

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učen(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2017.
Sveti Martin na Muri, 25–28. travnja 2017.

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 učen(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: _____

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. Na slici je prikaz vodene sisaljke, lijevka za odjeljivanje, metalnog stativa, plamenika, ledene kupelji, metalnih prstenova s mufama, običnog lijevka, slavine za vodu, čepa s otvorom, dvogrle okrugle tikvice, Büchnerova lijevka, naboranog i običnog filtrirnog papira, gumenog crijeva, čaše, kompresora (vakuum pumpe) i tikvice za odsisavanje. Osim u čaši s ledenom kupelji, tekućina u ostalom posuđu, samo je ilustracijskog karaktera. Dakle, prilikom razmišljanja o eventualnoj uporabi tog posuđa, zamislite da je ono prazno.



Slika 1. Prikazi kemijskog posuđa, pribora, uređaja

Kad već zamišljate, zamislite i sljedeću situaciju. Dio ste grupe učenika koja sa svojom nastavnicom pokušava pripremiti što je moguće veći kristal anorganske soli. ... Nakon što pročita upravo prispjelu SMS poruku, nastavnica izjuri iz razreda doviknuvši: *Ostavljam vas same, složite aparaturu uz pomoć koje ćete najbrže obaviti filtraciju i profiltrirajte otopinu s talogom. Ako bude gotovo dok se vratim, za nagradu ćemo uvježbavati stehiometrijske zadatke čitavo popodne!*

Zamislite da želite uvježbavati stehiometriju čitavo popodne... Koristeći odgovarajuće prikaze sa slike 1:

- a) skicirajte aparaturu uz pomoć koje ćete **najbrže** profiltrirati danu otopinu s talogom,
b) označite i imenujte dijelove aparature.

3

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

3

2. Dušik ima veću prvu energiju ionizacije (E_{i1}) od kisika.

a) Odaberite najbolje objašnjenje navedene činjenice.

- i)** Atom dušika manje je elektronegativan od atoma kisika pa je lakše ukloniti elektron iz p podljuske.
- ii)** Atom kisika ima manji polumjer od atoma dušika pa je veća gustoća elektronskog oblaka uzrok snažnijeg elektronskog odbijanja, a time i niže E_{i1} .
- iii)** Odbijanja 4 p elektrona u 2p podsljusci atoma kisika veća su od odbijanja 3 p elektrona u 2p podljusci atoma dušika, a uklanjanjem jednog elektrona nastali O^+ kation ima veću stabilnost od N^+ kationa.
- iv)** Elektron izdvojen iz atoma dušika je 2s elektron, a elektron izdvojen iz atoma kisika 2p elektron. Zbog razlike u njihovoj energiji, dušik ima veću E_{i1} od kisika.

b) Druga energija ionizacije (E_{i2}) kisika u odnosu na E_{i2} dušika je:

- i)** veća **ii)** manja **iii)** jednaka **iv)** dušik nije moguće ionizirati do N^{2+} kationa

2

3. Pedeset posto mase nepoznatog spoja otpada na kisik, a 50 % na sumpor. Odredite empirijsku formulu spoja.

RAČUN:

Empirijska formula spoja je: _____

2

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

4

4. Suhi je led čvrsta tvar sastavljena od molekula ugljikova dioksida. Koristi se kao sredstvo za hlađenje pojedinih vrsta namirnica. Tijekom tog procesa, suhi led sublimira. Na temelju ovih informacija suhi se led može svrstati u (zaokružite slovo ispred točnog odgovora):

(a) molekulske kristale

(b) atomske kristale

(1 bod)

Razlog tome je (zaokružite slovo ispred valjanog objašnjenja):

- (A) Kristalna rešetka suhog leda sastavljena je od niza kovalentno vezanih atoma ugljika i kisika koji zajedno čine veliku molekulu.
 (B) Kristal suhog leda sastavljen je od molekula ugljikova dioksida međusobno povezanih slabim međumolekularnim silama.
 (C) Kristalna rešetka suhog leda sastavljena je od molekula ugljikova dioksida međusobno povezanih kovalentnim vezama.
 (D) Kristal suhog leda sastavljen je od molekula ugljikova dioksida međusobno povezanih jakim privlačnim silama.

2

5. S. G. Šapovalenko je istraživao vezu svakodnevnog iskustva i predodžbi učenika o kemijskim eksperimentima. Jednoj je grupi učenika bez iskustva eksperimentiranja, izveo 5 demonstracijskih eksperimenata. Bilježio je njihove reakcije. Nakon prvog (a) eksperimenta, učenici su iskazali čuđenje riječima: *Ovo je neki čudan slučaj vrenja bez zagrijavanja?*. Drugi (b) eksperiment popratili su komentarom: „Ide crveno-smeđi dim“. Nakon trećeg (c) i četvrtog (d) su povjerovali kako se miješanjem bezbojnih otopina može dobiti (c) *mlijeko* i (d) *nekakvo zlato*. U petom (e) eksperimentu nije nastao talog kao u prethodna dva, ali su učenici izveli sličan zaključak: *Miješanjem dviju bezbojnih otopina nastalo je vino!?*.

Šapovalenko je u eksperimentima koristio otopine olovljeva(II) acetata, fenolftaleina, kalijeva jodida, barijeva nitrata i kalijeva sulfata, sumpornu i koncentriranu dušičnu kiselinu, otopinu nepoznatog hidroksida, bakar i magnezij.

Kemijskim jednadžbama prikažite, odnosno nadopunite jednadžbe koje opisuju kemijske promjene u Šapovalenkovim eksperimentima. Svaka tvar samo jednom smije biti navedena. (Napomena: Opća formula fenolftaleina je H_2In .)

(a) _____ + $H_2SO_4(aq)$ → _____

(b) $Cu(s)$ + _____

(c) $Ba(NO_3)_2(aq)$ + _____

(d) $2 KI(aq)$ + _____

(e) $H_2In(aq)$ + _____

5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

7

- 6.** Marina je vrijedna učenica i izvrstan eksperimentator. Za jučerašnji je pokus dobila uzorak nepoznatog metala pravilnog kvadarskog oblika čija je osnova pravokutnik. Služeći se vagom, menzutom s vodom i pomičnom mjerkom, izmjerila je potrebne veličine uz pomoć kojih je odredila debljinu uzorka. Takva, *eksperimentalno* određena vrijednost debljine tog uzorka metala iznosila je 1,57 cm.
- Marina nije bila sigurna s kolikom je točnošću obavila mjerenje. Stoga joj je nastavnica, nakon eksperimenta, dala precizne podatke o uzorku. Masa uzorka metala bila je 63,15 g, duljina 2,33 cm, a širina 1,58 cm. Marina ih je potom, uz podatke iz kemijskog priručnika (tablica 1), iskoristila za izračun *teorijske* debljine uzorka metala.

Tablica 1. Gustoća nekih metala

Metali	Gustoća metala (g/cm ³)
cink	7,14
živa	13,59
kositar	5,75
nikal	8,90
platina	21,45
aluminij	2,70
srebro	10,50
natrij	0,97

Usporedbom *eksperimentalne* i *teorijske* vrijednosti, Marina je izračunala svoju eksperimentalnu grešku. Bila je zadovoljna rezultatom – i ovoga je puta demonstrirala visoku točnost.

a) Izračunajte *teorijsku* vrijednost debljine uzorka metala.

RAČUN:

b) Kojem je uzorku metala Marina ispitivala debljinu? Objasnite kako ste došli do zaključka.

ODGOVOR: _____

OBJAŠNJENJE:

c) Izračunajte kolika je Marinina eksperimentalna greška. Iskažite je kao apsolutnu vrijednost, u postotcima.

RAČUN:

ODGOVOR: _____

d) Broj jedinki koje pripadaju jediničnoj ćeliji slagaline ispitivanog metala je 4. Kako se naziva takva jedinična ćelija?

e) Gustoća ispitivanog metala dana je u tablici 1. Izračunajte duljinu brida elementarne ćelije ispitivanog metala.

RAČUN:

6

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

6

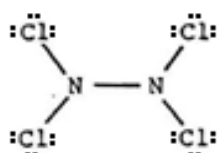
7. a) Koja od sljedećih tvrdnji najbolje opisuje rezultat Rutherfordova eksperimenta u kojem je tanki listić zlata izlagao djelovanju alfa čestica:

- i) Elektroni se u atomu kreću po putanjama, zauzimajući točno određene energijske razine.
- ii) Masa i pozitivni naboj zgusnuti su u malom dijelu atoma.
- iii) Atomska jezgra građena je od protona i neutrona.
- iv) Atomi različitih elemenata imaju različitu masu.

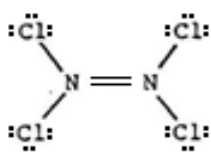
b) Kemijskom jednažbom prikažite alfa raspad izotopa polonija, $^{210}_{84}\text{Po}$.

2

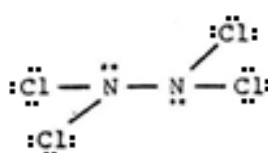
8. Koji od sljedećih prikaza najbolje predstavlja strukturu N_2Cl_4 ? Zaokružite slovo ispred odgovarajuće strukturne formule.



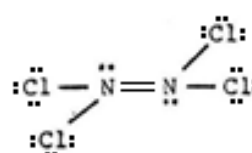
(a)



(b)



(c)



(d)

Razlog valjanosti strukturne formule je (zaokružite slovo ispred valjanog objašnjenja):

- (A) Visoki koeficijent elektronegativnosti dušika uzrok je činjenici da se atom dušika uvijek veže barem jednom dvostrukom ili trostrukom vezom.
- (B) Struktura je posljedica odbojnih sila koje djeluju između 5 elektronskih parova dušikova atoma (uključujući zajedničke i nepodijeljene).
- (C) Struktura je posljedica odbojnih sila koje djeluju između 4 elektronska para dušikova atoma (uključujući zajedničke i nepodijeljene).
- (D) Struktura je rezultat odbijanja među vezama u molekuli.

2

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

4

9. U tablici 2 su podatci (zaokruženi na jednu decimalu) o elementarnim tvarima u plinovitom stanju koje je Ante, pretražujući djedov podrum, zatekao u šest cilindara. Proučite podatke iz tablice 2 pa odgovorite na pitanja. (Napomena: 1 mm Hg = 133,32 Pa)

Tablica 2. Temperatura, tlak, volumen i masa plinovitih tvari u cilindrima

	T / K	$p / \text{mm Hg}$	V / dm^3	m / g
Cilindar A	273,15	760	44,8	56
Cilindar B	273,15	760	22,4	2
Cilindar C	273,15	760	44,8	64
Cilindar D	273,15	760	22,4	28
Cilindar E	273,15	760	179,2	32
Cilindar F	273,15	1520	89,6	32

- a) U kojem je cilindru onoliko čestica plina koliko ih ima u cilindru A?

- b) U kojem je cilindru onoliko čestica plina koliko ih ima u cilindru B?

- c) Postoji li još cilindara s jednakim brojem čestica plina? Ako postoje, navedi ih.

- d) U kojem je cilindru (ili cilindrima) najveći broj čestica plina?

- e) Uz pomoć kemijskog računa, odredite plinove u cilindrima.

Cilindar A RAČUN:

ODGOVOR: U cilindru A nalazi se plin _____

Cilindar B RAČUN:

ODGOVOR: U cilindru B nalazi se plin _____

Cilindar C RAČUN:

ODGOVOR: U cilindru C nalazi se plin _____

Cilindar D RAČUN:

ODGOVOR: U cilindru D nalazi se plin _____

/6

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

6

Cilindar E RAČUN:

ODGOVOR: U cilindru E nalazi se plin _____

Cilindar F RAČUN:

ODGOVOR: U cilindru F nalazi se plin _____

f) Izračunajte ukupan broj čestica najbrojnijeg plina u cilindrima.

RAČUN:

/3

9

10. Tri su atoma različitih elemenata proizvoljno označena slovima A, B i C. Vrijednosti njihove elektronegativnosti su: A = 3,5; B = 2,5 i C = 2,1. Atomi tih elemenata formiraju molekule BA, CA i CB.

a) Zaokružite slova ispred formule za koju mislite da označava kovalentni spoj:

i) BA

ii) CA

iii) CB

b) Argumentima opravdajte svoj(e) odabir(e).

c) Zaokružite slova ispred niza molekula koje su poredane prema povećanju ionskog karaktera veze između njihovih atoma.

i) CB, BA, CA; ii) CA, BA, CB; iii) BA, CB, CA; iv) CA, CB, BA

3

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

6

- 11.** Urea, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, dobiva se reakcijom amonijaka s ugljikovim dioksidom. U jednom takvom procesu, 605,30 g amonijaka je reagiralo s 1085,00 g ugljikovog dioksida.
- a)** Kemijskom jednažbom prikažite reakciju amonijaka s ugljikovim dioksidom
- b)** Odredite što je u reakciji amonijaka s ugljikovim dioksidom mjerodavni (limitirajući) reaktant.
RAČUN:

ODGOVOR: Mjerodavni reaktant je _____

- c)** Izračunajte masu nastale uree.
RAČUN:

ODGOVOR: Masa nastale uree iznosi _____

- d)** Kolika je masa reaktanta u suvišku preostala po završetku reakcije?
RAČUN:

ODGOVOR: Masa reaktanta u suvišku preostala po završetku reakcije iznosi: _____

4

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

+

4. stranica

5. stranica

+

6. stranica

+

7. stranica

+

8. stranica

=

Ukupni bodovi

40

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

4