

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenika osnovnih i srednjih škola 2020./21.

22. travnja 2021. (četvrtak)

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: 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: zadaća

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

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

Datum rođenja:

Mjesto rođenja:

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

Telefon/mobitel: _____

e-mail: _____

Puni naziv škole:

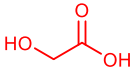
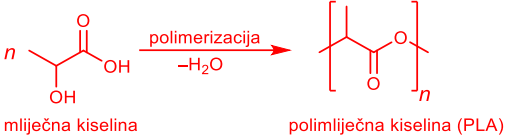

Šifra škole:

Adresa škole (ulica i broj):

Grad u kojem je škola:

Županija:

Ime i prezime mentor(a)ice:

	ostv.	maks.
<p>1. a) Izračunaj masenu koncentraciju soli A u otopini koja je nastala neutralizacijom 1,0 L mliječne kiseline množinske koncentracije $c = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ kalijevim hidroksidom koncentracije $c = 0,025 \text{ mol L}^{-1}$? (vrijedi aditivnost volumena).</p> <p>Rješenje:</p> <p>$n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = c \times V = 0,1 \text{ mol L}^{-1} \times 1,0 \text{ L} = 0,1 \text{ mol}$</p> <p>$n(\text{KOH}) = n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = 0,1 \text{ mol}$</p> <p>$V(\text{KOH, aq}) = n/c = 0,1 \text{ mol} / 0,025 \text{ mol L}^{-1} = 4 \text{ L}$</p> <p>$V(\text{A, aq}) = 5 \text{ L}, c(\text{A}) = 0,02 \text{ mol L}^{-1}$</p> <p>$\gamma(\text{A}) = c \times M = 0,02 \text{ mol L}^{-1} \times 128,17 \text{ g mol}^{-1}$</p> <p>$\gamma(\text{A}) = 2,56 \text{ g L}^{-1}$</p> <p>b) Napiši kemijski naziv soli A. _____</p> <p style="text-align: center;">kalijev laktat</p> <p>NAPOMENA: Priznavati i sve druge načine rješavanja.</p>	<p>/0,5</p> <p>/0,5</p> <p>/0,5</p> <p>/0,5</p> <p>/0,5</p>	<p>2,5</p>
<p>2. α-Hidroksikiseline (AHA) vrlo su raširene u prirodi i česti sastojci kozmetičkih pripravaka. Najvažnije AHA-e su glikolna, mliječna, jabučna, limunska i vinska kiselina.</p> <p>a) Nacrtaj strukturnu formulu strukturno najjednostavnije α-hidroksikiseline (glikolne kiseline).</p> <p></p> <p>b) Navedi sustavni naziv glikolne kiseline. _____</p> <p style="text-align: center;">2-hidroksietanska kiselina</p> <p>c) Prikaži kemijskom jednadžbom reakciju polimerizacije n molekula mliječne kiseline.</p> <p></p> <p>d) Nacrtaj strukturnu formulu i navedi sustavni i trivijalni naziv produkta glikolize čijom redukcijom nastaje mliječna kiselina u našem organizmu.</p> <p></p> <p style="text-align: center;">2-oksopropanska kiselina, pirogroždana kiselina</p>	<p>/0,5</p> <p>/0,5</p> <p>/0,5</p> <p>/3x 0,5</p>	<p>3</p>

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

5,5

3. Tlak para tekućine **B** pri 25 °C iznosi 3,167 kPa, a tekućine **C** pri istoj temperaturi 7,951 kPa.

a) Koja tekućina ima više vrelište? _____

tekućina **B**

/0,5

b) Izračunaj tlak para smjese tekućina **B** i **C** u kojoj je množinski udio tekućine **C** četiri puta veći od množinskog udjela tekućine **B**.

Rješenje:

$$x(\text{B}) = \frac{n(\text{B})}{n(\text{B}) + n(\text{C})} = \frac{n(\text{B})}{n(\text{B}) + 4 n(\text{B})} = \frac{1}{5} = 0,2 \quad x(\text{C}) = 0,8$$

/0,5

$$p(\text{B}) = x(\text{B}) \times p^\circ(\text{B}) = 0,2 \times 3,167 \text{ kPa} = 0,6334 \text{ kPa}$$

/0,5

$$p(\text{C}) = x(\text{C}) \times p^\circ(\text{C}) = 0,8 \times 7,951 \text{ kPa} = 6,3608 \text{ kPa}$$

/0,5

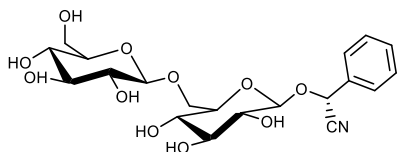
$$p(\text{B+C}) = 0,6334 \text{ kPa} + 6,3608 \text{ kPa} = 6,9942 \text{ kPa}$$

/0,5

2,5

4. Amigdalina **D** je glikozid prisutan u sjemenkama mnogih voćaka (badema, marelica, breskvi, šljiva).

Njegova strukturna formula prikazana je na slici:



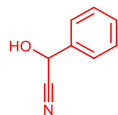
U strukturi molekule amigdalina disaharid **E** je glikozidnom vezom povezan s mandelonitrilom **F**. Hidrolizom amigdalina nastaje monosaharid **G**, aromatski aldehid **H** molekulske formule $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ i slaba anorganska kiselina **I**.

a) Navedi tip glikozidne veze u disaharidu **E**. _____

$\beta(1 \rightarrow 6)$ glikozidna veza

/0,5

b) Nacrtaj strukturnu formulu mandelonitrila **F**.



/1

c) Oznake spojeva **G**, **H** i **I** zamijeni nazivima spojeva.

/3x

0,5

G - glukoza, **H** - benzaldehid, **I** - cijanovodična kiselina (HCN)

/0,5

d) Odredi apsolutnu konfiguraciju na kiralnom atomu u aglikonu. **(R)**-konfiguracija

3,5

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

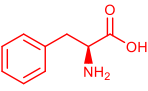
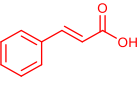
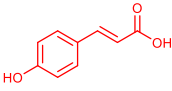
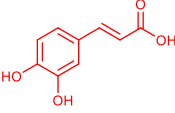
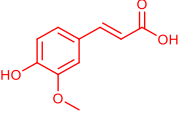
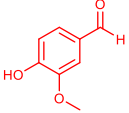
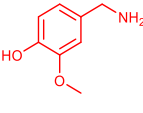
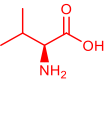
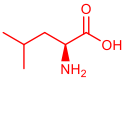
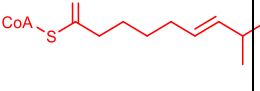
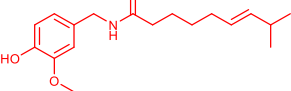
6

- 5.** Kapsaicin (*trans*-*N*-vanilil-8-metilnon-6-enamid) (**K**) najvažniji je kapsaicinoid odgovoran za ljuti okus paprike (različite vrste iz roda *Capsicum*, porodice *Solanaceae*). Biosinteza kapsaicina uključuje dva puta: prvi polazi iz fenilalanina (**A**), preko cimetine kiseline (**B**), *p*-kumarinske kiseline (**C**), kavene kiseline (**D**), ferulične kiseline (**E**), vanilina (**F**), a završava s vanililaminom (**G**). Drugi biosintetski put polazi iz aminokiseline valina (**H**) ili leucina (**I**), a završava s 8-metilnon-6-enoil koenzimom A (**J**), koji s vanililaminom daje kapsaicin. U priloženu tablicu nacrtaj strukturne formule spojeva **A–K**. Vodi računa o stereokemijskim oznakama.

Napomene:

- Navedene aminokiseline imaju *S*-konfiguraciju.
- Cimetna kiselina je trivijalni naziv za (*E*)-3-fenilpropensku kiselinu.
- Sustavni naziv valina je *S*-2-amino-3-metilbutanska kiselina.
- Leucin ima jednu metilensku skupinu više nego valin.
- Molekulska formula *p*-kumarinske kiseline je $C_9H_8O_3$.
- Spoj **D** je derivat katehola (2-hidroksifenola).
- Ferulična kiselina je (*E*)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)propenska kiselina.
- Vanilin je 4-hidroksi-3-metoksibenzaldehid.
- Spoj **G** je primarni amin molekulske formule $C_8H_{11}NO_2$.
- Koenzim A prenosilac je acilnih jedinica. Acilni ostatak veže se preko tiolne skupine.

Slobodni koenzim prikazuje se kraticom CoASH, a vezani kraticom CoAS.

A 	B 	C 
D 	E 	F 
G 	H 	I 
J 	K 	

/14x
0,5

7

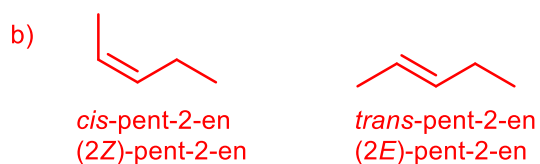
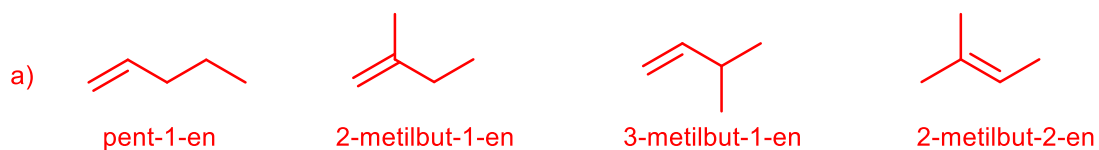
UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

7

6. Nacrtaj i navedi sustavne nazive po jednog spoja molekulske formule C_5H_{10} koji je:

- aciklički i nema *cis/trans* izomere,
- aciklički i ima *cis/trans* izomere (navedi stereokemijsku oznaku spoja kojeg si odabrao),
- ciklički akiralan,
- ciklički kiralan (navedi stereokemijsku oznaku spoja kojeg si odabrao).

Rješenja:



/8x
0,5

4

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

4

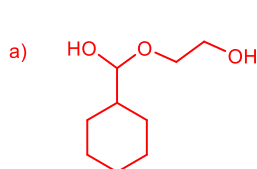
7. Nacrtaj strukturne formule svih mogućih produkata reakcije etan-1,2-diola s:

a) cikloheksankarbaldehidom,

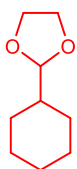
b) cikloheksanonom.

Pored strukturne formule svakog produkta napiši kojoj skupini organskih spojeva produkt pripada.

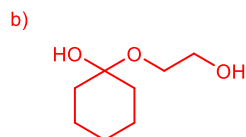
Rješenje:



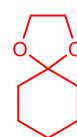
poluacetal



acetal



poluketal

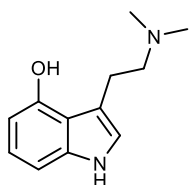


ketal

/8x
0,5

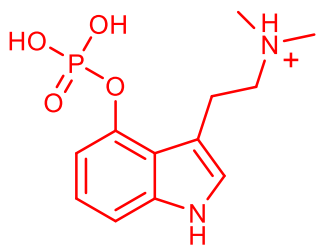
4

8. Psilocibin je prirodni spoj prisutan u mnogim gljivama. Ester je fosforne kiseline i psilocina, psihoaktivnog spoja koji uzrokuje euforiju, halucinacije i napadaje panike.

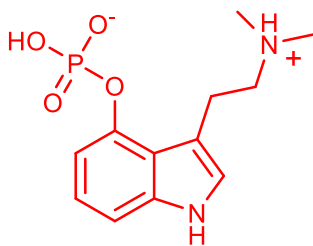


psilocin

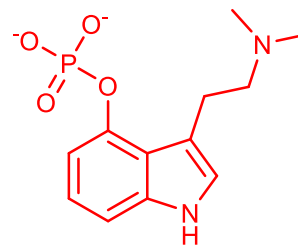
a) Nacrtaj strukturne formule dominantnih vrsta psilocibina u jako kiseloj ($\text{pH} \leq 1$), približno neutralnoj i jako bazičnoj sredini ($\text{pH} \geq 11$).



jako kiseli pH



približno neutralni pH



jako bazični pH

/3x
0,5

b) Navedi tri skupine bioloških spojeva koji u strukturi sadrže fosfat.

DNA, RNA, fosfolipidi, ATP

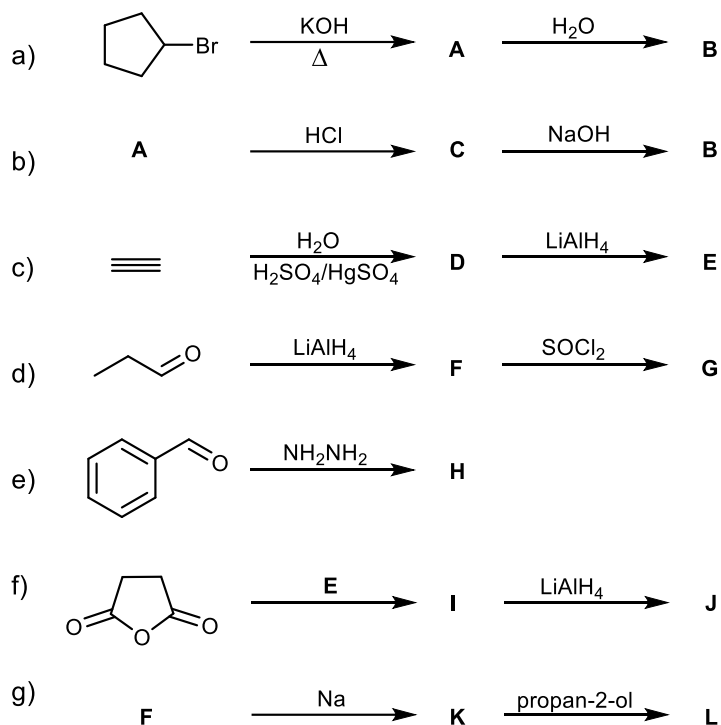
/1

2,5


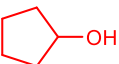
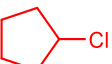




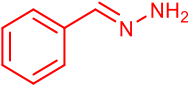
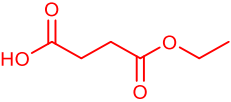


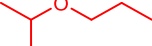
UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

6,5

9. U tablicu nacrtaj strukturne formule produkata A–L. Koristi formule s veznim crticama.



Rješenja:

A 	B 	C 
D 	E 	F 
G 	H 	I 
J 	K 	L 

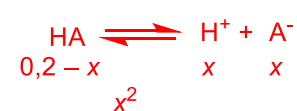
/12x
0.5

6

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

6

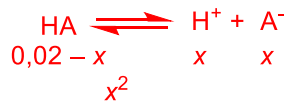
- 10.** Konstanta kiselosti neke slabe organske kiseline HA pri temperaturi 20 °C iznosi $6,6 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$. Za koliko se promijeni stupanj disocijacije ako kiselinu HA koncentracije $c = 0,2 \text{ mol L}^{-1}$ razrijedimo 10 puta?



$$K_a = \frac{x^2}{0,2 - x} = 6,6 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

realno rješenje $x = 0,01116$

$$\alpha = \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HA})} = \frac{0,01116 \text{ mol/L}}{0,2 \text{ mol/L}} = 5,58 \%$$



$$K_a = \frac{x^2}{0,02 - x} = 6,6 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

realno rješenje $x = 3,318 \times 10^{-3}$

$$\alpha = \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HA})} = \frac{3,318 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}{0,02 \text{ mol/L}} = 16,59 \%$$

Rješenje: Razrjeđivanjem se stupanj disocijacije poveća za 11,01 % ili 2,97 puta.

(2 boda za svaki stupanj disocijacije, 1 bod za razliku ili omjer)

/2x1

/2x1

/1

5

1. stranica

2. stranica

3. stranica

	+		+		+
--	---	--	---	--	---

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

Ukupni bodovi

	+		+		+		=		40
--	---	--	---	--	---	--	---	--	----

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

5