UNIVERZA V LJUBLJANI | PEF Pedagoška fakulteta

ANALIZA DOSEŽKOV IN NADALJNJIH IZOBRAŽEVALNIH IZBIR UČENCEV PO SODELOVANJU NA KEMIJSKIH TEKMOVANJIH V OSNOVNI ŠOLI

Lea Arzenšek, mag. prof.

September 2026

Teoretična izhodišča

Zakaj je kemija zahtevna?

- Številni abstraktni in težko doumljivi pojmi, težko predstavljiv simbolni kemijski jezik in izračuni. Ti tvorijo kompleksen sistem, kjer razumevanje enega pojma pogosto zahteva predhodno razumevanje več drugih, prav tako zahtevnih pojmov (Mahdi, 2014; Taber, 2002).
- Temelji na treh medsebojno povezanih, a različnih ravneh predstavljanja snovi: makroskopski, submikroskopski in simbolni (Cardellini, 2012).

Zahtevne kemijske vsebine

Učenci so kot bolj zahtevne teme opredelili:

- kisline, baze in soli, vsebine organske kemije (Herridge, 2016; Musonda, 2021; Sheehan, 2010),
- pojem mol in množinska razmerja snovi (Kousathana in Tsaparlis, 2002; Musonda, 2021),
- zapisovanje in urejanje enačb kemijskih reakcij, ionske strukture (Sheehan, 2010),
- ter povezovanje delcev (Herridge, 2016; Tilahun in Tirfu, 2016).
- Zanimivo je, da učenci sami niso izrazili, da so teme, ki se povezujejo z matematiko, zahtevne (Herridge, 2016).

Teoretična izhodišča

Pogoste napake

Kemija je svet snovi: učenje definicij brez razumevanja; zamenjave elementa, spojine in zmesi (Taber, 2002).

Atom in periodni sistem: enačenje atomov, molekul in ionov; napačno razumevanje elektronskih konfiguracij; težave pri interpretaciji skupin in period v PS (Abduli idr., 2020; Papageorgiou idr., 2016; Taber, 2002).

Povezovanje delcev/gradnikov: nerazlikovanje med vrstami vezi; nerazlikovanje polarnih/nepolarnih vezi in molekul; napačno razumevanje nastanka ionske vezi (Taber, 2002).

Kemijske reakcije: nepoznavanje razlike med fizikalnimi in kemijskimi spremembami, zakona o ohranitvi mase; napačni zapisi spojin, neustrezno urejanje enačb; napačni postopki pri računskih nalogah, enote in zaokroževanje (Alkan, 2020; Baah & Ampiah, 2012; Slapničar idr., 2018;; Trivić & Milanović, 2018).

Kisline, baze in soli: napačni produkti pri nevtralizaciji (manjkajoča voda); napačni zapisi ionskih enačb; nepoznavanje indikatorjev in lastnosti soli (Ivanoska & Stojanovska, 2021).

Elementi v periodnem sistemu: nepoznavanje skupin in njihovih lastnosti; težave pri masnih deležih in zaokroževanju količin (Abduli idr., 2020; Kastelic, 2012).

Družina ogljikovodikov s polimeri: napačna določitev monomerov in polimerov; napačno risanje skeletnih formul; napake pri poimenovanju (predpone, lokacije, presledki, črke); nerazlikovanje med substitucijo, adicijo in eliminacijo (Karini idr., 2022; Kastelic, 2012).

Kisikova družina organskih spojin: nerazlikovanje med skupinami spojin v tej družini; napačno razumevanje njihovih značilnih reakcij; napake pri formulah (strukturna, molekulska, racionalna) in poimenovanju (Anim-Eduful & Adu-Gyamfi, 2022; Kastelic, 2012).

Dušikova družina organskih spojin: zamenjeva aminov in amidov zaradi podobnega poimenovanja (Chem12u, b.d.).

Teoretična izhodišča

Interes učencev za kemijo

- Splošni upad interesa za učenje kemije in upad zanimanja študentov za študij kemije na univerzah (Akram idr., 2017; Mahdi, 2014; Naeem idr., 2022).
- Dejavniki, ki vplivajo na interes so spol, razred, starost, vrsta šole, poklic staršev ipd. (Akram idr., 2017).
- Učenci pravijo, da je kemija zahtevna in da za razumevanje porabijo veliko časa (Mahdi, 2014).
- Učenci, ki se udeležijo tekmovanj, izbirajo zahtevnejše izobraževalne programe (Gordeeva idr., 2013).

Namen

- Ugotoviti, katere učne vsebine na tekmovanju iz kemije so se izkazale za zahtevne v izbranem obdobju,
- ali se ta trend zahtevnih vsebin ponavlja skozi leta,
- primerjati različne ravni tekmovanja in razpon dosežkov med njimi,
- ugotoviti pogoste napake učencev,
- kakšen je njihov individualni interes za učenje kemije in
- na katere srednješolske programe se želijo vpisati devetošolci, ki se udeležijo državnega kemijskega tekmovanja.

Raziskovalna vprašanja

1. Katere učne vsebine iz razpisa za kemijsko tekmovanje za osnovno šolo so se v obdobju med šolskimi leti 2021/22 in 2023/24 izkazale za bolj zahtevne?
2. Ali se trend učnih vsebin razpisa, ki so se izkazale za bolj zahtevne, ponavlja v obdobju šolskih let 2021/22 do 2023/24?
3. Kako se spreminja razpon dosežkov na državnem tekmovanju iz kemije v primerjavi z dosežki na regijski oziroma šolski ravni v obdobju šolskih let 2021/22 do 2024/25?
4. Katere so pogoste napake tekmovalcev pri posameznih tipih nalog, glede na tematski sklop učnega načrta, v šolskem letu 2023/24?
5. Kakšen je interes za kemijo med učenci, ki so se udeležili državnega tekmovanja iz kemije v šolskem letu 2024/25?
6. Katere srednješolske programe izbirajo učenci, ki so se v šolskem letu 2024/2025 udeležili tekmovanja iz kemije na državni ravni?

Metodologija

Raziskava je temeljila na kavzalno-neeksperimentalni metodi pedagoškega raziskovanja in je bila sestavljena iz treh delov.

	Prvi del (RV 1. – 3.)	**Drugi del (RV 4.)**	**Tretji del (RV 5. in 6.)**
Vzorec (Neslučajnostni in namenski)	- 32087 učencev, - 43,7 % moških, - 56,3 % žensk.	- 1656 učencev, - 1205 regijski nivo, - 451 državni nivo.	- 370 učencev, - 47,8 % moških, - 52,2 % žensk.
Inštrument	- Tehnika: sekundarna analiza podatkov, - podatki iz uradnih evidenc ZOTKS: dosežene točke učenca pri nalogah za 8. in 9. razred v šolskih letih 2021/22 - 2024/25.	- Tehnika: preverjanja znanja, - merski instrument: ocenjevalne pole 8. in 9. razreda; regijski in državni nivo 2023/24.	- Tehnika: anketa, - merski instrument: anketni vprašalnik.
Potek raziskave	- deskriptivna statistika z metodo frekvenčne distribucije (RV 1.- 3.), - pregled vsebin glede na indeks težavnosti,	- kvalitativna analiza dokumentov, - oblikovane kategorije napak.	- deskriptivna statistika in frekvenčna distribucija, - prosti odgovori: kvalitativna analiza, - interes: kvantitativna analiza.

Rezultati prvi del – zahtevne vsebine

(Katere učne vsebine iz razpisa za kemijsko tekmovanje za osnovno šolo so se v obdobju med šolskimi leti 2021/22 in 2023/24 izkazale za bolj zahtevne?)

Šolsko leto	Razred	Raven	Številka naloge	Tematski sklop iz UN	I_t
2021/22	9.	šolsko	5	Kemijske reakcije	0,3
			7	Kemijske reakcije	0,2
			8	Kisline, baze in soli	0,3
		državno	10	Elementi v periodnem sistemu	0,3
2022/23	8.	šolsko	4	Vplivi človeka na okolje (kemijske vsebine)	0,3
2023/24	8.	šolsko	2	Vplivi človeka na okolje (kemijske vsebine)	0,3
			9	Povezovanje delcev/ gradnikov	0,3
2023/24		regijsko	1	Kemijske reakcije	0,3
			5	Kemijske reakcije	0,3
	9.	šolsko	8	Kisline, baze in soli	0,3

Tabela 1: Pregled zahtevnejših vsebin na tekmovanju iz kemije skozi leta.

- Meja I_t = 0,3,
- 10 nalog.
- Zahtevnejše vsebine se ponavljajo predvsem pri temah, ki vključujejo razumevanje kemijskih reakcij, povezovanje teoretičnega znanja z vsakdanjimi primeri ter reševanju računskih nalog.
- Največ težav so povzročale naloge, kjer je bilo potrebno povezati več pojmov hkrati, razumeti postopke ali podatke ter jih pravilno uporabiti pri reševanju problemov.
- Največ v sklopu *Kemijske reakcije* (Trivić in Milanović, 2018; Sheehan, 2010).
- Sledi sklop *Kisline, baze in soli* (Herridge, 2016; Musonda, 2021; Sheehan, 2010).

Trend ponavljanja zahtevnih vsebin

(Ali se trend učnih vsebin razpisa, ki so se izkazale za bolj zahtevne, ponavlja v obdobju šolskih let 2021/22 do 2023/24?)

Šolsko leto	8. razred	9. razred
2021/22	Kemija je svet snovi (N = 1)	Povezovanje delcev/ gradnikov (N = 1), Kemijske reakcije (N = 2), Kisline, baze in soli (N = 1), Elementi v periodnem sistemu (N = 1)
2022/23	Vplivi človeka na okolje (kemijske vsebine) (N = 2), Kemijske reakcije (N = 1)	Kemijske reakcije (N = 1), Elementi v periodnem sistemu (N = 1)
2023/24	Vplivi človeka na okolje (kemijske vsebine) (N = 1), Kisline, baze in soli (N = 1), Povezovanje delcev/ gradnikov (N = 1), Atom in periodni sistem elementov (N =2), Kemijske reakcije (N = 1)	Kisline, baze in soli (N = 1)
2024/25	Kemija je svet snovi (N = 2)	Kisikova družina organskih spojin (N = 2), Kemijske reakcije (N = 1), Elementi v periodnem sistemu (N = 1), Kisline, baze in soli (N = 1), Družina ogljikovodikov s polimeri (N = 1)

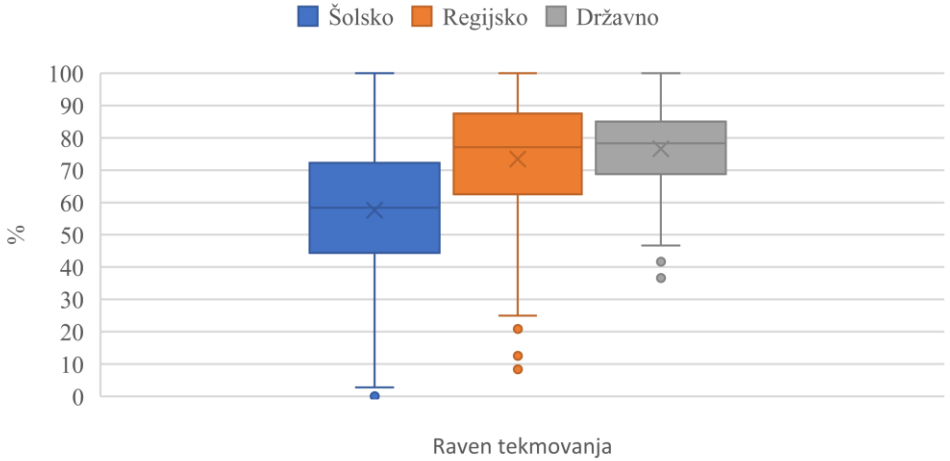
Tabela 2: Število zahtevnih vsebin, razporejenih po vsebinskih sklopih v posameznih šolskih letih za posamezen razred.

- Meja I_t = 0,4,
- 26 nalog.
- Najzahtevnejše naloge iz tematskega sklopa *Kemijske reakcije* (vsako šolsko leto zastopane vsaj enkrat, skupno petkrat) (Sheehan, 2010),
- štirikrat naloge iz *Kisline, baze in soli*,
- trikrat *Elementi v periodnem sistemu*.
- Zahtevna naloga iz sklopa *Družina ogljikovodikov s polimeri* pojavila samo enkrat.
- Med leti 2021/22 do 2023/24 v 9. razredu ni bilo zahtevnih nalog iz organske kemije, v letu 2024/25 pa so se pojavile kar tri Herridge (2016), Musonda (2021) in Sheehan (2010)

Rezultati: Razpon dosežkov 8. razreda

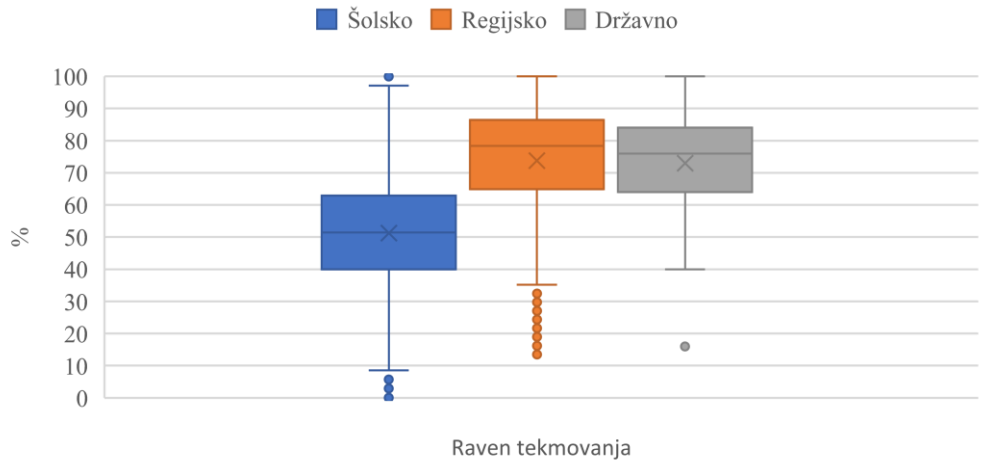
(Kako se spreminja razpon dosežkov na državnem tekmovanju iz kemije v primerjavi z dosežki na regijski oziroma šolski ravni v obdobju šolskih let 2021/22 do 2024/25?)

Šolsko leto 2021/22



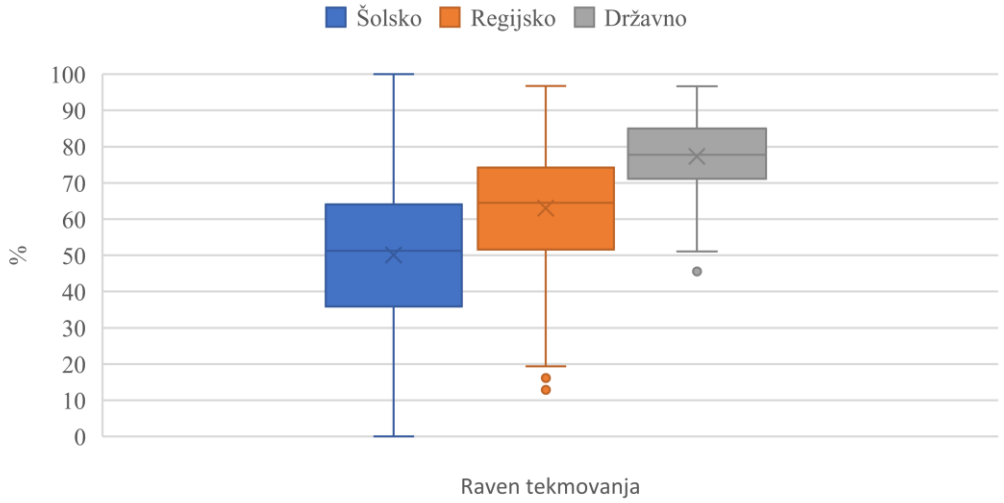
Graf 1: Razpon dosežkov možnih odstotkov učencev na tekmovanju iz kemije po ravneh tekmovanja v 8. razredu za leto 2021/22

Šolsko leto 2022/23



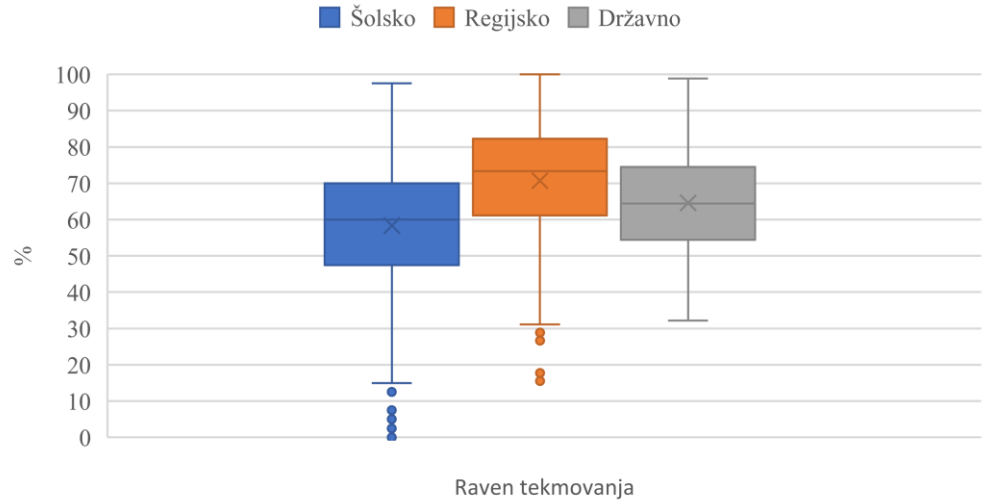
Graf 2: Razpon dosežkov možnih odstotkov učencev na tekmovanju iz kemije po ravneh tekmovanja v 8. razredu za leto 2022/23

Šolsko leto 2023/24



Graf 3: Razpon dosežkov možnih odstotkov učencev na tekmovanju iz kemije po ravneh tekmovanja v 8. razredu za leto 2023/24

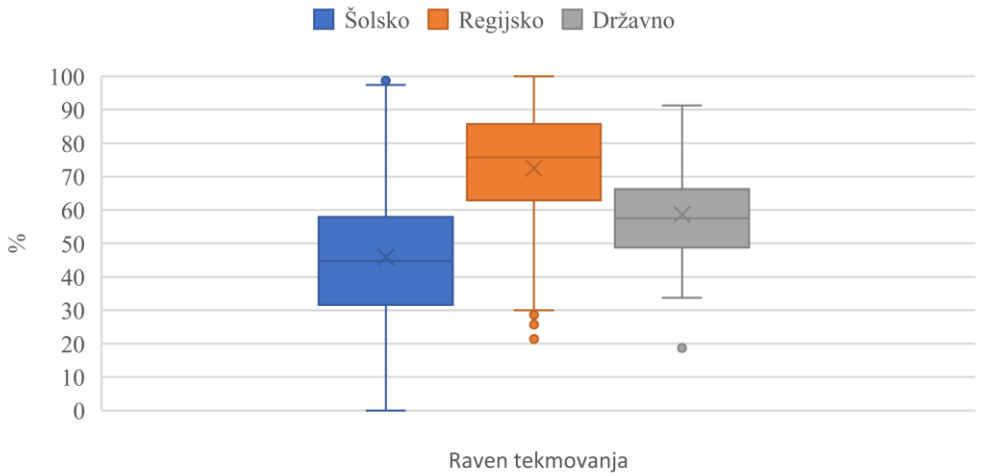
Šolsko leto 2024/25



Graf 4: Razpon dosežkov možnih odstotkov učencev na tekmovanju iz kemije po ravneh tekmovanja v 8. razredu za leto 2021/22

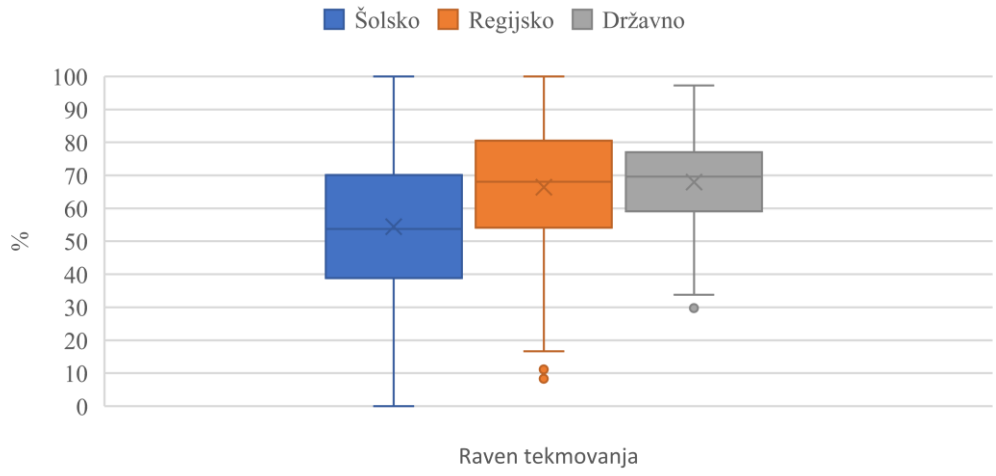
Rezultati: Razpon dosežkov 9. razreda

Šolsko leto 2021/22



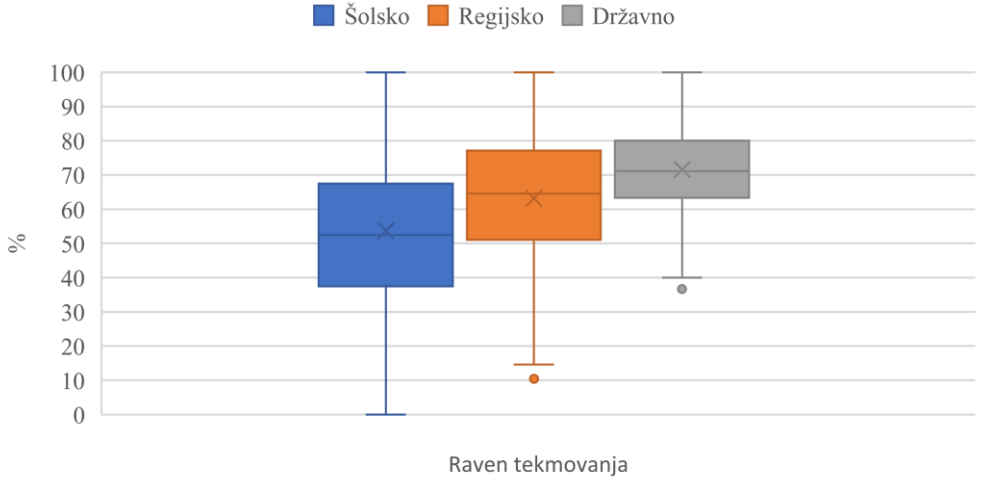
Graf 5: Razpon dosežkov možnih odstotkov učencev na tekmovanju iz kemije po ravneh tekmovanja v 9. razredu za leto 2021/22

Šolsko leto 2022/23



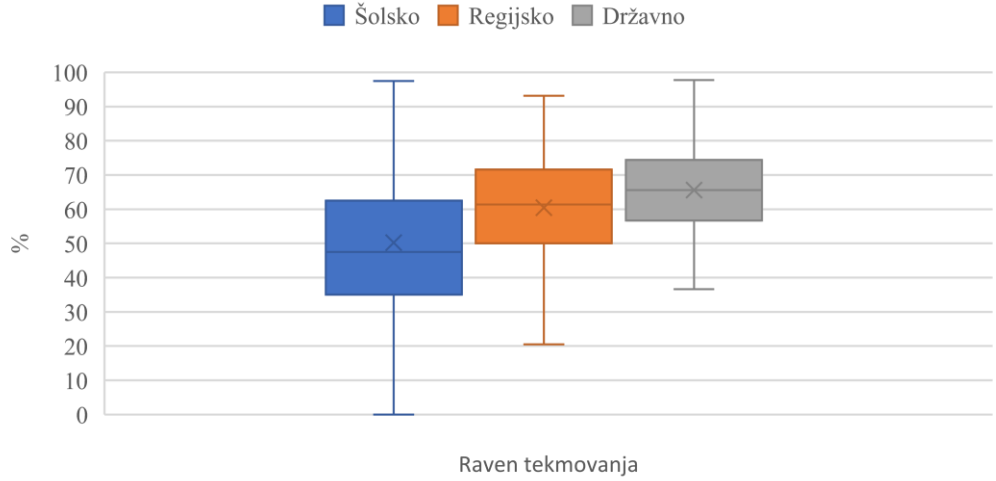
Graf 6: Razpon dosežkov možnih odstotkov učencev na tekmovanju iz kemije po ravneh tekmovanja v 9. razredu za leto 2022/23

Šolsko leto 2023/24



Graf 7: Razpon dosežkov možnih odstotkov učencev na tekmovanju iz kemije po ravneh tekmovanja v 9. razredu za leto 2023/24

Šolsko leto 2024/25



Graf 8: Razpon dosežkov možnih odstotkov učencev na tekmovanju iz kemije po ravneh tekmovanja v 9. razredu za leto 2024/25

Rezultati drugi del

(Katere so pogoste napake tekmovalcev pri posameznih tipih nalog, glede na tematski sklop učnega načrta, v šolskem letu 2023/24?)

V preizkuse znanja je bilo vključenih 6 tipov nalog, in sicer naloge povezovanja, alternativnega tipa, izbirnega tipa, naloge kratkih odgovorov, strukturirane naloge in kontekstualni kvantitativni problemi.

Povezovanje: Povezovanje delcev/gradnikov, Elementi v Periodnem sistemu, Atom in periodni sistem elementov in Kisikova družina organskih spojin.

Alternativni tip: Kemijske reakcije, Atom in periodni sistem elementov, Kisline,baze in soli.

Kratki odgovori: Atom in periodni sistem elementov, Kemija je svet snovi, Povezovanje delcev/gradnikov, Kemijske reakcije, Kisline, baze in soli.

Izbirni tip: Povezovanje delcev/gradnikov, Kemijske reakcije, Družina ogljikovodikov s polimeri, Kisikova družina organskih spojin in Dušikova družina organskih spojin.

Strukturirane naloge: Kemija je svet snovi, Atom in periodni sistem elementov, Povezovanje delcev/gradnikov, Kemijske reakcije, Elementi v periodnem sistemu, Kisline, baze in soli, Družina ogljikovodikov s polimeri, Kisikova družina organskih spojin.

Kontekstualni kvantitativni problemi: Kemijske reakcije, Elementi v periodnem sistemu.

SPECIFIKACIJSKA TABELA TEKMOVALNE POLE

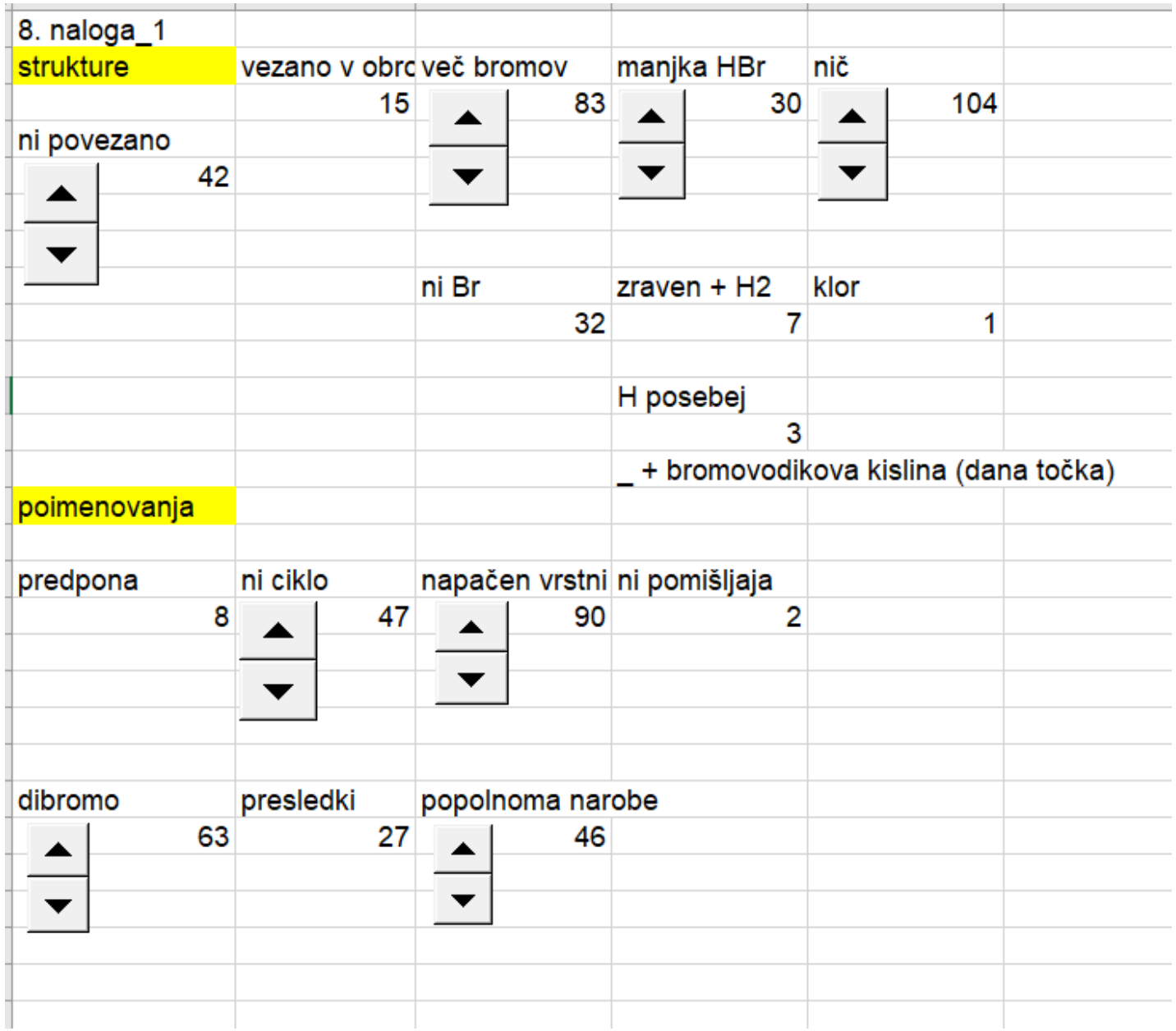
Razred: 8. Naziv: kemijsko tekmovanje Raven: državna Datum tekmovanja: 11. 5. 2024

Tema/vsebinski sklop UN *(zaporedna številka naloge) vsebina po razpisu tekmovanja*	**1. raven (pomnjenje)** št. nalog / % točk / št. točk	**2. raven (razumevanje, uporaba)** št. nalog / % točk / št. točk	**3. raven (sinteza/analiza, evalvacija, ustvarjanje)** št. nalog / % točk / št. točk	**Skupaj** št. nalog / % nalog / št. točk
Kemija je svet snovi *(1) Snov in agregatna stanja snovi z razporeditvijo in gibanjem gradnikov,*		1 / 11 % / 5 T (1) naloga kratkih odgovorov (branje SMR)		1 / 11 % / 5 T
Atom in periodni sistem elementov *(2) Zgradba atomov in ionov. Pojem izotop in primeri uporabe izotopov.*			1 / 9 % / 4 T (2) naloga kratkih odgovorov	1 / 9 % / 4 T
Kemijske reakcije *(3) Poznavanje piktogramov. Zapis enačbe kemijske reakcije in poimenovanje.*		1 / 10 % / 4,5 T (3) strukturirana naloga z eksperimentom		1 / 10 % / 4,5 T
Atom in periodni sistem elementov *(4) Zgodovina razvoja zgradbe atoma v povezavi z razvojem človeške družbe*	1 / 9 % / 4 T (4) alternativni tip naloge (4 alternative)			1 / 9 % / 4 T
Povezovanje delcev *(5) Nastanek kovalentne vezi, zgradba preproste molekule.* *(6) Enojna, dvojna in trojna kovalentna vez na primerih preprostih molekul* *(7) Na podlagi kemijske zgradbe primerjati izbrane lastnosti ionskih snovi z lastnostmi kovalentnih spojin.*	1 / 10 % / 4,5 T (6) strukturirana naloga z branjem SMR	1 / 11 % / 5 T (7) strukturirana naloga z eksperimentom	1 / 9 % / 4 T (5) strukturirana naloga z branjem SMR	3 / 30 % / 13,5 T
Kemijske reakcije *(8) Zakon o ohranitvi mase.*			1 / 10 % / 4,5 T (8) strukturirana naloga s kvantitativnim problemom	1 / 10 % / 4,5 T
Elementi v periodnem sistemu *(9) Živo srebro. Izračun masnega deleža elementov v spojini.* *(10) Razumevanje vloge izbranega elementa v sodobnih tehnologijah.*		1 / 9 % / 4 T (10) naloga povezovanja z branjem sheme	1 / 12 % / 5,5 T (9) strukturirana naloga s kvantitativnim problemom	2 / 21 % / 9,5 T
Skupaj	**2 / 18 % / 8 T**	**3 / 29 % / 13 T**	**5 / 53 % / 24 T**	**10 / 100 % / 45 T**

Avtor: doc. dr. Miha Slapničar

Slika 1: Specifikacijska tabela tekmovalne pole na državnem tekmovanju za 8. razred v šolskem letu 2023/24.

Vsaki nalogi in podnalogi je bil pripisan tematski sklop iz UN.

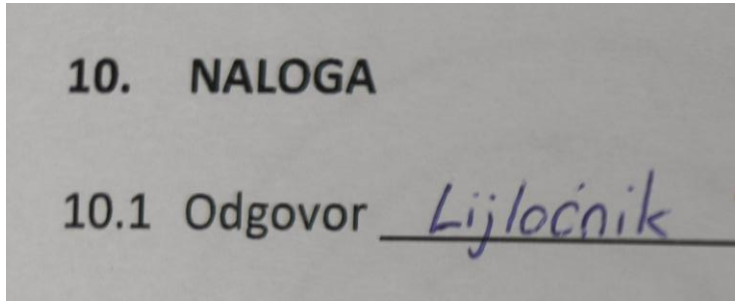


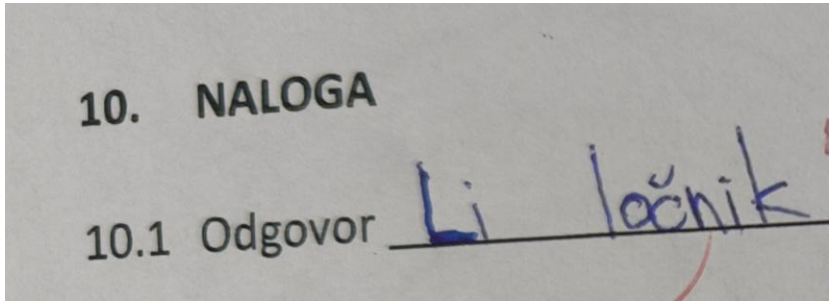
Slika 2: Primer excelove tabele za pregledovanja napak pri nalogi.

Pogoste napake pri vsebinskih sklopih

Kemija je svet snovi

- Neprepoznavanje heterogene zmesi, dvoatomni elementi niso bili opredeljeni kot elementi ali pa sta bili zamenjani tekoče in trdno agregatno stanje.
- Napake pri poimenovanju kemijskega inventarja.
- Težave pri lastnostih, ki jih morajo imeti snovi, da jih lahko ločujemo z določenimi laboratorijskimi pripomočki in identifikacijo dejanskih snovi, ki jih lahko ločimo.

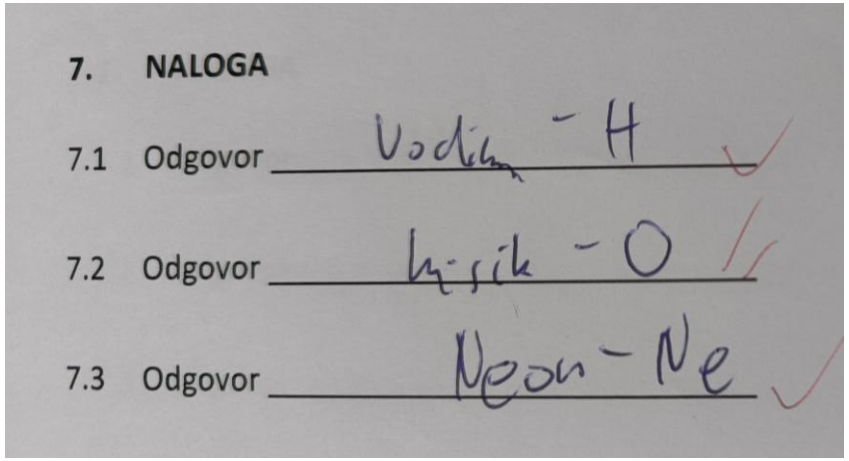




Pogoste napake pri vsebinskih sklopih

Atom in periodni sistem elementov

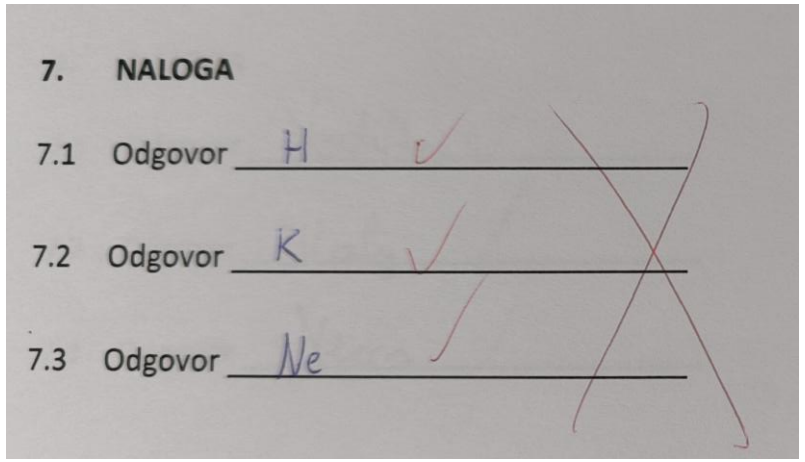
- **Izotopi** - učenci niso pravilno interpretirali, katera številka ob simbolu elementa (relativna atomska masa ali vrstno število) predstavlja tudi število protonov in kako ugotovimo število nevtronov.
- Napačni zapisi **masnega števila** delca.
- **Zgodovina kemije** - učenci so napačno menili, da je Mendelejev, ko je razvrščal atome v periodni sistem, poznal zgradbo atomskega jedra in da je elemente razvrstil v stolpce in vrstice. Menili so, da ni sklepal, da elementi v plinastem agregatnem stanju obstajajo.
- **Pisanje simbolov namesto imen**.
- Napake pri **risanju shematskih prikazov elektronov v elektronski ovojnici**, sploh pri številu elektronov v zunanji ovojnici.
    - Posledično napačno zapisana tudi formula spojine, ki se je nanašala na narisano shemo (zaradi napačnega števila zunanjih elektronov je bil napačno opredeljen element) in ime spojine.
- Pogosto so učenci **napačno črkovali fluorid**.


7. NALOGA

7.1 Odgovor Vodik - H

7.2 Odgovor kisik - O

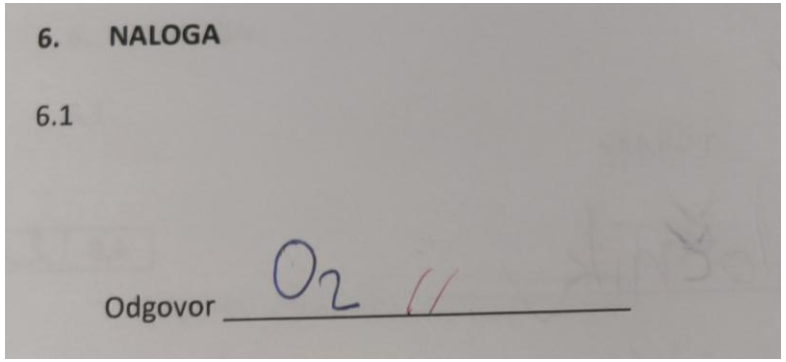
7.3 Odgovor Neon - Ne


7. NALOGA

7.1 Odgovor H

7.2 Odgovor K

7.3 Odgovor Ne


6. NALOGA

6.1

Odgovor O_2

Pogoste napake pri vsebinskih sklopih

Povezovanje delcev/gradnikov

- Opredelitev **lastnosti polarne in nepolarne kovalentne vezi** (npr. mnenje, da je trojna kovalentna vez le polarna ali nepolarna, ne pa, da je lahko in eno in drugo; atomi nekovin se ne morejo povezovati s polarno kovalentno vezjo, pri nastanku kovalentne vezi en atom odda elektron,…).
- **Poimenovanje spojin** - napačne končnice (dibromidov oksid) ali pa so napačno zapisali ime elementa (robinijev bromid), manjkajoča predpona di-.
- Težave pri opredelitvi, katera snov je sestavljena iz nepolarnih molekul, napačen zapis **števila neveznih elektronskih parov** v molekuli.
- Napačno opredeljene snovi, kjer so delci povezani s polarno kovalentno vezjo, največkrat so učenci izbrali možnost, ki je predstavljala ionsko vez. Učenci so **napačno opredelili osnovne gradnike** določenih delcev/molekul.
- Težave razbrati, **koliko elektronov sodeluje v tvorbi vseh vezi v molekuli**. Težave pri opredelitvi **vrste vezi** med atomi v molekuli (polarna kovalentna) ter številu vezi, ki nastane pri nastanku več molekul produkta.
- Učenci so iz navodil z opisi elementov (lokacija v periodnem sistemu, število protonov) v spojini izbrali napačne elemente. Pri risanju struktur so uporabili napačno število vezi med elementi in narisali napačno število neveznih elektronskih parov.
- Pojasnitev, zakaj ionske raztopine **prevajajo električni tok** (namesto gibanja ionov, gibanje elektronov).

2. NALOGA

2.1 Snov A (di)bromov oksid

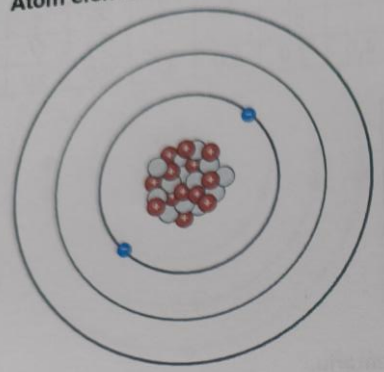
Snov B rubidijev bromid

2. NALOGA

2.1 Snov A Dibromidov Oksid

Snov B Rubidijev Bromid

3.1 **Atom elementa X:**



3.2 Formula spojine AlF

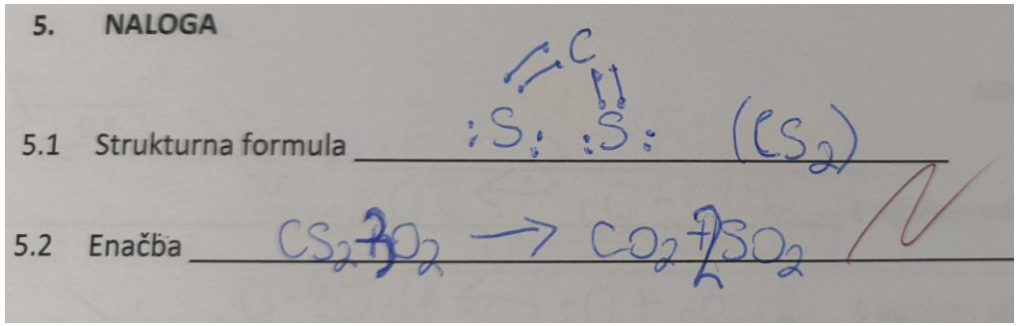
Ime spojine Aluminijev Flourid

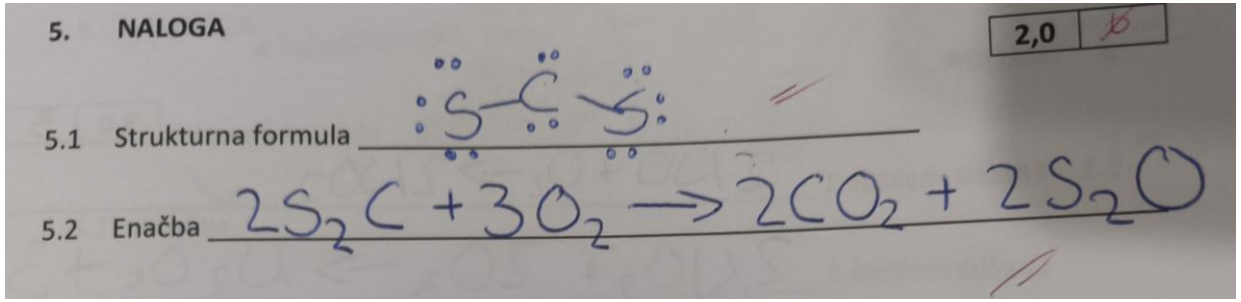
3.2 Formula spojine AlF_3

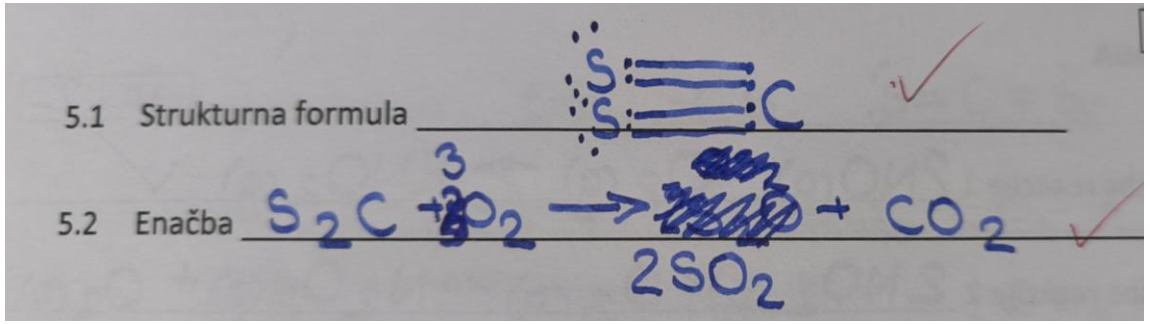
Ime spojine aluminijev trifluorid

3.2 Formula spojine AlF_3

Ime spojine aluminijev trifluorid


5. NALOGA
5.1 Strukturna formula
(CS2)
5.2 Enačba
CS2 + 3O2 → CO2 + 2SO2


5. NALOGA
2,0
5.1 Strukturna formula
5.2 Enačba
2S2C + 3O2 → 2CO2 + 2S2O


5.1 Strukturna formula
5.2 Enačba
S2C + 3O2 → 2SO2 + CO2

Pogoste napake pri vsebinskih sklopih

Elementi v periodnem sistemu

- Nerazlikovanje elementa/spojine/zmesi.
- Nerazlikovanje med elementarno obliko elementov in minerali teh elementov ter za kaj se uporabljajo.
- Težave pri ugotavljanju, kateri element manjka v molekuli, kjer je bilo podano število vseh ostalih atomov in molekulska masa molekule.
- **Računanje mase in masnega deleža enega elementa v molekuli** - napačen postopek računanja ali pa napačno zaokroženi rezultati, neustrezno število decimalnih mest, napačne enote.
- Napake pri **poznavanju postopka** pridobivanja določenih elementov in njegovih lastnosti ter računanju mase elementov v njegovih rudah.

Pogoste napake pri vsebinskih sklopih

Kisline, baze in soli

- Napačno mišljenje, da je **raztopina heterogena zmes snovi** v tekočem agregatnem stanju in da nam masni delež topljenca pove razmerje med maso topljenca in maso topila.
- Kot napačno so opredelili pravilno definicijo masne koncentracije.
- **Zapisovanje in urejanje enačbe nevtralizacije** - učenci so v enačbo zapisali formule napačnih snovi ali pa enačbe **niso uredili**.
- Napačno poimenovanje **piktogramov** – zapisali so, da piktogram za strupeno pomeni smrtno nevarno.
- Napake pri ugotavljanju **barve indikatorjev**.
- **Pisanje simbolov namesto imena delcev.**
- Težave ugotoviti, v katerem vzorcu je več hidroksidnih ionov na podlagi dane pH vrednosti in obarvanja indikatorjev v teh vzorcih.
- Napake so bile tudi pri ugotavljanju produktov reakcije na podlagi lastnosti teh snovi.



2.4 Odgovor: smrtno nevarno, vnetljivo, jedko

2.1 Odgovor: rumeni ✓

2.2 Odgovor: oksonijevi ioni H_3O^+

Pogoste napake pri vsebinskih sklopih

Kemijske reakcije

- Nerazumevanje **zakona o ohranitvi mase** - povezali so ga le z enim reaktantom (ne obema); napake glede dejavnikov, ki vplivajo na hitrost kemijske reakcije
- Napačni **simbolni zapisi** spojin (npr. CaCl namesto $CaCl_2$), napačno izbrani elementi ali napačno določena oksidacijska števila.
- Pozabljanje produktov (najpogosteje vode) ter napačno določena agregatna stanja.
- **Napake pri zapisovanju enačb kemijskih reakcij** - napačni simbolni zapisi reaktantov, čeprav so bila imena zapisana v navodilu; vstavljanje napačnih reaktantov v reakcijo; napačno sklepanje o produktih reakcij.
- **Namesto puščice v enačbi uporabljen enačaj.**
- Težave pri **zapisovanju enačbe na podlagi opisa reakcije**, kljub temu da so bila imena vseh reaktantov in produktov zapisana – napačni simbolni zapisi za posamezne spojine.
- Težave pri zapisu enačbe kemijske reakcije, s podanimi krogličnimi modeli snovi, ki sodelujejo v reakciji (namesto dvoatomne molekule kisika enoatomna).
- Težave pri urejanju in ugotavljanju števila molekul reaktanta, ki jih potrebujemo, da nastane določeno število molekul produkta.
- Napačno izračunane mase snovi v reakcijah - napačen postopek oziroma uporabljena formula; napačno zaokrožen rezultat (decimalna mesta).

5.2 Odgovor: _____

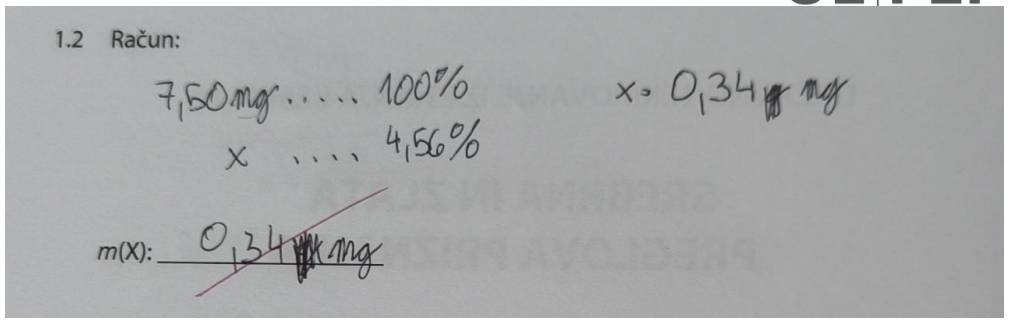
5.3 Račun:

Za 1 mol propana rabimo 5 mol kisika. Torej za 0,2 mol propana rabimo 1,00 mol kisika

Odgovor: ~~Masa~~ 1,00 mol

40,9%

Na tri zanesljiva mesta natančno: M(X): 0,342mg



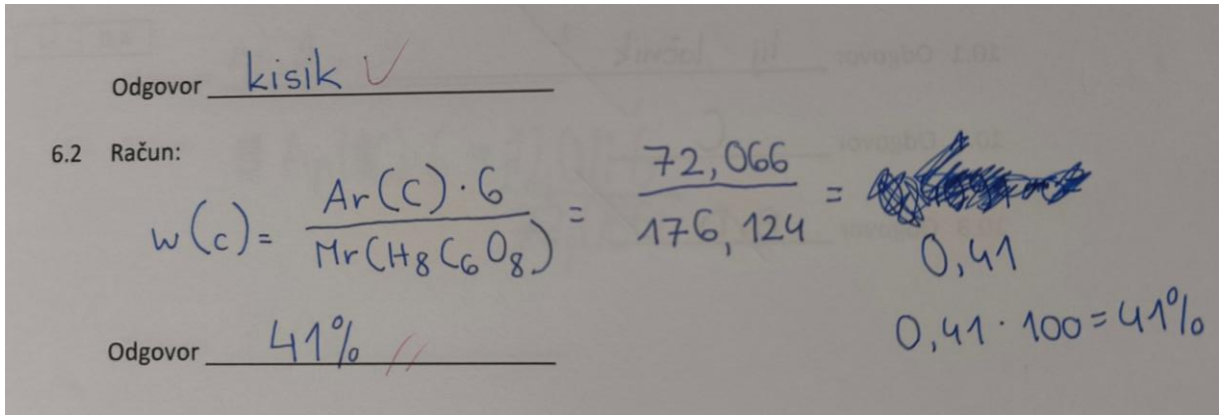
1.2 Račun:

7,50 mg 100%

x 4,56%

x = 0,34 mg

m(X): ~~0,34 mg~~



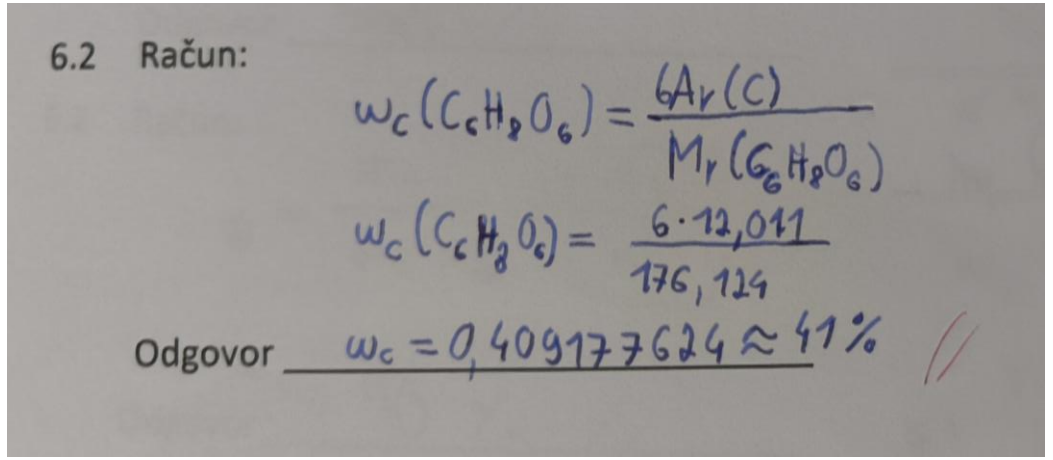
Odgovor kisik ✓

6.2 Račun:

$w(c) = \frac{Ar(C) \cdot 6}{Mr(H_8C_6O_8)} = \frac{72,066}{176,124} =$ 0,41

0,41 · 100 = 41%

Odgovor 41%

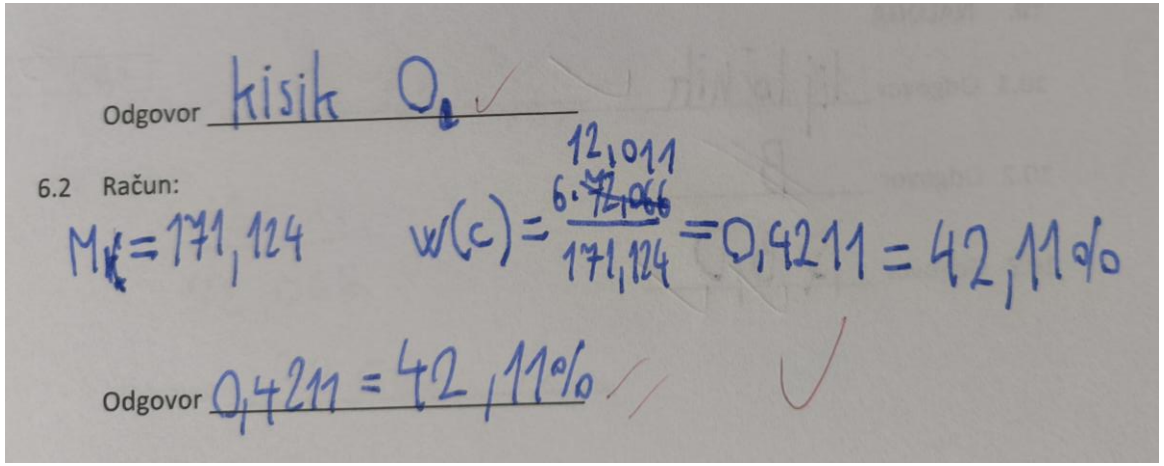


6.2 Račun:

$w_c(C_6H_8O_6) = \frac{6Ar(C)}{M_r(C_6H_8O_6)}$

$w_c(C_6H_8O_6) = \frac{6 \cdot 12,011}{176,124}$

Odgovor $w_c = 0,409177624 \approx 41\%$

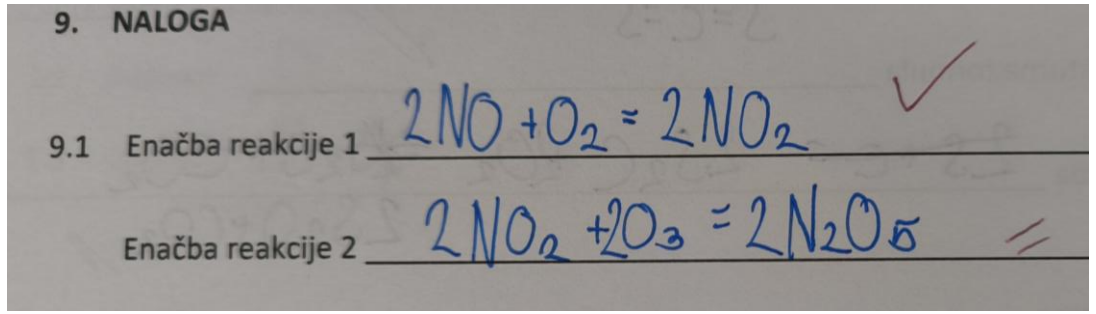


Odgovor kisik O_2 ✓

6.2 Račun:

$M_r = 171,124$ $w(c) = \frac{6 \cdot 12,011}{171,124} = 0,4211 = 42,11\%$

Odgovor 0,4211 = 42,11% ✓



9. NALOGA

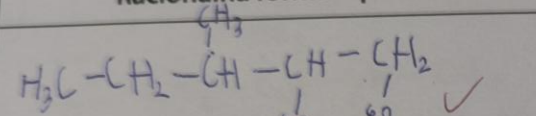
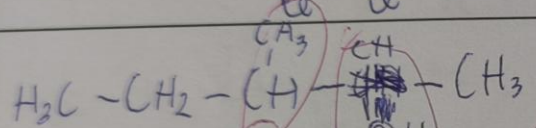
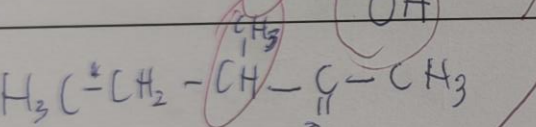
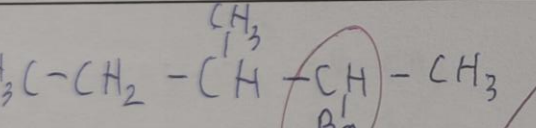
9.1 Enačba reakcije 1 $2NO + O_2 = 2NO_2$ ✓

Enačba reakcije 2 $2NO_2 + 2O_3 = 2N_2O_5$

Pogoste napake pri vsebinskih sklopih

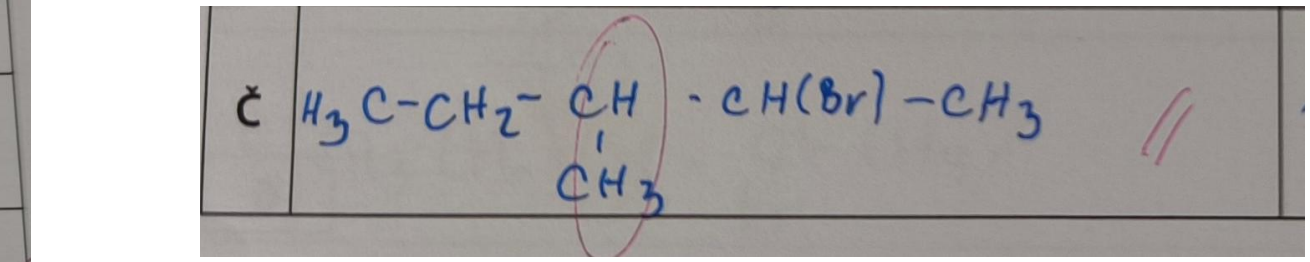
Družina ogljikovodikov s polimeri

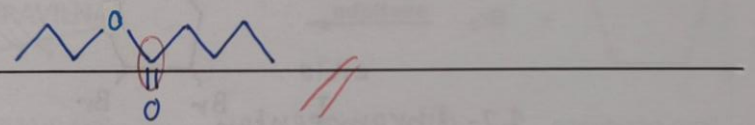
- Napačna opredelitev monomerne enote **polimera** (tako racionalna formula kot ime) ter njihovo število v narisani shemi. Težave pri poznavanju lastnosti tega polimera in načina, kako nastane.
- **Risanje skeletnih formul produktov različnih vrst reakcij ogljikovodikov** - napačne strukture (npr. dva vezana broma na obroč namesto enega pri radikalski substituciji; substituenti vezani na napačnih mestih,…)
- **Risanje racionalnih formul namesto skeletnih**.
- **Poimenovanje** - napačno štetje substituentov v verigi, odsotnost (ali napačno dodeljena) predpone di- in lokacija števnika v imenu na napačnem mestu; vrivanje črk (npr. propana-1-ol) ali pa manjkajoče črke (npr. pent-2-ol).
- Pri **cikličnih spojinah** se je izgubila predpona ciklo- ali pa je bil vrstni red poimenovanja zamenjan (ciklobromopentan).
- Opredeljevanje različnih vrst **izomerov** in njihovo poimenovanje ter določanje najvišjega vrelišča.
- **Risanje racionalnih formul** - nenatančnost risanja vezi C–C, C–OH in C=O, (vezi so bile pogosto vezane C–H). Prav tako so učenci risali napačne racionalne formule molekul produktov, ker niso vedeli, kateri produkti so značilni za določene vrste reakcij.

	Racionalna formula produkta	Ime po nomenklaturi IUPAC
A		1,2 dikloro 3-pentan
B		3-metil pent-2-ol
C		3-metil pent-2-on
Č		2-kloro 3-metil pentan

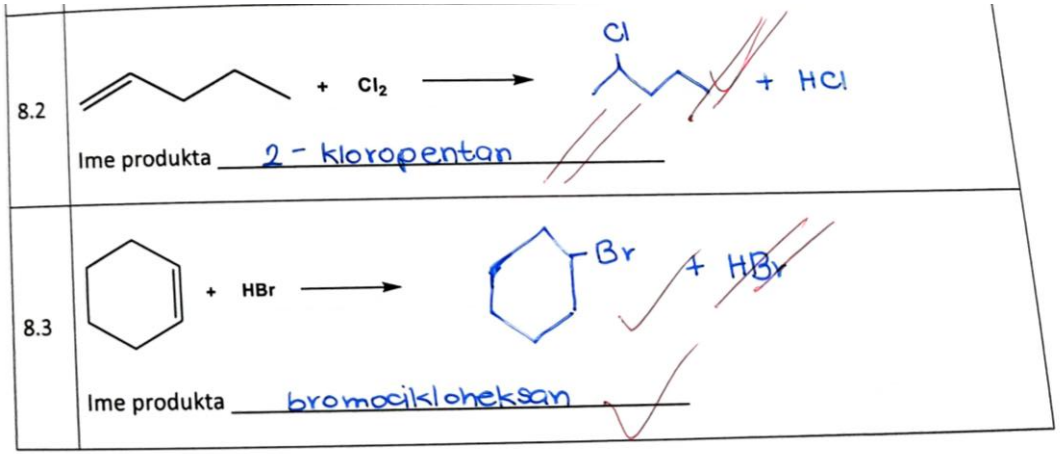
	Ime po nomenklaturi IUPAC
Č	1,2-dikloro 3-metil pentan

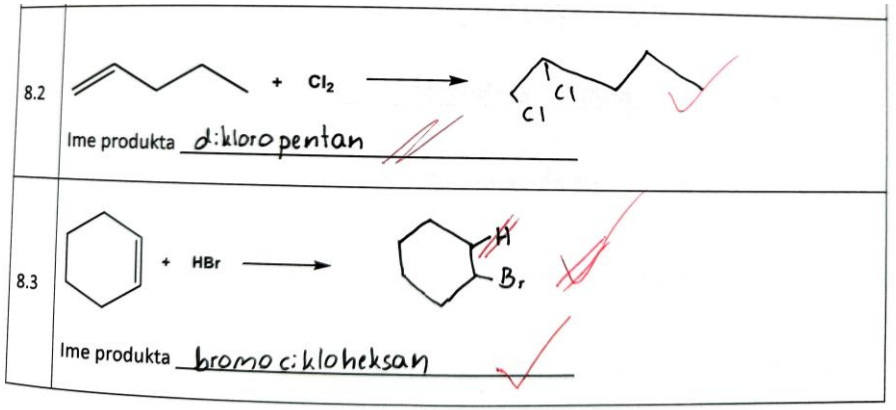
	Ime po nomenklaturi IUPAC
	1,2-dikloro-3-metil pentan ↑ metil
	3-metil pentan-2-ol
	3-metil pentan-2-on
	1,2-dibromo-3-metil pentan

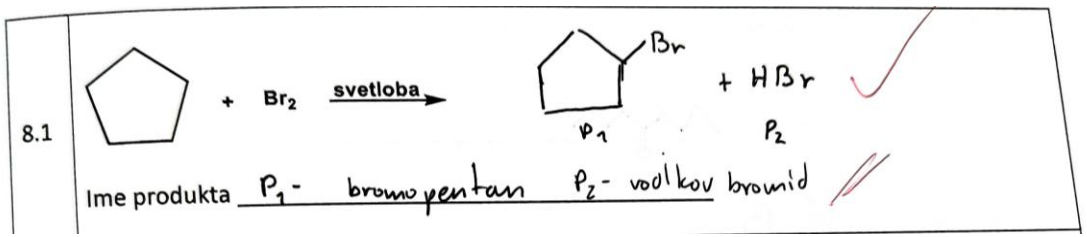


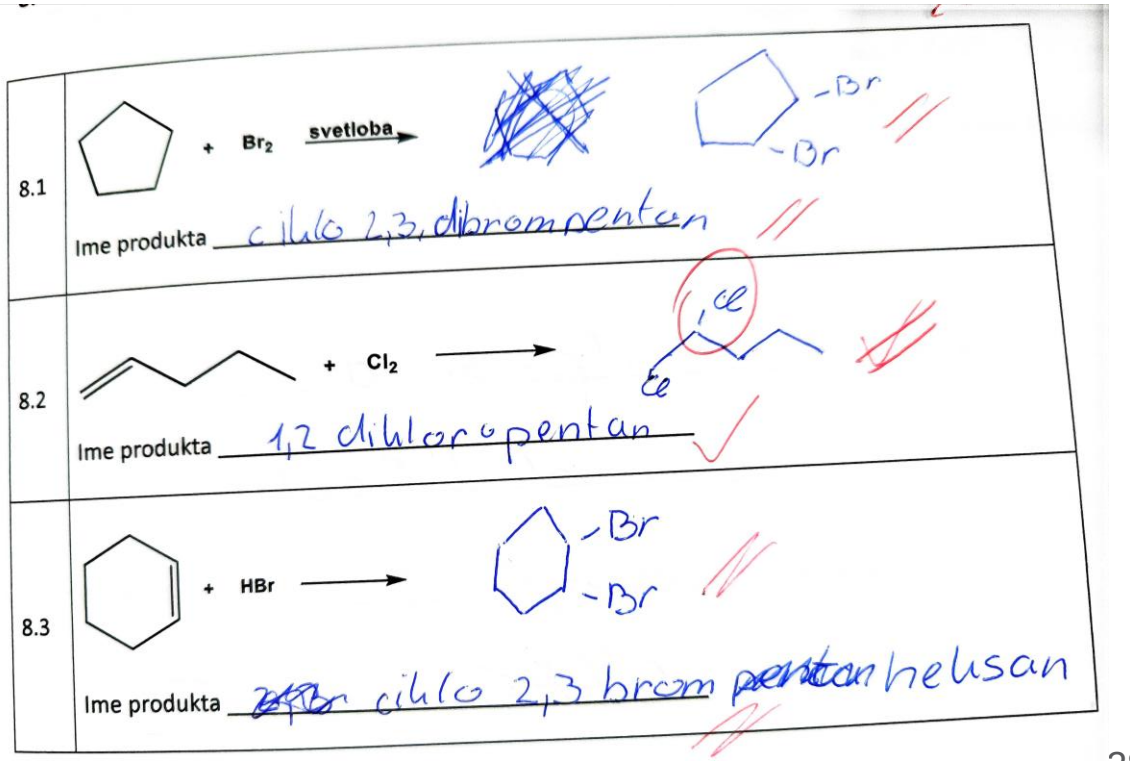
10.2 Skeletna formula 

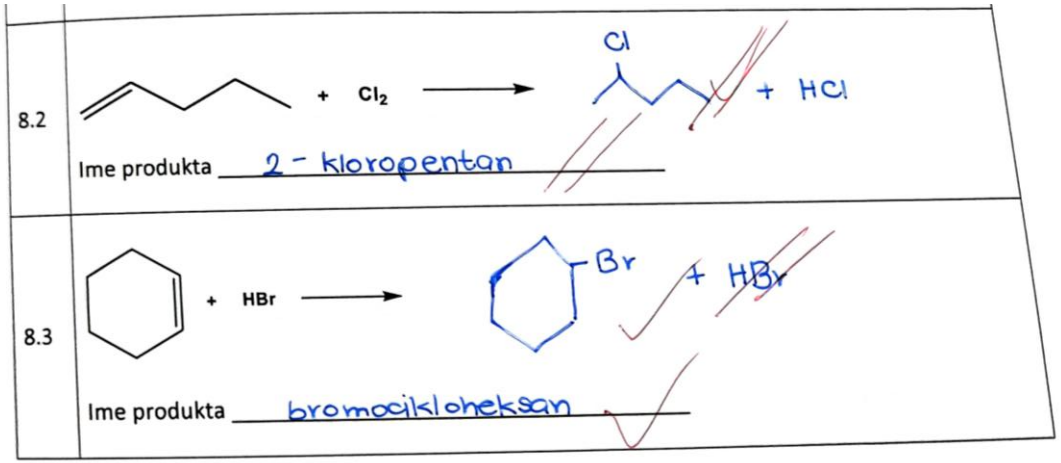
10.3 Odgovor B









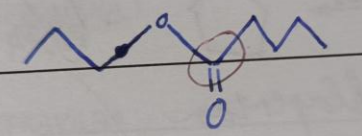


Slike: Primeri pogostih napak pri nalogi risanja in poimenovanja produktov reakcij organskih spojin

Pogoste napake pri vsebinskih sklopih

Družina kisikovih organskih spojin

- Glukoza uvrščena med ketoze,
- Niso razločevali imena alkohola in funkcionalne skupine ter niso vedeli, kateri so produkti stopenj oksidacije alkoholov.
- Težave pri **identifikaciji funkcionalnih skupin** na shemi maščobe in uvrščanjem spojine v pravilno skupino spojin. Napake so bile tudi pri ugotavljanju lastnosti spojine (polaren in nepolaren del, energijska vrednost).
- **Poimenovanje alkoholov** - večina ni napisala števnika (samo butanol namesto butan-1-ol).
- **Lastnosti** alkoholov (mešanje z vodo, gostota) – predvidevanje vrelišča alkohola glede na podana vrelišča ostalih alkoholov in alkanov.
- Težave pri ugotavljanju **lastnosti estrov in risanju njihove skeletne formule** - pozabljena dvojna vez na kisikov atom ali pa pozabljen kisikov atom v verigi. Težave pri reaktantih, ki jih potrebujemo za nastanek estrov (neustrezno opredeljene racionalne formule in imena alkoholov in karboksilnih kislin - večinoma napačna dolžina verige). Težava je bila tudi pri poimenovanju estra, pogosto uporabljena napačna končnica za alkoholni del in del karboksilne kisline, ali napačna dolžina verige.
- Napake pri določanju barve pozitivnega **Fehlingovega testa**, za kaj se le-ta uporablja in kako moramo ravnati z njim na podlagi piktorgramov. Nekajkrat so učenci spojine uvrstili v napačne skupine organskih spojin in niso navedli vseh živil, ki vsebujejo te spojine.
- Napake pri poznavanju obarvanja **jodovice** (v stiku s čim se obarva in kdaj ne).

10.2 Skeletna formula 

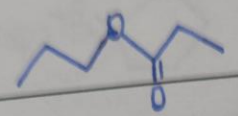
10.3 Odgovor B

10.4 Ime spojine propil pentanoat

10.5 Ime produkta 1 propanal

Ime produkta 2 pentanal

10.1 Odgovor c, č

10.2 Skeletna formula 

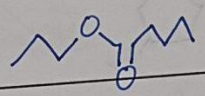
10.3 Odgovor B

10.4 Ime spojine PROPIL BUTANOAT ESTER

10.5 Ime produkta 1 PROPAN-1-OL

Ime produkta 2 BUTANOJSKA KISLINA

10.1 Odgovor c, č

10.2 Skeletna formula 

10.3 Odgovor B

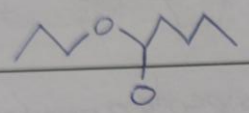
10.4 Ime spojine Oktan-3-oat

10.5 Ime produkta 1 propanol

Ime produkta 2 pentanojska kislina

10. NALOGA

10.1 Odgovor c, č

10.2 Skeletna formula 

Pogoste napake pri vsebinskih sklopih

Dušikova družina organskih spojin

- Napake pri ugotavljanju lastnosti aminokislin, funkcionalnih skupin, ki jih sestavljajo, in njihovega povezovanja v polimere.

Rezultati tretji del - interes za kemijo

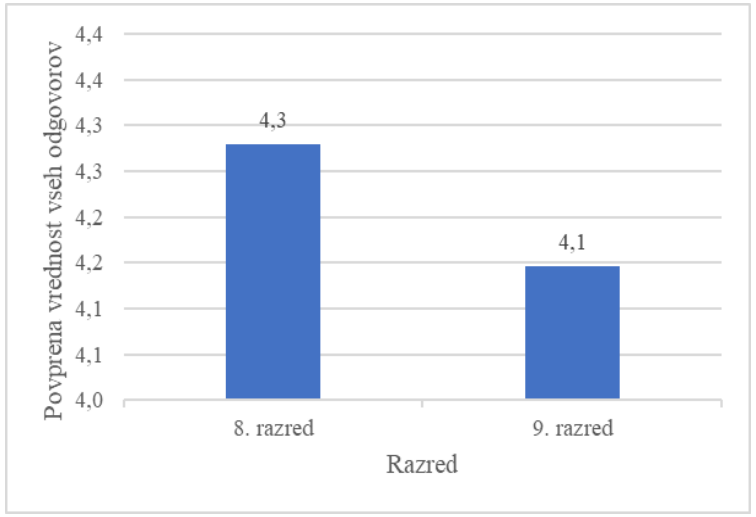
(Kakšen je interes za kemijo med učenci, ki so se udeležili državnega tekmovanja iz kemije v šolskem letu 2024/25?)

- Petstopenjska lestvica Likertovega tipa s 15 trditvami.

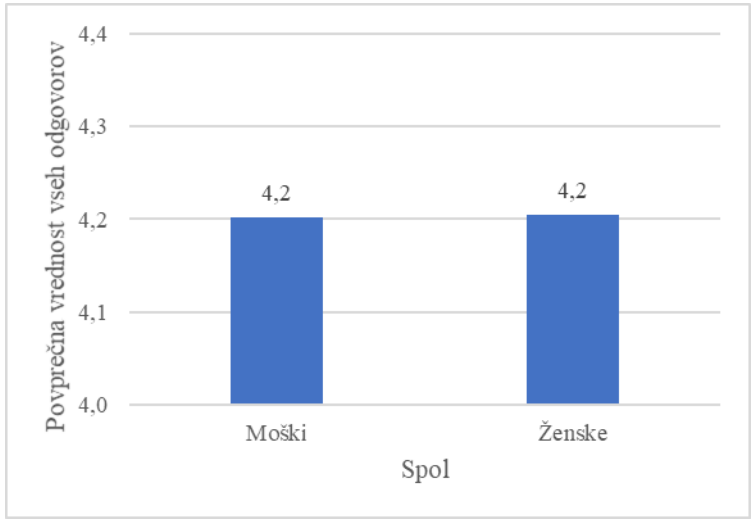
- Učenci v povprečju izražajo visok individualni interes za kemijo (*M* = 4,2; *SD* = 0,5) (Akram idr., 2017) ,
- 99 % učencev je navedlo, da imajo dobre ocene (*M* = 4,9, *SD* = 0,4),
- 97 % učencev meni, da se učne vsebine pri kemiji hitro naučijo (*M* = 4,7, *SD* = 0,5),
- 95 % pa jih je izrazilo, da jih kemija zanima (*M* = 4,6; *SD* = 0,7).

- Najmanj zanimanja je bilo izraženega pri postavki o ukvarjanju s kemijo v prostem času (*M* = 3,0; *SD* = 1,2). S trditvijo se je strinjalo 36 % učencev, 37 % pa se z njo ni strinjalo.

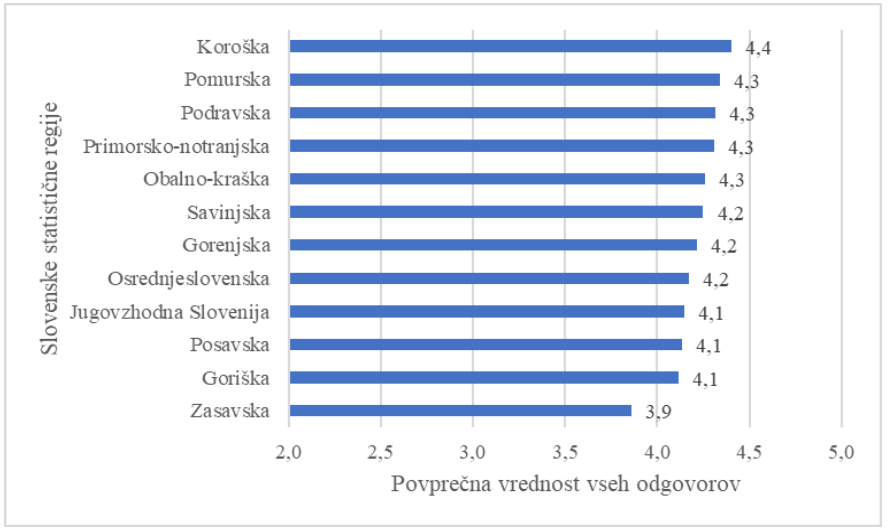
Interes za kemijo



Graf 9: Povprečna vrednost postavk interesa učencev glede na razred



Graf 10: Povprečna vrednost postavk interesa učencev glede na spol



Graf 11: Povprečna vrednost postavk interesa učencev glede na statistično regijo Slovenije

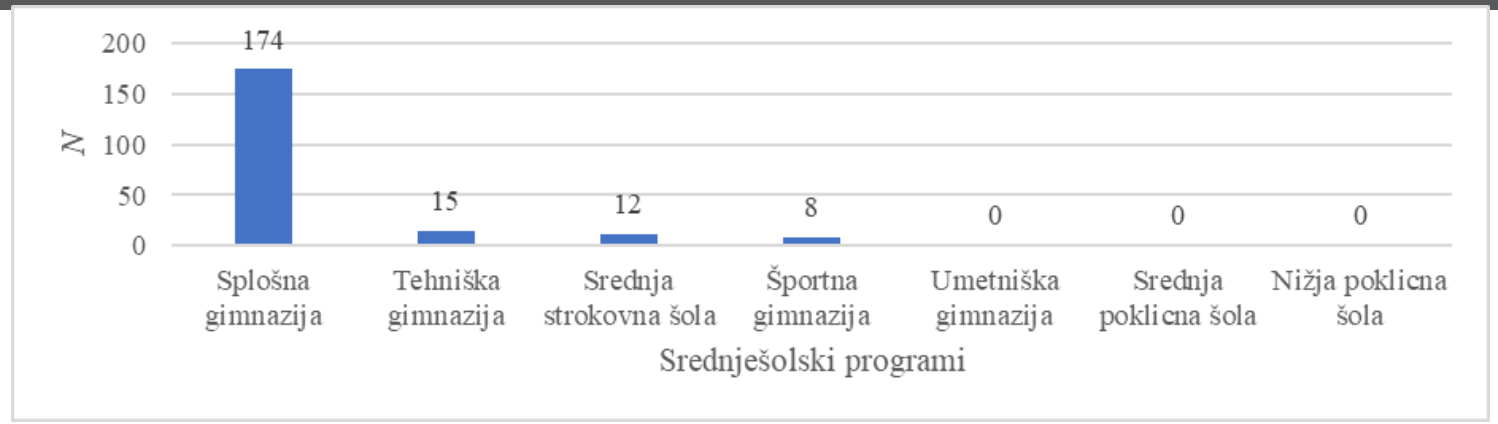
- Statistično značilna razlika v interesu se je pokazala med razredi (t = 2,800; p = 0,005),
- osmošolci so izrazili višji interes (Akram idr., 2017; Mahdi, 2014; Naeem idr., 2022).

- Statistično značilnih razlik med spoloma (p = 0,940) ni.
- Ostale raziskave navajajo da imajo dekleta višji interes (Akram idr., 2017; Steegh idr., 2019).

- Statistično značilnih razlik med regijami (p = 0,290) ni.

Nadaljnje izobraževalne izbire

(Katere srednješolske programe izbirajo učenci, ki so se v šolskem letu 2024/2025 udeležili tekmovanja iz kemije na državni ravni?)



Graf 12: Izbrani srednješolski programi devetošolcev in število vpisanih na njih.

- Prevladuje zanimanje za splošne gimnazije (Gordeeva idr., 2013).
- Največ udeležencev se je odločilo za priznane ljubljanske gimnazije (Gimnazija Bežigrad, Gimnazija Vič in Gimnazija Ledina) ter druge ugledne gimnazije po Sloveniji (2. gimnazija Maribor, Gimnazija Lava, 1. gimnazija Celje in Gimnazija Kranj) (Matusof, 2024).
- nekaj športnih gimnazij, prisotne so bile tudi tehniške gimnazije (npr. BC Naklo, STŠ Koper, ŠC Novo mesto), ki omogočajo naravoslovno-tehniško usmerjeno izobraževanje.
- Manjši del udeležencev je izbral srednje strokovne šole (programe, povezane z računalništvom, elektrotehniko, kemijo, farmacijo, veterino in mediji).
- Prevladujejo akademsko zahtevnejši in naravoslovno-tehniški programi, kar je skladno z naravo kemijskega tekmovanja in interesom učencev za nadaljnje izobraževanje na teh področjih.

Zaključki

- Ne pripravljajmo učencev le na vsebine, temveč na razmišljanje.
- Pri zahtevnejših sklopih, predvsem *Kemijskih reakcijah* ter *Kislinah, bazah in soleh*, načrtno preverjajmo razumevanje in ne le pomnjenja.
- Učence učimo povezovati makroskopsko, submikroskopsko in simbolno raven.
- Pri reševanju nalog naj učenec razloži zakaj, ne le kaj je odgovor.
- Napake uporabljajmo kot diagnostično orodje – napačen odgovor nam lahko pokaže, kako učenec razume kemijski pojem.
- Posebej opozarjajmo na natančnost kemijskega jezika, simbolov, formul, enot in zaokroževanja.
- Tekmovanje naj bo priložnost za poglobljeno razumevanje kemije, ne samo za zbiranje točk.

Cilj tekmovalne priprave ni, da učenec naredi čim manj napak, ampak da razume, zakaj je do njih prišlo in jih zna naslednjič preprečiti.

UNIVERZA V LJUBLJANI | PEF Pedagoška fakulteta

Hvala za vašo pozornost!

Literatura

Abduli, S., Aleksovska, S., Dehari, S., Dehari, D. in Abdija, Z. (2020). The elimination of misconceptions over periodic system of the students through new methods. *Journal of Natural Sciences and Mathematics of UT*, *5*(9-10), 46–58. http://eprints.unite.edu.mk/id/eprint/603

Akram, T. M., Ijaz, A. in Ikram, H. (2017). Exploring the factors responsible for declining students' interest in chemistry. *International Journal of Information and Education Technology*, *7*(2), 88. http://dx.doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.2.847

Alkan, F. (2020). Investigation of achievement and mistakes in analytical chemistry experiments. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, *7*(3), 45–52. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/93793959/4720-libre.pdf

Anim-Eduful, B. in Adu-Gyamfi, K. (2022). Chemistry Students' Conceptual Understanding of Organic Qualitative Analysis. *Pedagogical Research*, *7*(4). https://eric.ed.gov/?id=EJ1366239

Annunziata, F. in Palmerio, L. (2021). TIMSS 2015: Focus on mathematics errors in openended questions. V P.atrizia Falzetti (ur.), *INVALSI Data: Assessments on tTeaching and mMethodologies* (str. 28–45). FrancoAngeli. https://www.researchgate.net/publication/355195892_Automated_assessment_of_open-ended_question_of_INVALSI_tests

Baah, R. in Ampiah, G. J. (2012). Senior high school students' understanding and difficulties with chemical equations. *International Journal of Scientific Research in Education*, *5*(3), 162–170. https://www.ijsre.com.ng/assets/vol.%2C-5_3_-baah---ampiah.pdf

Bernholt, S. in Parchmann, I. (2011). Assessing the complexity of students' knowledge in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, *12*(2), 167–173. 10.1039/C1RP90021H

Buser, T., Niederle, M. in Oosterbeek, H. (2014). Gender, competitiveness, and career choices. *The quarterly journal of economics*, *129*(3), 1409–1447. https://doi.org/10.1093/qje/qju009

Campbell, J. R., Wagner, H. in Walberg, H. J. (2000). Academic Competitions and Programs Designed to Challenge the Exceptionally Talented. *International handbook of giftedness and talent*, *2*, 523–535.

Cardellini, L. (2012). Chemistry: Why the subject is difficult?. *Educación química*, *23*, 305–310. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2012000600009&script=sci_abstract&tlng=en

Chem12u. (n.d.). *Common misconceptions – Organic chemistry*. https://chem12u.weebly.com/common-misconceptions5.html

Csaky, A., Szabova, E. in Naštická, Z. (2015). Analysis of errors in student solutions of context-based mathematical tasks. *Acta Mathematica Nitriensia*, *1*(1), 68–75.

Essiam, C., Osei-Antwi, D. in Quayson, C. (2023). Are Chemistry topics difficult to learn? the stance of Ghanaian senior high school students. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, *12*(2), 112–121.

Gordeeva, T. O., Osin, E. N., Kuz'Menko, N. E., Leont'Ev, D. A. in Ryzhova, O. N. (2013). Efficacy of the academic competition (Olympiad) system of admission to higher educational institutions (in Chemistry). *Russian Journal of General Chemistry*, *83*(6), 1272–1281. https://doi.org/10.1134/S1070363213060479

Herridge, M. D. H. (2016). *Student identification of problem topics in general chemistry* [Magistrsko delo, Missouri State University]. BearWorks. https://bearworks.missouristate.edu/theses/2964/

Ivanoska, K. in Stojanovska, M. (2021). Addressing and eliminating the misconceptions about acid and bases concepts in primary school chemistry teaching. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, *40*(2), 325–339. https://doi.org/10.20450/mjcce.2021.2413

Jung, M. Y. (2013). Types of Errors in College Students' L2 Writing in EFL Environments. *Journal of Pan-Pacific Association of Applied Linguistics*, *17*(2), 123–140. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1014786.pdf

Karini, R. A., Fikroh, R. A. in Cahyani, V. P. (2022). Identification of students' misconceptions on hydrocarbon material using a four-tier multiple choice diagnostic test. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, *6*(2), 79–87. https://doi.org/10.23887/jpki.v6i2.39022

Kastelic, T. (2012). *Razumevanje kemijskih pojmov v devetem razredu osnovne šole* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. Repozitorij UL. https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=26431

Kousathana, M. in Tsaparlis, G. (2002). Students' errors in solving numerical chemical-equilibrium problems. *Chemistry Education Research and Practice*, *3*(1), 5–17. https://doi.org/10.1039/B0RP90030C

Lachebo, G. C., Thuo, M. W., Labiso, T. O. in Demissie, E. B. (2024). Students' readiness to participate in science project competitions: Views from secondary schools in southern Ethiopia. *Social Sciences & Humanities Open*, *10*, 101033. https://doi.org/10.1016/J.SSAHO.2024.101033

Mahdi, J. G. (2014). Student attitudes towards chemistry: An examination of choices and preferences. *American Journal of Educational Research*, *2*(6), 351–356. 10.12691/education-2-6-3

Matusof, P. (2024). Academic Competition in the School System: At What Cost?. https://brocku.scholaris.ca/server/api/core/bitstreams/e039bc64-5d56-4bb2-8e70-76d4cc0d83fd/content

Meydan, A. (2017). The Contribution of Scientific Project Competitions upon High School Students' Acquiring a Scientific Viewpoint (Geography Lesson Case). *Journal of Education and Learning*, *6*(2). https://doi.org/10.5539/jel.v6n2p294

Musonda, M. (2021). Chemistry topics perceived as difficult to learn by secondary school pupils of Kasama, Luwingu, Mbala and Mungwi districts of Northern Province of Zambia. *Multidisciplinary Journal of Language and Social Sciences Education*, *4*(2), 25–29. https://journals.unza.zm/index.php/mjlsse/article/view/630

Ozturk, M. A. in Debelak, C. (2008). Academic Competitions as Tools for Differentiation in Middle School. *Gifted child today*, *31(3)*, 47–53. https://doi.org/10.4219/gct-2008-785

Papageorgiou, G., Markos, A. in Zarkadis, N. (2016). Understanding the Atom and Relevant Misconceptions: Students' Profiles in Relation to Three Cognitive Variables. *Science Education International*, *27*(4), 464–488. https://eric.ed.gov/?id=EJ1131138

Papageorgiou, G., Markos, A. in Zarkadis, N. (2016). Understanding the Atom and Relevant Misconceptions: Students' Profiles in Relation to Three Cognitive Variables. *Science Education International*, *27*(4), 464–488. https://eric.ed.gov/?id=EJ1131138

Sheehan, M. (2010). *Identification of difficult topics in the teaching and learning of Chemistry in Irish schools and the development of an intervention programme to target some of these difficulties* [(Doctoral dissertation, University of Limerick]). https://hdl.handle.net/10344/432

Slapničar, M., Tompa, V., Glažar, S. A. in Devetak, I. (2018). Fourteen-year-old students' misconceptions regarding the sub-micro and symbolic levels of specific chemical concepts. *Journal of Baltic Science Education*, *17*(4), 620. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1419381.pdf

Steegh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M. in Parchmann, I. (2019). Gender differences in mathematics and science competitions: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, *56*(10), 1431–1460. https://doi.org/10.1002/TEA.21580

Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions: prevention, diagnosis and cure* (str. 2 zv. (180; 237)). Royal Society of Chemistry.

Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions: prevention, diagnosis and cure* (str. 2 zv. (180; 237)). Royal Society of Chemistry.

Tilahun, K. in Tirfu, M. (2016). Common difficulties experienced by grade 12 students in learning chemistry in Ebinat Preparatory School. *African Journal of Chemical Education*, *6*(2), 16–32. https://www.ajol.info/index.php/ajce/article/view/140984

Trivić, D. in Milanović, V. D. (2018). The macroscopic, submicroscopic and symbolic level in explanations of a chemical reaction provided by thirteen-year olds. *Journal of the Serbian Chemical Society*, *83*(10), 1177–1192. https://cherry.chem.bg.ac.rs/bitstream/id/9238/2236.pdf

Žakelj, A. in Ivanuš-Grmek, M. (2011). Rezultati učencev pri nacionalnem preverjanju znanja in socialno-kulturno okolje. *Pedagoška obzorja*, *26*(4), 3–17.