

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ KEMIJE
učeni(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2020.

PISANA ZADAĆA, 23. rujna 2020.

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. Ispravljeni odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Zaporka:
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja (Zaokruži 1. ili 5.)

Razred (napisati arapskim brojem):

Nadnevak:

OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM
PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA

Zaporka:
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Ime i prezime učeni(ka)ce:

OIB:

Puni naziv škole:

Adresa škole:

Grad u kojem je škola:

Županija:

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja
(Zaokruži 1. ili 5.)

Razred (napisati arapskim brojem):

Ime i prezime mentor(a)ice:

Naputak županijskom povjerenstvu:

Ovaj dio prijave treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učeni(ka)ce nakon bodovanja. Podatci su važni radi računalne obrade podataka o učeni(ku)ci koji će biti pozvani na državno natjecanje.

	ostv.	maks.
1. U sljedećim zadacima zaokruži slovo ispred točnog odgovora. a) Koja od navedenih čestica ima istu prostornu građu (prema VSEPR teoriji) kao i nitratni ion? ☒ A SO_3 B CClF_3 C SO_3^{2-} D ClO_3^- /1 b) Koju od navedenih otopina treba dodati otopini bromidnih soli kako bi se izlučio brom? A jodna voda ☒ B klorna voda C otopina kloridnih iona D otopina jodidnih iona /1 c) Maseni udio barijeva nitrata u zasićenoj otopini pri 30 °C je 0,104. Koliko se barijeva nitrata može otopiti u 100 g vode pri istoj temperaturi, kako bi nastala zasićena otopina? A 10,4 g B 8,96 g ☒ C 11,6 g D 9,10 g /1		
		3
2. Na temelju navedenih tvrdnji napiši jednadžbe kemijskih reakcija uz oznake agregacijskih stanja imajući u vidu da je jedan od elemenata tvari M najzastupljeniji metal u ljudskome tijelu. a) Zagrijavanjem na zraku čvrste tvari M, nastaju voda i bazični oksid. b) Tvar M reagira i s vodom pri čemu nastaje lužnata vodena otopina i plin koji je 14,5 puta lakši od zraka. c) Ako se u nastalu otopinu uvodi ugljikov(IV) oksid nastaje bijela mutna otopina. d) Daljnjim uvođenjem ugljikova(IV) oksida otopina se razbistri. Odgovor: a) _____ /2x $\text{CaH}_2(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 0,5 b) _____ /2x $\text{CaH}_2(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2(\text{g})$ 0,5 c) _____ /2x $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 0,5 d) _____ /2x $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$ 0,5 Napomena: za ispravno napisanu jednadžbu 0,5 bodova, a za ispravne oznake agregacijskih stanja 0,5 bodova.		
		4

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

7

3. Elektroplatanje je postupak nanošenja metalnih prevlaka katodnom redukcijom metalnih iona, tj. elektrolizom. Za izradu ukrasnih i umjetničkih predmeta, pribora za jelo, nakita, ali i tehničkih proizvoda provodi se elektroplatanje srebrom.

Bakrena pločica širine 50,0 mm, visine 10,0 mm i dužine 1,00 mm elektrolitičkim je postupkom ravnomjerno prevučena slojem srebra debljine 1,00 μm . Postupak je proveden u otopini koja sadrži $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ ione uz struju jakosti 100 mA. Gustoća srebra je $10,5 \text{ g cm}^{-3}$.

- a) Napiši jednadžbu kemijske reakcije koja se odvija na katodi uz oznake agregacijskih stanja.
b) Izračunaj volumen i masu nanosa srebra na bakrenoj pločici.
c) Izračunaj koliko je sekundi trajao postupak elektrolize.

Postupak:



Napomena: za ispravno napisanu jednadžbu **0,5 bodova**, a za ispravne oznake agregacijskih stanja **0,5 bodova**.

b) $V = O \cdot d$

oplošje kvadra $O = 2(ab + ac + bc) = 1,12 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

$V(\text{nanosa}) = 1,120 \cdot 10^9 \mu\text{m}^3 = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$

$m(\text{nanosa}) = \rho \cdot V = 1,18 \cdot 10^{-2} \text{ g}$

c) $Q = n z F = 10,5 \text{ C} \quad Q = \frac{11,8 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot 1 \cdot 96500 \text{ C mol}^{-1}}{107,99 \text{ g mol}^{-1}} = 10,5 \text{ C}$

$t = Q / I = 105 \text{ s} \quad t = \frac{10,5 \text{ C}}{0,1 \text{ A}} = 105 \text{ s}$

Ako je učenik izračunao točno vrijeme ne računajući posebno Q, naboj, priznati 2 boda

/2x
0,5

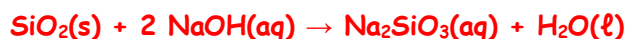
/2x1

/1
/1

5

4. Jednadžbom kemijske reakcije uz oznake agregacijskih stanja obrazloži svaku od navedenih tvrdnji.

- a) Natrijeva se lužina ne pohranjuje u staklenim bocama s ubrušenim čepom, jer reagira sa silicijevim(IV) oksidom iz stakla.



- b) Fluorovodična kiselina reagira sa silicijevim(IV) oksidom iz stakla pa se koristi pri graviranju i matiranju stakla.



Napomena: za ispravno napisanu jednadžbu **0,5 bodova**, a za ispravne oznake agregacijskih stanja **0,5 bodova**.

/2x
0,5

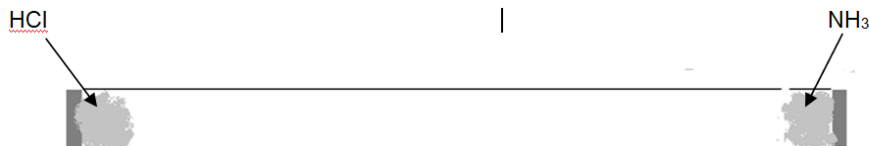
/2x
0,5

2

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

7

5. a) Staklena cijev istovremeno je zatvorena s oba kraja komadićima vate i postavljena u vodoravan položaj. Na jedan je komadić vate nakapana koncentrirana klorovodična kiselina, a na drugi koncentrirana otopina amonijaka.



Isparavajući s vate molekule plinova klorovodika i amonijaka kreću se jedne prema drugima. Na mjestu gdje se sastaju nastaje bijeli prsten.

a) Na kojem će dijelu staklene cijevi nastati bijeli prsten? Zaokruži slovo ispred točnog odgovora.

- A Na sredini cijevi.
- ☒ B Bliže onom kraju cijevi gdje se nalazi vata na koju je nakapana klorovodična kiselina.
- C Bliže onom kraju cijevi gdje se nalazi vata na koju je nakapana otopina amonijaka.
- D Duž cijele cijevi.

/1

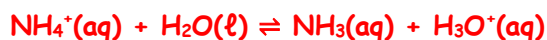
b) Amonijev klorid je sol dobro topljiva u vodi. Kolika je pH vrijednost otopine amonijeva klorida? Zaokruži slovo ispred točnog odgovora.

- ☒ A pH < 7
- B pH = 7
- C pH > 7

/1

Svoju tvrdnju upotpuni odgovarajućom jednačbom kemijske reakcije uz oznake agregacijskih stanja.

/2x
0,5



Napomena: za ispravno napisanu jednačbu 0,5 bodova, a za ispravne oznake agregacijskih stanja i strelice koje prikazuju ravnotežu, ali i povratnu reakciju: $\rightleftharpoons$ i $\rightleftharpoons$ 0,5 bodova.

Priznati i druge moguće točne primjere jednačbe hidrolize.

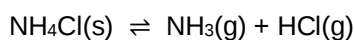


3

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

3

6. a) Termička razgradnja amonijeva klorida u zatvorenoj epruveti prikazana je jednadžbom kemijske reakcije:



Napiši izraz za tlačnu konstantu ravnoteže navedene reakcije, K_p .
Izračunaj tlačnu konstantu ravnoteže pri ukupnom tlaku od 2,2 atm.
Postupak:

$$K_p = p(\text{NH}_3) \cdot p(\text{HCl})$$

$$p(\text{NH}_3) = x(\text{NH}_3) \cdot p; p(\text{HCl}) = x(\text{HCl}) \cdot p; x(\text{NH}_3) = x(\text{HCl}) = 0,5$$

$$K_p = (0,5 \cdot 2,2 \text{ atm}) \cdot (0,5 \cdot 2,2 \text{ atm})$$

$$K_p = 1,2 \text{ atm}^2$$

/1

/1

Napomena: priznati rješenje i u drugim jedinicama za tlak.

- b) Kolika je masa amonijeva klorida koji je potrebno dodati u 750 cm³ vodene otopine amonijaka množinske koncentracije 1,20 mol dm⁻³ kako bi pH vrijednost otopine bila 9?

$$K_b = 1,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

Postupak:

Rješenje:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$\text{pH} = 9,0; \text{pOH} = 5; [\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

/1

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{K_b \cdot [\text{NH}_3]}{[\text{OH}^-]}$$

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{1,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1,20 \text{ mol dm}^{-3}}{1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}} = 2,16 \text{ mol dm}^{-3}$$

/1

$$n(\text{NH}_4^+) = 2,16 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,750 \text{ dm}^3 = 1,62 \text{ mol}$$

/1

$$n(\text{NH}_4^+) = n(\text{NH}_4\text{Cl})$$

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,62 \text{ mol} \cdot 53,5 \text{ g / mol} = 86,7 \text{ g}$$

/1

Napomena: ako je učenik do točnog rješenja došao ne ispisujući sve navedene korake, ali ima vidljiv i ispravan postupak priznati ukupan broj bodova.

6

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

6

7. Priređena je otopina octene kiseline množinske koncentracije $0,20 \text{ mol dm}^{-3}$.

a) Napiši izraz za konstantu ionizacije octene kiseline.

Izračunaj koliki je stupanj ionizacije (α) kiseline u otopini. $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.

Postupak:

a)

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] \quad [\text{CH}_3\text{COOH}] \approx 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,20 \text{ mol dm}^{-3}}$$

$$[\text{H}^+] = 0,0019 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] \text{ početna}} = \frac{0,0019 \text{ mol dm}^{-3}}{0,20 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,0095$$

Napomena: ukoliko je ravnotežna koncentracija H^+ iona dobivena pomoću kvadratne jednadžbe rješenje je $0,00188 \text{ mol dm}^{-3}$, dakle $0,0019 \text{ mol dm}^{-3}$

b) Koliko je litara vode potrebno dodati u 300 cm^3 priređene octene kiseline kako bi stupanj ionizacije bio 1,9 % ?

Postupak:

$$\text{b) } \alpha_2 = 0,019$$

nova koncentracija = x

ravnotežne koncentracije nakon razrjeđenja $[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = x \cdot \alpha_2$

ravnotežna koncentracija kiseline

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = x - (x \cdot \alpha_2)$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} = \frac{(x \cdot \alpha_2)^2}{x - (x \cdot \alpha_2)}$$

izraz može biti i jednostavniji ako u nazivniku zanemarimo $(x \cdot \alpha_2)$ jer je

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = x - (x \cdot \alpha_2) \approx x$$

nova koncentracija octene kiseline = $0,049 \text{ mol dm}^{-3}$

(priznati i $0,050 \text{ mol dm}^{-3}$)

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

$$0,30 \text{ dm}^3 \cdot 0,20 \text{ mol dm}^{-3} = V_2 \cdot 0,049 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V_2 = 1,2 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = (1,2 - 0,30) \text{ dm}^3 = 0,90 \text{ dm}^3$$

Napomena: ako je učenik do točnog rješenja došao ne ispisujući sve navedene korake ali ima vidljiv i ispravan postupak priznati ukupan broj bodova.

/1

/1

/1

/1

/1

/1

6

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

6

8. Soli alkalijskih i zemnoalkalijskih metala boje plamen karakterističnim bojama. Navedenim kationima odredi odgovarajuću boju plamena.

Na ⁺	žuto
Ba ²⁺	žutozeleno, zeleno
Sr ²⁺	crveno, karmincrveno
K ⁺	ljubičasto, svijetlo ljubičasto

/4x
0,5

2

9. Rasvjetni plin goriva je i otrovna plinska smjesa nekad upotrebljavana za gradsku plinsku rasvjetu, ali i u domaćinstvima. Volumni udjeli sastojaka rasvjetnog plina navedeni su u tablici.

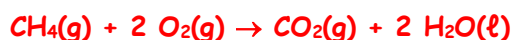
plin	vodik	metan	eten	ugljkov(II) oksid	negorivi plinovi, dušik i ugljkov(IV) oksid
φ / %	50	35	3,0	8,0	4,0

Izračunaj volumen zraka potrebnog za potpuno izgaranje 1,0 m³ rasvjetnog plina. Pretpostavi da u zraku ima 20 % kisika dok su temperatura i tlak rasvjetnog plina i zraka jednaki.

Napiši sve potrebne jednadžbe kemijskih reakcija uz oznake agregacijskih stanja.

Postupak:

$$V(\text{H}_2) = 0,50 \text{ m}^3 \quad V(\text{CH}_4) = 0,35 \text{ m}^3 \quad V(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,030 \text{ m}^3 \quad V(\text{CO}) = 0,080 \text{ m}^3$$



Napomena: za ispravno napisanu jednadžbu 0,5 bodova, a za ispravne oznake agregacijskih stanja 0,5 bodova.

$$V(\text{O}_2)_1 / V(\text{H}_2) = 1 / 2 \quad V(\text{O}_2) = 0,25 \text{ m}^3$$

$$V(\text{O}_2)_2 / V(\text{CH}_4) = 2 / 1 \quad V(\text{O}_2) = 0,70 \text{ m}^3$$

$$V(\text{O}_2)_3 / V(\text{C}_2\text{H}_4) = 3 / 1 \quad V(\text{O}_2) = 0,090 \text{ m}^3$$

$$V(\text{O}_2)_4 / V(\text{CO}) = 1 / 2 \quad V(\text{O}_2) = 0,040 \text{ m}^3$$

$$V(\text{O}_2)_{\text{ukupni}} = 1,08 \text{ m}^3$$

Ako učenik do točnog volumena kisika dođe drugačijim postupkom, priznati 2 boda.

$$V(\text{zrak}) = 1,08 \text{ m}^3 / 0,2 = 5,4 \text{ m}^3$$

/8x
0,5

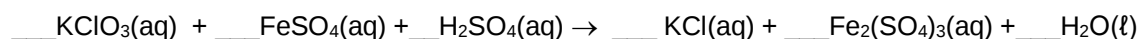
/4x
0,5

/1

7

- 10.** Da bi odredio maseni udio čistog kalijevog klorata u uzorku, učenik je u analitičkom laboratoriju proveo sljedeći postupak:
 40,0 g uzorka nečistog kalijeva klorata otopio je u 500 mL vode. Od nastale je otopine otpipetirao 20 mL u odmjernu tikvicu od 200 mL i napunio je do oznake destiliranom vodom. Nakon što je dobro promiješao sadržaj tikvice, pipetom je prenio 50 mL uzorka iz odmjerne tikvice u Erlenmeyerovu tikvicu i titirao ga s otopinom željezova(II) sulfata do točke ekvivalencije.
 Pritom je utrošio 122 mL otopine željezova(II) sulfata množinske koncentracije $c(\text{FeSO}_4) = 0,060 \text{ mol dm}^{-3}$.

a) Odredi stehiometrijske brojeve reaktanata i produkata ove reakcije.



b) Izračunaj maseni udio kalijeva klorata u uzorku.

Postupak:



b)

$n(\text{FeSO}_4) = 0,060 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,122 \text{ dm}^3 = 7,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ /1

$n(\text{KClO}_3) = 7,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 6 = 1,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$n(\text{KClO}_3, \text{ u } 50 \text{ mL}) = 1,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$n(\text{KClO}_3, \text{ u tikvici od } 200 \text{ mL}) = 1,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 4 = 4,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ /1

$n(\text{KClO}_3, \text{ u } 20 \text{ mL izvorne otopine}) = 4,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$n(\text{KClO}_3, \text{ u } 500 \text{ mL izvorne otopine}) = 4,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 25 = 1,22 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$ /1

$m(\text{KClO}_3, \text{ u } 500 \text{ mL izvorne otopine}) = 1,22 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot 122,55 \text{ g/mol} = 14,95 \text{ g}$ /1

$w(\text{KClO}_3) = 14,95 \text{ g} / 40,0 \text{ g} = 0,3737 = 37,4\%$ /1

Ako učenik do točne mase i masenog udjela dođe nekim drugim ali ispravnim postupkom priznati ukupne bodove.

6

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

6

11. Upiši točan odgovor.

a) Koliko litara vode je potrebno dodati u 2,0 L otopine klorovodične kiseline čija je pH vrijednost 2 da bi pH vrijednost nastale otopine bila 3?

Potrebno je dodati _____ L vode .

18 L

Točan rezultat se priznaje i bez posebno navedenog postupka. Ukoliko učenik ima krivi rezultat ali ima postupak iz kojeg je vidljivo da je $V_2 = 20$ L, priznati 1 bod.

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

$$2,0 \text{ dm}^3 \cdot 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} = V_2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V_2 = 20 \text{ dm}^3$$

$$V_2 - V_1 = 18 \text{ dm}^3$$

b) 0,422 g elementa Z reagira s kisikom pri čemu nastaje 0,797 g oksida formule Z_2O_3 .

Iz navedenih podataka odredi element Z.

Element Z je _____ .

Al, aluminij

Točan rezultat se priznaje i bez posebno navedenog postupka. Ukoliko učenik ima krivo naveden element, ali ima postupak iz kojeg je vidljivo da je $M_r(Z_2O_3) = 102$ ili $A_r(Z) = 27$ priznati 1 bod.

$$m(O) = 0,375 \text{ g}$$

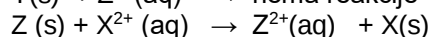
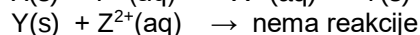
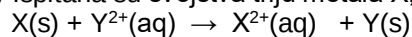
$$M_r(Z_2O_3) = 3 \cdot A_r(O) \cdot 0,797 \text{ g} / 0,375 \text{ g}$$

$$M_r(Z_2O_3) = 102$$

$$A_r(Z) = 102 - 3 \cdot 16 / 2$$

$$A_r(Z) = 27$$

c) Ispitana su svojstva triju metala X, Y, Z i zabilježena su sljedeća opažanja:



Koji od metala je najjači reducens?

Najjači reducens je _____ .

Z

/2

/2

/2

6

1. stranica	2. stranica	3. stranica	4. stranica	
				+
5. stranica	6. stranica	7. stranica	8. stranica	Ukupni bodovi
				50

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

6