

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.** U smjesi kalijeva klorida i magnezijeva karbonata maseni je udio kalijeva klorida 0,5435. Smjesi je zatim dodano još 3,28 g kalijeva klorida. U novoj je smjesi maseni udio magnezijeva karbonata 0,125.

**a)** Izračunajte masu početne smjese.  
Postupak:

**b)** Izračunajte masu magnezijeva karbonata.  
Postupak:

4

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

4

**2.** Polonij kristalizira u obliku jednostavne kubične slagaline.

**a)** Prikažite (skicirajte) elementarnu ćeliju polonija i odredite broj atoma koji joj pripadaju.  
Prikaz:

Broj atoma:

**b)** Izračunajte gustoću polonija ako je duljina brida elementarne ćelije 0,336 nm.  
Iskažite gustoću u  $\text{g cm}^{-3}$ .  
Postupak:

3

**3.** Izračunajte kolika je popunjenost prostora u kristalnoj strukturi alkalijskih metala ako kristaliziraju u obliku volumno centrirane kubične slagaline.  
Postupak:

Popunjenost prostora je:

3

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

6

**4. a)** Prikažite elektronsku konfiguraciju  $\text{Cr}^{2+}$  i  $\text{Cr}^{3+}$  iona pomoću konfiguracije najbližeg plemenitog plina.

**b)** Od navedenih iona odaberite onaj koji je izoelektronski s  $\text{Cr}^{2+}$  i s  $\text{Cr}^{3+}$  ionom:  
 $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{V}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Sc}^{3+}$

Izoelektronski s  $\text{Cr}^{2+}$  je \_\_\_\_\_

Izoelektronski s  $\text{Cr}^{3+}$  je \_\_\_\_\_

**c)** Kromov(III) oksid najstabilniji je od svih oksida kroma. Upotrebljava se kao pigment „kromovo zelenilo“. Nastajanje kemijske veze u kromovom(III) oksidu prikažite kemijskim jednadžbama.

**d)** Kromov(III) oksid laboratorijski se najlakše dobiva termičkim razlaganjem amonijeva dikromata pri čemu nastaju i dva plinovita produkta od kojih je jedan vodena para. Jednadžbom kemijske reakcije prikažite tu kemijsku promjenu. Pritom obvezno označite agregacijska stanja reaktanata i produkata.

\_\_\_\_\_

|   |
|---|
| 5 |
|---|

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

|   |
|---|
| 5 |
|---|

- 5.** a) Element X pripada zemnoalkalijskim metalima, a njegovi atomi u plinovitom stanju oboje plamen zeleno. Grijanjem na zraku nastaje bijeli prah koji reakcijom sa sumpornom kiselinom stvara bijeli talog i vodikov peroksid. Jednadžbama kemijskih reakcija prikažite opisane kemijske promjene. Pritom obvezno označite agregacijska stanja reaktanata i produkata.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- b) Ako dobivenoj bistroj otopini (iz prethodnog zadatka) dokapate nekoliko kapi jodovodične kiseline ona će posmeđiti, a na dnu će se pojaviti kristalići sivo-crne boje. Prikažite opisanu promjenu kemijskom jednadžbom. Pritom obvezno označite agregacijska stanja reaktanata i produkata.

\_\_\_\_\_

3

- 6.** Sve rijeke u Europi sadrže  $1,4 \times 10^{13}$  litara vode. Kada bi se 513 g saharoze jednoliko otopilo u svim rijekama Europe, izračunajte kolika bi bila brojnost molekula saharoze u svakoj litri te vode. Postupak:

Odgovor: \_\_\_\_\_

2

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

5

**7.** U tablici su navedene prve energije ionizacije za prva četiri elementa PSE.

| Element | $E_{i,1} / \text{kJ mol}^{-1}$ |
|---------|--------------------------------|
| vodik   | 1318                           |
| helij   | 2379                           |
| litij   | 526                            |
| berilij | 906                            |

**a)** Zaokružite točnu tvrdnju.

Prva energija ionizacije:

- A) helija veća je od prve energije ionizacije litija zbog većeg polumjera atoma helija  
 B) litija manja je od one vodika zbog veće udaljenosti valentnog elektrona od atomske jezgre u atomu litija  
 C) berilija veća je od prve energije ionizacije litija zbog većeg polumjera atoma berilija  
 D) vodika veća je od berilija zbog veće udaljenosti valentnog elektrona od atomske jezgre u atomu vodika

**b)** Izračunajte približno za koliko je puta prva energija ionizacije helija veća od prve energije ionizacije litija.

Odgovor: \_\_\_\_\_

**c)** Navedite kod kojeg od navedenih elemenata u gornjoj tablici postoji skok tj. velika razlika u vrijednostima između prve i druge energije ionizacije? Objasnite zašto.

Odgovor:

---



---

3

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

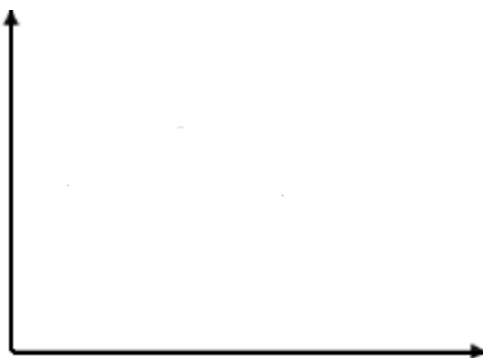
3



8. a) Spektrometrijskom analizom utvrđeno je da je klor smjesa dvaju izotopa:  $^{35}_{17}\text{Cl}$  i  $^{37}_{17}\text{Cl}$ . Njihove relativne atomske mase iznose 34,97 i 36,95. Odredite brojne udjele oba izotopa u toj prirodnoj izotopskoj smjesi ako je na temelju tih podataka dobivenih spektrometrijskom analizom, izračunata prosječna relativna atomska masa klora,  $A_r(\text{Cl}) = 35,45$ .

Postupak:

- b) Dovrši grafički prikaz masenog spektra prirodne smjese atoma klora tako da na osi x upišeš masene brojeve (brojeve nukleona) izotopa, a na osi y brojne udjele izotopa. Označite dobivene vrijednosti iz a) zadatka. Spojite odgovarajuće točke na grafičkom prikazu.



- c) Na temelju grafičkog prikaza, odgovori:

Ustanovi odnos dobivenih vrijednosti brojnih udjela pojedinih izotopa klora u odnosu na prosječnu vrijednost relativne atomske mase klora.

Odgovor:

---



---

- d) Zaokružite točan odgovor.

U spektrometru masa, klorovi se atomi prvo ioniziraju, a zatim ubrzavaju. To se radi da bi na njih djelovalo:

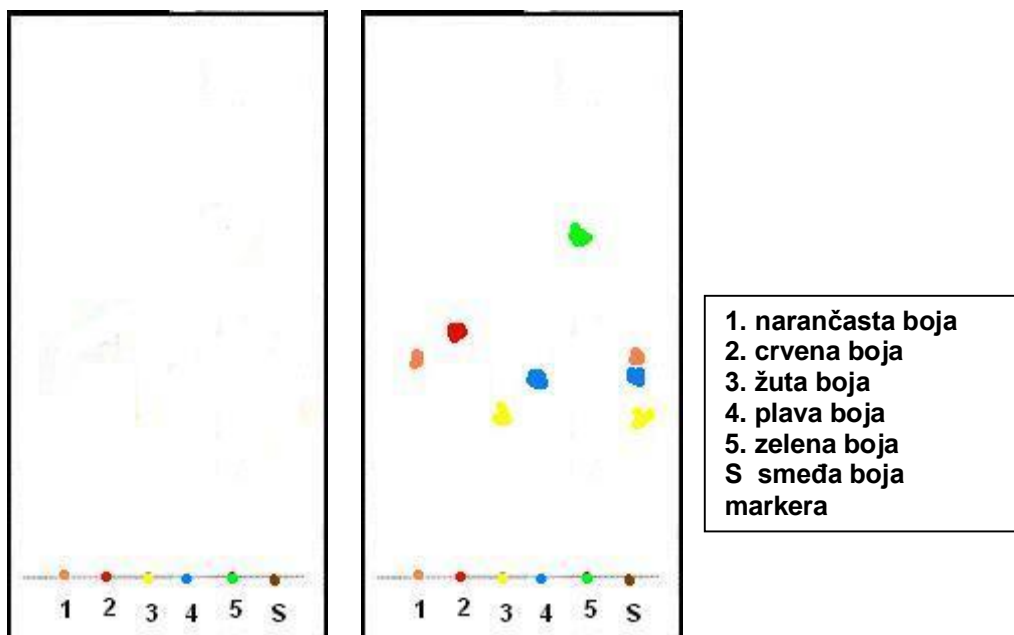
- A) samo električno polje  
B) električno i magnetsko polje  
C) samo magnetsko polje

5

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

5

9. Lukina je zadaća bila proučiti metode razdvajanja smjesa tako da navede jedan primjer metode razdvajanja sastojaka iz smjesa iz svakodnevnog života. Luku je zanimalo od kojih se boja sastoji njegov smeđi marker za pisanje. Stoga je odlučio pomoću papirnog filtra analizirati njegov sastav boja. Uzeo je papirni filter namijenjen aparatu za kavu. Pomoću njega i staklenke s malo razrijeđenog alkohola na dnu proveo je postupak i dokazao od kojih se boja sastoji boja njegova smeđeg markera. Sljedeća slika prikazuje crtež na kojem je Luka opisao izgled papirnoga filtra na početku, a drugim na kraju provedena postupka. Svoje crteže a također i filter papir s dobivenim rezultatom prikazao je u razredu, na satu kemije.



a) Kako se zove metoda što ju je Luka primijenio za dokazivanje sastava boje svoga smeđeg markera?

Odgovor: \_\_\_\_\_

b) Kako se naziva prikaz dobivenog rezultata ovom metodom ?

Odgovor: \_\_\_\_\_

c) Pažljivo pogledajte sliku i navedite kojim brojevima su navedene boje koje čine smeđu boju Lukina markera (na slici označenu slovom S)?

Odgovor: \_\_\_\_\_

2

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

2

**10. a)** Od sljedećih molekula odaberite one između kojih djeluju Londonove sile:

$\text{BCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CHCl}_3$  i  $\text{BeCl}_2$ .

Odgovor:

\_\_\_\_\_

**b)** Navedite molekule koje odstupaju od pravila okteta prema VSEPR –teoriji a nalaze se u zadatku a):

Odgovor:

\_\_\_\_\_

**c)** Prikažite Lewisovim simbolima molekule koje ste odabrali u zadatku b):

**d)** Imenujte oblik molekula prema VSEPR-teoriji čije ste strukture prikazali u zadatku c):

Odgovor:

6

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

6

- 11.** Aluminijev hidroksid je uobičajeni sastojak antacida, sredstva za neutralizaciju želučane kiseline. Sadrži li nadraženi želudac neke osobe 22 g klorovodične kiseline viška, hoće li se taj višak kiseline neutralizirati s 10 g aluminijeva hidroksida? Napišite jednadžbu kemijske reakcije. Izračunajte koji je reaktant u suvišku i koliko je u suvišku?  
Postupak:

Odgovor:

\_\_\_\_\_

4

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

+

4. stranica

+

5. stranica

6. stranica

+

7. stranica

+

8. stranica

+

9. stranica

=

Ukupni bodovi

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

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

4