Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.

Zadaci za 2. razred srednje škole Zaporka: _____ BODOVI

ostv. maks.

1. Prouči ponuđene nizove tvari pa iz svakog niza u srednji stupac tablice ispiši kemijsku formulu tvari koja tom nizu ne pripada, a u treći stupac upiši brojčanu oznaku svojstva zbog kojeg tvar ne pripada nizu.

Svojstva su:

1. nije ista vrsta kemijskog spoja
2. molekula je trigonska piramida
3. najkovalentnija tvar je u nizu
4. pogrešna kemijska formula
5. nepolarna molekula

	Niz tvari	Nizu ne pripada	Oznaka svojstva
1.a)	$CHCl_3$, HF, CS_2 i NH_3	CS_2	5.
1.b)	SO_2, PH_4, CO i N_2O	PH_4	4.
1.c)	H_3PO_4, H_2SO_4, $HClO_3$ i $HClO_4$	$HClO_3$	2.
1.d)	BeF_2, MgF_2, CaF_2 i BaF_2	BeF_2	3.
1.e)	C_2H_6, C_3H_8, C_5H_{12} i C_4H_6	C_4H_6	1.

10 × 0,5 boda

5

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI: 5

ostv. maks.

2. Tvari **A** i **B** koristimo svakodnevno u kućanstvu. **Tvar A,** organski je spoj, oštrog mirisa i bezbojan. Kao vodenu otopinu koristimo se njime svakodnevno u prehrani. **Tvar B,** anorganski je spoj, krutina bijele boje. Njezinom se otopinom koristimo za neutralizaciju želučane kiseline.

2.a) Napiši formule tvari **A** i **B**.

A ⇒ CH_3COOH **B** ⇒ $NaHCO_3$

2 × 0,5 boda

2.b) Napiši jednadžbu kemijsku reakciju između tvari **A** i **B**, naznači agregacijska stanja svih sudionika kemijske reakcije.

JKR: $CH_3COOH(aq) + NaHCO_3(s) \rightarrow CH_3COONa(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

ili $NaHCO_3(s) + CH_3COOH(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

ili $NaHCO_3(s) + H_3O^+(aq) \rightarrow Na^+(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

navedeni svi reaktanti i produkti **0,5 boda**

zapis je izjednačen po masi i naboju **0,5 boda**

korektna agregacijska stanja svih reaktanata i produkata **0,5 boda**

2.c) Pomiješane tvari burno su reagirale, smjesa se zapjenila i razvio se plin **C**. Napiši jednadžbu kemijske reakcije kojom dokazujete razvijeni plin **C**, naznači agregacijska stanja svih sudionika kemijske reakcije.

JKR: $CO_2(g) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$

navedeni svi reaktanti i produkti **0,5 boda**

zapis je izjednačen po masi i naboju **0,5 boda**

korektna agregacijska stanja svih reaktanata i produkata **0,5 boda**

2.d) Napiši jednadžbu neutralizacije između tvari **B** i želučane kiseline, naznači agregacijska stanja svih sudionika kemijske reakcije.

JKR: $NaHCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

ili $NaHCO_3(s) + H_3O^+(aq) \rightarrow Na^+(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

navedeni svi reaktanti i produkti **0,5 boda**

zapis je izjednačen po masi i naboju **0,5 boda**

korektna agregacijska stanja svih reaktanata i produkata **0,5 boda**

2.e) Tvari koje reagiraju i nastaju u prikazanim jednadžbama kemijskih reakcija **2.b), c) i d)** razvrstaj na:

1. tvari koje sadrže samo ionsku vezu: $NaCl$

2. tvari koje sadrže samo kovalentnu vezu: CH_3COOH, CO_2, H_2O, HCl

3. tvari koje sadrže ionsku i kovalentnu vezu: $NaHCO_3$, CH_3COONa, $Ca(OH)_2$.

3 × 0,5 boda

Napomena: nema parcijalnog bodovanja, za svaki potpuni odgovor 0,5 boda

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI: | | 8 |

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.

Zadaci za 2. razred srednje škole Zaporka: _____ BODOVI

2.f) Na slici su prikazani piktogrami koji se nalaze na etiketi boce s klorovodičnom (solnom) kiselinom. Na što ukazuju znakovi (piktogrami) opasnosti za zdravlje koji se nalaze na boci klorovodične (solne) kiseline?

nagriza kožu i oči ili nagrizajuće

nadražujuće

2 × 0,5 boda | **8**

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI: **8**

ostv. maks.

3. U sljedećim zadacima zaokruži točne odgovore.

3.a) Živa iz razbijenog termometra raspršila se po podu u kuglice promjera 0,3 mm. Izračunaj broj kuglica (sve su identične) na koje se živa raspršila ako je u termometru bilo 0,21 cm^3 žive?

$V(Hg) = \frac{4}{3} r^3(Hg) \cdot \pi = 1{,}413 \times 10^{-5}\ cm^3$

$N(Hg) = \frac{0{,}21\ cm^3}{1{,}413 \times 10^{-5}\ cm^3} = 14861$

A. 148 **B.** 1486 **C.** 14861 **D.** 148 619

za uporabu izraza za volumen kugle **0,5 boda**

za točno rješenje **0,5 boda**

3.b) Najveći brušeni dijamant nazvan je Cullinan I, jer je iz tog dijamanta izrezano više manjih. Izračunaj masu dijamanta u kojem je brojnost atoma ugljika $5{,}42 \times 10^{24}$.

$m(C) = \frac{M(C) x N((C)}{Na} = \frac{5{,}42 \cdot 10^{24} \times 12\ g\ mol^{-1}}{6{,}022 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}} = 108\ g$

A. 108 mg **B.** 108 g **C.** 0,0108 kg **D.** $1{,}08 \times 10^3$ g

za povezivanje brojnosti, relativne atomske mase i jedinice mase **0,5 boda**

za točno rješenje **0,5 boda**

3.c) Koji od navedenih plinova pri temperaturi od 25 °C i tlaku od 110 kPa ima gustoću 1,244 g dm^{-3}.

$M(plina) = \frac{\varphi(plina)\ x\ R\ x\ T}{p} = \frac{1\,244\ g\ m^{-3} \times 8{,}314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1} \times 298{,}15\ K}{110\,000\ Pa} = 28{,}03\ g\ mol^{-1}$

$Mr(plina) = 28{,}03$

A. propan **B.** propen **C.** etan **D.** eten

za primjenu jednadžbe stanja idealnog plina **0,5 boda**

za točno rješenje **0,5 boda**

3.d) Koliko je dugačak lanac nastao nizanjem $7{,}81 \times 10^7$ atoma elementa **A**, ako je polumjer atoma **A** 128 pm?

$l = 2r \times N(A) = 2 \cdot 128 \times 10^{-10}\ cm\ \ 7{,}81 \times 10^7 = 1{,}99$

A. 0,00199 cm **B.** 0,0199 cm **C.** 1,99 cm **D.** 19,9 cm

za povezivanje brojnosti i promjera atoma **0,5 boda**

za točno rješenje **0,5 boda**

4

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI: 4

	ostv.	maks.

4. **4.a)** Molarni toplinski kapacitet metala **X** iznosi 25,13 J K^{-1} mol^{-1}, a specifični toplinski kapacitet 0,45 kJ K^{-1} kg^{-1}. Izračunaj relativnu atomsku masu metala **X**

$$c(\mathrm{X}) = \frac{C_m(\mathrm{X})}{M(\mathrm{X})}$$

$$M(\mathrm{X}) = \frac{C_m(\mathrm{X})}{c(\mathrm{X})} = \frac{25{,}13\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}}{0{,}45\ \mathrm{J\ K^{-1} g^{-1}}} = 56\ \mathrm{g\ mol^{-1}}$$

$$Ar(\mathrm{X}) = 56$$

za povezivanje molarne mase s omjerom toplinskih kapaciteta **0,5 boda**

za točnu numeričku vrijednost relativne atomske mase metala X **0,5 boda**

za korektnu primjenu mjernih jedinica **0,5 boda**

za točnu kemijsku oznaku metala X **0,5 boda**

Napomena ispravljačima: Priznati i rješenja s više značajnih znamenki.

4.b) Metal **Y** gradi oksid čija je relativna molekulska masa 240,79, a maseni udio kisika u oksidu je 0,2658. Odredi o kojem se metalu radi i napiši kemijsku formulu njegovog oksida, ako znaš da oksid sadrži i dvovalentne i trovalentne atome metala **Y.**

$$N(\mathrm{O}) = \frac{w(\mathrm{O})\ \mathrm{x}\ Mr(\mathrm{spoja})}{Ar(\mathrm{O})} = \frac{0{,}2658\ \mathrm{x}\ 240{,}79}{16} = 4$$

Formula spoja: Y_3O_4

$Mr(Y_3O_4) = 3Ar(Y) + 4Ar(O)$

$3Ar(Y) = 240{,}79 - 64 = 176{,}79$

$Ar(Y) = 58{,}98 \Rightarrow$ kobalt

Kemijska formula oksida metala **Y** je Co_3O_4 ili $(CoO \cdot Co_2O_3)$

za izračun broja atoma kisika **0,5 boda**

za izračun broja atoma metala Y **0,5 boda**

za točnu kemijsku formulu oksida **0,5 boda**

	3,5

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI: | | **3,5**

	ostv.	maks.

5. **5.a)** Bijeli je fosfor pri sobnoj temperaturi vrlo reaktivna, otrovna i samozapaljiva čvrsta tvar. Napiši kemijsku formulu bijelog fosfora i navedi u kojoj se tekućini skladišti bijeli fosfor?

P_4 , u vodi

2 × 0,5 boda

5.b) Bijeli fosfor i tekući brom spontano reagiraju, a jedini produkt reakcije je tekući fosforov(III) bromid. Napiši jednadžbu kemijske reakcije i naznači agregacijska stanja svih sudionika kemijske reakcije.

JKR: $P_4(s) + 6\,Br_2(l) \rightarrow 4\,PBr_3(l)$

navedeni svi reaktanti i produkti **0,5 boda**

zapis je izjednačen po masi i naboju **0,5 boda**

korektna agregacijska stanja svih reaktanata i produkata **0,5 boda**

5.c) Izračunaj promjenu molarne entalpije tijekom reakcije bijelog fosfora i tekućeg broma iz zadatka **5.b).** Standardne molarne entalpije veza dane su u tablici.

Veza	P–P	Br–Br	P–Br
$\Delta_b H$ / kJmol^{-1}	198	193	264

$\Delta_r H^\circ$ = [(6 × 198 kJ mol^{-1}) + (6 × 193 kJ mol^{-1})] + [12 × (-264 kJ mol^{-1})]

$\Delta_r H^\circ$ = - 822 kJ mol^{-1}

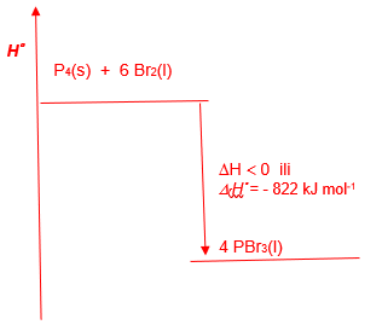
za izračun 6 veza fosfora **0,5 boda**

za izračun 6 veza broma **0,5 boda**

za izračun 12 veza fosforov(III) bromid **0,5 boda**

za točno rješenje s pripadajućom mjernom jedinicom **0,5 boda**

5.d) Nacrtaj entalpijski dijagram za opisanu reakciju bijelog fosfora i tekućeg broma.



za ispravno označenu ordinatu na kojoj se nalazi oznaka *H°* ili *E* i ako je ispravno naznačen smjer reakcije **0,5 boda**

za reaktante i produkte koji ne moraju nužno biti naznačeni formulama, dovoljno je R i P, *ΔH* mora biti posebno naznačen **0,5 boda**

	5,5

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI: | | 5,5 |

	ostv.	maks.

6. **6.a)** Oksidacijom oksalne kiseline, $H_2C_2O_4(s)$, oslobađa se 241,35 kJ mol^{-1} topline. Napiši jednadžbu oksidacije oksalne kiseline i naznači agregacijska stanja svih sudionika kemijske reakcije.

JKR: $H_2C_2O_4(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow 2\,CO_2(g) + H_2O(l)$

navedeni svi reaktanti i produkti	**0,5 boda**
zapis je izjednačen po masi i naboju	**0,5 boda**
korektna agregacijska stanja svih reaktanata i produkata	**0,5 boda**

6.b) Standardna entalpija stvaranja ugljikova(IV) oksida iznosi –393,51 kJ mol^{-1}, standardna entalpija stvaranja vode –285,86 kJ mol^{-1}. Iz navedenih podataka izračunaj standardnu entalpiju stvaranja oksalne kiseline.

$\Delta_r H$ = [2 $\Delta_f H$ (CO_2, (g) + $\Delta_f H$ (H_2O, (l)] - [$\Delta_f H$ ($H_2C_2O_4$, (s) + $\frac{1}{2}$ $\Delta_f H$ (O_2, (g)]

– 241,35 kJ mol^{-1} =[2 ·(– 393,51 kJ mol^{-1}) + (– 285,86 kJ mol^{-1})] - [$\Delta_f H$ ($H_2C_2O_4$, (s) + 0]

$\Delta_f H$ ($H_2C_2O_4$, (s) = – 831,53 kJ mol^{-1}

za izračun entalpije formiranja P	**0,5 boda**
za izračun entalpije formiranja R	**0,5 boda**
za izračun entalpije formiranja oksalne kiseline	**0,5 boda**
za točno rješenje s pripadajućom mjernom jedinicom	**0,5 boda**

6.c) Soli oksalne kiseline nazivaju se oksalati, Napiši kemijsku formulu kalcijeva oksalata.

CaC_2O_4 ili $Ca(COO)_2$ **0,5 boda**

	4

7. Izračunaj kolika je snaga, *P*, grijača potrebna da se voda u električnom bojleru u jednom satu ugrije za 35 °C, ako bojler sadržava 100 kg vode? Pretpostavljamo da nema gubitka topline zbog prijenosa topline na okolinu i zagrijavanja posude bojlera. $c_p(H_2O)$ = 4180 J kg^{-1} K^{-1}.

$Q = c_p(H_2O) \times m(H_2O) \times \Delta T$

Q = 4 180 J kg^{-1} K^{-1} x 100 kg x 35 K

Q = 14 630 000 J = 1,463 x 10^7 J

za povezivanje topline s kapacitetom, masom i temperaturom	**0,5 boda**
za korektnu primjenu mjernih jedinica u postupku	**0,5 boda**
za točno rješenje s pripadajućom mjernom jedinicom	**0,5 boda**

Tu je toplinu potrebno dovesti sustavu tijekom jednog sata, pa je snaga grijača:

$P = \frac{Q}{t} = \frac{14\,630\,000\ \text{J}}{3\,600\ \text{s}}$

P = 4 063,89 W = 4,064 kW

za povezivanje topline sa snagom grijača	**0,5 boda**
za korektnu primjenu mjernih jedinica u postupku	**0,5 boda**
za točno rješenje s pripadajućom mjernom jedinicom	**0,5 boda**

	3

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI: | | **7** |

	ostv.	maks.

8. **8.a)** Uzorak bakra mase 44 g uronimo u kipuću vodu, temperatura vode iznosila je 100 °C. Nakon toga bakar prenesemo u kalorimetar čiji je toplinski kapacitet ekvivalentan s 200 g vode. Temperatura kalorimetra povisila se sa 20 °C na 21,6 °C. Specifični toplinski kapacitet vode, pri 20 °C, je $c_p(H_2O)$ = 4 180 J kg^{-1} K^{-1}. Izračunaj količinu topline koju je uzorak bakra predao vodi.

$Q_{kalorimetra} = - Q_{bakra}$

$Q_{kalorimetra} = m(H_2O) \times c_p(H_2O) \times \Delta T$

$Q_{kalorimetra} = 0{,}2\ kg \times 4180\ J\ kg^{-1}\ K^{-1} \times 1{,}6\ K = 1\ 337{,}6\ J$

$Q_{kalorimetra} = 1\ 337{,}6\ J$

za povezivanje topline s kapacitetom, masom i temperaturom **0,5 boda**
za korektnu primjenu mjernih jedinica u postupku **0,5 boda**
za točno rješenje $Q_{kalorimetra}$ s pripadajućom mjernom jedinicom **0,5 boda**

$Q_{bakra} = - 1\ 337{,}6\ J$

za točno rješenje Q_{bakra} s pripadajućom mjernom jedinicom **0,5 boda**

8.b) Iz navedenih eksperimentalnih podataka u zadatku **8.a),** odredi približnu vrijednost specifičnog toplinskog kapaciteta bakra pri konstantnom tlaku.

$Q_{bakra} = m(Cu) \times c(Cu) \times \Delta T$

$c(Cu) = \frac{Q}{\Delta T \times m(Cu)} = \frac{-1\ 337{,}6\ J}{-78{,}4\ K \times 44\ g} = 0{,}3878\ J\ g^{-1}\ K^{-1}$

$c(Cu) = 0{,}3878\ J\ g^{-1}\ K^{-1}$ ili $c(Cu) = 387{,}8\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$

za povezivanje topline s kapacitetom, masom i temperaturom **0,5 boda**
za korektan matematički izraz za c(Cu) **0,5 boda**
za korektnu primjenu mjernih jedinica u postupku **0,5 boda**
za točno rješenje s pripadajućom mjernom jedinicom **0,5 boda**

	4

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI: | | 4 |

ostv. maks.

9. U tablici su upisana sustavna imena nekih ugljikovodika.

9.a) Upiši strukturne formule navedenih spojeva.

sustavna imena ugljikovodika	2,3-dimetilbutan	heksan	2-metilpentan
formule	$(CH_3)_2CHCH(CH_3)_2$	$CH_3(CH_2)_4CH_3$ ili $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	$CH_3)_2CHCH_2CH_2CH_3$ ili $(CH_3)_2CH(CH_2)_2CH_3$

3 × 0,5 boda

Napomena: priznati sve korektno napisane vrste strukturnih formula.

9.b) Koji od navedenih ugljikovodika iz zadatka 9.a), ima najviše vrelište?

heksan

0,5 boda

9.c) Kako se naziva vrsta izomera kojem pripadaju heksan, 2-metilpentan i 2,3–dimetilbutan?

konstitucijski ili strukturni izomeri

0,5 boda

9.d) Napiši opću formulu homolognog niza alkana:

C_nH_{2n+2}

0,5 boda

9.e) Koje su dominantne međumolekulske interakcije pri povezivanju molekula alkana?

Inducirani -inducirani dipol, Londonove sile ili disperzijske sile

0,5 boda

3,5

10. **10.a)** Veznim crticama napiši formule organskih spojeva u reakciji klorovodika i 2-metilpent-1-ena.

1 bod

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI: 6

10.b) Imenuj dobiveni produkt u zadatku **10.a)** 2-klor-2-metilpentan

0,5 boda

10.c) Imenuj vrstu reakcije prikazanu u zadatku **10.a)** adicija

0,5 boda

10.d) Navedi naziv jednoga reagensa čija se vodena otopina upotrebljava za kvalitativno dokazivanje dvostruke veze.

vodena otopina kalijeva permanganata, bromna, klorna ili jodna voda

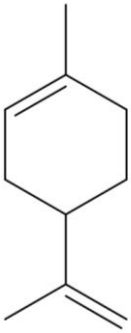
0,5 boda

2,5

UKUPNO BODOVA NA 10. STRANICI: **6**

	ostv.	maks.

11. Strukturna formula molekule limonena, spoja sadržanoga u kori naranče i limuna, prikazana je na slici.



11.a) Napiši molekulsku formulu molekule limonena: $C_{10}H_{16}$.

11.b) Izračunaj maseni udio ugljika u molekuli limonena.

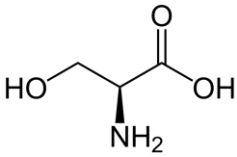
$w(C, C_{10}H_{16}) = \frac{10 \times Ar(C)}{Mr(C_{10}H_{16})} = \frac{120,1}{136,228} = 0,8816 \times 100 = 88,16\ \%$

za uporabu izraza za maseni udio **0,5 boda**

za točno rješenje 0,8816 ili 88,16 % **0,5 boda**

	1,5

12. Aminokiselina serin je prvi put dobivena iz proteina svile. Molekulu serina prikazuje sljedeća strukturna formula:



12.a) Od kojih vrsta atoma je građena molekula serina?

ugljika, vodika, kisika i dušika (C, H, O i N)

0,5 boda

12.b) Koje skupine funkcijskih skupina ima ova aminokiselina? Napiši ih i imenuj.

funkcijske skupine	–COOH	–OH	$–NH_2$
ime funkcijske skupine	karboksilna skupina	hidroksilna skupina	amino skupina

6 × 0,5 boda

12.c) Kojom vrstom veze se povezuju molekule aminokiselina?

amidnom ili peptidnom vezom

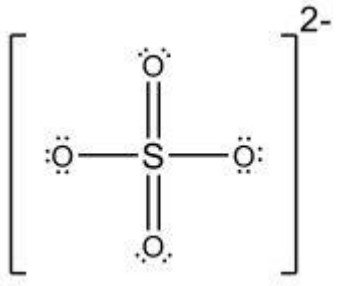
0,5 boda

	4

UKUPNO BODOVA NA 11. STRANICI: | 5,5 |

	ostv.	maks.

13. **13.a)** Prikaži Lewisovom simbolikom strukturnu formulu sulfatnoga iona.



1 bod

13.b) Kakve je prostorne građe sulfatni ion prema VSEPR metodi?

tetraedarske

0,5 boda | | **1,5**

UKUPNO BODOVA NA 12. STRANICI: | | **1,5**