

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učen(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2017.
Sveti Martin na Muri, 25–28. travnja 2017.

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. Ispravljani odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za: **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: **pisana zadaća**

Razred:

Zaporka:

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

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

Godina 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: _____

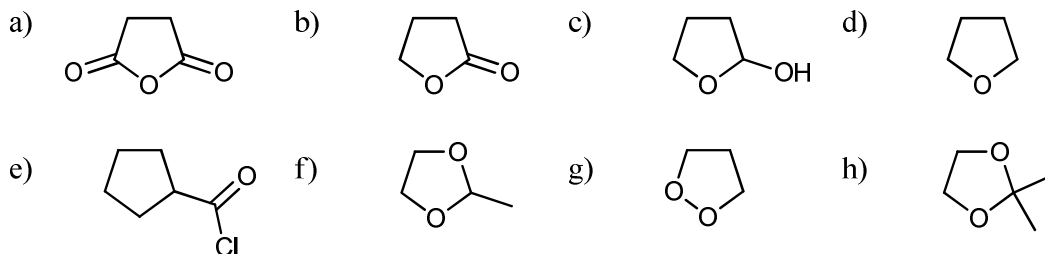
Ime i prezime mentor(a)ice: _____

Temeljne prirodne konstante

Brzina svjetlosti u vakuumu	c_0	$2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planckova konstanta	h	$6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Elementarni naboj	e	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masa mirovanja elektrona	m_e	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masa mirovanja protona	m_p	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Masa mirovanja neutrona	m_n	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Atomska masena konstanta, unificirana atomska jedinica mase, dalton	$m_u, u, \text{ Da}$	$1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadrova konstanta	L, N_A	$6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannova konstanta	k, k_B	$1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Molarna plinska konstanta	R	$8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Faradayeva konstanta	F	$9,649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Molarni volumen idealnog plina ($p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$)	V_m	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

ostv. maks.

1. Imenujte/odredite skupinu organskih spojeva kojoj pripadaju spojevi prikazani strukturnim formulama.



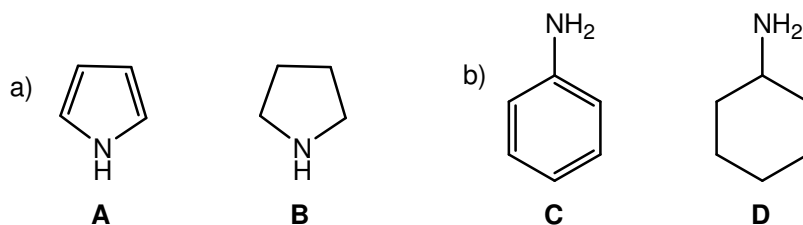
Rješenje:

a) anhidrid	b) lakton (ciklički ester)	c) poluacetal	d) eter
e) kiselinski halogenid (klorid)	f) acetal	g) peroksid	h) acetal* (ketal) [†]

* Sugestija po IUPAC-u. [†] Prema većini školskih udžbenika./8x
0,5

4

2. Odredite koji je spoj u ponuđenim parovima bazičniji.



Rješenje:

a) **B** b) **D**

/2x1

2

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

6

3. Čisti (S)-butan-2-ol stavljen je u kivetu polarimetra (duljina kivete 10 cm). Izmjereni kut zakretanja ravnine linearno-polarizirane svjetlosti pri 20 °C (koristeći natrijevu D-liniju) bio je +104°. Gustoća (S)-butan-2-ola je 0,805 g mL⁻¹.

a) Izračunajte specifično zakretanje (S)-butan-2-ola.

b) Predvidite specifično zakretanje (R)-butan-2-ola.

c) Predvidite gustoću (R)-butan-2-ola.

d) Predvidite kut zakretanja linearno-polarizirane svjetlosti smjese u kojoj je množinski omjer (S)-butan-2-ola i (R)-butan-2-ola 1:1 (mjerenje izvodimo u istom polarimetru, pod jednakim eksperimentalnim uvjetima).

e) Izračunajte kut zakretanja linearno-polarizirane svjetlosti smjese u kojoj je množinski omjer (S)-butan-2-ola i (R)-butan-2-ola 2:1 (mjerenje izvodimo u istom polarimetru, pod jednakim eksperimentalnim uvjetima).

Definirajte pojmove: f) enantiomeri

g) dijastereomeri

h) anomeri

i) epimeri

Odgovori i rješenja:

a)

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha}{\ell \rho} = \frac{+104^\circ}{1 \text{ dm} \times 0,805 \text{ g/mL}} = +129,19^\circ$$

b) -129,19°

c) $\rho = 0,805 \text{ g mL}^{-1}$

d) nula

e) $\alpha = 104^\circ \times 2/3 - 104^\circ \times 1/3 = 34,7^\circ$ ili

$\alpha = (129,19^\circ \times 2/3 - 129,19^\circ \times 1/3) \times 0,805 = 34,7^\circ$

f) Enantiomeri su stereoizomeri koji se odnose kao predmet i njegova zrcalna slika i ne mogu se preklopiti.

g) Dijastereomeri su stereoizomeri koji se ne odnose kao predmet i njegova zrcalna slika.

h) Anomeri su stereoizomeri (dijastereomeri) koji se razlikuju samo po konfiguraciji na anomernom atomu ugljika (nastali kao posljedica ciklizacije monosaharida).

i) Epimeri su stereoizomeri (dijastereomeri) s dva ili više kiralnih središta koji se razlikuju samo po konfiguraciji na jednom kiralnom atomu ugljika (jednom stereogenom centru).

/1
/3x
0,5

/1

/0,5

/0,5

/0,5

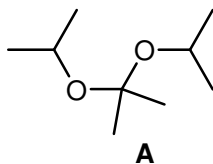
/0,5

5,5

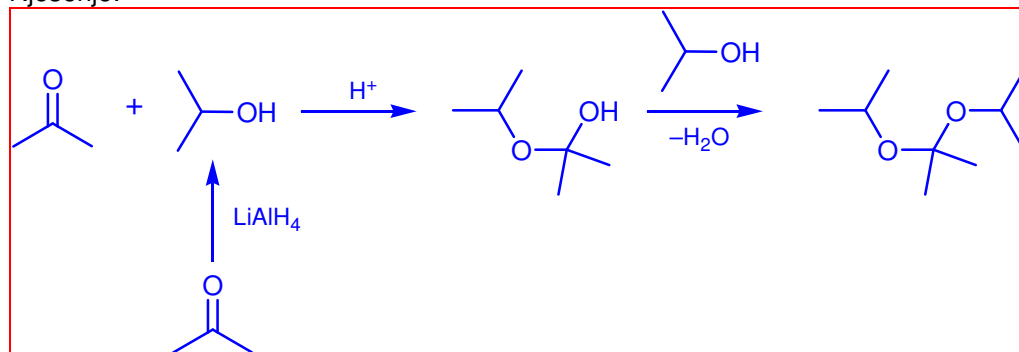
UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

5,5

4. Prikažite kemijskim jednadžbama sintezu spoja **A** polazeći iz spoja molekulske formule C_3H_6O kao jedinog reaktanta.



Rješenje:



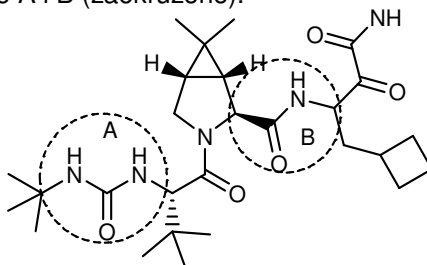
Prihvatljiva i druga smisljena rješenja.

/3

3

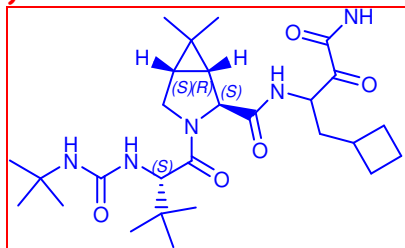
5. Na slici je prikazana strukturna formula boceprevira, lijekovite tvari iz skupine antivirusa (terapija infekcija uzrokovanih virusom hepatitisa C).

- a) Odredite apsolutne konfiguracije na svim kiralnim atomima ugljika.
b) Imenujte funkcijske skupine A i B (zaokružene).



Rješenje:

a)



b) A = urea skupina, B = amidna skupina

/4x

0,5

/2x

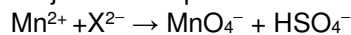
0,5

3

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

6

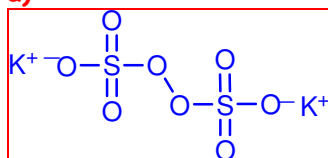
6. Kalijev persulfat (kalijev peroksidisulfat) je snažni oksidans. Dobiva se dehidrogeniranjem kalijeva hidrogensulfata. Upotrebljava se kao inicijator polimerizacije alkena (npr. u proizvodnji teflona) te u sredstvima za izbjeljivanje kose. Evo primjera njegove primjene u analitičkoj kemiji. Uzorak od 25 mL otopine Mn^{2+} (otopina A) razrijedi se do 100 mL. Od nastale otopine uzet je alikvot od 15 mL i titiran otopinom persulfata (X^{2-}) koncentracije $c = 0,12 \text{ mol L}^{-1}$ u kiselom mediju. Za titraciju je utrošeno 4,7 mL otopine. Titracija se zbiva prema neuravnoteženoj redoks jednadžbi:



- Nacrtajte strukturnu formulu kalijeva persulfata.
- Prikažite kemijskom jednadžbom dobivanje kalijeva persulfata.
- Uravnotežite redoks jednadžbu u analitičkom dijelu zadatka.
- Izračunajte koncentraciju Mn^{2+} u otopini A.

Rješenje:

a)



/1



/1



(oksidacijski broj mangana se povećava od +2 na +7)



(oksidacijski broj dva atoma kisika se smanjuje od -1 na -2)



/2

d)

$n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = c \times V = 0,12 \text{ mol L}^{-1} \times 4,7 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,564 \times 10^{-3} \text{ mol}$

/0,5

$n(\text{Mn}^{2+})_{15 \text{ mL}} = 2/5 n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = 2/5 \times 0,564 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0,2256 \times 10^{-3} \text{ mol}$

/0,5

$n(\text{Mn}^{2+})_{100 \text{ mL}} = 1,504 \times 10^{-3} \text{ mol}$

/0,5

$n(\text{Mn}^{2+})_{\text{uzorak}} = 1,504 \times 10^{-3} \text{ mol}$

/0,5

$c(\text{Mn}^{2+}) = n/V = 1,504 \times 10^{-3} \text{ mol} / (25 \times 10^{-3} \text{ L}) = 0,06 \text{ mol L}^{-1}$

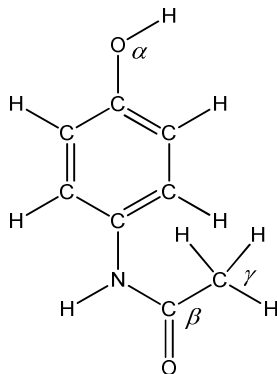
/1

7

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

7

7. Paracetamol je najčešće korišteni lijek iz skupine analgetika i antipiretika. Na slici je prikazana njegova strukturna formula.



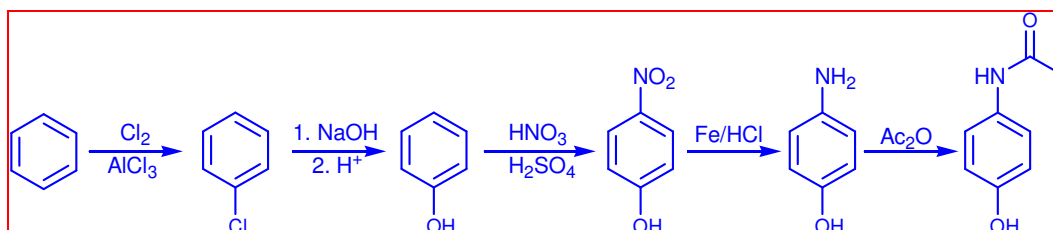
- a) Imenujte spoj prema nomenklaturi IUPAC.
 b) Koliko približno iznose kutovi α , β i γ ?
 c) Prikažite kemijskim jednadžbama sintezu paracetamola polazeći iz benzena (koristite vezne crtice).

Odgovori:

a) ***N*-(4-hidroksifenil)etanamid ili *N*-(*p*-hidroksifenil)acetamid ili druge kombinacije**

b) **$\alpha \approx 104,5^\circ$, $\beta \approx 120^\circ$, $\gamma \approx 109,5^\circ$**

c)



**Mogući i drugačiji načini sinteze fenola, redukcije nitro-skupine ili acetiliranja.
 Nitriranjem nastaje i *o*-derivat.**

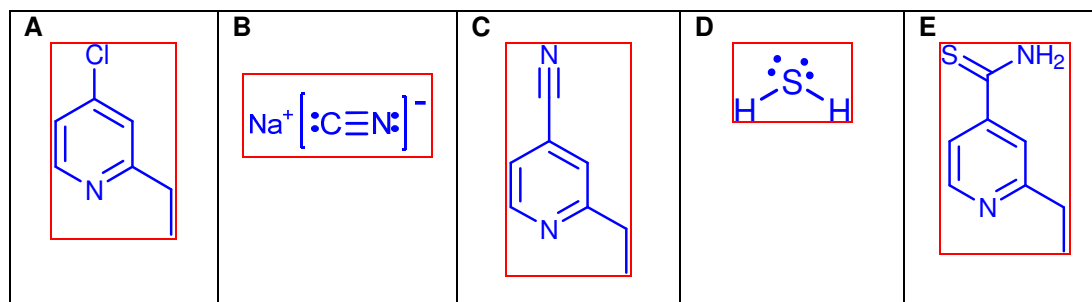
5

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

5

8. Etionamid (**E**) je lijek koji se koristi u terapiji tuberkuloze. Sintetizira se iz 2-etil-4-klorpiridina (**A**), koji u reakciji s natrijevim cijanidom (**B**) daje produkt **C**. U završnom koraku produkt **C** sa sumporovodikom (**D**) daje etionamid (**E**). U tablicu upišite strukturne formule spojeva **A-E**. Za prikaz organskih spojeva koristite strukturne formule s veznim crticama, a za prikaz anorganskih spojeva Lewisove strukture.

Rješenja:



/0,5

/1

/1

/0,5

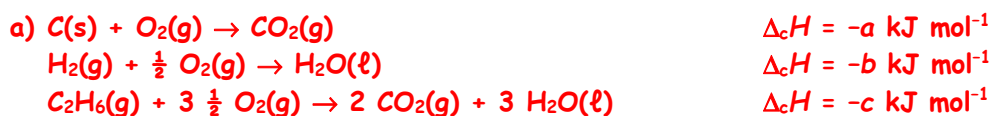
/1

4

9. Gorenjem ugljika, vodika i etana pri stalnom tlaku oslobađa se a , b , odnosno c kJ mol⁻¹.

- a) Prikažite sve procese odgovarajućim termokemijskim jednažbama.
 b) Prikažite proces stvaranja etana odgovarajućom jednažbom.
 c) Napišite uzraz za entalpiju stvaranja etana.

Odgovori:

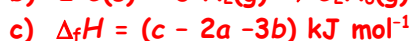


/3x

0,5



/1



/1

3,5

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

7,5

- 10.** Moderni automobili opremljeni su zračnim jastucima u kojima se nalaze natrijev azid, kalijev nitrat i silicijev dioksid. Kemijske reakcije koje se zbivaju pri aktivaciji zračnih jastuka uključuju:
- raspad natrijeva azida
 - reakciju natrija s kalijevim nitratom
 - reakciju oksida metala koji nastaju u reakciji b) sa silicijevim dioksidom.
- Prikažite opisane procese jednadžbama kemijskih reakcija uz oznake agregacijskih stanja:

Rješenje:



/1



/1



/1

3

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

+

4. stranica

+

5. stranica

+

6. stranica

+

7. stranica

=

Ukupni bodovi

<input type="text"/>	40
----------------------	----

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

3