence Framework for Citizens (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/nOn2c3c>)), posebej:

→ ustvarjalno uporabo digitalne tehnologije ^{SC} (4.5.3.1):

dijake usmerjamo k uporabi in soustvarjanju prikazov kemijske zgradbe in kemijskih sprememb na submikro in simbolni ravni z uporabo različnih digitalnih orodij za računalniško generiranje modelov in razumevanje pomena modeliranja za znanstvene, medicinske in tehnološke namene; izbrane/poustvarjene/lastne

vizualizacijske izdelke dijaki opremijo/nadgradijo z ustrezno razlago/pojasnilom (kaj izdelek prikazuje, katere informacije o zgradbi/procesu lahko razberemo, kakšne so njegove prednosti, pomanjkljivosti, omejitve);

- deljenje z uporabo digitalnih tehnologij ^{SC} (4.2.2.1):
 - dijaki objavijo in delijo vizualizacijske izdelke z razlago (izbrane, poustvarjene ali lastne) za prikaz kemijske zgradbe oz. poteka kemijskih sprememb na submikro in simbolni ravni na platformi, ki omogoča deljenje in komentiranje digitalnih vsebin; platformo za deljenje dijaki skupaj z učiteljem izberejo/določijo; pri objavi/deljenju dijake usmerjamo k doslednemu navajanju virov in avtorskih pravic;
- prepoznavanje vrzeli v digitalnih kompetencah ^{SC} (4.5.4.1):
 - dijake pri uporabi digitalnih orodij za vizualizacijo kemijskih struktur in procesov, objavo in deljenje usmerjamo k uporabi ustreznih videovodičev, priročnikov, izobraževalnih uric za premagovanje težav pri ustvarjanju/poustvarjanju z izbranimi digitalnimi tehnologijami.

Dijake spodbujamo, da digitalno tehnologijo uporabljajo tudi kot vir podatkov oz. vsebin, jih analizirajo in primerjajo ter kritično vrednotijo njihovo verodostojnost in zanesljivost ^{SC} (4.1.1.1) in ^{SC} (4.1.2.1). Seznanjamo jih z avtorskimi pravicami in licencami ^{SC} (4.3.3.1). V okviru upravljanja s podatki ^{SC} (4.1.3.1) jih usmerjamo, kako podatke (pridobljene z eksperimentalnimi delom) zbirajo, obdelujejo, prikazujejo ter shranjujejo. Pri pouku kemije spodbujamo sodelovalno učenje, tako da dijaki z uporabo digitalnih tehnologij soustvarjajo in tako razvijajo kompetenco sodelovanja ^{SC} (4.2.4.1).

Priročnik Vodenje in podpora učencem pri pridobivanju digitalnih kompetenc (Strokovna izhodišča in priporočila, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/4Iceaqw>), vključuje strokovna izhodišča in didaktična priporočila za sistematično razvijanje posameznih digitalnih kompetenc učencev/dijakov glede na stopnjo izobraževanja. Preizkušeni primeri za srednjo šoli so v celoti (vključno z učnimi gradivi) zbrani v petem delu gradiva (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/5idjfc>).

Podjetnost

Podjetnostna kompetenca se v celoti lahko razvija, če je dijak deležen priložnosti reševanja avtentičnih izzivov, ki temeljijo na ustvarjanju priložnosti za reševanje realnih problemov, sodelovanju in ustvarjalnem razmišljanju. Pri skupinskem delu si dijaki razdelijo vloge in se učijo sodelovanja, komunikacije in mreženja. V čim večji meri so vključeni v proces prepoznavanja problema, priprave nabora možnih rešitev, izbire najbolj optimalne rešitve na podlagi predhodno zastavljenih kriterijev in razvijanja možne rešitve problema, pri čemer načrtujejo in upravljajo različne vire (npr. materialne, finančne, zunanje osebe kot vir znanja). Učitelj naj spodbuja dijake, da se učijo na podlagi izkušenj, reflektirajo svoje odločitve in evalvirajo rezultate. S takšnim pristopom bodo razvijali ustvarjalnost, odgovornost, prilagodljivost in sposobnost prenosa idej v prakso. Pri pouku kemije skupne cilje področja podjetnosti udejanjamo skozi vodilne didaktične pristope:

- eksperimentalno-raziskovalni pristop, pri katerem dijaki z reševanjem izzivov pridobivajo nove izkušnje in prepoznavajo priložnosti za aktivno uporabo pridobljenega znanja v novih okoliščinah ^{SC} (5.3.5.1), ^{SC} (5.3.5.3) idr.;
- izvajanje projektnega dela in reševanje avtentičnih problemov, ki se navezujejo na okolje, življenje in bodoči poklic, pri čemer sodelujejo med seboj, uporabljajo pridobljeno znanje na ustvarjalen način, pridobivajo vire, pripravljajo nabor rešitev, prepoznavajo in rešujejo finančne izzive itd. ^{SC} (5.3.4.1), ^{SC} (5.2.5.1), ^{SC} (5.1.2.1), ^{SC} (5.1.2.2), ^{SC} (5.3.5.3).

TEME, CILJI, STANDARDI ZNANJA

KEMIJA JE EKSPERIMENTALNA VEDA

OBVEZNO

OPIS TEME

Kemija kot temeljna naravoslovna veda uporablja eksperiment za proučevanje zgradbe in lastnosti snovi ter snovnih sprememb. V okviru teme nadgrajujemo zavedanje pomena eksperimenta v kemiji v povezavi s poznavanjem osnovnih laboratorijskih tehnik in laboratorijskih pripomočkov. Načrtujemo in izvajamo eksperimente, razvijamo eksperimentalne veščine ob upoštevanju pravil varnega dela s kemikalijami, poglobljamo poznavanje lastnosti nevarnih snovi in načine ustreznega ravnanja z njimi. Obenem spoznavamo osnove toksikologije in trajnostne oziroma zelene kemije. Razvijamo tudi kritično presojanje rezultatov eksperimentov, jih ustrezno analiziramo in vrednotimo ter povzemamo ustrezne zaključke. Pridobljene veščine in znanja predstavljajo temelj za izvedbo eksperimentov pri vseh nadaljnjih temah.

KEMIJA JE EKSPERIMENTALNA VEDA

CILJI

Dijak:

○: razvija odnos do kemije s poznavanjem vloge kemije kot naravoslovne eksperimentalne znanosti ter njenega pomena za življenje, poklice, družbo in okolje;

SC (2.1.1.1)

○: nadgrajuje poznavanje kategorij nevarnosti snovi in GHS piktogramov ter pomen H in P stavkov pri označevanju nevarnih snovi, spozna pomen varnostnega lista, pri delu v laboratoriju uporablja ustrezno zaščitno opremo in z nevarnimi snovmi ravna v skladu z navodili ter razvija zavedanje pomena pravilnega odstranjevanja kemikalij;

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)

○: uporablja, vrednoti in upravlja s podatki, informacijami in digitalnimi vsebinami o (nevarnih) lastnostih snovi iz različnih virov tudi za eksperimentalno delo in se uri v strokovnem jeziku;

SC (4.1.1.1 | 4.1.2.1 | 1.1.2.2)

○: razvija zavedanje, da imajo nevarne lastnosti lahko tako naravne kot sintetične snovi, ter spozna pojem ksenobiotiki;

SC (3.2.4.2)

○: spozna načine vstopa nevarne snovi v organizem in vidike izpostavljenosti ter razlikuje med akutno in kronično izpostavitvijo oz. nevarnostjo;

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)

○: spoznava, kaj je tveganje, in se uri v ocenjevanju tveganja za delo z izbrano snovjo;

SC (3.2.4.2 | 3.2.4.1)

I: *spoznava osnovne toksikološke pojme in njihov pomen: odmerek, učinek, odziv ter določevanje toksičnosti snovi (LD_{50} , NOAEL, LOAEL);*

○: spoznava temeljne principe zelene kemije ter jih upošteva pri eksperimentalnem delu;

SC (2.4.3.1 | 5.3.5.3)

○: proučuje pomen in vlogo raziskave, eksperimenta v znanosti, posebej v kemiji, ter razlikuje med pojmi raziskava, eksperiment (poskus) in eksperimentalni pogoji/okolščine, spremenljivke;

○: nadgrajuje poznavanje osnovnega laboratorijskega pribora/pripomočkov v šoli (tehtanje s precizno/analitsko tehtnico, odmerjanje tekočin (polnilne in merilne pipete s pripomočkom za pipetiranje), segrevanje z Bunsenovim gorilnikom, uporaba areometra) in jih uporablja za osnovne laboratorijske tehnike;

SC (5.3.4.1 | 5.3.5.1 | 5.3.5.3)

○: načrtuje in izvaja kvantitativno ločevanje dane/izbrane zmesi, razvija eksperimentalno-raziskovalni pristop in zmožnost varnega eksperimentalnega dela ter se uri v zapisovanju laboratorijskega poročila;

SC (1.1.1.1 | 3.2.4.2 | 5.3.5.1)

○: analizira in vrednoti izvedene meritve in pridobljene podatke, povzema ustrezne zaključke in predlaga morebitno uporabo alternativnih laboratorijskih tehnik oziroma merilnih pripomočkov tudi glede na principe zelene kemije.

SC (2.4.3.1 | 5.1.4.1 | 4.1.3.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- pozna kategorije nevarnih snovi, razloži pomen GHS piktogramov za označevanje nevarnih snovi in razloži pomen H in P stavkov;
- razloži povezavo med GHS piktogrami ter H in P stavki pri označevanju nevarnih snovi;
- v različnih virih za izbrano snov poišče podatke o njenih lastnostih, oceni tveganje pri delu z nevarno snovjo, predlaga ustrezen način rokovanja in pozna pomen uporabe zaščitne opreme pri eksperimentalnem delu;
- analizira in kritično vrednoti relevantnost in zanesljivost (verodostojnost) podatkov;
- pozna načine vstopa (nevarne) snovi v organizem ter loči med akutno in kronično izpostavitvijo oz. nevarnostjo;
- navede primere ksenobiotikov;
- pojasni pomen osnovnih toksikoloških pojmov: odmerek, učinek, odziv ter določevanje toksičnosti snovi (LD_{50} , NOAEL, LOAEL);

- **razloži potek** in pomen eksperimenta oziroma raziskave, **eksperimentalne pogoje/okolščine (konstante, spremenljivke)**;
- **pozna in uporablja osnovne laboratorijske tehnike, načine ločevanja zmesi, poimenuje laboratorijske pripomočke in pozna njihovo uporabo** (tehtanje s precizno/analitsko tehtnico, odmerjanje prostornine tekočin (polnilne in merilne pipete s pripomočkom za pipetiranje), segrevanje z Bunsenovim gorilnikom, uporaba areometra);
- oblikuje načrt eksperimenta za preprosto kvantitativno ločevanje dane zmesi;
- glede na načrt dela **oziroma navodila ustrezno in varno izvede eksperiment za kvantitativno ločevanje zmesi, pravilno in natančno odčitava izmerjene vrednosti, jih sistematično beleži in zapiše laboratorijsko poročilo.**

TERMINI

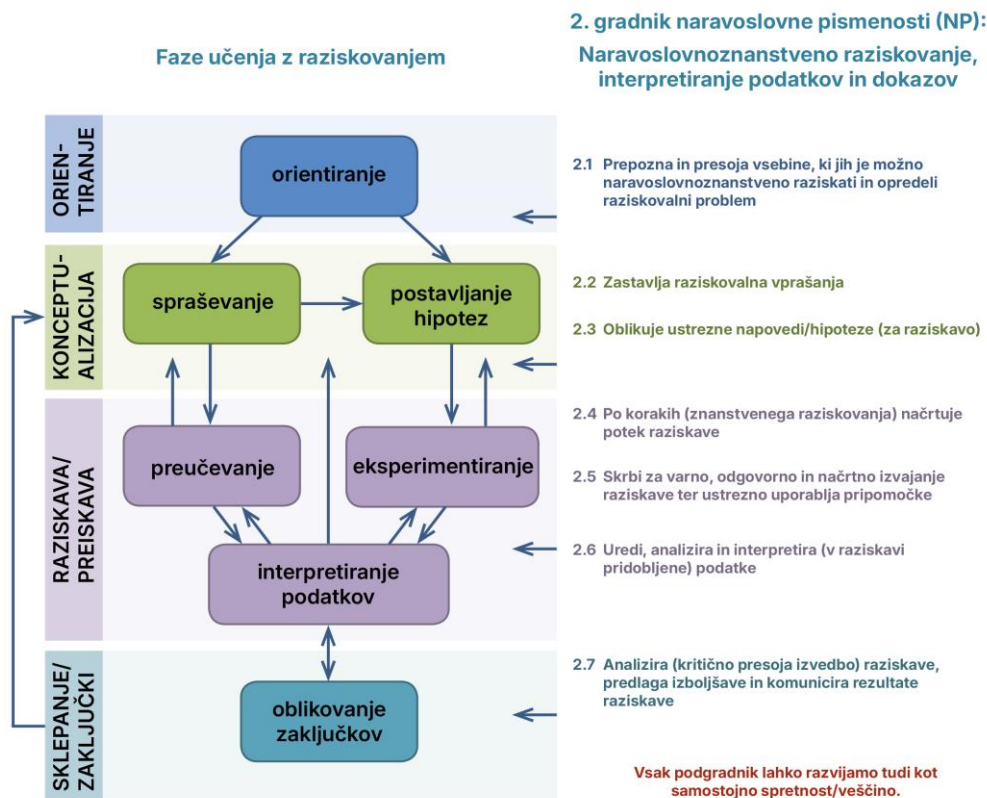
◦ akutna nevarnost ◦ eksperiment ◦ eksperimentalni pogoji ◦ GHS piktogrami ◦ kemija ◦ kemijska varnost
 ◦ konstanta ◦ kronična nevarnost ◦ ksenobiotik ◦ laboratorijska tehnika ◦ lastnosti snovi ◦ ločevanje zmesi
 ◦ nevarne lastnosti snovi ◦ odmerek ◦ odziv ◦ opozorila ◦ raziskava ◦ snov ◦ spremenljivka ◦ toksikologija
 ◦ tveganje ◦ učinek ◦ varnostni list ◦ zaščitna oprema ◦ zelena kemija ◦ zmes ◦ čista snov ◦ znanost ◦ H in P stavki

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Tema *kemija je eksperimentalna veda* nadgrajuje in pogloblja pridobljeno kemijsko znanje iz osnovne šole v smislu večjega kvantitativnega pristopa pri izvajanju osnovnih tehnik ločevanja zmesi in udejanjanju kemijske varnosti, spoznavanja vloge in pomena varnostnega lista ter osnov toksikologije in zelene kemije. Temelji na osnovnih kemijskih konceptih, kot so snov, lastnosti snovi, nevarne lastnosti snovi, delitev snovi, ločevanje snovi, ki jih učenci razvijajo skozi naravoslovno-kemijsko vertikalno, posebej pa pri predmetih naravoslovje (6. in 7. r. OŠ) in kemija (8. in 9. r. OŠ). Procesno je v ospredju (čim bolj samostojno) eksperimentalno-raziskovalno delo, razvijanje zavedanja pomena eksperimenta v kemiji v povezavi s poznavanjem osnovnih laboratorijskih tehnik in laboratorijskih pripomočkov ter razvijanjem eksperimentalnih veščin, posebej načrtovanja (za kvantitativno ločevanje zmesi in ustrezna merjenja), ustreznega izvajanja eksperimentov, analize in kritične presoje rezultatov eksperimentov ter izpeljevanja zaključkov. Utrjevanje, razvijanje eksperimentalnih veščin in znanj znotraj te teme predstavlja osnovo za izvedbo eksperimentov pri vseh nadaljnjih temah učnega načrta ob upoštevanju pravil varnega dela s snovmi, spoznavanjem osnov toksikologije in trajnostne oziroma zelene kemije.

Tema prispeva k razvijanju vseh treh gradnikov naravoslovne pismenosti (NP), še posebej pa drugega gradnika NP: naravoslovnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov.



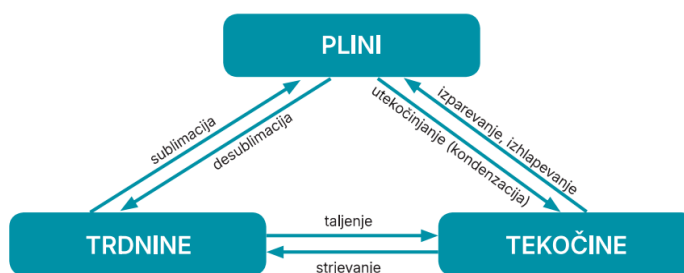
Pri tej temi sta potrebna ugotavljanje in ustrezna ponovitev znanja in eksperimentalnih veščin/spretnosti, vključno z obvladovanjem spoznavnih/miselnih/naravoslovnih postopkov. Poudarek je tudi na odnosu do kemije, znanosti in raziskovanja, kar opredeljuje tretji gradnik NP: odnos do naravoslovja, kemije.

... posameznik/-ca razvija ustrezen odnos (vrednote, stališča, prepričanja...) oblikuje pro-aktivno držo do narave, varstva okolja, naravoslovnih znanosti (KEMIJE...) in raziskovanja...

kar izkazuje tako, da:



Z opredelitvijo pojma snov (vse, kar ima maso in zavzema določen prostor) oz. snovi kot temeljnega koncepta kemije predstavlja izziv na vseh izobraževalnih stopnjah. Z njo se učenci prvič srečajo v osnovni šoli pri predmetu naravoslovje (6. r.) in ga utrdijo pri predmetu kemija (8. r.). Vedno so dobrodošle dejavnosti, povezane s premislekom oz. razumevanjem, kaj vse je snov oz. so snovi. Pri tem velja upoštevati in dosledno uporabljati ustrezen strokovni jezik. Lastnosti snovi se lahko delijo po različnih kriterijih. Največkrat je v uporabi delitev na kemijske (npr. reaktivnost, oksidativnost/reduktivnost, kislost/bazičnost) in fizikalne lastnosti, ki jih lahko opredelimo kot intenzivne (jih pripišemo kraju, kot so npr. barva, vonj, topnost, temperatura tališča (T_t), temperatura vrelišča (T_v), gostota, elastičnost) ter ekstenzivne (jih pripišemo telesom, kot so npr. masa, teža, prostornina, električna prevodnost, toplotna prevodnost). Lahko so kriteriji delitve tudi mehanske lastnosti (npr. trdota, žilavost, elastičnost, togost). Agregatna stanja snovi niso lastnosti snovi. Za prehod iz plinastega v trdno agregatno stanje so v različnih spletnih virih navedeni različni izrazi, zato po dogovoru uporabljamo izraz desublimacija ter prehode med agregatnimi stanji poimenujemo takole:



Cilji teme (znanja in veščine ter odnos) se povezujejo s cilji uvodnih tem ostalih naravoslovnih predmetov zaradi njihove narave (biologija in fizika), zato spodbujamo horizontalno medpredmetno povezovanje (npr. s fiziko, temi raziskovanje v fiziki ter zgradba snovi in temperatura).

Nevarne lastnosti snovi obravnavamo kot posebno kategorijo lastnosti snovi (kemikalij) po vsej izobraževalni vertikali. Označene so z GHS piktogrami H in P stavki ter posebnimi opozorili in so tudi nujni informativni sestavni del varnostnih listov. Za preverjanje in utrjevanje poznavanja označevanja nevarnih lastnosti snovi izberemo snovi/izdelke/embalaže, ki se (najpogosteje) uporabljajo v življenju, in varnostne liste za izbrane nevarne snovi oz. snovi, ki jih uporabljamo pri eksperimentih. Kemijska varnost je v najširšem pomenu definirana kot ustrezno ravnanje s snovmi, ki so potencialno nevarne, da bi bilo tveganje za naše zdravje in okolje čim manjše. Poseben poudarek kemijske varnosti je na ciljih:

- razvija zavedanje, da imajo lahko nevarne lastnosti tako naravne kot sintetične snovi ter spozna pojem ksenobiotiki → (gr. *xeno* = tuj) so spojine, ki jih je človek sintetiziral in so organizmu tuje; med ksenobiotike štejemo samo tiste organske snovi, ki so biološko težko razgradljive (npr. pesticidi, plastika, sintetična barvila, klorirana barvila) Ksenobiotiki - Wiki FKKT (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/at5df8r>);
- spoznava načine vstopa nevarne snovi v organizem → načini vstopa nevarne snovi v organizem so: z vdihovanjem, zaužitjem in skozi kožo;
- ločuje med akutno in kronično izpostavljenostjo nevarnim snovem ter spoznava pomen ocene tveganja za delo z izbrano snovjo iz življenja in poklica → nevarna snov ima lahko:
 - akutne (takoj vidne) učinke/zastrupitve, ki nastopijo, kadar smo naenkrat izpostavljeni vplivu »večje« količine ene ali več strupenih snovi, ali pa
 - kronične učinke (posledica dolgoročnega delovanja in povzročanja okvar organizma, ki niso takoj očitne), ki nastopijo, kadar smo dalj časa izpostavljeni vplivu »manjših« količin strupenih snovi – in na katere smo v srednjem strokovnem izobraževanju še posebno pozorni prav zaradi velikega števila poklicnih bolezni, posebej raka, ki v veliki meri izhaja iz dela z nevarnimi snovmi brez ustrezne zaščite itd..

Cilji oz. standardi, povezani z razumevanjem in uporabo osnov toksikologije (pojmi: odmerek, učinek, odziv ter določanje toksičnosti – NOAEL, LOAEL), so izbirne narave in so deloma novost. Prav tako so novost cilji, vezani na principe zelene kemije, zato je pri načrtovanju dejavnosti, vezanih na te cilje, priporočljivo navezovanje na snovi, ki jih dijaki uporabljajo pri eksperimentalnem delu (tudi za doseganje drugih ciljev) oziroma jih srečujejo v svojem okolju. Za koncept *zelene kemije* je značilno razmišljanje o razvoju proizvodov in procesov, ki minimalizirajo proizvodnjo ter uporabo škodljivih snovi. Poleg tega spodbuja k preprečevanju nastajanja odpadkov, varčevanju z energijo, uporabi obnovljivih surovin itd. Čeprav vsak kemijski proces ne more biti popolnoma skladen s principi zelene kemije, lahko z upoštevanjem vsaj nekaterih pri načrtovanju, razvoju in uporabi kemijskih proizvodov in procesov zmanjšamo njihov splošni negativni vpliv na zdravje ljudi in okolje. Anastas in Warner sta leta 1998 definirala zeleno kemijo in njenih dvanajst principov, ki predstavljajo okvir bolj trajnostne in okoljsko odgovorne kemije. Več o principih zelene kemije najdete na <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/9s8ua6q>.

Veščine eksperimentalnega dela utrjujemo in razvijamo na eksperimentih, povezanih z ugotavljanjem lastnosti snovi, in predvsem uporabi osnovnih laboratorijskih tehnik za (kvantitativno) ločevanje zmesi. V ta okvir sodi

tudi poimenovanje laboratorijskih pripomočkov in poznavanje njihove uporabe: tehtanje s precizno/analitsko tehtnico, odmerjanje prostornine tekočin (polnilne in merilne pipete s pripomočkom za pipetiranje), segrevanje z Bunsenovim gorilnikom, uporaba areometra. Želja je, da bi čim več eksperimentov teme izpeljali dijaki samostojno (individualno, dvojice, manjše skupine), pri tem velja posebna pozornost izboru eksperimentov tudi za spodbujanje situacijskega interesa (*motivacijski eksperimenti*) in jih spoznavno, vsebinsko lahko izkoristimo za:

- razpravo o pomenu in vlogi eksperimenta v kemiji;
- utrjevanje/usvajanje pojmov/konceptov: snovi, lastnosti snovi, čiste snovi in zmesi oz. ločevanje zmesi itd.;
- utrjevanje oz. razvijanje spoznavnih postopkov (npr. opazovanje, merjenje) oz. procesnih znanj, vezanih na eksperimentalno delo;
- načrtovanje, pripravo in (kvantitativno) ločevanje poljubne/izbrane zmesi (ponavljanje, utrjevanje, reševanje problemov).

Eksperimente ustrezno podpremo tudi z vizualizacijo: fizični in digitalni modeli, submikro prikazi, animacije laboratorijskih tehnik, ločevanja zmesi. Izkoristimo tudi priložnosti za učenje zunaj učilnice z aktivnim obiskom kemijskih (raziskovalnih) laboratorijev itd. Za varno in odgovorno eksperimentalno delo v kemijski učilnici oz. laboratoriju dijaki skupaj z učiteljem v začetnih urah kemije sooblikujejo in delijo navodila – laboratorijski red z uporabo digitalne tehnologije (DT). Pri tem poleg usvajanja kemijske varnosti razvijajo digitalne kompetence sodelovanja, ustvarjanja in deljenja z uporabo digitalne tehnologije. Dijaki skozi korake projektnega dela raziskujejo obstoječe laboratorijske rede, v skupinah oblikujejo osnutek in ga delijo na spletnih platformah za medvrstniško/učiteljevo povratno informacijo (PI). Glede na povratno informacijo izboljšajo in ustvarijo digitalna (interaktivna) navodila. V ta namen jim ponudimo/nakažemo različne možnosti predstavitev navodil, npr. posnamejo videoposnetke varnega ravnanja ali poiščejo relevantne posnetke, jih uredijo; ustvarjajo predstavitev z ustreznimi orodji. Laboratorijski red lahko delijo oz. objavijo v izbrani spletni platformi, npr. na šolski spletni strani ali v ustreznem LMS okolju ali izbrani aplikaciji.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- dejavnost varna uporaba snovi: dijaki poiščejo izdelek, ki ima na etiketi vsaj en piktogram za nevarne lastnosti snovi, raziščejo vse varnostne vidike etikete (piktograme, opozorilno besedo, H in P stavke), najdejo njen varnostni list in z njega izpišejo varno rokovanje s to snovjo in morebitno kurativo (npr. sredstva za gašenje, ukrepe za prvo pomoč); izbiro snovi oz. izdelka prilagodimo eksperimentalnemu delu oz. interesu;
- dejavnost piktogrami nevarnih snovi za boljšo kemijsko varnost (Bačnik, 2016),
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ymvm8w5> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ymvm8w5>);
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/5ap6lm4> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/5ap6lm4>) (uporaba izobraževalnega lističa Scientix NA-MA);
- Varo s kemikalijami, oddaje o znanosti, Varo s kemikalijami
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7340pg9>;

- Kako kemikalije v našem okolju vplivajo na naše zdravje? Ugriznimo znanost, Kako kemikalije v našem okolju vplivajo na naše zdravje? - RTV SLO (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/5ap6lm4>);
- Celotna zbirka stavek o nevarnosti, velja od 17. oktobra 2020;
- spoznavanje kemijskega laboratorija kot delovnega prostora (prostor, vodovodna, električna in plinska napeljava);
- samostojno eksperimentalno delo merjenja veličin: mase, temperature, tlaka in prostornine z različnimi pripomočki in napravami (mase lahko seštevamo, prostornine ne) v izbranem vsebinskem oz. eksperimentalnem kontekstu;
- samostojno prižiganje Bunsenovega gorilnika;
- samostojno eksperimentalno delo – ločevanje zmesi s:
 - filtracijo (kreda/sol, sladkor/kreda, priprava filtra za čiščenje vode, suspenzije mivke v vodi);
 - sejanjem (pesek/mivka, kamenje, prst);
 - dekantiranjem oz. odlivanjem (razne oborine npr. turška kava, priprava skute iz mleka in kisa);
 - magnetom (jekleni opilki in mivka, jeklene sponke in koščki papirja);
 - kromatografijo (ekstrakcija barvil cvetja, barvil flumastra na filtrirnem papirju ali kredi, minikolonska kromatografija (Bačnik, 2017, IL Scientix NA-MA – <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/ymvm8w5>) (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/ymvm8w5>));
 - ločevanje z lijem ločnikom (bencin in voda, eterična olja in voda);
 - destilacija (destilacija pomarančnega soka, rdečega vina, zmes etanola in vode);
 - sublimacija (sistem mrzli prsti, zaprta sublimacija joda, demonstracijsko; sublimacija CO₂);
 - adsorpcija fuksina na oglju (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/49uns2i>);
 - centrifugiranje (s prikazom aparature za centrifugiranje krvi, loči se krvna plazma, bele krvničke, rdeče krvničke);
- načrtovanje eksperimentalnega dela (ločevanja izbrane zmesi) in kvantitativna izvedba.



Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *kemija je eksperimentalna veda* so integrirani naslednji skupni cilji: ^{SC}(1.1.2.2) ^{SC}(2.1.1.1) ^{SC}(2.4.3.1) ^{SC}(3.2.4.1) ^{SC}(3.2.4.2) ^{SC}(4.1.1.1) ^{SC}(4.1.2.1) ^{SC}(5.3.4.1) ^{SC}(5.3.5.1) ^{SC}(5.3.5.3), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	^{SC} (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Trajnostni razvoj	Poosebljanje vrednot trajnostnosti	Vrednotenje trajnostnosti	^{SC} (2.1.1.1) – Kritično oceni povezanost lastnih vrednot in vrednot družbe s trajnostnostjo v navezavi na svoje trenutne zmožnosti in družbeni položaj.
Trajnostni razvoj	Ukrepanje za trajnostnost	Individualna iniciativa	^{SC} (2.4.3.1) – Se zaveda lastnega potenciala in odgovornosti za trajnostno delovanje in ukrepanje na individualni, kolektivni in politični ravni.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	^{SC} (3.2.4.1) – Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	^{SC} (3.2.4.2) – Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje svojega zdravja in zdravja drugih.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	^{SC} (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	^{SC} (4.1.2.1) – Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.
Podjetnost	K dejanjem	Sodelovanje	^{SC} (5.3.4.1) – Sodeluje z različnimi posamezniki ali skupinami.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	^{SC} (5.3.5.1) – Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	^{SC} (5.3.5.3) – Prepozna priložnosti za aktivno uporabo pridobljenega znanja v novih okoliščinah.

Zaradi vključenosti različnih vsebinskih in veščinskih vidikov tema doprinese k razvijanju vseh gradnikov naravoslovne pismenosti, povezanih z znanjem, spretnostmi/veščinami in odnosom (NP 1, NP 2 in NP 3).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

V ospredju naj bodo drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, laboratorijsko poročilo, »seminarske« naloge/predstavitve.

OPISNI KRITERIJI

Kriteriji in področja za vrednotenje eksperimentalnega, praktičnega in raziskovalnega dela so v priloženi datoteki KRITERIJI ZA VREDNOTENJE EKSPERIMENTALNEGA, PRAKTIČNEGA IN RAZISKOVALNEGA DELA.pdf (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/files/200>).

ZGRADBA ATOMOV IN IONOV, PERIODNI SISTEM ELEMENTOV

OBVEZNO

OPIS TEME

Tema se osredotoča na atome kot najmanjše delce snovi, ki jih kemijsko ne moremo razgraditi na enostavnejše snovi. Ker so atomi najmanjši delci kemijskega elementa, lahko s poznavanjem in razumevanjem zgradbe atomov razložimo tudi lastnosti snovi. Razumevanje zgradbe atoma temelji na poznavanju atomskega jedra in zgradbe elektronske ovojnice, s čimer je povezan tako položaj kemijskega elementa v periodnem sistemu in periodično spreminjanje lastnosti elementov, kakor tudi poznavanje izotopov in relativne atomske mase. Na podlagi razumevanja zgradbe elektronske ovojnice atomov lahko napovemo tudi nastanek ionov iz atomov s sprejemanjem ali z oddajanjem elektronov. Atome in ione opredelimo kot kemijske zvrsti in so pomembni gradniki snovi. Poznavanje zgradbe atomov in ionov predstavlja temelj za razumevanje nastanka vezi med njimi in tvorbo kristalov, kar obravnava tema povezovanje delcev (gradnikov).

ZGRADBA ATOMOV IN IONOV, PERIODNI SISTEM ELEMENTOV

CILJI

Dijak:

○: nadgrajuje poznavanje zgradbe atoma in periodnega sistema elementov (PSE) ter ga uporabi za pridobivanje podatkov o zgradbi atoma;

SC (1.1.2.2)

○: razvija razumevanje pomena relativne atomske mase;

○: spozna izotope, razlike med izotopi in njihovo uporabo; išče in uporablja podatke iz različnih virov o izotopih elementa in izotopski sestavi;

SC (4.1.1.1)

I: spozna povezavo med izotopsko sestavo (razširjenostjo v naravi), relativnimi atomskimi masami posameznih izotopov in relativno atomsko maso elementa;

○: spozna orbitale in razporeditev elektronov po orbitalah v atomih in ionih elementov glavnih skupin in prehodnih elementov 4. periode z uporabo modelov in submikro prikazov;

SC (1.3.3.1)

○: razvija razumevanje soodvisnosti med položajem elementa v periodnem sistemu elementov in zgradbo njegovega atoma;

○: nadgrajuje razumevanje nastanka ionov iz atomov z vizualizacijo in razvija strokovni jezik za poimenovanje kationov in anionov;

SC (1.1.2.1 | 1.1.2.2 | 1.3.3.1)

○: ugotavlja, da je za nastanek kationov iz atomov potrebna energija;

○: razvija razumevanje periodičnega spreminjanja lastnosti elementov glavnih skupin na primeru spreminjanja atomskih in ionskih polmerov in pojasnjuje periodičnost spreminjanja atomskih in ionskih polmerov elementov glavnih skupin glede na položaj elementa v periodnem sistemu elementov.

SC (1.1.2.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- **pojasni zgradbo (atomska jedro in elektronska ovojnica) in navede gradnike atoma (protoni, nevtroni, elektroni);**
- **opredeli vrstno in masno število ter ju zapiše ob simbolu elementa;**
- **opredeli protone, nevtrone in elektrone glede na njihov relativni naboj in maso;**
- **ugotovi število protonov, elektronov in nevtronov v atomu;**
- **opiše in razloži zgradbo periodnega sistema elementov (periode, skupine, kovine, polkovine, nekovine, elementi glavnih skupin, prehodni elementi);**
- **razloži pojem relativna atomska masa;**
- **opredeli izotope in razloži razlike med njimi;**
- *navede vse izotope vodika;*
- *utemelji povezavo med izotopsko sestavo (razširjenostjo v naravi), relativnimi atomskimi masami posameznih izotopov in relativno atomsko maso elementa ter jo uporablja v izračunih;*
- **pozna in opredeli pojme orbitala, lupina, podlupina, samski elektron, zunanji/valenčni elektron;**
- **z uporabo PSE zapiše in pojasni razporeditev elektronov po orbitalah v atomih in ionih elementov glavnih skupin in prehodnih elementov 4. periode** (elektronska konfiguracija; na daljši način, s pomočjo žlahtnega plina, z diagramom/grafično);
- **zapiše in pojasni nastanek iona (kationa, aniona) iz atoma in ion poimenuje na izbranem primeru;**
- **ugotovi število protonov, elektronov in nevtronov v ionu;**
- *pojasni razlike med atomskimi in ionskimi polmeri ter napove velikost iona v primerjavi z atomom istega elementa;*
- **opredeli nastanek kationov iz atomov kot proces, za katerega je potrebna energija (endotermni proces).**

TERMINI

◦ anion ◦ atom ◦ atomski polmer ◦ atomsko jedro ◦ elektron ◦ elektronska konfiguracija ◦ elektronska ovojnica ◦ ion ◦ ionski polmer ◦ izotop ◦ kation ◦ kovina ◦ lupina ◦ masno število ◦ nekovina ◦ nevtron ◦ orbitala ◦ perioda ◦ periodni sistem elementov ◦ podlupina ◦ polkovina ◦ prehodni element ◦ proton ◦ relativna atomska masa ◦ skupina ◦ vrstno število ◦ zunanji/valenčni elektron

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki teme

Razumevanje atomskih modelov, elektronske konfiguracije in zakonitosti periodnega sistema je temeljno za razumevanje nadaljnjih kemijskih vsebin. Tema je poglobitev in nadgradnja razumevanja zgradbe atomov ionov in periodnega sistema, ki so jih dijaki usvojili pri kemiji v osnovni šoli. Pomembno je, da najprej diagnosticiramo razumevanje kemijskih pojmov iz osnovne šole, kot so atom, ion, vrstno in masno število, relativna atomska masa, zunanji elektron, periode, skupine, lupina, elementi glavnih skupin PSE, kovine, nekovine, in da navezujemo razlago novih pojmov (podlupine, orbitale, elektronska konfiguracija) na dijakovo obstoječo strukturo znanja in sproti spremljamo pravilnost razvoja razumevanja novih pojmov. Pri tem uporabljamo take strategije preverjanja znanja (npr. razprava z učiteljem, medvrstniška povratna informacija, medvrstniško soustvarjanje pojmovnih mrež), ki omogočajo, da dijak in učitelj pridobita natančne povratne informacije o predznanju in razumevanju novih pojmov (formativno spremljanje).

Ker je tema za dijake abstraktna, velja spodbujati interes za učenje o zgradbi atomov, ionov in periodnega sistema s:

- predstavitev pomena za razvoj družbe, kar storimo s pomočjo poučevanja v kontekstu (npr. jedrski reaktorji, veliki hadronski trkalnik, jedrske reakcije v zvezdah, uporaba v medicini), iskanjem primerov uporabe izotopov (uranov izotop 235, jedrsko orožje, bogatenje urana), npr. v zdravstvu (Sr-90, I-131), strojništvu za proučevanje zvarov (Ir-192, Co-60, Se-75), določanjem starosti predmetov (radiokarbonsko datiranje, C-12 in C-14);
- uporabo demonstracijskih eksperimentov (npr. plamenski testi, kemiluminiscenca) za ponazoritev vpliva zgradbe elektronske ovojnice atoma na makroskopske pojave, kar lahko povežemo s svetlobnimi efekti pirotehnike in vsemi nevarnostmi, ki so vezani na njeno (nepotrebno) uporabo;
- predstavitev izobraževalnih videoposnetkov.

Za uvodno aktivacijo in kontekstualizacijo učne snovi lahko uporabimo zgodovinski kontekst odkrivanja zgradbe snovi, še posebej zgradbe atoma, ter sodobni kontekst trenutnih raziskav, ki potekajo v Evropski organizaciji za jedrske raziskave (CERN), ki ima največji laboratorij za raziskovanje delcev z največjim hadronskim trkalnikom delcev, v katerem deluje tudi veliko slovenskih znanstvenikov, Slovenija pa je enakovredna predstavnica evropskih držav v raziskovanju. Omenimo lahko tudi zanimivosti raziskav, ki potekajo v CERN-u, kot je odkritje Higgsovega bozona, proučevanje antimaterije, temne snovi, velikega poka in nastanka vesolja, simulacije črnih lukenj. V pouk lahko vključimo tudi predstavitev slovenskih raziskovalnih ustanov, kot sta Institut "Jožef Stefan", kjer se na področju kemije, materialov in nanotehnologije izvajajo raziskave z uporabo naprednih mikroskopskih in spektroskopskih metod (npr. SEM, TEM, AFM), in Kemijski inštitut, kjer raziskovalci razvijajo

sodobne materiale, katalizatorje, energijske rešitve in metode za zaznavo in uporabo snovi v zdravstvu in industriji. Obe instituciji sodelujeta tudi v mednarodnih projektih, med drugim s CERN-om. Učenje v kontekstu lahko diferenciramo glede na interese posameznih dijakov kot tudi učne uspešnosti (nadarjeni dijaki).

Pojmi, kot so atom, ion, vrstno in masno število ter elektronske lupine, so dijakom večinoma znani, vendar si pogosto ustvarjajo napačne predstave. Iz literature je mogoče povzeti številna napačna razumevanja, ki so jih identificirale raziskave.

Nekaj takih identificiranih napačnih razumevanj je:

- *pojmujejo atom kot trdno kroglo (Griffiths in Preston, 1992);*
- *povezava zgradbe z analogijo sončnega sistema, kadar opisujejo interakcije med jedrom in elektroni – vpliv Bohrovega modela (Nicoll, 2001; Ekinci in İlhan Şen, 2020);*
- *na podlagi risanja zgradbe atoma – večina ne upošteva sodobne teorije o zgradbi atoma, temveč rišejo elektrone na določenem mestu v oddaljenosti od jedra (Cokelez, 2012);*
- *tudi z vpeljavo kvantnomehanskih idej v razlago zgradbe atoma na srednješolski ravni – dijaki ne razvijejo ustreznih razumevanj sodobne teorije (Schrödingerjev model) o zgradbi atoma, temveč slikovno in tekstovno predstavijo svoje razumevanje kot hibridno razlago zgradbe (npr. določene orbite, po katerih krožijo atomi) in nekatere ideje, povezane z verjetnostjo nahajanja elektronov, ki so del sodobne teorije o zgradbi atoma (Dangur idr., 2014; Cardoso idr., 2020) – Bohrov model negativno vpliva na ustrezno razumevanje zgradbe atoma, je pa lažje razumljiv mlajšim učencem, ker iščejo analogije v vsakdanjem življenju – sončni sistem (Harrison in Treagust, 1996); nekateri zato predlagajo poučevanje sodobne zgradbe atoma brez navezave na Bohrov model (Cros idr., 1986; Fischler in Lichtfeldt, 1992);*
- *elektrone najdemo v orbitah, ki so del atoma, in dijaki ne ločijo med pojmom orbita in orbitala (Harrison in Treagust, 1996; Nicoll, 2001; Stefani in Tsaparlis, 2009; Ekinci in İlhan Şen, 2020);*
- *razmerje med velikostjo jedra in na kateri oddaljenosti je možno, da najdemo elektrone, predstavlja težavo pri razumevanju velikostnih razmerji (jдро premera 1 cm – elektronske lupine so oddaljene lahko 10.000 cm / 100 m daleč v vse smeri, ne le v eni ravnini) (Hejnová in Králík, 2019; Kaya, 2023);*
- *uporaba le Lewisovih modelov atomov (simbol elementa in valenčni elektroni) vodi v enačene zgradbe atoma kot simbolnega zapisa s pikami, ki predstavljajo elektrone, ostale dele atome pa dijaki zanemarijajo (Cokelez in Dumon, 2005).*

Za odpravo napačnih razumevanj je priporočljivo, da dijaki aktivno primerjajo različne modele in razmišljajo o njihovih prednostih ter omejitvah. Na začetku razlage zgradbe atome je pomembno, da nastajajo slike modelov glede na zgodovinski razvoj teorij o zgradbi atoma pred dijaki (na klasični ali elektronski tabli ali s pomočjo tabličnega računalnika na drsnicah). Pri tem je priporočljivo, da sledimo trem sklopom teorij in prikazov enostavnih modelov, in sicer: 1) temeljni teoriji Daltona in Thomsona, 2) eksperimentalnim teorijam Rutherforda in Bohra ter 3) sodobnim teorijam Heisenberga in Schrödingerja. Pri tem je pomembno, da pri vsakem modelu, ki ga predstavimo, navedemo njegove prednosti in omejitve, predstavljene pa morajo biti v strnjeno in celovito (Bilir idr., 2018; Kaya, 2023). Pomembno je, da predstavljamo atome s t. i. »zamegljenim« modelom, pri katerem ni jasno določeno, kje se nahajajo elektroni, jedro pa je predstavljeno točkovno. Periodni sistem elementov omogoča razumevanje kemijskih lastnosti atomov in je temeljno orodje za

povezovanje elektronske konfiguracije in reaktivnosti elementov. Dijaki naj bi razumeli povezavo med elektronsko konfiguracijo in skupinami periodnega sistema ter trende periodičnega spreminjanja atomskih in ionskih polmerov.

Prevladujoča didaktična strategija teme je delo z modeli (fizični, računalniško generirani, 3D dinamični) in uporabo periodnega sistema elementov kot pomembnega vira za proučevanje zgradbe atoma/iona/izotopa elementa in vpliva zgradbe na lastnosti. Možna je izvedba v obliki sodelovalnega učenja z elementi formativnega spremljanja za sprotno preverjanje razumevanja:

- primerjava informacijske vrednosti različnih modelov zgradbe atoma skozi zgodovinski razvoj v obliki sodelovalnega učenja z elementi formativnega spremljanja za sprotno preverjanje razumevanja;
- izdelava modelov zgradbe atomov (fizičnih/računalniško generiranih, izdelava modela zgradbe ter nastanek ionov iz različnih vrst materialov).

Za razumevanje periodnega sistema in njegove povezave z zgradbo atomov, ionov in izotopov je priporočljiva uporaba dejavnosti s sodelovalnim učenjem, npr. :

- dijaki izberejo element iz periodnega sistema, določijo število protonov, nevtronov in elektronov ter narišejo/izdelajo njegov atomski (fizični, računalniško generirani) model;
- izdelajo osebno izkaznico ali (digitalni) profil izbranega elementa, ki vsebuje elektronsko konfiguracijo, naboj iona, tip vezi in pogoste spojine, v katerih se pojavlja;
- raziskujejo uporabo elementov v vsakdanjih predmetih, kot so baterije, zdravila ali gospodinjski aparati, ter predstavijo svoje ugotovitve.

Cilj »dijak spozna orbitale in razporeditev elektronov po orbitalah v atomih in ionih elementov glavnih skupin« glede na interes nadarjenega dijaka nadgradimo z izvedbo vodenih dejavnosti za samostojno proučevanje:

- osnov masne spektrometrije v povezavi z zgradbo atoma;
- elektronske konfiguracije atomov in ionov prehodnih elementov 4. periode.

Poznavanje teme zgradbe atomov in ionov je temelj za razumevanje nastanka vezi med njimi in tvorbo kristalov, kar obravnava naslednja tema povezovanje delcev; ta je pomembna tudi za razumevanje kemijske reakcije. Cilji teme se povezujejo s cilji določenih tem pri predmetih fizika in biologija; priporočamo medpredmetni pristop (načrtovanje).

Priložnosti za učenje zunaj učilnice pri tej temi so muzejske zbirke o zgodovini proučevanja zgradbe atoma in obisk raziskovalnih inštitutov (npr. Kemijski inštitut – sodobne raziskave na področju zgradbe snovi).

Predlogi eksperimentov, učil in uporabnih virov

- plamenski test za prepoznavanje kovinskih ionov: dijaki proučujejo barve plamena različnih kovinskih ionov (npr. natrija, kalcija, bakra) ter povezujejo rezultate s prisotnostjo določenih elementov in zgradbo elektronske ovojnice;
- kemiluminiscenca – nastanek svetlobe s kemijsko reakcijo (npr. reakcija luminola), ponazarja, kako elektroni oddajajo energijo ob prehodu med energijskimi ravnmi;

- elektroliza raztopin – razpad ionov na elektrodah omogoča razlago gibanja elektronov in delovanja ionov;
- Izotopi in atomska masa, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/uvmhnhq>;
- Zgradite atom, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/4spzd7f>;
- Zgradite atomsko jedro, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/4spzd7f>;
- prikaz različnih modelov vodikovega atoma, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/bf8sq54> (zahtevnejša simulacija, uporabna za diferenciacijo);
- Atom Builder by ChemCollective – Orodje za vizualizacijo strukture atomov in izotopov, <http://chemcollective.org>;
- Orbitale, <http://www.chemtube3d.com/orbitals-p.html>;
- Simulations from Concord Consortium – Različne simulacije kvantne mehanike in atomske strukture, <https://concord.org>;
- ogled elektronskega mikroskopa na Kemijskem inštitutu (vrstični presevni elektronski mikroskop, Elektronska mikroskopija - Kemijski inštitut (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/3ecyvmh>)) ali Inštitutu Jožef Stefan v Ljubljani (vrstični elektronski mikroskop, CEMM | Vrstična elektronska mikroskopija (<http://cemm.ijs.si/sl/vrsticna-mikroskopija/>));
- Kako slikamo atom? (How do Electron Microscopes Work? 📷🔬📷 Taking Pictures of Atoms (<https://www.youtube.com/watch?v=9DnnxvS6BBQ>));
- vizualizacija: uporaba različnih magnetov in magnetne tablice za modeliranje atomov, ionov; izdelava modelov atomov (2D in 3 D); interaktivni periodni sistem elementov (<https://ptable.com/?lang=sl#Properties>, Periodic Table: Video (<https://periodic-table.rsc.org/video>), All Chemical Elements in Order - Periodic Videos - YouTube (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/o0b7q8b>));
- virtualni obisk CERN-a (Resources | visit.cern (<https://visit.cern/resources>));
- interaktivni periodni sistemi:
 - Royal Society of Chemistry, <https://www.rsc.org/periodic-table>;
 - Ptable, <https://ptable.com/#>;
 - <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/fppbjkm>;
 - <https://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm>;
 - Google PSE, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/drsew30> (3D dinamični prikaz Bohrovega modela).

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *zgradba atomov in ionov, periodni sistem elementov* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (1.1.2.1) **SC** (1.1.2.2) **SC** (1.3.3.1) **SC** (4.1.1.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	(1.1.2.1) – Se zaveda, da je učenje vsebine posameznega predmeta hkrati tudi spoznavanje njegove strokovne terminologije, torej učenje jezika na ravni poimenovanj za posamezne pojme in na ravni logičnih povezav.
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	(1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Kultura in umetnost	Izražanje v umetnosti in z umetnostjo	(1.3.3.1) – Je radoveden in raziskuje materiale in umetniške jezike, se z njimi izraža, razvija domišljijo ter pogloblja in širi znanje tudi na neumetniških področjih.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	(4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti (NP 1, NP 2 in NP 3), prav posebej pa gradnik naravoslovnostnoznanstveno razlaganje pojavov (NP1), podgradnik 1.3: prepozna, uporablja in ustvarja (znanstvene) razlage pojavov, ki vključujejo različne prikaze, modele in analogije:

SREDNJA ŠOLA

- a) za celotno razlago kompleksnih naravoslovnih pojavov/procesov in tehnoloških procesov uporablja in ustvarja ustrezne prikaze, modele in analogije (ustno in pisno, tudi s pomočjo digitalne tehnologije)
- b) primerjalno presoja ustreznost (prednosti in omejitve) modelov in analogij
- c) loči med znanstvenimi in neznanstvenimi razlagami
- d) pozna negativne posledice neznanstvene razlage pojavov/procesov ter ve, da znanstvene razlage temeljijo na preverjenih dejstvih in zakonitostih, a imajo omejeno področje veljavnosti

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

OPISNI KRITERIJI

Kriteriji in področja za vrednotenje dela z modeli so v priloženi datoteki **KRITERIJI ZA VREDNOTENJE DELA Z MODELJI** (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/files/189>).

POVEZOVANJE DELCEV/GRADNIKOV

OBVEZNO

OPIS TEME

Tema se osredotoča na sestavo, zgradbo in lastnosti snovi. Ker so snovi zgrajene iz različnih kemijskih zvrsti (atomov, ionov in molekul), je za razumevanje lastnosti snovi pomembno poznavanje narave vezi, ki povezuje gradnike. Obravnavamo ionsko vez, kovalentno vez in obliko molekul, pri čemer je pomembno poznavanje veznih in neveznih elektronskih parov. Na podlagi zgradbe molekul in poznavanja (ne)polarnosti vezi lahko razložimo nekatere lastnosti, med drugim (ne)polarnost molekul, privlačne sile med molekulami in njihov vpliv na lastnosti snovi, vpliv vodikovih vezi na lastnosti vode in pomen teh vezi v organizmih. Obravnavamo različne vrste kristalov, njihove lastnosti in poimenovanje binarnih spojin po nomenklaturi IUPAC. Razvijamo eksperimentalne kompetence in odgovoren odnos do zdravja v okviru laboratorijskega dela ter spodbujamo razvoj prostorskih predstav z uporabo različnih modelov in animacij.

POVEZOVANJE DELCEV/GRADNIKOV

CILJI

Dijak:

○: nadgrajuje razumevanje nastanka ionske in kovalentne vezi na submikro ravni s primerjavo informacijske vrednosti različnih animacij prikaza nastanka vezi;

SC (4.1.2.1)

○: razlikuje med nastankom enojne, dvojne in trojne vezi in spoznava, da se moč/jakost vezi (enojna, dvojna, trojna vez) kaže v njeni dolžini in energiji;

○: razlikuje med veznimi in neveznimi elektronskimi pari ter jih prikazuje v strukturnih formulah enostavnih molekul;

○: na podlagi razumevanja odboja veznih in neveznih elektronskih parov sklepa na obliko enostavnih večatomnih molekul;

○: spoznava elektronegativnost in na podlagi podatkov za elektronegativnost elementov glavnih skupin primerja vrste kemijskih vezi;

○: razlikuje med (ne)polarnostjo vezi in (ne)polarnostjo molekul;

○: zapisuje formule in se uri v poimenovanju binarnih spojin z uporabo IUPAC nomenklature ter razvija zmožnost izražanja in pisanja v strokovnem kemijskem jeziku;

SC (1.1.2.1 | 1.1.2.2)

○: proučuje privlačne sile med molekulami in njihov vpliv na fizikalne lastnosti spojin;

○: spoznava vodikovo vez in njen vpliv na fizikalne lastnosti spojin ter proučuje njen pomen za življenje;

SC (2.2.1.1)

○: spoznava delitev trdnih snovi ter razlikuje med amorfnimi in kristaliničnimi snovmi;

I: *spoznava pojma osnovna celica in kubični kristalni sistem;*

○: nadgrajuje poznavanje značilnosti/lastnosti ionskih, molekulskih kristalov in kovalentnih kristalov (SiO_2 , SiC, diamant, grafit);

○: spoznava kovinsko vez in njen vpliv na fizikalne lastnosti kovin in zlitin;

○: primerjalno proučuje lastnosti izbranih snovi (ionskih kristalov, kovalentnih kristalov, molekulskih kristalov in kovin) in jih povezuje z njihovo zgradbo na submikro ravni;

SC (5.3.5.3)

○: razvija prostorske predstave z uporabo različnih modelov, animacij in drugih submikro prikazov zgradbe snovi (molekule, ionski kristali – osnovna celica na primeru NaCl in CsCl, kovalentni kristali, kovinski kristali) ter razvija zmožnost razumevanja in uporabe simbolnih/grafičnih zapisov;

SC (4.3.2.1)

○: spoznava alotropijo izbranih elementov;

○: pri proučevanju soodvisnosti zgradbe in lastnosti snovi razvija sposobnost opazovanja, varnega in odgovornega eksperimentiranja ter dela z različnimi viri.

SC (1.1.2.1 | 4.1.1.1 | 3.2.4.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- navede značilnosti ionske in kovalentne vezi ter razlikuje med obema vrstama vezi;
- napove, med katerimi elementi nastane ionska vez in med katerimi kovalentna vez;
- razlikuje med enojno, dvojno in trojno vezjo ter pojasni povezavo med močjo/jakostjo vezi in dolžino oziroma energijo vezi;
- opredeli oblike enostavnih večatomnih molekul in navede kote med vezmi;
- napiše strukturne formule molekul večatomnih elementov (vodika, halogenov, kisika, dušika, belega fosforja) z veznimi in neveznimi elektronskimi pari;
- napiše strukturne formule molekul preprostih spojin z veznimi in neveznimi elektronskimi pari;
- na podlagi medsebojnega odboja med veznimi in neveznimi elektronskimi pari opredeli obliko preprostih molekul;

- pojasni pojem elektronegativnost in na podlagi danih podatkov o elektronegativnosti atomov elementov glavnih skupin opredeli vrsto vezi (nepolarne kovalentna vez, polarna kovalentna vez in ionska vez);
- primerja elektronegativnost elementov glavnih skupin;
- opredeli molekule elementov in spojin kot polarne oz. nepolarne;
- **uporablja IUPAC nomenklaturu (z množilno predpono/števniki, oksidacijskim številom, nabojnim številom) za poimenovanje in zapis formul binarnih spojin in zna določiti oksidacijska števila v preprostih binarnih spojinah;**
- **poimenuje oziroma napiše simbole izbranih elementov** (od H do Sr ter Cs, Ba, Ag, Pt, Au, Hg, Pb, I, Xe, Rn, U);
- **poimenuje oziroma napiše simbole naravnih elementov do urana brez lantanoidov (M);**
- **opredeli vrste medmolekulskih sil (orientacijske, disperzijske in induksijske sile, vodikove vezi) med različnimi vrstami molekul in atomov, pojasni njihov nastanek in vpliv na lastnosti snovi;**
- **prikaže nastanek vodikove vezi na primeru vode in razloži vpliv vodikove vezi na njene lastnosti (anomalne lastnosti);**
- navede primere čistih snovi in zmesi (H_2O , HF, NH_3 , alkoholi, karboksilne kisline, proteini, DNA) s prisotno vodikovo vezjo, razloži in prikaže nastanek vodikove vezi ter njen vpliv na lastnosti snovi;
- **na primerih razlikuje med amorfnimi in kristaliničnimi snovmi;**
- **opredeli osnovno celico in kubični kristalni sistem;**
- **pozna štiri osnovne vrste kristalov (ionski, kovalentni, molekulski, kovinski);**
- **opredeli glavne značilnosti ionskih, molekulskih, kovalentnih in kovinskih kristalov ter za vsako vrsto kristalov navede primere snovi;**
- **prepozna osnovni celici natrijevega klorida in cezijevega klorida ter pojasni razporeditev gradnikov in koordinacijsko število v njunih osnovnih celicah;**
- **razlikuje med ionskim, molekulskim, kovalentnim in kovinskim kristalom** ter poveže fizikalne lastnosti snovi z vrsto kemijske vezi;
- opredeli alotropijo in razlike med alotropnimi modifikacijami ogljika (grafit, diamant, *nanocевke*, grafen, *fulereni*);
- oblikuje načrt in izvede eksperiment za proučevanje vpliva zgradbe na lastnosti snovi, upošteva pravila varnega dela v laboratoriju, zapisuje meritve, ureja in analizira podatke, kritično vrednoti rezultate eksperimenta in argumentirano oblikuje zaključke.

TERMINI

- alotropija ◦ alotropna modifikacija ◦ amorfna snov ◦ dolžina vezi ◦ dvojna vez ◦ elektronegativnost
- energija vezi ◦ enojna vez ◦ ionska vez ◦ ionski kristal ◦ IUPAC nomenklatura ◦ kovalentna vez
- kovalentni kristal ◦ kovinska vez ◦ kovinski kristal ◦ kristalinična snov ◦ kubični kristalni sistem



- medmolekulske sile ◦ moč/jakost vezi ◦ molekulski kristal ◦ oksidacijsko število ◦ osnovna celica
- polarnost vezi ◦ trojna vez ◦ vodikova vez

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Obravnava učnih vsebin o kemijski vezi naj temelji na pridobljenem znanju predhodne teme o zgradbi atomov in ionov ter pomenu periodnega sistema elementov kot vira pomembnih informacij. Obravnava ionske vezi predstavlja most s predhodno temo, pri kateri je bil obravnavan način nastanka ionov iz atomov elementov. Nadaljnja razlaga ionske vezi naj zajema obravnavo privlačnih sil med ioni v kristalu in zgradbo ionskih kristalov. Pomembno je, da dijaki razumejo, da večina atomov nima z elektroni polno zasedene zunanje lupine, kar omogoča, da se povezujejo z drugimi atomi. Tema je poglobitev in nadgradnja razumevanja povezovanja delcev/gradnikov, kar so dijaki usvojili pri kemiji v osnovni šoli. Svetujemo, da učitelj preveri razumevanje kemijskih pojmov iz osnovne šole, kakor tudi poznavanje oblik molekul in poimenovanje binarnih snovi, ter navezuje razlago novih pojmov na že usvojeno znanje. Pomembno je, da sproti spremlja pravilnost razvoja razumevanja novih pojmov in pri tem uporablja strategije preverjanja znanja, ki omogočajo pridobivanje natančne povratne informacije o usvojenem znanju.

Pri obravnavi oblike molekul se poleg obravnave dvoatomnih molekul omejimo na strukturne formule enostavnih večatomnih molekul, kot so H_2O , CO_2 , NH_3 , BeCl_2 , BF_3 , CH_4 , P_4 , PF_5 , SF_6 , etan, eten, etin, in njihovih analogov ter strukturno sorodnih spojin z ustrezno predstavitvijo veznih in neveznih elektronskih parov. Pri obravnavi oblik molekul se omejimo na sledeče oblike: linearna, kotna, trikotno planarna, trikotno piramidalna, tetraedrična, trikotno bipiramidalna, oktaedrična. Obravnavo struktur molekul lahko razširimo tudi na druge enostavne molekule iz življenja, kot sta metanol in etanol, pri čemer obravnavamo tako razporeditev atomov okrog ogljikovega atoma, kakor tudi okrog kisikovega atoma. Razumevanje strukture molekul gradimo tudi na upoštevanju vpliva odboja med veznimi in neveznimi elektronskimi pari na obliko molekul. Obravnavamo enojne, dvojne in trojne vezi ter gradimo zavedanje, da se moč/jakost vezi (enojna, dvojna, trojna) kaže v dolžini vezi in njeni energiji. Pri obravnavi zgradbe molekul, zgradbe kristalov, vključno z alotropnimi modifikacijami, in pri obravnavi privlačnih medmolekulskih sil je izredno koristna uporaba 3D fizičnih modelov in drugih grafičnih prikazov in animacij, ki dajejo ustrezne informacije in pomagajo pri boljši prostorski predstavi. Uporabljamo lahko kalotne modele/prikaze, kakor tudi modele/prikaze z uporabo kroglic in paličic. Pri uporabi modelov/prikazov s kroglicami in paličicami je treba preveriti ali dijaki pravilno razumejo tovrstni prikaz in da kroglic ne enačijo neposredno z velikostjo samega atoma. Obenem je pomembno, da za posamezne vrste snovi (molekula, molekulski kristal, ionski kristal, kovalentni kristal, kovinski kristal) uporabljamo ustrezne modele/prikaze/animacije, ki najbolje prikažejo zgradbo snovi. Pri poučevanju je prav tako treba prikazati povezavo med makroskopsko, submikro in simbolno ravno snovi.

Vrsto kemijske vezi opredelimo z elektronegativnostjo, pri čemer se osredotočimo na elemente glavnih skupin. Pri kovalentnih vezeh na podlagi razlike v elektronegativnosti dveh elementov sklepamo na (ne)polarnost vezi ter v kombinaciji z obliko molekule tudi na (ne)polarnost molekul. Razlike v polarnosti molekul je treba prikazati tudi eksperimentalno.

Pri obravnavi nomenklature IUPAC se pri tej temi omejimo na enostavne binarne snovi in jih poimenujemo z množilno predpono/števniki in oksidacijskim številom (Stockov sistem), medtem ko poimenovanja z nabojnim

številom (Ewans-Bassetov sistem) ni treba obravnavati oziroma ga obravnavamo informativno (se ne ocenjuje). Pri poimenovanju spojin in zapisu formul obravnavamo izbrane elemente, in sicer elemente od H do Sr ter Cs, Ba, Ag, Pt, Au, Hg, Pb, I, Xe, Rn, U, na maturitetni ravni pa vse naravne elemente do urana brez lantanoidov.

Obravnavamo privlačne sile med molekulami in njihov vpliv na fizikalne lastnosti spojin, posebej se posvetimo obravnavi vodikovih vezi in vsebino navežemo na pomen vodikove vezi tako v biologiji kakor tudi na splošno v ekosistemih. Namesto izraza molekulske sile priporočamo uporabo izraza medmolekulske sile, kakor ga uporabljajo tudi v drugih jezikih.

S pomočjo poučevanja v kontekstu lahko predstavimo pomen vsebine za delovanje in razvoj družbe in s tem spodbudimo interes za učenje nastanka kemijske vezi in vpliva zgradbe na lastnosti snovi, saj je tema v veliki meri teoretična, zahteva abstraktno mišljenje in je zato težje razumljiva.

Priporočila za spodbujanje interesa dijakov za učenje o povezovanju delcev/gradnikov:

- predstavitev relevantnosti vsebine za delovanje in razvoj družbe, kar storimo s pomočjo poučevanja v kontekstu (npr. predstavitev raznolikosti snovi po fizikalnih in kemijskih lastnostih in navezava na razlike v zgradbi snovi).

Prevladujoča didaktična strategija, ki je uporabna pri poučevanju te teme, je delo z modeli z elementi formativnega spremljanja za sprotno preverjanje razumevanja.

Tema je v pretežni meri teoretična in zelo abstraktna, zato je vključevanje eksperimentov izredno pomembno za lažje razumevanje snovi tako v obliki demonstracijskih poskusov kakor tudi samostojno eksperimentalno delo. Priporočeni so tudi poskusi, pri katerih dijaki samostojno načrtujejo in izvedejo eksperimente, sistematično spoznavajo lastnosti snovi, kot so polarnost, topnost, električna prevodnost, ter proučujejo vpliv zgradbe na lastnosti snovi. Pri načrtovanju in izvedbi eksperimentov, tako demonstracijskih kakor samostojnih, je treba razvijati odgovoren odnos do zdravja in prevzemanja odgovornosti pri eksperimentalnem delu.

Priložnosti za horizontalno in vertikalno povezovanje

Poznavanje teme povezovanje delcev/gradnikov je temelj za obravnavanje vseh nadaljnjih tem. Cilji teme se povezujejo s cilji določenih tem pri predmetih fizika (privlačne sile, elektrostatske interakcije, fizikalne lastnosti snovi) in biologija (zgradba biološko pomembnih molekul, pomen vodikovih vezi v biologiji, zgradba in delovanje celic, zgradba DNK in proteinov, geni in dedovanje), geografija (anomalne lastnosti vode, kovinska industrija), tuji jeziki (poimenovanje elementov in spojin v drugih jezikih), umetnost (kovine v kiparstvu in umetni obrti), zgodovina (kemija in zgodovinski mejniki – bakrena, bronasta in železna doba, fužinarstvo na Slovenskem), slovenščina (mecenstvo barona Žige Zoisa za razvoj slovenske industrije).

Priložnosti za učenje zunaj učilnice

- ogled arheoloških ostalin;
- ogled muzejskih zbirk (zbirke mineralov, umetniške zbirke – pregled artefaktov iz različnih materialov), umetna obrt.

Predlogi eksperimentov, učil oziroma virov

- eksperimenti s področja primerjave polarnosti tekočin oziroma spojin, primerjave gostote tekočih faz;
- proučevanje vpliva zgradbe na lastnosti snovi (ionski, kovalentni, molekulski, kovinski kristali), proučevanje fizikalnih lastnosti snovi; (ionski, kovalentni, molekulski, kovinski kristali) in s tem utrjevanje povezave med makroskopsko, submikrosko in simbolno ravno snovi;
- uporaba prikazov z modeli oz. submikro prikazi, animacijami in uporaba različnih virov (DT);
- How to teach structure and bonding of carbon at 14–16, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/vwqvq8v>;
- Demonstrations with dry ice, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/667rpw0>;
- Looking at groups 1, 7 and 0 on the periodic table, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/smorl5w> ;
- MolView – kreiranje struktur in njihov 3D prikaz, <https://app.molview.com/> (primerno tudi za organske spojine);
- različni 3D modeli, <https://www.3dchem.com/inorganic.asp>, <https://vchem3d.univ-tlse3.fr/index.html>, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/17qyb81>.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *povezovanje delcev/gradnikov* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (1.1.2.1) **SC** (1.1.2.2) **SC** (2.2.1.1) **SC** (3.2.4.2) **SC** (4.1.2.1) **SC** (4.3.2.1) **SC** (5.3.5.3), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.1) – Se zaveda, da je učenje vsebine posameznega predmeta hkrati tudi spoznavanje njegove strokovne terminologije, torej učenje jezika na ravni poimenovanj za posamezne pojme in na ravni logičnih povezav.
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Trajnostni razvoj	Sprejemanje kompleksnosti v trajnostnosti	Sistemsko mišljenje	SC (2.2.1.1) – K izbranemu problemu pristopa celostno, pri čemer upošteva povezanost okoljskega, gospodarskega in družbenega vidika.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (3.2.4.2) – Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje svojega zdravja in zdravja drugih.
Digitalna kompetentnost	Ustvarjanje digitalnih vsebin	Umeščanje in poustvarjanje digitalnih vsebin	SC (4.3.2.1) – Digitalne vsebine obogati z dodajanjem slik, glasbe, videoposnetkov, vizualnih efektov idr.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.2.1) – Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	SC (5.3.5.3) – Prepozna priložnosti za aktivno uporabo pridobljenega znanja v novih okoliščinah.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1, NP 2 in NP 3, prav posebej pa gradnik naravoslovnostnoznanstveno razlaganje pojavov (NP1), podgradnik 1.3: prepozna, uporablja in ustvarja (znanstvene) razlage pojavov, ki vključujejo različne prikaze, modele in analogije.

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

MNOŽINA SNOVI

OBVEZNO

OPIS TEME

Tema obravnava osnovno veličino mednarodnega sistema enot (SI): množino snovi z enoto mol. Poznavanje zveze med maso snovi, množino snovi, številom delcev snovi in molsko maso je temelj kemijskega računanja. Obravnavamo pline, njihove lastnosti in splošno plinsko enačbo. Izpostavljeni so tudi sodobni izzivi ohranjanja narave in preprečevanja onesnaževanja ozračja. Poznavanja osnov kemijskega računanja je temelj za razumevanje kemijske reakcije kot snovne in energijske spremembe, kar obravnava naslednja tema v učnem načrtu.

MNOŽINA SNOVI

CILJI

Dijak:

- : spoznava relativno molekulsko maso in molsko maso ter ju izračunava;
- : spoznava pomen pojma mol kot osnovne enote sistema SI za množino snovi in ga povezuje z vrednostjo Avogadrove konstante;
- : razvija razumevanje soodvisnosti med maso snovi, množino snovi, številom delcev snovi in molsko maso snovi;
- : razvija razumevanje soodvisnosti med maso snovi, prostornino snovi in gostoto snovi;
- : proučuje lastnosti plinov in jih opisuje s štirimi veličinami (tlak, temperatura, prostornina, množina);
- : spoznava sestavo suhega zraka in relativno vlažnost zraka;
- SC (3.2.4.2)
- : proučuje vire o dolgoletnem spreminjanju koncentracije ogljikovega dioksida in metana; sklepa na vpliv naraščanja koncentracij toplogrednih plinov na segrevanje ozračja ter kritično vrednoti vpliv človekovega delovanja na okolje;
- SC (2.2.1.2 | 4.1.1.1 | 4.1.2.1)
- : spoznava nevarnosti zastrupitve z ogljikovim oksidom/monoksidom in preišči/proučuje preventivne in kurativne ukrepe;
- SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)
- I: *spoznava pomen splošne plinske enačbe.*

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- razloži pojma relativna molekulska masa in molska masa in ju razlikuje;
- izračuna relativne molekulske mase in molske mase elementov in spojin;
- razloži množino snovi in njeno enoto;
- opredeli in pojasni pomen Avogadrove konstante (N_A);
- razloži povezavo med maso snovi, množino snovi, številom delcev snovi in molsko maso snovi ter jo uporabi v izračunih;
- razloži povezavo med maso snovi, prostornino snovi in gostoto snovi ter jo uporabi v izračunih;
- navede lastnosti plinov in jih opiše s štirimi veličinami (tlak, temperatura, prostornina, množina);
- navede štiri najpogostejše pline v suhem zraku;
- razloži pojem relativna vlažnost zraka;
- razloži vpliv naraščanja koncentracij toplogrednih plinov na segrevanje ozračja (ogljikov dioksid, metan);
- razloži nastanek ogljikovega monoksida pri nepopolnem gorenju in pozna njegove lastnosti;
- pozna povezavo med množino, prostornino, tlakom in temperaturo plina (splošna plinska enačba) ter jo uporabi v izračunih.

TERMINI

◦ Avogadrova konstanta ◦ množina snovi ◦ molska masa ◦ relativna molekulska masa ◦ relativna vlažnost zraka ◦ splošna plinska enačba ◦ toplogredni plini

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Množina snovi je izbirna tema v osnovni šoli, pri kateri učenci spoznajo pojem množina snovi in njeno enoto mol, se seznaniijo z Avogadrovo konstanto ($6,022 \times 10^{23}$ delcev/mol) ter iz enote mol sklepajo na število delcev. V gimnaziji tema obravnava osnovno veličino mednarodnega sistema enot (SI) – množino snovi, izraženo z enoto mol. Razumevanje povezave med maso snovi, množino snovi, številom delcev in molsko maso je ključno za kemijsko računanje in pripravo dijakov na nadaljnjo obravnavo kemijskih reakcij ter energijskih in snovnih sprememb. Tema vključuje obravnavo relativne molekulske mase in molske mase, njun pomen ter izračun, razlago pojma mol kot osnovne enote sistema SI in njegovo povezavo z Avogadrovo konstanto. Dijaki razvijajo razumevanje razmerij med kemijskimi veličinami, kot so masa, množina, število delcev, prostornina in gostota. Proučujejo lastnosti plinov, ki jih opišejo s tlakom, temperaturo in prostornino, pri čemer spoznajo pomen splošne plinske enačbe. Poudarek je na poznavanju sestave suhega zraka. Spoznajo relativno vlažnost.

Razumejo vpliv ogljikovega dioksida, metana in drugih toplogrednih plinov na segrevanje ozračja. Tema se dotika tudi okoljskih vidikov, saj dijaki analizirajo koncentracije toplogrednih plinov skozi čas in sklepajo o vplivih človekovega delovanja na okolje. Spoznava nevarnosti zastrupitve z ogljikovim monoksidom, ki nastane pri nepopolnem gorenju. Celotna vsebina predstavlja temelj za razvoj osnovnega znanja kemijskega računanja, kar je ključno za nadaljnje razumevanje kemijskih reakcij in zakonitosti.

Dijaki razumejo pojem mol (množina snovi) in spoznajo pomen Avogadrove konstante, poznajo definicijo molske mase in znajo izračunati molsko maso, razumejo zveze med maso snovi, množino snovi in številom delcev snovi ter znajo svoje znanje o količinskih odnosih uporabiti za reševanje enostavnih realnih problemov. Znajo uporabiti plinsko enačbo ($pV = nRT$) za izračun količin plinov v različnih pogojih.

Prevladujoča didaktična strategija, ki je uporabna pri poučevanju te teme, je eksperimentalno delo z elementi formativnega spremljanja za sprotno preverjanje razumevanja. Tema je v pretežni meri abstraktna, zato je vključevanje eksperimentov izredno pomembno za lažje razumevanje snovi, tako v obliki demonstracijskih poskusov kakor tudi kot samostojno eksperimentalno delo.

Predlogi učne diferenciacije za nadarjene dijake

Priporočljivo je vključiti dodatne izzive, raziskovalne naloge, interdisciplinarne povezave in poglobljeno obravnavo, ki presega temeljne in izbirne standarde znanja. Dijake lahko spodbudimo za:

- primerjavo razlik med idealnimi in realnimi plini ter uporabo van der Waalsove enačbe;
- raziskovanje zgodovinskega razvoja koncepta mola in natančnost merjenja Avogadrove konstante ter njeno povezavo z določanjem mase atoma ogljika;
- proučevanje vpliva temperature in tlaka na kinetično energijo delcev plina;
- analizo realnih podatkov o koncentracijah toplogrednih plinov (CO_2 , CH_4) ter povezovanje osnovnih plinskih zakonov in vplivov teh plinov na podnebne spremembe;
- raziskovanje kroženja plinov v ekosistemih, npr. raztapljanje CO_2 v oceanih ali vpliv metana v atmosferi;
- uporabo računalniških simulacij za prikaz obnašanja delcev v idealnem plinu;
- izdelavo molekulskih modelov ali interaktivnih predstavitev, ki prikazujejo obnašanje plinov v različnih pogojih.

Priložnosti za horizontalno in vertikalno povezovanje

Poznavanje teme množina snovi je temelj obravnave vseh nadaljnjih tem, še posebej teme kemijska reakcija – snovna in energijska sprememba. Cilji teme se povezujejo s cilji določenih tem pri predmetu fizika in biologija; priporočamo medpredmetni pristop.

Okoljski izzivi in kemijska varnost sta tesno povezana vidika sodobne kemije. Obravnava toplogrednih plinov, njihove koncentracije in vpliva na okolje je ključna za razumevanje kemije okolja in trajnostnega razvoja, saj naraščajoče emisije teh plinov prispevajo h globalnemu segrevanju in podnebnim spremembam. Hkrati pa znanje o strupenih snoveh, kot je ogljikov monoksid, in razumevanje njegovega delovanja omogočata boljše

zavedanje o toksikologiji ter izboljšujeta kemijsko varnost. Skupaj ti vidiki spodbujajo kritično vrednotenje vpliva človekovih dejavnosti na okolje ter razvoj ukrepov za zmanjšanje tveganj in ohranjanje narave.

Medpredmetne povezave pri obravnavi množine snovi in lastnosti plinov omogočajo poglobljeno razumevanje različnih znanstvenih in praktičnih vidikov. Fizika prispeva z razumevanjem splošne plinske enačbe, ki povezuje tlak, temperaturo, prostornino in množino snovi, ter s proučevanjem relativne gostote in fizikalnih lastnosti snovi. Biologija dopolnjuje to znanje z raziskovanjem vpliva toplogrednih plinov na ekosisteme in podnebne spremembe ter z obravnavo vplivov kisika in ogljikovega monoksida na dihanje in metabolizem. Matematika podpira kemijske izračune, kot so računske naloge, povezane z množino snovi, molsko maso in koncentracijo, ter omogoča uporabo matematičnih izrazov pri reševanju splošne plinske enačbe. Geografija se povezuje z analizami globalnega segrevanja, podnebnih sprememb in vpliva emisij toplogrednih plinov, pri čemer vključuje proučevanje zgodovinskih podatkov o koncentracijah ogljikovega dioksida in metana. Poudarek na okoljski vzgoji spodbuja kritično vrednotenje vpliva človekovih dejavnosti na okolje, zlasti zaradi izpustov plinov in nepopolnega izgorovanja, ter krepi zavest o pomenu trajnostnega razvoja in ohranjanja narave. Uporaba tehnologije in informatike omogoča analizo emisijskih podatkov z uporabo programske opreme ter modeliranje kemijskih procesov in simulacijo plinskih lastnosti, kar dopolnjuje celostno razumevanje teme.

Priložnosti za učenje zunaj učilnice

- merjenje kakovosti zraka; dijaki z uporabo prenosnih senzorjev proučujejo koncentracije CO_2 , CH_4 in drugih plinov v zraku, nato s pomočjo kemijskih izračunov določijo vpliv na okolje;
- raziskovanje naravnih virov plinov;
- obisk kraških jam (npr. Postojnska jama), kjer lahko dijaki proučujejo pline, kot sta CO_2 in metan, ki nastajata zaradi bioloških procesov;
- opazovanje geotermalnih vrelov ali izpustov plinov v naravnih okoljih (npr. Triglavski narodni park).

Predlogi eksperimentov, učil oziroma virov

- vprašanje: Ali 1 mol ...
 - ... vode zadostuje, da se odžejamo?
 - ... soli zadostuje za ustrezno slano porcijo pomfrita?
 - ... sladkorja zadostuje za sladkanje skodelice čaja oz. kave?
- demonstracijski eksperimenti z aktivnim vključevanjem dijakov in njihovega kritičnega vrednotenja:
 - pridobivanje in lastnosti vodika, kisika, ogljikovega dioksida;
 - dokazi različnih plinov;
 - različni eksperimenti s tekočim dušikom, priprava sladoleda s tekočim dušikom;
- laboratorijska vaja: določanje formule kristalohidrata (hidratirane spojine) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ na podlagi eksperimentalno pridobljenih podatkov;

- videoposnetek (10,23 minute) o izračunu množine vode v kristalohidratu $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
<https://www.youtube.com/watch?v=oVx8t3gPauM>;
- videoposnetek (5,57 minute): demonstracije s suhim ledom <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/667rpw0>;
- članek Where has all the CO_2 gone? <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/34p67ex>;
- članek: Baking with moles, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/uwyf2ty>;
- članek: Teach conservation of mass, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/zl3ngkk>.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *množina snovi* so integrirani naslednji skupni cilji: SC (2.2.1.2) SC (3.2.4.1) SC (3.2.4.2) SC (4.1.1.1) SC (4.1.2.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Glavni cilj
Trajnostni razvoj	Sprejemanje kompleksnosti v trajnostnosti	Sistemske miselnosti	SC (2.2.1.2) – Presoja kratkoročne in dolgoročne vplive delovanja posameznika in družbenih skupin v družbi in družbe na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (3.2.4.1) – Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (3.2.4.2) – Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje svojega zdravja in zdravja drugih.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.2.1) – Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1, NP 2 in NP 3, prav posebej pa gradnik naravoslovnostnoznanstveno razlaganje pojavov (NP1), podgradnik 1.3: prepozna, uporablja in ustvarja (znanstvene) razlage pojavov, ki vključujejo različne prikaze, modele in analogije.

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

KEMIJSKA REAKCIJA - SNOVNA IN ENERGIJSKA SPREMEMBA

OBVEZNO

OPIS TEME

V okviru teme obravnavamo kemijske reakcije, način zapisa enačb kemijskih reakcij in energijske spremembe pri poteku kemijskih reakcij. Pri proučevanju sprememb razlikujemo med kemijskimi in fizikalnimi spremembami. Večji poudarek namenimo izvedbi kemijskih reakcij, razlikovanju med reaktanti in produkti ter razumevanju množinskih (oziroma masnih) razmerij med reaktanti in produkti. Potek kemijske reakcije opišemo z enačbo kemijske reakcije in submikro predstavitvami. Pomemben vidik obravnave kemijskih reakcij je tudi spremljanje oziroma poznavanja energijskih sprememb. S celostnim poznavanjem kemijske reakcije lahko optimiziramo potek kemijske reakcije ter zagotovimo varno eksperimentalno delo. Razvijamo eksperimentalni pristop oziroma laboratorijske spretnosti pri proučevanju kemijskih reakcij, kar je eden od temeljev kemije in je ključno za poglobljanje znanja pri naslednjih temah.

KEMIJSKA REAKCIJA - SNOVNA IN ENERGIJSKA SPREMEMBA

CILJI

Dijak:

○: razlikuje med fizikalno spremembo in kemijsko reakcijo, utrjuje poznavanje simbolov (oznak) agregatnih stanj ter njihovega pomena;

SC (1.1.2.1 | 1.1.2.2)

○: prepozna kemijsko reakcijo kot snovno spremembo;

○: razlikuje med reaktanti in produkti kemijske reakcije na podlagi eksperimentalnih opažanj;

○: utrjuje zapisovanje in urejanje enačb kemijskih reakcij;

○: razvija prostorske predstave z uporabo različnih modelov, animacij in drugih submikro prikazov kemijskih enačb ter razvija zmožnost razumevanja in uporabe simbolnih zapisov;

SC (4.1.2.1 | 4.3.2.1)

○: razvija razumevanje povezav med koeficienti v enačbi kemijske reakcije in množinskimi razmerji med snovmi, ki sodelujejo v kemijski reakciji;

l: ugotavlja vrsto in količino presežnih reaktantov;

- : prepozna kemijsko reakcijo kot energijsko spremembo in razlikuje med eksotermno in endotermno spremembo;
- : ugotavlja spremembe, povezane s prekinitvijo in nastankom kemijske vezi;
- : spozna pomen definicije entalpije in pomen predznaka vrednosti entalpije;
- : razlikuje med standardno tvorbeno in standardno reakcijsko entalpijo;
- : razvija razumevanje pomena »standardnega stanja elementa«;
- : razvija razumevanje zapisa termokemijske enačbe;
- I: *povezuje standardne reakcijske entalpije primerljivih kemijskih reakcij;*
- I: *povezuje standardne tvorbene entalpije snovi, ki sodelujejo v kemijski reakciji, in standardno reakcijsko entalpijo te reakcije;*
- : razvija razumevanje energijskih diagramov;
- : razvija eksperimentalni pristop oziroma laboratorijske spretnosti pri proučevanju snovnih in energijskih sprememb pri kemijskih reakcijah;
- SC (3.2.4.2 | 5.3.5.1)
- : razvija odgovoren odnos do varnega eksperimentalnega dela in pogloblja poznavanje lastnosti nevarnih snovi, njihovo označevanje in ravnanje z njimi.
- SC (3.2.4.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- na primerih razlikuje med kemijsko reakcijo in fizikalno spremembo ter navede nekaj primerov;
- opredeli spremembo agregatnega stanja kot fizikalno spremembo in k primerom snovi zapiše ustrezno agregatno stanje oz. oznako agregatnega stanja;
- opredeli kemijsko reakcijo kot snovno spremembo;
- razlikuje med reaktanti in produkti kemijske reakcije;
- uredi preproste enačbe kemijskih reakcij;
- pri znanih reaktantih in produktih zapiše urejeno enačbo kemijske reakcije;
- na podlagi submikro prikazov zapiše urejeno enačbo kemijske reakcije;
- s submikro prikazi predstavi kemijsko reakcijo;
- iz urejene enačbe kemijske reakcije razbere množinska razmerja ter izračuna mase in množine reaktantov in produktov oziroma prostornino plinastih snovi;

- iz submikro prikazov določi presežni reaktant;
- na podlagi količine reaktantov in urejene enačbe kemijske reakcije določi vrsto in količino presežnega reaktanta ter izračuna količine (množine oz. mase) snovi, ki sodelujejo v kemijski reakciji;
- pojasni razliko med eksotermno in endotermno spremembo ter opredeli različne procese (fizikalne spremembe in kemijske reakcije) kot eksotermne ali endotermne;
- navede primere eksotermnih in endotermnih reakcij iz življenja;
- opredeli entalpijo in pojasni razliko v predznaku entalpije pri eksotermnih oz. endotermnih procesih;
- opredeli standardno tvorbena in standardno reakcijsko entalpijo, utemelji razliko med standardno tvorbena in standardno reakcijsko entalpijo na preprostih enačbah kemijskih reakcij;
- pozna vpliv agregatnega stanja na vrednost standardne tvorbene oziroma reakcijske entalpije;
- navede standardna stanja elementov in pozna vrednosti standardne tvorbene entalpije elementov v njihovih standardnih stanjih;
- napiše termokemijsko enačbo na podlagi opisa kemijske reakcije oziroma navedene entalpije;
- izračuna standardne reakcijske entalpije za primerljive enačbe reakcij (večkratnik, sprememba smeri zapisa enačbe reakcije) (M);
- pojasni povezavo med standardno tvorbena entalpijo snovi, ki sodelujejo v kemijski reakciji, in standardno reakcijsko entalpijo te reakcije ter jo uporabi v izračunih;
- razbere reakcijsko entalpijo iz diagrama, ki predstavlja potek eksotermne ali endotermne kemijske reakcije;
- nariše in pojasni energijski diagram eksotermne in endotermne reakcije (M);
- načrtuje in izvede eksperiment za proučevanje snovnih in energijskih sprememb pri izbranih kemijskih reakcijah, upošteva pravila varnega dela v laboratoriju, zapisuje meritve, ureja in analizira podatke, kritično vrednoti rezultate eksperimenta in argumentirano oblikuje zaključke.

TERMINI

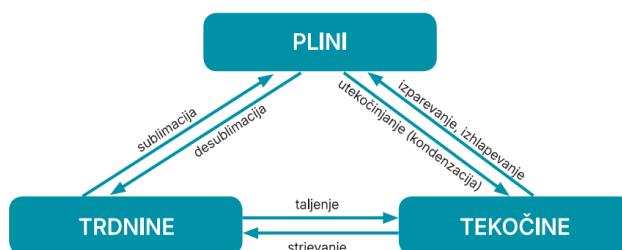
◦ agregatno stanje ◦ eksotermna sprememba ◦ endotermna sprememba ◦ energijski diagram ◦ entalpija
 ◦ kemijska enačba ◦ kemijska reakcija ◦ kemijska sprememba ◦ presežni reaktant ◦ produkt ◦ reaktant
 ◦ snovna sprememba ◦ standardna reakcijska entalpija ◦ standardna tvorbena entalpija ◦ standardno stanje
 elementa ◦ termokemijska enačba ◦ fizikalna sprememba ◦ oznaka agregatnega stanja



DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Tema je poglobitev in nadgradnja razumevanja kemijske reakcije kot snovne in energijske spremembe, ki so jih dijaki usvojili pri kemiji v osnovni šoli. Pomembno je, da najprej celostno preverimo razumevanje kemijskih reakcij iz osnovne šole (ločevanje med fizikalnimi in kemijskimi spremembami snovi, opredelitev kemijske reakcije kot snovne in energijske spremembe, razlikovanje med reaktanti in produkti, prepoznavanje reaktantov in produktov v besednem in/ali simbolnem zapisu enačbe kemijske reakcije, zapisovanje besedne enačbe kemijske reakcije, poznavanje zakona o ohranitvi mase, urejanje enačb kemijskih reakcij in prepoznavanje reakcij spajanja, razkroja in zamenjave, ločevanje med eksotermno in endotermno reakcijo). Predlagamo tudi utrjevanje zapisa simbolov (oznak) agregatnih stanj, imenovanja sprememb agregatnih stanj in nastanka raztopin.



Pri obravnavi kemijske reakcije kot snovne spremembe poudarimo način zapisa urejenih enačb kemijskih reakcij. Dijaki razlikujejo med reaktanti in produkti, razumejo množinska razmerja (oz. masna razmerja – zakon o ohranitvi mase) ter v enačbi kemijske reakcije zapišejo agregatna stanja njim znanih snovi (npr. elementov, ionskih snovi, preprostih plinastih spojin, vode). Pri zapisu enačb kemijskih reakcij obenem utrjujemo zapis formul in poimenovanje preprostih binarnih spojin. Potek kemijske reakcije opišemo z urejeno enačbo kemijske reakcije, zapisom oznak agregatnih stanj in submikro predstavitvami.

Dano urejeno enačbo kemijske reakcije uporabimo za predstavitev množinskih razmerij med snovmi, ki sodelujejo v kemijski reakciji, ter izračun njihove množine in mase. Na izbirni ravni obravnavamo izračun prostornine plinastih snovi, ki sodelujejo v kemijski reakciji (uporaba splošne plinske enačbe). Tudi primere s presežnim reaktantom obravnavamo na izbirni ravni.

Pri obravnavi kemijske reakcije kot energijske spremembe se navezujemo na predznanje dijakov iz osnovne šole (razlikovanje med eksotermnimi in endotermnimi spremembami, primeri eksotermnih oz. endotermnih fizikalnih sprememb oz. kemijskih reakcij iz življenja in okolja).

Dijaki spoznajo zapis (oznako veličine), definicijo in pomen standardne entalpije. Predstavimo različne vrste entalpije pri standardnih pogojih (standardna reakcijska entalpija in standardna tvorben entalpija), povežemo

vrednost entalpije z energijsko spremembo (pojasnimo pomen negativnega predznaka pri eksotermnih spremembah ter vpliv agregatnega stanja snovi na vrednost entalpije). Opredelimo standardno stanje elementov in vrednost tvorbeno entalpije elementov v njihovih standardnih stanjih. Dijaki zapišejo termokemijsko enačbo in razumejo energijske diagrame eksotermnih in endotermnih reakcij. Na tej stopnji obravnavamo poenostavljene energijske diagrame – zgolj energijska stanja snovi z navedbo spremembe entalpije – brez oznake prehodnega/aktivacijskega stanja in brez aktivacijske energije (kar obravnavamo šele v temi hitrost kemijskih reakcij).

Z ogledi posnetkov na spletu, opravljenih s termovizijsko kamero, dijaki spoznajo energijske spremembe in razvijajo odgovoren odnos do varnega eksperimentalnega dela. Dijaki poglobljajo poznavanje lastnosti nevarnih snovi, njihovo označevanje in ravnanje z nevarnimi snovmi. Pri razlagi vključimo prikaze z modeli oz. submikro prikaze, animacije in uporabo različnih virov (DT).

S celostnim poznavanjem kemijske reakcije lahko optimiziramo potek kemijske reakcije ter zagotovimo varno eksperimentalno delo. Razvijamo eksperimentalni pristop oziroma laboratorijske spretnosti pri proučevanju kemijskih reakcij. Na razpolago imamo zelo veliko eksperimentov na podlagi snovnih sprememb in dokazov nastalih produktov, stehiometrije kemijskih reakcij ali sproščanja/vezave energije pri kemijski reakciji.

Na izbirni ravni ugotavljamo spremembe standardne reakcijske entalpije za primerljive enačbe reakcij (večkratnik, sprememba smeri zapisa enačbe reakcije); pri tem uporabimo različne primere (npr. kako se spremeni vrednost reakcijske entalpije, če uporabimo dvakrat večjo množino reaktantov, ali primerjava vrednosti reakcijske entalpije sinteze amonijaka iz elementov z vrednostjo reakcijske entalpije razpada amonijaka na elementa).

Na izbirni ravni predstavimo povezavo med standardnimi tvorbenimi entalpijami snovi, ki sodelujejo v kemijski reakciji, in standardno reakcijo entalpijo. Razumevanje utrdimo z reševanjem računskih nalog.

Standardno reakcijsko entalpijo in standardno tvorbeno entalpijo lahko označujemo s tradicionalnim zapisom (ΔH_r° oz. ΔH_{tv}°) ali z novejšim zapisom (2007) v skladu s IUPAC priporočili ($\Delta_r H^\circ$ oz. $\Delta_f H^\circ$). V termokemijskih enačbah in računih navajamo standardno reakcijsko entalpijo bodisi z enoto kJ bodisi z enoto kJ mol⁻¹.

Pridobljena znanja predstavljajo enega od temeljev kemije in so ključna za poglobljanje znanja pri temah: alkalijske kovine in halogeni, hitrost kemijske reakcije, kemijsko ravnotežje, ravnotežja v vodnih raztopinah, redoks reakcije.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

Stehiometrija pri kemijski reakciji:

- razpad vodikovega peroksida;
- razpad kalijevega klorata(V);
- raztapljanje kalcijevega karbonata v klorovodikovi kislini;
- raztapljanje cinka v klorovodikovi kislini;
- reakcija natrijevega hidrogenkarbonata v očetni ali klorovodikovi kislini;
- gorenje magnezija na zraku;

- gorenje žvepla na zraku;
- ionske reakcije.

Stehiometrija in energijska sprememba pri kemijski reakciji:

- reakcija kovine (Mg/Ca/Zn) s klorovodikovo kislino in spremljanje temperaturne spremembe reakcijske zmesi;
- reakcija med barijevim hidroksidom in amonijevim kloridom in spremljanje temperaturne spremembe reakcijske zmesi;
- gorenje organskih snovi (utekočinjeni naftni plin propan/butan);
- gorenje etanola;
- merjenje energijske spremembe pri reakciji med Zn in CuSO_4 s spremljanjem temperaturne spremembe reakcijske zmesi;
- na podlagi izmerjene prostornine vodika, ki ga lovimo v merilnem valju, napolnjenem z vodo, pri ustrezni temperaturi in tlaku (upoštevamo tudi parni tlak vode) izračunamo maso kovine.

Priložnosti zunaj učilnice:

- razlikovanje med apnencem in dolomitom z razredčeno klorovodikovo kislino;
- dokazne reakcije različnih ionov v površinskih vodah.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *kemijska reakcija – snovna in energijska sprememba* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (1.1.2.1) **SC** (1.1.2.2) **SC** (3.2.4.2) **SC** (4.1.2.1) **SC** (4.3.2.1) **SC** (5.3.5.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.1) – Se zaveda, da je učenje vsebine posameznega predmeta hkrati tudi spoznavanje njegove strokovne terminologije, torej učenje jezika na ravni poimenovanj za posamezne pojme in na ravni logičnih povezav.
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (3.2.4.2) – Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje svojega zdravlja in zdravlja drugih.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.2.1) – Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.
Digitalna kompetentnost	Ustvarjanje digitalnih vsebin	Umeščanje in poustvarjanje digitalnih vsebin	SC (4.3.2.1) – Digitalne vsebine obogati z dodajanjem slik, glasbe, videoposnetkov, vizualnih efektov idr.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	SC (5.3.5.1) – Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti, prav posebej pa gradnik naravoslovnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov (NP2), pri čemer dijak opisuje, načrtuje, izvede in ovrednoti poskuse/raziskave ter predlaga načine naravoslovnoznanstvenega obravnavanja vprašanj ter v različnih prikazih in na več načinov naravoslovnoznanstveno analizira in ovrednoti podatke, trditve in argumente ter povzema ustrezne zaključke.

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitev.

ALKALIJSKE KOVINE IN HALOGENI

OBVEZNO

OPIS TEME

V okviru teme obravnavamo fizikalne in kemijske lastnosti alkalijskih kovin, halogenov in njihovih spojin. Fizikalne in kemijske lastnosti obravnavanih elementov povežemo z elektronsko zgradbo atomov ter primerjamo reaktivnost elementov iste skupine periodnega sistema. Spoznavamo tudi biološki pomen njihovih spojin ter uporabo v življenju in industriji. Razvijamo sposobnost opazovanja in eksperimentalni pristop pri proučevanju fizikalno-kemijskih lastnosti elementov in njihovih spojin, utrjujemo znanje o varnem eksperimentalnem delu in skrbi za kemijsko varnost ter poglobljamo poznavanje lastnosti nevarnih snovi, njihovo označevanje in ravnanje z njimi. Pri spoznavanju, opisovanju in proučevanju snovi uporabljamo ustrezen kemijski jezik in vizualizacijo.

ALKALIJSKE KOVINE IN HALOGENI

CILJI

Dijak:

○: proučuje fizikalne in kemijske lastnosti elementov 1. in 17. skupine periodnega sistema elementov ter njihovih spojin z opazovanjem, eksperimentiranjem, uporabo in izmenjavo različnih digitalnih virov ter soustvarjanjem vsebin v digitalnem okolju;

SC (4.5.3.1 | 4.1.3.1 | 4.2.2.1)

○: razvija odgovoren odnos do varnega eksperimentalnega dela in pogloblja poznavanje lastnosti nevarnih snovi, njihovo označevanje in ravnanje z njimi ter skrbi za kemijsko varnost;

SC (3.2.4.1)

○: proučuje uporabo izbranih spojin alkalijskih kovin oziroma halogenov v življenju in industriji ter vrednoti vpliv njihove rabe na zdravje in okolje z uporabo in deljenjem različnih digitalnih virov.

SC (2.2.1.2 | 4.1.1.1 | 4.1.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- primerja značilne fizikalne lastnosti alkalijskih kovin in halogenov in jih poveže s položajem elementov v periodnem sistemu elementov;
- primerja reaktivnost alkalijskih kovin;
- primerja reaktivnost halogenov;
- napiše enačbe kemijskih reakcij alkalijskih kovin z vodo in halogeni ter pozna energijske spremembe pri teh reakcijah;
- pojasni vpliv medmolekulskih sil na vrelišča vodikovih halogenidov;
- opiše plamenski test za natrij in kalij;
- navede uporabo izbranih spojin alkalijskih kovin oziroma halogenov v življenju in industriji (npr. biološki pomen natrijevih, kalijevih, kloridnih in fluoridnih ionov, natrijev klorid, fiziološka raztopina, natrijev hidrogenkarbonat, dezinfekcija vode, jodirana sol, jodova tinktura, ščitnični hormoni, natrijev hidroksid, klorovodikova kislina – tudi kot želodčna kislina, čistila – varikina, cevosan);
- načrtuje in **izvede eksperiment** za proučevanje fizikalnih in kemijskih lastnosti izbranih elementov 1. in 17. skupine PSE, upošteva pravila varnega dela v laboratoriju, zapisuje meritve, ureja in analizira podatke.

TERMINI

◦ alkalijska kovina ◦ halogen ◦ plamenski test ◦ reaktivnost

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Obravnavanje učnih vsebin o alkalijskih kovinah in halogenih naj temelji na pridobljenem znanju vseh predhodnih tematskih sklopov (kemija je eksperimentalna veda; zgradba atomov in ionov, periodni sistem elementov; povezovanje delcev/gradnikov; množina snovi; kemijska reakcija kot snovna in energijska sprememba), kakor tudi na že usvojenem osnovnošolskem znanju iz teme elementi v periodnem sistemu, hkrati pa je ta tema tudi primerna za utrjevanje vseh predhodno obravnavanih vsebin na konkretnih primerih s področja alkalijskih kovin in halogenov. S tem ta tema omogoča povezovanje predhodno obravnavanih vsebin in hkrati tudi utrjevanje pridobljenega znanja ter uporabo in nadgradnjo za razlago fizikalnih in kemijskih lastnosti alkalijskih kovin in halogenov ter njihovih spojin (npr. soli, vodikovi halogenidi). Obenem sproti spremljamo pravilnost razvoja razumevanja predhodno obravnavanih pojmov in pri tem uporabljamo strategije preverjanja znanja, ki omogočajo pridobivanje natančne povratne informacije o usvojenem znanju. Fizikalne in kemijske lastnosti obravnavanih elementov povezujemo z elektronsko zgradbo atomov ter primerjamo reaktivnost elementov iste skupine periodnega sistema. Pri kemijskih reakcijah alkalijskih kovin obravnavamo reakcije z vodo in halogeni,

medtem ko se reakcij alkalijskih kovin s kisikom ne obravnava več. Tema omogoča, da spoznamo tudi biološki pomen spojin alkalijskih kovin in halogenov ter uporabo v življenju in industriji.

Pomembno je, da navezujemo obravnavo vsebin te teme na obstoječe znanje in sproti spremljamo pravilnost razvoja razumevanja pojmov (formativno spremljanje) ter v ta namen načrtujemo dejavnosti za ponovitev definicij pojmov z uporabo primerov (video vsebine, animacije, modeli, simulacije) ter za ponazoritev in odpravljanje diagnosticiranih napačnih razumevanj teh pojmov.

Tema omogoča izvedbo poskusov, s čimer lahko razvijamo sposobnost opazovanja in eksperimentalni pristop pri proučevanju fizikalno-kemijskih lastnosti elementov in njihovih spojin, utrjujemo znanje o varnem eksperimentalnem delu in skrbi za kemijsko varnost ter poglobljamo poznavanje lastnosti nevarnih snovi, njihovo označevanje in ravnanje z njimi. Pri poučevanju z raziskovanjem moramo prav tako utrjevati povezavo med makroskopsko, submikro in simbolno ravno snovi.

S pomočjo poučevanja v kontekstu lahko predstavimo pomen vsebine za delovanje in razvoj družbe in s tem spodbudimo interes za učenje kemijskih pojmov v vseh predhodno obravnavanih temah.

Priporočila za spodbujanje interesa dijakov za učenje o alkalijskih kovinah in halogenih:

- predstavitev relevantnosti vsebine za delovanje in razvoj družbe, kar naredimo s pomočjo poučevanja v kontekstu (npr. biološki pomen natrijevih, kalijevih, kloridnih in fluoridnih ionov, biološki pomen natrijevega klorida (v živih organizmih, kot konzervans), pomen in uporaba fiziološke raztopine, uporaba natrijevega hidrogenkarbonata, dezinfekcija vode, pomen jodirane soli, uporaba jodove tinkture, vloga ščitničnih hormonov, uporaba natrijevega hidroksida v industriji in gospodinjstvu, uporaba kalijevega hidroksida v industriji, uporaba klorovodikove kisline v industriji in gospodinjstvu ter pomen in vloga klorovodikove kisline kot želodčne kisline, čistila – varikina, cevosan, čistila s klorovodikovo kislino za odstranjevanje vodnega kamna);
- uporaba demonstracijskih eksperimentov (npr. razkroj natrijevega hidrogenkarbonata, uporaba čistil s klorovodikovo kislino za odstranjevanje vodnega kamna, uporaba varikine); ob tem se navežemo na uporabo čistil ter opozorimo na probleme neustrezne in nevarne uporabe čistil v gospodinjstvu;
- prevladujoča didaktična strategija, ki je uporabna pri poučevanju te teme, je eksperimentalno delo (izkustvo) z elementi formativnega spremljanja za sprotno preverjanje razumevanja;
- tema naj v čim večji meri temelji na izkustvih in s tem torej na izvedbi eksperimentov, tako v obliki demonstracijskih poskusov kakor tudi kot samostojno eksperimentalno delo, kar bo omogočilo lažje razumevanje predhodno obravnavanih tem. Priporočeni so poskusi, pri katerih dijaki samostojno načrtujejo in izvajajo eksperimente, sistematično spoznavajo fizikalne in kemijske lastnosti alkalijskih kovin, halogenov in njihovih spojin. Pri načrtovanju in izvedbi eksperimentov, tako demonstracijskih kakor samostojnih, je treba razvijati odgovoren odnos do zdravja in prevzemanja odgovornosti pri eksperimentalnem delu. Nekatere eksperimente, ki jih je težje izvesti oziroma opremljenost laboratorijev na šoli ne omogoča tovrstne izvedbe, je smiselno predstaviti z video vsebinami.

Priložnosti za horizontalno in vertikalno povezovanje

Poznavanje teme *alkalijske kovine in halogeni* temelji na pridobljenem znanju vseh predhodnih tematskih sklopov (kemija je eksperimentalna veda; zgradba atomov in ionov; periodni sistem elementov; povezovanje

delcev/gradnikov; množina snovi; kemijska reakcija kot snovna in energijska sprememba) ter je pomembna pri obravnavah vsebin o raztopinah. Cilji teme se povezujejo s cilji določenih tem pri predmetu fizika (privlačne sile, fizikalne lastnosti snovi), biologija (esencialni elementi, biološki pomen natrijevih, kalijevih, kloridnih in fluoridnih ionov, biološki pomen natrijevega klorida, pomen in uporaba fiziološke raztopine, vloga ščitničnih hormonov, pomen in vloga klorovodikove kisline kot želodčne kisline), okoljska vzgoja (vsebnost kationov in anionov v pitni vodi, sladki vodi, morski vodi, vpliv uporabe čistil na odpadne vode, obdelava odpadnih voda, okoljski problemi tal, voda in atmosfere), geografija (vsebnost kationov in anionov v pitni vodi, sladki vodi in morski vodi, pridobivanje kuhinjske soli: soline, rudniki soli, geološka sestava tal, minerali in njihova nahajališča, nastanek mineralov, slovenska kemijska industrija), zgodovina (sečovljske in strunjanske soline skozi čas), slovenščina (Martin Krpan in angleška sol).

Priložnosti za učenje zunaj učilnice

- ogled solin;
- ogled vzdrževanja kopalnih bazenov;
- ogled analiznega ali biomedicinskega laboratorija.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- dokazne reakcije alkalijskih kovin in halogenov;
- reaktivnost litija, natrija in kalija (reakcije alkalijskih kovin z vodo);
- video predstavitev Reakcija natrija s klorom, <https://www.youtube.com/watch?v=Ftw7a5ccubs>;
- sublimacija joda;
- pridobivanje klora;
- raztapljanje joda v vodi in organskih topilih;
- mešanje čistil (kot primer neustrezne in nevarne uporabe čistil v gospodinjstvu);
- uporaba čistil s klorovodikovo kislino za odstranjevanje vodnega kamna;
- razpad natrijevega hidrogenkarbonata (pecilni prašek);
- reakcija natrijevega hidrogenkarbonata ali natrijevega karbonata s klorovodikovo kislino;
- termični razpad oksosoli halogenov;
- uporaba prikazov z modeli oz. submikro prikazi, animacije, video vsebine in uporaba različnih virov (DT);
- The rainbow flame demonstration, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/aemt5e6>;
- litij (<https://www.youtube.com/watch?v=LfS10ArXTBA>),
- natrij (<https://www.youtube.com/watch?v=7IT2I3LtINE>),
- kalij (<https://www.youtube.com/watch?v=pPdevJTGAYY>);

- fluor (<https://www.youtube.com/watch?v=vtWp45Eewtw>),
- klor (<https://www.youtube.com/watch?v=BXCFB4rmh0>),
- brom (https://www.youtube.com/watch?v=SlT3_5upuSs),
- jod (<https://www.youtube.com/watch?v=JUBsJLRSM64>).

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *alkalijske kovine in halogeni* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (2.2.1.2) **SC** (3.2.4.1) **SC** (4.1.1.1) **SC** (4.1.2.1) **SC** (4.1.3.1) **SC** (4.5.3.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Trajnostni razvoj	Sprejemanje kompleksnosti v trajnostnosti	Sistemska mišljenje	SC (2.2.1.2) – Presoja kratkoročne in dolgoročne vplive delovanja posameznika in družbenih skupin v družbi in družbe na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (3.2.4.1) – Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.2.1) – Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.
Digitalna kompetentnost	Komunikacija in sodelovanje	Deljenje z uporabo digitalnih tehnologij	SC (4.2.2.1) – Deli podatke, informacije in digitalne vsebine z drugimi z uporabo ustreznih digitalnih tehnologij. Deluje v vlogi posrednika in je seznanjen s praksami navajanja virov in avtorstva.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Upravljanje s podatki, informacijami in digitalnimi vsebinami	SC (4.1.3.1) – Podatke zbira, obdeluje, prikazuje in shranjuje na najustreznejša mesta (trdi disk, oblak, USB itd.) tako, da jih zna kasneje tudi najti.
Digitalna kompetentnost	Reševanje problemov	Ustvarjalna uporaba digitalne tehnologije	SC (4.5.3.1) – S pomočjo digitalne tehnologije ustvarja rešitve in novosti v postopkih ter izdelkih.

Pri pouku kemije smiselno vključujemo in razvijamo rabo digitalnih tehnologij, da lahko dijaki načrtno in sistematično razvijajo digitalno kompetentnost iz okvira DigComp 2.2. (DigComp 2.2 - The Digital Competence Framework for Citizens (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/n0n2c3c>)), posebej:

- deljenje z uporabo digitalnih tehnologij **SC** (4.2.2.1)):
 - dijaki objavijo in delijo vizualizacijske izdelke z razlago (izbrane, poustvarjene ali lastne) za prikaz kemijske zgradbe oz. poteka kemijskih sprememb na submikro in simbolni ravni na platformi, ki omogoča deljenje in komentiranje digitalnih vsebin; platformo za deljenje dijaki skupaj z učiteljem izberejo/določijo; pri objavi/deljenju dijake usmerjamo k doslednemu navajanju virov in avtorskih pravic;
- ustvarjalna uporaba digitalne tehnologije **SC** (4.5.3.1):
 - dijake usmerjamo k uporabi in soustvarjanju prikazov kemijske zgradbe in kemijskih sprememb na submikro in simbolni ravni z uporabo različnih digitalnih orodij za računalniško generiranje modelov in razumevanje pomena modeliranja za znanstvene, medicinske in tehnološke namene; izbrane/poustvarjane/lastne vizualizacijske izdelke opremijo/nadgradijo z ustrezno

razlago/pojasnilom (kaj izdelek prikazuje, katere informacije o zgradbi/procesu lahko razberemo, kakšne so njegove prednosti, pomanjkljivosti, omejitve).

Dijake spodbujamo, da digitalno tehnologijo uporabljajo tudi kot vir podatkov oz. vsebin, jih analizirajo in primerjajo ter kritično vrednotijo njihovo verodostojnost in zanesljivost ^{SC} (4.1.1.1) ^{SC} (4.1.2.1); v okviru upravljanja s podatki ^{SC} (4.1.3.1) jih usmerjamo, kako podatke (pridobljene z eksperimentalnimi delom) zbirajo, obdelujejo, prikazujejo ter shranjujejo.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti (NP 1, NP 2 in NP 3), prav posebej pa gradnik naravoslovnoznanstveno razlaganje pojavov (NP1), podgradnik 1.2: dijak iz virov pridobiva ustrezne in relevantne informacije za razlago pojmov in pojavov ter pozna/uporablja znanstvene podatkovne zbirke:

SREDNJA ŠOLA

- a) samostojno poišče vse potrebne podatke/informacije, jih kritično vrednoti glede na relevantnost in zanesljivost virov ter zna argumentirati/pojasniti svoj izbor
- b) poišče, pozna in uporablja nekaj relevantnih in zanesljivih podatkovnih zbirk (baz podatkov) ter gradi in uporablja lastno zbirko podatkov
- c) razvršča podatke/informacije (vire) glede na namen uporabe/funkcionalnost pri dani nalogi
- d) dosledno navaja in citira vire glede na standarde posameznega področja

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

RAZTOPINE

OBVEZNO

OPIS TEME

Tema je nadgradnja znanja o pripravi, sestavi in lastnostih raztopin iz osnovne šole. Na kvantitativni in submikro ravni nadgradimo znanje o sestavi raztopin s poudarkom na razumevanju in uporabi masne in množinske koncentracije. Nadgradimo znanja in veščine za pravilno ter varno uporabo raztopin pri eksperimentalnem delu in v vsakdanjem življenju. Utrdimo in nadgradimo znanje o vplivih na topnost, pomenu nasičene raztopine pri opredelitvi merila za topnost. Iz grafičnih prikazov za topnost razberemo sestavo raztopine pri izbranih pogojih in jih povežemo/uporabimo na primerih iz življenja, okolja in industrije. Seznanimo se s procesom raztapljanja na ravni interakcij med delci topila in topljenci. Spoznamo hidratacijo kot proces raztapljanja snovi v vodi. Pridobljena/usvojena znanja so podlaga za razumevanje poteka ravnotežnih kemijskih reakcij v vodnih raztopinah (kisline, baze, soli).

RAZTOPINE

CILJI

Dijak:

○: utrjuje razumevanje pojmov topilo, topljenec, raztopina, nasičena raztopina, topnost, jih medsebojno logično poveže ter upošteva njihovo pojmovno hierarhijo;

SC (1.1.2.1 | 1.1.2.2)

○: iz prikazov na submikro ravni razlikuje topilo, topljenec in raztopino;

○: utrjuje razumevanje pomena izraza »delež«, posebej masni delež in odstotna koncentracija topljenca v raztopini;

○: uporablja masni delež in odstotno koncentracijo za določanje sestave raztopine oziroma njeno pripravo ter prepozna priložnosti za lastno ustvarjalno dejavnost;

SC (5.1.2.1 | 5.1.2.2 | 5.1.1.1)

○: na primerih raztopin iz življenja (čistila, škropiva, zdravila) razbere njihovo sestavo ter opisuje varno ravnanje z njimi in načine ustreznega odstranjevanja;

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2 | 5.3.5.1)

○: razvija razumevanje pomena odstotne, masne in množinske koncentracije ter ugotavlja povezave med masnim deležem, množinsko in masno koncentracijo topljenca v raztopini;

○: pri preračunavanju sestave raztopin uporablja gostoto ter pozna njeno odvisnost od temperature in koncentracije;



○: načrtuje in pripravlja raztopine določene množinske/masne/odstotne koncentracije, pri tem uporablja ustrezne tehnike in pripomočke za (od)merjenje mase in prostornine, upošteva GHS piktograme, H in P stavke za varno ravnanje s topili in topljenci ter povezuje uporabo raznovrstnih raztopin z vplivom zauživanja na človeško telo;

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2 | 5.3.2.1)

○: načrtuje in pripravi raztopine z redčenjem, koncentriranjem oz. mešanjem raztopin ter pri tem uporablja ustrezne tehnike in pripomočke za (od)merjenje mase, prostornine, ter upošteva GHS piktograme, H, P stavke za varno ravnanje z raztopinami različnih koncentracij;

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2 | 5.3.2.1)

○: spozna proces raztapljanja na ravni interakcij med delci topila in topljenca ter razlikuje med pojmom solvatacija in hidratacija;

○: spozna proces raztapljanja ionskega/molekulskega kristala ter sklepa na energijske spremembe med raztapljanjem;

○: povezuje pomen procesa raztapljanja z življenjem in raznolikimi vplivi na okolje;

SC (2.1.3.1 | 2.2.1.1)

○: proučuje vplive na topnost različnih trdnih snovi in plinov ter pri interpretaciji uporablja »diagrame/tabele/grafe« za topnost snovi;

○: išče podatke o topnosti različnih snovi v različnih virih ter jih vrednoti tudi z okoljskega vidika;

SC (4.1.1.1 | 2.2.1.1)

○: pridobiva podatke (tudi grafične prikaze in simulacije) o vplivu temperature (in tlaka v primeru plinov) na topnost snovi v vodi, jih kritično vrednoti, sklepa o posledicah na okolje in zdravje ter razvija zmožnost izražanja v različnih besedilnih vrstah.

SC (4.1.2.1 | 2.2.1.1 | 2.3.1.1 | 1.1.1.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- opredeli osnovne pojme raztopin (topilo, topljenec, nasičena/nenasičena raztopina, topnost);
- razbere topilo in topljenec iz imena / opisa /submikro prikaza sestave izbrane raztopine;
- razloži, da so deleži veličine, ki nakazujejo, kolikšen del (mase, množine, številnosti ali prostornine) vzorca pripada posamezni komponenti, ter ve, da ta veličina nima enote;
- na primerih pojasni pomen deleža in celote;
- na primerih raztopin iz življenja (domačega okolja) razbere njihovo sestavo in opiše načine varnega ravnanja/odstranjevanja;

- razloži povezave med maso topljenca/topila/raztopine, masnim deležem, odstotno koncentracijo in topnostjo ter jih uporabi za izračun sestave raztopin;
- izdelava načrt za pripravo raztopine iz življenja (domačega okolja) z določenim masnim deležem ali odstotno koncentracijo topljenca in jo pripravi;
- razloži odvisnost gostote raztopine od temperature in koncentracije topljenca v raztopini;
- pojasni povezavo med maso, prostornino in gostoto raztopine ter jo uporabi v izračunih;
- razloži povezave med količino (maso oz. množino) topljenca, prostornino raztopine, masnim deležem in množinsko/masno koncentracijo ter jih uporabi za izračun sestave raztopin;
- izdelava načrt za pripravo raztopine določene koncentracije z navedbo izbora merilnih pripomočkov, korakov za varno pripravo in varnostnih ukrepov;
- pripravi po navodilih oz. glede na lastni načrt **raztopino določene koncentracije z uporabo ustreznih pripomočkov in tehnik merjenja ter varnostnih ukrepov**;
- izračuna sestavo raztopine, ki jo dobimo z redčenjem/koncentriranjem raztopine oz. mešanjem dveh raztopin istega topljenca;
- razlikuje med pojmom solvatacija in hidratacija;
- **razloži proces hidratacije** na submikro ravni ter razlikuje proces raztapljanja ionskega in molekulskega kristala v vodi;
- opredeli vrste hidratiranih/solvatiranih delcev v izbranih primerih raztopin;
- navede in pojasni primere procesa raztapljanja v okolju in življenju;
- opiše vpliv temperature na topnost trdnih snovi ter vpliv temperature in tlaka na topnost plinastih snovi v vodi, pri čemer sklepa o vzrokih in posledicah spremembe obeh veličin na topnost plinov (npr. kloriranje vode v bazenih; ogljikov dioksid v gaziranih pijačah, kisik v vodi);
- **iz grafičnih prikazov razbere podatke o topnosti posamezne snovi** oz. prikaže topnost snovi v obliki grafa.

TERMINI

- delež ◦ gostota ◦ hidratacija ◦ hidratirani delec ◦ koncentracija ◦ koncentriranje ◦ masna koncentracija
- masni delež ◦ mešanje ◦ množinska koncentracija ◦ nasičena raztopina ◦ odstotna koncentracija
- raztapljanje ◦ raztopina ◦ redčenje ◦ sestava raztopine ◦ solvatacija ◦ solvatirani delec ◦ topilo
- toplotenec ◦ topnost

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Tema *raztopine* je nadgradnja osnovnošolskega znanja o pripravi, sestavi in lastnostih raztopin, pri čemer se znanje pogloblja na kvantitativni in submikro ravni. Dijaki razširijo razumevanje pojmov topilo, topljenec, raztopina, nasičena raztopina in topnost ter usvojijo konceptualno hierarhijo teh pojmov. Poseben poudarek je na masni in množinski koncentraciji raztopin, ki jih dijaki spoznajo, uporabljajo in preračunavajo v kontekstu eksperimentalnega dela ter vsakdanjega življenja. Prav tako se osredotočajo na vpliv temperature, tlaka in gostote na lastnosti raztopin.

Poglobljeno se ukvarjajo s procesom raztapljanja na ravni interakcij med delci topila in topljenca, pri čemer spoznajo razlike med solvatacijo in hidratacijo. Razložijo tudi proces raztapljanja ionskih in molekulskih kristalov ter raziskujejo energijske spremembe, ki spremljajo te procese. Spoznavaajo grafične prikaze topnosti in iz njih razbirajo sestavo raztopin pri različnih pogojih, pri čemer pridobljene podatke povezujejo z vplivom na okolje, živila, biološke procese in zdravje.

Pri eksperimentalnem delu dijaki razvijajo veščine načrtovanja in priprave raztopin določene koncentracije, pri čemer uporabljajo ustrezne tehnike in merilne pripomočke ter upoštevajo varnostne ukrepe. Naučijo se preračunavati sestavo raztopin, izraženo z masnimi ali množinskimi koncentracijami, ter pripravljajo raztopine z redčenjem, koncentriranjem ali mešanjem raztopin. Ob tem spoznajo pomen gostote in njene odvisnosti od temperature in koncentracije.

Dijaki povezujejo pomen procesa raztapljanja z vsakdanjim življenjem, okoljem in industrijo. Spoznajo, kako temperatura in tlak vplivata na topnost trdnih snovi in plinov, pri čemer razpravljajo o topnosti plinov, kot so npr. kloriranje vode, gazirane pijače in vsebnost kisika v vodi. Na primerih iz življenja, okolja in industrije kritično vrednotijo podatke o koncentracijah kovinskih in amonijevih kationov, nitratov in fosfatov ter sklepajo o vplivu teh snovi na vodne vire in zdravje.

Poudarek pri obravnavi raztopin je na povezovanju teoretičnih znanj z njihovo praktično uporabo ter na razvoju kritičnega mišljenja in okoljske ozaveščenosti, kar dijakom omogoča celostno razumevanje raztopin kot ključnega koncepta v kemiji.

Predlogi učne diferenciacije za nadarjene dijake:

- analiza sestave raztopin, ki se uporabljajo v okoljevarstvene namene, npr. za čiščenje odpadnih voda;
- proučevanje vpliva raztopin (npr. nitrati, fosfati) na kakovost vode in okolje ter oblikovanje možnih rešitev za zmanjšanje onesnaženja;
- priprava raztopin z različnimi koncentracijami in ocena njihove topnosti pri različnih temperaturah; primerjava rezultatov s podatki iz literature;
- proučevanje raztapljanja ionskih in molekulskih snovi z vidika energijskih sprememb (eksotermne in endotermne spremembe);
- izdelava lastnih grafov za topnost snovi in analiza vpliva različnih dejavnikov (temperatura, tlak, vrsta topila);

- načrtovanje in izvedba eksperimenta, ki pokaže razlike med procesoma hidratacije in solvatacije;
- uporaba spletnih simulacij (npr. PhET Interactive Simulations) za prikaz raztapljanja na submikro ravni in raziskovanje vplivov različnih dejavnikov;
- oblikovanje digitalnih predstavitev o vplivu raztopin na okolje, industrijo ali zdravje;
- uporaba digitalnih senzorjev za merjenje pH, gostote in drugih lastnosti raztopin ter analiza podatkov v realnem času;
- načrtovanje in izvedba lastnega projekta o raztopinah (npr. vpliv temperature na hitrost raztapljanja različnih snovi);
- izdelava modelov ali videoposnetkov, ki na submikro ravni prikažejo interakcije med delci topila in topljenca.

Priložnosti za horizontalno in vertikalno povezovanje

Na horizontalni ravni se tema raztopine povezuje z drugimi temami iz učnega načrta za kemijo, kot so množina snovi, kemijske reakcije, saj se številne reakcije odvijajo v raztopinah, pri čemer je pomembno razumevanje ravnotežij in kinetike. V okviru okoljske kemije tema omogoča analizo onesnaževal v vodi, npr. nitratov in težkih kovin, ter proučevanje metod za njihovo odstranjevanje. Vertikalno povezovanje omogoča postopno nadgrajevanje znanja. Učenci v osnovni šoli spoznajo osnovne lastnosti vode kot topila in pojme, kot so raztapljanje, nasičene in nenasičene raztopine. Na gimnazijski ravni poglobijo znanje z učenjem o kvantitativnem izražanju koncentracij, termodinamiki raztapljanja in vplivu temperature ter tlaka na topnost. To znanje služi kot temelj za nadaljnje obravnavanje koligativnih lastnosti raztopin ter razumevanje procesov v biokemiji in industrijski kemiji v višjih letnikih ali na fakulteti.

Tema odpira možnosti za sodelovanje z drugimi predmeti. V biologiji je pomembna za razumevanje osmotskega tlaka, difuzije in transporta snovi v celicah. V fiziki je relevantna za proučevanje razmerij med tlakom in tokom in toplotnih sprememb med raztapljanjem. Matematika prispeva k razumevanju izračunov koncentracij in eksperimentalnih podatkov. V geografiji tema omogoča raziskovanje kakovosti pitne vode in slanosti oceanov. S tehnologijo in informatiko dijaki lahko analizirajo podatke o onesnaženju vode ter modelirajo procese raztapljanja in čiščenja.

Priložnosti za učenje zunaj učilnice

- obisk čistilne naprave: analiza raztopin iz odpadnih voda, pri čemer dijaki spoznajo postopke za odstranjevanje onesnaževal, npr. nitratov in fosfatov;
- merjenje kakovosti vode: dijaki zbirajo vzorce iz lokalnih vodnih virov (potoki, jezera) in analizirajo koncentracijo mineralov, nitratov in fosfatov, kritično vrednotijo vpliv onesnaženja na okolje in zdravje;
- proučevanje topnosti plinov v vodi: zbiranje vzorcev vode iz različnih virov za oceno topnosti kisika ali ogljikovega dioksida na podlagi temperature in tlaka;
- gazirane pijače: proučevanje topnosti ogljikovega dioksida v gaziranih pijačah pri različnih temperaturah; izračun masnega deleža CO₂ in vpliva segrevanja na izgubo plina;

- kloriranje vode: raziskovanje učinkov kloriranja bazenskih vod z meritvijo koncentracije klora in razpravo o varnosti ter vplivu na okolje;
- nasičene raztopine soli: eksperimentiranje z nasičenimi raztopinami soli v naravnih okoljih (npr. soline v Sečovljah) in analiza vpliva temperature na topnost;
- obisk muzejev:
 - Tehniški muzej Slovenije Bistra: razstave, ki prikazujejo uporabo raztopin v industriji in njihovo zgodovinsko pomembnost;
 - Prirodoslovni muzej Slovenije: raziskovanje interakcij med topljenci in topili v naravi, kot je raztapljanje mineralov v vodi;
- okoljski projekti:
 - monitoring kakovosti pitne vode: zbiranje podatkov o koncentracijah nitratov, fosfatov in mineralov v lokalni vodi; razprava o vzrokih onesnaženja in možnih rešitvah za izboljšanje kakovosti vode;
 - raziskovanje posledic onesnaženja rek in jezer: analiza raztopljenih snovi in njihov vpliv na ekosistem (npr. eutrofikacija zaradi presežka fosfatov);
- sodelovanje z znanstvenimi organizacijami:
 - ARSO (Agencija Republike Slovenije za okolje): analiza podatkov o kakovosti vode in spremljanje onesnaženosti površinskih voda v Sloveniji. Dijaki lahko primerjajo podatke s svojimi meritvami in sklepajo o okoljskih spremembah.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- priprava raztopin z upoštevanjem varnega eksperimentalnega dela (zaščita pri delu in upoštevanje varnega rokovanja s kemikalijami), kot so:
 - fiziološka raztopina (0,90-% raztopina natrijevega klorida), pomen njene uporabe;
 - molarna raztopina glukoze ali saharoze;
 - raztopina sode bikarbone (NaHCO_3) ali druge soli z določenim masnim deležem;
 - raztopina joda v vodi – jodovica (polarizacija joda z jodidnim ionom) z določeno množinsko koncentracijo;
 - jodova tinktura – raztopina joda v alkoholu (s poznavanjem njene uporabe v medicini);
 - raztopina joda in/ali broma v heksanu ali cikloheksanu;
 - vodna raztopina etanola, acetona, kisa;
- redčenje raztopin (npr. koncentrirane kisline) z uporabo ustreznih laboratorijskih pripomočkov (pipeta, merilna bučka);
- merjenje gostote raztopin;

- prepoznavanje raztapljanja topljenca v topilu kot eksotermnega ali endotermnega procesa (fizikalni proces: npr. raztapljanje NH_4Cl , NaOH , NaCl v vodi) na podlagi meritev spremembe temperature pri raztapljanju;
- animacije/simulacije/virtualni laboratorij:
 - raztapljanje NaCl v vodi, www.chemie-interaktiv.net * Spletne animacije za pouk kemije in biologije (<https://www.chemie-interaktiv.net/ff.html>);
 - redčenje in koncentriranje raztopin in priprava nasičenih raztopin, Concentration - Solutions | Concentration | Saturation - PhET Interactive Simulations (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ni73meu>).



Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *raztopine* so integrirani naslednji skupni cilji: ^{SC}(1.1.1.1) ^{SC}(1.1.2.1) ^{SC}(1.1.2.2) ^{SC}(2.1.3.1) ^{SC}(2.2.1.1) ^{SC}(2.3.1.1) ^{SC}(3.2.4.1) ^{SC}(3.2.4.2) ^{SC}(4.1.1.1) ^{SC}(4.1.2.1) ^{SC}(5.1.1.1) ^{SC}(5.1.2.1) ^{SC}(5.1.2.2) ^{SC}(5.3.2.1) ^{SC}(5.3.5.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovna besedila	^{SC} (1.1.1.1) – Razvija zmožnost izražanja v različnih besedilnih vrstah (referat, plakat, povzetek, opis, pogovor itd.) pri posameznih predmetih.
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	^{SC} (1.1.2.1) – Se zaveda, da je učenje vsebine posameznega predmeta hkrati tudi spoznavanje njegove strokovne terminologije, torej učenje jezika na ravni poimenovanj za posamezne pojme in na ravni logičnih povezav.
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	^{SC} (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Trajnostni razvoj	Posebebljanje vrednot trajnosti	Promoviranje narave	^{SC} (2.1.3.1) – Odgovoren odnos do naravnih sistemov gradi na razumevanju njihove kompleksnosti in razmerij med naravnimi in družbenimi sistemi.
Trajnostni razvoj	Sprejemanje kompleksnosti v trajnosti	Sistemske mišljenje	^{SC} (2.2.1.1) – K izbranemu problemu pristopa celostno, pri čemer upošteva povezanost okoljskega, gospodarskega in družbenega vidika.
Trajnostni razvoj	Zamišljanje trajnostnih prihodnosti	Pismenost za prihodnost	^{SC} (2.3.1.1) – Na podlagi znanja, znanstvenih dognanj in vrednot trajnosti razume in vrednoti možne, verjetne in želene trajnostne prihodnosti (scenarije).
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	^{SC} (3.2.4.1) – Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	^{SC} (3.2.4.2) – Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje svojega zdravja in zdravja drugih.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	^{SC} (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	^{SC} (4.1.2.1) – Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.
Podjetnost	Zamisli in priložnosti	Ustvarjalnost in inovativnost	^{SC} (5.1.2.1) – Pri reševanju izzivov na ustvarjalen način uporablja znanje in izkušnje za ustvarjanje boljših rešitev.
Podjetnost	Zamisli in priložnosti	Ustvarjalnost in inovativnost	^{SC} (5.1.2.2) – Pripravi nabor možnih rešitev problema (zamisli), pri čemer stremi k ustvarjanju vrednosti za druge.
Podjetnost	Zamisli in priložnosti	Odkrivanje priložnosti	^{SC} (5.1.1.1) – Prepoznava avtentične izzive kot priložnosti za ustvarjanje vrednosti zase in za druge.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	^{SC} (5.3.5.1) – Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev.
Podjetnost	K dejanjem	Načrtovanje in upravljanje	^{SC} (5.3.2.1) – V procesu reševanja problemov si zastavlja kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne cilje, opredeli prednostne naloge in pripravi načrt

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1, NP 2 in NP 3, prav posebej pa gradnik naravoslovnostnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov (NP2).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ

OBVEZNO

OPIS TEME

Tema obravnava časovne vidike kemijskih procesov in vpliv različnih dejavnikov nanje. Učimo se o hitrosti porabe reaktantov, tvorbe produktov ter vplivu temperature, koncentracije, površine trdnih reaktantov in katalizatorjev na reakcije. Cilj je razviti analitične sposobnosti za napovedovanje hitrosti reakcij v različnih pogojih, kar omogoča razumevanje konceptov, kot so reakcijski mehanizmi, energijski profili in kinetika. Razumevanje hitrosti je ključno za nadaljnje raziskovanje in praktično uporabo kemije, saj omogoča nadzor in optimizacijo procesov. Vpliv hitrosti reakcij na energetske tokove, proizvodnjo zdravil, varnost hrane in varovanje okolja je ključen za trajnostni razvoj kemijskih procesov. Znanje o hitrosti reakcij pa omogoča tudi odgovoren odnos do naravnih sistemov in skrb za zdravje ljudi.

HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ

CILJI

Dijak:

○: proučuje časovni potek izbranih kemijskih reakcij iz življenja in okolja in ob tem spozna pomen nadzora hitrosti kemijskih reakcij za zagotavljanje varnosti;

SC (1.1.2.2 | 2.1.3.1 | 4.3.2.1)

○: spozna in uporablja eksperimentalne metode (tudi z uporabo senzorjev) za merjenje sprememb prostornine, mase, intenziteta obarvanja reaktantov in produktov v odvisnosti od časa;

SC (4.5.1.1 | 4.5.2.1)

○: zbira in obdeluje eksperimentalno pridobljene podatke o spremembah in grafično prikazuje potek sprememb v odvisnosti od časa;

SC (4.1.3.1)

○: spozna opredelitev hitrosti kemijske reakcije z enačbo;

○: spozna in pojasnjuje grafični prikaz spreminjanja (množinske) koncentracije snovi v odvisnosti od časa in iz podatkov grafa izračunava hitrost kemijske reakcije;

○: spozna teorijo trkov ter učinkovitost trkov (uspešni/neuspešni trki) povezuje s hitrostjo kemijske reakcije;

○: proučuje dejavnike, ki vplivajo na hitrost reakcije;

○: eksperimentalno (tudi z uporabo senzorjev) proučuje vpliv spremembe koncentracij reaktantov/temperature/površine trdne snovi na hitrost kemijske reakcije ter makro raven povezuje s teorijo trkov (submikro raven);

SC (4.5.2.1 | 4.3.2.1)

- : utrjuje pomen pojma katalizator, razlikuje med homogeno in heterogeno katalizo ter opredeljuje encime kot biokatalizatorje;
- : proučuje vpliv dodatka katalizatorja na hitrost kemijske reakcije ter makro raven poveže s submikro ravno teorije trkov;
- : spozna pomen pojma inhibitor in vlogo inhibitorjev v procesih konzerviranja;
- : utrjuje risanje energijskih diagramov in razlikuje med energijskimi diagrami za kemijsko reakcijo s katalizatorjem in brez njega.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- pojasni pomen razlik v hitrosti poteka izbranih kemijskih reakcij iz življenja in okolja od počasnih reakcij do eksplozij;
- grafično prikaže spreminjanje količine oz. koncentracije snovi (reaktantov/produktov) s časom pri poteku kemijske reakcije in **iz grafičnih prikazov razbere spremembe v časovnem intervalu**; podatke za grafične prikaze pridobiva iz meritev (masa, prostornina, koncentracija, intenziteta obarvanja);
- **opredeli hitrost kemijske reakcije kot spremembo množinske koncentracije določene snovi v časovni enoti in zapiše enačbo za hitrost kemijske reakcije**;
- **pojasni pomen negativnega predznaka v enačbi za hitrost kemijske reakcije glede na reaktant in ve, da ima hitrost kemijske reakcije pozitivno vrednost**;
- **razloži povezavo med povprečno hitrostjo reakcije, spremembo množinske koncentracije snovi (reaktantov/produktov) in časovnim intervalom** ter jo uporabi v izračunih;
- **razloži spreminjanje hitrosti kemijske reakcije glede na potek reakcije**;
- uporabi teorijo trkov za razlago poteka kemijske reakcije, navede ustrezno orientacijo in zadostno energijo delcev reaktantov kot pogoja za uspešen trk;
- analizira in pojasni odvisnost hitrosti kemijske reakcije od učinkovitosti trkov med delci, pri tem uporablja primerne animacije/simulacije na submikro ravni;
- **navede dejavnike, ki vplivajo na hitrost kemijske reakcije**;
- pojasni vpliv koncentracije reaktantov, temperature in površine trdnih reaktantov na hitrost kemijske reakcije, vplive utemelji s teorijo trkov;
- **opredeli pojma katalizator in aktivacijska energija**, razloži delovanje katalizatorja ter njegov vpliv na aktivacijsko energijo in hitrost reakcije;
- opredeli pojem kataliza, razlikuje med homogeno in heterogeno katalizo, navede primere uporabe katalizatorjev;

- opredeli encime kot biokatalizatorje;
- opredeli pojem inhibitor in navede primere uporabe inhibitorjev;
- nariše in pojasni energijski diagram za eksotermno in endotermno reakcijo s katalizatorjem in brez njega.

TERMINI

◦ hitrost kemijske reakcije ◦ heterogena kataliza ◦ homogena kataliza ◦ inhibitor ◦ katalizator ◦ teorija trkov

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Tema obravnava časovne vidike kemijskih procesov ter vpliv različnih dejavnikov nanje in je uvod v razumevanje kinetike kemijskih reakcij in procesov. Ker se dijaki s pojmom hitrost kemijske reakcije na bolj poglobljeni ravni srečajo prvič, jim uvodoma prikažemo hitrost sprememb reaktantov v produkte na podlagi poznanih hitrih reakcij, npr. eksplozij in počasnih reakcij, npr. rjavenje železa. Za lažje razumevanje predstavimo primerjavo s hitrostjo pri fiziki, pri kateri namesto spremembe poti merimo spremembo koncentracije produktov ali reaktantov. Pomembno je, da dijaki razumejo, da hitrost kemijske reakcije določa, kako hitro poteka sprememba reaktantov v produkte, in da to spremembo merimo s spremembo koncentracij reaktantov in produktov. Dijaki na primerih (industrijskih procesov, nesreč zaradi neobvladovanja poteka hitrosti reakcij) proučujejo pomen razumevanja poteka hitrosti kemijskih reakcij in kemijske kinetike v industriji, okolju in življenju.

Dijaki spoznajo pomen pojma hitrosti kemijske reakcije in njeno enačbo. V matematičnem izrazu opredelimo pomen negativne vrednosti pri reaktantih in pozitivne pri produktih ter povprečno vrednost hitrosti reakcije v časovni enoti. Opredelimo razliko med heterogeno in homogeno katalizo in pojem katalizatorja v kemijskih reakcijah in energijske diagrame kataliziranih in nekataliziranih eksotermnih in endotermnih reakcij. Iz grafičnih prikazov razberemo vpliv katalizatorja na nastanek aktivacijskega kompleksa ter vpliv na aktivacijsko energijo. Dijakom predstavimo povezavo z biološkimi katalizatorji ali encimi, delovanje avtomobilskega katalizatorja in tudi inhibitorjev kot konzervansov v prehrani.

V poglavje smiselno vpeljemo teorijo trkov, pri čemer razložimo možnost vplivov na hitrost kemijske reakcije in posledično na reakcijski mehanizem oz. kinetiko reakcij. Pomagamo si s simulacijami in animacijami, pri čemer predstavimo uspešnost ali neuspešnost trkov delcev reaktantov.

V tej temi je v priporočljivo, da dijaki skozi eksperimentalno-raziskovalni pristop (lahko v obliki laboratorijske vaje) načrtujejo potek eksperimentalnega dela (opredelijo eksperimentalne pogoje, konstante/spremenljivke), opazujejo in merijo časovni potek kemijskih reakcij; pri tem je priporočljivo, da dijaki uporabljajo digitalno tehnologijo – senzorje za spremljanje spremembe prostornine, mase, koncentracije (pH) ali intenzitete obarvanja v odvisnosti od časa. Zbrane podatke predstavijo v grafični ali tabelarični obliki. S prilagajanjem reakcijskih pogojev eksperimentalno raziskujejo vpliv različnih dejavnikov, kot so koncentracija reaktantov, temperatura, površina trdne snovi in uporaba različnih katalizatorjev, na hitrost kemijske reakcije. Pridobljene podatke nato uporabijo za izračun hitrosti kemijske reakcije ter analizo vpliva posameznih dejavnikov na reakcijsko kinetiko.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- reakcija med raztopino natrijevega tiosulfata in koncentrirano klorovodikovo kislino kot možnost za proučevanje hitrosti kemijske reakcije pri različnih koncentracijah in temperaturah;
- reakcija med apnencem in raztopino klorovodikove kisline za proučevanje hitrosti reakcije z različnimi koncentracijami klorovodikove kisline ali velikosti delcev apnenca;
- merjenje spremembe pH pri reakciji očetne kisline s sodo bikarbono (NaHCO_3);
- katalitska oksidacija acetona na bakrenem kovancu (demonstracijski eksperiment);
- katalitski razpad vodikovega peroksida s trdnim MnO_2 ali trdnim KMnO_4 kot primer heterogene katalize;
- reakcija med raztopinami kalijevega manganata(VII), oksalne kisline in žveplove kisline kot primer homogene katalize;
- simulacije PhET:
 - hitrost kemijske reakcije – simulacija (omogoča proučevanje hitrosti pri različni temperaturi, koncentraciji, Reactions & Rates - Reaction | Kinematics | Concentration - PhET Interactive Simulations (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/bceaiku>);
 - video razlaga z uporabo simulacije PhET za hitrost reakcije, <https://www.youtube.com/watch?v=ttm9uO1-sDo>.



Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *hitrost kemijskih reakcij* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (1.1.2.2) **SC** (2.1.3.1) **SC** (4.1.3.1) **SC** (4.3.2.1) **SC** (4.5.1.1) **SC** (4.5.2.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Trajnostni razvoj	Poosebljanje vrednot trajnostnosti	Promoviranje narave	SC (2.1.3.1) – Odgovoren odnos do naravnih sistemov gradi na razumevanju njihove kompleksnosti in razmerij med naravnimi in družbenimi sistemi.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Upravljanje s podatki, informacijami in digitalnimi vsebinami	SC (4.1.3.1) – Podatke zbira, obdeluje, prikazuje in shranjuje na najustreznejša mesta (trdi disk, oblak, USB itd.) tako, da jih zna kasneje tudi najti.
Digitalne kompetence	Ustvarjanje digitalnih vsebin	Umeščanje in poustvarjanje digitalnih vsebin	SC (4.3.2.1) – Digitalne vsebine obogati z dodajanjem slik, glasbe, videoposnetkov, vizualnih efektov idr.
Digitalne kompetence	Reševanje problemov	Reševanje tehničnih problemov	SC (4.5.1.1) – Prepozna tehnične težave pri delu z napravami ali digitalnimi okolji ter jih rešuje.
Digitalna kompetentnost	Reševanje problemov	Prepoznavanje potreb in opredelitev tehnoloških odzivov	SC (4.5.2.1) – Prepoznava in ocenjuje potrebe, izbira ter uporablja digitalna orodja in jih prilagaja lastnim potrebam.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1, NP 2 in NP 3, prav posebej pa gradnik naravoslovnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov (NP2).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

KEMIJSKO RAVNOTEŽJE

OBVEZNO

OPIS TEME

V temi usvajamo znanja o pomenu in vlogi kemijskega dinamičnega ravnotežja kot temeljnega kemijskega koncepta, ki pomembno vpliva na življenjske, okoljske in kemijske procese. Spoznamo, da večina za življenje pomembnih kemijskih reakcij ne poteče do konca, temveč potečejo le do določene stopnje, ki jo prepoznajo kot dinamično stanje, kjer se pri določenih pogojih v reakcijski zmesi koncentracije reaktantov in produktov ne spreminjajo. Z DT podprtim eksperimentalnim delom in z uporabo računalniško generiranih simulacij na submikro ravni proučujemo odvisnost kemijskega ravnotežja od eksperimentalnih pogojev. Z uporabo zakona o ravnotežju in ravnotežne konstante K_c kvalitativno in kvantitativno razložimo potek izbrane kemijske reakcije. Pri opisovanju in preučevanju kemijskega ravnotežja uporabljamo ustrezen kemijski jezik, grafične predstavitve in submikro prikaze.

KEMIJSKO RAVNOTEŽJE

CILJI

Dijak:

- : proučuje obojesmernost (reverzibilnost) kemijskih reakcij, kemijsko ravnotežje in dinamičnost procesa;
- : prepoznava primere ravnotežnih kemijskih reakcij v življenju, okolju in industriji iz različnih virov ter pojasnjuje vpliv dinamičnega ravnotežja na njihov potek;
SC (4.1.1.1 | 2.1.3.1)
- : proučuje potek dinamičnega ravnotežja na izbranih primerih homogenih kemijskih reakcij in ravnotežno stanje izrazi z matematično enačbo za konstanto kemijskega ravnotežja K_c ;
SC (1.1.2.2)
- : se uri v razumevanju kemijskega ravnotežja s primerjalno uporabo različnih submikro prikazov (animacij/simulacij);
SC (4.1.2.1)
- : pojasnjuje pomen vrednosti konstante kemijskega ravnotežja;
- : prepoznava in proučuje (eksperimentalno in na submikro nivoju) vplive reakcijskih pogojev (Le Chatelierovo načelo) na spremembo dinamičnega ravnotežnega stanja reakcije.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- iz zapisa enačbe kemijske reakcije razbere enosmernost/obojesmernost in opiše njen potek oz. iz opisa poteka kemijske reakcije zapiše enačbo;
- opredeli pojem dinamično kemijsko ravnotežje in ga pojasni na primeru ravnotežne kemijske reakcije;
- navede in opiše primere ravnotežnih reakcij, ki so pomembne za okolje, življenje in industrijo;
- pojasni oz. prikaže graf spreminjanja količin snovi pri vzpostavljanju kemijskega ravnotežja; iz grafa razbere čas, v katerem se vzpostavi dinamično ravnotežje med reaktanti in produkti;
- pojasni pomen konstante kemijskega ravnotežja K_c , zapiše izraz za konstanto kemijskega ravnotežja K_c za homogeno ravnotežno reakcijo oz. iz danega izraza za konstanto kemijskega ravnotežja K_c zapiše enačbo ravnotežne reakcije;
- ve, da je vrednost konstante kemijskega ravnotežja K_c odvisna samo od temperature;
- pojasni potek ravnotežne reakcije in zapiše enačbo kemijske reakcije na osnovi submikro prikaza/simulacije ravnotežne reakcije;
- razloži povezavo med ravnotežnimi množinskimi koncentracijami snovi in konstanto kemijskega ravnotežja K_c ter jo uporabi v izračunih;
- izračuna konstanto kemijskega ravnotežja K_c iz danih začetnih in ravnotežnih množinskih koncentracij, množin ali mas snovi;
- iz vrednosti ravnotežne konstante sklepa o prevladovanju reaktantov oz. produktov v ravnotežju;
- pojasni povezavo med konstantama kemijskega ravnotežja K_c za reakciji v nasprotnih smereh pri isti temperaturi;
- navede dejavnike oz. reakcijske pogoje, s katerimi lahko vplivamo na kemijsko ravnotežje (Le Chatelierovo načelo), ter napove in pojasni vpliv teh dejavnikov na položaj kemijskega ravnotežja oz. na vrednost konstante kemijskega ravnotežja K_c določene reakcije;
- ve, da dodatek katalizatorja ne vpliva na vrednost konstante kemijskega ravnotežja K_c oz. na sestavo reakcijske zmesi v ravnotežju;
- iz danih (neravnotežnih) množinskih koncentracij snovi in konstante kemijskega ravnotežja K_c napove smer poteka kemijske reakcije za vzpostavitev ravnotežnega stanja;
- pojasni eksperimentalna opažanja vplivov reakcijskih pogojev;
- načrtuje potek eksperimentalnega dela za proučevanje vpliva temperature (koncentracije/tlaka/prostornine) na dinamično ravnotežje;
- iz submikro prikaza prepozna in pojasni vpliv spremembe reakcijskih pogojev na dinamično ravnotežje.

TERMINI

- dinamično kemijsko ravnotežje
- homogena kemijska reakcija
- Le Chatelierovo načelo
- obojesmernost/reverzibilnost
- reakcijski pogoji
- konstanta kemijskega ravnotežja

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Tema se navezuje na temi Kemijska reakcija kot snovna in energijska sprememba ter Hitrost kemijskih reakcij. Kot uvod v temo Kemijsko ravnotežje je priporočljivo, da predhodno celostno preverimo razumevanje obeh tem in s primeri navežemo pomen in vlogo kemijskega dinamičnega ravnotežja, kot enega izmed temeljnih kemijskih konceptov, ki pomembno vpliva na življenjske, okoljske in kemijske procese. Dijaki prvič spoznajo, da je veliko pomembnih kemijskih reakcij obojesmernih (reverzibilnih) reakcij, ki ne potečejo do konca, temveč le do določene stopnje, ki jo opredelimo kot dinamično ravnotežno stanje, v katerem se pri določenih pogojih v reakcijski zmesi koncentracije reaktantov in produktov ne spreminjajo.

Zaradi zahtevnosti razumevanja se osredotočamo na obravnavo homogenih ravnotežnih reakcij. Dijakom pri tem predstavimo pomen ravnotežnih reakcij v življenju in jim na tak način približamo temo ter spodbudimo njihov interes, kot na primer:

- predstavitev relevantnosti vsebine za živa bitja ter delovanje in razvoj družbe, kar storimo s pomočjo poučevanja v kontekstu, npr. biološki pomen kemijskega ravnotežja (transport kisika s hemoglobinom), kemijsko ozadje kraških pojavov (nastanek jam/kapnikov, trdota vode, vodni kamen);
- uporaba demonstracijskih eksperimentov ali video vsebin (npr. video predstavitev spreminjanje barve plinske zmesi $\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4$ v odvisnosti od temperature). Ob tem se navežemo na pojem dinamično ravnotežje. Pri obravnavi konstante kemijskega ravnotežja spodbujamo dijake, da na podlagi vrednosti konstante (zelo velika, zelo majhna) sklepajo, ali v ravnotežju prevladujejo reaktanti ali produkti; pri tem preverimo, ali dijaki razumejo, da se konstanta kemijskega ravnotežja vedno nanaša na zapisano enačbo kemijske reakcije in da je vrednost konstante odvisna od stehiometrijskih faktorjev. Obravnavamo tudi, kako se spremeni konstanta kemijskega ravnotežja, če zapis enačbe obrnemo. Predstavimo povezavo med ravnotežnimi množinskimi koncentracijami snovi in konstanto kemijskega ravnotežja K_c ter jo uporabimo v izračunih. Pri obravnavi izpostavimo, da je konstanta kemijskega ravnotežja odvisna samo od temperature. Navedemo dejavnike oz. reakcijske pogoje, s katerimi lahko vplivamo na kemijsko ravnotežje (Le Chatelierovo načelo), ter utrjujemo znanje na primerih, ob katerih napovedujemo in pojasnujemo vpliv teh dejavnikov na položaj kemijskega ravnotežja oz. vrednost konstante kemijskega ravnotežja K_c določene reakcije. V razlago vključimo tudi zavedanje, da katalizatorji ne vplivajo na vrednost konstante ravnotežja oziroma sestavo reakcijske zmesi v ravnotežju.

Pri obravnavni kemijskih ravnotežij je priporočljiva uporaba grafičnih prikazov, animacij in simulacij, ki dajejo ustrezne informacije in pomagajo pri boljšem razumevanju vzpostavitve dinamičnega ravnotežja. Z digitalno tehnologijo podprtim eksperimentalnim delom in z uporabo računalniško generiranih simulacij na submikro ravni lahko utrjujemo zavedanje o odvisnosti kemijskega ravnotežja od eksperimentalnih pogojev. Pri obravnavi kemijskega dinamičnega ravnotežja ves čas povezujemo makroskopsko, submikro in simbolno raven. Sproti spremljamo pravilnost razvoja razumevanja novih pojmov in pri tem uporabljamo strategije preverjanja znanja,

ki omogočajo pridobivanje natančnih povratnih informacij o usvojenem znanju. Pomembno je, da navezujemo razlago novih pojmov na obstoječe znanje in sproti spremljamo pravilnost razvoja razumevanja novih pojmov (formativno spremljanje); v ta namen načrtujemo dejavnosti za ponovitev definicij pojmov z uporabo primerov (animacij, modelov, simulacij) za ponazoritev in odpravljanje opaženih napačnih razumevanj teh pojmov.

Prevladujoča didaktična strategija je eksperimentalno delo, podprto z uporabo submikro prikazov (animacij in simulacij), v obliki sodelovalnega učenja z elementi formativnega spremljanja za sprotno preverjanje razumevanja, kar omogoča celovito razumevanje kemijskega ravnotežja. Eksperimenti omogočajo praktične izkušnje in opazovanja, simulacije pa poglobljen vpogled v gibanje molekul, porazdelitev delcev in mehanizme reakcij. Na ta način dijaki razvijajo raziskovalne spretnosti, kritično mišljenje in sposobnost povezovanja različnih ravni kemijskega razumevanja.

Priložnosti za horizontalno in vertikalno povezovanje

Poznavanje teme *kemijsko ravnotežje* predstavlja temelj teme *ravnotežja v vodnih raztopinah kislin, baz in soli* v povezavi s temami *raztopine, povezovanje delcev/gradnikov, alkalijske kovine in halogeni, kemijska reakcija kot snovna in energijska sprememba*. Cilji teme se povezujejo s cilji določenih tem pri predmetu biologija (pomen kemijskega ravnotežja v biologiji) in geografija (kraških pojavi, trdota vode).

Priložnosti za učenje zunaj učilnice

- ogled kraških jam oziroma drugih kraških pojavov.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- vpliv koncentracije reaktantov na ravnotežje kemijske reakcije (npr. kromat/dikromat, $\text{CoCl}_2(\text{aq})/\text{H}^+$);
- vpliv temperature na ravnotežje kemijske reakcije ($\text{CoCl}_2(\text{aq})/\text{H}^+$ pri različnih temperaturah);
- nanos kapljice $\text{CoCl}_2(\text{aq})$ na filter papir, spremljanje spreminjanja barve mokrega, vlažnega in suhega filter papirja;
- uporaba prikazov z modeli oz. submikro prikazi, animacije, video vsebine, digitalne simulacije in uporaba različnih virov (DT);
- vzpostavitev ravnotežja,
[https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/23fwabhhttps://aplikacijaun.zrss.si/api/link/s6ktfcg](https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/23fwabhhttps://aplikacijaun.zrss.si/api/link/s6ktfcg;);
- vpliv temperature na ravnotežje, <https://www.youtube.com/watch?v=ScWBj0hqOLE>,
<https://www.youtube.com/watch?v=oC3kIPMRnwo>, <https://www.youtube.com/watch?v=LHq9hTrdwM8>;
- Le Chatelierovo načelo, <https://www.youtube.com/watch?v=PciV Wuh9V8>,
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/6q4pvof>.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *kemijsko ravnotežje* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (1.1.2.2) **SC** (2.1.3.1) **SC** (4.1.1.1) **SC** (4.1.2.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Trajnostni razvoj	Poosebljanje vrednot trajnosti	Promoviranje narave	SC (2.1.3.1) – Odgovoren odnos do naravnih sistemov gradi na razumevanju njihove kompleksnosti in razmerij med naravnimi in družbenimi sistemi.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.2.1) – Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1, NP 2 in NP 3, prav posebej pa gradnik naravoslovnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov (NP2).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH KISLIN, BAZ IN SOLI

OBVEZNO

OPIS TEME

Kislinsko-bazne reakcije so ena najpogostejših vrst kemijskih reakcij, ki se pojavljajo v vodnih raztopinah. S pojmi elektrolit in kisline, baze, soli ter njihovimi osnovnimi lastnostmi smo se seznanili v osnovni šoli. Namen teme je nadgradnja proučevanja in razumevanja lastnosti ter reakcij kislin, baz, soli s poudarkom na razumevanju protolitskega ravnotežja v vodnih raztopinah. Razvijamo eksperimentalne veščine merjenja pH, izvajanja nevtralizacije, titracije ter interpretiranja pridobljenih podatkov in oblikovanja zaključkov ter ob tem upoštevamo varnostne ukrepe pri ravnanju s kislina, bazami, solmi.

RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH KISLIN, BAZ IN SOLI

CILJI

Dijak:

○: širi poznavanje kislin, baz in soli iz neposrednega okolja, pozna in upošteva ustrezne H in P stavke pri ravnanju z njimi;

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)

○: utrjuje in usvaja poimenovanje izbranih kislin, baz in soli s sprejemljivimi običajnimi imeni in navedbo oksidacijskega števila;

SC (1.1.2.2 | 1.1.2.1)

○: opredeljuje kisline in baze v vodnih raztopinah po Brønsted-Lowryjevi teoriji z zapisom enačbe protolitske reakcije in izraža ravnotežje s konstanto kisline K_a in konstanto baze K_b ;

○: razlikuje, na podlagi vrednosti konstante ravnotežja vodnih raztopin kislin in baz, med močnimi in šibkimi kislina/bazami in njihovo moč/jakost povezuje z električno prevodnostjo raztopin;

○: razlikuje pomen izrazov moč/jakost in koncentracija kislin/baz ter jih pravilno upošteva za varno ravnanje z njimi;

SC (3.2.4.2)

○: proučuje submikro prikaze protolitskih reakcij v vodnih raztopinah kislin in baz in sklepa na kemijsko ravnotežje;

- : prepozna avtoprotolizo vode kot primer ravnotežne reakcije na submikro in simbolni ravni;
- : opredeljuje ravnotežno konstanto avtoprotolize vode kot ionski produkt vode K_w ;
- : nadgrajuje razumevanje pomena nevtralizacije na submikro, simbolni in grafični ravni ter ga povezuje z življenjem in okoljem;
- : usvaja in uporablja matematični izraz za izračun pH raztopin;
- : nadgrajuje poznavanje kislinskih in baznih indikatorjev in veščine eksperimentalnega določanja pH vrednosti vodnih raztopin;
- : nadgrajuje razumevanje pomena nevtralizacije na submikro, simbolni in grafični ravni ter ga povezuje z življenjem in okoljem;

SC (2.1.3.1)

- : prepozna proces nevtralizacije močne kisline in močne baze v titraciji kot laboratorijski tehniki za določevanje koncentracije vzorca kisline/baze;

SC (5.3.5.3)

- : proučuje vpliv moči/jakosti kisline in baze na kisli oz. bazični značaj nastale soli;
- : usvaja pomen hidrolize soli;

I: *zapisuje enačbe protolitskih reakcij v vodnih raztopinah soli;*

- : se uri v načrtovanju in izvajanju kislinsko-bazne titracije po korakih učenja z raziskovanjem in pri tem razvija zmožnost interpretacije rezultatov;

SC (3.2.4.2 | 5.3.5.1 | 5.3.5.3)

- : proučuje, eksperimentalno in na submikro ravni, potek reakcij med ioni v vodnih raztopinah in spozna vzroke za njihov potek;
- : razlikuje med slabo topno in slabo disociirano snovjo ter spozna primere nastanka tovrstnih snovi.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- navede primere pomembnih kislin, baz, soli iz neposrednega okolja ter pozna ukrepe za varno ravnanje in njihovo odstranjevanje;
- poimenuje in napiše formule izbranih kislin, baz in soli (sprejemljiva običajna imena in po Stockovem sistemu / z oksidacijskimi števili; vodne raztopine vodikovih halogenidov, vodikovega sulfida in vodikovega cianida, žveplova in žveplasta kislina, dušikova in dušikasta kislina, štiri klorove oksokislone, fosforjeva kislina, ogljikova kislina, mravljinčna kislina in očetna kislina, amonijak in preprosti kovinski hidroksidi ter njihove soli in hidrogensoli);
- opredeli kislino/bazo z uporabo Brønsted-Lowryjeve teorije;
- opredeli reakcije v vodnih raztopinah kislin in baz kot primere ravnotežnih reakcij;
- zapiše enačbe protolitskih reakcij in konstante K_a/K_b za izbrane kisline/baze;
- navede močne kisline/baze in iz dane vrednosti konstante kisline/baze sklepa na moč (jakost) kisline/baze ter električno prevodnost raztopine (jih razvrsti po moči/jakosti, opredeli kot močne/šibke, bolj/manj prevodne);
- napiše enačbe reakcij izbranih kovinskih/nekovinskih oksidov z vodo in pojasni kislost padavin/kisli dež;
- opredeli pojem elektrolit, navede primere elektrolitov in pojasni njihovo električno prevodnost;
- razlikuje med močjo in koncentracijo kisline/baze ter navede ukrepe za varno ravnanje z njimi;
- iz submikro prikazov reakcij razbere položaj kemijskega ravnotežja vodnih raztopin kislin/baz;
- pojasni avtoprotolize vode in zapiše enačbo;
- na submikro ravni prikaže avtoprotolizo vode;
- razloži pojem ionski produkt vode K_w , pozna njegovo vrednost pri 25 °C in jo uporabi za izračun koncentracij oksonijevih/hidroksidnih ionov;
- razloži pomen vrednosti pH in lestvico pH;
- razloži povezave med vrednostjo pH, koncentracijo oksonijevih/hidroksidnih ionov in koncentracijo močne kisline/baze (predpostavitev popolne ionizacije) ter jih uporabi v izračunih;
- vrednoti in izvede različne načine za določanje vrednosti pH dane raztopine, z indikatorji (fenolftalein, metiloranž, lakmus, univerzalni indikatorski papir) in pH-metrom;
- opiše nevtralizacijo kot reakcijo med kislino in bazo in zapiše enačbo preproste nevtralizacije (nastanek soli in vode oziroma vodne raztopine amonijeve soli, če je baza raztopina amonijaka);
- pojasni nekatere primere uporabe nevtralizacije v življenju in okolju;
- zapiše enačbo reakcije za preproste primere nevtralizacije;

- sklepa na kisli/bazični značaj soli na podlagi jakosti/moči kisline in baze, iz katerih je sol nastala;
- *zapiše enačbo protolitske reakcije v vodni raztopini kisle/bazične soli (hidroliza soli) in pojasni kislost/bazičnost raztopine soli kot posledico te reakcije;*
- pojasni graf titracijske krivulje in iz grafa razbere ekvivalentno točko;
- izračuna množino/prostornino/maso/množinsko koncentracijo preiskovane snovi/titranta iz podatkov nevtralizacijske titracije;
- načrtuje, **izvede in pojasni kislinsko bazno titracijo ter interpretira eksperimentalno pridobljene meritve;**
- **navede pogoje za potek ionskih reakcij;**
- *napiše enačbo ionske reakcije (obarjalna reakcija, reakcija z nastankom plinastega produkta) v vodni raztopini in razloži njen potek;*
- **navede primere nastanka slabo topnih in slabo disociiranih snovi v okolju in življenju** (med drugim tudi kalcijev karbonat (apnenec) in kemijsko ozadje kraških pojavov).

TERMINI

◦ avtoprotoliza vode ◦ baza ◦ Brønsted-Lowryjeva teorija ◦ elektrolit ◦ ionska reakcija ◦ ionski produkt vode
 ◦ kislina ◦ konstanta baze ◦ konstanta kisline ◦ moč/jakost ◦ nevtralizacija ◦ pH lestvica ◦ pH vrednost
 ◦ protolitska reakcija ◦ sol ◦ titracija ◦ vodna raztopina ◦ koncentracija ◦ slabo disociirana snov ◦ slabo topna snov

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Tema v gimnazijskem programu nadgrajuje pridobljeno znanje o elektrolitih in osnovnih lastnostih kislin in baz pri pouku kemije v osnovni šoli s poudarkom na razumevanju protolitskega ravnotežja v vodnih raztopinah, povezovanju teoretičnih spoznanj z eksperimentalnim delom ter iskanju praktičnih primerov v življenju in okolju. Dijaki obravnavajo osnove Brønsted-Lowryjeve teorije kislin in baz, pri čemer se učijo zapisovati enačbe protolitskih reakcij ter izražati konstante kisline in baze, K_a in K_b . Na podlagi konstant razlikujejo med močnimi in šibkimi kislinami ter bazami, kar preverjajo tudi z eksperimentalnim ugotavljanjem električne prevodnosti raztopin. Tema obravnava tudi protolitske reakcije aminov kot šibkih baz (brez poimenovanja aminov). Posebna pozornost je namenjena avtoprotolizi vode, ki jo dijaki spoznajo kot primer ravnotežne reakcije, pri čemer se seznani z ionskim produktom vode K_w ter njegovo temperaturno odvisnostjo. Razumevanje pH lestvice kot temeljnega merila kislosti in bazičnosti dijaki nadgradijo z matematičnimi izračuni pH vrednosti na podlagi koncentracij ionov v raztopinah. Spoznavanje nevtralizacije kot reakcije med kislino in bazo je povezano z laboratorijskimi tehnikami, kot je kislinsko-bazna titracija. Dijaki pri tem eksperimentalno določajo ekvivalentne točke, analizirajo meritve in interpretirajo rezultate, kar jih spodbuja k razvoju analitičnih in praktičnih veščin. Tema vključuje tudi razumevanje hidrolize soli, pri čemer dijaki prepoznavajo vpliv ionov

na kislost oziroma bazičnost raztopin. Na simbolni, submikro in eksperimentalni ravni proučujejo protolitske reakcije soli v vodi ter razlagajo njihove vplive v naravi, na primer pri onesnaževanju vodnih virov ali mineralizaciji tal. Poudarek je tudi na povezovanju teorije s praktičnimi primeri, kot so kloriranje vode, kislost gaziranih pijač ali uporaba nevtralizacije v medicini. Obravnavamo različne slabo topne snovi, med drugim tudi kalcijev karbonat (apnenec) in kemijsko ozadje kraških pojavov (nastanek jam/kapnikov, trdota vode, vodni kamen).

Pri obravnavi tematike dijaki je v ospredju učenje z eksperimentalnim raziskovanjem in s tem razvijanje eksperimentalnih veščin, kot so merjenje pH, izvajanje titracij in določanje koncentracij ter dosledno upoštevanje varnega in odgovornega ravnanja pri delu z nevarnimi snovmi. Priporočljivo je, da v okviru te teme izpeljemo laboratorijsko vajo v obliki blok ure. Dijaki ob nadgrajevanju razumevanja kislinsko-baznih ravnotežij poglobljajo razumevanje pomena kemijskih reakcij za življenje in okolje. Tema jih spodbuja k odgovornemu ravnanju z naravnimi viri ter razvija kemijsko pismenost in sposobnost reševanja realnih problemov.

Predlogi učne diferenciacije za nadarjene dijake

- dijaki lahko izvedejo titracije za določanje koncentracij šibkih kislin in baz ter proučijo vpliv temperature in različnih indikatorjev na rezultate;
- raziskujejo vpliv različnih koncentracij kislin in baz na ravnotežje ter primerjajo rezultate z izračuni, ki vključujejo konstante ravnotežja (K_a , K_b);
- natančno analizirajo titracijske krivulje za različne kombinacije močnih in šibkih kislin/baz ter raziskujejo ekvivalentno točko v večdimenzionalnih grafičnih prikazih;
- rešujejo naloge, pri čemer morajo uporabiti kvadratne enačbe za izračun pH v primeru šibkih kislin/baz;
- dijaki rešujejo naloge, pri čemer mora biti upoštevano ravnotežje in izračun pH za šibke kisline/baze, vključujoč hidrolizo soli;
- dijaki lahko modelirajo protolitska ravnotežja na submikro ravni z uporabo matematičnih orodij (npr. Python, Excel) za simulacijo kemijskih reakcij;
- dijaki lahko raziskujejo, kako kislinsko-bazne reakcije vplivajo na industrijske procese (npr. proizvodnja čistil, farmacevtska industrija, obdelava vode);
- dijaki lahko proučijo, kako spremembe pH v naravi (kisli dež, voda) vplivajo na ekosisteme in zdravje okolja ter analizirajo realne primere v naravi.

Priložnosti za horizontalno in vertikalno povezovanje

Na horizontalni ravni se tema povezuje z različnimi temami. Pri temi *ravnotežje v vodnih raztopinah* uporabljajo dijaki vrednosti konstante ravnotežja, K_a in K_b , ter pH za kvantitativno analizo kemijskih reakcij. Povezava z redoks reakcijami omogoča razumevanje medsebojne povezanosti oksidacije, redukcije in protolitskih reakcij. Z vključitvijo termokemije se dijaki seznani z energijskimi spremembami pri kislinsko-baznih reakcijah.



Eksperimentalno delo, kot so titracije in določanje pH, krepi laboratorijske veščine in uporabo pridobljenega znanja v praksi. Tema se navezuje tudi na okoljsko kemijo, pri čemer se dijaki ukvarjajo z vplivi kislin in baz na okolje, kot sta zakisanost voda in tal.

Na vertikalni ravni gradnja znanja poteka od osnovne šole, kjer učenci spoznajo osnovne lastnosti kislin, baz in soli ter temeljne pojme, kot so pH, nevtralizacija in vodne raztopine. Na gimnazijski ravni se to znanje nadgrajuje z razumevanjem protolitskega ravnotežja, avtoprotolize vode in ionskega produkta vode, K_w . Dijaki razvijajo tudi matematične spretnosti za izračun pH in koncentracij ionov v raztopinah.

Tema omogoča številne medpredmetne povezave z različnimi področji:

- biologija: razumevanje procesov, kot so regulacija pH krvi, delovanje encimov in kislinsko-bazna ravnovesja;
- fizika: povezava z elektrokemičnimi procesi in prevodnostjo raztopin;
- matematika: reševanje nalog, povezanih s konstanto ravnotežja, pH in koncentracijami ionov;
- geografija: proučevanje zakisovanja oceanov in vpliva emisij kislih plinov na okolje;
- okoljska vzgoja: spodbujanje kritičnega vrednotenja vpliva kislinsko-baznih snovi na okolje ter trajnostnega ravnanja.

Priložnosti za učenje zunaj učilnice

- proučevanje ravnotežij v naravnem in tehničnem okolju;
- ekskurzija v industrijo pijač ali mleka:
 - proučevanje uporabe kislin (npr. citronske) in baz za stabilizacijo izdelkov;
 - razprava o pomenu pH vrednosti pri konzerviranju;
 - utrjevanje znanja o pH lestvici, kislinsko-baznih reakcijah in njihovem vplivu na kakovost izdelkov;
- mineralni vrelci in kraške jame:
 - analiza vode iz mineralnih vrelcev (vsebnost ionov, pH, vpliv soli);
 - razprava o naravnih procesih nevtralizacije in nastanku karbonatov v jamah;
- eksperimentalno delo v naravi:
 - pridobivanje vzorcev vode iz različnih naravnih virov (reke, jezera, deževnica);

merjenje pH in primerjava rezultatov s standardnimi vrednostmi.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- merjenje električne prevodnosti snovi (destilirane, vodovodne vode, trdnega NaCl in vodne raztopine NaCl, glukoze v trdnem stanju in vodne raztopine glukoze, saharoze v trdnem stanju in vodne raztopine saharoze, vodne raztopine HCl, vodne raztopine NaOH, kisa, vodne raztopine NH_4Cl , vodne raztopine Na_2SO_4 , vodne raztopine NaCH_3COO);
- določanje kislosti, bazičnosti in vrednosti pH različnih snovi (iz vsakdanjega življenja: limonin sok, kis, mleko, vodovodna voda, raztopina sode bikarbone, raztopina mila, pralnega praška) in nekaterih kemikalij (raztopine: HCl, NaOH, NaCl, KNO_3 , NH_4Cl , NaCH_3COO) s pomočjo indikatorjev (lakmus, metiloranž, fenolftalein) in univerzalnega indikatorskega papirja;
- merjenje vrednosti pH klorovodikove kisline različnih koncentracij HCl (0,10 M, 0,010 M in 0,0010 M raztopine) s pH-metrom;
- merjenje vrednosti pH različnih kislin iste koncentracije (npr. 0,10 M raztopine) in različne jakosti (moči): HCl, H_2SO_4 , CH_3COOH ;
- nevtralizacijska titracija med močno kislino in močno bazo (npr. HCl in NaOH);
- ionske reakcije;
- priprava 0,1 M raztopine iz koncentrirane raztopine HCl, redčenje in merjenje vrednosti pH;
- določanje vsebnosti očetne kisline v kisu;
- video posnetek (4,26 minute): Koliko očetne kisline je v kisu?
<https://www.youtube.com/watch?v=Vw1N5xUIQ>;
- članek in gradivo: How to teach acids, bases and salts? <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/b2tky2y>;
- eksperimentalno delo dopolnjujemo z uporabo interaktivni simulacij na submikro in simbolni ravni,
<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/0qt92qh>;
- vizualna sredstva za prikaz elektrolitske prevodnosti vodnih raztopin kislin, baz in soli,
<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/q025vmn>, <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/8tte3l9>.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *ravnotežja v vodnih raztopinah kislin, baz in soli* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (1.1.2.1) **SC** (1.1.2.2) **SC** (2.1.3.1) **SC** (3.2.4.1) **SC** (3.2.4.2) **SC** (5.3.5.1) **SC** (5.3.5.3), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.1) – Se zaveda, da je učenje vsebine posameznega predmeta hkrati tudi spoznavanje njegove strokovne terminologije, torej učenje jezika na ravni poimenovanj za posamezne pojme in na ravni logičnih povezav.
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Trajnostni razvoj	Poosebljanje vrednot trajnosti	Promoviranje narave	SC (2.1.3.1) – Odgovoren odnos do naravnih sistemov gradi na razumevanju njihove kompleksnosti in razmerij med naravnimi in družbenimi sistemi.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (3.2.4.1) – Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (3.2.4.2) – Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje svojega zdravja in zdravja drugih.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	SC (5.3.5.1) – Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	SC (5.3.5.3) – Prepozna priložnosti za aktivno uporabo pridobljenega znanja v novih okoliščinah.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1, NP 2 in NP 3, prav posebej pa gradnik naravoslovnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov (NP2).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

REDOKS REAKCIJE IN ELEKTROKEMIJA

OBVEZNO

OPIS TEME

Redoks reakcije in elektrokemija imajo pomembno vlogo v številnih procesih od osnovnih bioloških funkcij v organizmih do naprednih tehnoloških aplikacij v industriji. Redoks reakcije in elektrokemijo razumemo kot procese, ki temeljijo na prenosu elektronov. Prepoznavamo spremembe oksidacijskih stanj elementov v snoveh in jih povežemo s prenosom elektronov v reakcijah oksidacije in redukcije, ki potekata soodvisno v redoks reakcijah. Eksperimentalno in z uporabo različnih virov prepoznavamo primere redoks reakcij, proučujemo potek snovnih in energijskih sprememb ter jih povežemo s pomenom za življenje, uporabo v industriji in vplivom na okolje. Spoznamo osnovne koncepte elektrokemije, ki so ključni za razumevanje delovanja galvanskih členov, elektroliznih celic in gorivnih celic. Seznanimo se s praktičnimi aplikacijami redoks reakcij in elektrokemije, kot so baterije, akumulatorji, elektroliza, korozijski procesi, elektrokemijske meritve ipd.

REDOKS REAKCIJE IN ELEKTROKEMIJA

CILJI

Dijak:

- : usvaja pojem oksidacijsko število in pravila določanja oksidacijskih števil;
- : izvaja enostavne redoks reakcije in nastale spremembe pojasnjuje na makro, submikro in simbolni ravni;
- : prepozna spremembe oksidacijskih stanj v enačbah kot posledico prenosa elektronov;
- : usvaja pojme oksidacija, redukcija, oksidant, reducent in redoks reakcija;
- : se uri v zapisovanju enačb reakcij oksidacije in redukcije ter urejanju enačb redoks reakcij;
- : z uporabo različnih virov prepozna in proučuje primere redoks reakcij in njihov pomen v življenju, okolju in industriji;
- SC (4.1.1.1 | 2.2.1.1 | 1.1.2.2)
- : spozna razvrstitev redoks parov glede na njihovo sposobnost oddajanja/sprejemanja elektronov (standardni elektrodni potencial) kot t. i. redoks (oz. elektrokemijsko napetostno) vrsto;
- : uporablja redoks vrsto za napovedovanje poteka redoks reakcij na primerih iz življenja in okolja;
- SC (2.2.1.1)

○: spozna elektrokemijo kot različne kemijske procese, pri katerih se medsebojno pretvarjata električna in kemijska energija;

○: proučuje in spozna elektrokemijske procese kot podlago različnih tehnoloških rešitev (baterije, akumulatorji, elektrolizne celice, gorivne celice, senzorji) in s tem povezanimi okoljskimi problemi;

SC (2.2.1.1 | 1.2.2.2)

○: spozna galvanske člene, ki jih uporabljamo v življenju, sestavlja preproste galvanske člene in z uporabo različnih prikazov/animacij/simulacij spozna njihovo delovanje na makro, submikro in simbolni ravni;

SC (1.1.2.2 | 4.3.2.1 | 5.3.5.1)

○: proučuje (neustrezno) ravnanje z odpadno električno in elektronsko opremo (odpadnimi baterijami ipd.), njen vpliv na okolje ter odgovorno (preventivno in kurativno) ravnanje z njo;

SC (2.2.1.1 | 2.2.1.2 | 2.1.1.1 | 1.2.2.2)

○: spozna sestavo in delovanje elektrolizne celice;

○: spozna proces elektrolize vode, eksperimentalno in na submikro ravni;

○: spozna procese elektrolize taline ionske binarne spojine in raztopine alkalijskega halogenida;

I: proučuje pomen, sestavo in osnovni princip delovanja gorivnih celic na primeru gorivne celice na vodik.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- v formulah (elementov, spojin, ionov) določi oksidacijska števila;
- na primeru izvedene preproste redoks reakcije (npr. gorenje Mg, reakcije kovin s klorovodikovo kislino, reakcij med kovino in ionsko spojino) opiše nastale spremembe ter jih prikaže/izrazi na submikro in simbolni ravni;
- v enačbi kemijske reakcije določi oksidacijska števila ter nastale spremembe v oksidacijskih stanjih pojasni s prenosom elektronov;
- opredeli pojem redoks reakcija, prepozna redoks reakcijo, določi reducent in oksidant, uredi enačbo redoks reakcije ter zapiše (delno) enačbo reakcije oksidacije in redukcije;
- navede in opiše primere redoks reakcij iz življenja, industrije in okolja;
- uporabi redoks (elektrokemijsko napetostno) vrsto za razlago poteka kemijske reakcije, zapiše urejeno enačbo reakcije in navede primer iz življenja;
- opredeli pojem standardni elektrodni potencial in pojasni razvrstitev redoks parov v redoks (elektrokemijsko napetostno) vrsto;
- pojasni področje proučevanja elektrokemije;
- opredeli pojme galvanski člen, katoda in anoda ter navede primere galvanskih členov iz življenja;

- razloži delovanje preprostega galvanskega člena;
- **sestavi galvanski člen, izmeri njegovo napetost** in jo primerja z izračunano standardno napetostjo;
- **navede posledice neodgovornega ravnanja z odpadno električno in elektronsko opremo, odpadnimi baterijami;**
- **opredeli pojem elektroliza** ter opiše zgradbo in delovanje elektrolizne celice;
- razloži procese elektrolize vode, taline ionske binarne soli *in raztopine alkalijskega halogenida*;
- *pojasni osnovni princip delovanja gorivnih celic, opiše možnosti uporabe in potencial za trajnostno energijsko prihodnost*;
- *pojasni reakcije, ki potekajo v vodikovi gorivni celici.*

TERMINI

◦ anoda ◦ elektrokemija ◦ elektroliza ◦ elektrolizna celica ◦ galvanski člen ◦ gorivna celica ◦ katoda
 ◦ oksidacija ◦ oksidacijsko stanje ◦ oksidacijsko število ◦ oksidant ◦ redoks par ◦ redoks reakcije ◦ redoks
 vrsta/elektrokemijska napetostna vrsta ◦ reducent ◦ redukcija ◦ vodikova gorivna celica

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Tema se navezuje na razumevanje kemijske reakcije kot snovne in energijske spremembe, hitrosti reakcije in kemijskega ravnotežja. Priporočljivo je, da predhodno celostno preverimo razumevanje z izvedbo preprostih eksperimentov (demonstracijsko ali v obliki sodelovalnega učenja) nastanka oksidov različnih kovin ali nekovin iz elementov, pri čemer dijaki opišejo snovne in energijske spremembe, ki jih prepoznajo, ter zapišejo urejene kemijske enačbe. V njih določimo oksidacijska števila in pojem oksidacije kot spajanje s kisikom nadgradimo s spremembo oksidacijskega števila, ki je posledica prenosa elektronov med oksidantom in reducentom. Poudarimo razliko med ionskimi, protolitskimi in redoks reakcijami. V svoji okolici poskušamo najti čim več različnih redoks reakcij in njihov pomen ter vpliv na življenje. Primere povežemo z industrijsko uporabo (pridobivanje alkalijskih in zemeljskoalkalijskih kovin, aluminija) kot tudi s propadom materialov (rjavenje železa). Zeleni prehod je z uporabo električnih avtomobilov in gorivnih celic idealno področje za začetno spoznavanje redoks procesov v elektrokemiji.

Dijakom predstavimo način določanja oksidacijskih števil in ga povežemo z imeni kislin in njihovih soli. Pri zapisu enačbe želimo, da dijak prepozna razliko med ionsko in redoks reakcijo na podlagi sprememb oksidacijskih stanj. Na podlagi oddajanja ali sprejemanja elektronov vpeljemo pojme oksidacija in redukcija, oksidant in reducent. Dijake urimo v urejanju redoks enačb.

Dijakom predstavimo elektrokemijsko napetostno vrsto in različne oblike zapisa vrste (vrsta, standardni elektrodni potenciali) ter način njene uporabo v redoks parih. Glede na razvrstitev lahko opredelimo pojem nereaktivnosti »žlahtnih« kovin. Na primeru mobilnega telefona uvedemo pojem galvanskega člena, ki bo

podlaga za obravnavo redoks reakcij, pri katerih se medsebojno pretvarjata kemijska in električna energija. Omenimo različne tehnološke oblike (baterije, akumulatorje, elektrolitske celice, gorivne celice, senzorje). Omenjene oblike povežemo z okoljsko problematiko, predvsem načinom odlaganja in recikliranja. Izmed omenjenih primerov podrobneje obravnavamo preproste galvanske člene, njihovo sestavo, snovne spremembe pri reakcijah in njihovo napetost. Pri elektrolizi opišemo sestavo elektrolitske celice ter potek redoks reakcij v sami celici. Razložimo elektrolizo vode, talin binarnih soli. Omenimo elektrolizo aluminija v Talumu in opustitev, ker je predraga. Omenimo gorivne celice kot način pridobivanja električne energije v prihodnosti.

Želja je, da bi čim več eksperimentov teme izpeljali dijaki samostojno in/ali v obliki projektnega sodelovalnega učenja, podprtega z elementi formativnega spremljanja (individualno, dvojice, manjše skupine), in da pri tem razumevanje sprememb na makro ravni nadgradijo s proučevanjem na submikro ravni z uporabo animacij in simulacij.

Priložnosti za učenje zunaj učilnice

- obisk rudnika živega srebra Idrija (Antonijev rov).

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- izvedba preprostih redoks reakcij in njihov zapis z urejenimi enačbami kemijskih reakcij vseh snovi z označenimi agregatnimi stanji, npr. reakcija kovin (Mg ali Fe volne) ali nekovin (P ali S) s kisikom, reakcija Na ali K z vodo, razpad vodikovega peroksida, reakcija žvepla s kalijevim kloratom(V);
- izobraževalni video Reaktivnost kovin, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7c4ozj9>;
- virtualni laboratorij: Virtual Redox lab, <https://www.youtube.com/watch?v=oJmv3Ud-Z1Q>;
- napovedovanje kemijskih reakcij na podlagi položaja kovin in nekovin v elektrokemijski napetostni vrsti:
 - reakcije kovin z raztopinami kovinskih ionov, npr. $\text{Zn} + \text{CuSO}_4$;
 - reakcije kovin z raztopinami kislin: $\text{Mg} / \text{Ca} / \text{Al} / \text{Zn} / \text{Ni} + \text{HCl}$ (Cu in Ag z raztopino HCl ne reagirata);
 - reakcije halogenov z raztopinami halogenidnih ionov (npr. klorovica + raztopina natrijevega bromida / natrijevega jodida);
 - določanje formule anorganske soli (temelji na povezovanju znanja plamenskih testov, ionskih in redoks reakcij);
 - rjavenje žebelja, reakcija cinka v raztopini bakrovega(II) sulfata, reakcija železa z bakrovim(II) sulfatom, barvna sprememba z joda z vitaminom C, izločanje srebra na bakru (bakrena žička v raztopini AgNO_3);
- uporaba i-učbenika za kemijo v 2. letniku gimnazije KEMIJA 2, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7n01ir6> (posnetki preprostih redoks reakcij, ki so nevarni za izvedbo v šolskem laboratoriju, sinteza NaCl, sežig belega fosforja med plinom klorom in segretim natrijem, nazorna animacija procesa rjavenja žebelja);
- elektrokemijska napetostna vrsta kovin, z opazovanjem reakcij kovin v raztopinah kovinskih ionov razvrsti kovine v elektrokemijsko napetostno vrsto (ugotovi, katera od kovin je boljši reducent), npr. koščki kovine

(Mg, Cu, Pb, Zn) in raztopine navedenih soli kot virov kovinskih ionov (ZnCl_2 , AgNO_3 , CuCl_2 , MgCl_2 , $\text{Pb(NO}_3)_2$);

- virtualni laboratorij proučevanja redoks reakcij: izpodrivanja, <https://chemcollective.org/vlab/106> ;
- eksperimentalno sestavljanje različnih galvanskih členov in merjenje njihove napetosti: polčleni so sestavljeni iz elementarne kovine in njenih kovinskih ionov, npr. Zn in raztopina ZnSO_4 in Cu in raztopina CuSO_4 , Pb in raztopina $\text{Pb(NO}_3)_2$, Mg in raztopina MgSO_4 ; izberemo poljubna polčlena, ki ju povežemo z elektrolitskim ključem in vežemo v tokokrog voltmeter; povezava s fiziko, kako se v galvanski člen veže voltmeter, kaj pomeni, če voltmeter pokaže negativno napetost (primerjamo izmerjeno napetost tako pripravljenega galvanskega člena z napetostjo, izračunano iz razlike standardnih elektrodnih potencialov kovin, ki sestavljata galvanski člen);
- simulaciji za proučevanje galvanskih členov, <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/8mezzum>, <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/qs9mv85>;
- virtualni laboratorij na povezavi, ki omogoča sestavo galvanskega člena iz različnih kovin in kovinskih ionov in merjenje napetosti, <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/5sq52a6>;
- animacije na temo elektrokemije (redoks reakcije, galvanski člen, galvanizacija, alkalna baterija), <https://www.chemie-interaktiv.net/ff.html>;
- učenje o baterijah, Learn About Batteries - Battery University (<https://batteryuniversity.com/articles>);
- prikaz delovanje Li-ionske baterije, na kaj moramo biti pozorni pri polnjenju baterije mobilnega telefona, <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/tqe98qf>, <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/oioc4e3>;
- bakrenje ali cinkanje jeklene pločevine, proces elektrodepozicije bakra ali cinka, ki služi tudi kot zaščita pred rjavenjem; potrebujemo košček bakra, ki ga priključimo na pozitivni pol baterije (npr. 4,5 V) ali na drug vir enosmerna toka; košček jeklene pločevine, ki ga želimo bakriti, očistimo, odstranimo plast rje (obrusimo z brusnim papirjem) in ga vežemo na negativni pol baterije, oboje potopimo v raztopino bakrovih ionov (raztopino CuSO_4); na jekleni pločevini začne nastajati tanek sloj bakra; če želimo cinkati, vzamemo cinkovo ploščico in jo potopimo v raztopino cinkovih ionov, npr. v raztopino ZnSO_4 ;
- električni in elektronski odpadki in odgovorno ravnanje z njimi, podjetje ZEO in E Transformer na povezavi <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/uzl1n83> ;
- prikaz delovanja preproste gorivne celice, <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/nwt1py6>;
- galvanizacija kovin kot zaščita kovin pred korozijo in za lepši izgled, kot je pozlata cenene nakita, <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/7yiuxs>;
- prikaz zaščite ladij in podzemnih rezervoarjev pred korozijo, <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/vzk0v9i>;
- demonstracijska eksperimenta: elektroliza vode in *elektroliza vodne raztopine kalijevega jodida*;
- vrednotenje različnih člankov glede na onesnaženost voda s težkimi kovinami (svinec, kadmij, živo srebro in arzen), njihovi vplivi na okolje in zdravje ljudi ter ukrepi za zmanjševanje onesnaženja.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *redoks reakcije in elektrokemija* so integrirani naslednji skupni cilji: SC (1.1.2.2) SC (1.2.2.2) SC (2.1.1.1) SC (2.2.1.1) SC (2.2.1.2) SC (4.1.1.1) SC (4.3.2.1) SC (5.3.5.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Državljanstvo	Etična refleksija	SC (1.2.2.2) – Razvija občutljivost za moralna vprašanja ter sposobnosti, da o njih razmišlja skupaj z drugimi.
Trajnostni razvoj	Poosebljanje vrednot trajnosti	Vrednotenje trajnosti	SC (2.1.1.1) – Kritično oceni povezanost lastnih vrednot in vrednot družbe s trajnostnostjo v navezavi na svoje trenutne zmožnosti in družben položaj.
Trajnostni razvoj	Sprejemanje kompleksnosti v trajnosti	Sistemske mišljenje	SC (2.2.1.1) – K izbranemu problemu pristopa celostno, pri čemer upošteva povezanost okoljskega, gospodarskega in družbenega vidika.
Trajnostni razvoj	Sprejemanje kompleksnosti v trajnosti	Sistemske mišljenje	SC (2.2.1.2) – Presoja kratkoročne in dolgoročne vplive delovanja posameznika in družbenih skupin v družbi, družbe na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
Digitalna kompetentnost	Ustvarjanje digitalnih vsebin	Umeščanje in poustvarjanje digitalnih vsebin	SC (4.3.2.1) – Digitalne vsebine obogati z dodajanjem slik, glasbe, videoposnetkov, vizualnih efektov idr.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	SC (5.3.5.1) – Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1, NP 2 in NP 3, prav posebej pa gradnik naravoslovnostnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov (NP2).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.



KOORDINACIJSKE SPOJINE

MATURA

OPIS TEME

V tej temi, ki jo obravnavamo zgolj pri pripravi na maturo, spoznamo osnovne spojine, v katerih so na centralni kovinski atom oz. ion vezani enovezni ligandi. Proučujemo strukturo teh spojin, jih zapišemo z ustrežno formulo in poimenujemo. Pri spoznavanju, opisovanju in proučevanju koordinacijskih spojin uporabljamo ustrezen kemijski jezik in vizualizacijo.

KOORDINACIJSKE SPOJINE

CILJI

Dijak:

I: spozna strukturo, zapis formul in poimenovanje koordinacijskih spojin (M);

I: spozna primere uporabe koordinacijskih spojin (citostatiki) in primer koordinacijske spojine v organizmu (hem, klorofil)(M).

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- ve, da prehodne kovine tvorijo različne koordinacijske zvrsti (brez naboja, katione, anione) (M);
- opredeli izraze »koordinacijska spojina«, »centralni atom/ion«, »ligand«, »koordinacijsko število« (M);
- navede preproste ligande, opiše vezavo ligandov na centralni atom/ion s koordinativno vezjo in način navajanja teh ligandov v imenih preprostih koordinacijskih spojin (M);
- iz dane formule ali opisa koordinacijske spojine ugotovi centralni atom/ion, njegovo oksidacijsko in koordinacijsko število, ligande, pričakovano prostorsko/geometrijsko razporeditev ligandov/koordinacijski polieder in naboj koordinacijskega iona oz. koordinacijsko zvrst (M);
- iz imena ali opisa koordinacijske spojine napiše njeno formulo (M).

TERMINI

◦ centralni atom ◦ centralni ion ◦ koordinacijska spojina ◦ koordinacijsko število ◦ koordinativna vez ◦ ligand



DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

To temo obravnavamo kot izbirno vsebino v 4. letniku oz. pri pripravah na maturo.

Pri obravnavi te teme predstavimo različne primere koordinacijskih (kompleksnih) spojin: koordinacijsko spojino brez naboja (npr. $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$), koordinacijsko spojino s koordinacijskim kationom (npr. ion $[\text{Cu}(\text{OH}_2)_4]^{2+}$ v spojini $[\text{Cu}(\text{OH}_2)_4]\text{Cl}_2$) in koordinacijsko spojino s koordinacijskim anionom (npr. ion $[\text{FeCl}_4]^-$ v spojini $\text{K}[\text{FeCl}_4]$). Na različnih primerih pojasnimo strukturo in zapis formul koordinacijskih spojin (uporaba oglatih oklepajev), zaporedje navajanja centralnega atoma/iona in ligandov v formuli koordinacijske spojine, koordinativno vez med ligandom in centralnim atomom/ionom, koordinacijsko število centralnega atoma/iona, oksidacijsko število centralnega atoma/iona, naboj koordinacijskega iona in geometrijsko razporeditev ligandov okoli centralnega atoma (koordinacijski polieder).

Obravnavamo osnovne koordinacijske zvrsti z enim centralnim atomom/ionom in preprostimi (nevtralnimi in anionskimi) enoveznimi ligandi (molekule vode in amonijaka ter halogenidni, hidroksidni in cianidni ion). V koordinacijskih zvrsteh, v katerih je voda ligand, opozorimo na posebnost v zapisu formule vode (OH_2) v skladu z IUPAC priporočili.

Obravnavamo koordinacijske zvrsti s preprostimi geometrijskimi razporeditvami ligandov okoli centralnega atoma (linearno, trikotno planarno, tetraedrično, kvadratno planarno, trikotno bipiramidalno in oktaedrično). Geometrijske razporeditve ligandov okoli centralnega atoma/iona vizualiziramo z modeli. Na primeru kvadratno planarne razporeditve ligandov v spojini $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ predstavimo *cis-trans* (geometrijsko) izomerijo in stereoizomere te spojine primerjamo s stereoizomeri (*cis-trans* izomeri) alkenov. Kot zanimivost navedemo uporabo *cis*-izomera te spojine za zdravljenje raka (citostatik). Predstavimo primere koordinacijskih spojin iz življenja in okolja (npr. hem v hemoglobinu, klorofil).

Predstavljene koordinacijske zvrsti tudi poimenujemo. Koordinacijske zvrsti poimenujemo z uporabo oksidacijskega števila (Stockov sistem), poimenovanja z uporabo nabojnega števila (Ewens-Bassetov sistem) pa ne uporabljamo. Dijaki naj iz imena ali opisa koordinacijske zvrsti napišejo njeno formulo oz. povežejo formulo z danim imenom koordinacijske zvrsti, ni pa jim treba napisati imena koordinacijske zvrsti iz njene formule.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- laboratorijska vaja nastanka koordinacijskih spojin (npr. izmenjevanje ligandov – vode, amonijaka, kloridnih ionov – na centralnem bakrovem ionu); s to laboratorijsko vajo tudi utrdimo vplive na ravnotežje.

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo in delo z modeli.

ZGRADBA MOLEKUL ORGANSKIH SPOJIN IN OSNOVE ORGANSKIH REAKCIJ

OBVEZNO

OPIS TEME

Zgradba molekul organskih spojin in osnove organskih reakcij je uvodna tema v organski kemiji in se navezuje na vsebine, ki smo jih že spoznali v osnovni šoli. Seznanimo se z zgodovinskim ozadjem razvoja organske kemije (sintezo sečnine, opustitev zmotnega prepričanja – vitalizma) in elementno sestavo organskih spojin ter razlikujemo med organskimi in anorganskimi spojinami. Prepoznamo nekatere organske spojine iz življenja, razumemo zgradbo organskih spojin in jih prikažemo z različnimi formulami. Ponovimo in nadgradimo način povezovanja ogljikovih atomov v verige oziroma obročje z različnimi (enojnimi, multiplimi) vezmi. Spoznamo osnovne pojme, ki se nanašajo na organske reakcije. Pri pripravi na maturo.

ZGRADBA MOLEKUL ORGANSKIH SPOJIN IN OSNOVE ORGANSKIH REAKCIJ

CILJI

Dijak:

- širi razumevanje področja organske kemije s poglobljanjem znanja o sestavi in zgradbi organskih spojin;
- prepozna pomen Wöhlerjeve sinteze sečnine za razvoj organske kemije;
- proučuje organske spojine, ki jih pozna iz življenja (zgradba, elementna sestava, simbolni zapis/formule) v različnih virih ter jih celostno predstavlja z uporabo in dopolnjevanjem oz. izboljševanjem svojih digitalnih kompetenc;
- SC (4.1.1.1 | 4.5.2.1 | 4.5.4.1)
- utrjuje in nadgrajuje razumevanje vzrokov za obstoj velikega števila organskih (ogljikovih) spojin;
- nadgrajuje poznavanje pomena in zapisa različnih vrst formul organskih spojin ter presoja o njihovi uporabi glede na sporočilnost vrste zapisa;
- razvija prostorsko predstavo z uporabo različnih modelov, animacij in submikro prikazov ter opisuje različne geometrijske razporeditve vezi okoli ogljikovega atoma;

- : primerja dolžino in energijo (moč/jakost) enojne, dvojne oz. trojne vezi v molekulah organskih spojin;
- : uporablja in ustvarja različne modele, animacije in submikro prikaze tudi s pomočjo digitalne tehnologije;
- SC (4.3.1.1 | 4.2.4.1)
- : proučuje homolitsko in heterolitsko prekinitev kemijske vezi in reaktivne delce, ki nastanejo pri tem;
- I: spoznava vlogo hibridizacije ogljikovega atoma pri nastajanju raznolikih vezi (M);
- : spoznava osnovne vrste organskih reakcij ter opredelitve reakcijskih pogojev in snovi, ki sodelujejo v reakciji.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- opredeli pojma organska kemija in organske spojine;
- navede primere organskih spojin iz življenja, bolj znane spojine prikaže/zapiše tudi s formulo (npr. glukoza $C_6H_{12}O_6$);
- navede elemente, ki so pogosti v molekulah organskih spojin, in primere organskih spojin, ki vsebujejo tudi kovino (npr. hemoglobin);
- iz dane formule sklepa na vrsto spojine (organska/anorganska);
- navede primere spojin, ki jih kljub vsebnosti ogljika izjemoma ne uvrščamo med organske;
- opredeli vez med ogljikovima atomoma (kovalentna; enojna, dvojna oz. trojna);
- opiše različne možnosti povezovanja ogljikovih atomov med seboj (verige oz. obroči; razvejanost) ter jih navede kot vzroke za veliko število organskih spojin;
- opiše razlike med empirično, molekulsko, strukturno, racionalno, skeletno in stereokemijsko/perspektivno formulo ter opiše njihovo informacijsko vrednost;
- zapiše različne formule organskih spojin;
- iz racionalne ali skeletne formule organske spojine ugotovi število veznih in neveznih elektronskih parov v molekuli;
- opiše geometrijsko razporeditev vezi okoli ogljikovega atoma in kote med vezmi v molekulah organskih spojin;
- primerja enojne oz. multiple vezi v molekulah organskih spojin po dolžini in energiji (moči/jakosti);
- pojasni nastanek hibridnih orbital ter nastanek enojne, dvojne oz. trojne vezi s prekrivanjem hibridnih oz. nehibridiziranih orbital (M);
- opredeli hibridizacijo ogljikovih atomov v molekuli organske spojine in na podlagi hibridizacije napove geometrijsko razporeditev vezi okoli ogljikovega atoma (M);

- *pojasni čelno in bočno prekrivanje orbital (nastanek σ - in π -vezi) (M);*
- **opiše homolitsko in heterolitsko prekinitev kemijske vezi in napiše shemo prekinitve vezi;**
- *opredeli karbokation in karboanion;*
- *opredeli reaktivne delce kot radikale, nukleofile in elektrofile;*
- **razlikuje med adicijo, substitucijo in eliminacijo ter v dani reakcijski shemi ugotovi substrat, reagent, produkte in reakcijske pogoje.**

TERMINI

◦ adicija ◦ čelno prekrivanje orbital ◦ bočno prekrivanje orbital ◦ elektrofil ◦ empirična formula
 ◦ enojna/dvojna/trojna vez ◦ hibridizacija ◦ hibridne orbitale ◦ heterolitska prekinitev vezi ◦ homolitska prekinitev vezi ◦ karboanion ◦ karbokation ◦ molekulska formula ◦ ogljikove spojine ◦ organska kemija
 ◦ organske spojine ◦ organske reakcije ◦ produkt ◦ racionalna formula ◦ radikal ◦ reagent ◦ reakcijska shema ◦ reaktivni delec ◦ strukturna formula ◦ substitucija ◦ substrat ◦ vezni/nevezni elektronski par ◦ σ/π vez
 ◦ eliminacija ◦ nukleofil ◦ empirična formula ◦ skeletna formula ◦ stereokemijska/perspektivna formula

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Vsebina teme predstavlja nadgradnjo vsebin, ki so jih dijaki spoznali v osnovni šoli. Vsebine se nadgrajujejo in poglobljajo (priporočamo ugotavljanje predznanja in ponovitev znanja, vključno s spoznavnimi/miselnimi postopki). Pri obravnavi teme je v ospredju delo z modeli (fizičnimi in računalniško generiranimi 3D dinamičnimi modeli), submikro prikazi ter različnimi viri.

Po kratkem zgodovinskem vpogledu v razvoj organske kemije (opustitev vitalizma, Wöhlerjeva sinteza sečnine) opredelimo organsko kemijo in organske spojine. Na podlagi primerov organskih spojin, ki jih dijaki že poznajo (navezava na znanja iz osnovne šole), navedemo elemente, ki so bolj pogosti v organskih spojinah. Primerjamo formule preprostih organskih in anorganskih spojin ter navedemo primere spojin, ki jih kljub vsebnosti ogljika ne uvrščamo med organske. S primeri ponazorimo različne načine povezovanja atomov v molekulah organskih spojin (različni načini medsebojnega povezovanja atomov ogljika in povezovanje atomov ogljika z drugimi nekovinskimi atomi) in na podlagi tega utemeljimo veliko število organskih spojin. Na primerih ponazorimo različne formule, ki jih uporabljamo za prikaz organskih spojin (strukturna, racionalna, skeletna, molekulska, empirična in stereokemijska/perspektivna), in jih opredelimo glede na njihovo informacijsko vrednost. Stereokemijsko (perspektivno) formulo v tej temi zgolj omenimo (bolj podrobno jo pojasnimo pri obravnavi optične izomerije). Pri zapisu formul organskih spojin vključujemo tudi heteroatome (kisik, žveplo, dušik in halogene) ter ob tem ponovimo zapis kovalentnih vezi (zapis ustreznega števila veznih elektronskih parov med nekovinskimi atomi) in neveznih elektronskih parov v strukturnih formulah preprostih organskih spojin. V nadaljevanju zapisujemo formule organskih spojin pretežno z racionalnimi in s skeletnimi formulami (oz. z njuno kombinacijo), neveznih elektronskih parov pa v formulah organskih spojin ne zapisujemo.



Na primerih ponazorimo geometrijsko razporeditev vezi okoli ogljikovega atoma (tetraedrična, trikotno planarna in linearna) in kote med vezmi. Z uporabo modelov prikažemo prosto vrtljivost okoli enojne vezi. Enojne in multiple vezi med atomi primerjamo po dolžini in energiji (moči oz. jakosti).

Potek kemijske reakcije povežemo s prekinitvijo in nastankom kemijske vezi. Na preprostih primerih predstavimo homolitsko in heterolitsko prekinitev kemijske vezi (npr. prekinitev vezi med atomoma v molekuli halogena, med atomoma halogena in ogljika v preprosti molekuli halogenoalkana) ter opredelimo nastale delce (radikale in ione; tudi karbokation in karboanion). Reaktivne delce, ki sodelujejo v kemijski reakciji, opredelimo kot radikale, nukleofile oz. elektrofile. Pri neionskih nukleofilih obravnavamo le vodo, amonijak, nižje alkohole in nižje amine. Kot primer neionskega elektrofila navedemo žveplov trioksid.

Na preprostih primerih predstavimo zapis reakcijske sheme adicije, eliminacije in substitucije kot osnovnih reakcij v organski kemiji. Opredelimo in v reakcijski shemi ugotovimo substrat, reagent, produkt(e) in reakcijske pogoje (segrevanje, uporabo svetlobe oz. katalizatorja).

Izrazov »fotokemična prekinitev vezi« in »termična prekinitev vezi« na tej stopnji ne obravnavamo oziroma ju obravnavamo le izjemoma za zainteresirane dijake.

Hibridizacijo ogljikovega atoma obravnavamo kot izbirno vsebino v 4. letniku oz. pri pripravi na maturo. Iz elektronske konfiguracije ogljikovega atoma v osnovnem in vzbujenem stanju pojasnimo nastanek sp^3 -, sp^2 - in sp -hibridnih orbital. Hibridizacijo ogljikovega atoma nato povežemo z vrsto vezi (enojna, dvojna, trojna) v molekuli organske spojine, geometrijsko razporeditvijo vezi okoli ogljikovega atoma oz. načinom prekrivanja orbital (čelno in bočno prekrivanje orbital; nastanek σ - in π -vezi).

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- sinteza sečnine (zgodovinski eksperiment Wöhlerja): dijaki sintetizirajo sečnino iz amonijevega cianata, s čimer ponazorimo, da je možno ustvariti organsko spojino iz anorganskih snovi;
- eksperimentalno ugotavljanje organskih in anorganskih spojin: dijaki po razpravi o lastnostih organskih in anorganskih spojin načrtujejo in izpeljejo eksperimente, ki omogočajo ločevanje organskih in anorganskih spojin;
- modeliranje za prikaz različnih struktur organskih molekul (alkanov, alkenov, alkinov, aromatskih spojin) s pomočjo fizičnih modelov in/ali z uporabo risalcev 3D kemijskih struktur/simulacij:
 - Avogadro, Avogadro - Free cross-platform molecular editor - Avogadro (<https://avogadro.cc/>);
 - ChemSketch (ACD/Labs), <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ohjtn8e>;
 - Molview, <https://molview.org/>;
 - Khan Academy – Organic Chemistry, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/kphs447> (interaktivni videoposnetki o organskih spojinah, strukturah in reakcijah);
 - Phet Interactive Simulations – Build a Molecule, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/qotc02l> (omogoča modeliranje različnih molekul in razumevanje povezovanja ogljikovih atomov);
 - ChemCollective – Virtual Chemistry Lab, <http://chemcollective.org/vlabs> (virtualni kemijski eksperimenti, vključno z organskimi reakcijami);

- Royal Society of Chemistry – Organic Chemistry Resources, <https://www.rsc.org/learn-chemistry> (različni eksperimenti in razlage s področja organske kemije);
- Molecular Workbench, <https://mw.concord.org/modeler> (omogoča simulacije molekul in razumevanje hibridizacije).

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *zgradba molekul organskih spojin in osnove organskih reakcij* so integrirani naslednji skupni cilji:

SC (4.1.1.1) SC (4.2.4.1) SC (4.3.1.1) SC (4.5.2.1) SC (4.5.4.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
Digitalna kompetentnost	Komunikacija in sodelovanje	Sodelovanje z uporabo digitalnih tehnologij	SC (4.2.4.1) – Z digitalnimi orodji soustvarja skupno vsebino in se zavzema za krepitev sodelovanja med člani.
Digitalna kompetentnost	Ustvarjanje digitalnih vsebin	Razvoj digitalnih vsebin	SC 4.3.1.1) – Ustvarja in ureja digitalne vsebine v različnih formatih.
Digitalna kompetentnost	Reševanje problemov	Prepoznavanje potreb in opredelitev tehnoloških odzivov	SC (4.5.2.1) – Prepoznava in ocenjuje potrebe, izbira ter uporablja digitalna orodja in jih prilagaja lastnim potrebam.
Digitalna kompetentnost	Reševanje problemov	Prepoznavanje vrzeli v digitalnih kompetencah	SC (4.5.4.1) – Prepozna vrzeli v svojih digitalnih kompetencah, jih po potrebi izboljšuje in dopolnjuje ter pri tem podpira druge.

Pri pouku kemije smiselno vključujemo in razvijamo rabo digitalnih tehnologij, da lahko dijaki načrtno in sistematično razvijajo digitalno kompetentnost iz okvira DigComp 2.2. (DigComp 2.2 - The Digital Competence Framework for Citizens (<https://aplikacija.un.zrss.si/api/link/n0n2c3c>)), posebej:

- prepoznavanje vrzeli v digitalnih kompetencah SC (4.5.4.1): dijake pri uporabi digitalnih orodij za vizualizacijo kemijskih struktur in procesov, objavo in deljenje usmerjamo k uporabi ustreznih video vodičev, priročnikov, izobraževalnih uric ipd. za premagovanje težav pri ustvarjanju/poustvarjanju z izbranimi digitalnimi tehnologijami;
- sodelovanje z uporabo digitalnih tehnologij SC (4.2.4.1): s spodbujanjem sodelovalnega učenja dijaki pri pouku kemije sooblikujejo in soustvarjajo podatke, vire in znanje.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti (NP 1, NP 2 in NP 3), prav posebej pa gradnik naravoslovnoznanstveno razlaganje pojavov (NP1), podgradnik 1.3: prepozna, uporablja in ustvarja (znanstvene) razlage pojavov, ki vključujejo različne prikaze, modele in analogije:

SREDNJA ŠOLA

- a) za celostno razlago kompleksnih naravoslovnih pojavov/procesov in tehnoloških procesov uporablja in ustvarja ustrezne prikaze, modele in analogije (ustno in pisno, tudi s pomočjo digitalne tehnologije)
- b) primerjalno presoja ustreznost (prednosti in omejitve) modelov in analogij
- c) loči med znanstvenimi in neznanstvenimi razlagami
- d) pozna negativne posledice neznanstvene razlage pojavov/procesov ter ve, da znanstvene razlage temeljijo na preverjenih dejstvih in zakonitostih, a imajo omejeno področje veljavnosti

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

OGLJIKOVODIKI

OBVEZNO

OPIS TEME

V temi *ogljikovodiki* obravnavamo najbolj preproste organske spojine. Nadgrajujemo osnovnošolsko znanje poznavanja različnih vrst ogljikovodikov (delitev), njihove uporabe, fizikalnih lastnosti, vpliva na okolje in uporabljamo pravila IUPAC za njihovo poimenovanje. Spoznamo izomerijo in razlikujemo med strukturno in stereoizomerijo. Spoznamo različne pretvorbe ogljikovodikov (gorenje, substitucija, adicija) in jih zapišemo z reakcijskimi shemami. Pri spoznavanju, opisovanju in proučevanju snovi uporabljamo ustrezen kemijski jezik in vizualizacijo.

OGLJIKOVODIKI

CILJI

Dijak:

- utrjuje razvrščanje ogljikovodikov glede na njihovo zgradbo;
- utrjuje razumevanje »splošne formule« kot vrste simbolnega zapisa različnih vrst ogljikovodikov;
- spozna pomen pojma homologna vrsta;
- nadgrajuje veščine za poimenovanje nasičenih ogljikovodikov z uporabo pravil IUPAC nomenklature;
SC (1.1.2.2)
- opredeljuje ogljikove atome glede na število sosednjih vezanih ogljikovih atomov v nasičenih ogljikovodikih;
- spozna pomen pojma izomerija in prepozna strukturne izomere ogljikovodikov;
- razvija veščine zapisovanja formul in poimenovanja različnih strukturnih izomerov nasičenih ogljikovodikov tudi z uporabo digitalnih tehnologij;
SC (4.1.3.1 | 4.3.1.1)
- proučuje vpliv zgradbe alkanov na njihove fizikalne lastnosti eksperimentalno in z uporabo virov ter pri tem razvija zmožnost odgovornega odnosa in varnega ravnanja z njimi;
SC (3.2.4.2 | 5.3.4.1 | 5.3.5.1)
- proučuje snovne in energijske spremembe pri gorenju ogljikovodikov eksperimentalno in z uporabo virov ter zapisuje ustrezne enačbe kemijskih reakcij pri popolnem gorenju ogljikovodikov;
- prepozna ogljikovodike (fosilna goriva) kot vir za pridobivanje energije in z uporabo različnih virov kritično vrednoti vpliv uporabe fosilnih goriv na okolje;
SC (1.1.2.2 | 2.4.3.1 | 2.3.1.1)

- : proučuje značilnosti radikalske substitucije kot značilne reakcije alkanov;
- !: *usvaja veščino zapisovanja reakcijske sheme radikalskega halogeniranja;*
- : razvija veščine poimenovanja nenasičenih ogljikovodikov;
- SC (1.1.2.2)
- : spozna pomen izrazov stereoizomerija in cis-trans (geometrijska) izomerija;
- : razvija veščine zapisa formul in poimenovanja strukturnih izomerov nenasičenih ogljikovodikov ter cis-trans (geometrijskih) izomerov preprostih ogljikovodikov z eno dvojno vezjo;
- : proučuje značilnosti (elektrofilne) adicije kot značilne reakcije nenasičenih ogljikovodikov;
- !: *razvija veščino zapisovanja reakcijske sheme hidrogeniranja, halogeniranja, hidrohalogeniranja in hidriranja nenasičenih spojin ter poimenovanja nastalih organskih produktov;*
- : spozna zgradbo benzena in Kekuléjev zapis ter pravila za ugotavljanje aromatičnosti ogljikovodikov;
- : spozna pomembnejše monosubstituirane derivate benzena in jih ustrezno poimenuje;
- : proučuje značilnosti elektrofilne substitucije kot značilne reakcije aromatskih spojin;
- !: *razvija veščino zapisovanja reakcijskih shem halogeniranja, alkiliranja benzena, nitriranja, sulfoniranja in aciliranja benzena.*

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- opredeli ogljikovodike in navede različne vrste ogljikovodikov;
- razlikuje med cikličnim oz. acikličnim, nasičenim oz. nenasičenim ter alifatskim oz. aromatskim ogljikovodikom;
- uvrsti benzen v ustrezno skupino ogljikovodikov (areni);
- uporabi splošno formulo za zapis molekulske formule alifatskega ogljikovodika oz. zapiše splošno formulo opisanega alifatskega ogljikovodika;
- opredeli alkane in homologno vrsto ter navede imena nerazvejanih alkanov (do vključno alkana z 10 ogljikovimi atomi);
- napiše formule oz. imena preprostih nasičenih alifatskih ogljikovodikov;
- v formuli nasičenega ogljikovodika opredeli ogljikove atome (primarni, sekundarni, terciarni, kvartarni);
- opredeli izomerijo in pojasni razlike med strukturnimi izomeri;
- napiše formule in imena strukturnih izomerov alkanov oz. cikloalkanov;
- opiše agregatna stanja nerazvejanih alkanov pri sobnih pogojih;

- ve, da so gostote tekočih alkanov manjše od gostote vode;
- pojasni različno topnost alkanov v vodi oz. nepolarnih topilih;
- pojasni vpliv dolžine verige in njene razvejanosti na vrelišča alkanov;
- opiše razliko med popolnim in nepopolnim gorenjem (oksidacijo);
- napiše enačbo popolne oksidacije ogljikovodika;
- opiše lastnosti ogljikovega oksida / ogljikovega monoksida;
- pojasni vpliv uporabe fosilnih goriv na globalno segrevanje ozračja (učinek tople grede);
- opiše halogeniranje nasičenega ogljikovodika ter predvidi produkte te reakcije;
- napiše reakcijsko shemo radikalske substitucije (kloriranja oz. bromiranja) do monohalogeniranih organskih produktov; v shemi ustrezno predstavi reaktante, produkte in reakcijske pogoje;
- napiše formule oz. imena preprostih nenasičenih alifatskih ogljikovodikov;
- pojasni razliko med strukturno izomerijo in stereoizomerijo;
- napiše formule in imena strukturnih izomerov nenasičenih ogljikovodikov;
- pojasni razliko v strukturi ter napiše formule in imena *cis-trans* (geometrijskih) izomerov preprostih alkenov;
- pozna izraze za opredelitev vrste reakcije (adicije) glede na reagent, ki se veže na nenasičeni ogljikovodik;
- napiše reakcijske sheme adicije vodika, halogena, vodikovega halogenida in vode na ogljikovodike z eno multiplo vezjo (upoštevajo Markovnikovo pravilo);
- opiše strukturo benzena (dolžino in moč vezi, kote med vezmi);
- pojasni delokalizacijo π -elektronov;
- na podlagi poznavanja pravil prepozna aromatsko spojino;
- napiše formule oz. imena derivatov benzena;
- pozna izraze za opredelitev vrste reakcije glede na vezano skupino v produktu elektrofilne substitucije;
- napiše reakcijske sheme halogeniranja, alkiliranja, nitriranja, sulfoniranja, in aciliranja benzena do monosubstituiranih produktov, v reakcijskih shemah navede reagente in reakcijske pogoje;
- dopolni večstopenjsko reakcijsko shemo (do tri zaporedne pretvorbe v eni reakcijski shemi), v kateri poveže različne vrste organskih reakcij;
- poimenuje organske spojine v obravnavanih reakcijskih shemah in opredeli vrsto (mehanizem) reakcije.



TERMINI

◦ alifatski ogljikovodik ◦ aren ◦ aromatski ogljikovodik ◦ derivat ◦ elektrofilna adicija ◦ geometrijska izomerija ◦ homologna vrsta ◦ izomerija ◦ nasičeni ogljikovodik ◦ nenasičeni ogljikovodik ◦ ogljikovodik ◦ popolno/nepopolno gorenje ◦ splošna formula ◦ stereoizomerija ◦ delokalizacija π - elektronov ◦ radikalska substitucija ◦ strukturna izomerija ◦ aciliranje ◦ akiliranje ◦ elektrofilna substitucija ◦ halogeniranje ◦ hidriranje ◦ hidrogeniranje ◦ hidrohalogeniranje ◦ Markovnikovo pravilo ◦ nitriranje ◦ reakcijska shema ◦ primarni/sekundarni/terciarni/kvartarni ogljikovi atomi ◦ sulfoniranje

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Vsebina teme predstavlja nadgradnjo vsebin, ki so jih dijaki spoznali v osnovni šoli. Vsebine se nadgrajujejo in poglobljajo (priporočamo ugotavljanje predznanja in ponovitev znanja).

Interes dijakov vzbujamo s poučevanjem v kontekstu – izpostavljamo uporabnost ogljikovodikov kot goriv, topil ipd.

Na začetku obravnave te teme opredelimo ogljikovodike in na podlagi preprostih primerov tudi njihovo delitev (aciklični/ciklični; nasičeni/nenasičeni; alifatski/aromatski). Predstavimo tudi benzen kot osnovnega predstavnika aromatskih ogljikovodikov (arenov). Za različne vrste alifatskih ogljikovodikov (aciklični in monociklični; nasičeni in nenasičeni z eno ali več dvojnimi ali trojnimi vezmi) zapišemo splošne formule.

Opredelimo alkane in homologno vrsto alkanov ter navedemo prvih deset nerazvejanih alkanov (oz. cikloalkanov z do 10 ogljikovimi atomi v molekuli). Zapisujemo formule in poimenujemo razvejane alkane in substituirane cikloalkane, v katerih so na glavno verigo oz. obroč vezane naslednje alkilne skupine: metil, etil, propil in izopropil (propan-2-il). Obravnavamo le spojine, v katerih so na glavno verigo oz. obroč vezane do štiri alkilne skupine.

V formulah nasičenih ogljikovodikov opredelimo vrste ogljikovih atomov (primarni, sekundarni, terciarni, kvartarni).

Opredelimo izomerijo ter opišemo razliko med strukturno izomerijo in stereoizomerijo. Strukturno izomerijo najprej predstavimo na nasičenih acikličnih ogljikovodikih, v nadaljevanju pa še na nenasičenih in cikličnih ogljikovodikih.

Cis-trans (geometrijsko) izomerijo kot podvrsto stereoizomerije obravnavamo le na primerih acikličnih spojin z eno dvojno vezjo. Optično izomerijo kot podvrsto stereoizomerije praviloma obravnavamo kasneje, pred obravnavo ogljikovih hidratov.

Nadaljne delitve strukturne izomerije na verižno, položajno in funkcionalno izomerijo ter *cis-trans* (geometrijske) izomerije na nasičenih cikličnih spojinah na tej stopnji ne obravnavamo.



Na primerih nerazvejanih alkanov povežemo dolžino verige ogljikovih atomov z vreliščem spojine in navedemo agregatna stanja prvih desetih nerazvejanih alkanov pri sobnih pogojih. Na primerih izomernih alkanov povežemo razvejanost verige ogljikovih atomov z vreliščem spojine (vpliv razvejanosti verige ogljikovih atomov na vrelišča primerljivih organskih spojin nato smiselno uporabimo tudi pri drugih vrstah organskih spojin). Primerjamo gostote trdnih in tekočih alkanov z gostoto vode. Ugotavljamo razlike v tvorbi medmolekulskih sil, razlike v polarnosti ogljikovodikov in vode ter sklepamo na slabo topnost ogljikovodikov v vodi.

Zapišemo enačbo popolne oksidacije (popolnega gorenja) ogljikovodikov ter primerjamo produkte, ki nastanejo pri popolnem oz. nepopolnem gorenju. Opišemo nevarnost zastrupitve z ogljikovim monoksidom. Uporabo fosilnih goriv povežemo z globalnim segrevanjem ozračja in posledicami tega segrevanja na okolje.

Opredelimo radikalsko substitucijo/halogeniranje kot značilno reakcijo nasičenih ogljikovodikov in jo predstavimo z zapisom reakcijske sheme kloriranja ali bromiranja nasičenega ogljikovodika do monohalogeniranih organskih produktov. Organske produkte poimenujemo, v reakcijski shemi pa navedemo tudi reakcijski pogoj (svetlobo oz. segrevanje). Uporabljamo primere, v katerih nastanejo različni organski produkti (strukturni izomeri).

Opredelimo alkene in alkine kot nenasičene alifatske ogljikovodike. Zapisujemo formule ter poimenujemo alkene in alkine ter cikloalkene z do osmimi ogljikovimi atomi v glavni verigi oz. obroču (cikloalkene predstavimo zgolj informativno). Obravnavamo samo spojine, v katerih sta največ dve enaki multipli vezi, oz. spojine, v katerih so na glavno verigo oz. obroč vezane naslednje skupine: metil, etil, propil in izopropil (propan-2-il).

Opredelimo elektrofilno adicijo (adicija vodika poteka po drugačnem mehanizmu) kot značilno reakcijo nenasičenih ogljikovodikov in predstavimo to reakcijo z zapisom reakcijske sheme adicije vodika, halogena (klora in broma), vodikovega halogenida (vodikovega klorida in vodikovega bromida) in vode na ogljikovodike z eno multiplo vezjo (hidrogeniranje, kloriranje, bromiranje, hidrokloriranje, hidrobromiranje, hidriranje). Pri adiciji vodika in vode navajamo tudi katalizator (npr. Pt, Pd, Ni za hidrogeniranje oz. H^+ , H_3O^+ , H_2SO_4 za hidriranje). Pri adiciji vode oz. vodikovega halogenida uporabljamo primere, v katerih pojasnimo upoštevanje Markovnikovega pravila. Organske produkte tudi poimenujemo. Adicije na konjugirane diene na tej stopnji ne obravnavamo.

Predstavimo strukturo benzena in uporabljamo izkustvena pravila za prepoznavanje aromatskih ogljikovodikov. Heterociklične aromatske spojine in nebenzenoidne aromatske spojine navedemo zgolj informativno (ne ocenjujemo). Zapisujemo formule in poimenujemo derivate benzena, v katerih so na benzenov obroč vezane največ tri (enake ali različne) substituentne skupine. Z uporabo predpon navajamo naslednje substituentne skupine: metil, etil, propil, izopropil (propan-2-il), fluoro, kloro, bromo, jodo, amino, nitro, hidroksi, metoksi in etoksi. Poimenovanje disubstituiranih benzenov s črkovnimi oznakami (*orto*, *meta*, *para*) navedemo le informativno (ne ocenjujemo). Zapisujemo formule in poimenujemo derivate benzena, v katerih naslednje substituentne skupine spremenijo osnovo imena oz. končnico: $-CH_3$, $-NH_2$, $-OH$, $-CHO$, $-COOH$, $-SO_3H$ (toluen, anilin, fenol, benzaldehid, benzojska kislina, benzensulfonska kislina). Pri poimenovanju monosubstituiranih alkilbenzenov pojasnimo uporabo predpone fenil in uporabo kratice Ph v zapisu formule spojine.

Opredelimo elektrofilno substitucijo kot značilno reakcijo aromatskih spojin in jo predstavimo z zapisom reakcijske sheme nitriranja, sulfoniranja, kloriranja in bromiranja, alkiliranja in aciliranja benzena do monosubstituiranih produktov. V reakcijskih shemah navedemo reagente in reakcijske pogoje ter poimenujemo produkte teh reakcij.

Elektrofilne substitucije na substituirane benzene (usmerjanja skupin pri elektrofilni substituciji) in oksidacije alkilbenzenov do benzojske kisline ne obravnavamo.

Izbirna znanja vključujejo povezovanje obravnavanih reakcij v tej temi (radikalna substitucija na alkane, elektrofilna substitucija na benzen in adicija na nenasičene spojine) v večstopenjske reakcijske sheme (do največ tri zaporedne reakcije). Dane reakcijske sheme dopolnjujemo s formulami glavnih (organskih) produktov, reagenti oz. reakcijskimi pogoji. Organske spojine v teh shemah poimenujemo in opredelimo vrste (mehanizme) reakcij. V reakcijskih shemah praviloma ne zapisujemo stranskih produktov.

Pri tej temi naj bosta v ospredju eksperimentalno delo in delo z modeli tudi v obliki sodelovalnega učenja z vrstniško povratno informacijo, kot na primer:

- skupina dobi racionalne ali skeletne formule različnih ogljikovodikov in jih poimenuje in/ali obratno na podlagi imena napiše racionalno in skeletno formulo; skupine izmenjajo rešitve za medvrstniško povratno informacijo (skupine preverijo odgovore in razpravljajo o pravih poimenovanjih);
- skupine sestavijo čim več strukturnih izomerov dane molekulske formule (npr. C_7H_{16}) in dijaki nato preverijo, ali so ustvarili vse možne izomere; pri tem lahko uporabijo molekulske modele ali digitalna orodja;
- skupina dobi nalogo raziskati določeni vidik vpliva ogljikovodikov na okolje (npr. onesnaženje zraka, vplivi uporabe plastike na okolje, izčrpavanje fosilnih goriv) in pripraviti kratko predstavitev ali plakat; skupine svoje ugotovitve predstavijo razredu, sledita razprava in ocenjevanje trajnostnih rešitev;
- vsaka skupina dobi nalogo napisati reakcijske sheme za adicijo, substitucijo ali gorenje določenega ogljikovodika; skupine se izmenjujejo in preverjajo pravilnost enačb drugih skupin;
- eksperiment – identifikacija neznane spojine: skupine dobijo različne vzorce ogljikovodikov (nasičene, nenasičene) in jih analizirajo z določenimi kemijskimi testi (npr. reakcija z bromovico, gorenje); njihova naloga je določiti, kateri tip ogljikovodika vsebuje njihov vzorec.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- gorenje ogljikovodikov – primerjava popolnega in nepopolnega gorenja;
- frakcionirana destilacija ogljikovodikov;
- primerjava gostote tekočih alkanov z gostoto vode in primerjava njihove topnosti v vodi oz. nepolarnih topilih (priporočeno za izvedbo laboratorijske vaje);
- adicija broma na nenasičeno spojino;
- PhET simulacije – molekularne strukture in reakcije, Filter - PhET Simulations (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/es6qh2i>) (simulacija gradnje molekul ogljikovodikov in modeliranje kemijskih reakcij);
- MolView – spletno modeliranje molekul, MolView (<https://molview.org/>) (omogoča 3D vizualizacijo in preizkušanje strukturnih izomerov);

- ChemCollective – virtualni kemijski laboratorij, ChemCollective: Virtual Labs (<https://chemcollective.org/vlabs>) simulacije organskih reakcij, kot sta gorenje in adicija;
- Khan Academy – ogljikovodiki in organske reakcije, Organic chemistry | Science | Khan Academy (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/kphs447>) (razlage in video predavanja o ogljikovodikih, izomeriji in reakcijah);
- RSC Learn Chemistry – interaktivne učne aktivnosti, Search | RSC Education (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/xehdwkf>) (vaje za razumevanje strukturne izomerije in stereoizomerije ter reakcij ogljikovodikov);
- inženirski pristop: premostitev vrzeli v obnovljivih virih energije: alkanski viri, <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/m3r45nm>.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *ogljikvodiki* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (2.4.3.1) **SC** (3.2.4.2) **SC** (4.1.3.1) **SC** (4.3.1.1) **SC** (5.3.4.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Trajnostni razvoj	Ukrepanje za trajnostnost	Individualna iniciativa	SC (2.4.3.1) SC (3.2.4.2) SC (4.1.3.1) SC (4.3.1.1) SC (5.3.4.1)
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (2.4.3.1) – Se zaveda lastnega potenciala in odgovornosti za trajnostno delovanje in ukrepanje na individualni, kolektivni in politični ravni.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Upravljanje s podatki, informacijami in digitalnimi vsebinami	SC (3.2.4.2) – Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje svojega zdravja in zdravja drugih.
Digitalna kompetentnost	Ustvarjanje digitalnih vsebin	Razvoj digitalnih vsebin	SC (4.1.3.1) – Podatke zbira, obdeluje, prikazuje in shranjuje na najustreznejša mesta (trdi disk, oblak, USB itd.) tako, da jih zna kasneje tudi najti.
Podjetnost	K dejanjem	Sodelovanje	SC (4.3.1.1) – Ustvarja in ureja digitalne vsebine v različnih formatih.
			SC (5.3.4.1) – Sodeluje z različnimi posamezniki ali skupinami.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1 (naravoslovnostnanstveno razlaganje pojavov, posebej podgradnik NP 1.4 - prepoznavna in razlaga možno uporabo ter vplive in posledice naravoslovnega znanja za posameznika, družbo, naravo in okolje), NP 2 (naravoslovnostnanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov) in NP 3 (odnos do naravoslovja).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

HALOGENIRANI OGLJIKOVODIKI

OBVEZNO

OPIS TEME

V temi *halogenirani ogljikovodiki* obravnavamo preproste derivate ogljikovodikov. Spoznamo preproste halogenirane ogljikovodike, njihovo uporabo, fizikalne lastnosti, vpliv na okolje in uporabljamo pravila IUPAC za njihovo poimenovanje. Spoznamo različne pretvorbe halogeniranih ogljikovodikov (substitucija, eliminacija) in jih zapišemo z reakcijskimi shemami. Pri spoznavanju, opisovanju in proučevanju snovi uporabljamo ustrezen kemijski jezik in vizualizacijo.

HALOGENIRANI OGLJIKOVODIKI

CILJI

Dijak:

- : prepozna halogenirane ogljikovodike kot derivate ogljikovodikov in jih razvršča glede na njihovo zgradbo;
- : prepozna alkil halogenide kot nasičene halogenirane ogljikovodike in jih opredeli glede na vrsto ogljikovega atoma;
- : razvija veščine poimenovanja halogeniranih ogljikovodikov z uporabo pravil IUPAC nomenklature;
SC (1.1.2.2)
- l*: primerja fizikalne lastnosti halogeniranih ogljikovodikov (med seboj in z ogljikovodiki), eksperimentalno in z uporabo različnih virov ter upošteva pravila odgovornega in varnega ravnanja;
SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2 | 5.3.5.1)
- : z uporabo različnih virov proučuje uporabo in posledice uporabe halogeniranih ogljikovodikov na okolje;
SC (4.1.1.1)
- : primerja z uporabo podatkov iz virov dolžino oz. energijo vezi (ogljik – ogljik, ogljik – vodik, ogljik – halogen) in iz tega sklepa na reaktivnost halogeniranih ogljikovodikov v primerjavi z ogljikovodiki;
- : proučuje značilnosti nukleofilne substitucije in eliminacije vodikovega halogenida kot značilnih reakcij halogeniranih ogljikovodikov;
- : razvija veščino zapisovanja reakcijske sheme nukleofilne substitucije in eliminacije vodikovega halogenida.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- opredeli halogenirane ogljikovodike kot organske spojine, ki vsebujejo poleg ogljika in vodika še halogen;
- razvrsti nasičeni halogenirani ogljikovodik glede na vrsto ogljikovega atoma, na katerega je vezan halogen (primarni, sekundarni, terciarni);
- napiše formulo halogeniranega ogljikovodika iz imena in obratno;
- pojasni topnost halogeniranih ogljikovodikov v vodi in njihovo gostoto v primerjavi z vodo;
- navede primere uporabe halogeniranih ogljikovodikov in pojasni njihov dolgoročni vpliv na okolje (zmanjševanje koncentracije stratosferskega ozona, nerazgradljivost);
- pojasni razlike v dolžini oz. energiji vezi v halogeniranih ogljikovodikih in jih poveže z njihovo reaktivnostjo;
- opiše potek reakcije nukleofilne substitucije in jo opredeli kot reakcijo, značilno za halogenirane ogljikovodike;
- napiše reakcijske sheme različnih nukleofilnih substitucij na monohalogenirane ogljikovodike (pretvorbe v drugačne halogenirane ogljikovodike, alkohole, etre, nitrile in amine);
- opiše potek reakcije eliminacije vodikovega halogenida (dehidrohalogeniranje) in navede reakcijske pogoje za to reakcijo;
- napiše reakcijsko shemo dehidrohalogeniranja monohalogeniranega ogljikovodika do nenasičene spojine;
- opredeli vpliv reakcijskih pogojev na potek nukleofilne substitucije oz. dehidrohalogeniranja;
- dopolni večstopenjsko reakcijsko shemo (do tri zaporedne pretvorbe v eni reakcijski shemi), v kateri poveže različne vrste organskih reakcij;
- poimenuje organske spojine v obravnavanih reakcijskih shemah in opredeli vrsto (mehanizem) reakcije.

TERMINI

◦ dehidrohalogeniranje ◦ halogeniran ogljikovodik ◦ nukleofilna substitucija ◦ mehanizem reakcije

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Vsebina teme predstavlja nadgradnjo vsebin, ki so jih dijaki spoznali pri obravnavi predhodne teme *ogljikovodiki* (nastanek halogeniranih ogljikovodikov pri različnih pretvorbah ogljikovodikov).

Interes dijakov vzbujamo s poučevanjem v kontekstu – izpostavljammo okoljske probleme (nastanek ozonske luknje), uporabnost halogeniranih ogljikovodikov (npr. snovi v klimatskih napravah) ipd.

Na začetku obravnave te teme opredelimo halogenirane ogljikovodike ter utrdimo zapis formul in poimenovanja teh spojin. Zapisujemo formule in poimenujemo halogenirane nasičene in nenasičene ogljikovodike, v katerih so na glavno verigo oz. obroč (do 10 ogljikovih atomov v glavni verigi ali obroču) vezane poleg atomov halogenov še naslednje alkilne skupine: metil, etil, propil in izopropil (propan-2-il). Obravnavamo le spojine, v katerih so na glavno verigo oz. obroč vezane do štiri substituentne skupine.

Halogenirane ogljikovodike prednostno poimenujemo s substitutivno nomenklaturu (npr. 1-fluoropropan), bolj preproste spojine pa tudi z nomenklaturu funkcionalnih razredov (npr. propil fluorid). Nasičene halogenirane ogljikovodike razvrstimo na primarne, sekundarne in terciarne.

Pri obravnavi fizikalnih lastnosti halogeniranih ogljikovodikov na podlagi strukture teh spojin in prevladujočih medmolekulskih sil (ponovitev medmolekulskih sil in navezovanje na temo *povezovanje delcev/gradnikov*) primerjamo spojine po vreliščih (primerjava vrelišč halogeniranih ogljikovodikov med seboj in z vrelišči primerljivih ogljikovodikov) in topnosti v vodi. Pri tem utrjujemo zapis formul in imen teh spojin.

Navedemo škodljivi dolgoročni vpliv uporabljenih halogeniranih ogljikovodikov na okolje in izpostavimo vpliv freonov na zmanjševanje koncentracije stratosferskega ozona. Mehanizem delovanja fluorokloroogljikov na ozon navedemo zgolj informativno (ne ocenjujemo).

Primerjamo dolžino oz. moč (energijo) vezi med ogljikom in halogenom v halogeniranih ogljikovodikih (podatke poiščemo v literaturi) in na podlagi te vrednosti pojasnimo razlike v reaktivnosti.

Pretvorbe halogenoalkanov predstavimo z zapisom reakcijskih shem. Obravnavamo naslednji reakciji:

- pretvorba monohalogeniranega alkana v drugačne halogenoalkane, alkohole, etre, nitrile in amine (nukleofilna substitucija);
- pretvorba monohalogeniranega alkana v alken (eliminacija vodikovega halogenida – dehidrohalogeniranje).

Pri reakciji monohalogeniranega alkana z močno bazo, ki lahko poteče bodisi kot nukleofilna substitucija bodisi kot dehidrohalogeniranje, pojasnimo vpliv reakcijskih pogojev na potek reakcije.

Organske produkte opisanih reakcij tudi poimenujemo. Amine prednostno poimenujemo s substitutivno nomenklaturu (npr. propan-2-amin). Preproste alkohole in etre, ki nastanejo pri obravnavanih nukleofilnih substitucijah, poimenujemo že pri tej temi, njihovo poimenovanje pa utrdimo pri obravnavi teme *organske kisikove spojine*. Nitrile poimenujemo zgolj informativno (ne ocenjujemo).

Izbirna znanja vključujejo povezovanje obravnavanih reakcij pri tej temi in temi *ogljikovodiki* v večstopenjske reakcijske sheme (do največ tri zaporedne reakcije). Dane reakcijske sheme dopolnjujemo s formulami glavnih (organskih) produktov, reagenti oz. reakcijskimi pogoji. Organske spojine v teh shemah poimenujemo in opredelimo vrste (mehanizme) reakcij. V reakcijskih shemah praviloma ne zapisujemo stranskih produktov.

Pouk naj čim bolj temelji na učenju z raziskovanjem, eksperimentiranjem in povezovanju teorije s praktičnimi primeri, kot na primer:

- dijaki v obliki sodelovalnega učenja raziskujejo uporabo halogeniranih ogljikovodikov in posledice njihove uporabe na okolje in zdravje (npr. teflon, freoni, halogenirane organske spojine za anestezijo), vsak član skupine raziskuje določeno področje (lastnosti, uporaba, vpliv na okolje, kemijske reakcije); pripravijo plakate ali kratke predstavitve o določeni spojini (npr. freoni, DDT, kloroform) in njenem vplivu;
- spodbudimo razpravo o škodljivosti freonov in ozonski luknji ter kritično mišljenje o odgovorni uporabi kemikalij;
- dijaki dobijo kartice/izročke z imeni ali strukturnimi formulami različnih halogeniranih ogljikovodikov, razvrstijo jih glede na zgradbo, jih poimenujejo po pravilih IUPAC, v bazah podatkov preverijo pravilnost imena in raziščejo njihove lastnosti, primere uporabe, vpliv na okolje in zdravje;
- modeliranje zgradbe halogeniranih ogljikovodikov in njihovih reakcij: dijaki s fizičnimi modeli in/ali spletnimi orodji za modeliranje molekul in kemijskih reakcij prikažejo reakcije substitucije in eliminacije; napišejo reakcijske sheme in določijo glavne in stranske produkte reakcij;
- dijaki samostojno ali v parih izvajajo eksperimente, po eksperimentu razpravljajo o opažanjih in zapišejo reakcijske sheme, interpretirajo pridobljene podatke in jih povežejo s teorijo.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- topnost tekočih halogenoalkanov in primerjava njihove gostote z gostoto vode;
- reakcija srebrovega nitrata s halogeniranimi ogljikovodiki (identifikacija halogenov): raztopini halogeniranih ogljikovodikov v etanolu dodamo raztopino AgNO_3 in opazujemo obarjanje; primerjamo barve nastalih oborin: AgCl (bela), AgBr (krem/rumena), AgI (rumena); substitucijska reakcija alkilhalogenida z NaOH ;
- eliminacija vodikovega halogenida (dehidrohalogeniranje): 2-bromopropan s koncentrirano raztopino KOH v etanolu.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *halogenirani ogljikovodiki* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (1.1.2.2) **SC** (3.2.4.1) **SC** (3.2.4.2) **SC** (4.1.1.1) **SC** (5.3.5.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici:

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (3.2.4.1) – Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	SC (3.2.4.2) – Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje svojega zdravja in zdravja drugih.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	SC (5.3.5.1) – Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1 (naravoslovnoznanstveno razlaganje pojavov, posebej podgradnik NP 1.4 - prepoznavna in razlaga možno uporabo ter vplive in posledice naravoslovnega znanja za posameznika, družbo, naravo in okolje), NP 2 (naravoslovnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov) in NP 3 (odnos do naravoslovja).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarskenaloge in njihove predstavitve.





ORGANSKE KISIKOVE SPOJINE

OBVEZNO

OPIS TEME

V tej temi obravnavamo najbolj pomembne vrste organskih kisikovih spojin. Spoznamo kisikove funkcionalne skupine, primere organskih kisikovih spojin, njihovo uporabo, fizikalne lastnosti in uporabljamo pravila IUPAC za njihovo poimenovanje. Spoznamo različne pretvorbe organskih kisikovih spojin (dehidriranje, oksidacija, redukcija) in jih zapišemo z reakcijskimi shemami. Nadgradimo osnovnošolsko znanje o ogljikovih hidratih in lipidih/maščobah. Pri spoznavanju, opisovanju in proučevanju snovi uporabljamo ustrezen kemijski jezik in vizualizacijo.

ORGANSKE KISIKOVE SPOJINE

CILJI

Dijak:

- : nadgrajuje poznavanje osnovnih vrst organskih kisikovih spojin, njihove funkcionalne skupine ter jih ustrezno poimenuje;
- : razvija veščino poimenovanja alkoholov, etrov, ketonov, aldehydov, karboksilnih kislin, estrov in amidov z uporabo pravil IUPAC nomenklature;
SC (1.1.2.2)
- : razvija veščino zapisovanja (tudi z uporabo digitalne tehnologije) racionalnih ali skeletnih formul različnih strukturnih izomerov organskih kisikovih spojin;
SC (4.3.1.1)
- : eksperimentalno in z uporabo različnih virov proučuje odvisnost vrelišča in topnosti organske kisikove spojine v vodi od njene strukture;
SC (5.3.5.1)
- : utrjuje in nadgrajuje poznavanje reakcije nastanka etanola z alkoholnim vrenjem in adicijo vode na eten;
- : razvršča alkohole glede na vrsto ogljikovega atoma ter razlikuje med alkoholi in fenoli;
- : spoznava značilne reakcije alkoholov (eliminacija vode, substitucija, oksidacija);
- : utrjuje in nadgrajuje znanje o oblikah in stopnjah zasvojenosti z alkoholom ter strategijah, kako se jim izogniti oz. jih preprečiti z zdravim življenjskim slogom;
SC (3.2.5.1)
- : prepozna karbonilno skupino kot funkcionalno skupino aldehydov/ketonov in njen nastanek povezuje z oksidacijo alkoholov;



- : spoznava značilne pretvorbe karbonilnih spojin;
- : z uporabo različnih digitalnih virov proučuje posledice uporabe aldehydov in ketonov na okolje;
SC (4.1.1.1 | 1.1.4.1)
- : spoznava značilne reakcije pridobivanja karboksilnih kislin, estrov in amidov ter njihovih pretvorb;
- : z različnimi viri proučuje uporabo preprostih karboksilnih kislin/estrov;
SC (1.1.4.1 | 4.1.1.1)
- : prepoznavna optično izomerijo kot podvrsto stereoizomerije;
- : uporablja stereokemijsko (perspektivno) in Fischerjevo projekcijsko formulo za predstavitev spojin z enim centrom kiralnosti;
- : prepoznavna ogljikove hidrate kot spojine, ki vsebujejo hidroksilne in karbonilne funkcionalne skupine, in jih razvršča po različnih kriterijih;
- : spoznava Haworthovo projekcijsko formulo in Fischerjevo projekcijsko formulo za predstavitev strukture ogljikovih hidratov;
- : spoznava povezovanje monosaharidnih enot v molekulah sestavljenih ogljikovih hidratov (glikozidna vez);
- : sklepa na produkte hidrolize naravnih polisaharidov in uporablja jodovico za eksperimentalni dokaz prisotnosti škroba v različnih snoveh;
- : z uporabo različnih virov proučuje vire, uporabo in pomen ogljikovih hidratov v prehrani, življenju in okolju, oblikuje pozitiven odnos do hrane in razvija navade zdravega prehranjevanja;
SC (3.2.2.1 | 3.2.2.2 | 3.2.2.3 | 1.1.4.1)
- l: spoznava razliko med anomeroma v Haworthovi projekcijski formuli (M);*
- : prepoznavna estrsko funkcionalno skupino v trigliceridih in voskih ter jih opredeljuje kot predstavnike lipidov;
- : eksperimentalno in z uporabo različnih virov proučuje maščobe (viri, delitev, lastnosti, kvarjenje, pomen maščob v prehrani, življenju, okolju);
SC (3.2.2.1 | 5.3.5.1 | 3.2.4.1)
- : spoznava reakcije hidrogeniranja in bazične hidrolize maščob;
- : primerja zgradbo, delovanje, uporabo mil in detergentov, proučuje njihove vplive na okolje in načine za odgovorno, trajnostno ravnanje z njimi.
SC (2.4.3.1)



STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- opredeli funkcionalno skupino za posamezno vrsto organskih kisikovih spojin in jih imenuje (hidroksilna, etrska, karbonilna, karboksilna, estrska, amidna);
- iz ustreznega zapisa (formule) prepozna spojino kot alkohol, eter, aldehid, keton, karboksilno kislino, ester in amid;
- napiše formule oz. imena preprostih alkoholov; prednostno uporablja poimenovanje s substitutivno nomenklaturu, za enostavnejše alkohole pa tudi poimenovanje po nomenklaturi funkcionalnih razredov;
- napiše formule oz. imena preprostih etrov; prednostno uporablja poimenovanje s substitutivno nomenklaturu, za enostavnejše etre pa tudi poimenovanje po nomenklaturi funkcionalnih razredov;
- napiše formule oz. imena preprostih ketonov; prednostno uporablja poimenovanje s substitutivno nomenklaturu, za enostavnejše ketone pa tudi poimenovanje po nomenklaturi funkcionalnih razredov;
- napiše formule oz. imena preprostih aldehydov, karboksilnih kislin, estrov in amidov;
- iz dane molekulske formule predvidi različne strukturne izomere organskih kisikovih spojin; preproste izomere tudi poimenuje;
- opredeli prevladujoče medmolekulske sile med molekulami organskih spojin in pojasni vpliv teh sil na vrelišča in topnost organskih spojin v vodi;
- razporedi primerljive organske spojine po vreliščih;
- razporedi primerljive organske spojine po topnosti v vodi;
- napiše enačbo alkoholnega vrenja in ga pojasni;
- navede uporabo etanola in vplive na zdravje ob prekomernem kratkoročnem oz. dolgoročnem uživanju alkoholnih pijač;
- razlikuje med zgradbo alkoholov in fenolov;
- razlikuje med zgradbo primarnih, sekundarnih in terciarnih alkoholov;
- napiše reakcijske sheme pretvorbe alkoholov z eliminacijo vode v alkene;
- napiše reakcijske sheme pretvorbe alkoholov v etre (dehidriranje alkoholov, nukleofilna substitucija halogenoalkanov);
- napiše reakcijske sheme oksidacije primarnih in sekundarnih alkoholov z močnimi oksidanti;
- napiše reakcijsko shemo pretvorbe alkohola v monohalogeniran ogljikovodik;
- razlikuje med zgradbo aldehydov in ketonov;
- razloži nastanek aldehydov in ketonov s postopno oksidacijo alkoholov;

- napiše reakcijske sheme oksidacije aldehydov z močnimi oksidanti ter redukcije karbonilnih spojin z močnimi reducenti;
- razlikuje med aldehydi in ketoni s Tollensovo in Fehlingovo reakcijo;
- navede primere uporabe aldehydov in ketonov ter pojasni njihov vpliv na življenje in okolje (organska topila (formaldehid), lepila, arome, dišave idr.);
- napiše enačbe reakcij karboksilnih kislin z močno bazo in natrijevim hidrogenkarbonatom;
- napiše reakcijske sheme nastanka karboksilne kisline iz drugih organskih kisikovih spojin z močnimi oksidanti;
- napiše reakcijske sheme redukcije karboksilne kisline;
- **opredeli estre in amide kot derivate karboksilnih kislin;**
- napiše reakcijsko shemo nastanka estra in amida iz karboksilne kisline;
- napiše reakcijsko shemo redukcije estra z močnimi reducenti ter kisle in bazične hidrolize estra;
- napiše reakcijsko shemo nastanka amida iz karboksilne kisline;
- navede primere uporabe preprostih karboksilnih kislin/estrov in pojasni njihov vpliv na življenje in okolje (konzerviranje, čistila, topila);
- *dopolni večstopenjsko reakcijsko shemo (do tri zaporedne pretvorbe v eni reakcijski shemi), v kateri poveže različne vrste organskih reakcij (M);*
- poimenuje organske spojine v obravnavanih reakcijskih shemah in opredeli vrsto (mehanizem) reakcije;
- **opredeli kiralnost spojine, optično izomerijo in centre kiralnosti ter pojasni razliko v zgradbi optičnih izomerov,**
- označi centre kiralnosti v formuli organske spojine in iz števila centrov kiralnosti sklepa na število optičnih izomerov;
- opredeli enantiomera ter opiše, v čem sta si enaka in v čem se razlikujeta;
- s stereokemijsko (perspektivno) formulo in Fischerjevo projekcijsko formulo predstavi enantiomera z enim centrom kiralnosti;
- **opredeli ogljikove hidrate in pojasni delitev ogljikovih hidratov glede na število monosaharidnih enot – preprosti in sestavljeni ogljikovi hidrati;**
- navede bolj znane primere ogljikovih hidratov, jih uvrsti v ustrezno skupino in pojasni njihov pomen;
- napiše poenostavljeno enačbo fotosinteze in pojasni njen pomen za življenje;
- pojasni razliko med Fischerjevo in Haworthovo projekcijsko formulo monosaharidov;



- pojasni strukturo monosaharidov in njihovo delitev; iz dane Fischerjeve ali Haworthove projekcijske formule monosaharida opredeli monosaharid glede na število ogljikovih atomov v molekuli (heksoza, pentoza) oz. glede na vrsto karbonilne skupine (aldoza/ketoza);
- iz dane Haworthove projekcijske formule monosaharida opredeli monosaharid glede na število atomov v obroču (furanosa/piranoza);
- v Fischerjevi projekcijski formuli monosaharida označi centre kiralnosti, ugotovi število možnih optičnih izomerov in navede stereodeskriptor za oznako relativne konfiguracije (D/L);
- ve, da v naravi prevladujejo D-monosaharidi;
- napiše Fischerjevo projekcijsko formulo enantiomera danega monosaharida;
- v Haworthovi projekcijski formuli D-monosaharida označi centre kiralnosti, anomerni ogljikov atom, pojasni razliko med anomeroma in navajanje grških črk α oz. β v imenih ogljikovih hidratov (M);
- **opredeli monosaharidni enoti v saharozi in napiše molekulsko formulo te spojine;**
- opiše povezovanje monosaharidnih enot v molekulah sestavljenih ogljikovih hidratov (glikozidna vez);
- prepozna Haworthovo projekcijsko formulo oligosaharida in delitev oligosaharidov glede na število monosaharidnih enot;
- prepozna Haworthovo projekcijsko formulo polisaharida;
- pojasni razlike v načinu povezovanja monosaharidnih enot v izbranih primerih naravnih polisaharidov (amiloza in amilopektin v škrobu, glikogen, celuloza);
- **opredeli produkt hidrolize naravnih polisaharidov;**
- **opiše dokaz škroba z jodovico;**
- navede primere ogljikovih hidratov in pojasni njihov pomen v prehrani, življenju in okolju;
- **opredeli lipide, trigliceride in voske;**
- pojasni strukturo trigliceridov (triacilglicerolov) in voskov (kisikova funkcionalna skupina, vezani alkohol, vezane nasičene in *cis*-nenasičene maščobne kisline);
- **opredeli izraz omega-nenasičene maščobne kisline;**
- **opiše delitev maščob glede na izvor in glede na agregatno stanje;**
- **opredeli osnovne fizikalne lastnosti trigliceridov (topnost v vodi, gostota) in agregatno stanje glede na naravo vezanih maščobnih kislin;**
- **opiše pomen maščob v prehrani;**
- navede dejavnike, ki povzročijo kvarjenje maščob (žarkost);
- **opiše pomen hidrogeniranja maščob;**
- *napiše reakcijsko shemo nastanka mila z bazično hidrolizo triglicerida;*



- opredeli strukturo mila in pojasni delovanje mila kot pralnega sredstva;
- pojasni razliko med milom in detergentom.

TERMINI

◦ aldehid ◦ alkoholno vrenje ◦ amid ◦ amilopektin ◦ amiloza ◦ celuloza ◦ ester ◦ eter ◦ fenol
 ◦ Fischerjeva projekcijska formula ◦ funkcionalna skupina ◦ glikozidna vez ◦ Haworthova projekcijska formula
 ◦ hidrogeniranje ◦ karboksilna kislina ◦ karboksilna skupina ◦ karbonilna skupina ◦ keton ◦ kiralna spojina
 ◦ kvarjenje maščob ◦ lipid ◦ maščoba ◦ maščobna kislina ◦ ogljikov hidrat ◦ optična izomerija ◦ triglicerid
 ◦ vosek ◦ ω – nenasičena maščobna kislina ◦ alkohol ◦ etrska skupina ◦ estrska skupina ◦ hidroksilna skupina
 ◦ center kiralnosti ◦ primarni/sekundarni/terciarni alkohol ◦ dehidriranje ◦ oksidacija ◦ redukcija
 ◦ Tollensova reakcija ◦ Fehlingova reakcija ◦ hidroliza ◦ fotosinteza ◦ monosaharid ◦ disaharid
 ◦ oligosaharid ◦ polisaharid ◦ aldoza ◦ ketoza ◦ piranoza ◦ glukoza ◦ fruktoza ◦ stereodeskriptor
 ◦ relativna konfiguracija ◦ enantiomera ◦ anomera ◦ anomerni ogljikov atom ◦ saharoza ◦ škrob ◦ glikogen
 ◦ glicerol ◦ milo ◦ detergent

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Vsebina teme predstavlja nadgradnjo vsebin, ki so jih dijaki spoznali v osnovni šoli. Vsebine se nadgrajujejo in poglobljajo (priporočamo ugotavljanje predznanja in ponovitev znanja). Interes dijakov vzbujamo s poučevanjem v kontekstu – izpostavljamo uporabnost bolj znanih organskih kisikovih spojin (npr. etanol, etandiol, glicerol, očetna in mravljična kislina, aceton, različni estri, preprosti ogljikovi hidrati) oz. spojin, ki so npr. navedene na embalaži različnih kozmetičnih izdelkov, prehranskih dopolnil.

Začetne ure v tej temi so namenjene pregledu organskih kisikovih spojin (opredelitev značilne funkcionalne skupine ter formule in poimenovanje spojin). Obravnavamo alkohole, fenole, etre, aldehide, ketone, karboksilne kisline, estre in amide. Pri poimenovanju organskih kisikovih spojin obravnavamo spojine, ki imajo samo eno končnico v imenu in do največ 10 ogljikovih atomov v osnovni verigi ali obroču. Obravnavamo samo spojine, v katerih s predponami navajamo alkilne skupine metil, etil, propil in izopropil (propan-2-il) ter skupino fenil. Obravnavamo samo spojine, v katerih so na glavno verigo oz. obroč vezane do štiri alkilne skupine. Pri alifatskih kisikovih spojinah obravnavamo samo nasičene spojine.

Druga priporočila pri obravnavi strukture in poimenovanja organskih kisikovih spojin:

- alkohole prednostno poimenujemo s substitutivno nomenklaturjo (npr. propan-1-ol), bolj preproste alkohole pa tudi z nomenklaturjo funkcionalnih razredov (npr. etil alkohol). Alkohole razvrstimo na primarne, sekundarne in terciarne (primerjamo s podobno razvrstitvijo obravnavanih halogeniranih alkanov) ter predstavimo razliko med alkoholi in fenoli. Za propan-1,2,3-triol navedemo tudi ime glicerol. Obravnavamo zgolj alkohole in fenole, ki vsebujejo do tri hidroksilne skupine;

- etre prednostno poimenujemo s substitutivno nomenklaturu (npr. 1-metoksipropen), bolj preproste etre pa tudi z nomenklaturu funkcionalnih razredov (npr. metil propil eter). Pri substitutivni nomenklaturi uporabimo zgolj predponi metoksi in etoksi;
- aldehide prednostno poimenujemo s substitutivno nomenklaturu. Predstavimo tudi razliko v končnici imen aldehydov, v katerih je karbonylna skupina vezana na obroč. Imeni formaldehyd in acetaldehyd navedemo zgolj informativno (ne ocenjujemo). Obravnavamo zgolj spojine z eno ali dvema karbonylnima skupinama;
- ketone prednostno poimenujemo s substitutivno nomenklaturu (npr. pentan-2-on), bolj preproste ketone pa tudi z nomenklaturu funkcionalnih razredov (npr. metil propil keton). Za najpreprostejši keton navedemo tudi ime aceton. Obravnavamo zgolj spojine z eno ali dvema karbonylnima skupinama;
- karboksilne kisline poimenujemo s substitutivno nomenklaturu. Predstavimo tudi razliko v končnici imen karboksilnih kislin, v katerih je karboksilna skupina vezana na obroč. Za najpreprostejši karboksilni kislino navedemo tudi prednostni IUPAC imeni mravljinčna in očetna kislina. Obravnavamo zgolj spojine z eno ali dvema karboksilnima skupinama;
- estre poimenujemo z nomenklaturu funkcionalnih razredov (npr. metil acetat). Obravnavamo zgolj spojine z eno estrsko skupino (monoestri). Med estri, ki so formalno derivati cikličnih karboksilnih kislin, obravnavamo zgolj estre benzojske kisline (npr. metil benzoat);
- amide prednostno poimenujemo s substitutivno nomenklaturu. Obravnavamo zgolj primarne aciklične amide z eno ali dvema amidnima skupinama;
- poimenovanj ostalih organskih kisikovih spojin ne obravnavamo oz. jih obravnavamo zgolj informativno (ne ocenjujemo), npr. acetanhidrid, acetilsalicilno kislino, paracetamol pri laboratorijski vaji sinteza aspirina/paracetamola.

Razumevanje formul in imen organskih kisikovih spojin utrjujemo z zapisom formul in imen strukturnih izomerov (npr. aceton/propanal/ciklopropanol). Pri obravnavi strukturnih izomerov organskih kisikovih spojin prednostno navajamo spojine, ki jih dijaki lahko poimenujejo. Izraza »funkcionalna izomerija« (kot podvrsto strukturne izomerije) ne uporabljamo.

Pri obravnavi fizikalnih lastnosti organskih spojin (vrelišče in topnost v vodi) na podlagi strukture teh spojin in prevladujočih medmolekulskih sil (ponovitev medmolekulskih sil in navezovanje na temo *povezovanje delcev/gradnikov*) primerjamo spojine po vreliščih in topnosti v vodi. Pri tem utrjujemo zapis formul in imen organskih spojin.

Pretvorbe alkoholov predstavimo z zapisom reakcijskih shem. Obravnavamo naslednje reakcije:

- pretvorba alkohola v alken (eliminacija vode);
- pretvorba alkohola v eter (eliminacija vode – dehidriranje – in nukleofilna substitucija halogenoalkanov);
- pretvorba primarnega alkohola v karboksilno kislino (oksidacija);
- pretvorba sekundarnega alkohola v keton (oksidacija);

- pretvorba alkohola v monohalogenirani ogljikovodik.

Pretvorbe karbonilnih spojin predstavimo z zapisom reakcijskih shem. Obravnavamo naslednje reakcije:

- pretvorba aldehida v karboksilno kislino (oksidacija z močnimi oksidanti ter s Tollensovim in Fehlingovim reagentom);
- pretvorba aldehida v primarni alkohol (redukcija);
- pretvorba ketona v sekundarni alkohol (redukcija).
- Pretvorbe karboksilnih kislin predstavimo z zapisom reakcijskih shem. Obravnavamo naslednje reakcije:
 - pretvorba karboksilne kisline v primarni alkohol (redukcija);
 - pretvorba karboksilne kisline v sol (nevtralizacija z močno bazo ali natrijevim hidrogenkarbonatom);
 - pretvorba karboksilne kisline v ester (neposredna reakcija z alkoholom ali pretvorba karboksilne kisline v kislinski klorid s SOCl_2 in sledeča reakcija z alkoholom);
 - pretvorba karboksilne kisline v amid (neposredna reakcija z amonijakom ali pretvorba karboksilne kisline v kislinski klorid s SOCl_2 in sledeča reakcija z amonijakom).

Pretvorbe estrov predstavimo z zapisom reakcijskih shem. Obravnavamo naslednje reakcije:

- pretvorba estra v alkohol (redukcija);
- pretvorba estra v zmes karboksilne kisline in alkohola (kislá hidroliza);
- pretvorba estra v zmes soli karboksilne kisline in alkohola (bazična hidroliza).

Nukleofilnih adicij na karbonilne spojine, jodoformske reakcije in pretvorb drugih vrst organskih spojin (etrov, amidov, anhidridov, nitrilov) na tej stopnji ne obravnavamo.

Pri pretvorbah organskih kisikovih spojin z oksidacijo navajamo močna oksidanta KMnO_4 in $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (oksidacija primarnih alkoholov poteče do karboksilne kisline), pri pretvorbah z redukcijo pa močni reductent LiAlH_4 (redukcija organskih kisikovih spojin poteče do alkoholov). Informativno lahko redukcijo organskih kisikovih spojin predstavimo tudi kot katalitsko hidrogeniranje z elementarnim vodikom. Smiselno je, da oksidacijo primarnih alkoholov oz. redukcijo karboksilne kisline na začetku obravnave predstavimo kot postopno reakcijo (preko aldehida) ob uporabi močnega oksidanta oz. reductenta pa opozorimo, da se reakcija s temi reagenti ne ustavi na stopnji aldehida. Pri pretvorbah alkoholov v monohalogenirani ogljikovodik navajamo reagent SOCl_2 in raztopine vodikovih halogenidov (brez vodikovega fluorida). Reagent SOCl_2 navajamo tudi pri pretvorbi karboksilne kisline v kislinski klorid.

Izbirna znanja vključujejo povezovanje obravnavanih reakcij v tej temi ter v temah *ogljikovodiki* in *halogenirani ogljikovodiki* v večstopenjske reakcijske sheme (do največ tri zaporedne reakcije). Dane reakcijske sheme dopolnjujemo s formulami glavnih (organskih) produktov, reagenti oz. reakcijskimi pogoji. Organske spojine v teh shemah poimenujemo in opredelimo vrste (mehanizme) reakcij. V reakcijskih shemah praviloma ne zapisujemo stranskih produktov.

Optično izomerijo kot podvrsto stereoizomerije obravnavamo pred ogljikovimi hidrati. Pri obravnavi te teme uporabljamo delo z modeli oz. submikro prikazi (računalniško generirani modeli molekul) ter različne vire. Opredelimo optično izomerijo, kiralnost spojine in center kiralnosti. Ugotavljamo, katere spojine so kiralne. V formulah preprostih organskih spojin označimo centre kiralnosti (z zvezdico) in ugotavljamo število možnih optičnih izomerov (uporabimo formulo 2^n ; ne navajamo primerov mezo spojin).

Opredelimo enantiomera (v čem sta si enaka in v čem se razlikujeta) in na primerih preprostih kiralnih spojin z enim centrom kiralnosti predstavimo oba enantiomera s stereokemijsko (perspektivno) formulo, v kateri pojasnimo prikaz vezi, ki segata iz ravnine papirja. Enantiomera preprostih kiralnih spojin z enim centrom kiralnosti (npr. mlečna kislina oz. 2-hidroksipropanojska kislina) nato prikažemo še s Fischerjevo projekcijsko formulo, s katero vpeljemo označevanje relativne konfiguracije s stereodeskriptorjema D- oz. L-. Optično aktivnost oz. sučnost kiralnih spojin obravnavamo zgolj informativno (ne ocenjujemo).

Pri obravnavi ogljikovih hidratov se navezujemo na znanja, ki jih imajo dijaki iz osnovne šole oz. so jih že pridobili pri obravnavi teh vsebin v gimnaziji (pri biologiji). Opredelimo ogljikove hidrate in njihovo delitev glede na število monosaharidnih enot (preprosti in sestavljeni ogljikovi hidrati; monosaharidi, oligosaharidi in polisaharidi). Za vsako vrsto ogljikovih hidratov navedemo bolj znane primere (glukoza, fruktoza, saharoza, laktoza, celuloza, glikogen ter amiloza in amilopektin v škrobu) in pojasnimo njihov pomen.

Napišemo poenostavljeno enačbo fotosinteze (nastanek heksoze in kisika iz ogljikovega dioksida in vode) in pojasnimo njen pomen za življenje (obravnavamo jo kot snovno in energijsko pretvorbo).

Pojasnimo delitev monosaharidov. Monosaharide najprej prikažemo s Fischerjevo, kasneje pa še s Haworthovo projekcijsko formulo. V Fischerjevi projekcijski formuli monosaharida označimo centre kiralnosti (iz tega sklepamo na možno število optičnih izomerov) in opredelimo monosaharid (glede na število ogljikovih atomov v molekuli, glede na karbonilno skupino in kot D- oz. L-monosaharid). Fischerjevo projekcijsko formulo uporabimo tudi za prikaz enantiomera danega monosaharida. Ob tem navedemo, da v naravi prevladujejo D-monosaharidi. Iz dane Haworthove projekcijske formule monosaharida, v kateri opredelimo furanoze in piranoze, razberemo vrsto monosaharida (glede na število ogljikovih atomov in vrsto karbonilne skupine). S Haworthovo projekcijsko formulo predstavljamo samo D-monosaharide.

Pri reakcijah na monosaharide obravnavamo le oksidacijo s Fehlingovim oz. Tollensovim reagentom (eksperimentalni dokaz).

Zahtevnejše vsebine te teme (označevanje centrov kiralnosti, opredelitev anomerov in označevanje anomernega ogljikovega atoma v Haworthovi projekcijski formuli) obravnavamo kot izbirno vsebino v 4. letniku oz. pri pripravah na maturo. Pretvorbe med Fischerjevo in Haworthovo projekcijsko formulo ne obravnavamo.

Po zaključku obravnave enostavnih ogljikovih hidratov preidemo na sestavljene ogljikove hidrate. S primeri ponazorimo strukture oligosaharidov (poudarek na disaharidih) in polisaharidov. Sestavljene polisaharide predstavljamo s Haworthovimi projekcijskimi formulami. Med oligosaharidi podrobneje obravnavamo zgolj strukturo disaharida saharoze (strukture drugih oligosaharidov pa zgolj informativno –

ne ocenjujemo). Predstavimo monosaharidni enoti (D-glukoza v obliki piranoze in D-fruktoza v obliki furanoze) in njuno povezovanje preko glikozidne vezi.

Pri obravnavi polisaharidov predstavimo različne načine povezovanja enot D-glukoze v izbranih primerih naravnih polisaharidov. Vrsto glikozidne vezi (npr. α -1,4 v amilozi) obravnavamo zgolj informativno (ne ocenjujemo). Izvedemo dokaz škroba z jodovico (poznavanje te reakcije iz osnovne šole).

Opredelimo lipide ter trigliceride (triacilglicerole) in voske kot značilne predstavnike lipidov. Steroidov ne obravnavamo.

Predstavimo strukture trigliceridov in voskov. Iz njihovih struktur razberemo kislikovo funkcionalno skupino ter vezane alkohole in maščobne kisline. Maščobne kisline opredelimo kot nasičene oz. nenasičene. Ob tem navedemo, da v naravi med nenasičenimi maščobnimi kislinami prevladujejo spojine s *cis*-konfiguracijo ob dvojni vezi. Opredelimo omega-nenasičene maščobne kisline in povežemo vsebnost maščobnih kislin z agregatnim stanjem maščobe. Opišemo osnovne fizikalne lastnosti trigliceridov (topnost v vodi, gostota). Maščobe razdelimo glede na izvor (rastlinski/živalski) in glede na agregatno stanje (olja/masti) ter opišemo njihov pomen v prehrani. Pojasnimo žarkost maščob in navedemo dejavnike, ki povzročijo njihovo kvarjenje. Opišemo hidrogeniranje maščob in pomen te reakcije.

Predstavimo nastanek mila z bazično hidrolizo preprostega triglicerida. Pojasnimo strukturo mila, delovanje mila kot pralnega sredstva ter razliko med milom in detergentom.

Pri tej temi naj bosta v ospredju eksperimentalno delo in delo z modeli in če je le mogoče izvedba vsaj enega projektnosodelovalnega učenja z vrstniško povratno informacijo, pri katerem dijaki delujejo v majhnih skupinah, načrtujejo in izvajajo eksperimente (npr. oksidacija alkoholov, sinteza estrov, testiranje ogljikovih hidratov, hidroliza lipidov, encimske reakcije). Rezultate analizirajo in vizualizirajo s pomočjo fizičnih molekulskih modelov ter računalniških simulacij. Vsaka skupina pripravi poročilo, predstavitev ali video, pri čemer sošolci podajo medvrstniško povratno informacijo, ki pomaga izboljšati razlago in predstavitev rezultatov. S tem dijaki razvijajo raziskovalne veščine, kritično mišljenje, timsko delo in digitalno kompetentnost, hkrati pa poglobljajo razumevanje kemijskih reakcij in njihove uporabe v življenju.

Nekaj možnih dejavnosti:

- od alkohola do karboksilne kisline – raziskovanje oksidacijskih pretvorb alkoholov v aldehide, ketone in karboksilne kisline ter njihova ponazoritev z eksperimentalnim delom in modeli. Eksperimentalno delo: oksidacija etanola in propanola z KMnO_4 ali $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ter opazovanje sprememb barve in identifikacija produktov; uporaba molekulskih modelov za prikaz strukturnih sprememb pri oksidaciji; uporaba programov (npr. ChemSketch, Avogadro) za vizualizacijo elektronske gostote in vezi v različnih stopnjah oksidacije. Skupine podajo medvrstniško povratno informacijo (načrtovanje, izvedba in interpretacija eksperimentalnih postopkov, natančnost modelov in povezanost eksperimenta z realnim svetom), sledi izboljšava/dopolnitev predstavitev na podlagi povratnih informacij in razprava o industrijskih primerih oksidacij;
- sinteza in analiza estrov – dišave in arome, proučevanje nastanka estrov, njihove strukture in uporabe v parfumeriji ter prehranski industriji. Eksperimentalno delo: sinteza različnih estrov (etil acetat, metil butanoat) z reakcijo alkoholov in karboksilnih kislin ter analiza vonjev; sestavljanje modelov reaktantov in produktov za razumevanje esterifikacije; uporaba računalniško generiranih modelov (s programi, npr.

Molecular Workbench, Avogadro) za prikaz polarnosti in interakcij vodikovih vezi. Skupine podajo predloge za izboljšavo eksperimentalnega postopka in predstavitve modelov. Sledi izboljšava/dopolnitev in predstavitev eksperimenta, modelov in uporabe estrov v industriji;

- organske kisikove spojine v prehrani – raziskovanje ogljikovih hidratov (struktura in reaktivnost ogljikovih hidratov ter njihova vloga v prehrani). Eksperimentalno delo: testiranje prisotnosti sladkorjev v živilih (Benedictov test za redukcijske sladkorje, jodov test za škrob); sestavljanje modelov glukoze, saharoze in škroba za prikaz razlik med mono-, di- in polisaharidi; uporaba 3D vizualizacij z MolView za razumevanje vodikovih vezi in raztapljanja sladkorjev v vodi. Skupine ocenijo interpretacijo eksperimentalnih podatkov in jasno povezavo z modeli. Zaključek: poročilo s primerjavo eksperimentalnih ugotovitev in računalniško generiranih modelov;
- maščobe in njihova kemijska zgradba – razumevanje lipidov. Dijaki raziskujejo kemijsko sestavo, vlogo in kvarjenje maščob skozi eksperimentalno delo, uporabo modelov in prehransko analizo. Eksperimentalno delo: identifikacija nasičenih in nenasičenih maščob (test z bromovico), reakcija umiljenja (priprava mila); analiza oksidativnega in hidrolitičnega kvarjenja maščob (spremembe barve, vonja in kislinkega števila); uporaba modelov – fizičnih modelov (struktura trigliceridov, nenasičenih maščobnih kislin in fosfolipidov), simulacij (npr. MolView, PhET) za vizualizacijo lipidnih dvoslojev in oksidacije maščob. Z uporabo virov za proučevanje pomena maščob v prehrani (primerjava prehranskih virov maščob, razlik med nasičenimi in nenasičenimi maščobami ter njihov vpliv na zdravje, vloga esencialnih maščobnih kislin (omega-3, omega-6) in lipidov pri energijski presnovi) in vidiki kvarjenja maščob (oksidativna žarkost, hidrolitična žarkost (razgradnja trigliceridov v proste maščobne kisline)), zaščita maščob (antioksidanti, pravilno shranjevanje, hidrogeniranje).

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- merjenje spremembe temperature pri izhlapevanju organskih spojin;
- primerjava topnosti alkoholov v vodi;
- primerjava oksidacije alkoholov (primarni, sekundarni, terciarni) s $K_2Cr_2O_7$ v kislem;
- sinteza organske kisikove spojine (preprosti estri, paracetamol, aspirin);
- dokaz aldehydov in monosaharidov s Tollensovo ali Fehlingovo reakcijo;
- hidroliza saharoze;
- dokaz škroba z jodovico;
- dokaz nenasičenosti maščob z bromovico;
- sinteza mila z bazično hidrolizo maščobe;
- identifikacija funkcionalnih skupin; alkoholi: reakcija z natrijem (Na) – sproščanje vodika; aldehidi: Tollensov test (srebrno ogledalo) ali Fehlingov test; karboksilne kisline: reakcija z natrijevim bikarbonatom ($NaHCO_3$) – sproščanje CO_2 ;
- esterifikacija – reakcija očetne kisline in etanola v prisotnosti koncentrirane H_2SO_4 (nastanek etil acetata);

- analiza oksidativne žarkosti maščob s spektrofotometrično metodo (test TBA);
- MolView, 3D vizualizacija molekul alkoholov, aldehydov, ketonov, kislin in estrov, <https://molview.org/>;
- Avogadro, modeliranje molekul in simulacija reakcij, <https://avogadro.cc/>;
- ChemSketch, risanje strukturnih formul in analiza kemijskih lastnosti, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/n72u7m4>;
- PhET Simulations, interaktivne kemijske simulacije za reakcije in vezave, <https://phet.colorado.edu>;
- USDA Food Data Central, analiza prehranske sestave maščob in sladkorjev, <https://fdc.nal.usda.gov/>;
- Reaction Explorer, simulacija kemijskih reakcij (esterifikacija, oksidacija, hidroliza), <http://reactionexplorer.org>;
- Molecular Workbench, modeliranje molekul in interakcij v kemijskih reakcijah, <http://mw.concord.org>.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *organske kisikove spojine* so integrirani naslednji skupni cilji: ^{SC}(1.1.2.2) ^{SC}(1.1.4.1) ^{SC}(2.4.3.1) ^{SC}(3.2.2.1) ^{SC}(3.2.2.2) ^{SC}(3.2.2.3) ^{SC}(3.2.4.1) ^{SC}(3.2.5.1) ^{SC}(4.1.1.1) ^{SC}(4.3.1.1) ^{SC}(5.3.5.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	^{SC} (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Razumevanje pomena branja	^{SC} (1.1.4.1) – Pri vseh predmetih redno bere, izbira raznolika bralna gradiva, jih razume, poglobljeno analizira in kritično vrednoti.
Trajnostni razvoj	Ukrepanje za trajnostnost	Individualna iniciativa	^{SC} (2.4.3.1) – Se zaveda lastnega potenciala in odgovornosti za trajnostno delovanje in ukrepanje na individualni, kolektivni in politični ravni.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Prehrana in prehranjevanje	^{SC} (3.2.2.1) – Razume pomen uravnotežene prehrane.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Prehrana in prehranjevanje	^{SC} (3.2.2.2) – Razvija navade zdravega prehranjevanja.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Prehrana in prehranjevanje	^{SC} (3.2.2.3) – Oblikuje pozitiven odnos do hrane in prehranjevanja.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Varnost	^{SC} (3.2.4.1) – Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Preventiva pred različnimi oblikami zasvojenosti	^{SC} (3.2.5.1) – Usvaja znanje o oblikah in stopnjah zasvojenosti ter strategijah, kako se jim izogniti oz. jih preprečiti z zdravim življenjskim slogom.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	^{SC} (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
Digitalna kompetentnost	Ustvarjanje digitalnih vsebin	Razvoj digitalnih vsebin	^{SC} (4.3.1.1) – Ustvarja in ureja digitalne vsebine v različnih formatih.
Podjetnost	K dejanjem	Izkustveno učenje	^{SC} (5.3.5.1) – Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev.

Dijaki v okviru razvoja digitalnih vsebin (SC 4.3.1.1) ustvarjajo digitalne kemijske pojme, vsebine in procese v obliki infografik, pojmovnih mrež, plakatov in digitalnih interaktivnih predstavitev, video vsebin, podcastov, ... kot na primer:

- ustvarjajo infografike, plakate, vizualne predstavitve kemijskih pojmov, vsebin in procesov pri tem upoštevajo načela digitalne dostopnosti, kot so uporaba berljivih pisav in barvnih kontrastov ter dodajanje alternativnih besedil (ALT) slikam.
- potek eksperimentalnega dela (poleg/namesto pisnega poročila) predstavijo skozi videoposnetke kemijskih eksperimentov, ki jih posnamejo s pomočjo pametnih naprav, jih opremijo s podnapisi in/ali govorno razlago, kar omogoča boljšo dostopnost vsebin in razvoj veščin digitalnega urejanja.
- dijaki soustvarjajo in gradijo na wiki platformah prispevke o kemijskih pojmih, temah ... Dijaki ob tem razvijajo veščine sodelovalnega učenja in kritičnega vrednotenja informacij. Soustvarjanje odprtih digitalnih kemijskih vsebin ima za dijake uporabno vrednost.
- kemijske vsebine izrazijo s snemanjem in ustvarjanju podcastov (znanstvenih pogovorov ali intervjujev) o zanimivih kemijskih pojavih. Na ta način dijaki razvijajo veščine govornega izražanja in digitalnega urejanja zvoka.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti, prav posebej pa gradnik naravoslovnostnanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov (NP2), pri čemer dijak opisuje, načrtuje, izvede in ovrednoti poskuse/raziskave ter predlaga načine naravoslovnostnanstvenega obravnavanja vprašanj ter v različnih prikazih in na več načinov naravoslovnostnanstveno analizira in ovrednoti podatke, trditve in argumente ter povzema ustrezne zaključke.

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.

AMINOKISLINE, PEPTIDI IN BELJAKOVINE

OBVEZNO

OPIS TEME

V tej temi obravnavamo najbolj pomembne vrste organskih dušikovih spojin. Spoznamo strukturo, delitev, Fischerjevo projekcijsko formulo ter kislinsko-bazične lastnosti aminokislin. Spoznamo povezovanje proteinogenih aminokislin v večje molekule – peptide in beljakovine. Pri spoznavanju, opisovanju in proučevanju snovi uporabljamo ustrezen kemijski jezik in vizualizacijo. V temo vsebinsko sodi poimenovanje preprostih proteinogenih aminokislin s sistematičnimi imeni in izvedba ločitve zmesi aminokislin s tankoplastno kromatografijo, kar pa obravnavamo/izvedemo kot laboratorijsko vajo pri pripravah na maturo.

AMINOKISLINE, PEPTIDI IN BELJAKOVINE

CILJI

Dijak:

- O: spozna strukturo proteinogenih aminokislin in njihovo delitev;
 - I: uporablja Fischerjevo projekcijsko formulo za razlago strukture optično aktivnih aminokislin,
 - O: proučuje vpliv aminske in karboksilne skupine na lastnosti aminokislin;
 - I: uporablja pravila IUPAC za sistematično poimenovanje preprostih proteinogenih aminokislin (M);
 - I: izvaja eksperimentalno ločevanje zmesi aminokislin s tankoplastno kromatografijo in uporablja ninhidrinski test za vizualizacijo aminokislin (M);
 - O: spozna reakcijo nastanka peptida in prepozna beljakovine kot polipeptide;
 - O: prepozna aminokisline iz formulskih zapisov peptidov;
 - O: z uporabo različnih virov proučuje pomen beljakovin v prehrani (problematiko nezadostnega oz. prekomernega vnosa v organizem) in denaturacijo beljakovin.
- SC (4.1.1.1 | 3.2.2.1 | 3.2.2.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- napiše splošno formulo in opiše strukturo α -aminokislin (proteinogene aminokisline);
- opredeli esencialne aminokisline in pojasni njihov pomen v prehrani;
- pojasni delitev proteinogenih aminokislin (kisle/nevtralne/bazične; alifatske/aromske; heterociklične);
- napiše Fischerjevo projekcijsko formulo preproste proteinogene aminokisline, označi center kiralnosti in uporabi ustrezni stereodeskriptor za označevanje relativne konfiguracije na α -ogljikovem atomu;
- ve, da v naravi prevladujejo L-aminokisline;
- pojasni kislinsko-bazične lastnosti aminokislin (amfoternost);
- pojasni vpliv pH na strukturo aminokisline (zapis enačbe protolitske reakcije; izoelektrična točka; ion dvojček, zwitterion);
- poveže dipolarno ionsko strukturo aminokisline z njenim agregatnim stanjem;
- imenuje preproste proteinogene aminokisline s sistematičnimi imeni po IUPAC nomenklaturi (M);
- izvede in pojasni kromatografijo zmesi aminokislin (M);
- opredeli peptid in peptidno vez;
- napiše reakcijsko shemo in pojasni nastanek peptida iz aminokislin;
- iz formule peptida ugotovi, katere aminokisline ga sestavljajo;
- opredeli beljakovine/proteine in opiše njihov pomen v prehrani;
- na podlagi eksperimenta pojasni denaturacijo beljakovin.

TERMINI

◦ amfoternost ◦ beljakovina ◦ denaturacija beljakovin ◦ peptid ◦ peptidna vez ◦ polipeptid ◦ proteinogena aminokislina ◦ α -aminokislina ◦ aminokislina ◦ izoelektrična točka ◦ ion dvojček/zwitterion ◦ protein

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Vsebina teme predstavlja nadgradnjo vsebin, ki so jih dijaki spoznali v osnovni šoli. Vsebine se nadgrajujejo in poglobljajo (priporočamo ugotavljanje predznanja in ponovitev znanja).

Interes dijakov vzbujamo s poučevanjem v kontekstu – izpostavljamo pomen aminokislin, peptidov in beljakovin, npr. beljakovine kot vir aminokislin v prehrani, inzulin (peptid) za uravnavanje koncentracije glukoze v krvi, encimi (beljakovine) kot biokatalizatorji, uporaba encimov v pralnih praških. Priporočamo medpredmetno povezavo z biologijo.

Na začetku obravnave te teme opredelimo aminokislino, pojasnimo strukturo (splošna formula, aminska in karboksilna funkcionalna skupina) preprostih proteinogenih α -aminokislin. Opredelimo esencialne aminokislino in njihov pomen v prehrani. Formule neproteinogenih aminokislin ter nesistematična imena (npr. glicin) proteinogenih aminokislin obravnavamo zgolj informativno (ne ocenjujemo). Informativno pojasnimo tudi uporabo tričrkovnih oznak proteinogenih aminokislin (npr. Gly za glicin).

Na primerih pojasnimo delitev proteinogenih aminokislin na kisle/nevtralne/bazične oz. alifatske/aromske oz. heterociklične.

Znanje optične izomerije, ki smo ga uporabili že pri obravnavi monosaharidov, uporabimo pri obravnavi optično aktivnih aminokislin. Ugotovimo, da glicin ni optično aktivna aminokislina (nima centra kiralnosti). V formulah optično aktivnih proteinogenih aminokislin označimo centre kiralnosti, s Fischerjevimi projekcijskimi formulami pa predstavimo optične izomere proteinogenih aminokislin. Pojasnimo uporabo stereodeskriptorja (L- oz. D-) za označevanje relativne konfiguracije na α -ogljikovem atomu. Razlikujemo med enantiomeroma proteinogene aminokislino ter navedemo, da v naravi močno prevladujejo L-aminokislino.

Na podlagi značilnosti aminske in karboksilne skupine predstavimo kislinsko-bazične lastnosti (amfoternost) aminokislino. Prikažemo strukturo aminokislino v izoelektrični točki (ion dvojček, zwitterion) ter pojasnimo protolitske reakcije oz. vpliv pH raztopine na strukturo aminokislino – kationska oblika v zelo kisli raztopini in anionska oblika v zelo bazični raztopini. Pojasnimo pomen izoelektrične točke in povežemo njeno vrednost s strukturo aminokislino (kisle aminokislino, bazične aminokislino). Iz strukture aminokislino sklepamo na njeno agregatno stanje pri sobnih pogojih.

Opredelimo peptide in z reakcijsko shemo ponazorimo nastanek preprostega oligopeptida (dipeptida ali tripeptida) iz proteinogenih aminokislin. V formuli peptida identificiramo nastalo vez (peptidno vez). Peptidno vez lahko obravnavamo kot kovalentno vez, ki nastane pri povezovanju aminokislin, ali kot skupino atomov - CONH-. Ugotavljamo, da lahko s povezovanjem proteinogenih aminokislin dobimo veliko število različnih peptidov (različno zaporedje vezanih aminokislin). Pri tem si lahko pomagamo z uporabo uveljavljenih tričrkovnih kratic (npr. primerjava strukture dipeptidov Gly-Ala in Ala-Gly).

Pri obravnavi peptidov preverjamo sposobnost dijakov, da iz danih formul aminokislin napišejo formulo peptida oz. iz dane formule peptida napišejo formule aminokislin, ki sestavljajo ta peptid (hidroliza peptida).

Razumevanje strukture oligopeptidov nadgradimo z opredelitvijo polipeptidov in beljakovin. Opišemo pomen beljakovin (prehrana, encimi kot biokatalizatorji) in eksperimentalno ponazorimo denaturacijo beljakovin.

Sistematično poimenovanje izbranih proteinogenih aminokislin po nomenklaturi IUPAC obravnavamo kot izbirno vsebino v 4. letniku oz. pri pripravah na maturo. Navajamo formule oz. sistematična imena naslednjih aminokislin: alanin, glicin, izolevcin, levcin, valin, fenilalanin, asparaginska kislina, glutaminska kislina, lizin, serin, treonin. Dijakom ni treba poznati nesistematičnih imen proteinogenih aminokislin. V nižjih letnikih obravnavamo poimenovanje teh spojin zgolj informativno (ne ocenjujemo). V 4. letniku oz. pri pripravah na maturo dijaki izvedejo laboratorijsko vajo ločevanja zmesi aminokislin s tankoplastno kromatografijo, v kateri uporabijo ninhidrinski test za vizualizacijo aminokislin in izračunajo retencijski faktor.

Osnovna znanja o aminih kot najbolj preprostih dušikovih organskih spojinah (derivatih amonijaka) obravnavamo v prejšnjih temah. Medmolekulske sile med molekulami aminov in vpliv teh molekulskih sil na vrelišča aminov obravnavamo v temi *povezovanje delcev/gradnikov*. Amine kot šibke baze (protolitske reakcije, reakcija s kislino) obravnavamo v temi *ravnotežja v vodnih raztopinah*. Nastanek (z nukleofilno substitucijo) in imenovanje preprostih primarnih aminov obravnavamo v temi *halogenirani ogljikovodiki*. Delitve aminov (primarni, sekundarni in terciarni), poimenovanja sekundarnih in terciarnih aminov, primerjave lastnosti aminov z drugimi organskimi spojinami, reakcije nastanka aminov z redukcijo drugih dušikovih spojin ne obravnavamo.

Imenovanje preprostih peptidov s kombinacijo vsebujočih aminokislin (npr. alanilglicin) obravnavamo zgolj informativno (ne ocenjujemo). Elektroforeze kot metode za ločevanje zmesi aminokislin in delitve beljakovin po strukturi oz. obliki (enostavna/sestavljena; primarna/sekundarna/terciarna/kvartarna; fibrilarna/globularna) ne obravnavamo.

Dokazne reakcije beljakovin obravnavamo zgolj informativno (npr. pri laboratorijski vaji), poznavanja teh reakcij pa ne ocenjujemo.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov

- dokazovanje beljakovin s ksantoproteinsko reakcijo oz. biuretsko reakcijo;
- dokazovanje dušika in žvepla v beljakovinah in drugih organskih spojinah;
- denaturacija beljakovin;
- tankoplastna kromatografija zmesi aminokislin in ninhidrinski test (M);
- sinteza dipeptida (glicilalanin);
- merjenje pH aminokislin v različnih raztopinah in analiza titracijskih krivulj;
- ChemSketch – risanje Fischerjevih projekcijskih formul, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/n72u7m4>;
- Avogadro – vizualizacija molekulskih modelov aminokislin, <https://avogadro.cc/>;
- simulacije peptidne sinteze in aminokislinskih reakcij, MolView – interaktivna vizualizacija peptidnih vezi, <https://molview.org/>;
- vizualizacija ločitve aminokislin s TLC, ChemSpider – analiza kemijskih lastnosti aminokislin, <https://www.chemspider.com/>.

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *aminokisline, peptidi in beljakovine* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (3.2.2.1) **SC** (3.2.2.2) **SC** (4.1.1.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Prehrana in prehranjevanje	SC (3.2.2.1) – Razume pomen uravnotežene prehrane.
Zdravje in dobrobit	Telesna dobrobit	Prehrana in prehranjevanje	SC (3.2.2.2) – Razvija navade zdravega prehranjevanja.
Digitalna kompetentnost	Informacijska in podatkovna pismenost	Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	SC (4.1.1.1) – Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1 (naravoslovnoznanstveno razlaganje pojavov, posebej podgradnik NP 1.4 - prepoznavna in razlaga možno uporabo ter vplive in posledice naravoslovnega znanja za posameznika, družbo, naravo in okolje), NP 2 (naravoslovnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov) in NP 3 (odnos do naravoslovja).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitve.



POLIMERI

OBVEZNO

OPIS TEME

V tej temi obravnavamo najbolj pomembne vrste umetnih (plastičnih) mas, ki nastanejo z adicijsko ali s kondenzacijsko polimerizacijo. Spoznamo strukturo umetnih polimerov in jih primerjamo z naravnimi polimeri, ki smo jih že spoznali v prejšnjih poglavjih. Poseben poudarek namenimo obravnavi vpliva umetnih polimerov na okolje, pomenu recikliranja in nadomeščanja z materiali, ki okolje manj obremenjujejo. Pri spoznavanju, opisovanju in proučevanju snovi uporabljamo ustrezen kemijski jezik in vizualizacijo.

POLIMERI

CILJI

Dijak:

- : razlikuje med adicijsko in kondenzacijsko polimerizacijo ter razvršča polimere glede na reakcijo nastanka;
- : nadgrajuje poznavanje primerov umetnih in naravnih adicijskih in kondenzacijskih polimerov ter proučuje njihovo uporabo;
- : proučuje primere polimerov iz domačega okolja in jih z uporabo različnih virov razvršča po različnih kriterijih, ugotavlja njihovo sestavo (monomerno enoto) in lastnosti;
- : sodelovalno proučuje uporabo in vplive različnih sinteznih polimerov na zdravje in okolje (mikroplastika), možnosti recikliranja in nadomeščanja z biorazgradljivimi polimeri ter razvija zavedanje lastnega potenciala za odgovorno trajnostno delovanje in ukrepanje.

 (2.4.3.1 | 2.2.1.2 | 5.3.4.1 | 1.2.2.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- opredeli pojme polimerizacija, monomer in polimer;
- pojasni razliko med adicijsko in kondenzacijsko polimerizacijo (poliadicijo/polikondenzacijo);
- navede primere umetnih adicijskih (PE, PP, PS, PVC, PTFE) in kondenzacijskih polimerov (poliestri, poliamidi) ter njihovo uporabo v življenju (npr. PET, najlon, kevlar);
- navede kavčuk kot primer naravnega adicijskega polimera in opredeli monomer v tej snovi;
- navede primere naravnih kondenzacijskih polimerov (polisaharidi, polipeptidi, DNK);
- napiše formulo polimera, ki nastane pri polimerizaciji danega monomera, oz. iz strukture polimera opredeli ponavljajočo se enoto in napiše formulo monomera;
- opiše strukturno razliko med poliestri in poliamidi.

TERMINI

- adicijski polimer ◦ kondenzacijski polimer ◦ monomer ◦ monomerna enota ◦ polimer ◦ polimerizacija
- adicijska polimerizacija/poliadicija ◦ kondenzacijska polimerizacija/polikondenzacija ◦ kavčuk ◦ najlon
- kevlar

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Glavni vsebinsko-didaktični poudarki

Vsebina teme predstavlja nadgradnjo vsebin, ki so jih dijaki spoznali v osnovni šoli. Vsebine se nadgrajujejo in poglobljajo (priporočamo ugotavljanje predznanja in ponovitev znanja).

Interes dijakov vzbujamo s poučevanjem v kontekstu – izpostavljamo uporabnost bolj znanih plastičnih materialov, ki jih že poznajo (npr. plastična embalaža, teflon, guma, kevlar).

Na začetku obravnave te teme ponovimo polimerizacijo, pojasnimo razliko med adicijsko polimerizacijo (poliadicijo) in kondenzacijsko polimerizacijo (polikondenzacijo) ter predstavimo zapis reakcijske sheme pretvorbe monomera v polimer. V reakcijski shemi opredelimo/poimenujemo reaktant (monomer) in produkt (polimer) ter pojasnimo pomen zapisa formule polimera s ponavljajočim se delom v oglatem oklepaju. Najprej obravnavamo adicijsko polimerizacijo enostavnih alkenov (eten, propen, fenilen, kloroeten, tetrafluoroeten), nato pa še adicijsko polimerizacijo alkenov s konjugiranimi dvojnimi vezmi (npr. nastanek kavčuka s polimerizacijo izoprena oz. 2-metilbuta-1,3-diena).

Kondenzacijsko polimerizacijo obravnavamo na primerih nastanka polimerov iz difunkcionalnih spojin – karboksilnih kislin (ali derivatov karboksilnih kislin; kislinskih kloridov oz. estrov) – in alkoholov (nastanek poliestrov) oz. aminov (nastanek poliamidov).

Pri obeh vrstah polimerizacije preverjamo sposobnost dijakov, da iz dane formule monomera napišejo formulo polimera oz. iz dane formule polimera napišejo formulo monomera.

Pri obravnavi posameznih vrst polimerov predstavimo tudi njihovo uporabo v življenju (PET embalaža, najlon). Posebno pozornost namenimo še pomenu ločenega zbiranja in recikliranja umetnih polimerov ter možnosti nadomeščanja teh polimerov z biorazgradljivimi polimeri.

Spoznane umetne/sintezne kondenzacijske polimere primerjamo z naravnimi polimeri, ki smo jih obravnavali v prejšnjih poglavjih (polisaharidi in polipeptidi). Kot primer naravnega polimera predstavimo strukturo DNK, v kateri predstavimo povezovanje dušikovih baz z vodikovimi vezmi.

Vulkanizacijo, kopolimerizacijo in strukturo DNK obravnavamo zgolj informativno (ne ocenjujemo).

Za spoznavanje načinov recikliranja in odlaganja polimerov organiziramo obisk regijskega centra za ravnanje z odpadki (npr. v okviru dneva dejavnosti oz. naravoslovnega dne). Tako bomo dijakom omogočili vpogled v postopke recikliranja in trajnostno ravnanje z odpadnimi polimeri. Obisk je priporočljivo ustrezno vsebinsko in odnosno zaključiti npr. z razpravo pro et contra, v kateri se bodo dijaki preizkusili v argumentih za uporabo polimerov v družbenem, gospodarskem in okoljskem smislu ter proti njej in razpravljali o posledicah uporabe. Predhodno ali nadalje te vidike tudi ustrezno proučijo s pomočjo digitalne tehnologije. V primeru, da obiska ni mogoče izvesti, lahko namesto tega povabimo predstavnika regijskega centra za ravnanje z odpadki v razred in pripravimo razpravo. S temi dejavnostmi želimo dijakom omogočiti celovit vpogled v pomembnost in problematiko uporabe polimerov v življenju, hkrati pa jih spodbuditi k kritičnem razmišljanju o okoljskih izzivih, povezanih z uporabo in odlaganjem teh materialov.

Predlogi eksperimentov, dejavnosti, učil in uporabnih virov:

- sinteza umetnega polimera (npr. poliamida iz heksan-1,6-diamina in dekandioil diklorida, poliestra iz etandiola in benzen-1,4-dikarboksilne kisline);
- izolacija kazeina, Homemade Polymer & Slime Science Projects
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/8hqe91b>);
- sinteza polivinil alkohola (PVA), <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/rwvu3w8>;
- sinteza acetatnih in stirenskih membran, <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ldbahav> ;
- izolacija škroba in priprava plastičnega materiala, ki bazira na škrobu,
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ovifqjc>;
- Ars • Podobe znanja • Uroš Novak: V plastenki je poleg plastike tudi do 270 različnih kemikalij
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/9iypzms>);
- Bioplastika-skladna-z-naravo_gradivo-za-sole.pdf (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/bxpsfwa>).

Udejanjanje skupnih ciljev in naravoslovne pismenosti

V cilje teme *polimeri* so integrirani naslednji skupni cilji: **SC** (1.1.2.2) **SC** (2.2.1.2) **SC** (2.4.3.1) **SC** (5.3.4.1), ki jih podrobneje navajamo v preglednici.

Področje	Podpodročje	Kompetenca	Ključni cilj
Jezik, državljanstvo, kultura in umetnost	Jezik	Strokovni jezik	SC (1.1.2.2) – Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno in pisno raven svojega strokovnega jezika.
Trajnostni razvoj	Sprejemanje kompleksnosti v trajnostnosti	Sistemske mišljenje	SC (2.2.1.2) – Presoja kratkoročne in dolgoročne vplive delovanja posameznika in družbenih skupin v družbi, družbe na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
Trajnostni razvoj	Ukrepanje za trajnostnost	Individualna iniciativa	SC (2.4.3.1) – Se zaveda lastnega potenciala in odgovornosti za trajnostno delovanje in ukrepanje na individualni, kolektivni in politični ravni.
Podjetnost	K dejanjem	Sodelovanje	SC (5.3.4.1) – Sodeluje z različnimi posamezniki ali skupinami.

V okviru teme se razvijajo tudi vsi gradniki naravoslovne pismenosti: NP 1 (naravoslovnoznanstveno razlaganje pojavov, posebej podgradnik NP 1.4 - prepoznavna in razlaga možno uporabo ter vplive in posledice naravoslovnega znanja za posameznika, družbo, naravo in okolje), NP 2 (naravoslovnoznanstveno raziskovanje, interpretiranje podatkov in dokazov) in NP 3 (odnos do naravoslovja).

PRIPOROČENI NAČINI IZKAZOVANJA ZNANJA

Ob pisnem in ustnem izkazovanju znanja naj bodo v ospredju drugi načini/oblike izkazovanja znanja: eksperimentalno delo, raziskovalno delo, delo z modeli, projektne, seminarske naloge in njihove predstavitev.

VIRI IN LITERATURA PO POGLAVJIH

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Awan, A. S., Khan, T. M., Mohsin, M. N., in Doger, A. H. (2011). Students' misconceptions in learning basic concept'composition of matter'in chemistry. *International Journal of Applied Science and Technology*, 1(4).

Bačnik, A., idr. (2022). *Naravoslovna pismenost, opredelitev in gradniki*. Zavod RS za šolstvo. Naravoslovna_pismenost_gradniki.pdf (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/qnj9stv>)

Barke, H. D., Hazari, A., in Yitbarek, S. (2008). *Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education*. Springer Science & Business Media.

Bevek, P., Fišer, G., Jerko, A., Krajnc, R., Moravec, B., Slavič Kumer, S. (2022). Vrednotenje prečnih veščin z digitalnimi orodji na STEM-področju. Mednarodni projekt Assessment of Transversal Skills in STEM – ATS STEM. <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/ynko8al>

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., Stoltzfus, M. W. (2022). *Chemistry the central science 15th global edition in si units*. <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/27i8s7s>

Calik, M., in Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of research in science teaching*, 42(6), 638–667.

Chittleborough, G. (2014). The development of theoretical frameworks for understanding the learning of chemistry. *Learning with understanding in the chemistry classroom*, 25–40.

Civangönül, B. D., in Çıbık, A. S. (2023). The Development of a Concept Test for “Pure Matter and Mixtures” Unit. *Participatory Educational Research*, 10(6), 14–40.

DeBoer, G. (2019). *A history of ideas in science education*. Teachers college press.

DigComp 2.2: Okvir digitalnih kompetenc za državljane. Z novimi primeri rabe znanja, spretnosti in stališč. (2022). DigComp 2.2 - The Digital Competence Framework for Citizens (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/n0n2c3c>)

Dolinar, M., idr. (2023). *Vodenje inpodporaučencem pri pridobivanju digitalnih kompetenc, 1. del: Strokovna izhodišča in priporočila*. <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/4lceaqw>

Gilbert, J. K., Treagust, D. (2009). *Models and modeling in science education. Multiple representations in chemical education*. Springer science.

Granfol, S., idr. (2023). *Vodenje in podpora učencem pri pridobivanju digitalnih kompetenc, 5. del: Primeri iz prakse – srednja šola*. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/5idjfcg>

GreenComp: Evropski okvir kompetenc za trajnostnost. (2022). <https://www.zrss.si/pdf/greencomp.pdf>

Hadenfeldt, J. C., Neumann, K., Bernholt, S., Liu, X., in Parchmann, I. (2016). Students' progression in understanding the matter concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 683–708.

Harrison, A. G., in Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science education*, 80(5), 509–534.

Harrison, A. G., in Treagust, D. F. (2002). The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world. V *Chemical education: Towards research-based practice* (str. 189–212). Dordrecht: Springer Netherlands.

Izhodišča za prenovo katalogov znanj za splošnoizobraževalne predmete v poklicnem in strokovnem izobraževanju. (2024). Zavod RS za šolstvo. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/p64e0ud>.

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological?. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9–15.

Kemijska varnost v naravoslovnem izobraževanju. Chemical Safety in Science Education (<https://chesse.org/si/>) (25. 1. 2025).

Kind, V. (2004). *Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. Royal Society of Chemistry. Beyond Appearances: Students misconceptions about basic chemical ideas | Resource | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ixx2qvuv>) (23. 3. 2025).

Kovács, L., Csopor, D., Lente, G., in Gunda, T. (2014). *100 chemical myths: misconceptions, misunderstandings, explanations*. Springer.

Krnel, D., Glažar, S. S., in Watson, R. (2003). The development of the concept of "matter": A cross-age study of how children classify materials. *Science Education*, 87(5), 621–639.

Krnel, D., Watson, R., in Glažar, S. A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of 'matter'. *International Journal of Science Education*, 20(3), 257–289.

Liu, X., in Lesniak, K. (2006). Progression in children's understanding of the matter concept from elementary to high school. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 43(3), 320–347.

Liu, X., in Lesniak, K. M. (2005). Students' progression of understanding the matter concept from elementary to high school. *Science Education*, 89(3), 433–450.

Myers, R. J. (2012). What are elements and compounds?. *Journal of Chemical Education*, 89(7), 832–833.

NIJZ. (2022). *Kemijska varnost*. <https://nijz.si/moje-okolje/kemijska-varnost/> (25. 1. 2025).

Papageorgiou, G., in Sakka, D. (2000). PRIMARY SCHOOL TEACHERS' VIEWS ON FUNDAMENTAL CHEMICAL CONCEPTS. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(2), 237–247.



Poberžnik, A., idr. (2022). *Spodbujanje razvoja zmožnosti reševanja avtentičnih problemov s smiselno uporabo digitalnih tehnologij. Priročnik za strokovne delavce v vrtcih in šolah*. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/i81zp52>

Sanger, M. J. (2000). Using particulate drawings to determine and improve students' conceptions of pure substances and mixtures. *Journal of Chemical Education*, 77(6), 762.

Skvarč, M., Bačnik, A., Slavič Kumer, S., Kregar, S., Kušar, N., Žorž, J. (2018). *Spodbujanje razvoja veščin znanstvenega raziskovanja s formativnim spremljanjem. Mednarodni projekt Assessment of Transversal Skills – ATS2020. VescineZnanstvenegaRaziskovanja.pdf* (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/onh59lg>)

Stains, M., in Talanquer, V. (2007). A2: Element or compound?. *Journal of Chemical Education*, 84(5), 880.

Taber, K. S. (2024). **Chemical pedagogy. Instructional approaches and teaching techniques in chemistry** (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/0dhsqvm>). Royal society of chemistry.

Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions: prevention, diagnosis and cure* (Vol. 1). Royal Society of Chemistry.

Taber, K. S. (1998). An alternative conceptual framework from chemistry education. *International Journal of Science Education*, 20(5), 597–608.

Taber, K. S. (2009). Learning at the symbolic level. In *Multiple representations in chemical education* (str. 75–105). Dordrecht: Springer Netherlands.

Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156–168.

Tippett, C. D., in Milford, T. M. (ur.). (2023). *Exploring elementary science teaching and learning in Canada*. Springer.

Treagust, D. F., in Harrison, A. (2002). The genesis of effective scientific explanations for the classroom. In *Researching teaching* (str. 36–51). Routledge.

Treagust, D. F., Won., M. (2023). PARADIGMS IN SCIENCE EDUCATION RESEARCH. (<http://doi.org/10.4324/9780367855758-2>) *Handbook of Research on Science Education, Volume III*, 3–27.

Usmeritev za pripravo didaktičnih priporočil k učnim načrtom za osnovne šole in srednje šole. (2024). Zavod RS za šolstvo. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/3ladrdr>.

KEMIJA JE EKSPERIMENTALNA VEDA

KEMIJA JE EKSPERIMENTALNA VEDA

Bačnik, A., idr. (2022). *Naravoslovna pismenost, opredelitev in gradniki*. Zavod RS za šolstvo. *Naravoslovna_pismenost_gradniki.pdf* (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/qni9stv>)

Bačnik, A. (2019). *Kako živeti in delati z nevarnimi snovmi ali kemijska varnost*. 10 let posvetov Kemijska varnost za vse, Laško.

Bačnik, A. *Preprosta mini kolonska kromatografija*. Kolonska-kromatografija.pdf
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/hnohqyb>) (18. 3. 2025).

Bačnik, A. *Piktogrami za nevarne snovi*. Piktogrami-nevarnih-snovi.pdf
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/mfgp0xp>) (10. 3. 2025).

Bačnik, A. (2009). *Kemijska varnost v osnovni šoli in gimnaziji*. V *Zbornik referatov s posvetovanja Slovenski kemijski dnevi*. (September 2009, Maribor).

Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu. (2018). *Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta: Vodnik po kampanji*. Bilbao.

Kemijska varnost v naravoslovnem izobraževanju, Chemical Safety in Science Education (<https://chesse.org/sl/>) (25. 1. 2025).

Kemijska varnost. (2022). NIJZ (<https://nijz.si/moje-okolje/kemijska-varnost/>) (25. 1. 2025).

Ksenobiotiki. Ksenobiotiki - Wiki FKKT (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/at5df8r>) (18. 3. 2025).

McGregor, D., idr. (2006). *Fundamental Toxicology*. RSC, London.

Napo. Safety with a smile. NAPO (<https://www.napofilm.net/sl>) (19. 4. 2025).

Prešeren Golob, P. (2024). *Kako kemikalije v našem okolju vplivajo na naše zdravje?*
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/5ap6lm4>) (4. 1. 2025).

Public attitudes to chemistry. Public attitudes to chemistry - infographic
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/uytqrm6>) (17.1. 2019).

Raziskovanje površinske adsorpcije. Raziskovanje površinske adsorpcije - video - Digitalno poučevanje in učenje Mozaik (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/49uns2j>) (18. 4. 2025).

Stavek o nevarnosti. Stavki o nevarnosti. (<https://www.msds-europe.com/sl/stavki-h/>) (17. 3. 2025).

Timbrell, J. A. (2008). *Paradoks strupa: kemikalije kot prijatelji in sovražniki*. IVZ Ljubljana.

Uredba (ES) št. 1272/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. december 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi.

Varno s kemikalijami. Ugriznimo v znanost. Varno s kemikalijami
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7340pg9>) (16. 9. 2022).

ZGRADBA ATOMOV IN IONOV, PERIODNI SISTEM ELEMENTOV

ZGRADBA ATOMOV IN IONOV, PERIODNI SISTEM ELEMENTOV

3D Periodic table. 3D Periodic Table (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/drsew30>) (18. 4. 2025).



Bilir V., Digilli Baran, A., in Karaçam, S. (2018). Atomic theories that preservice science teachers confuse and underlying reasons. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 19(1), 212–220.

<https://doi.org/10.17679/inuefd.331368>

Build an atom. Build an Atom - Atoms | Atomic Structure | Isotope Symbols - PhET Interactive Simulations (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/4spzd7f>) (18. 4. 2025).

Cardoso, P. S. S., Nunes, M. C. S., Silva, G. P. S., Braghittoni, L. S., in Trindade, N. M. (2020). Conceptions of high school students on atomic models, radiation and radioactivity. *Physics Education*, 55, 035030 (8 str.).

Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo. Vrstična mikroskopija. Institut Jožef Stefan. <http://cemm.ijs.si/sl/vrsticna-mikroskopija/> (18. 3. 2025).

CERN. Resources. CERN. <https://visit.cern/resources> (18. 3. 2025).

ChemCollective. Resources to Teach and Learn Chemistry. ChemCollective (<https://chemcollective.org/>) (18. 4. 2025).

Cokelez, A. (2012). Junior high school students' ideas about the shape and size of the atom. *Research in Science Education*, 42(4), 673–686. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9223-8>

Cokelez, A., in Dumon, A. (2005). Atom and molecule: upper secondary school French students' representations in long-term memory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(3), 119–135.

Cros, D., Maurin, M., Amouroux, R., Chastrette, M., Leber, J., in Fayol, M. (1986). Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. *European Journal of Science Education*, 8(3), 305–313. <https://doi.org/10.1080/0140528860080307>

Dangur, V., Avargil, S., Peskin, U., in Dori, Y. J. (2014). Learning quantum chemistry via a visualconceptual approach: Students' bidirectional textual and visual understanding. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3), 297–310. <https://doi.org/10.1039/C4RP00025K>

Ekinci, S., in İlhan Şen, A. (2020) Investigating grade-12 students' cognitive structures about the atomic structure: a content analysis of student concept maps. *International Journal of Science Education*, 42(6), 977–996, <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1744045>

Fischler, H., in Lichtfeldt, M. (1992). Modern physics and students' conceptions. *International Journal of Science Education*, 14(2), 181–190. <https://doi.org/10.1080/0950069920140206>

Gilbert, T. R., Kirss, R. V., Bretz, S. L., in Foster, N. (2020). Chemistry. (6. izdaja), New York: W.W. Norton & Company.

Griffiths, A. K., in Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611–628. <https://doi.org/10.1002/tea.36602906099>

Harrison, A. G., in Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509–534. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/9x1q8rj<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F>



Hejnová, E., in Králík, J. (2019). Images of atoms in physics textbooks for lower secondary schools vs. misconceptions of pupils about atoms. *AIP Conference Proceedings*, 2152, 030006.

<https://doi.org/10.1063/1.5124750>

How do Electron Microscopes Work? Taking Pictures of Atoms. How do Electron Microscopes Work? Taking Pictures of Atoms - YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=9DnnxvS6BBQ>) (20. 4. 2025).

Isotopes and Atomic Mass. Isotopes and Atomic Mass - Isotopes | Atomic Mass - PhET Interactive Simulations (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/uvmhnhng>) (18. 4. 2025).

Kaya, A. (2023). Addressing student misconceptions about atoms and examining instructor strategies for overcoming them. *Journal of Pedagogical Research*, 7(4), 251–262. <https://doi.org/10.33902/JPR.202323077>

Models of the Hydrogen Atom. PhET Simulation (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/bf8sq54>) (18. 4. 2025).

Molecular orbitals in Hydrogen. Molecular orbitals in Hydrogen (<https://www.chemtube3d.com/orbitalshydrogen/>) (18. 4. 2025).

Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 707–730. <https://doi.org/10.1080/09500690010025012>

Periodic table. Periodic Table – Royal Society of Chemistry (<https://periodic-table.rsc.org/>) (18. 4. 2025).

Periodic table of elements. Periodic Table of Elements - PubChem (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/fppbjkm>) (18. 4. 2025).

Periodic table of elements in pictures and words. Interactive Periodic Table of the Elements, in Pictures and Words (<https://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm>) (18. 4. 2025).

Ptable. Periodni Sistem - Ptable - Properties (<https://ptable.com/#Properties>) (18. 4. 2025).

Simulations from Concord Consortium. <https://concord.org> (18. 4. 2025).

Stefani, C., in Tsapralis, G. (2009). Students' levels of explanations, models, and misconceptions in basic quantum chemistry: A phenomenographic study. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(5), 520–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20279>

Taber, K. S. (2002). Chemical misconceptions – Prevention, diagnosis and Cure: Theoretical Background (Vol. 1). Royal Society of Chemistry.

Zavod RS za šolstvo. (2022). *Področja in kriteriji za vrednotenje dela z modeli v podporo teoretičnemu in eksperimentalnemu delu pri pouku kemije*. Zavod RS za šolstvo.

POVEZOVANJE DELCEV/GRADNIKOV

POVEZOVANJE DELCEV/GRADNIKOV

3DChem.com – Chemistry, Structures & 3D Molecules. Library of Inorganic Structures | 3DChem.com - Chemistry, Structures & 3D Molecules (<https://www.3dchem.com/inorganic.asp>) (18. 4. 2025).

Burdge, J. (2023). *Chemistry*. McGraw Hill LLC.

Burrows A., Holman J., Lancaster S., Overton T., Parsons A., Pilling G., Price G. (2021). *Chemistry*³. Oxford University Press.

ChemTube 3D. Shapes of molecules VSEPR Section (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/17gyb81>) (18. 4. 2025).

Connelly, N. G., Damhus, T., Hartshorn, R. M., Hutton, A. T. (2008). *Nomenklatura anorganske kemije, Priporočila IUPAC 2005*. Slovensko kemijsko društvo.

Čeh, B. (2022). *Splošna kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Čeh, B. (2015). *Splošna in anorganska kemija: zbirka pojmov, vprašanj in nalog z odgovori in rešitvami*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Demonstrations with dry ice: explore changes of state and neutralisation reactions. Demonstrations with dry ice | Exhibition chemistry | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/667rpw0>) (18. 4. 2025).

Groups 1, 7 and 0 and their trends. Looking at groups 1, 7 and 0 on the periodic table | Poster | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/smor15w>) (18. 4. 2025).

Make teaching allotropes of carbon a diamond skill. How to teach structure and bonding of carbon at 14–16 | CPD | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/vwqvq8v>) (18. 4. 2025).

MolView. MolView (<https://app.molview.com/>) (11. 3. 2025).

Petrucci R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., Bissonnette, C. (2023). *Petrucci's General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Pearson Education Limited.

Virtual Chemistry 3D virtual Chemistry 3D (<https://vchem3d.univ-tlse3.fr/index.html>) (18. 4. 2025).

MNOŽINA SNOVI

MNOŽINA SNOVI

Atkins, P., in de Paula, J. (2011). *Physical Chemistry for the Life Sciences* (2. izd.). Oxford University Press.

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., in Murphy, C. J. (2018). *Chemistry: The Central Science* (14. izd.). Pearson.

Baking with moles. Stoichiometry and moles: how to explain it? | Ideas | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/uwyf2ty>) (18. 4. 2025).

Ball, D. W. (2006). *The Basics of Thermodynamics*. Prentice Hall.

Carrington, A. (1982). *Molecular Physics*. McGraw-Hill.

Chemistry Education Research and Practice. Chemistry Education Research and Practice journal (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/h40sqnw>) (25. 4. 2025).

Demonstrations with dry ice: explore changes of state and neutralisation reactions. Demonstrations with dry ice | Exhibition chemistry | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/667rpw0>) (18. 4. 2025).



Dickerson, R. E., Gray, H. B., in Haight, G. P. (2009). *Chemical Principles: The Quest for Insight* (5. izd.). W. H. Freeman.

IPCC Reports (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.

PhET Interactive Simulations. PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations (<https://phet.colorado.edu/>) (22. 4. 2025).

Schlesinger, W. H., in Bernhardt, E. S. (2013). *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change* (3. izd.). Academic Press.

Silbey, R. J., Alberty, R. A., in Bawendi, M. G. (2005). *Physical Chemistry* (4. izd.). Wiley.

Šorgo, A. (2005). *Kemijske raziskave in meritve*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Teach conservation of mass. Teaching conservation of mass at 14–16 | CPD | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/zl3nqkk>) (18. 4. 2025).

The Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change (<https://www.ipcc.ch/>) (22. 4. 2025).

The World of Chemistry: The Mole. The World of Chemistry: The Mole (<https://www.youtube.com/watch?v=sApYpEM-Xs0>) (25. 4. 2025).

Vogel, A. I. (2016). *Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry* (5. izd.). Pearson.

Zumdahl, S. S., in Zumdahl, S. A. (2013). *Chemistry: An Atoms First Approach* (2. izd.). Cengage Learning.

Scientific American. Scientific American (<https://www.scientificamerican.com/>) (25. 4. 2025).

Water of crystallisation calculation. Water of crystallisation calculation (<https://www.youtube.com/watch?v=oVx8t3gPauM>) (18. 4. 2025).

Where has all the CO₂ gone? What's behind the CO₂ shortage? | Feature | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/34p67ex>) (18. 4. 2025).

KEMIJSKA REAKCIJA - SNOVNA IN ENERGIJSKA SPREMEMBA

KEMIJSKA REAKCIJA - SNOVNA IN ENERGIJSKA SPREMEMBA

Bončina, B. idr.; (2024). *Fizikalna kemija - praktikum*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Burdge, J. (2023). *Chemistry*. McGraw Hill LLC.

Burrows, A., Holman, J., Lancaster, S., Overton, T., Parsons, A., Pilling, G., Price, G. (2021). *Chemistry*³. Oxford University Press.

Cohen, E. R., Cvitas, T., Frey, J. G., Holmstrom, B., Kuchitsu, K., Marquardt, R., Mills, I., Pavese, F., Quack, M., Stohner, J., Strauss, H., Takami, M., in Thor, A. J. (2007). *Quantities, Units, and Symbols in Physical Chemistry, IUPAC Green Book*. RSC Publishing. (<https://iupac.org/what-we-do/books/greenbook/>) (26.1.2025))

Čeh, B. (2022). *Splošna kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Čeh, B. (2015). *Splošna in anorganska kemija: zbirka pojmov, vprašanj in nalog z odgovori in rešitvami*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Petrucchi, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., Bissonnette, C. (2023). *Petrucchi's General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Pearson Education Limited.

ALKALIJSKE KOVINE IN HALOGENI

ALKALIJSKE KOVINE IN HALOGENI

Bromine - Periodic Table of Videos. https://www.youtube.com/watch?v=Slt3_5upuSs (22. 4. 2025).

Burdge, J. (2023). *Chemistry*. McGraw Hill LLC.

Burrows A., Holman J., Lancaster S., Overton T., Parsons A., Pilling G., Price G. (2021). *Chemistry*³. Oxford University Press.

Chlorine - Periodic Table of Videos. <https://www.youtube.com/watch?v=BXCFBI4rmh0> (22. 4. 2025).

Connelly, N. G., Damhus, T., Hartshorn, R. M., Hutton, A. T. (2008). *Nomenklatura anorganske kemije, Priporočila IUPAC 2005*. Slovensko kemijsko društvo.

Čeh, B. (2022). *Splošna kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Čeh, B. (2019). *Anorganska kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Čeh, B. (2015). *Splošna in anorganska kemija: zbirka pojmov, vprašanj in nalog z odgovori in rešitvami*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Fluorine - Periodic Table of Videos. <https://www.youtube.com/watch?v=vtWp45Eewtw> (22. 4. 2025).

Iodine - Periodic Table of Videos. <https://www.youtube.com/watch?v=JUBsJLRSM64> (22. 4. 2025).

Lithium - Periodic Table of Videos. Lithium - Periodic Table of Videos - YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=LfS10ArXTBA>) (18. 4. 2025).

Petrucchi, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., Bissonnette, C. (2023). *Petrucchi's General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Pearson Education Limited.

Potassium - Periodic Table of Videos. <https://www.youtube.com/watch?v=pPdevJTGAyy> (22. 4. 2025).

Sodium in Chlorine gas. <https://www.youtube.com/watch?v=Ftw7a5ccubs> (22. 4. 2025).

Sodium - Periodic Table of Videos. Sodium - Periodic Table of Videos - YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=7IT2I3LtlNE>) (22. 4. 2025).

The rainbow flame demonstration. The rainbow flame demonstration | Exhibition chemistry | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/aemt5e6>) (22. 4. 2025).

RAZTOPINE

RAZTOPINE

Atkins, P., in de Paula, J. (2022). *Physical Chemistry*. Oxford University Press.

Chang, R., in Goldsby, K. A. (2021). *Chemistry*. McGraw-Hill.

Chemie interaktiv, Online – Animationen. <https://www.chemie-interaktiv.net/ff.html> (12. 3. 2025).

Concentration. Concentration - Solutions | Concentration | Saturation - PhET Interactive Simulations (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ni73meu>) (11. 3. 2025).

Khan Academy: Chemistry. <https://www.khanacademy.org/science/chemistry> (12. 3. 2025).

Silberberg, M. S. (2020). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*. McGraw-Hill.

Seager, S. L., in Slabaugh, M. R. (2017). *Chemistry for Today: General, Organic, and Biochemistry*. Cengage Learning.

PhET Interactive Simulation. <https://phet.colorado.edu> (12. 3. 2025).

Plahuta, T. (2018). *Kemijske zakonitosti in procesi*. Zavod RS za šolstvo.

Royal Society of Chemistry: Learn Chemistry. <https://edu.rsc.org/>

Rupnik, M. (2016). *Kemija v vsakdanjem življenju*. DZS.

HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ

HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ

Atkins, P. W., in de Paula, J. (2014). *Physical Chemistry* (10. izd.). Oxford University Press.

Bončina, B. idr.; (2024). *Fizikalna kemija - praktikum*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., in Murphy, C. J. (2018). *Chemistry: The Central Science* (14. izd.). Pearson.

Chang, R., in Goldsby, K. (2016). *Chemistry* (12. izd.). McGraw-Hill Education.

Hill, G., in Holman, J. (2015). *Chemistry in Context* (7. izd.). Oxford University Press.

Housecroft, C. E., in Constable, A. G. (2019). *Chemistry: An Introduction to Organic, Inorganic and Physical Chemistry* (5. izd.). Pearson.

Kotz, J. C., Treichel, P. M., Townsend, J. R., in Treichel, D. A. (2018). *Chemistry & Chemical Reactivity* (10. izd.). Cengage Learning.



Mavri, J. (2002). *Osnove fizikalne kemije*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Modic, S. (2014). *Reakcijska kinetika in kataliza*. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Moore, J. W., Stanitski, C. L., in Jurs, P. C. (2014). *Principles of Chemistry: The Molecular Science* (2. izd.). Cengage Learning.

Plavec, J. (2012). *Osnove kemijske kinetike*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Podgrajšek, V. (2024). *Hitrost kemijske reakcije*. Zavod RS za šolstvo. <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/1cer0ec>

Reactions & Rates. Reactions & Rates - Reaction | Kinematics | Concentration - PhET Interactive Simulations (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/bceaiku>) (30. 4. 2025).

Silberberg, M. S., in Amateis, P. (2017). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change* (8. izd.). McGraw-Hill Education.

Unit 5 Collision Theory Simulation. <https://www.youtube.com/watch?v=ttn9uO1-sDo> (18. 4. 2025).

Zumdahl, S. S., in Zumdahl, S. A. (2019). *Chemistry* (10. izd.). Cengage Learning.

KEMIJSKO RAVNOTEŽJE

KEMIJSKO RAVNOTEŽJE

Bončina, B. idr.; (2024). *Fizikalna kemija - praktikum*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Burdge, J. (2023). *Chemistry*. McGraw Hill LLC.

Burrows A., Holman J., Lancaster S., Overton T., Parsons A., Pilling G., Price G. (2021). *Chemistry*³. Oxford University Press.

Connelly, N. G., Damhus, T., Hartshorn, R. M., Hutton, A. T. (2008). *Nomenklatura anorganske kemije, Priporočila IUPAC 2005*. Slovensko kemijsko društvo.

Čeh, B. (2022). *Splošna kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Čeh, B. (2015). *Splošna in anorganska kemija: zbirka pojmov, vprašanj in nalog z odgovori in rešitvami*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Effect of Temperature on conversion of NO₂ to N₂O₄ (Le Chatelier's Principle). <https://www.youtube.com/watch?v=ScWBj0hqOLE> (22. 4. 2025).

Equilibrium and Le Châtelier's principle. 5. Equilibrium and Le Châtelier's Principle - LabXchange (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/23fwabh>) (22. 4. 2025).

Gas-Phase Chemical Equilibrium: Interactive Simulations. gas-phase-chemical-equilibrium-simulations - LearnChemE (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/6q4pvof>) (22. 4. 2025).

Le Chatelier's Principle. https://www.youtube.com/watch?v=PciV_Wuh9V8 (22. 4. 2025).



NO2 N2O4. <https://www.youtube.com/watch?v=LHq9hTrdwM8> (22. 4. 2025).

Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., Bissonnette, C. (2023). *Petrucci's General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Pearson Education Limited.

Shifting Equilibria: Le Châtelier's Principle. 9. Shifting Equilibria: Le Châtelier's Principle - LabXchange
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/s6ktfcq>) (18. 4. 2025).

The Effect of Temperature on Equilibrium - N2O4 to 2NO2. The Effect of Temperature on Equilibrium - N2O4 to 2NO2 (<https://www.youtube.com/watch?v=oC3klPMRnwo>) (30. 4. 2025).

RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH KISLIN, BAZ IN SOLI

RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH KISLIN, BAZ IN SOLI

Acids, bases, and solutions. Acids, bases, and solutions | Chemistry archive | Science | Khan Academy
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/z7m21rd>) (30. 4. 2025).

Acid-Base Solutions. Acid-Base Solutions - Acids | Bases | Equilibrium - PhET Interactive Simulations
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/n2ky2zq>) (30. 4. 2025).

Bončina, B. idr.; (2024). *Fizikalna kemija - praktikum*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J. (2018). *"Chemistry: The Central Science"*. Pearson Education.

ChemCollective. Virtualni laboratorij za kislinsko-bazne reakcije. <http://chemcollective.org>

Hennah, N. How to teach acids, bases and salts. (2018). Acids, bases and salts | CPD | RSC Education
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/b2tky2y>)

Khan Academy. Kemično ravnotežje in pH. <https://www.khanacademy.org/science/chemistry>

Kisle in bazične raztopine. Kisle in bazične raztopine - Acids | Bases | Equilibrium - PhET Interactive Simulations
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/n2ky2zq?locale=sl>) (30. 4. 2025).

Koželj, B., idr. (2006). *Kemijski eksperimenti v šoli in doma*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede.

Nelson, J. H., Kemp, K. C. (2015). *Laboratory Experiments for Chemistry*. Cengage Learning.

Novak, A. (2020). Protolitsko ravnotežje v vodnih raztopinah. Poglobljena razlaga z aktualnimi raziskovalnimi primeri. *Kemijski vestnik*.

Percentage of Ethanoic Acid in Vinegar. https://www.youtube.com/watch?v=_Vw1N5xUI_Q (30. 4. 2025).

pH skala. pH skala - pH | Razblaživanje | Koncentracija - PhET Interactive Simulations
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/8tte3l9>) (30. 4. 2025).

pH skala: Osnove. pH skala: Osnove - pH | Kiseline | Baze - PhET Interactive Simulations
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/8tte3l9-basics>) (30. 4. 2025).

Pišek, J. (2014). Kisline, baze in soli v naravi in industriji. *Naravoslovna solnica*.

Silberberg, M. S. (2017). *Principles of General Chemistry*. McGraw-Hill Education.

REDOKS REAKCIJE IN ELEKTROKEMIJA

REDOKS REAKCIJE IN ELEKTROKEMIJA

Burdge, J. (2023). *Chemistry*. McGraw Hill LLC.

Bončina, B. idr.; (2024). *Fizikalna kemija - praktikum*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Burrows, A., Holman, J., Lancaster, S., Overton, T., Parsons, A., Pilling, G., Price, G. (2021). *Chemistry 3*. Oxford University Press.

Chemie interaktiv, Online – Animationen. <https://www.chemie-interaktiv.net/ff.html> (12. 3. 2025).

Connelly, N. G., Damhus, T., Hartshorn, R. M., Hutton, A. T. (2008). *Nomenklatura anorganske kemije, Priporočila IUPAC 2005*. Slovensko kemijsko društvo.

Čeh, B. (2022). *Splošna kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Čeh, B. (2015). *Splošna in anorganska kemija: zbirka pojmov, vprašanj in nalog z odgovori in rešitvami*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Galvanic/Voltaic Cells. Classroom Resources | Galvanic/Voltaic Cells | AACT
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/8mezzum>) (30. 4. 2025).

Galvanizacija. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7yiuyxs> (11. 3. 2025).

Goodenough, J.B. How we made the Li-ion rechargeable battery. *Nat Electron* 1, 204 (2018). How we made the Li-ion rechargeable battery | Nature Electronics (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/di1x6wp>)

How Does a Lithium Ion Battery Work? <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/tqe98gf> (11. 3. 2025).

Lazarini, F., Brenčič, J. (2011). *Splošna in anorganska kemija: visokošolski učbenik*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Learn About Batteries. Learn About Batteries - Battery University (<https://batteryuniversity.com/articles>) (30. 4. 2025).

Marshall, K., Bouchelkia, S. (2021). *Reactivity series of metals*. Reactivity of metals | practical videos | 14–16 years | Resource | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7c4ozj9>) (30. 4. 2025).

Oksidacija in redukcija. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7n01ir6> (10. 3. 2025).

Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., Bissonnette, C. (2023). *Petrucci's General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Pearson Education Limited.



Prenovljeno ozaveščevalno vozilo E-transformer 2.0. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/uzl1n83> (11. 3. 2025).

Toyotina tehnologija gorivnih celic. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/nwt1py6> (10. 3. 2025).

Understanding Sacrificial Anodes on Ships. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/vzk0v9i> (11. 3. 2025).

Virtual Lab: Exploring Oxidation-Reduction Reactions. Exploring Oxidation-Reduction Reactions (<https://chemcollective.org/vlab/106>) (11. 3. 2025).

Virtual Redox Lab. ClickUp Whiteboards - Visual Collaboration for Fast-Moving Teams (<https://www.youtube.com/watch?v=oJmv3Ud-Z1Q>) (30. 4. 2025).

Voltaic Cell Virtual Lab. Voltaic Cell Virtual Lab (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/5sg52a6>) (30. 4. 2025).

KOORDINACIJSKE SPOJINE

KOORDINACIJSKE SPOJINE

Burdge, J. (2023). *Chemistry*. McGraw Hill LLC.

Connelly, N. G., Damhus, T., Hartshorn, R. M., Hutton, A. T. (2008). *Nomenklatura anorganske kemije, Priporočila IUPAC 2005*. Slovensko kemijsko društvo.

Čeh, B. (2022). *Splošna kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

ZGRADBA MOLEKUL ORGANSKIH SPOJIN IN OSNOVE ORGANSKIH REAKCIJ

ZGRADBA MOLEKUL ORGANSKIH SPOJIN IN OSNOVE ORGANSKIH REAKCIJ

ACD/Labs. ChemSketch Freeware. Advanced Chemistry Development, Inc. Free Chemical Drawing Software for Students | ChemSketch | ACD/Labs (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/n72u7m4>) (18. 3. 2025).

Avogadro. Avogadro - Free cross-platform molecular editor - Avogadro (<https://avogadro.cc/>) (5. 5. 2025).

Bruice, P. Y. (2015). *Organic Chemistry*. Pearson Education, Inc.

ChemCollective – Virtual Chemistry Lab. ChemCollective: Virtual Labs (<https://chemcollective.org/vlabs>) (5. 5. 2025).

ChemCollective. Resources to Teach and Learn Chemistry. ChemCollective (<https://chemcollective.org/>) (18. 4. 2025).

Dolenc, D. (2019). *Organska kemija : univerzitetni učbenik*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Khan Academy: Chemistry. <https://www.khanacademy.org/science/chemistry> (12. 3. 2025).

Klein, D. (2021). *Organic Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc.

Molecular Workbench. <https://mw.concord.org/modeler> (5. 5. 2025).

Molview. MolView (<https://molview.org/>) (5. 5. 2025).

PhET Interactive Simulations. PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations (<https://phet.colorado.edu/>)

Tišler, M. (2013). *Organska kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

OG LJIKOVODIKI

OG LJIKOVODIKI

Bruice, P. Y. (2015). *Organic Chemistry*. Pearson Education, Inc.

Bridging the Renewable Energy Gap: Alkane Resources. Bridging the Renewable Energy Gap: Alkane Resources - Activity - TeachEngineering (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/m3r45nm>) (5. 5. 2025).

ChemCollective – Virtual Chemistry Lab. ChemCollective: Virtual Labs (<https://chemcollective.org/vlabs>) (5. 5. 2025).

Dolenc, D. (2019). *Organska kemija : univerzitetni učbenik*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Dolenc, D. (2018). *Vaje iz organske analize, Navodila za laboratorijske vaje*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Education in chemistry. Search | RSC Education (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/xehdwkf>) (5. 5. 2025).

Favre, H. A., Powell W. H. (2014). *Nomenclature of Organic Chemistry, IUPAC Recommendations and Preferred Names 2013*. The Royal Society of Chemistry. (<https://iupac.qmul.ac.uk/BlueBook/PDF/>) (16. 1. 2025).

Khan Academy. Organic chemistry. Organic chemistry | Science | Khan Academy (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/kphs447>) (5. 5. 2025).

Klein, D. (2021). *Organic Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc.

Molview. MolView (<https://molview.org/>) (5. 5. 2025).

Panico, P., Powell, W. H., Richer, J.-C. (1999). *Vodnik po nomenklaturi organskih spojin IUPAC, Priporočila 1993 (vključno s spremembami glede na nomenklaturu organske kemije IUPAC 1979)*. Slovenska akademija znanosti in umetnosti.

PhET Interactive simulations. Filter - PhET Simulations (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/es6qh2j>) (5. 5. 2025).

Požgan, F., Štefane, B. (2013). *Uvod v laboratorijsko organsko kemijo*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Tišler, M. (2013). *Organska kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.



HALOGENIRANI OGLJIKOVODIKI

HALOGENIRANI OGLJIKOVODIKI

Bruice, P. Y. (2015). *Organic Chemistry*. Pearson Education, Inc.

Dolenc, D. (2019). *Organska kemija : univerzitetni učbenik*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Dolenc, D. (2018). *Vaje iz organske analize, Navodila za laboratorijske vaje*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Favre, H. A., Powell W. H. (2014). *Nomenclature of Organic Chemistry, IUPAC Recommendations and Preferred Names 2013*. The Royal Society of Chemistry. <https://iupac.qmul.ac.uk/BlueBook/PDF/> (16.1.2025).

Klein, D. (2021). *Organic Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc.

Panico, P., Powell, W. H., Richer, J.-C. (1999). Vodnik po nomenklaturi organskih spojin IUPAC, *Priporočila 1993 (vključno s spremembami glede na nomenklaturu organske kemije IUPAC 1979)*. Slovenska akademija znanosti in umetnosti.

Požgan, F., Štefane, B. (2013). *Uvod v laboratorijsko organsko kemijo*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Tišler, M. (2013). *Organska kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

ORGANSKE KISIKOVE SPOJINE

ORGANSKE KISIKOVE SPOJINE

ACD/Labs. ChemSketch Freeware. Advanced Chemistry Development, Inc.
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/n72u7m4> (18. 3. 2025).

Avogadro. Avogadro - Free cross-platform molecular editor - Avogadro (<https://avogadro.cc/>) (5. 5. 2025).

Bruice, P. Y. (2015). *Organic Chemistry*. Pearson Education, Inc.

Dolenc, D. (2019). *Organska kemija : univerzitetni učbenik*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Dolenc, D. (2018). *Vaje iz organske analize, Navodila za laboratorijske vaje*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Favre, H. A., Powell W. H. (2014). *Nomenclature of Organic Chemistry, IUPAC Recommendations and Preferred Names 2013*. The Royal Society of Chemistry. <https://iupac.qmul.ac.uk/BlueBook/PDF/> (16.1.2025).

Klein, D. (2021). *Organic Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc.

Molecular Workbench. <https://mw.concord.org/modeler> (5. 5. 2025).

Molview. MolView (<https://molview.org/>) (5. 5. 2025).

Panico, P., Powell, W. H., Richer, J.-C. (1999). Vodnik po nomenklaturi organskih spojin IUPAC, *Priporočila 1993 (vključno s spremembami glede na nomenklaturu organske kemije IUPAC 1979)*. Slovenska akademija znanosti in umetnosti.

PhET Interactive simulations. Filter - PhET Simulations (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/es6qh2i>) (5. 5. 2025).

Požgan, F., Štefane, B. (2013). *Uvod v laboratorijsko organsko kemijo*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Reaction Explorer. <http://www.reactionexplorer.com/> (5. 5. 2025).

Tišler, M. (2013). *Organska kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

USDA Food Data Central. <https://fdc.nal.usda.gov/> (5. 5. 2025).

AMINOKISLINE, PEPTIDI IN BELJAKOVINE

AMINOKISLINE, PEPTIDI IN BELJAKOVINE

ACD/Labs. ChemSketch Freeware. Advanced Chemistry Development, Inc. <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/n72u7m4> (18. 3. 2025).

Avogadro. Avogadro - Free cross-platform molecular editor - Avogadro (<https://avogadro.cc/>) (5. 5. 2025).

Bruice, P. Y. (2015). *Organic Chemistry*. Pearson Education, Inc.

Dolenc, D. (2019). *Organska kemija : univerzitetni učbenik*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Dolenc, D. (2018). *Vaje iz organske analize, Navodila za laboratorijske vaje*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Favre, H. A., Powell W. H. (2014). *Nomenclature of Organic Chemistry, IUPAC Recommendations and Preferred Names 2013*. The Royal Society of Chemistry. <https://iupac.qmul.ac.uk/BlueBook/PDF/> (16.1.2025).

Klein, D. (2021). *Organic Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc.

Molecular Workbench. <https://mw.concord.org/modeler> (5. 5. 2025).

Molview. MolView (<https://molview.org/>) (5. 5. 2025).

Panico, P., Powell, W. H., Richer, J.-C. (1999). Vodnik po nomenklaturi organskih spojin IUPAC, *Priporočila 1993 (vključno s spremembami glede na nomenklaturu organske kemije IUPAC 1979)*. Slovenska akademija znanosti in umetnosti.

PhET Interactive simulations. Filter - PhET Simulations (<https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/es6qh2i>) (5. 5. 2025).

Požgan, F., Štefane, B. (2013). *Uvod v laboratorijsko organsko kemijo*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Reaction Explorer. <http://www.reactionexplorer.com/> (5. 5. 2025).

Tišler, M. (2013). *Organska kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

USDA Food Data Central. <https://fdc.nal.usda.gov/> (5. 5. 2025).

POLIMERI

POLIMERI

Bruice, P. Y. (2015). *Organic Chemistry*. Pearson Education, Inc.

Dolenc, D. (2019). *Organska kemija : univerzitetni učbenik*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Izolacija kazeina. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ovifqjc> (11. 3. 2025).

Izolacija škroba in priprava plastičnega materiala, ki bazira na škrobu.

<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ovifqjc> (5. 5. 2025).

Klein, D. (2021). *Organic Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc.

Novak, U., V plastenki je poleg plastike tudi do 270 različnih kemikalij. Ars • Podobe znanja • Uroš Novak: V plastenki je poleg plastike tudi do 270 različnih kemikalij (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/9iypzms>) (11. 3. 2025).

Reakcija pridobivanja polivinil alkohola. Polivinil alkohol. Lastnosti in uporaba polivinilalkohola.

<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/kkv57bv> (11. 3. 2025).

Sinteza celuloze acetatnih in stirenskih membran s fazno inverzijo.

<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ldbahav> (11. 3. 2025).

Šprajcar, M., Horvat, P., Kržam, A. (2012). *Biopolimeri in bioplastika, Plastika skladna z naravo*, informacijsko-izobraževalno gradivo za profesorje in laborante kemije na osnovnih in srednjih šolah. Bioplastika-skladna-z-naravo_gradivo-za-sole.pdf (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/bxpsfwa>)

Tišler, M. (2013). *Organska kemija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Žogice iz polivinil alkohola. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/rwvu3w8> (11. 3. 2025).



PRILOGE

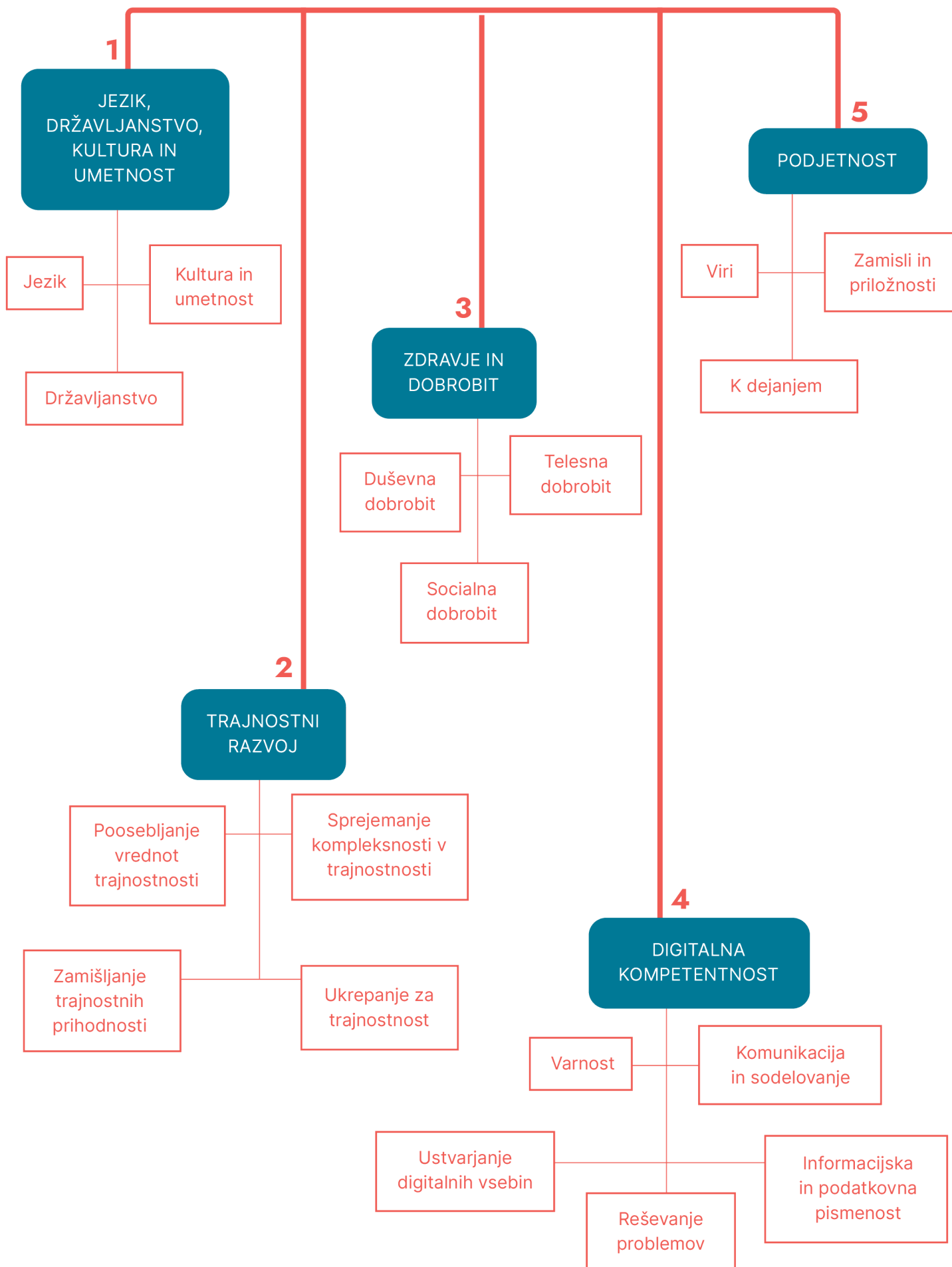
PRILOGE PO POGLAVJIH

ZGRADBA ATOMOV IN IONOV, PERIODNI SISTEM ELEMENTOV

Opisni kriteriji

- https://aplikacijaun.zrss.si/api/gradiva/KRITERIJI_ZA_VREDNOTENJE_DELA_Z_MODELI.pdf

KLJUČNI CILJI PO PODROČJIH SKUPNIH CILJEV



1 /// JEZIK, DRŽAVLJANSTVO, KULTURA IN UMETNOST



SKUPNI CILJI IN NJIHOVO UMEŠČANJE V UČNE NAČRTE TER KATALOGE ZNANJ

POVZETO PO PUBLIKACIJI WWW.ZRSS.SI/PDF/SKUPNI_CILJI.PDF

1.1 JEZIK

1.1.1 Strokovna besedila	1.1.1.1 Pri posameznih predmetih razvija zmožnost izražanja v različnih besedilnih vrstah (referat, plakat, povzetek, opis, pogovor itd.).
1.1.2 Strokovni jezik	1.1.2.1 Se zaveda, da je učenje vsebine posameznega predmeta hkrati tudi spoznavanje njegove strokovne terminologije; torej učenje jezika na ravni poimenovanj za posamezne pojme in na ravni logičnih povezav. 1.1.2.2 Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno ter pisno raven svojega strokovnega jezika.
1.1.3 Univerzalni opis jezika kot sistema	(pri vseh predmetih:) 1.1.3.1 Se zaveda podobnosti ter razlik med jeziki in je na to pozoren tudi pri uporabi gradiv v tujih jezikih, pri uporabi prevajalnikov, velikih jezikovnih modelov, avtomatsko prevedenih spletnih strani itd. (pri vseh jezikovnih predmetih:) 1.1.3.2 Se zaveda, da različne jezike lahko opisujemo na podoben način; pri pouku tujih jezikov zato uporablja znanje, pridobljeno pri pouku učnega jezika, in obratno: zna primerjati jezike, ki se jih uči, in razpozna podobnosti ter razlike med njimi.
1.1.4 Razumevanje pomena branja	1.1.4.1 Pri vseh predmetih redno bere, izbira raznolika bralna gradiva, jih razume, poglobljeno analizira in kritično vrednoti.
1.1.5 Jezik in nenasilna komunikacija	1.1.5.1 Razvija lastne sporazumevalne zmožnosti skozi nenasilno komunikacijo.

1.2 DRŽAVLJANSTVO

1.2.1 Poznavanje in privzemanje človekovih pravic ter dolžnosti kot temeljnih vrednot in osnov državljanske etike	1.2.1.1 Pozna, razume in sprejema človekove pravice kot skupni evropski in ustavno določeni okvir skupnih vrednot ter etike. 1.2.1.2 Razume, da so človekove pravice univerzalne in nepogojene, da uveljavljajo vrednote svobode in enakosti. 1.2.1.3 Razume in sprejema, da je obstoj pravic pogojen s spoštovanjem individualne dolžnosti do enake pravice drugega. 1.2.1.4 Razume in sprejema, da je dolžnost do enake pravice drugega dolžnost zaradi dolžnosti (ne le pravica zaradi individualnega interesa). 1.2.1.5 Razume in sprejema človekove pravice in dolžnosti kot osnovno, vsem državljanom skupno etiko (moralo), ki uveljavlja vrednote spoštovanja človekovega dostojanstva, pravičnosti, resnice, zakona, lastnine, nediskriminacije in strpnosti.
1.2.2 Etična refleksija	1.2.2.1 Spozna, da obstajajo moralna vprašanja, pri katerih ni vnaprej danih od vseh sprejetih odgovorov. 1.2.2.2 Razvija občutljivost za moralna vprašanja ter sposobnost, da o njih razmišlja skupaj z drugimi.
1.2.3 Sodelovanje z drugimi v skupnosti in za skupnost	1.2.3.1 Z namenom uresničevanja skupnega dobrega sodeluje z drugimi ter podaja in uresničuje predloge, ki kakovostno spreminjajo skupnosti. 1.2.3.2 Prek lastnega delovanja ozavešča pomen skrbi za demokratično skupnost ter krepi zavedanje o pomenu pripadnosti skupnosti za lastnodobrobit in dobrobit drugih.
1.2.4 Aktivno državljanstvo in politična angažiranost	1.2.4.1 Ob zavedanju pozitivnega pomena politike kot skupnega reševanja izzivov in skrbi za dobrobit vseh, pa tudi iskanja kompromisov in preseganja konfliktov, pozna raznolike oblike demokratičnega političnega angažiranja in se vključuje v politične procese, ki vplivajo na življenja ljudi.
1.2.5 Znanje za kritično mišljenje, za aktivno državljansko držo	1.2.5.1 Uporabi znanja vsakega predmetnega področja za kritično in aktivno državljansko držo.

1.3 KULTURA IN UMETNOST

1.3.1 Sprejemanje, doživljanje in vrednotenje kulture in umetnosti	1.3.1.1 Intuitivno ali zavestno (individualno in v skupini) vzpostavlja odnos do kulture, umetnosti, umetniške izkušnje in procesov ustvarjanja ter ob tem prepozna lastna doživetja in se vživlja v izkušnjo drugega. itd.).
1.3.2 Raziskovanje in spoznavanje kulture ter umetnosti	1.3.2.1 Raziskuje in spozna kulturo, umetnost, umetniške zvrsti ter njihova izrazna sredstva v zgodovinskem in kulturnem kontekstu.
1.3.3 Izražanje v umetnosti in z umetnostjo	1.3.3.1 Je radoveden in raziskuje materiale in umetniške jezike, se z njimi izraža, razvija domišljijo ter pogloblja in širi znanje tudi na neumetniških področjih.
1.3.4 Uživanje v ustvarjalnem procesu ter dosežkih kulture in umetnosti	1.3.4.1 Uživa v ustvarjalnosti, se veseli lastnih dosežkov in dosežkov drugih. 1.3.4.2 V varnem, odprtem in spodbudnem učnem okolju svobodno izraža želje in udejanja ustvarjalne ideje.
1.3.5 Živi kulturo in umetnost	1.3.5.1 Živi kulturo in umetnost kot vrednoto v domačem in šolskem okolju ter prispeva k razvoju šole kot kulturnega središča in njenemu povezovanju s kulturnim in z družbenim okoljem.

2 /// TRAJNOSTNI RAZVOJ



SKUPNI CILJI IN NJIHOVO UMEŠČANJE V UČNE NAČRTE TER KATALOGE ZNANJ

POVZETO PO PUBLIKACIJI WWW.ZRSS.SI/PDF/SKUPNI_CILJI.PDF

2.1 POOSEBLJANJE VREDNOT TRAJNOSTNOSTI

2.1.1 Vrednotenje trajnostnosti	2.1.1.1 Kritično oceni povezanost lastnih vrednot in vrednot družbe s trajnostnostjo glede na svoje trenutne zmožnosti ter družben položaj.
2.1.2 Podpiranje pravičnosti	2.1.2.1 Pri svojem delovanju upošteva etična načela pravičnosti, enakopravnosti ter sočutja.
2.1.3 Promoviranje narave	2.1.3.1 Odgovoren odnos do naravnih sistemov gradi na razumevanju njihove kompleksnosti in razmerij med naravnimi ter družbenimi sistemi.

2.2 SPREJEMANJE KOMPLEKSNOSTI V TRAJNOSTNOSTI

2.2.1 Sistemsko mišljenje	2.2.1.1 K izbranemu problemu pristopa celostno, pri čemer upošteva povezanost okoljskega, gospodarskega in družbenega vidika. 2.2.1.2 Presoja kratkoročne in dolgoročne vplive delovanja posameznika in družbenih skupin v družbi, družbe na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
2.2.2 Kritično mišljenje	2.2.2.1 Kritično presoja informacije, poglede in potrebe o trajnostnem razvoju z vidika naravnega okolja, živih bitij in družbe, pri čemer upošteva različne poglede, pogoje z osebnim, socialnim in kulturnim ozadjem.
2.2.3 Formuliranje problema	2.2.3.1 Pri opredelitvi problema upošteva značilnosti problema – (ne)jasnost, (ne)opredeljenost, (ne)določljivost problema – in lastnosti reševanja – (ne)definirane, (ne)sistemske rešitve – ter vpletenost deležnikov.

2.3 ZAMIŠLJANJE TRAJNOSTNIH PRIHODNOSTI

2.3.1 Pismenost za prihodnost	2.3.1.1 Na podlagi znanja, znanstvenih dognanj in vrednot trajnostnosti razume ter vrednoti možne, verjetne in želene trajnostne prihodnosti (scenarije). 2.3.1.2 Presoja dejanja, ki so potrebna za doseganje želene trajnostne prihodnosti.
2.3.2 Prilagodljivost	2.3.2.1 V prizadevanju za trajnostno prihodnost tvega in se kljub negotovostim prilagaja ter sprejema trajnostne odločitve za svoja dejanja.
2.3.3 Raziskovalno mišljenje	2.3.3.1 Pri načrtovanju in reševanju kompleksnih problemov/-atik trajnostnosti uporablja in povezuje znanja in metode različnih znanstvenih disciplin ter predlaga ustvarjalne in inovativne ideje in rešitve.

2.4 UKREPANJE ZA TRAJNOSTNOST

2.4.1 Politična angažiranost	2.4.1.1 Ob upoštevanju demokratičnih načel kritično vrednoti politike z vidika trajnostnosti ter sodeluje pri oblikovanju trajnostnih politik in prakse na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
2.4.2 Kolektivno ukrepanje	2.4.2.1 Pri prizadevanju in ukrepanju za trajnostnost upošteva demokratična načela in aktivno ter angažirano (konstruktivno) sodeluje z drugimi.
2.4.3 Individualna iniciativa	2.4.3.1 Se zaveda lastnega potenciala in odgovornosti za trajnostno delovanje in ukrepanje na individualni, kolektivni ter politični ravni.



3.1 DUŠEVNA DOBROBIT

3.1.1 Samozavedanje	3.1.1.1 Zaznava in prepoznavna lastno doživljanje (telesne občutke, čustva, misli, vrednote, potrebe, želje) ter lastno vedenje. 3.1.1.2 Skozi izkušnje razume povezanost različnih vidikov lastnega doživljanja (telesni občutki, čustva, misli, vrednote, potrebe, želje) v specifičnih situacijah (npr. ob doživljanju uspeha in neuspeha v učnih in socialnih situacijah).
3.1.2 Samouravnavanje	3.1.2.1 Uravnava lastno doživljanje in vedenje (npr. v stresnih učnih in socialnih situacijah). 3.1.2.2 Razvija samozaupanje in samospoštovanje. 3.1.2.3 Se učinkovito spoprijema z negotovostjo in kompleksnostjo. 3.1.2.4 Učinkovito upravlja, organizira čas učenja in prosti čas.
3.1.3 Postavljanje ciljev	3.1.3.1 Prepoznavna lastne interese, lastnosti, močna in šibka področja ter v skladu z njimi načrtuje kratkoročne in dolgoročne cilje (vezane na duševno, telesno, socialno in učno področje). 3.1.3.2 Spremlja doseganje in spreminjanje načrtovanih ciljev. 3.1.3.3 Razvija zavzetost in vztrajnost ter krepi zmožnosti odložitve nagrade.
3.1.4 Prožen način razmišljanja	3.1.4.1 Razvija osebno prožnost, razvojno miselno naravnost, radovednost, optimizem in ustvarjalnost. 3.1.4.2 Učinkovito se spoprijema s problemskimi situacijami, ki zahtevajo proaktivno miselno naravnost.
3.1.5 Odgovornost in avtonomija	3.1.5.1 Krepi odgovornost, avtonomijo in skrbi za osebno integriteto.

3.2 TELESNA DOBROBIT

3.2.1 Gibanje in sedenje	3.2.1.1 Razume pomen vsakodnevnega gibanja za zdravje in dobro počutje. 3.2.1.2 Razvija pozitiven odnos do gibanja. 3.2.1.3 Vključuje se v različne gibalne dejavnosti, tudi tiste, ki razbremenijo naporen vsakdan. 3.2.1.4 Razume škodljivosti dolgotrajnega sedenja, razvija navade za prekinitev in zmanjšanje sedenja.
3.2.2 Prehrana in prehranjevanje	3.2.2.1 Razume pomen uravnotežene prehrane. 3.2.2.2 Razvija navade zdravega prehranjevanja. 3.2.2.3 Oblikuje pozitiven odnos do hrane in prehranjevanja.
3.2.3 Sprostitev in počitek	3.2.3.1 Razume pomen počitka in sprostitve po miselnem ali telesnem naporu. 3.2.3.2 Spozna različne tehnike sproščanja in uporablja tiste, ki mu najbolj koristijo. 3.2.3.3 Razume pomen dobrih spalnih navad za učinkovito telesno in miselno delovanje ter ravnanje.
3.2.4 Varnost	3.2.4.1 Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja. 3.2.4.2 Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje zdravja sebe in drugih.
3.2.5 Preventiva pred različnimi oblikami zasvojenosti	3.2.5.1 Usvaja znanje o oblikah in stopnjah zasvojenosti ter o strategijah, kako se jim izogniti oz. jih preprečiti z zdravim življenjskim slogom.

3.3 SOCIALNA DOBROBIT

3.3.1 Socialno zavedanje in zavedanje raznolikosti	3.3.1.1 Ozavešča lastno doživljanje in vedenje v odnosih z drugimi. 3.3.1.2 Zaveda se in prepoznavna raznolikosti v ožjem (oddelek, vrstniki, družina) in širšem okolju (šola, lokalna skupnost, družba).
3.3.2 Komunikacijske spretnosti	3.3.2.1 Razvija spretnosti aktivnega poslušanja, asertivne komunikacije, izražanja interesa in skrbi za druge.
3.3.3 Sodelovanje in reševanje konfliktov	3.3.3.1 Konstruktivno sodeluje v različnih vrstah odnosov na različnih področjih. 3.3.3.2 Krepi sodelovalne veščine, spretnosti vzpostavljanja in vzdrževanja kakovostnih odnosov v oddelku, družini, šoli, širši skupnosti, temelječih na spoštljivem in asertivnem komuniciranju ter enakopravnosti.
3.3.4 Empatija	3.3.4.1 Krepi zmožnosti razumevanja in prevzemanja perspektive drugega. 3.3.4.2 Prepoznavna meje med doživljanjem sebe in drugega. 3.3.4.3 Uravnava lastno vedenje v odnosih, upoštevajoč več perspektiv hkrati.
3.3.5 Prosocialno vedenje	3.3.5.1 Krepi prepoznavanje in zavedanje potrebe po nudenju pomoči drugim. 3.3.5.2 Prepoznavna lastne potrebe po pomoči in strategije iskanja pomoči. 3.3.5.3 Krepi družbeno odgovornost.

4 /// DIGITALNA KOMPETENTNOST



SKUPNI CILJI IN NJIHOVO UMEŠČANJE V UČNE NAČRTE TER KATALOGE ZNANJ

POVZETO PO PUBLIKACIJI WWW.ZRSS.SI/PDF/SKUPNI_CILJI.PDF

4.1 INFORMACIJSKA IN PODATKOVNA PISMENOST

4.1.1 Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij ter digitalnih vsebin	4.1.1.1 Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
4.1.2 Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	4.1.2.1 Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.
4.1.3 Upravljanje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	4.1.3.1 Podatke zbira, obdeluje, prikazuje in shranjuje na najustreznejša mesta (trdi disk, oblak, USB itd.) tako, da jih zna kasneje tudi najti.

4.2 KOMUNIKACIJA IN SODELOVANJE

4.2.1 Interakcija z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.1.1 Sporazumeva se z uporabo različnih digitalnih tehnologij in razume ustrezna sredstva komunikacije v danih okoliščinah.
4.2.2 Deljenje z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.2.1 Deli podatke, informacije in digitalne vsebine z drugimi z uporabo ustreznih digitalnih tehnologij. Deluje v vlogi posrednika in je seznanjen s praksami navajanja virov ter avtorstva.
4.2.3 Državljsko udejstvovanje z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.3.1 Išče in uporablja portale za udejstvovanje v družbi. Poišče skupine, ki zastopajo njegove interese, s pomočjo katerih lahko aktivno daje predloge za spremembe.
4.2.4 Sodelovanje z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.4.1 Z digitalnimi orodji soustvarja skupno vsebino in se zavzema za krepitev sodelovanja med člani.
4.2.5 Spletni bonton	4.2.5.1 Pri uporabi digitalnih tehnologij in omrežij prilagaja svoje vedenje pričakovanjem ter pravilom, ki veljajo v določeni skupini.
4.2.6 Upravljanje digitalne identitete	4.2.6.1 Ustvari eno ali več digitalnih identitet in z njimi upravlja, skrbi za varovanje lastnega ugleda ter za ravnanje s podatki, ki nastanejo z uporabo številnih digitalnih orodij in storitev v različnih digitalnih okoljih.

4.3 USTVARJANJE DIGITALNIH VSEBIN

4.3.1 Razvoj digitalnih vsebin	4.3.1.1 Ustvarja in ureja digitalne vsebine v različnih formatih.
4.3.2 Umeščanje in poustvarjanje digitalnih vsebin	4.3.2.1 Digitalne vsebine obogati z dodajanjem slik, glasbe, videoposnetkov, vizualnih efektov idr.
4.3.3 Avtorske pravice in licence	4.3.3.1 Pozna licence in avtorske pravice. Spoštuje pravice avtorjev in jih ustrezno citira.
4.3.4 Programiranje	4.3.4.1 Zna ustvariti algoritem za rešitev enostavnega problema. Zna odpraviti preproste napake v programu.

4.4 VARNOST

4.4.1 Varovanje naprav	4.4.1.1 Deluje samozaščitno; svoje naprave zaščiti z ustreznimi gesli, programsko opremo in varnim ravnanjem, jih ne pušča brez nadzora v javnih prostorih idr.
4.4.2 Varovanje osebnih podatkov in zasebnosti	4.4.2.1 Varuje osebne podatke in podatke drugih ter prepozna zaupanja vredne ponudnike digitalnih storitev.
4.4.3 Varovanje zdravja in dobrobiti	4.4.3.1 Digitalno tehnologijo uporablja uravnoteženo, skrbi za dobro telesno in duševno dobrobit ter se izogiba negativnim vplivom digitalnih medijev.
4.4.4 Varovanje okolja	4.4.4.1 Zaveda se vplivov digitalnih tehnologij in njihove uporabe na okolje.

4.5 REŠEVANJE PROBLEMOV

4.5.1 Reševanje tehničnih težav	4.5.1.1 Prepozna tehnične težave pri delu z napravami ali digitalnimi okolji ter jih rešuje.
4.5.2 Prepoznavanje potreb in opredelitev tehnoloških odzivov	4.5.2.1 Prepozna in ocenjuje potrebe, izbira ter uporablja digitalna orodja in jih prilagaja lastnim potrebam.
4.5.3 Ustvarjalna uporaba digitalne tehnologije	4.5.3.1 S pomočjo digitalne tehnologije ustvarja rešitve in novosti v postopkih ter izdelkih.
4.5.4 Prepoznavanje vrzeli v digitalnih kompetencah	4.5.4.1 Prepozna vrzeli v svojih digitalnih kompetencah, jih po potrebi izboljšuje in dopolnjuje ter pri tem podpira tudi druge.

**5.1 ZAMISLI IN PRILOŽNOSTI**

5.1.1 Odkrivanje priložnosti	5.1.1.1 Prepoznavava avtentične izzive kot priložnosti za ustvarjanje vrednost zase in za druge.
5.1.2 Ustvarjalnost in inovativnost	5.1.2.1 Pri reševanju izzivov na ustvarjalen način uporablja znanje in izkušnje za ustvarjanju boljših rešitev. 5.1.2.2 Pripravi nabor možnih rešitev izziva, pri čemer stremi k oblikovanju vrednosti za druge.
5.1.3 Vizija	5.1.3.1 Oblikuje vizijo prihodnosti, ki vključuje odgovore na vprašanja, kaj namerava početi v prihodnosti, kakšen želi postati in kakšno skupnost želi sooblikovati.
5.1.4 Vrednotenje zamisli	5.1.4.1 Vrednoti rešitve ob upoštevanju kriterijev po načelu ustvarjanja dobrobiti za druge in izbere ustrezno rešitev.
5.1.5 Etično in trajnostno razmišljanje	5.1.5.1 Prepozna in ovrednoti vpliv svojih odločitev ter ravnanj na skupnost in okolje.

5.2 VIRI

5.2.1 Samozavedanje in samoučinkovitost	5.2.1.1 Prepozna svoje želje, močna in šibka področja ter zaupa, da lahko pozitivno vpliva na ljudi in situacije.
5.2.2 Motiviranost in vztrajnost	5.2.2.1 Je pozitivno naravnani, samozavesten in osredotočen na proces reševanja izziva. 5.2.2.2 Vztraja pri opravljanju kompleksnejših nalog.
5.2.3 Vključevanje virov	5.2.3.1 Pridobi podatke in sredstva (materialna, nematerialna in digitalna), potrebne za prehod od zamisli k dejanjem, s katerimi odgovorno in učinkovito upravlja, pri čemer upošteva učinkovito izrabo lastnega časa in finančnih sredstev.
5.2.4 Vključevanje človeških virov	5.2.4.1 Spodbuja in motivira druge pri reševanju skupnih nalog. 5.2.4.2 Poišče ustrezno pomoč posameznika (npr. vrstnika, učitelja, strokovnjak itd.) ali strokovne skupnosti. 5.2.4.3 Razvije spretnosti za učinkovito komunikacijo, pogajanje, vodenje, ki so potrebne za doseganje rezultatov.
5.2.5 Finančna pismenost	5.2.5.1 V različnih življenjskih situacijah prepozna in rešuje finančne izzive (viri finančnih sredstev, skrb za denar, poslovanje npr. z banko, zavarovalnico ter drugimi finančnimi institucijami, ocena potrebnih sredstev, tveganj in odločitev o zadolževanju ter naložbi, varčevanju). 5.2.5.2 Sprejema odgovorne finančne odločitve za doseganje blaginje (osebne in za skupnost). 5.2.5.3 Pridobiva ustrezno znanje na področju finančne pismenosti za kakovostno vsakdanje in poklicno življenje.

5.3 K DEJANJEM

5.3.1 Prevzemanje pobude	5.3.1.1 Spodbuja in sodeluje pri reševanju izzivov, pri čemer prevzema individualno in skupinsko odgovornost.
5.3.2 Načrtovanje in upravljanje	5.3.2.1 V procesu reševanja problemov si zastavlja kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne cilje, opredeli prednostne naloge in pripravi načrt. 5.3.2.2 Prilagaja se nepredvidnim spremembam.
5.3.3 Obvladovanje negotovosti, dvoumnosti in tveganja	5.3.3.1 Na nepredvidene situacije se odziva s pozitivno naravnanoostjo in ciljem, da jih uspešno razreši. 5.3.3.2 Pri odločitvah primerja in analizira različne informacije, da zmanjša negotovost, dvoumnost in tveganja.
5.3.4 Sodelovanje	5.3.4.1 Sodeluje z različnimi posamezniki ali skupinami. 5.3.4.2 Morebitne spore rešuje na konstruktiven način in po potrebi sklepa kompromise.
5.3.5 Izkusveno učenje	5.3.5.1 Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev. 5.3.5.2 Presoja uspešnost doseganja zastavljenih ciljev in pri tem prepozna priložnosti za nadaljnje učenje. 5.3.5.3 Prepozna priložnosti za aktivno uporabo pridobljenega znanja v novih situacijah. 5.3.5.4 Povratne informacije uporabi za nadaljnji razvoj podjetnostne kompetence.