

1. U navedenim zadatcima zaokruži jedan točan odgovor.

1.a) Koji od navedenih zapisa prikazuje endotermnu promjenu?

- A. $I_2(g) \rightarrow I_2(s)$
 B. $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$
 C. **$K(g) \rightarrow K^+(g) + e^-$**
 D. $Cl(g) + e^- \rightarrow Cl^-(g)$

0,5 bodova

___/0,5

1.b) Koliki je broj subatomskih čestica u uzorku koji sadržava dva mola elementa atomskog broja $Z = 6$ i masenog broja $A = 12$?

- A. $1,2 \cdot 10^{24}$ protona
 B. $1,44 \cdot 10^{25}$ neutrona
 C. **$7,2 \cdot 10^{24}$ neutrona**
 D. $6 \cdot 10^{23}$ elektrona

0,5 bodova

___/0,5

Σ ZADATAK 1.:

1

2. Kalcijev oksid, u narodu poznat kao „živo vapno“, dobiva se žarenjem vapnenca, a upotrebljava se u proizvodnji stakla, opeke i etina.

Kalcijev oksid kristalizira u kubičnom sustavu s istim razmještajem kationa i aniona kao u natrijevu kloridu. Izračunaj gustoću kalcijeva oksida ako je polumjer iona kalcija 100 pm, a polumjer iona kisika 140 pm.

$$a = 2r(Ca^{2+}) + 2r(O^{2-}) = 2 \cdot 100 \text{ pm} + 2 \cdot 140 \text{ pm} = 480 \text{ pm} = 4,80 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

$$V = a^3 = (4,80 \cdot 10^{-8} \text{ cm})^3 = 1,106 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$$

$$m(\text{CaO}) = M_r(\text{CaO}) \cdot N \cdot u = 56,08 \cdot 4 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 3,724 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

$$\rho = m/V = 3,724 \cdot 10^{-22} \text{ g} / 1,106 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3 = 3,367 \text{ g cm}^{-3}$$

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

Za točan matematički izraz za duljinu brida elementarne ćelije: 0,5 bodova

Za točan izračun duljine brida elementarne ćelije s pripadnom mjernom jedinicom: 0,5 bodova

Za točan izračun volumena s pripadnom mjernom jedinicom: 0,5 bodova

Za ispravan zaključak da CaO kristalizira u obliku plošno centrirane kubične slagaline ($N = 4$): 0,5 bodova

Za točan izračun mase s pripadnom mjernom jedinicom: 0,5 bodova

Za točan izračun gustoće s pripadnom mjernom jedinicom: 0,5 bodova

Napomena: Priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

Σ ZADATAK 2.:

3

3. U tablici su prikazani odabrani dieni molekulske formule C₆H₁₀. Upiši u tablicu sustavni naziv spoja i broj stereoizomera tog spoja.

Dien	Sustavni naziv	Broj stereoizomera
H ₂ C=CHCH=CHCH ₂ CH ₃	heksa-1,3-dien	2
H ₂ C=C(CH ₃)CH=CHCH ₃	2-metilpenta-1,3-dien	2
H ₂ C=C(CH ₃)CH ₂ CH=CH ₂	2-metilpenta-1,4-dien	0
CH ₃ CH=CHCH=CHCH ₃	heksa-2,4-dien	3

___/8 x 0,5

Za svaki točan odgovor 0,5 bodova: 8x0,5=4 boda

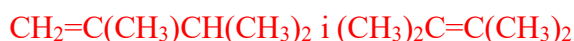
Napomena: priznati samo naziv diena koji ima suglasnik a ispred numeričkog prefiksa di.

Σ ZADATAK 3.:

___/4

4. Reakcijom 2-brom-2,3-dimetilbutana i kalijeva hidroksida, ovisno o reakcijskim uvjetima i korištenom otapalu, može doći do reakcije eliminacije ili supstitucije.

4.a) Strukturnim formulama prikaži organske produkte koji nastaju reakcijom eliminacije.



Za točne strukturne formule organskih produkata: 2 × 0,5 bodova

Napomena: priznati bilo koju vrstu strukturnih formula

___/2 x 0,5

4.a ___/1

4.b) Imenuj organske produkte nastale reakcijom eliminacije.



Za točne imenovane organske produkte: 2 × 0,5 bodova

Napomena: priznati bilo koju vrstu strukturnih formula.

___/2 x 0,5

4.b ___/1

4.c) Navedi naziv glavnog organskog produkta reakcije eliminacije. (Glavni produkt reakcije energijski je stabilniji produkt i nastaje ga više.)



Za točno imenovan glavni organski produkt: 0,5 bodova

___/0,5

4.c ___/0,5

4.d) Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju supstitucije 2-brom-2,3-dimetilbutana s kalijevom lužinom.



Za ispravno navedene formule reaktanata i produkata: 0,5 bodova

Za ispravno uravnoteženje po masi i naboju: 0,5 bodova

Napomena: priznati bilo koju vrstu strukturnih formula.

___/2 x 0,5

4.d ___/1

4.e) Navedi naziv organskog produkta nastalog u reakciji supstitucije (korak 4.d)



Za točno imenovan organski produkt: 0,5 bodova

___/0,5

4.e ___/0,5

Σ ZADATAK 4.:

___/4

5. Navedene okside: NO, MnO, CaO, Cr₂O₃, P₄O₆, CrO₃, CO i ZnO smjesti na pripadajuća mjesta u tablicu prema njihovim kiselinsko-baznim svojstvima.

Kiseli	Bazični	Amfoterni	Neutralni
P ₄ O ₆ , CrO ₃	MnO, CaO	Cr ₂ O ₃ , ZnO	NO, CO

Za svaki točan odgovor 0,5 bodova: 4x0,5=2 boda
Napomena: nema parcijalnog bodovanja zadatka.

___/4 x 0,5

Σ ZADATAK 5.:

 / 2

6. Frane je u kemijskom laboratoriju pripremio 30,0 mL vodene otopine sumporne kiseline masenog udjela 20 %, čija gustoća pri 20 °C iznosi 1,14 g/cm³. U otopinu pripremljene sumporne kiseline dodao je 2,50 g barijeva klorida pri čemu je došlo do vidljive promjene.

6.a) Jednadžbom kemijske reakcije prikaži opisanu kemijsku promjenu. Reaktantima i produktima označi odgovarajuća agregacijska stanja.



Za ispravno navedene formule reaktanata i produkata: 0,5 bodova
Za ispravno uravnoteženje po masi i naboju: 0,5 bodova
Za ispravno navedena agregacijska stanja: 0,5 bodova.
Napomena: priznati bilo koju vrstu strukturnih formula.

___/3 x 0,5

6.a /1,5

6.b) Izračunaj mase nastalih produkata (ako je mjerodavni reaktant potpuno reagirao).

$$n(\text{BaCl}_2) = 2,5 \text{ g} / 208,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,012 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = w(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho \cdot V = 0,2 \cdot 1,14 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 30 \text{ cm}^3 = 6,84 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,84 \text{ g} / 98,08 \text{ g mol}^{-1} = 0,0697 \text{ mol}$$

BaCl₂ je mjerodavni reaktant.

$$n(\text{BaSO}_4) = 0,012 \text{ mol}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,012 \text{ mol} \cdot 233,4 \text{ g mol}^{-1} = 2,801 \text{ g}$$

$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot 0,012 \text{ mol} = 0,024 \text{ mol}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,024 \text{ mol} \cdot 36,46 \text{ g mol}^{-1} = 0,875 \text{ g}$$

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

6.b /3,5

Za točan izračun množine BaCl₂ s pripadajućom mjernom jedinicom: 0,5 boda
Za točan izračun mase H₂SO₄ s pripadajućom mjernom jedinicom: 0,5 boda
Za točan izračun množine H₂SO₄ s pripadajućom mjernom jedinicom: 0,5 bod
Za točno određenu množinu BaSO₄ s pripadajućom mjernom jedinicom: 0,5 boda
Za točan izračun mase BaSO₄ s pripadajućom mjernom jedinicom: 0,5 boda
Za točan izračun množine HCl s pripadajućom mjernom jedinicom: 0,5 boda
Za točan izračun mase HCl s pripadajućom mjernom jedinicom: 0,5 boda

6.c) Izračunaj broj jedinki neizreagirano reaktanta.

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{suvišak}) = 0,0697 \text{ mol} - 0,012 \text{ mol} = 0,0577 \text{ mol}$$

$$N(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{suvišak}) = 0,0577 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,47 \cdot 10^{22}$$

Za točan izračun množine H_2SO_4 u suvišku s pripadajućom mjernom jedinicom: 0,5 bodova

Za točan izračun brojnosti molekula H_2SO_4 u suvišku s pripadajućom mjernom jedinicom: 0,5 bodova

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

___/0,5
___/0,5
6.c /1

Σ ZADATAK 6.:
 / 6

7. Kuglica leda promjera 50 mm, zamrznuta pri $-20\text{ }^\circ\text{C}$, stavljena je u mikrovalnu pećnicu snage 1200 W. Izračunaj koliko je minuta potrebno da se sav led prevede u vodenu paru pri $120\text{ }^\circ\text{C}$ ako je iskorištenje snage 85 %.

$$c(\text{H}_2\text{O}, \text{s}) = 2,05 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad c(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 4,20 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad c(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = 2,03 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1},$$

$$\Delta_s^1 H^\circ = 6,00 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_l^g H^\circ = 40,73 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \rho(\text{H}_2\text{O}, \text{s}) = 0,92 \text{ g cm}^{-3}$$

$$V(\text{kuglice}) = 4r^3\pi / 3 = 4 \cdot (2,5 \text{ cm})^3 \cdot 3,14 / 3 = 65,42 \text{ cm}^3$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,92 \text{ g cm}^{-3} \cdot 65,42 \text{ cm}^3 = 60,19 \text{ g}$$

$$Q_1 = c \cdot \Delta T \cdot m(\text{H}_2\text{O})$$

$$Q_1 = 2,05 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 20 \text{ K} \cdot 60,19 \text{ g} = 2467,8 \text{ J}$$

$$Q_2 = \Delta H \cdot m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O})$$

$$Q_2 = 6 \text{ kJ mol}^{-1} \cdot 60,19 \text{ g} / 18,016 \text{ g mol}^{-1} = 20,046 \text{ kJ} = 20046 \text{ J}$$

$$Q_3 = 4,20 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 100 \text{ K} \cdot 60,19 \text{ g} = 25280 \text{ J}$$

$$Q_4 = 40,73 \text{ kJ mol}^{-1} \cdot 60,19 \text{ g} / 18,016 \text{ g mol}^{-1} = 136,076 \text{ kJ} = 136076 \text{ J}$$

$$Q_5 = 2,03 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 20 \text{ K} \cdot 60,19 \text{ g} = 2443,7 \text{ J}$$

$$Q_{\text{uk}} = 186314 \text{ J}$$

$$P = W / t$$

$$\eta = Q_{\text{eksp.}} / P \cdot t$$

$$t = Q_{\text{eksp.}} / (P \cdot \eta) = 186314 \text{ J} / (1200 \text{ W} \cdot 0,85) = 182,7 \text{ s} = 3,04 \text{ min}$$

Za točan matematički izraz za volumen kugle: 0,5 boda

Za točan izračun volumena leda s mjernom jedinicom: 0,5 boda

Za točan izračun mase leda s mjernom jedinicom: 0,5 boda

Za točan matematički izraz za Q_1 (ili Q_3 ili Q_5): 0,5 boda

Za točan matematički izraz za Q_2 (ili Q_4): 0,5 boda

Za točan izračun Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 , Q_5 i Q_u s mjernom jedinicom: 6 x 0,5 boda

Za točan matematički izraz za snagu: 0,5 boda

Za točan matematički izraz za vrijeme uz iskorištenje snage: 0,5 boda

Za točno izračunato vrijeme s mjernom jedinicom: 0,5 boda

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

Σ ZADATAK 7.:

___/7

8. Neki organski spoj sadržava 22,4 % ugljika, 5,70 % vodika, a ostatak čine fosfor i kisik. Iz 0,500 g tog spoja dobiveno je 0,920 g magnezijeva amonijeva fosfata heksahidrata.

Odredi masene udjele fosfora i kisika u organskom spoju te odredi njegovu empirijsku formulu.

$$M_r(\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 245,41$$

$$m(\text{P}) = m(\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) \cdot A_r(\text{P}) / M_r(\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O})$$

$$= 0,920 \text{ g} \cdot 30,97 / 245,41 = 0,116 \text{ g}$$

$$w(\text{P, organski spoj}) = 0,116 \text{ g} / 0,500 \text{ g} = 0,232 = 23,2 \%$$

$$w(\text{O}) = 100 - (22,4 + 5,70 + 23,2) = 48,7 \%$$

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) : N(\text{P}) = 22,40 / 12,01 : 5,700 / 1,008 : 48,70 / 16,00 : 23,20 / 30,97$$

$$= 1,865 : 5,655 : 3,043 : 0,7491 / :0,7491$$

$$\approx 2,5 : 7,5 : 4 : 1 / \cdot 2 = 5 : 15 : 8 : 2$$

Empirijska formula spoja je $\text{C}_5\text{H}_{15}\text{O}_8\text{P}_2$

Za točno napisanu formulu magnezijeva amonijeva fosfata heksahidrata: 0,5 boda

Za točan izračun relativne molekulske masa $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$: 0,5 boda

Za točan izračun mase fosfora: 0,5 boda

Za točan izračun masenog udjela fosfora: 0,5 boda

Za točan izračun masenog udjela kisika: 0,5 boda

Za točno izraženu empirijsku formulu spoja: 0,5 bod

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

Σ ZADATAK 8.:

 / 3

9. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži navedene kemijske promjene te sudionicima reakcija naznači odgovarajuća agregacijska stanja.

9.a) Reakcija aluminija s natrijevom lužinom.



ili



___/3 x 0,5
9.a /1,5

Za ispravno navedene formule reaktanata i produkata: 0,5 bodova

Za ispravno uravnoteženje po masi i naboju: 0,5 bodova

Za ispravno navedena agregacijska stanja: 0,5 bodova.

9.b) Reakcija bakra s koncentriranom dušičnom kiselinom.



Za ispravno navedene formule reaktanata i produkata: 0,5 bodova

Za ispravno uravnoteženje po masi i naboju: 0,5 bodova

Za ispravno navedena agregacijska stanja: 0,5 bodova.

Napomena: priznati i HNO₃(konc.).

___/3 x 0,5
9.b /1,5

Σ ZADATAK 9.:

 / 3

10. Heksan ima pet strukturnih izomera. U tablici su dana vrelišta izomera heksana izmjerena pri istom tlaku. Uz odgovarajuće vrelište napiši sustavni naziv izomera i prikaži njegovu strukturnu formulu veznim crticama.

Vrelište (t / °C)	Naziv izomera	Strukturna formula
68,7	heksan	
63,3	3-metilpentan	
60,3	2-metilpentan	
58,0	2,3-dimetilbutan	
49,7	2,2-dimetilbutan	

Za točno napisano ime izomera: 5 x 0,5 bodova

Za točno nacrtane strukturne formule izomera: 5 x 0,5 bodova

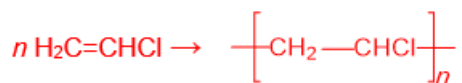
___/5 x 0,5
___/5 x 0,5

Σ ZADATAK 10.:

 / 5

11. Polimer PVC široko je upotrebljavan zbog svoje čvrstoće, otpornosti na vlagu i kemikalije, a dobiva se polimerizacijom vinil-klorida.

11.a) Prikaži jednadžbom kemijske reakcije polimerizaciju n molekula vinil-klorida.



Za točno napisanu formulu monomera: 0,5 bodova

Za točno napisanu formulu polimera: 0,5 bodova

___/2 x 0,5

11.a /1

11.b) Stupanj polimerizacije označava prosječan broj ponavljajućih monomernih jedinica u lancu nekog polimera. Izračunaj prosječan broj ponavljajućih jedinica (n) u uzorku PVC-a čija je prosječna relativna molekulska masa 50 000.

$$M_r(\text{CH}_2=\text{CHCl}) = 62,50$$

$$n = M_r(\text{polimer}) / M_r(\text{monomer}) = 50\,000 / 62,50 = 800$$

Za točan izračun ponavljajućih jedinica: 0,5 bodova

___/0,5

11.b /0,5

11.c) Navedi naziv otrovnog plina koji se oslobađa gorenjem PVC-a.

Klorovodik

Za točno naveden naziv: 0,5 bodova

___/0,5

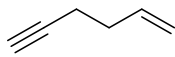
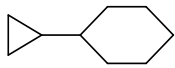
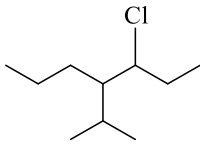
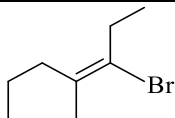
11.c /0,5

Σ ZADATAK 11.:

/ 2

7

12. Imenuj sustavnim nazivima spojeve čije su molekule prikazane zadanim strukturnim formulama.

Strukturna formula	Naziv spoja
	heks-1-en-5-in
	ciklopropilcikloheksan
	4-izopropil-3-klorheptan ili 3-klor-4-(1-metiletil)heptan ili 3-klor-4-(propan-2-il)heptan
	<i>E</i> -3-brom-4-metilhept-3-en

Za točno ime spoja: 4 x 0,5 bodova

Napomena: kod zadnjeg spoja u tablici priznati samo naziv spoja s oznakom *E*.

___/4 x 0,5

Σ ZADATAK 12.:

___/2

13. Propan se često upotrebljava kao gorivo za kućanstva – njime se pune plinske boce za kuhanje i grijanje.

13.a) Napiši termokemijsku jednadžbu izgaranja propana u suvišku kisika.



Za ispravno navedene formule reaktanata i produkata: 0,5 bodova

Za ispravno uravnoteženje po masi i naboju: 0,5 bodova

Za točno napisan predznak reakcijske entalpije: 0,5 bodova.

Napomena: priznati i oznaku $\Delta_c H^\circ$

___/3 x 0,5

13.a /1,5

13.b) Izračunaj približnu vrijednost reakcijske entalpije izgaranja propana ako su zadane prosječne entalpije disocijacije veze ($\Delta_{\text{diss}}H^\circ$).

$$\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{C-C}) = 348 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{C-H}) = 413 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{O=O}) = 498 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{C=O}) = 799 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{O-H}) = 463 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\underline{\Delta_r H^\circ = [2\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{C-C}) + 8\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{C-H}) + 5\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{O=O})] - [6\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{C=O}) + 8\Delta_{\text{diss}}H^\circ(\text{O-H})]}$$

$$\underline{\Delta_r H^\circ = -2\,008 \text{ kJ mol}^{-1}}$$

Za točno napisan izraz za računanje reakcijske entalpije: 0,5 bodova

Za točan izračun reakcijska entalpija: 1 bod

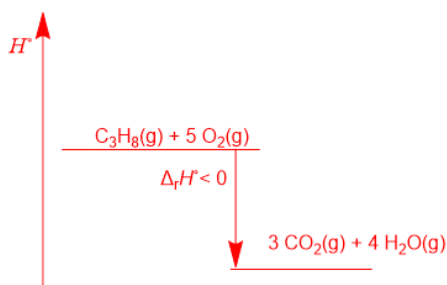
Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

___/0,5

___/1

13.b /1,5

13.c) Nacrtaj entalpijski dijagram za reakciju izgaranja propana.



Za točno označenu os ordinata: 0,5 bodova

Za točan odnos energijskih razina: 0,5 bodova

Za točno napisane reaktante i produkte: 0,5 bodova

Za točno označenu i ucrtanu reakcijsku entalpiju: 0,5 bodova

___/0,5

___/0,5

___/0,5

___/0,5

13.c /2

Σ ZADATAK 13.:

15

14. Sljedeće tvrdnje označi kao točne (zaokruži slovo **T**) ili netočne (zaokruži slovo **N**).

Polumjer fluoridnog iona veći je od polumjera hidridnog iona. **N**

Doseg reakcije predstavlja množinu reakcijskih pretvorbi. **T**

Kisik je najzastupljeniji element u sastavu Zemljine kore. **T**

Talište 2,2-dimetilpropana niže je od tališta pentana. **N**

Potaša je stari naziv za kalijev karbonat, K_2CO_3 . **T**

Većina kloridnih soli dobro je topljiva u vodi. **T**

Za svaki točan odgovor: 0,5 bodova

___/6 x 0,5

Σ ZADATAK 14.:

 / 3