

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ki) osnovnih i srednjih škola 2019.

12–13. studenoga 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. Ispravljani odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za: **II. dio natjecanja: 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: **II. dio natjecanja: pisana zadaća**

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učenici(ki)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 lanthanoidi	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]			

MISTER X

Cilj pokusa: Na temelju opisanog pokusa odredi identitet tvari X i njezinu topljivost u vodi.

Pribor: drveni stalak, 10 epruveta, injekcijska šprica od 20 mL, staklena čaša od 50 mL, staklena čaša od 250 mL, termometar, plinski plamenik, šibice, drvena hvataljka, žličica, satno staklo, stakleni lijevak, škare, filtrirni papir, metalna platinasta igla, keramička pločica

Kemikalije: tvar X ($\text{KNO}_3(\text{s})$), destilirana voda ($\text{H}_2\text{O}(\text{l})$), otopina O1 ($\text{AgNO}_3(\text{aq})$, $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$), otopina O2 ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$, $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$), otopina O3 ($\text{KI}(\text{aq})$, $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$), otopina O4 ($\text{KCl}(\text{aq})$, $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$), zasićena otopina željezova(II) sulfata, koncentrirana sumporna kiselina

Eksperimentalni dio 1.**Promjena entalpije pri otapanju soli X**

U drvenom stalku pripremljena je epruveta i u njoj 5 g nepoznate soli X bijele boje. Pokraj nje nalazila se čaša s destiliranom vodom. Izmjerena je i zabilježena početna temperatura destilirane vode.

$$t(\text{H}_2\text{O}) = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$$

U epruvetu sa soli X je injekcijskom špricom dodano točno 10 mL destilirane vode. Pažljivo je miješan sadržaj epruvete da bi se otopiti kristalići. Nakon dvije minute miješanja kristalići se nisu u potpunosti otopili. Izmjerena je i zabilježena temperatura otopine.

$$t(\text{smjese}) = 13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Zadatak 1. Odredite kakav je proces otapanje tvari X u vodi s obzirom na izmjenu topline između epruvete i okoline?

Odgovor: _____

endoterman proces

1 bod

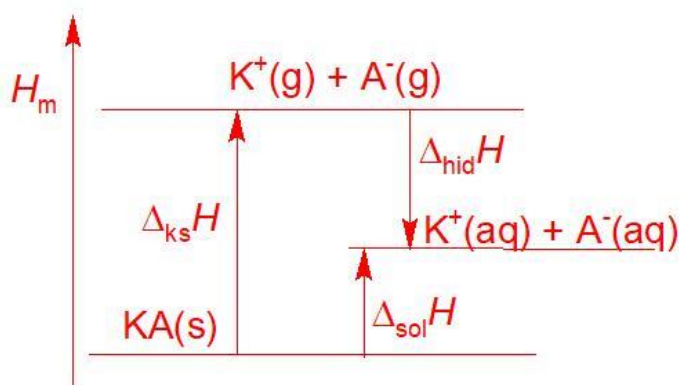
Zadatak 2. Usporedite apsolutne vrijednosti promjene entalpije kristalne rešetke i promjene entalpije hidratacije za otapanje soli X u vodi.

Odgovor: _____

$$\Delta_{\text{ks}}H > \Delta_{\text{hid}}H$$

1 bod

Zadatak 3. Sol X sastoji od kationa K^+ i aniona A^- koji čine formulsku jedinku tipa KA. Nacrtaj entalpijski dijagram otapanja te soli u vodi.



1 bod za sve točno označene čestice s agregacijskim stanjima

1 bod za ispravno usmjerene strelice na dijagramu s odgovarajućom oznakom entalpije, te ispravnu oznaku ordinate

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

4

Eksperimentalni dio 2.
Topljivosti soli X

Upaljen je plamenik. Epruveta s vodom i soli X polagano je zagrijavana dok se sva sol X nije otopila, a potom je epruveta vraćena u stalak i u otopinu je uronjen termometar. Hlađenjem su se u epruveti pojavili kristalići. Temperatura kod koje su se ponovo pojavili kristalići zabilježena je u tablicu 1.

Nakon kristalizacije i bilježenja temperature u istu je epruvetu dodano još 1 g soli X. Epruveta je ponovno zagrijana dok se sva sol nije otopila, a potom je ponovljen postupak hlađenja epruvete i mjerenja temperature pri kojoj dolazi do kristalizacije soli X. Nova temperatura također je zabilježena u tablicu 1.

Postupak otapanja i bilježenja temperature pri kojoj se pojavljuju kristalići ponovljen je još tri puta, a svaki puta je u istu epruvetu dodano po 1 gram soli X.

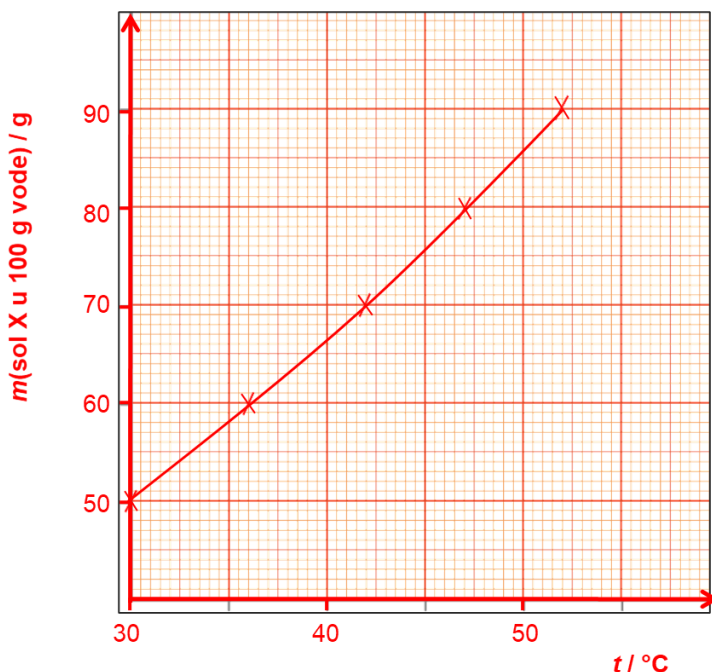
Zadatak 4. Izračunaj masu soli X u gramima koja se maksimalno može otopiti u 100 g vode pri izmjerenim temperaturama i upiši je na odgovarajuće mjesto u tablici. (Pretpostavka je da 1 mL vode ima masu 1 g.)

Tablica 1. Ovisnost topljivosti soli X o temperaturi

$m(\text{sol X}) / \text{g}$	5	6	7	8	9
$t(\text{pojava kristalića}) / ^\circ\text{C}$	30	36	42	47	52
$m(\text{sol X u } 100 \text{ g H}_2\text{O}) / \text{g}$	50	60	70	80	90

5x0,5 boda

Zadatak 5. Nacrtaj krivulju topljivosti soli X u vodi izraženu masom soli X koja se može otopiti u 100 grama vode u ovisnosti o temperaturi.



2 × 0,5 boda za svaku os (dobra distribucija vrijednosti, oznaka fizikalne veličine i mjerne jedinice)

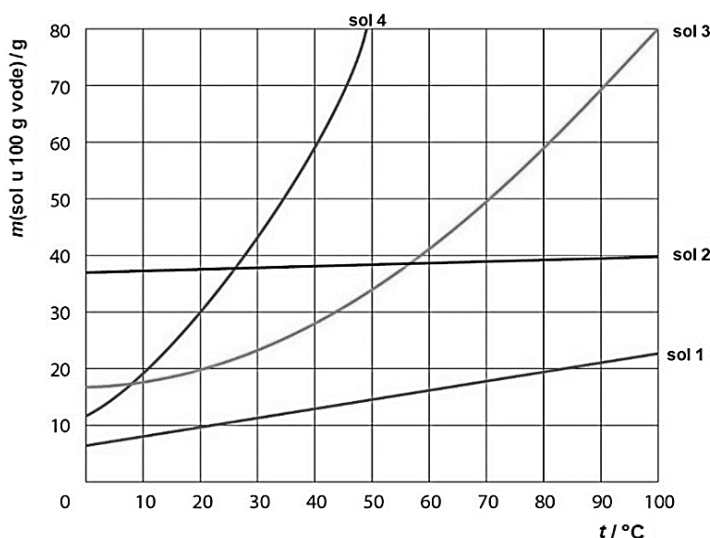
1 bod za točno unešene sve točke (ako je jedna točka kriva 0,5 boda, a dvije ili više krivih 0 bodova)

0,5 boda za izmjerene točke spojene u krivulju

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

5

Zadatak 6. Slika 1 prikazuje ovisnost topljivosti nekih soli u vodi o temperaturi.



Slika 1. Ovisnost topljivosti nekih soli u vodi o temperaturi

Zadatak 6.1. Koja krivulja topljivosti soli sa slike 1 najbolje odgovara topljivosti soli X.

Odgovor: _____

krivulja soli 4

1 bod

Zadatak 6.2. Iz krivulje sa slike 1 odredi kakva je, prema zasićenju, otopina soli 4 u kojoj je pri 20 °C u 50 g vode otopljeno 30 g soli.

Odgovor: _____

prezasićena

1 bod

Zadatak 6.3. Iz krivulje topljivosti soli 3 sa slike 1 izračunaj kolika se masa soli 3 istaloži ako se 200 g zasićene otopine te soli temperature 70 °C ohladi za 50 °C.

Prema krivulji topljivosti pri 70 °C u 100 g vode otopljeno je 50 g soli 3, $m(\text{otopine}) = 150 \text{ g}$

$$w(\text{sol 3 pri } 70^\circ\text{C}) = \frac{m(\text{sol 3})}{m(\text{otopine})} = \frac{50 \text{ g}}{150 \text{ g}} = 0,333$$

$m(\text{sol 3})$ u 200 g zasićene otopine je pri 70 °C

$$m(\text{sol 3}) = w(\text{sol 3}) \cdot m(\text{zasićene otopine}) = 66,7 \text{ g}$$

1 bod

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 133 \text{ g}$$

1 bod

Prema krivulji topljivosti pri 20 °C u 100 g vode otopljeno je 20 g soli, $m(\text{otopine}) = 120 \text{ g}$

$$w(\text{sol 3 pri } 20^\circ\text{C}) = \frac{m(\text{sol 3})}{m(\text{otopine})} = \frac{20 \text{ g}}{120 \text{ g}} = 0,167$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = 1 - w(\text{sol 3}) = 0,833$$

$$m(\text{zasićene otopine pri } 20^\circ\text{C}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{w(\text{H}_2\text{O})} = \frac{133 \text{ g}}{0,833} = 160 \text{ g}$$

1 bod

$$m(\text{sol 3 pri } 20^\circ\text{C}) = m(\text{zasićene otopine pri } 20^\circ\text{C}) - m(\text{H}_2\text{O}) = 160 \text{ g} - 133 \text{ g} = 27 \text{ g}$$

$$m(\text{istaložene soli}) = m(\text{sol 3 pri } 70^\circ\text{C}) - m(\text{sol 3 pri } 20^\circ\text{C}) = 39,7 \text{ g}$$

1 bod

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

6

Eksperimentalni dio 3.**Dokaz kationa soli X**

Iz epruvete je uzeto nekoliko kapi otopine soli X i stavljeno na satno staklo. Platinasta žica užarena je u plamenu plamenika te je uronjena u otopinu na satnom staklu, a potom je ponovo vraćena u plamen plamenika. Zabilježeno je slijedeće opažanje.

Plamen se obojio ljubičastom bojom.

Zadatak 7. Koja je čestica iz soli X odgovorna za tu boju? Napišite naziv te kemijske vrste i prikažite je Lewisovom simbolikom.

Naziv čestice: _____

kalijev kation

1 bod

Lewisov simbol čestice: _____

[K]⁺

1 bod

Zadatak 8. Fotoni svjetlosti imaju određenu količinu energije. Kada fotoni udare o površinu metala oni mogu omogućiti elektronima metala da napuste površinu metala. Pri tome se dio energije fotona troši na odvajanje elektrona iz atoma (izlazni rad) a dio energije prelazi u kinetičku energiju izbačenog elektrona. Tu pojavu zovemo fotoelektrični efekt.

Energija potrebna za odvajanje elektrona iz atoma koji je kation u soli X je 2,25 eV (1 eV = 1,6022 × 10⁻¹⁹ J). Ako se taj metal obasja ultraljubičastom svjetlošću valne duljine 1,50 × 10⁻⁷ m odredi koja je najveća brzina izbačenog elektrona. (h = 6,626 × 10⁻³⁴ J s; c = 3 × 10⁸ m s⁻¹; m(e⁻) = 9,109 × 10⁻³¹ kg)

$$E = h \cdot \nu$$

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{1,50 \times 10^{-7} \text{ m}} = 1,33 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$W = 2,25 \text{ eV} \cdot 1,6022 \times 10^{-19} \text{ J} = 3,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = W + E_k$$

$$E_k = E - W = 9,70 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 E_k}{m}} = 1,46 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$$

1 bod za izračunatu energiju svjetlosti

1 bod za izračunati izlazni rad

1 bod za izračunatu kinetičku energiju

1 bod za izračunatu brzinu elektrona

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

	6
--	----------

Eksperimentalni dio 4.**Dokaz aniona soli X**

Zadatak 9.1. Anion soli X kiselinski je ostatak jake monoprotne kiseline. U anionu relativne molekulske mase 62,01 maseni udio kisika je 77,41 %, a ostatak čini drugi element. Koja je formula aniona, A⁻ ?

$$w(O) = \frac{N(O) \cdot A_r(O)}{M_r(\text{anion})}$$

$$N(O) = \frac{w(O) \cdot M_r(O)}{A_r(O)} = \frac{0,7741 \cdot 62,01}{16,00} = 3$$

$$A_r(\text{element}) = 62,01 - 3 \cdot 16,00 = 14,01$$

Formula aniona A⁻ : _____



1 bod formula nitratnog iona

1 bod izračunat broj atoma kisika

1 bod izračunata relativna atomska masa nepoznatog elementa

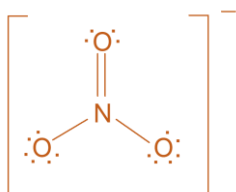
3 bod

Zadatak 9.2. Napiši naziv aniona soli X.

nitratni ion

1 bod

Zadatak 9.3. Anion soli X prikaži Lewisovom strukturnom formulom poštujući pravila VSEPR teorije.



1,5 bod za Lewisovim simbolima prikazan nitratni anion s planarnim prostornim oblikom iona

1,5 bod

Zadatak 10. Bistroj otopini soli X dodano je 20 kapi zasićene otopine željezova(II) sulfata, a potom pažljivo niz stijenku epruvete 5 kapi koncentrirane sumporne kiseline. Na mjestu dodira otopina pojavio se tamno smeđi prsten.

Zadatak 10.1. Opisana promjena posljedica je redoks–reakcije u kojoj se željezovi(II) ioni oksidiraju. Napiši reakciju oksidacije željezovih(II) iona.

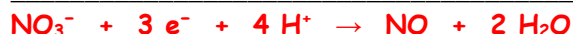
Reakcija oksidacije: _____



1 bod

Zadatak 10.2. U opisanoj redoks–reakciji anion soli X u kiselj sredini se reducira i stvara odgovarajući monoksid i molekule vode. Napiši tu reakciju redukcije.

Reakcija redukcije: _____



1 bod

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	7,5
--	------------

Eksperimentalni dio 5.**Taložne reakcije kationa i aniona različitih soli**

U bočicama 1 i 2 nalaze se bezbojne vodene otopine dviju soli (O1, O2), jednakih aniona kao i anion soli X ali različitih kationa. Kation jedne soli je jednovalentan a kation druge soli je dvovalentan.

U bočicama 3 i 4 također se nalaze bezbojne vodene otopine još dviju soli (O3, O4) jednakih kationa kao i kation soli X ali različitih jednovalentnih aniona.

POKUS 1.

Kada se u prvu epruvetu doda 10 kapi otopine O1 i 10 kapi otopine O3 opaža se nastajanje blijedožutog taloga.

POKUS 2.

Kada se u drugu epruvetu doda 10 kapi otopine O1 i 10 kapi otopine O4 opaža se nastajanje bijelog taloga. Talog stajanjem počinje mijenjati boju u sivu.

POKUS 3.

Kada se u treću epruvetu doda 10 kapi otopine O2 i 10 kapi otopine O3 opaža se nastajanje intenzivno žutog taloga.

POKUS 4.

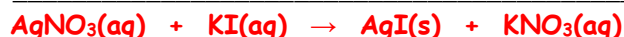
Kada se u četvrtu epruvetu doda 10 kapi otopine O2 i 10 kapi otopine O4 opaža se nastajanje bijelog taloga.

Tablica 2. Opažanja taložnih reakcija kojima se dokazuju kationi i anioni četiriju nepoznatih soli u otopinama O1 do O4

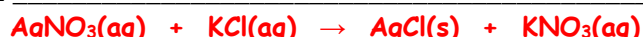
epruveta	epruveta 1	epruveta 2	epruveta 3	epruveta 4
pomiješane otopine	O1 + O3	O1 + O4	O2 + O3	O2 + O4
opažanja	blijedo žuti talog	bijeli talog	intenzivno žuti talog	bijeli talog
		stajanjem mijenja boju u sivu		

Zadatak 11.1. Napiši jednadžbe kemijskih reakcija u epruvetama 1 – 4 uz obavezno navođenje agregacijskih stanja.

Epruveta 1 _____



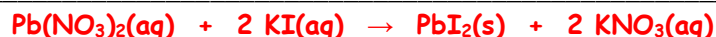
Epruveta 2 _____



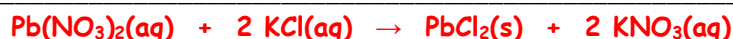
Epruveta 2 (nakon stajanja) _____



Epruveta 3 _____



Epruveta 4 _____



5 × 1 bod za svaku točno napisanu i izjednačenu jednadžbu

5 × 0,5 boda za sva agregatna stanja točna ako je jednadžba ispravno napisana

Priznaju se i točne jednadžbe u ionskom obliku ili djelomično u ionskom obliku.

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	7,5
--	------------

Zadatak 11.2. Napiši kemijske nazive četiriju soli koje se nalaze u otopinama O1, O2, O3 i O4.

Otopina O1 _____

srebrov nitrat

Otopina O2 _____

olovov(II) nitrat

Otopina O3 _____

kalijev jodid

Otopina O4 _____

kalijev klorid**4x1 bod**

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

4. stranica

5. stranica

+

6. stranica

+

7. stranica

=

Ukupni bodovi

40

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

<input type="text"/>	4
----------------------	----------