

- RJEŠENJA -

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

Zadaci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

BODOVI

		ostv.	maks.
1. Imenuj navedene spojeve.			
1.a) MgHCO_3	<u>magnezijev hidrogenkarbonat</u>		
1.b) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	<u>kalijev heksacijanoferat(III)</u>		
2 x 1 bod			2
2. Prikaži kondenzirane strukturne formule i kemijske nazive organskih produkata sljedećih kemijskih reakcija.			
2.a) Oksidacija 2-etilpentanola s kromovim(VI) oksidom u kiselom mediju.			
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHCHO} \end{array} \quad \text{ili} \quad \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{array} \end{array} $		2-etilpentanal	
2.b) Reakcija 2-metilbutan-2-ola i bromovodične kiseline.			
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{CH}_3 \\ \\ \text{Br} \end{array} $		2-brom-2-metilbutan	
Za svaku točno nacrtanu kondenziranu strukturnu formulu Za svaki točan kemijski naziv spoja		2 x 1 bod 2 x 1 bod	
			4
3. U sljedećim prikazima nuklearnih reakcija zamijeni slova X , Y i Z simbolima odgovarajućih nuklida. (Napomena: ${}^0_{-1}\text{e}$ je β -raspad; ${}^4_2\text{He}$ je α -raspad)			
3.a) ${}^{24}_{11}\text{Na} \rightarrow \text{X} + {}^0_{-1}\text{e}$	$\text{X} = {}^{24}_{12}\text{Mg}$		
3.b) ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow \text{Y} + {}^4_2\text{He}$	$\text{Y} = {}^{234}_{90}\text{Th}$		
3.c) $\text{Z} \rightarrow {}^{32}_{15}\text{P} + {}^0_{-1}\text{e}$	$\text{Z} = {}^{32}_{14}\text{Si}$		
3 x 1 bod			3

ostv. maks.

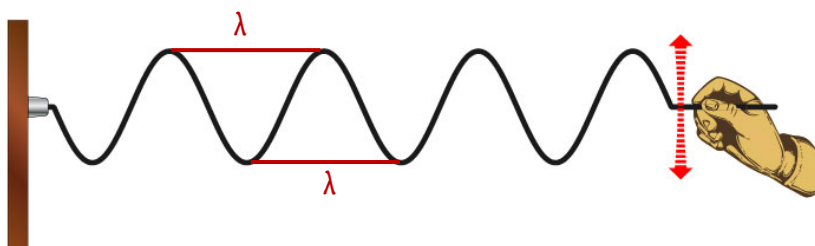
- 4.** Kada elektromagnetsko zračenje putuje iz jednog medija u drugi, dolazi do promjene brzine širenja elektromagnetskog vala, a frekvencija mu pritom ostaje ista.

- 4.a)** Što će se dogoditi s valnom duljinom elektromagnetskog vala, ako se njegova brzina smanji pri prelasku iz zraka u staklo?

Valna duljina će se također smanjiti, jer su valna duljina i brzina proporcionalne veličine.

1 bod

- 4.b)** Na prikazu vala (slika 1.) označi njegovu valnu duljinu.



Slika 1. Prikaz vala.

1 bod

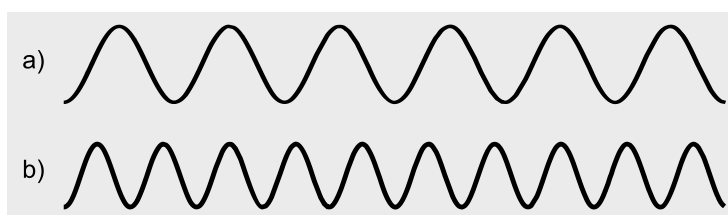
Naputak za ispravljače: Bodovati ako je λ označena između dva brijega vala ili između dva dola vala.

- 4.c)** Izračunaj valnu duljinu ljubičaste svjetlosti frekvencije $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz.

$$\lambda(\text{ljubičasta svjetlost}) = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{7,5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

1 bod

- 4.d)** Objasni koji val sa slike 2. pripada ljubičastoj svjetlosti i koji ima veću energiju kvanta zračenja.



Slika 2. Prikaz dvaju valova

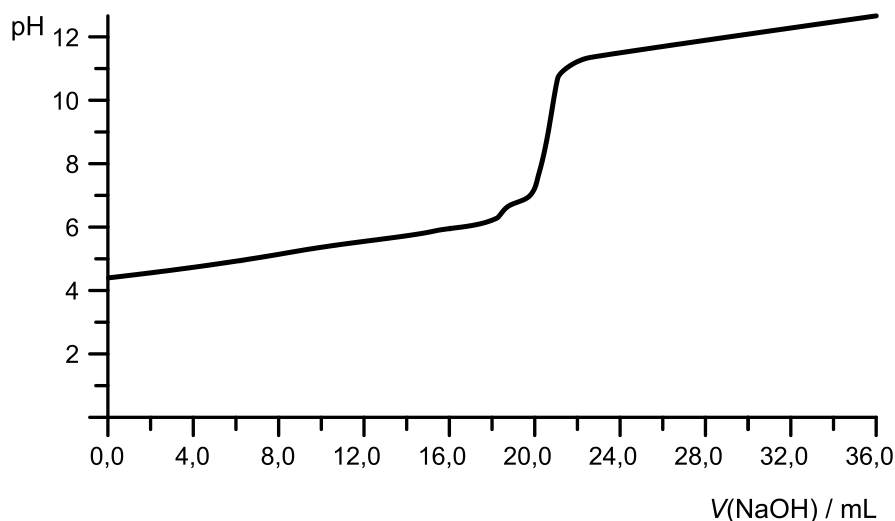
Ljubičastoj svjetlosti pripada val b) jer ima manju valnu duljinu od ponuđena dva vala, a zbog toga i veću energiju kvanta zračenja.

za odabir točnog vala

1 bod

ostv. maks.

- 5.** Titracijske krivulje (Slika 3.) grafički su prikaz promjene pH-vrijednosti analita (otopina nepoznate koncentracije koju se analizira) ovisno o volumenu dodanog titranta (otopina poznate koncentracije) tijekom postupka titracije. Odgovori na pitanja na temelju zadane titracijske krivulje.



Slika 3. Titracijska krivulja

- 5.a)** Kolika je pH-vrijednost u točki ekvivalencije?

$pH(T.E.) = 9$

Naputak za ispravljачe: Priznati vrijednosti koje variraju $\pm 0,5$.

1 bod

- 5.b)** Objasni koja će kiselina bolje odgovarati analitu na prikazanom grafu titracijske krivulje, klorovodična kiselina ($K_a = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$) ili etanska kiselina ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$).

Bolje odgovara octena kiselina jer je točka ekvivalencije pri pH-vrijednosti višoj od 7

što znači da je u pitanju titracija slabe kiseline jakom lužinom.

1 bod

- 5.c)** Izračunaj množinsku koncentraciju hidroksidnih iona u točki ekvivalencije.
Izračun:

$pOH(T.E.) = 14 - pH(T.E.) = 14 - 9 = 5$ (ili vrijednost koju je učenik odredio)

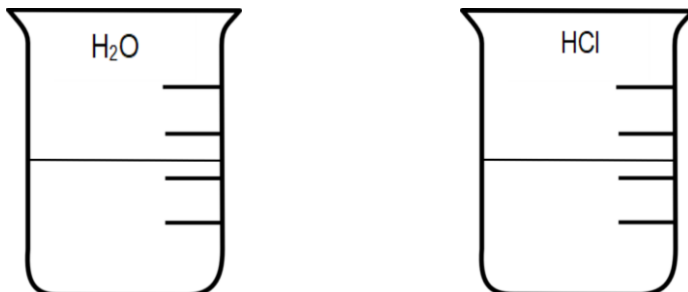
$c(OH^-) = 10^{-pOH} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$

1 bod

3

ostv. maks.

- 6.** Na slici su prikazane dvije čaše s otopinama. U prvoj se čaši nalazi destilirana voda, a u drugoj razrijeđena klorovodična kiselina.



- 6.a)** U laboratoriju je pripremljena zasićena vodena otopina srebrova klorida. Tako pripremljena zasićena otopina dodana je u prvu čašu s destiliranom vodom te u drugu čašu s otopinom razrijeđene klorovodične kiseline. Objasni u kojoj će čaši doći do taloženja srebrova klorida.

Do taloženja će doći u čaši s klorovodičnom kiselinom, jer se u toj čaši javlja efekt zajedničkog iona pa dolazi do taloženja srebrova klorida.

1 bod

- 6.b)** Izračunaj ravnotežnu množinsku koncentraciju srebrovih iona u otopini u kojoj je množinska koncentracija klorovodične kiseline $0,15 \text{ mol dm}^{-3}$. Produkt topljivosti (K_{sp}) srebrova klorida je $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$.

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$$

$$[\text{Ag}^+] = K_{sp} / [\text{Cl}^-] = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6} / 0,15 \text{ mol dm}^{-3} = 1,067 \cdot 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$$

za korektno uporabljen izraz produkta topljivosti srebrova klorida
za točnu numeričku vrijednost $[\text{Ag}^+]$ prikazanu s mjernom jedinicom.

1 bod

1 bod

Naputak za ispravljače: Priznati i $1,06 \cdot 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$ ili $1,07 \cdot 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$.

3

	ostv.	maks.
<p>7. Binarni oksid formule M_bO_2 bijela je, blago hlapljiva tvar pa je uzorak mase 68,9 mg stavljen u zatvoren spremnik od 1 L. Spremnik je potom zagrijan do 239,7 °C pri čemu je čvrsti oksid potpuno ishlapio, a tlak u spremniku porastao do 20 mmHg. Izračunaj molarnu masu oksida u plinovitoj fazi i napiši njegovu točnu kemijsku formulu.</p> <p>$p = 20 \text{ mmHg} \Rightarrow 20 \text{ mmHg} \cdot 101\,325 \text{ Pa} / 760 \text{ mmHg} = 2666,5 \text{ Pa}$</p> <p>$T = 512,8 \text{ K}$</p> <p>$n = pV / RT = 2666,5 \text{ Pa} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 512,8 \text{ K} = 6,254 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$</p> <p>$M(X_bO_2) = m(X_bO_2) / n(X_bO_2) = 0,0689 \text{ g} / 6,254 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 110,2 \text{ g mol}^{-1}$</p> <p>Za $b = 1$ $A_r(X) = 110,2 - 32 = 78,2 \Rightarrow X$ je Se pa je formula oksida SeO_2</p> <p>Za $b = 2$ $A_r(X) = (110,2 - 32) / 2 = 39,1 \Rightarrow X$ je Ca pa bi formula bila Ca_2O_2 što je peroksid.</p> <p>Stoga je kemijska formula oksida SeO_2.</p> <p>za izračunatu množinu oksida 1 bod</p> <p>za izračunatu molarnu masu oksida 1 bod</p> <p>za određenu formulu oksida 1 bod</p>		3
<p>8. Elektrolizom vodene otopine natrijeva klorida na anodi se razvilo 0,50 mL klora pri temperaturi od 20 °C i tlaku od 101 325 Pa.</p> <p>8.a) Simbolički opiši anodnu i katodnu kemijsku promjenu tijekom elektrolize vodene otopine natrijeva klorida.</p> <p>$A(+): 2 Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2 e^-$</p> <p>$K(-): 2 e^- + 2 H_2O \rightarrow H_2 + 2 OH^-$</p> <p>za anodni opis 1 bod</p> <p>za katodni opis 1 bod</p> <p>8.b) Izračunaj najmanju masu natrijeva klorida potrebnu za pripremu otopine iz koje će tijekom elektrolize nastati 0,50 L klora pri temperaturi od 20 °C i tlaku od 101 325 Pa.</p> <p>$2 Cl^-(aq) + 2 H_2O(l) \rightarrow Cl_2(g) + H_2(g) + 2 OH^-(aq)$</p> <p>$n(Cl_2) = p(Cl_2) \cdot V(Cl_2) / R \cdot T(Cl_2)$</p> <p>$= 101\,325 \text{ Pa} \cdot 0,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K} = 2,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$</p> <p>$n(NaCl) = 2 n(Cl_2) = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$</p> <p>$m(NaCl) = n(NaCl) \cdot M(NaCl) = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 58,44 \text{ g mol}^{-1} = 2,45 \text{ g}$</p> <p>za povezivanje množine molekula klora i množine formulskih jedinki NaCl 1 bod</p> <p>za točnu masu natrijeva klorida 1 bod</p> <p>8.c) Koliki je naboj potreban za dobivanje dvaju mola molekula klora oksidacijom kloridnih iona?</p> <p>$Q = n(Cl_2) \cdot z \cdot F = 2 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96\,500 \text{ C mol}^{-1} = 386\,000 \text{ C}$</p> <p align="right">1 bod</p>		5

ostv. maks.

- 9.** U tablici su navedene tvari i njima pripadajuća vrelišta pri istom tlaku. Odgovori na pitanja na temelju tablice 1.

Tablica 1. Tvari i njihova vrelišta

tvar	LiH	CH ₄	NH ₃	H ₂ O	HF
vrelište / °C	689	-164	-33	100	19

- 9.a)** Zašto litijev hidrid ima mnogo više vrelište od ostalih tvari u tablici?

Veza u litijevom hidridu je ionska, dok su preostali spojevi kovalentni. Ionska veza je snažnija od međumolekulskih sila koje postoje između molekula pa je i vrelište litijeva hidrida

1 bod

- 9.b)** Zašto amonijak ima više vrelište od metana?

Između molekula amonijaka prevladavaju vodikove veze koje su snažnije od međumolekulskih sila između molekula metana.

1 bod

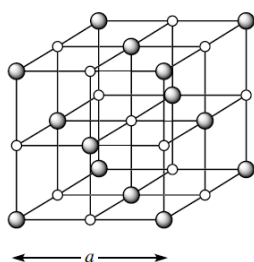
- 9.c)** Zašto voda ima više vrelište od amonijaka?

Vodikove veze između molekula vode su snažnije nego vodikove veze između molekula amonijaka.

1 bod

3

- 10.** Svi binarni spojevi litija, LiX gdje X = H, F, Cl, Br ili I, kristaliziraju u kubičnom sustavu po tipu kristalne strukture NaCl. Jedinična ćelija opisanog binarnog spoja litija prikazana je na slici ispod. Duljina brida pojedine jedinične ćelije označena je slovom *a*.



spoj	<i>a</i> / pm
LiH	408,3
LiF	403,5
LiCl	513,6
LiBr	548,9
LiI	601,9

- 10.a)** Izračunaj gustoću litijeva klorida.

$$\rho = M_r(\text{LiCl}) \cdot u \cdot N / a^3 = 42,4 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-24} \text{ g} \cdot 4 / (513,6 \cdot 10^{-10} \text{ cm})^3 = 2,078 \text{ g cm}^{-3}$$

1 bod

- 10.b)** Zašto duljina brida jediničnih ćelija raste od litijeva klorida prema litijevu jodidu?

Zato što se u skupini prema dolje, dakle od klora prema jodu povećava ionski radijus.

1 bod

2

	ostv.	maks.
<p>11. Benzen, C₆H₆, reagira s bromom u prisutnosti željezova(III) bromida kao katalizator i pri tom nastaje organski spoj u kojem je maseni postotak ugljika 30,55 %, vodika 1,71 % i broma 67,74 %. Uslijed opisane reakcije nastaje i anorganski spoj bromovodik.</p> <p>11.a) Odredi empirijsku formulu organskog spoja koji nastaje u opisanoj reakciji.</p> $N(C) : N(H) : N(Br) = [w(C) / A_r(C)] : [w(H) / A_r(H)] : [w(Br) / A_r(Br)]$ $= 1,5 : 1 : 0,5 \quad / \times 2$ $= 3 : 2 : 1$ <p>Empirijska formula: C₃H₂Br</p> <p>za postavljene brojeve omjere pojedinih vrsta atoma 1 bod</p> <p>za ispravno napisanu empirijsku formulu 1 bod</p> <p>11.b) Kad se 0,115 grama organskog spoja iz teksta zadatka 11.a pomiješa s 4,36 grama naftalena, nastaje otopina koja se ledi pri 79,51 °C. Čisti naftalen ledi se pri 80,29 °C, a kriokopska mu je konstanta (K_f) 6,94 K kg mol⁻¹. Odredi molarnu masu i molekulsku formulu organskog spoja.</p> $\Delta T = 0,78 \text{ K}$ $b = \Delta T / K_f = 1,124 \cdot 10^{-1} \text{ mol kg}^{-1}$ $n(\text{spoj}) = b \cdot m(\text{naftalen}) = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ $M(\text{spoj}) = m(\text{spoj}) / n(\text{spoj}) = 235 \text{ g/mol}$ $M(C_3H_2Br) = 118 \text{ g/mol}$ $M(\text{spoj}) / M(C_3H_2Br) = 2 \text{ pa je molekulska formula spoja } C_6H_4Br_2$ <p>za izračunatu ΔT i molalnost 1 bod</p> <p>za izračunatu množinu spoja 1 bod</p> <p>za izračunatu molarnu masu spoja 1 bod</p> <p>za napisanu molekulsku formulu 1 bod</p>		6
<p>12. 12.a) Dušikov(IV) oksid termički se razlaže na dušikov(II) oksid i kisik. U posudi volumena 250 mL pri temperaturi od 300 °C na početku je bilo 1,78 · 10⁻³ mola dušikova(IV) oksida, a nakon 30 sekundi 1,51 · 10⁻³ mola. Izračunaj prosječnu brzinu kemijske reakcije s obzirom na dušikov(IV) oksid.</p> $v = -(n_2/V - n_1/V) / \Delta t = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ <p>za točno napisan izraz za brzinu 1 bod</p> <p>za točnu numeričku vrijednost brzine iskazanu s mjernom jedinicom 1 bod</p> <p>12.b) Koliki broj molekula plinovitog dušikova(IV) oksida ima energiju aktivacije 55 kJ mol⁻¹ potrebnu za termički raspad pri temperaturi od 25 °C? Uzorak plina sadrži jedan mol molekula.</p> $N = n(NO_2) \cdot N_A \cdot e^{-E_a / RT} = 1,39 \cdot 10^{14}$ <p>za točno napisan izraz za brojnost molekula 1 bod</p> <p>za točno numeričko rješenje 1 bod</p>		4

13. Za proces fotosinteze zelenim je biljkama potrebna svjetlost.

13.a) Napiši jednadžbu kemijske reakcije za proces fotosinteze i navedi agregacijska stanja svih tvari u reakciji.



za napisane sve reaktante i produkte

1 bod

za zapis izjednačen po masi i naboju

1 bod

za točno navedena agregacijska stanja svih reaktanata i produkata

1 bod

13.b) Izračunaj vrijednost reakcijske entalpije za fotosintezu na temelju podataka u tablici 2.

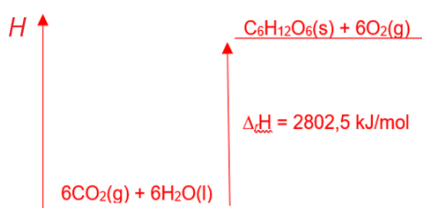
Tablica 2. Vrijednosti entalpija stvaranja

tvar	$\Delta_f H / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285,8
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-241,8
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$	-1273,3

$$\Delta_r H = (\Delta_f H(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})) + 6 \Delta_f H(\text{O}_2(\text{g}))) - (6 \Delta_f H(\text{CO}_2(\text{g})) + 6 \Delta_f H(\text{H}_2\text{O}(\text{l}))) = 2802,5 \text{ kJ/mol}$$

1 bod

13.c) Nacrtaj entalpijski dijagram za reakciju fotosinteze. U dijagramu se koristi kemijskim formulama reaktanata i produkata iz fotosinteze uz naznaku točne vrijednosti reakcijske entalpije.



za točno označene i usmjerene energijske strelice

1 bod

za točno pozicionirane reaktante i produkte

1 bod

Napomena za ispravljачe: Može se priznati i $\Delta_r H > 0$.

13.d) Izračunaj masu kisika koji nastaje u reakciji fotosinteze, ako sustav tijekom reakcije s okolinom izmijeni 928 kJ topline.

$$n(\text{O}_2) = Q \cdot \nu / \Delta_r H = 1,987 \text{ mol}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 63,6 \text{ g}$$

za izračunatu množinu molekula kisika

1 bod

za izračunatu masu kisika

1 bod