

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:

# 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]  |                    |                     |                     |

### 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,<br>unificirana atomska jedinica mase,<br>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<br>( $p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) | $V_m$                | $22,41 \text{ L mol}^{-1}$                |

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:

5

2. Arginin je bazična aminokiselina molekulske formule  $C_6H_{14}N_4O_2$ . 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.

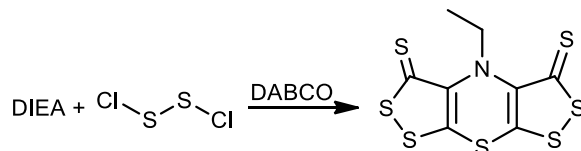
Rješenje:

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  $C_6H_{12}N_2$ . Nacrtajte njegovu strukturnu formulu, ako znate da u spoju nema dvostrukih ni trostrukih veza.

Rješenje:

5

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

5

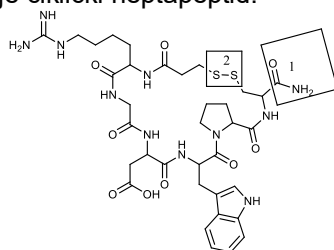
4. Nacrtajte strukturnu formulu 4-aminosalicilne kiseline pri:

- a) pH 1  
b) pH 12

Rješenje:

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:

5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

7

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

Rješenje:

4

- 7.** Klorov dioksid je žuto-zeleni plin koji kristalizira pri  $-59\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Neutralan je, ne disproporcionira 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.
- Jednađbom kemijske reakcije prikažite disproporcioniranje klora u vodi uz odgovarajuća agregacijska stanja.
  - Jednađbom kemijske reakcije prikažite raspad klorova dioksida uz odgovarajuća agregacijska stanja.
  - Jednađbom kemijske reakcije prikažite dobivanje klorova dioksida iz natrijeva klorita.
  - Jednađbom kemijske reakcije prikažite dobivanje klorova dioksida iz kalijeva klorata i oksalne kiseline.

Rješenje:

6

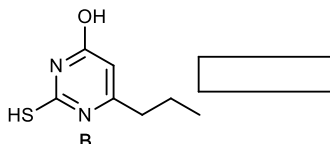
UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

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:

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:

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:

|  |          |
|--|----------|
|  | <b>3</b> |
|--|----------|

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

4. stranica

+

5. stranica

+

6. stranica

=

Ukupni bodovi

|  |           |
|--|-----------|
|  | <b>40</b> |
|--|-----------|

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

|  |          |
|--|----------|
|  | <b>3</b> |
|--|----------|