

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2018.

Crikvenica, 22–25. travnja 2018.

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(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:

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.

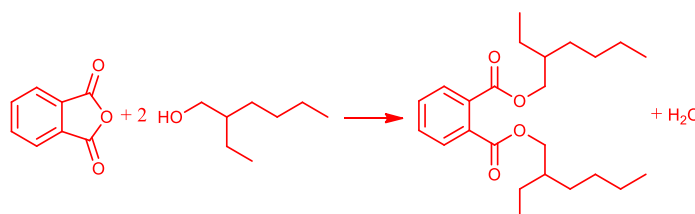
1. Bis(2-etilheksil)-ftalat (DEHP) koristi se u proizvodnji PVC-a, kozmetičkih pripravka i medicinske plastike. Dokazano djeluje kao antagonist muških spolnih hormona te je posljednjih godina njegova upotreba u proizvodnji bočica, igračaka i drugih predmeta namijenjenih djeci zabranjena. Industrijski se DEHP proizvodi iz anhidrida ftalne kiseline i racemičnog 2-etilheksan-1-ola, u količini od 3 milijuna tona godišnje.

- Kojoj skupini organskih spojeva pripada DEHP?
- Jednadžbom kemijske reakcije prikažite sintezu DEHP-a (koristite vezne crtice). Napomena: ftalna kiselina je benzen-1,2-dikarboksilna kiselina.
- Izračunajte množinu polaznih reaktanata potrebnu za jednomjesečnu proizvodnju DEHP ako je iskorištenje $\eta = 80\%$.
- Koliko stereoizomera DEHP-a može nastati?

Rješenje:

a) **esteri**

b)



- $m(\text{DEHP})_{\text{god}} = 3 \times 10^{12} \text{ g}$; $m(\text{DEHP})_{\text{mjes}} = 2,5 \times 10^{11} \text{ g}$
 $n(\text{DEHP})_{\text{mjes}} = 2,5 \times 10^{11} \text{ g} / (391 \text{ g/mol}) = 6,4 \times 10^8 \text{ mol}$
 $n(\text{anhidrid f.k.}) = 8,0 \times 10^8 \text{ mol}$, $n(2\text{-etilheksan-1-ol}) = 1,6 \times 10^9 \text{ mol}$.
- Tri: (R,R), (S,S) i (R,S)

/0,5

/2

/2

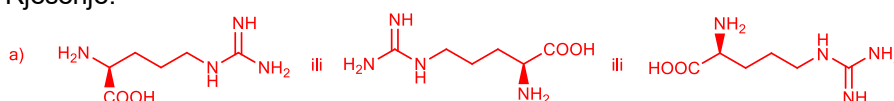
/0,5

5

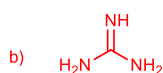
2. Arginin je bazična aminokiselina molekulske formule $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_2$. Njegova bazičnost potječe od gvanidinskog ostatka s jednom terminalnom NH_2 skupinom. Gvanidin je spoj molekulske formule CH_5N_3 u kojem je atom ugljika povezan samo s tri atoma dušika.

- Nacrtajte strukturnu formulu S-arginina.
- Nacrtajte strukturnu formulu gvanidina.
- Nacrtajte strukturne formule svih izomera gvanidina.

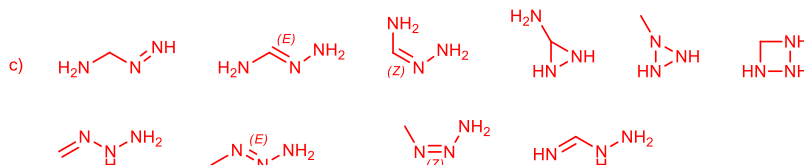
Rješenje:



/1



/1



/6x

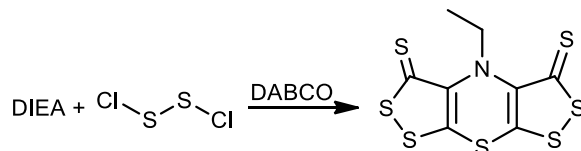
0,5

5

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

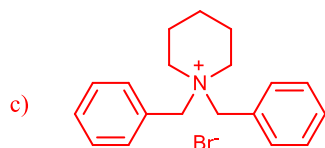
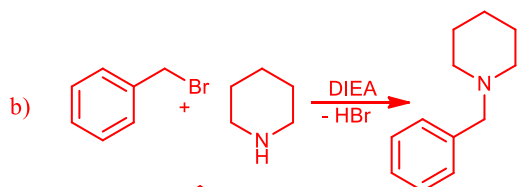
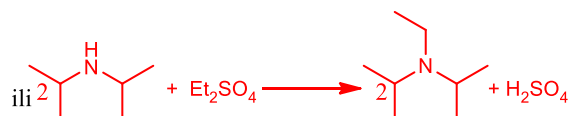
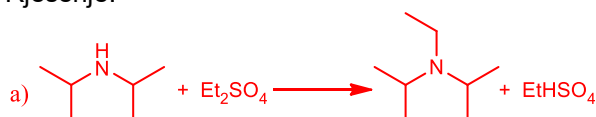
10

3. *N,N*-diizopropiletilamin ili Hünigova baza (DIEA) jaka je baza, a slabi nukleofil. Dobiva se alkiliranjem diizopropilamina dietil-sulfatom. Upotrebljava se u selektivnim alkiliranjima sekundarnih amina s halogenalkanima pri čemu nastaju tercijarni amini. U odsutnosti DIEA u ovakvim reakcijama nastaju kvaterne amonijeve soli. DIEA u reakciji s disumporovim dikloridom uz 1,4-diazabicyklo[2.2.2]oktan (DABCO) kao katalizator, daje vrlo zanimljiv heterociklički spoj škorpionin.

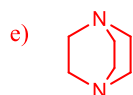


- Jednadžbom kemijske reakcije prikažite sintezu DIEA.
- Jednadžbom kemijske reakcije prikažite reakciju benzil-bromida s piperidinom u prisutnosti DIEA.
- Nacrtajte strukturnu formulu produkta reakcije benzil-bromida i piperidina ako se reakcija izvodi u odsutnosti DIEA.
- Odredite maseni udio sumpora u škorpioninu.
- Molekulska formula DABCO-a je $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2$. Nacrtajte njegovu strukturnu formulu, ako znate da u spoju nema dvostrukih ni trostrukih veza.

Rješenje:



d)
$$w(\text{S}, \text{C}_8\text{H}_5\text{NS}_7) = \frac{7 A_r(\text{S})}{M_r(\text{C}_8\text{H}_5\text{NS}_7)} = 0,661 = 66,1 \%$$



/1

/1

/1

/1

/1

5

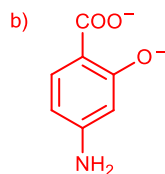
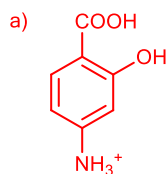
UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

5

4. Nacrtajte strukturnu formulu 4-aminosalicilne kiseline pri:

- a) pH 1
b) pH 12

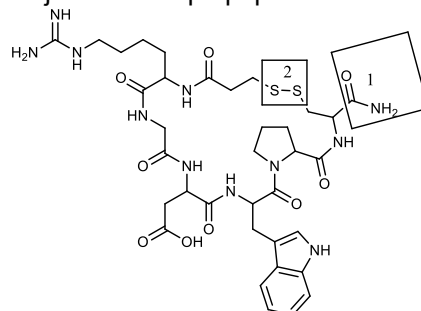
Rješenje:



/2x1

2

5. Na slici je prikazana strukturna formula eptifibatida, lijeka koji sprječava agregaciju trombocita. Po kemijskom sastavu eptifibatid je ciklički heptapeptid.



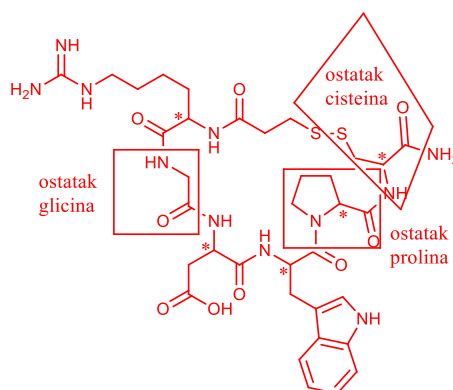
- a) Navedite nazive funkcijskih skupina označenih oznakama 1 i 2.
b) Zvijezdicama označite kiralne atome ugljika.
c) Zaokružite dijelove eptifibatida koji potječu od aminokiselina glicina, prolina i cisteina.

Rješenja:

- a) **1 - amid, 2 - disulfid**
b) i c)

/2x

0,5



/1

/3

bodovi: b) 1, c) 3

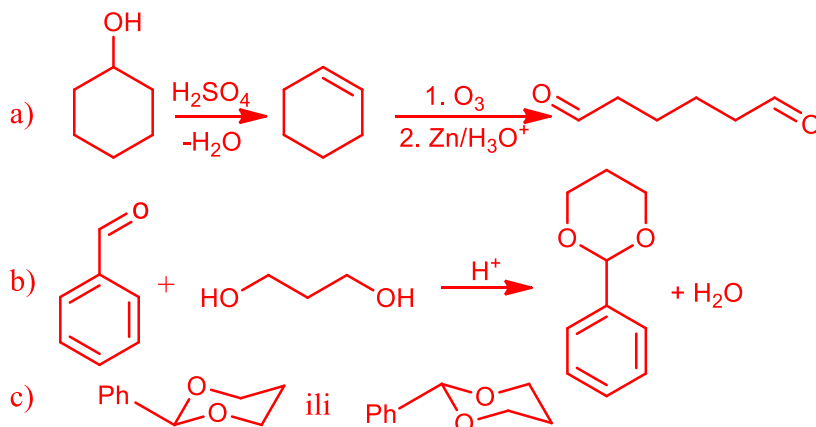
5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

7

- 6.
- Prikažite sintezu heksandiala iz cikloheksanola.
 - Prikažite kemijskom jednažbom reakciju benzaldehida i propan-1,3-diola u kiselj sredini.
 - Nacrtajte najstabilniju konformaciju produkta.

Rješenje:



/2

/1

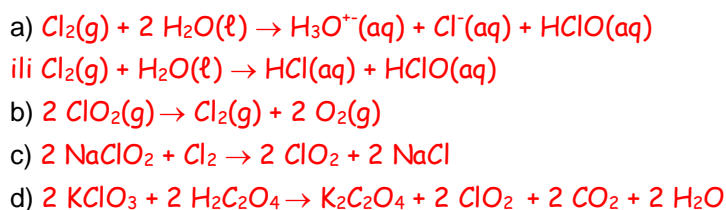
/1

4

7. Klorov dioksid je žuto-zeleni plin koji kristalizira pri $-59\text{ }^{\circ}\text{C}$. Neutralan je, ne disproportionira u vodi i deset puta je bolje topljiv u vodi od klora. Snažni je oksidans koji se koristi u obradi voda i kao sredstvo za izbjeljivanje. Klorov dioksid se burno raspada ako se izolira iz razrijeđenih otopina. Dva su laboratorijska načina dobivanja klorova dioksida: oksidacija natrijevog klorita klorom i reakcija kalijeva klorata s oksalnom kiselinom.

- Jednažbom kemijske reakcije prikažite disproportioniranje klora u vodi uz odgovarajuća agregacijska stanja.
- Jednažbom kemijske reakcije prikažite raspad klorova dioksida uz odgovarajuća agregacijska stanja.
- Jednažbom kemijske reakcije prikažite dobivanje klorova dioksida iz natrijeva klorita.
- Jednažbom kemijske reakcije prikažite dobivanje klorova dioksida iz kalijeva klorata i oksalne kiseline.

Rješenje:



/1

/1

/2

/2

6

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

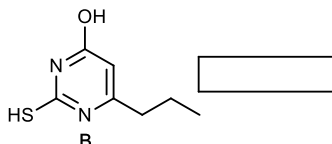
10

8. Prije masovne upotrebe analize DNA u utvrđivanju očinstva koristila se krvna grupa i niz drugih testova, npr. test osjetljivosti prema feniltiokarbamidu (feniltiourei). Sposobnost osjeta gorkog okusa feniltiokarbamida genetski je uvjetovana, a nasljeđuje se kao autosomno dominantno svojstvo (A). Osobe genotipa AA ili Aa osjete gorčinu tog spoja, dok recesivni homozigoti (s genotipom aa) ne osjete.

I drugi tiokarbamidi "zbunjuju" svojim okusom, npr. lijek 6-propil-2-tiouracil (**B**).

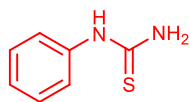
a) Nacrtajte strukturnu formulu feniltiokarbamida.

b) Dovršite jednadžbu koja prikazuje keto-enolnu tautomeriju spoja **B**. U praznu kućicu upišite odgovarajuću strelicu.

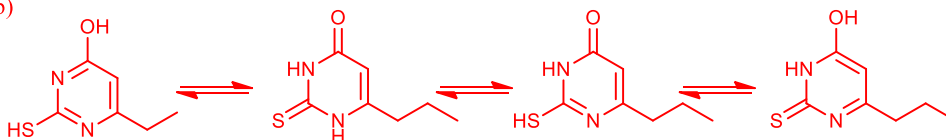


Rješenje:

a)



b)



/1,5

/1+

0,5

3

9. Smjesa 15 mL plinovitog ugljikovodika i 35 mL kisika dovedena je do eksplozije. Nakon hlađenja na sobnu temperaturu, vodena je para kondenzirala. Volumen preostalog plina, koji se sastojao od ugljikova(IV) oksida i kisika, iznosio je 20 mL. Nakon obrade preostalog plina otopinom natrijeva hidroksida volumen se smanjio na 5 mL. Odredite formulu ugljikovodika.

Rješenje:

$$V_0(C_xH_y) = 15 \text{ mL}$$

$$V_0(O_2) = 35 \text{ mL}$$

$$V(O_2)_{\text{reag}} = 30 \text{ mL}$$

$$V(O_2)_{\text{viš}} = 5 \text{ mL}$$

$$V_{\infty}(CO_2) = 20 \text{ mL} - 5 \text{ mL} = 15 \text{ mL}$$

Jednadžba oksidacije ugljikovodika:



slijedi da je $x = 1$, $y = 4$, tj. ugljikovodik je metan, CH_4 .

/2

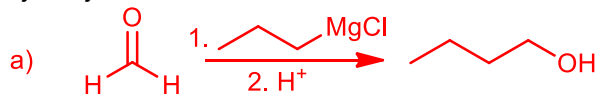
2

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

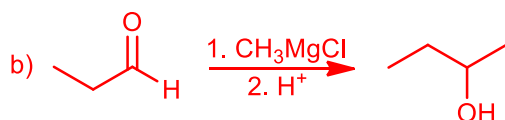
5

- 10.** Prikažite kemijskim jednažbama sintezu: a) butan-1-ola, b) butan-2-ola i c) 2-metilbutan-2-ola iz reaktanata s manje od 4 atoma ugljika.

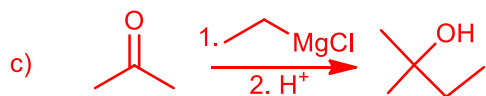
Rješenje:



/1



/1



/1

Moguća i druga rješenja.

3

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

Ukupni bodovi

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

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

3