

**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:

# Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

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

ostv. maks.

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).

b) Napiši kemijski naziv soli **A**. \_\_\_\_\_

2,5

2.  $\alpha$ -Hidroksikiseline (AHA) vrlo su raširene u prirodi i česti sastojci kozmetičkih pripravaka. Najvažnije AHA-e su glikolna, mliječna, jabučna, limunska i vinska kiselina.
- a) Nacrtaj strukturnu formulu strukturno najjednostavnije  $\alpha$ -hidroksikiseline (glikolne kiseline).

b) Navedi sustavni naziv glikolne kiseline. \_\_\_\_\_

c) Prikaži kemijskom jednadžbom reakciju polimerizacije  $n$  molekula mliječne kiseline.

d) Nacrtaj strukturnu formulu i navedi sustavni i trivijalni naziv produkta glikolize čijom redukcijom nastaje mliječna kiselina u našem organizmu.

3

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

5,5

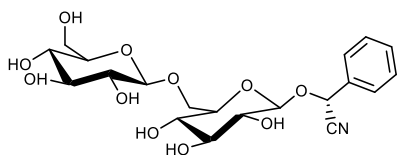
3. Tlak para tekućine **B** pri 25 °C iznosi 3,167 kPa, a tekućine **C** pri istoj temperaturi 7,951 kPa.

- a) Koja tekućina ima više vrelište? \_\_\_\_\_
- b) Izračunaj tlak para smjese tekućina **B** i **C** u kojoj je množinski udio tekućine **C** četiri puta veći od množinskog udjela tekućine **B**.

2,5

4. Amigdalín **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  $C_7H_6O$  i slaba anorganska kiselina **I**.

- a) Navedi tip glikozidne veze u disaharidu **E**. \_\_\_\_\_
- b) Nacrtaj strukturnu formulu mandelonitrila **F**.

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

d) Odredi apsolutnu konfiguraciju na kiralnom atomu u aglikonu.

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 cimetne 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.

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |
| <b>D</b> | <b>E</b> | <b>F</b> |
| <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> |
| <b>J</b> | <b>K</b> |          |

7

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

7

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

a) aciklički i nema *cis/trans* izomere,

b) aciklički i ima *cis/trans* izomere (navedi stereokemijsku oznaku spoja kojeg si odabrao),

c) ciklički akiralan,

d) ciklički kiralan (navedi stereokemijsku oznaku spoja kojeg si odabrao).

|  |   |
|--|---|
|  | 4 |
|--|---|

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

|  |   |
|--|---|
|  | 4 |
|--|---|

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

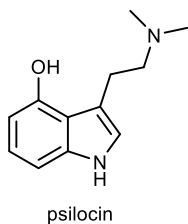
a) cikloheksankarbaldehidom,

b) cikloheksanonom.

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

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.



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

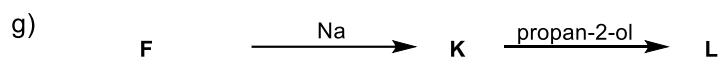
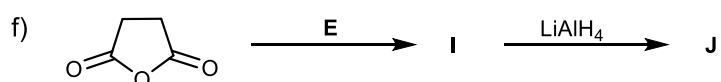
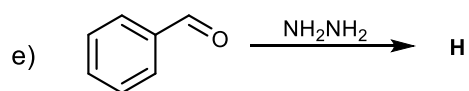
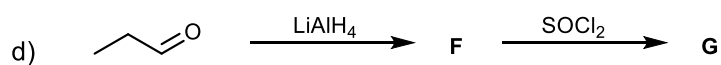
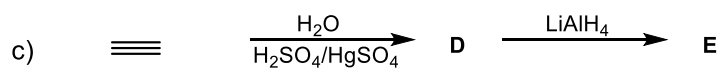
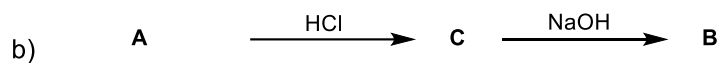
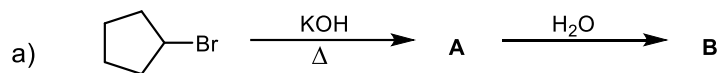
b) Navedi tri skupine bioloških spojeva koji u strukturi sadrže fosfat.

2,5

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

6,5

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



|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |
| <b>D</b> | <b>E</b> | <b>F</b> |
| <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> |
| <b>J</b> | <b>K</b> | <b>L</b> |



- 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?

5

1. stranica

2. stranica

3. stranica

|  |   |  |   |  |   |
|--|---|--|---|--|---|
|  | + |  | + |  | + |
|--|---|--|---|--|---|

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

Ukupni bodovi

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

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

5