

Republika Hrvatska - Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Agencija za odgoj i obrazovanje - Hrvatsko kemijsko društvo

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2019.

12–13. studenoga 2020.

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo dobivenu tablicu periodnog sustava elemenata.
3. Zadatci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (**ne** koristiti dodatne papire). Ako nema dovoljno mjesta za rješavanje zadatka, može se koristiti poledina prethodne stranice.
4. Odgovori na postavljena pitanja ili račun (kompletan) **moraju** biti pisani **kemijskom olovkom ili tintom plave boje**, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Ispravljeni odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za: **I. dio natjecanja: pisana zadaća**

Razred:

Zaporka:

POSTIGNUTI BODOVI :

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

(potpisi članova povjerenstva):

1. _____

2. _____

3. _____

OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM
PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA

Prijava za: **I. dio natjecanja: pisana zadaća**

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učenici(ka)ce: _____ OIB: _____

Datum rođenja:

Mjesto rođenja:

Spol: 1. muški 2. ženski (zaokružiti!)

Telefon/mobitel: _____

e-mail: _____

Puni naziv škole:

Šifra škole:

Adresa škole (ulica i broj):

Grad u kojem je škola:

Županija:

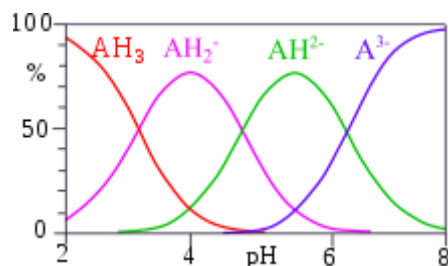
Ime i prezime mentor(a)ice:

Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 H 1,008 | | 2 He 4,003 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Li 6,941 | 4 Be 9,012 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 Na 22,99 | 12 Mg 24,31 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 K 39,10 | 20 Ca 40,08 | 21 Sc 44,96 | 22 Ti 47,87 | 23 V 50,94 | 24 Cr 52,00 | 25 Mn 54,94 | 26 Fe 55,85 | 27 Co 58,93 | 28 Ni 58,69 | 29 Cu 63,55 | 30 Zn 65,38 | 31 Ga 69,72 | 32 Ge 72,63 | 33 As 74,92 | 34 Se 78,98 | 35 Br 79,90 | 36 Kr 83,80 |
| 37 Rb 85,47 | 38 Sr 87,62 | 39 Y 88,91 | 40 Zr 91,22 | 41 Nb 92,91 | 42 Mo 95,95 | 43 Tc [98] | 44 Ru 101,1 | 45 Rh 102,9 | 46 Pd 106,4 | 47 Ag 107,9 | 48 Cd 112,4 | 49 In 114,8 | 50 Sn 118,7 | 51 Sb 121,8 | 52 Te 127,6 | 53 I 126,9 | 54 Xe 131,3 |
| 55 Cs 132,9 | 56 Ba 137,3 | 57-71 lantanoïdi | 72 Hf 178,5 | 73 Ta 180,9 | 74 W 183,8 | 75 Re 186,2 | 76 Os 190,2 | 77 Ir 192,2 | 78 Pt 195,1 | 79 Au 197,0 | 80 Hg 200,6 | 81 Tl 204,4 | 82 Pb 207,2 | 83 Bi 209,0 | 84 Po [209] | 85 At [210] | 86 Rn [222] |
| 87 Fr [223] | 88 Ra [226] | 89-103 aktinoidi | 104 Rf [267] | 105 Db [268] | 106 Sg [271] | 107 Bh [270] | 108 Hs [277] | 109 Mt [276] | 110 Ds [281] | 111 Rg [282] | 112 Cn [285] | 113 Uut [285] | 114 Fl [289] | 115 Uup [289] | 116 Lv [293] | 117 Uus [294] | 118 Uuo [294] |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 La 138,9 | 58 Ce 140,1 | 59 Pr 140,9 | 60 Nd 144,2 | 61 Pm [145] | 62 Sm 150,4 | 63 Eu 152,0 | 64 Gd 157,3 | 65 Tb 158,9 | 66 Dy 162,5 | 67 Ho 164,9 | 68 Er 167,3 | 69 Tm 168,9 | 70 Yb 173,1 | 71 Lu 175,0 | | | |
| 89 Ac [227] | 90 Th 232,0 | 91 Pa 231,0 | 92 U 238,0 | 93 Np [237] | 94 Pu [244] | 95 Am [243] | 96 Cm [247] | 97 Bk [247] | 98 Cf [251] | 99 Es [252] | 100 Fm [257] | 101 Md [258] | 102 No [259] | 103 Lr [262] | | | |

ostv. maks.

1. Limunska kiselina (2-hidroksipropan-1,2,3-trikarboksilna kiselina, $C_6H_8O_7$) značajan je međuprodukt u Krebsovom ciklusu koji se po njoj naziva i ciklus limunske kiseline. Koristi se kao sredstvo za zakiseljavanje, regulator okusa i kelirajući agens pa njezina godišnja proizvodnja prelazi milijun tona. Limunska kiselina je troprotonska kiselina (AH_3). Promjena udjela pojedinih vrsta iona nastalih njenom disocijacijom (AH_2^- , AH^{2-} , A^{3-}) u ovisnosti o vrijednosti pH prikazana je na donjoj slici.

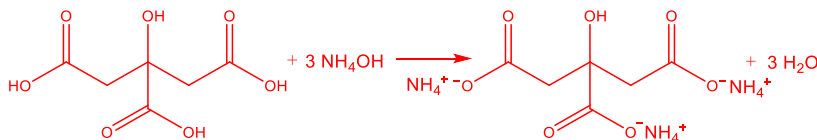


- a) Odredi maseni udio kisika u limunskoj kiselini.

$$w(O, \text{ lim. K.}) = 7 A_r(O) / M_r(C_6H_8O_7) = 7 \times 16 / 192,12 = 58,3 \%$$

/2

- b) Napiši jednadžbu kemijske reakcije potpune neutralizacije limunske kiseline s amonijevim hidroksidom (za prikaz limunske kiseline i njene soli koristi vezne crtice).



/3

(Napomena: 1 bod ako je samo ispravno nacrtana strukturna formula limunske kiseline)

- c) Koje vrste jedinki limunske kiseline su prisutne u stanici?

U stanici (pH = 7) prisutni su citrati A^{3-} i hidrogencitrat AH^{2-} (ili HA^{2-}).

/2x
0,5

- d) Koje vrste jedinki limunske kiseline su dominantne u jako kiseloj sredini želuca?

Pri pH želučanog soka (1,5-2) prevladava nedisocirana kiselina AH_3 (ili H_3A).

/0,5

6,5

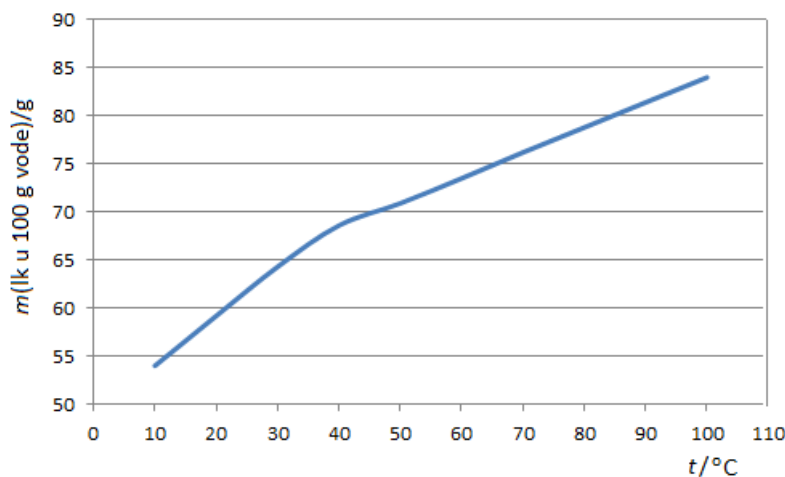
UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

6,5

2. U tablici je navedena maksimalna masa limunske kiseline koja se može otopiti u 100 g vode pri različitim temperaturama.

| $t / ^\circ\text{C}$ | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $m(\text{lk}) / \text{g}$ | 54,0 | 59,2 | 64,3 | 68,6 | 70,9 | 73,5 | 76,2 | 78,8 | 81,4 | 84,0 |

- a) Grafički prikaži ovisnost topljivosti limunske kiseline o temperaturi.



/2x1

(Napomena: 1 bod za točno označene osi, 1 bod za točno nacrtanu krivulju topljivosti)

- b) Izračunaj molalnost zasićene otopine limunske kiseline u vodi pri 25 °C.

Pri 25 °C se u 100 g vode otapa 62,5 g limunske kiseline. Toleriraju se očitavanja od 62,2 do 62,8 g te rješenja zadatka proizašla iz tih očitavanja.

$$b = \frac{\frac{62,5 \text{ g}}{192,12 \text{ g/mol}}}{0,1 \text{ kg}} = 3,25 \text{ mol/kg}$$

/2x1

(Napomena: 1 bod za točno očitavanu masu lk, 1 bod za točno izračunatu molalnost)

- c) Izračunaj masu limunske kiseline koja se istaloži hlađenjem 300 g zasićene vodene otopine te kiseline od 80 °C na 20 °C.

$$m(\text{lk}, 80 ^\circ\text{C}) = w(\text{lk}) \times m(\text{otopina}) = (78,8 \text{ g} / 178,8 \text{ g}) \times 300 \text{ g} = 132,21 \text{ g}$$

/1

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 300 \text{ g} - 132,21 \text{ g} = 167,79 \text{ g}$$

/1

$$m(\text{lk}, 20 ^\circ\text{C}) = [m(\text{lk}) \times m(\text{H}_2\text{O})] : 100 = (59,2 \text{ g} \times 167,79 \text{ g}) : 100 \text{ g} = 99,33 \text{ g}$$

/1

7

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

7

3. Gvanin je purinska baza, sastojak DNA i RNA. Četiri atoma dušika u molekuli gvanina pripadaju heterocikličkom sustavu, a peti je atom dušika sadržan u primarnoj amino-skupini vezanoj na položaj 2 pirimidinskog prstena. Na istom prstenu nalazi se i karbonilna skupina. Maseni udjeli ugljika, vodika i dušika u gvaninu su: $w(\text{C}) = 39,74 \%$; $w(\text{H}) = 3,33 \%$; $w(\text{N}) = 46,34 \%$. Na temelju tih podataka:

- a) Odredi empirijsku formulu gvanina.



$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{N}) : N(\text{O}) = n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) =$$

$$\frac{w(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{w(\text{H})}{A_r(\text{H})} : \frac{w(\text{N})}{A_r(\text{N})} : \frac{w(\text{O})}{A_r(\text{O})} =$$

$$\frac{39,74}{12,01} : \frac{3,33}{1,008} : \frac{46,34}{14,01} : \frac{10,59}{16,00} = 5 : 5 : 5 : 1$$

/2

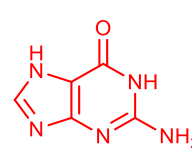
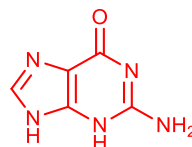
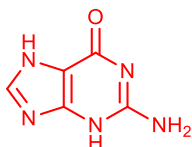
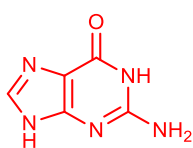
- b) Odredi molekulsku formulu gvanina.



Objašnjenje: U zadatku je navedeno da molekula gvanina sadrži 5 atoma dušika što znači da je molekulska formula jednaka empirijskoj.

/0,5

- c) Nacrtaj strukturne formule četiri keto-tautomera gvanina.



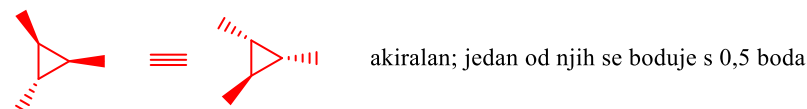
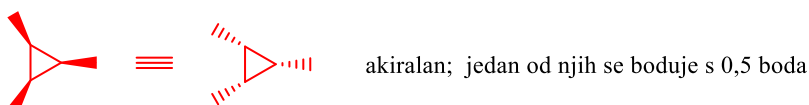
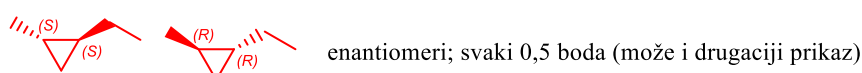
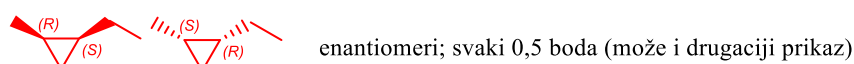
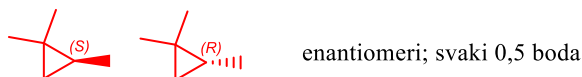
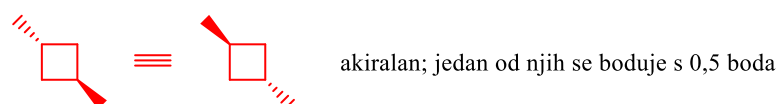
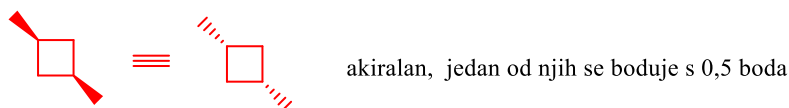
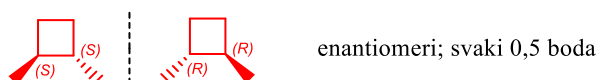
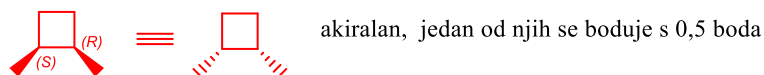
/4x1

6,5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

6,5

4. Prikaži veznim crticama deset monocikličkih spojeva molekulske formule C_6H_{12} (pet kiralnih spojeva i pet akiralnih). Na kiralnim spojevima odredi apsolutnu konfiguraciju.

Rješenja:

(Napomena: $5 \times 0,5$ bod = **2,5 boda** za spojeve koji **nisu kiralni**, 5×1 bod = **5 bodova** za spojeve koji su kiralni: po **0,5** bodova za **strukturu** i po **0,5** bod za **ispravnu konfiguraciju**)

/5x
0,5

/5x1

7,5

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

7,5

5.

Trećinu mase tableta koje se koriste u terapiji hipokalcemije zauzima kalcijev glukonat (molekulska formula $C_{12}H_{22}CaO_{14}$), trećinu kalcijev karbonat, a trećinu pomoćne tvari u kojima nema kalcija. Izračunaj maseni udio kalcija u tabletama.

$$w(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{m(\text{tableta})} = \frac{\frac{40,08 \times}{430,38} + \frac{40,08 \times}{100,00}}{3x} = 16,45 \%$$

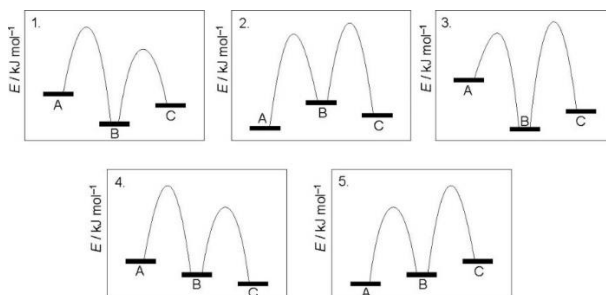
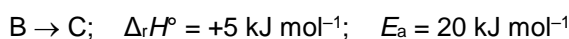
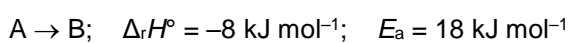
(Napomena: nema parcijalnog bodovanja; tolerira se rješenje 16,43 do 16,47%)

/3,5

3,5

6.

Koji od prikazanih energijskih dijagrama shematski prikazuje pretvorbu $A \rightarrow B \rightarrow C$ ako su poznati ovi podaci.



Rješenje: 1

/1

1

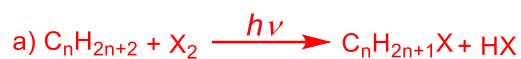
7.

Kemijskim jednadžbama prikaži reakciju alkana s halogenim elementom X_2 ako se:

a) samo jedan atom vodika zamijeni atomom halogenog elementa,

b) svi atomi vodika zamijene atomima halogenog elementa.

Izjednači jednadžbe. Alkan prikaži općom formulom.



(Napomena: 2x0,5 boda za oznaku $h\nu$ ili zagrijavanja; 2x1 bod za točnu jednadžbu)

/2x

0,5

/2x1

3

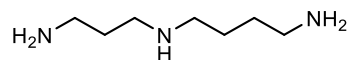
UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

7,5

8.

Spermidin je poliamin koji se nalazi u različitim tkivima i spermi (pretežno u ribosomima).

Njegova strukturna formula prikazana je na donjoj slici.

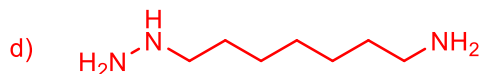
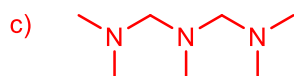
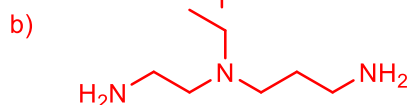
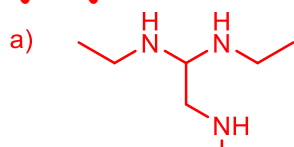


Prikaži veznim crticama po jedan strukturni izomer spermidina koji ima:

- samo sekundarne amino skupine,
- jednu tercijarnu i dvije primarne amino skupine,
- samo tercijarne amino skupine,
- jednu hidrazinsku i jednu primarnu amino skupinu.

Napomena: U svakom podzadatku ima više rješenja, a ti prikaži samo jedno.

Rješenja:



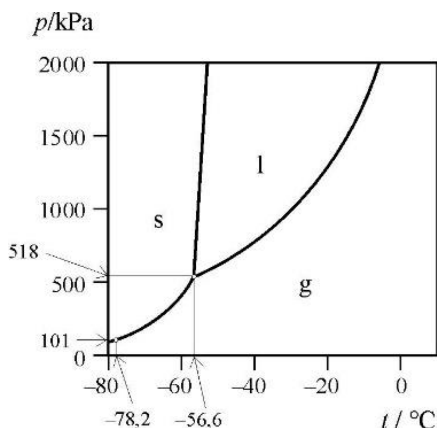
/4x1

4

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

4

9. Slika prikazuje fazni dijagram ugljikova(IV) oksida. Koja je od navedenih tvrdnja točna?



- a) Povećanjem tlaka od 101 do 1500 kPa pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ CO_2 prelazi iz tekućeg u plinovito agregacijsko stanje.
- b) Pri tlaku od 1500 kPa CO_2 nije u tekućem agregatnom stanju niti pri jednoj temperaturi.
- c) Pri tlaku od 1400 kPa CO_2 nije u plinovitom agregatnom stanju niti pri jednoj temperaturi.
- ☒ d) Povećanjem temperature od $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ pri tlaku od 400 kPa CO_2 prelazi iz čvrstog u plinovito agregatno stanje.
- e) Povećanjem temperature od $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ pri tlaku od 1500 kPa CO_2 prelazi iz čvrstog u plinovito agregatno stanje.

/1

1

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

Ukupni bodovi

 = 40

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

1