

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 državnoga 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: **zadani pokus**

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: **zadani pokus**

razred

Zaporka:

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učenici(ka)ce: _____ OIB: _____

Godina rođenja:

Spol: 1. muško

2. žensko (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	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

Dobar dan. Pred tobom je Pokus koji smo pažljivo pripremali. Sastoji od dva temeljna dijela. U prvom ćeš dijelu odrediti četiri različite tvari, a u drugom, u ciklusu kemijskih promjena, upotrijebiti dvije od njih četiri. Također, u drugom te dijelu čeka identifikacija četiriju novih tvari.

Strogo se pridržavaj mjera opreza jer ćeš raditi s opasnim tvarima i plinskim plamenikom.

Prilikom pisanja kemijskih jednadžbi obvezno navedi agregacijska stanja svih tvari. Naime, pola boda u sumi bodova pridanoj svakoj kemijskoj jednadžbi, odnosi se na ispravno napisana agregacijska stanja reaktanata i produkata. Eto, sada se možeš „prihvatiti posla“.

I. DIO POKUSA

Četiri su epruvete u prvom redu tvoga stalka. Označene su slovima **A**, **B**, **C** i **D**. Tvoj zadatak je da, prateći upute, ali i oslanjajući se na vlastitu kreativnost, odrediš tvari (**A**, **B**, **C** i **D**) čije se otopine nalaze u epruvetama. Evo nekoliko natuknica koje će ti pomoći u određivanju:

- sve četiri tvari pripadaju različitim vrstama kemijskih spojeva
- sve četiri tvari disociraju u vodi
- jedna od tvari je sol ugljične kiseline koja se nalazi u sastavu praška za pecivo
- dvije tvari sadrže natrijeve ione
- dvije su tvari „suprotnih“ svojstava – jedna bi boju soka crvenog kupusa promijenila u crvenu, a druga u zelenu do žutu
- jedna od tvari disocijacijom daje složene anione čiji je središnji atom ($[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$) okružen s četiri atoma kisika.

Korak 1

1. U epruveti označenoj s **A** već se nalazi otopina nepoznate tvari. Deset kapi otopine tvari **B** dokapaj u sadržaj epruvete **A**.

a) Zabilježi opažanja.

Otopina je poprimila ružičasto obojenje.

/0,5

b) Molekulska formula tvari **A** je $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$. Tvar **A** smo, u pripremi eksperimenta, otopili u etanolu pa pomiješali s vodom. Imenuj tvar **A**.

Fenolftalein

/1

2. Idemo dalje. Deset kapi tvari **C** dokapaj u sadržaj epruvete **A**. Protresi epruvetu.

a) Zabilježi opažanja.

Otopina se obezbojila. Oslobađa se plin.

/2 x 0,5

b) Molarna masa tvari **B** iznosi 84 g/mol. Napiši sustavno ime tvari **B**. (Napomena: ne zaboravi na prethodno napisane natuknice koje mogu pomoći u određivanju tvari.)

Natrijev hidrogenkarbonat

/1

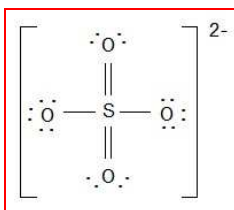
c) Tvar **C** djeluje nagrizajuće. Za ovaj smo eksperiment odvagali 196 g kako bi priredili 2 mola tvari **C**. Imenuj tvar **C**.

Sumporna kiselina

/1

d) Lewisovom simbolikom prikaži anion tvari **C**.

/1



UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

5,5

e) Kemijskom jednadžbom prikaži kemijsku promjenu koja se dogodila dokapavanjem sadržaja epruvete **C** u epruvetu **A**.



3. Vrijeme je za sljedeći korak. Trideset kapi otopine tvari **D** postupno dokapavaj u sadržaj epruvete **A**. Zabilježi opažanja.

Otopina je postala ružičasta. /0,5

a) Imenuj tvar **D**. **Natrijev hidroksid** /1

b) Kemijskom jednadžbom prikaži reakciju tvari **C** i **D**.



Trećim smo pitanjem zaključili Prvi dio eksperimenta. U Drugom ćemo dijelu, uz neke nove tvari, koristiti tvar **C** i tvar **D** koje su ti već poznate. Krenimo.

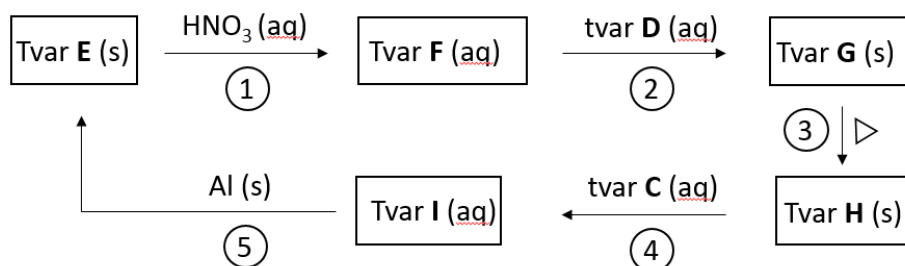
II. DIO POKUSA

U drugom su redu stalka smještene četiri epruvete. U epruveti označenoj brojem **1**, jedan je mililitar tvari **F**. Epruveta s brojem **2** je, za sada, prazna. U njoj će se kasnije, ako budeš pravilno postupala/postupao, naći tvar **H**.

U epruvetama označenim slovima **C** i **D**, nalaze se tvari **C** i **D**, koje si, vjerujemo ispravno, već prepoznala/prepoznao u Prvom dijelu eksperimenta.

Uz pomoć uputa i opažanja, pokušat ćeš identificirati tvari **E**, **F**, **G**, **H** i **I**. U tome ti može pomoći i shema 1. Na njoj su, u pravokutnicima, navedene oznake tvari koje je potrebno identificirati. Brojevi u kružnicama označavaju korake predstojećeg dijela Pokusa.

Shema 1.



Korak 1

1. a) Tvar **E** je elementarna tvar. Nema je među tvarima na tvom stolu. Odredit ćeš je temeljem sljedeće informacije: Elektronska konfiguracija atoma tvari **E** je $[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$. Imenuj tvar **E**.

Bakar /1

b) Napiši elektronsku konfiguraciju dvovalentnog iona te tvari.

$[\text{Ar}] 3d^9$ /1

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

	7,5
--	-----

c) Sljedeći smo postupak proveli u digestoru. Koncentriranu smo dušičnu kiselinu dolili u tikvicu s tvari **E**. Došlo je do burne kemijske reakcije pri kojoj je, uz ostale produkte, nastao i otrovni, crvenosmeđi plin. Prikaži je kemijskom jednadžbom i to tako da reaktante i produkte upišeš u prvi redak Tablice 1, na odgovarajuća mjesta – iznad praznih crta.

d) U drugom retku Tablice 1, u praznim ćelijama ispod formula tvari koje sudjeluju u reakciji, precizno navedi nazive najdominantnijih interakcija koje čestice svake od tvari ostvaruju u navedenom reakcijskom sustavu.

Tablica 1.

Cu(s)		+	$4 \text{ HNO}_3(\text{aq})$		→	$\text{Cu(NO}_3)_2(\text{aq})$		+	$2 \text{ H}_2\text{O}(\ell)$		+	$2 \text{ NO}_2(\text{g})$		/2
<u>Metalna veza</u>			<u>Kovalentna veza</u>			<u>Kovalentna veza</u>			<u>Kovalentna veza</u>			<u>Kovalentna veza</u>		
...			<u>Ion-dipol</u>			<u>Ion-dipol</u>			<u>Vodikova veza</u>			<u>Dipol-dipol</u>		
			Ion-ion			Ion-ion				
...										
/0,5 boda			/2 x 0,5 boda			/2 x 0,5 boda			/2 x 0,5 boda			/0,5 boda		

* *Napomena: Nisu sve interakcije navedene. Boduju se samo podcrtane interakcije.*

e) U pripremi ovog kemijskog procesa, prvo smo odvagali praznu tikvicu. Vaga je pokazala 242,5 grama. Dodatkom tvari **E** u tikvicu, ukupna masa je porasla na 266,6 grama. Množina upotrijebljene koncentrirane dušične kiseline bila je 1,6 mola. Kolika je masa neizreagiranog reaktanta? Računom potkrijepi odgovor.

Račun:

Masa bakra potrebnog za potpunu reakciju s 1,6 mola dušične kiseline

$$n(\text{Cu}) = (1/4) n(\text{HNO}_3) = 0,4 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,4 \text{ mol} \cdot 63,55 \text{ g/mol} = 25,4 \text{ g}$$

/0,5

Masa bakra kojeg smo koristili u pripremi eksperimenta

$$m(\text{Cu}) = m(\text{tikvica} + \text{bakar}) - m(\text{tikvica}) = 266,6 \text{ g} - 242,5 \text{ g} = 24,1 \text{ g}$$

/0,5

Reaktant u suvišku je dušična kiselina. Množina dijela kiseline koji je reagirao...

$$n(\text{HNO}_3) = 4 m(\text{Cu}) / M(\text{Cu}) = 4 \cdot 24,1 \text{ g} / (63,55 \text{ g/mol}) = 1,52 \text{ mol}$$

Množina neizreagirane kiseline

$$n(\text{HNO}_3) = 1,6 \text{ mol} - 1,52 \text{ mol} = 0,08 \text{ mol}$$

Masa neizreagirane kiseline

$$m(\text{HNO}_3) = n(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 0,08 \text{ mol} \cdot 63,02 \text{ g/mol} = 5,04 \text{ g}$$

/1

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	8
--	---

f) Izračunaj volumen crvenosmeđeg plina koji je nastao reakcijom tvari **E** i dušične kiseline. Pretpostavi standardne uvjete.

$$n(\text{NO}_2)/n(\text{Cu}) = 2/1$$

$$n(\text{NO}_2) = 2n(\text{Cu}) = 2 \cdot 24,1 \text{ g} / (63,55 \text{ g/mol}) = 0,76 \text{ mol}$$

$$V(\text{NO}_2) = n(\text{NO}_2) \cdot V_m^\circ = 0,76 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} = 17 \text{ dm}^3 \quad /1$$

g) Reakcijom tvari **E** s koncentriranom dušičnom kiselinom, uz ostale je produkte nastala i tvar **F**. Po kemijskom sastavu tvar **F** je sol. Imenuj tvar **F**.

Bakrov(II) nitrat

/1

Korak 2

2. a) Deset kapi tvari **D** kapaljkom dodaj u epruvetu 1. Zabilježi opažanja.

Nastao je plavi talog.

/0,5

b) Kemijskom jednadžbom prikaži reakciju koja se odvila u epruveti 1.



c) Netopljivi produkt ove reakcije je tvar **G**. Imenuj tvar **G**.

Bakrov(II) hidroksid

/1

Korak 3

Profiltriraj sadržaj epruvete 1. Za filtriranje iskoristi čašu koja se nalazi na tvom stolu. Pri filtriranju obvezno koristi rukavice te se pridržavaj svih mjera predostrožnosti. Talog (tvar **G**) zaostao na filtrirnom papiru prenesi na aluminijsku lađicu, a potom žari u šuštećem plamenu plinskog plamenika. Nakon što se prestanu uočavati promjene, prekini žarenje. Ohladi lađicu sa sadržajem (dovoljno je nekoliko minuta).

3. a) Žarenjem tvari **G**, na lađici zaostaje tvar **H**. Kemijskom jednadžbom prikaži taj proces.



b) Imenuj tvar **H**.

Bakrov(II) oksid

/1

c) Koja je teorijska masa tvari **H** koja se može dobiti reakcijom 4,80 g tvari **E** s dovoljnom količinom kisika? (Odgovor potkrijepi kemijskom jednadžbom i računom).

Kemijska jednadžba:



Račun:

/0,5

$$n(\text{CuO}) = n(\text{Cu})$$

$$n(\text{CuO}) = m(\text{Cu})/M(\text{Cu}) = 4,80 \text{ g}/(63,55 \text{ g/mol}) = 0,076 \text{ mol}$$

$$m(\text{CuO}) = n(\text{CuO}) \cdot M(\text{CuO}) = 0,076 \text{ mol} \cdot 79,55 \text{ g/mol} = 6,05 \text{ g}$$

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

	9,5
--	------------

Korak 4

4. a) Tvar **H** prenesi u epruvetu 2. Kapaljkom dodaj 15 kapi tvari **C**. Sadržaj epruvete pažljivo zagrijavaš plamenom plinskog plamenika sve dok u epruveti još ima tvari **H**. Zabilježi opažanja.

Nastala je plava otopina.

/0,5

b) Kemijskom jednačbom prikaži reakciju koja se odvila u epruveti 2.



/2

c) Otopljeni produkt kemijske reakcije je tvar **I**. Imenuj tvar **I**.

Bakrov(II) sulfat

/1

Korak 5

5. a) Priloženi komad aluminija presavij pa ubaci u epruvetu 2. Nastoj ga potpuno uroniti u otopinu. Sadržaj epruvete 2 polako zagrijavaš (ako sadržaj provre, makni s plamena i malo ohladi, zatim nastavi pažljivo zagrijavati dok ne uočiš vidljive promjene). Nakon što se prestanu uočavati promjene, zabilježi opažanja.

Tekući sadržaj se obezbojio. Na aluminiju su se izlučile naslage crvenkastosmeđe tvari (bakar).

/2 x 0,5

b) Kemijskom jednačbom prikaži reakciju koja se odvila u epruveti 2.



/2

c) Koji je mjerodavni reaktant u ovom kemijskom procesu?

Bakrov(II) sulfat

/0,5

d) Objasni temeljem čega si donijela/donio zaključak o mjerodavnom reaktantu (pod c)?

Reakcijska otopina se obezbojila što znači da je sav bakrov(II) sulfat izreagirao, a ostalo je još aluminijske folije.

/0,5

e) Eto, malo po malo, napravili smo čitav krug i stigli do kraja. Čeka te još samo jedan računski zadatak. Željeli bismo provjeriti jesmo li pripremajući Pokus za ovo natjecanje dobro izračunali broj atoma aluminija u 2 cm x 2 cm aluminijske folije debljine 0,016 mm. Gustoća aluminija je 2,70 g/cm³. E sad, bude li tvoj rezultat jednak našem (3,86 x 10²⁰), znači da smo bili uspješni. Dakle, pomoz nam i izračunaj broj atoma aluminija u našem uzorku folije.

$$V(\text{Al}) = 4 \text{ cm}^2 \cdot 0,0016 \text{ cm} = 0,0064 \text{ cm}^3$$

/0,5

$$m(\text{Al}) = \rho(\text{Al}) \cdot V(\text{Al}) = 2,70 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,0064 \text{ cm}^3 = 0,0173 \text{ g}$$

/0,5

$$n(\text{Al}) = m(\text{Al})/M(\text{Al}) = 0,0173 \text{ g} / (27 \text{ g/mol}) = 6,41 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

/0,5

$$N(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot N_A = 6,41 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,86 \times 10^{20}$$

/0,5

Nadamo se da si zadovoljna/zadovoljan svojim uratkom.

Sada se dobro odmori jer te već popodne čekaju novi kemijski izazovi.

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

Ukupni bodovi

+

+

+

=

40

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	9,5
--	-----