

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ki) osnovnih i srednjih škola 2019.

Split, 14–17. travnja 2019.

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 učenici(ki)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	5 B 10,81															
11 Na 22,99	12 Mg 24,31	6 C 12,01															
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 lanthanoidi	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]	

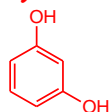
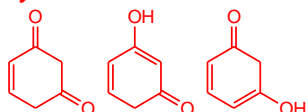
Temeljne prirodne konstante

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. Riješi zadatak:

- a) Nacrtajte strukturnu formulu 1,3-dihidroksibenzena.
 b) Napišite njegov trivijalni naziv.
 c) Nacrtajte strukturne formule svih njegovih tautomera.
 Odgovore unesite u tablicu.

a)	b) rezorcinol	c)
		

/0,5

/0,5

/1,5

Bodovi: 0,5 + 0,5 + 1,5 = 2,5

2,5

2. Izračunajte koliko molekula vode sadrži formulska jedinka hidratne soli magnezijevog sulfata ako je maseni udio kisika u toj hidratnoj soli 66,53 %. Rješenje bez postupka se ne priznaje.

Postupak:

$$w(\text{O}) = \frac{4 A_r(\text{O}) u + x A_r(\text{O}) u}{M_r(\text{MgSO}_4) u + x M_r(\text{H}_2\text{O}) u}$$

$$0,6653 = \frac{4 \times 16 + 16 x}{120,366 + 18,015 x} \quad x = 4$$

Rješenje:

$$N(\text{H}_2\text{O}) = \underline{\quad 4 \quad}$$

/3

3

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

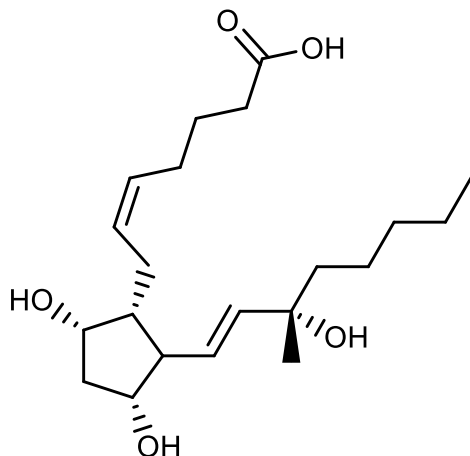
5,5

3. Na slici je prikazana strukturna formula molekule karboprosta, sintetskog prostaglandina koji se koristi za induciranje kontrakcija maternice.

a) Označite konfiguraciju na kiralnim atomima ugljika te konfiguraciju oko dvostrukih veza prema CIP sustavu.

b) Odredite molekulsku formulu karboprosta.

c) Izračunajte maseni udio kisika u karboprostu.



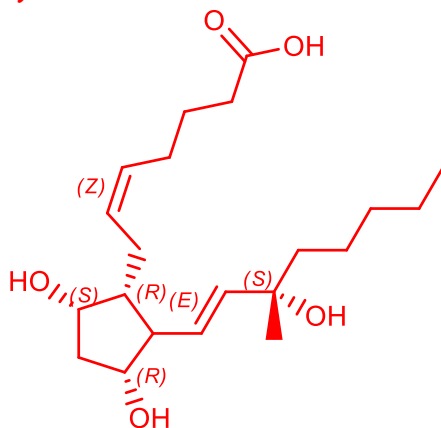
Rješenje:

b) _____

c) _____

Rješenje:

a)



b) $C_{21}H_{36}O_5$

c) $w(O) = 21,71 \%$

/3

/1

/1

5

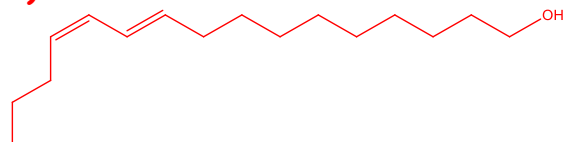
UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

5

4. Bombikol (10*E*,12*Z*-heksadeka-10,12-dien-1-ol) je feromon kojim ženka dudovog svilca (*Bombyx mori*) privlači mužjake. Ujedno je i prvi feromon kojem je određena struktura.
- a) Veznim crticama prikažite njegovu strukturnu formulu (pazite na stereokemijske značajke).
- b) Da li je bombikol hidrofilan ili lipofilan spoj?

Rješenja:

a)



b) lipofilan

/2

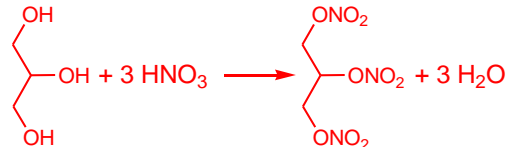
/1

3

5. a) Prikažite kemijskom jednadžbom sintezu nitroglicerina.
- b) Napišite njegov naziv prema nomenklaturi IUPAC.
- c) Jednadžbom kemijske reakcije prikažite raspad nitroglicerina i navedite agregacijska stanja svih sudionika reakcije. Produkti reakcije su ugljikov(IV) oksid, dušik, vodena para i kisik.

Rješenje:

a)



b) gliceril-trinitrat ili propan-1,2,3-triil-trinitrat



/2

/1

/2

5

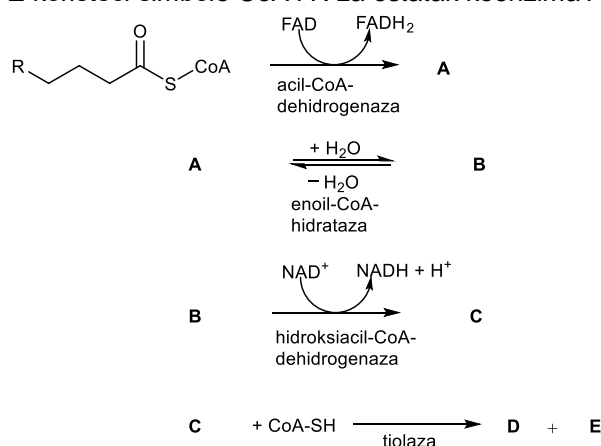
UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

8

6. Beta-oksidacija je kružni metabolički proces kojim se razgrađuju masne kiseline do acetil-koenzima A (acetil-CoA, **E**), koji se zatim uključuje u Krebsov ciklus. Beta-oksidacija se zbiva u četiri stupnja:

1. Dehidrogeniranje
2. Hidratiranje
3. Oksidacija
4. Tioliza

U prvom stupnju se aktivirana masna kiselina, tj. tioester masne kiseline i koenzima A (HS-CoA, koenzim A s tiolnom skupinom) dehidrogenira na atomima ugljika C2 i C3 te nastaje spoj **A**. U drugom stupnju se na spoj **A** stereospecifično adira voda, pri čemu nastaje S-3-hidroksiacil-CoA (**B**). U trećem stupnju zbiva se oksidacija na poziciji C3 i nastaje 3-ketoacil-CoA (**C**) koji u reakciji s novom molekulom koenzima A daje tioester **D** analogan početnom spoju, ali s dva atoma ugljika manje i acetil-CoA (**E**). Nacrtajte strukturne formule spojeva **A-E** koristeći simbole CoA i R za ostatak koenzima A i masne kiseline.



Rješenje:

A	B
C	D
E	

/1+2

/1+2

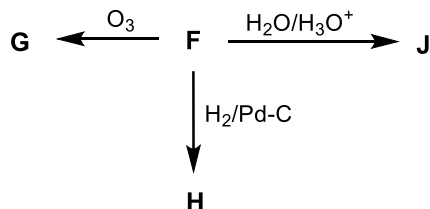
/1

7

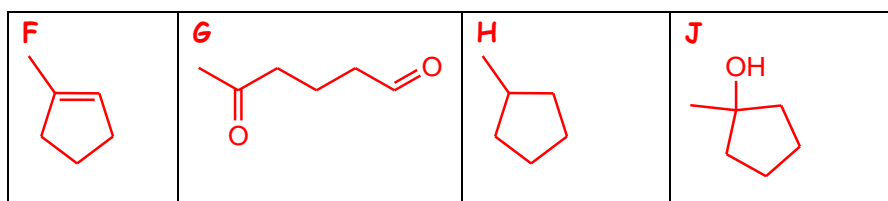
UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

7

7. Ozonolizom spoja **F** nastaje 5-oksoheksanal (**G**). Katalitičkim hydrogeniranjem spoja **F** nastaje ugljikovodik **H** molekulske formule C_6H_{12} . Adicijom vode na **F** dobiven je spoj **J** kao glavni produkt. Nacrtajte strukturne formule spojeva **F-J** (koristite vezne crtice).



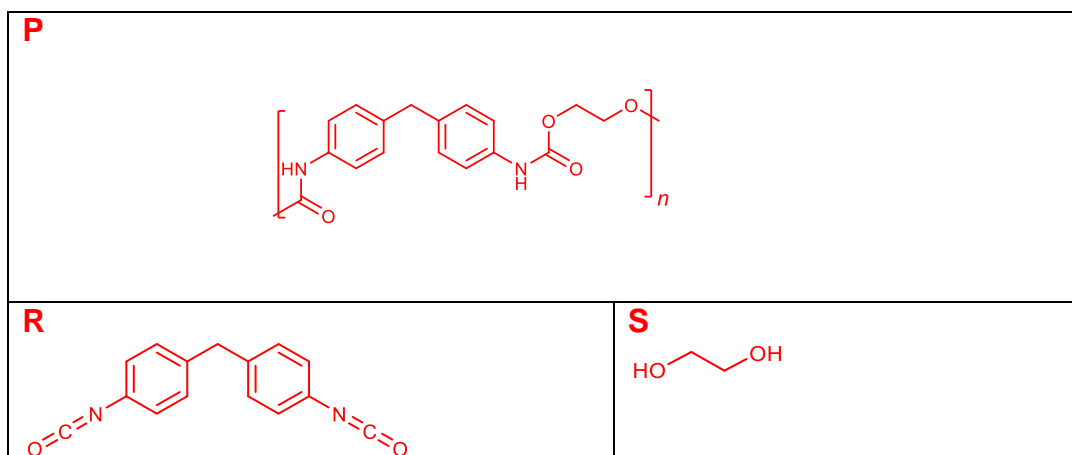
Rješenje:



/4x1

4

8. Poliuretani (PUR ili PU) su sintetski polimeri koji nastaju kondenzacijom spojeva s dvije ili više izocijanatne skupine $(R-(N=C=O))_n$ s poliolima s dvije ili više hidroksilne skupine $(R'-(OH))_n$ u prisutnosti katalizatora ili UV zračenja. Poliuretan **P** nastaje reakcijom polimerizacije iz bis(4-izocijanatofenil)metana (**R**) i etan-1,2-diola (**S**). Veznim crticama prikazite strukturne formule reaktanata **R** i **S** te poliuretana **P**.



/2

/1

/0,5

3,5

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

7,5

9. Najjednostavnija karbaminska kiselina **K** nestabilni je spoj molekulske formule CH_3NO_2 . Međutim, njezini esteri, uretani (**L**), stabilni su spojevi. Karbaminske kiseline mogu se dobiti iz odgovarajućih izocijanata pri čemu su aromatski izocijanati, npr. difenilmetandiizocijanat (MDI) i toluen-2,4-diizocijanat (TDI), reaktivniji su od alifatskih izocijanata.
- a) Prikažite strukturnu formulu karbaminske kiseline **K**.
- b) Nacrtajte opću formulu uretana **L**.
- c) Izocijanati s vodom daju karbaminsku kiselinu koja lako dekarboksilira. Raspadom benzilizocijanata s vodom nastaje spoj **M**. Nacrtajte strukturnu formulu spoja **M**.
- d) Prikažite shemom sintezu 2,4-TDI (**N**) polazeći iz benzena. Zadnji reakcijski korak u kojem nastaju izocijanatne skupine uključuje reakciju odgovarajućeg amina s fosgenom (dikloridom ugljične kiseline). Spoj **N** koji se sintetizira na ovaj način nije čist: reakcijom nastaje smjesa spoja **N** i njegovog strukturnog izomera **O** u omjeru 8:2. Nacrtajte strukturnu formulu izomera **O**. Sva rješenja upišite u tablicu.

K NH_2COOH	L NH_2COOR općenito $\text{RNHCOOR}'$	ili M
Sinteza spoja N 		
O 		

/0,5

/0,5

/1

/4

/1

7

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

Ukupni bodovi

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

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

7