

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. Ispravljeni 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: _____

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 H 1,008		2 He 4,003															
3 Li 6,941	4 Be 9,012																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,98	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc [98]	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 lantanoïdi	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 aktinoidi	104 Rf [267]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Uut [285]	114 Fl [289]	115 Uup [289]	116 Lv [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]
57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm [145]	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,1	71 Lu 175,0			
89 Ac [227]	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [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, 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	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

MIJENJAM SE...

Cilj: Izvesti pokuse te na temelju opažanja, zaključaka i ponuđenih informacija identificirati tekućine **E**, **F**, **G**, **H** i **I**, tvar **X2**, atome **M3**, **M4** i **N2** te kemijski element **KE1**. Na kraju treba simbolički opisati i objasniti promjene koje su se dogodile u epruvetama **E4**, **E5** i **E6**.

Pribor: 3 epruvete (označene **E4**, **E5** i **E6**), plastična čaša, 5 plastičnih bočica za dokapavanje, injekcijska štrcaljka, mikro-filtr, treščica, šibice

Kemikalije: tekućina **E**, tekućina **F**, tekućina **G**, tekućina **H**, tekućina **I**

KORAK 1 U epruvetu **E4** dokapaj 50 kapi tekućine **E**. **Zabilježi opažanja.**

Tekućina **E** je prozirna i narančasta.

Tekućina **E** je prozirna.

0,5 boda

Tekućina **E** je narančasta.

0,5 boda

KORAK 2 Dokapaj u epruvetu **E4** 30 kapi tekućine **F**. **Zabilježi opažanja.**

Tekućina **F** je bezbojna i prozirna. Dokapavanjem tekućine **F** u epruvetu **E4** njezin sadržaj mijenja boju, postaje tamniji (zelenkasto-crn, maslinasto-zelen) i muti se (talog je taman i sitnozrnat).

Tekućina **F** je bistra.

0,5 boda

Tekućina **F** je bezbojna.

0,5 boda

Promjena boje sadržaja epruvete **E4**.

0,5 boda

Pojava taloga u epruveti **E4**.

0,5 boda

KORAK 3 Dokapaj u epruvetu **E4** 30 kapi tekućine **G**. Protresi dobro sadržaj epruvete nekoliko puta i ostavi je u čaši. Nakon tri minute, pogledaj talog u epruveti **E4**, protresi je dobro, prelij njezin sadržaj u injekcijsku štrcaljku i profiltriraj ga u epruvetu **E5**. **Zabilježi opažanja.**

Tekućina **G** je bezbojna i prozirna. Njezinim dodatkom boja sadržaja epruvete **E4** se mijenja. On postaje svijetložut. Javlja se bijeli (blijedožuti) talog, koji se nakuplja na dnu epruvete **E4**. Nakon filtriranja tekućina u epruveti **E5** je bistra i narančasta.

Tekućina **G** je bezbojna.

0,5 boda

Tekućina **G** je prozirna.

0,5 boda

Pojava bijelog (blijedožutog) taloga u epruveti **E5**.

0,5 boda

Bistar filtrat u epruveti **E5**.

0,5 boda

Narančast filtrat u epruveti **E5**.

0,5 boda

KORAK 4 Dokapaj u epruvetu **E5** 20 kapi tekućine **H**. **Zabilježi opažanja.**

Tekućina **H** je bezbojna i prozirna. Njezinim dodatkom u epruveti **E5** pojavljuje se žuti talog.

Tekućina **H** je prozirna.

0,5 boda

Tekućina **H** je bezbojna.

0,5 boda

Pojava žutog taloga u epruveti **E5**.

0,5 boda

KORAK 5 Uzmi epruvetu **E5**, dobro je protresi, i filtriraj njezin sadržaj u epruvetu **E6** pomoću injekcijske štrcaljke i mikro-filtera. Dokapaj u filtrat, kap po kap i uz blago protresanje sadržaja epruvete, 20 kapi tekućine **I**. Ispitaj goriva svojstva nastalog produkta. **Zabilježi opažanja.**

Tekućina **H** je bezbojna i prozirna. Filtrat u epruveti **E6** je narančast i bistar. Već prva dodana kap tekućine **I**, jako zatamni sadržaj epruvete **E6**. Boja sadržaja postaje tamnocrvena. Pojavljuju se

mjehurići bezbojnog plina. Čuje se pucketanje iz epruvete E6. S vremenom se plin razvija sve brže. Tinjajuća treščica plane. Stajanjem, vrati se početna boja sadržaja (tekućine) u epruveti E6 i prestaje razvijanje plina.

Tekućina I je prozirna.	0,5 boda
Tekućina I je bezbojna.	0,5 boda
Filtrat u epruveti E6 je narančast.	0,5 boda
Filtrat u epruveti E6 je bistar.	0,5 boda
Crvena boja sadržaja epruvete E6.	0,5 boda
Razvijanje bezbojnog plina u epruveti E6.	0,5 boda
Sve brže razvijanje plina u epruveti E6.	0,5 boda
Tinjajuća treščica plane.	0,5 boda
Povratak početne boje sadržaja (otopine) epruvete E6.	0,5 boda
Prestanak razvijanja plina u epruveti E6.	0,5 boda

ŠTO SE TO DOGAĐA?

PITANJE 1 Tekućina **E** je vodena otopina ionskog spoja **X2** kojeg izgrađuju tri vrste atoma. Katione ionskog spoja **X2** čine atomi metala **M3**, a anione izgrađuju atomi metala **M4** i atomi nemetala **N2**. Metal **M3** boji plamen žuto, mekan je i može ga se rezati nožem.

Napiši kemijsku oznaku metala **M3**.

Na

točna kemijska oznaka metala M3

0,5 boda

PITANJE 2 Anioni ionskog spoja **X2** su dvovalentni, a sastoje se od dva atoma metala **M4** i nekoliko atoma nemetala **N2**. Relativna molekulska masa formulske jedinice ionskog spoja **X2** je 261,98, a maseni postotak metala **M4** 39,70 %. Odredi vrstu atoma metala **M4**.

$$A_r(M4) = [w(M4) \cdot M_r(FJ X2)] / 2 = [261,98 \cdot 0,3970] / 2 = 52,00$$

Kemijski naziv metala **M4** je krom.

za povezivanje $A_r(M4)$ i $M_r(X2)$

0,5 boda

za točan kemijski naziv metala M4

0,5 boda

PITANJE 3 Kada je naboj atoma **N2** -2, oni sadrže 10 elektrona. Napiši kemijsku oznaku izotopa atoma **N2** koji sadrže 26 subatomske čestice.

Kemijska oznaka izotopa atoma **N2** je ^{18}O .

točna kemijska oznaka izotopa N2

0,5 boda

PITANJE 4 Na temelju podataka i odgovora na prethodna tri pitanja, odredi kemijsku formulu ionskog spoja **X2** i napiši njegov kemijski naziv.

Anioni ionskog spoja **X2** su dvovalentni, a natrijevi kationi jednovalentni što znači da formulska jedinica ionskog spoja **X2** sadrži dva iona natrija.

Formulska jedinica ionskog spoja **X2** sadrži dva atoma kroma.

Od iznosa relativne molekulske mase formulske jedinice ionskog spoja **X2** treba odbiti $2A_r(\text{Na})$ i $2A_r(\text{Cr})$ i dobivenu vrijednost podijeliti sa 16 (A_r atoma kisika) i tako će se dobiti broj atoma kisika u kemijskoj formuli ionskog spoja **X2**.

$$M(N2) = [M_r(X2) - 2A_r(\text{Cr}) - 2A_r(\text{Na})] / 16 = [261,98 - 2 \cdot 52,00 - 2 \cdot 22,99] / 16 = 7$$

Kemijska formula ionskog spoja **X2** je $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Kemijski naziv ionskog spoja **X2** je dinatrijev dikromat (ili natrijev dikromat).

točna kemijska formula

0,5 boda

točan kemijski naziv

0,5 boda

PITANJE 5 Tekućina **F** je vodena otopina ionske tvari **F** koja je sol dušične kiseline. Kationi u toj soli su jednovalentni, a pripadaju kemijskom elementu **KE1** koji u prirodi dolazi u dva izotopa. Maseni broj stabilnijeg izotopa je 107 (u prirodnoj smjesi ima ga 51,84 %), a onog manje stabilnog je 109. Napiši kemijski naziv kemijskog elementa **KE1** te kemijsku formulu i kemijski naziv tvari **F**.

Kemijski naziv kemijskog elementa **KE1** je srebro.

Kemijska formula tvari **F** je AgNO_3 .

Kemijski naziv tvari **F** je srebrov nitrat.

točan kemijski naziv KE1

0,5 boda

točna kemijska formula tvari F

0,5 boda

točan kemijski naziv tvari F

0,5 boda

PITANJE 6 Tekućina **G** je vodena otopina tvari **G** koja je životno važna i koristi se u prehrani. Da bi tvar **G** imala i dodatnu zdravstvenu vrijednost dodaje joj se jod. Napiši kemijski naziv i kemijsku formulu tvari **G**.

Kemijski naziv tvari **G** je natrijev klorid.

Kemijska formula tvari **G** je NaCl .

točan kemijski naziv tvari G

0,5 boda

točna kemijska formula tvari G

0,5 boda

PITANJE 7 Prosječna masa dvovalentnih kationa tvari **H** je 207,2 Da. Napiši njihovu kemijsku oznaku.

Kemijska oznaka kationa u tvari **H** je Pb^{2+} .

točna kemijska oznaka kationa u tvari H

0,5 boda

PITANJE 8 Tekućina **I** je koncentrirana vodena otopina tvari **I**. Relativno je stabilna pri sobnoj temperaturi, ali ju je bolje čuvati u hladnjaku. Osjetljiva je na svjetlost i nečistoće. Kemijski je reaktivna. Nagrizava tkivo, no razrijeđena vodom koristi se za dezinfekciju kože i rana te izbjeljivanje tkanina i kose. Masa molekula tvari **I** je 34 Da. Napiši kemijski naziv i kemijsku formulu tekućine (tvari) **I**.

Kemijski naziv tvari **I** je vodikov peroksid.

Kemijska formula tvari **I** je H_2O_2 .

točan kemijski naziv tvari I

0,5 boda

točna kemijska formula tvari I

0,5 boda

PITANJE 9 Napiši za svaku tekućinu sve kemijske vrste (katione, anione, molekule) koje je izgrađuju.

Tekućina	Prisutne kemijske vrste
E	$\text{Na}^+, \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}_2\text{O}$
F	$\text{Ag}^+, \text{NO}_3^-, \text{H}_2\text{O}$
G	$\text{Na}^+, \text{Cl}^-, \text{H}_2\text{O}$
H	$\text{Pb}^{2+}, \text{H}_2\text{O}$
I	$\text{H}_2\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}$

navedeni svi kationi

0,5 boda

navedeni svi anioni

0,5 boda

navedene molekule vodikovog peroksida

0,5 boda

u svakom retku navedene molekule vode

0,5 boda

PITANJE 10 Tijekom KORAKA 2 u epruveti **E4** dogodila se kemijska promjena koja je uzrokovala povećanje kiselosti njezinog sadržaja. Koja kemijska vrsta je zasigurno produkt te kemijske promjene?

Oksonijev ion.

oksonijev ion

0,5 boda

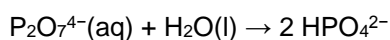
PITANJE 11 Na temelju prethodnog pitanja i odgovora, koja kemijska vrsta je zasigurno reaktant u kemijskoj promjeni koja se tijekom KORAKA 2 dogodila u epruveti **E4**.

To su molekule vode.

molekule vode

0,5 boda

PITANJE 12 Kada dolazi do povećanja kiselosti, molekule nekih kiselina više neće potpuno disociirati pa će u vodenim otopinama biti prisutni njihovi hidrogenirani kiselinski ostatci, npr. HSO_4^- ili HCO_3^- ioni. U takvim uvjetima može doći i do pregradnje (raspada) složenijih molekula u jednostavnije. Tako će se primjerice pirofosfatni ioni $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ raspasti u dva hidrogenfosfatna aniona, HPO_4^{2-} , tj.



U koju kemijsku vrstu će se u uvjetima povećanja kiselosti pregraditi anioni ionskog spoja **X2**. Napiši odgovarajuću kemijsku formulu.

Anioni ionskog spoja **X2** pregradit će se u HCrO_4^- .

stehiometrijski točna kemijska formula

0,5 boda

točan naboj kemijske formule

0,5 boda

PITANJE 13 Napiši jednadžbu kemijske reakcije kojom ćeš opisati kemijsku promjenu koja se tijekom KORAKA 2 dogodila u epruveti **E4**. Imaj na umu da je, osim promjene kiselosti, došlo i do nastajanja taloga srebrova kromata. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.



napisani svi reaktanti

1 bod

napisani svi produkti

1 bod

izjednačena masa	1 bod
izjednačen naboj	1 bod
navedena sva agregacijska stanja	1 bod

PITANJE 14 Napiši jednadžbu kemijske reakcije za kemijsku promjenu koja se dogodila u epruveti **E4** tijekom KORAKA 3. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.



prepoznat jedan reaktant	1 bod
prepoznat drugi reaktant	1 bod
prepoznat jedan produkt	1 bod
prepoznat drugi produkt	1 bod
izjednačena masa	0,5 boda
izjednačen naboj	0,5 boda
navedena sva agregacijska stanja	0,5 boda

PITANJE 15 Tijekom KORAKA 5 u epruveti **E6** dogodila se kemijska promjena tijekom koje su se molekule tvari **I** raspale u dva različita produkta. Jedan od tih produkata je plin, a drugi tekućina. Na temelju opažanja tijekom KORAKA 5 i kemijskog sastava tvari **I**, napiši kemijske nazive i kemijske oznake (formule) produkata te kemijske reakcije.

Kisik, O_2 i voda, H_2O .

prepoznat produkt kisik	1 bod
navedena kemijska oznaka kisika	1 bod
prepoznat produkt voda	1 bod
navedena kemijska formula vode	1 bod

PITANJE 16 Napiši jednadžbu kemijske reakcije kojom ćeš opisati promjenu koja se dogodila u epruveti **E6** tijekom KORAKA 5. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.



navedeni svi reaktanti i produkti	0,5 boda
izjednačena masa	0,5 boda
navedena točna agregacijska stanja	0,5 boda

PITANJE 17 Ne temelju početnog i konačnog izgleda sadržaja epruvete **E6** te tijeka kemijske promjene koja se u njoj dogodila, kakva je ta kemijska promjena bila po svojoj naravi? Razmisli o ulozi atoma metala **M4**.

Kako je sadržaj epruvete **E6** jednake boje na kraju i na početku pokusa, a razvijanje plina je tijekom promjene bilo sve brže, riječ je o katalitičkoj promjeni.

katalitička promjena	1 bod
----------------------	-------