

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2016.

Đurđevac, 18–21. travnja 2016.

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo onu tablicu periodnog sustava elemenata koja je dobivena od državnog povjerenstva.
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(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:

Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

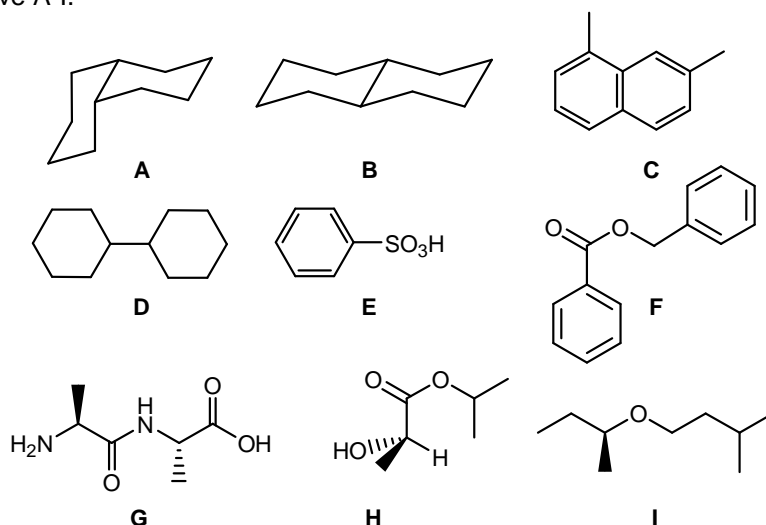
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008		2 He 4,003															
3 Li 6,941	4 Be 9,012																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	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]			

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 spojeve A-I.



Odgovori:

A = *cis*-dekalin ili *cis*-biciklo[4,4,0]dekanB = *trans*-dekalin ili *trans*-biciklo[4,4,0]dekan

C = 1,7-dimetilnaftalen

D = cikloheksilcikloheksan

E = benzensulfonska kiselina

F = benzil-benzoat

G = (*S,S*)-alanilalaninH = (*R*)-izopropil-2-hidroksipropanoat ili (*R*)-izopropil-laktatI = (*S*)-*sec*-butil-izopentil-eter (1-metilpropil-3-metilbutil-eter)

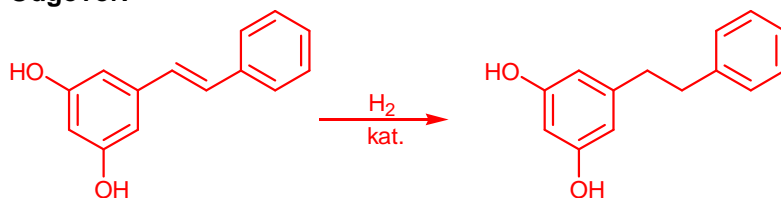
/9x

0,5

4,5

2. 5-Feniletil-1,3-dihidroksibenzen (fenetilrezorcinol, feniletilrezorcinol ili SymWhite 377) koristi se u kozmetičkim preparatima kao antioksidans i sredstvo za izbjeljivanje kože i kose. Dobiva se katalitičkim hydrogeniranjem *E*-pinosilvina ($C_{14}H_{12}O_2$). Pinosilvin je fenol prisutan u biljkama iz porodice *Pinaceae* koji štiti drvo od gljivičnih infekcija. Prikažite dobivanje fenetilrezorcinola iz *E*-pinosilvina kemijskom jednačbom.

Odgovor:



/3

3

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

7,5

3. Koliko poznajete aminokiseline?

a) Popunite sljedeću tablicu (podaci se odnose samo na kodirane aminokiseline koje izgrađuju peptide i proteine):

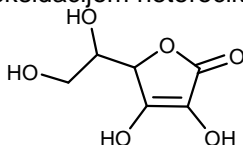
Svojstvo	Naziv aminokiseline (jedan primjer)
aminokiselina koja nije kiralna	
ciklička aminokiselina	
aminokiselina s dva kiralna C-atoma	
aminokiselina s fenolnom skupinom	
kisela aminokiselina	
aminokiselina s tiolnom skupinom	
aminokiselina s hidroksilnom skupinom	

b) Dogodilo se uistinu: moj poznanik želio je raditi doktorat kod uvaženog profesora na jednom američkom sveučilištu. Na obaveznom intervjuu profesor je objasnio što bi bila tema disertacije potencijalnog doktoranta. "Za početak, sintetizirat ćete kiralni glicin." Moj poznanik se upustio u diskusiju i dobio poziciju doktoranta. Nacrtajte strukturnu formulu kiralnog glicina (ako postoji!).

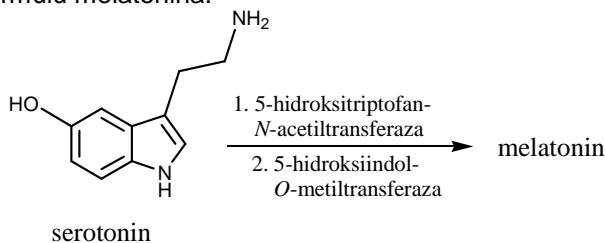
c) Piroglutaminska kiselina je laktam nastao ciklizacijom glutaminske kiseline. Nacrtajte njezinu strukturnu formulu.

d) Kolagen je najvažniji strukturni protein u vezivnom tkivu životinja. Njegova primarna struktura je atipična za proteine i može se opisati kao ponavljanje sekvenci glicin-x-prolin i glicin-x-hidroksiprolin, pri čemu je x bilo koja aminokiselina. Nacrtajte strukturnu formulu hidroksiprolina. Njegov kemijski naziv je (2*S*,4*R*)-4-hidroksiprolidin-2-karboksilna kiselina.

e) Za hidroksiliranje prolina potreban je C-vitamin. Avitaminozom C-vitamina nastaje skorbut (gnjilac) čiji je glavni simptom raspadanje vezivnog tkiva. Sada znate i zašto! C-vitamin je i važan antioksidans. Zbog svoje endiolne građe, lako se oksidira pa sudjeluje u mnogobrojnim redoks reakcijama. Na slici je prikazana reducirana forma C-vitamina. Nacrtajte njegovu oksidiranu formu (nastala potpunom oksidacijom heterocikličkog dijela molekule).



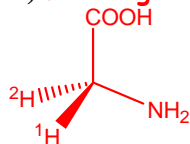
f) Melatonin je također antioksidans prisutan u gotovo svim živim bićima. U našem organizmu nastaje u epifizi iz tkivnog hormona serotonina. Njegova biosinteza prikazana je na slici. Nacrtajte strukturnu formulu melatonina.



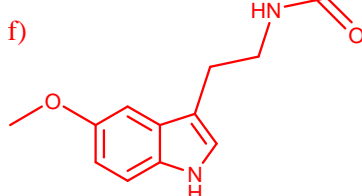
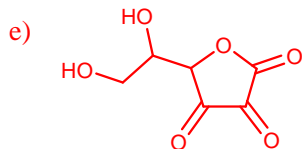
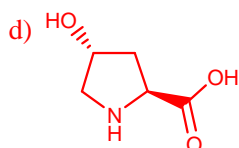
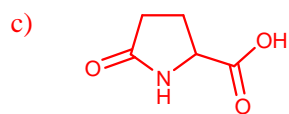
Odgovori:

a)

Svojstvo	Naziv aminokiseline (jedan primjer)
aminokiselina koja nije kiralna	glicin
ciklička aminokiselina	prolin
aminokiselina s dva kiralna C-atoma	treonin ili izoleucin
aminokiselina s fenolnom skupinom	tirozin
kisela aminokiselina	glutaminska k. ili asparaginska kiselina
aminokiselina s tiolnom skupinom	cistein
aminokiselina s hidroksilnom skupinom	serin ili treonin

/7x
0,5b) Kiralni glicin ima na α -C-atomu različite izotope vodika.ili bilo koja druga kombinacija izotopa vodika: ^1H i ^3H ili ^2H i ^3H

/1



/4x1

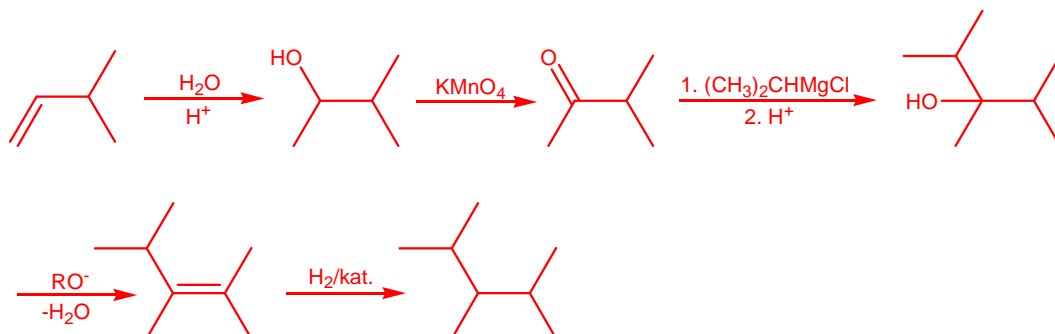
8,5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

8,5

4. Prikažite sintezu 2,3,4-trimetilpentana iz 3-metilbut-1-ena.

Odgovor:

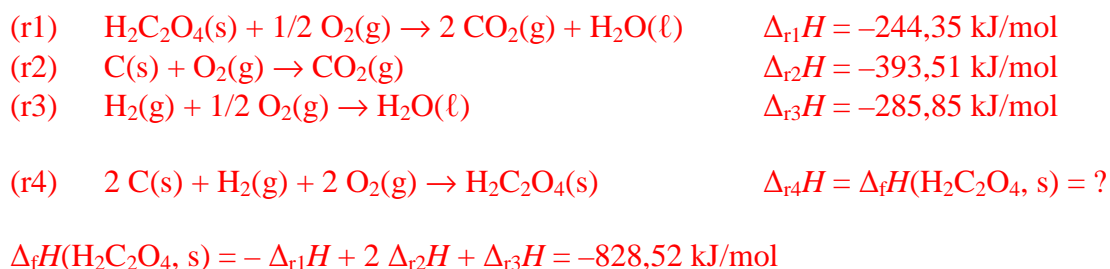


/3

3

5. Oksidacijom oksalne kiseline oslobađa se 244,35 kJ/mol. Kolika je $\Delta_f H$ oksalne kiseline?
 $\Delta_f H(\text{CO}_2, \text{g}) = -393,51 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}, \ell) = -285,85 \text{ kJ/mol}$

Odgovor:



/4

4

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

7

6. Iz otopine CaSO_4 (otopina A) uzet je alikvot od 100 mL i nadopunjen vodom do 300 mL u odmjernoj tikvici. Uzorku od 40 mL tako priređene otopine dodano je 200 mL otopine Na_2CO_3 koncentracije $c = 0,01 \text{ mol L}^{-1}$ (za potpuno taloženje kalcijeva karbonata). 50 mL supernatanta (tekućine iznad taloga) je zatim titrirano otopinom klorovodične kiseline koncentracije $c = 0,014 \text{ mol L}^{-1}$ do neutralnog. Utrošak kiseline bio je 5 mL. Kolika je množinska koncentracija CaSO_4 u otopini A?

Odgovor:

$$n(\text{HCl}) = c \times V = 0,014 \text{ mol L}^{-1} \times 0,005 \text{ L} = 7 \times 10^{-5} \text{ mol}$$



$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{50 \text{ mL}} = 1/2 n(\text{HCl}) = 3,5 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{240 \text{ mL}} = 1,68 \times 10^{-4} \text{ mol}$ - višak Na_2CO_3 , preostao nakon taloženja kalcijeva karbonata

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{početna}} = c \times V = 0,01 \text{ mol L}^{-1} \times 0,2 \text{ L} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{CaSO}_4)_{40 \text{ mL}} = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \text{ koja je reagirala s } \text{CaSO}_4: n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{CaSO}_4} = n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{početna}} - n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{HCl}} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol} - 1,68 \times 10^{-4} \text{ mol} = 1,832 \times 10^{-3} \text{ mol}$$



$$n(\text{CaSO}_4)_{300 \text{ mL}} = n(\text{CaSO}_4)_{\text{uzorak}} = 1,374 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V(\text{CaSO}_4) = 100 \text{ mL}$$

$$c(\text{CaSO}_4) = n/V = 1,374 \times 10^{-2} \text{ mol} / 0,1 \text{ L} = 0,1374 \text{ mol/L}$$

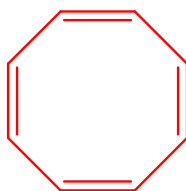
/4

4

7. Ozonolizom spojeva A i B nastaje etandial kao jedini produkt. Njihova empirijska formula je CH. Spoj A je najmanji mogući spoj koji zadovoljava gornji uvjet. U reakciji s bromom spoj B troši dva puta više broma od spoja A. Nacrtajte strukturne formule spojeva A i B.



A



B

/2x
1,5

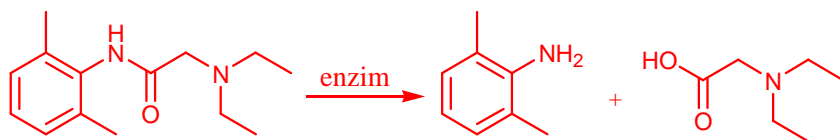
3

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

7

8. Lidokain je lijek iz skupine lokalnih anestetika. Enzimskom hidrolizom lidokaina u našem organizmu nastaje *N,N*-dietilglicin i 2,6-dimetilanilin. Prikažite reakciju hidrolize kemijskom jednadžbom.

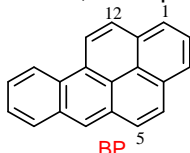
Odgovor:



/2

2

9. Na slici je prikazana strukturna formula benzo[a]pirena (BP). BP je kancerogen, kao i mnogi drugi policiklički aromatski ugljikovodici. Sastojak je i produkt izgaranja katrana, ugljena, loživog ulja, cigareta.... Reakcijama biotransformacije u našem organizmu od BP nastaju različiti metaboliti od kojih je najopasniji 7*R*,8*R*-diol-9*S*,10*R*-epoksid (**A**)



Metaboličkim reakcijama iz benzena nastaje cijeli niz metabolita (neki od njih srodni su metabolitima BP i također su kancerogeni): benzenepoksid (**B**), katehol (**C**), 1,2-dihidroksi-benzen-3,4-epoksid (**D**), 1,2,4-trihidroksibenzen (**E**), fenol (**F**), hidrokinon (**G**), *p*-benzokinon ili [1,4]-benzokinon (**H**), oksepin (**I**), *trans*-mukonaldehid (**J**), *trans*-mukonska kiselina (**K**), derivat *N*-acetilcisteina (**L**), glukuronid fenola (**M**).

Nacrtajte strukturu spoja **A** (s odgovarajućim stereokemijskim značajkama). Nacrtajte strukturne formule metabolita benzena imajući u vidu sljedeće podatke:

- svi metaboliti od **B-K** imaju isti broj atoma ugljika
- oksepin je heterociklički spoj s atomom kisika u prstenu
- uronske kiseline su produkti oksidacije terminalne hidroksilne skupine monosaharida
- spoj **H** je ciklički diketon s konjugiranim dvostrukim vezama
- molekulske formule spojeva **B** i **I** su jednake (C_6H_6O)
- spoj **M** je glikozid fenola i glukuronske kiseline (β -glikozidna veza)
- molekulska formula spoja **L** je $C_{11}H_{13}NO_3S$; spoj ima 3 funkcijske skupine: karboksilnu, tioetersku i amidnu
- mukonska kiselina je nezasićena dikiselina s konjugiranim dvostrukim vezama

Za prikazivanje strukture koristite vezne crtice i poluacetalnu formu glukuronske kiseline.

Odgovor:

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

/2

/12x
0,5

8

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 :

8