

Republika Hrvatska - Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta - Agencija za odgoj i obrazovanje -

Hrvatsko kemijsko društvo

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ KEMIJE učenika osnovnih i srednjih škola 2015.

PISANA ZADAĆA 12. ožujka 2015.

NAPOMENA: 1. Zadaci se rješavaju 120 minuta.

2. Dopušteno je upotrebljavati samo onu tablicu periodnoga sustava elemenata koja je dobivena od županijskoga povjerenstva.
3. Zadaci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (ne na dodatnome papiru). Ako nema dovoljno mjesta, može se koristiti poledina prethodne stranice.
4. Zadaća mora biti pisana **kemijskom olovkom ili tintom plave boje**, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Odgovori ne smiju sadržavati naknadne ispravke tintom ili korektorom. Ispravljeni odgovori se ne vrednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za: A. natjecanje B. samostalni rad (Zaokružiti A ili B)

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 TE GA STAVITI U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM
(Prijavu ispuniti tiskanim slovima!)**

Prijava za: A. natjecanje B. samostalni rad (Zaokružiti A ili B)

Zaporka|_____|_____|_____|_____|_____|
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI |_____|

Ime i prezime učenika _____ OIB _____

Godina rođenja _____ spol: 1. muški 2. ženski (Zaokružiti 1 ili 2)

Telefon/mobil tel _____ e-mail _____

Puni naziv škole učenika _____ šifra škole _____

Adresa škole (ulica i broj) _____

Grad/mjesto u kojem je škola |_____|_____|_____|_____|_____|

Županija: _____

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

Razred _____ (napisati arapskim brojem)

Ime i prezime mentora koji je pripremao učenika _____

Naslov samostalnoga rada: _____

Naputak županijskim povjerenstvima:

Ovaj dio PRIJAVE treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učenika nakon bodovanja. Podatci su važni za kompjutorsku obradu podataka o učeniku koji će biti pozvani na državno natjecanje.

1

PERIODNI SUSTAV ELEMENATA

17 18

H	2	He	2
Li	3	Be	4
Na	11	Mg	12
K	19	Ca	20
Rb	37	Sr	38
Cs	55	Ba	56
Fr	87	Ra	88

H	1	He	2
Li	3	Be	4
Na	11	Mg	12
K	19	Ca	21
Rb	37	Sr	39
Cs	55	Ba	57
Fr	87	Ra	88
Sc	20	Ti	21
Zr	39	Nb	40
Hf	57	Ta	72
Ac	88	Db	104
V	21	Cr	22
Ta	72	Mn	23
Db	104	Fe	24
W	73	Tc	41
Sg	105	Ru	42
Bh	106	Pd	43
Hs	107	Ag	44
Mt	108	Cd	45
? ?	110	In	46
? ?	111	Sn	47
? ?	112	Sb	48
? ?	113	Te	49
? ?	114	I	50
? ?	115	Br	51
? ?	116	Xe	52
? ?	117	At	53
? ?	118	Rn	54
Ni	28	Ga	31
Pt	78	Ge	32
Au	80	As	33
Hg	79	Se	34
Tl	81	Br	35
Pb	82	Te	36
Bi	83	I	37
Po	84	Kr	38
At	85	Ar	39
Rn	86	No	40

Lantanidi

Ce	58	Pr	59	Nd	60	Pm	61	Sm	62	Eu	63	Gd	64	Tb	65	Dy	66	Ho	67	Er	68	Tm	69	Yb	70	Lu	71
Th	90	Pa	91	U	92	NP	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	Cf	98	Es	99	Fm	100	Md	101	No	102	Lr	103
Th	232.038	Pa	(231)	U	238.03	NP	(237)	Pu	(242)	Am	(243)	Cm	(247)	Bk	(266)	Cf	(249)	Es	(254)	Fm	(253)	Md	(256)	No	(256)	Lr	(257)

	ostv	max
<p>1. Napišite kemijske formule sljedećih spojeva ili iona:</p> <p>a) tetraklorzlatna(III) kiselina _____ <chem>HAuCl4</chem> _____</p> <p>b) tritiostanat(IV) ion _____ <chem>[SnS3]^{2-}</chem> _____</p> <p>c) kalijev tetrahidroksoantimonat(III) _____ <chem>K[Sb(OH)4]</chem> _____</p> <p>d) kalcijev oksalat monohidrat _____ <chem>CaC2O4 · H2O</chem> _____</p>	/4x1	<input type="checkbox"/> 4
<p>2. U laboratoriju su vam na raspolaganju HCl, MnO_2, KMnO_4 i $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, različitim kombinacijama tih tvari možete dobiti klor.</p> <p>a) Prikažite to trima jednadžbama kemijskih reakcija.</p> <p>b) Uvođenjem klora u vodu dolazi do disproporcionaliranja. Napišite jednadžbu kemijske reakcije.</p> <p>c) Klor je otrovan pa njegovo otpuštanje u atmosferu sprječavamo uvođenjem u natrijevu lužinu. Prikažite jednadžbom kemijske reakcije.</p> <p>a) $2 \text{ KMnO}_4 + 16 \text{ HCl} \rightarrow 2 \text{ MnCl}_2 + 2 \text{ KCl} + 5 \text{ Cl}_2 + 8 \text{ H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_2 + 4 \text{ HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14 \text{ HCl} \rightarrow 2 \text{ KCl} + 2 \text{ CrCl}_3 + 7 \text{ H}_2\text{O} + 3 \text{ Cl}_2$</p> <p>b) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$</p> <p>c) $\text{Cl}_2 + 2 \text{ NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$</p>	/3x1	<input type="checkbox"/> 1
	/1	<input type="checkbox"/> 5

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 1:

--	--

9

- 3.** U laboratoriju se istražuje kako nedavno izgrađena elektrana na ugljen utječe na karoserije automobila. (Studija o utjecaju termoelektrane na okoliš, nažalost nije napravljena prije gradnje.) Karoserija automobila prema istraživanjima maksimalno može izdržati kišu pH vrijednosti 2,9. Ako je pH vrijednost manja, može izazvati trajna oštećenja. Kako ugljen koji se koristi nije čisti ugljik, nego sadrži 4,9 % sumpora, pri gorenju nastaju oksidi sumpora i dušika koji s vlagom dovode do nastajanja kiselina i oko elektrane može porasti koncentracija vodikovih iona u padalinama. Pretpostavimo da se sav sumpor iz ugljena oksidira konačno do sumporne kiseline koja u kišnici na području od 145 km^2 oko termoelektrane padne na tlo. Ako je prosječna količina padalina (volumen kišnice podijeljen s površinom) 26 mm, koliko se maksimalno kilograma onečišćenog ugljena može spaliti da to ne predstavlja opasnost za automobile?

$$c(H^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2.9} = 1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

/0,5

Iz formule sumporne kiseline slijedi da na jedan atom sumpora dolaze dva iona H^+ .

$$\frac{n(S)}{n(H^+)} = \frac{1}{2} \Rightarrow n(S) = \frac{1}{2} \cdot n(H^+) = \frac{1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3}{2} = 6,295 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

/1

Ukupni volumen kišnice je:

$$V(\text{kišn.}) = A \cdot h = 145 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \cdot 26 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 3,77 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

/1

U 1 dm^3 sumpora je $6,295 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

U $3,77 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ sumpora je x

$$x = \frac{3770\,000 \text{ m}^3 \cdot 6,295 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{10^{-3} \text{ m}^3} = 2,373 \cdot 10^6 \text{ mol}$$

/1

$$m(S) = n(S) \cdot M(S) = 2,373 \cdot 10^6 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 7,594 \cdot 10^7 \text{ g} = 7,594 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

/0,5

$$m(\text{ugljen}) = \frac{m(S)}{w(S)} = \frac{7,594 \cdot 10^4 \text{ kg}}{0.049} = 1,549 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

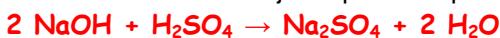
/1

	5
--	---

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 2:

	5
--	---

- 4.** Nakon dodatka 30 cm^3 otopine NaOH koncentracije $0,025 \text{ mol/dm}^3$ u 50 cm^3 otopine sumporne kiseline, dobivena je otopina čiji je $\text{pH} = 11$. Kolika je množinska koncentracija otopine sumporne kiseline?



dodani OH^- ioni:

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{OH}^-) \cdot V(\text{ot.}) = 0,025 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,03 \text{ dm}^3 = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Nakon dodatka lužine višak OH^- -iona iznosi:

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \quad (\text{pH} = 11)$$

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{OH}^-) \cdot V(\text{ot.}) = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,08 \text{ dm}^3 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Za neutralizaciju je utrošeno:

$$n(\text{OH}^-) = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 6,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{H}^+)} = \frac{1}{2}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{H}^+) = \frac{1}{2} \cdot 6,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 3,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{ot.})} = \frac{3,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,050 \text{ dm}^3} = 0,0067 \text{ mol/dm}^3$$

/1

/1

/1

/1

/1

/1

6

- 5.** Produkt topljivosti srebrova kromata pri 25°C je $2,5 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$. Izračunajte:

- a) množinsku koncentraciju iona soli u otopini
b) masu iona srebra, Ag^+ , u 250 mL otopine

a) Jednadžba disocijacije:



$$[\text{CrO}_4^{2-}] = x$$

$$[\text{Ag}^+] = 2x$$

$$K_{\text{top}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = (2x)^2 \cdot x = 4x^3$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{top}}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{2,5 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}}{4}} = 8,55 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = x = 8,55 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{Ag}^+] = 2x = 1,71 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

/1

/1

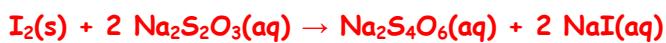
/1

$$\text{b) } m(\text{Ag}^+) = c(\text{Ag}^+) \cdot V(\text{ot.}) \cdot M(\text{Ag}^+) = 1,71 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 \cdot 107,9 \text{ g mol}^{-1} = 0,00461 \text{ g} = 4,61 \text{ mg}$$

/1

4

- 6.** Dva grama legure bakra otopljeno je u koncentriranoj dušičnoj kiselini, sadržaj je preliven u odmjeru tikvicu od 100 cm^3 i dopunjeno destiliranim vodom do ozake. Od tako pripremljene otopine otpipetirano je 20 cm^3 i dodan čvrsti kalijev jodid. Nastali jod titriran je otopinom natrijeva tiosulfata koncentracije $0,1015 \text{ mol/dm}^3$ i pritom je utrošeno $40,25 \text{ cm}^3$ otopine. Natrijev tiosulfat oksidira se u natrijev tetratlonat ($\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$). Koliki je maseni udio bakra u ispitivanoj leguri? Prikažite jednadžbama kemijskih reakcija opisane promjene i naznačite agregacijska stanja.



(Tolerira se ako uz CuI ne piše agregacijsko stanje ili čak pogrešno (aq).
Naravno mora biti sve dobro izjednačeno.)

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{ot}) = 0,1015 \text{ mol/dm}^3 \cdot 40,25 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 4,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = \frac{1}{2}$$

$$n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot 4,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,04 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]}{n(\text{I}_2)} = \frac{2}{1}$$

$$n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = 2 \cdot n(\text{I}_2) = 2 \cdot 2,04 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 4,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = n(\text{Cu})$$

$$n(\text{Cu}) = 0,00408 \text{ mol u } 20 \text{ cm}^3, \text{ a u } 100 \text{ cm}^3 \text{ je } n(\text{Cu}) = 0,00408 \cdot 5 = 0,0204 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,0204 \text{ mol} \cdot 63,54 \text{ g/mol} = 1,296 \text{ g}$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{legura})} = \frac{1,296 \text{ g}}{2 \text{ g}} = 0,6481 = 64,81 \%$$

/1

/1

/1

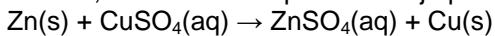
/1

/1

/1

6

- 7.** Kolike su standardna Gibbsova energija i konstanta ravnoteže reakcije Daniellova članka pri 25 °C, ako se redoks-proces odvija prema jednadžbi:



Standardni elektrodni potencijali iznose:

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,340 \text{ V}, E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,763 \text{ V}$$



$$z = 2$$

$$E^\circ(\text{čl.}) = E^\circ_K - E^\circ_A = 0,0340 \text{ V} - (-0,763 \text{ V}) = 1,103 \text{ V}$$

$$\Delta_r G^\circ = -z \cdot F \cdot E^\circ(\text{čl.}) = -2 \cdot 96\,480 \text{ C mol}^{-1} \cdot 1,103 \text{ J/C}$$

$$\Delta_r G^\circ = -212,8 \cdot 10^3 \text{ J mol}^{-1} = -212,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K^\circ \Rightarrow$$

$$\ln K^\circ = -\frac{\Delta_r G^\circ}{RT} = -\frac{-212,8 \cdot 10^3 \text{ J mol}^{-1}}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 85,89$$

$$K^\circ = e^{85,89} = 2,0 \cdot 10^{37}$$

/1

/2

/2

5

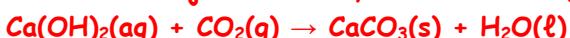
- 8.** Zaokružite slovo ispred točnog predviđanja rezultata pokusa. Električna provodnost otopine kalcijeva hidroksida, kroz koju se propušta ugljikov(IV) oksid mijenja se na sljedeće načine:

- a) stalno se smanjuje
- b) stalno se povećava
- c) povećava se pa se smanjuje
- d) smanjuje se pa se povećava

Svako predviđanje potkrijepite jednadžbom kemijske reakcije. Pazite na agregacijska stanja!

/1

Na početku električna provodljivost se smanjuje jer se smanjuje broj električni nabijenih čestica, a nastali CaCO_3 gotovo nije topljiv.



/1,5

Nakon potpune neutralizacije hidroksida, CaCO_3 će reagirati s CO_2 pri čemu nastaje kalcijev hidrogenkarbonat, sol topljiva u vodi pa se provodljivost povećava.



(Ne mora biti objašnjenje, samo napisane jednadžbe k.r. 1 bod, a za agregacijsko stanje 0,5 boda.)

/1,5

4

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 5:

9

- 9.** U reakcijsku posudu volumena $14,00 \text{ dm}^3$ pri određenoj temperaturi, stavljen je 448 g kisika i 896 g sumporova(IV) oksida pri čemu nastaje sumporov(VI) oksid. Ravnoteža je postignuta kad je utrošeno 10% kisika. Odredite vrijednost konstante ravnoteže(K_c) pri temperaturi eksperimenta za ovu reakciju?



Polazno stanje:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{448 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 14 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2) = \frac{896 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 14 \text{ mol}$$

$$\text{Utrošeni kisik: } n(\text{O}_2) = 14 \text{ mol} \cdot 0,10 = 1,4 \text{ mol}$$

Ravnotežno stanje:

$$n(\text{O}_2) = 14 \text{ mol} - 1,4 \text{ mol} = 12,6 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2) = 14 \text{ mol} - 2 \cdot 1,4 \text{ mol} = 11,2 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_3) = 2 \cdot 1,4 \text{ mol} = 2,8 \text{ mol}$$

Ravnotežne koncentracije:

$$[\text{O}_2] = \frac{12,6 \text{ mol}}{14 \text{ dm}^3} = 0,9 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{SO}_2] = \frac{11,2 \text{ mol}}{14 \text{ dm}^3} = 0,8 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{SO}_3] = \frac{2,8 \text{ mol}}{14 \text{ dm}^3} = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_c = \frac{(0,2 \text{ mol/dm}^3)^2}{(0,8 \text{ mol / dm}^3)^2 \cdot 0,9 \text{ mol / dm}^3} = 6,94 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 / \text{mol}$$

(Priznati ako je riješeno na drugi način.
Priznati samo potpuno točna rješenja, brojčano s jedinicom.)

/1

/1

/1

/1

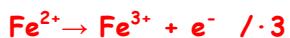
/1

5

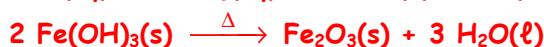
UKUPNO BODOVA NA STRANICI 6:

	5
--	---

10. U otopini $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, uz prisustvo sumporne kiseline, dvovalentno željezo se oksidira dušičnom kiselinom pri čemu nastaje trovalentno željezo. Dodatkom amonijeva hidroksida, točnije amonijaka otopljenog u vodi, istaloži se pripadajući hidroksid koji se nakon toga žari. Masa izarenog taloga željezova(III) oksida iznosila je 0,43899 g. Napišite jednadžbe kemijskih reakcija i izračunajte masu u ishodnoj otopini a) Fe^{2+} i b) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.



(Jednadžba može biti i u molekulskom obliku,
agregacijska stanja moraju biti navedena.)



$$\text{a)} n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{0,43899 \text{ g}}{159,7 \text{ g/mol}} = 2,749 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n[\text{Fe(OH)}_3] = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 2,749 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5,497 \cdot 10^{-3} \text{ mol} =$$

$$n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{Fe}^{2+})$$

$$m(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{Fe}^{2+}) \cdot M(\text{Fe}^{2+}) = 5,497 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 0,307 \text{ g}$$

$$\text{b)} m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \\ = 5,497 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 277,85 \text{ g/mol} = 1,527 \text{ g}$$

/1

/1

/1

/1

/1

/1

6

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

ukupno bodova

	50
--	----

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 7:

6