

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. 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: _____

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	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

POKUS: PEDESET NIJANSI ŽUTE

CILJ: Odrediti svojstva, identitet i stehiometriju prema kojoj reagiraju tvari **X** i **Y**, na temelju načinjenih kemijskih proba, zabilježenih opažanja, izvedenih zaključaka i ponuđenih dodatnih informacija.

Pribor: stalak za epruvete, 11 epruveta, 1 čep za epruvete, 2 kapalice s gumicom, 6 plastičnih bočica za dokapavanje (jedna od 10 mL, dvije od 20 mL, tri od 50 mL), smeđa staklena bočica od 10 mL s kapalicom, čaša od 100 mL, plastična čaša, univerzalni indikatorski papir, voodootporni flomaster, satno staklo, stakleni štapić, kuhalo za vodu, papirnati ubrusi

Kemikalije: tekućina **X** (vodena otopina barijeva klorida, $\gamma(\text{BaCl}_2) = 126,0 \text{ g L}^{-1}$), tekućina **Y** (vodena otopina kalijeva kromata, $\gamma(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 100,0 \text{ g L}^{-1}$), kalijev dikromat $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s})$, tekućina **T1** (sumporna kiselina, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,0 \text{ mol L}^{-1}$), tekućina **T2** (natrijeva lužina, $c(\text{NaOH}) = 2,0 \text{ mol L}^{-1}$), vodena otopina srebrova nitrata $c(\text{AgNO}_3) = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$, vodena otopina kalijeva klorida, $c(\text{KCl}) = 1,0 \text{ mol L}^{-1}$, destilirana voda

Podcrtani navodi u odgovorima su nužni za predviđene bodove

OPREZ: zaštitne rukavice i naočale! **Otopine X i Y su otrovne.** Rad s nadražujućim kemikalijama! Tijekom rada ne dirati lice rukama zbog mogućih tragova kemikalija na rukavicama! Ako kemikalije slučajno dospiju na kožu, poliveno mjesto treba oprati vodom.

I. RADNI LIST I ZADATCI

KORAK 1 Promotrite i opišite tekućinu **X** i tekućinu **Y** koje se nalaze u bočicama obilježenim jednakim oznakama.

Tekućina **X** Bezbojna i prozirna tekućina. /0,5

Tekućina **Y** Žuto obojena i prozirna tekućina. /0,5

KORAK 2

(A) Uspjeh pokusa ovisi o vrlo preciznom dokapavanju stoga isprobajte kapalicu bočice **X** i kapalicu bočice **Y** prije pokusa tako da nekoliko kapi pojedine tekućine ispustite u plastičnu čašu kap po kap.

(B)

1. U epruvetu **E1** dokapajte **60 kapi** tekućine **X** a potom **20 kapi** tekućine **Y**. Smjesu promućkajte potresanjem i odložite epruvetu u stalak.

2. U epruvetu **E2** dokapajte **40 kapi** tekućine **X** a potom **40 kapi** tekućine **Y**. Smjesu promućkajte potresanjem i odložite epruvetu u stalak.

Ponovite još jednom pažljivo ovaj postupak u epruveti **E2** radi usporedbe i kontrole.

3. U epruvetu **E3** dokapajte **20 kapi** tekućine **X** a potom **60 kapi** tekućine **Y**. Smjesu promućkajte potresanjem i odložite epruvetu u stalak.

Zabilježite opažanja koja su zajednička u svim epruvetama.

Dokapavanjem tekućine Y u tekućinu X sadržaj se zamuti od nastalog sitnozrnog žutog taloga.

za talog (zamućenje) /0,5

za boju taloga /0,5

za veličinu čestica taloga /0,5

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

2,5

(C) Uronite pripremljene smjese u epruvetama **E1**, **E2₁**, **E2₂** i **E3** u čašu s vrućom vodom i ostavite stajati 5-6 minuta. Pažljivo i bez potresanja izvadite epruvete iz čaše i ostavite stajati u stalku još 5 minuta. Epruvete više tijekom cijelog pokusa **ne smijete potresati**.

(Vruću vodu ćete dobiti od nastavnika. Dok čekate načinite KORAK 8.)

Zabilježite opažanja.

Epruveta **E1** _____ **Žuta sitnozrna tvar potpuno se istaložila na dno epruvete.** /0,5
Tekućina iznad taloga je bezbojna i bistra. _____ /0,5

Epruveta **E2₁** _____

Epruveta **E2₂** _____ **Žuta sitnozrna tvar potpuno se istaložila na dno epruvete.** /0,5
Tekućina iznad taloga je bezbojna i bistra. _____ /1,0

Epruveta **E3** _____ **Žuta sitnozrna tvar potpuno se istaložila na dno epruvete.** /0,5
Tekućina iznad taloga je ojojena žuto i bistra. _____ /0,5

ZADATAK 1 Usporedite opažanja u epruvetama **E1**, **E2_{1,2}** i **E3**.

Za usporedbu visina stupca taloga (volumena taloga) u epruvetama. /0,5

Za navedeni odnos volumena taloga 1:2:1. /0,5

Za usporedbu boja tekućina iznad taloga. /0,5

Za međusobni odnos visine stupca (volumena) taloga i volumena tekućine X i Y. /1,0

(Visina stupca taloga odgovara volumenu tvari (tekućine) koje ima manje u priređenoj smjesi.)

ZADATAK 2 Na temelju svih opažanja i usporedbi do sada tijekom pokusa iskažite jednom rečenicom uočenu zakonitost u reakciji tvari **X** i tvari **Y** i **obrazložite zaključak**.

Tvar X i tvar Y reagiraju u stalnom odnosu volumena (masa), (1:1). /1,0

U epruveti E1 limitirajući reaktant je tvar Y; visina stupca taloga (produkta) ovisi o volumenu tvari Y dok je tvar X u suvišku (tekućina iznad taloga nije obojena). /0,5

U epruveti E3 limitirajući reaktant je tvar X; visina stupca taloga ovisi o volumenu tvari X dok je tvar Y u suvišku (tekućina iznad taloga obojena je žuto). /0,5

U epruveti E2 odnos volumena tvari X, tvari Y i nastalog taloga (produkta) je 1:1:1; volumen taloga (produkta) je dvostruko veći nego u epruvetama E1 i E3 jer je i dvostruko više svakog od reaktanata koji reagiraju u odnosu volumena 1:1. /0,5

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

	8,5
--	------------

ZADATAK 3 Predložite pripremu još dviju smjesa tekućina **X** i **Y** u **KORAKU 2(B)** kao dodatnu provjeru opisane zakonitosti u prethodnom zadatku i opišite očekivane rezultate pokusa.

	Sastav reakcijske smjese	Očekivana opažanja
SMJESA 1	Svaki odgovor u kojem je tvar X u suvišku. /0,5	Volumen taloga (produkta) ovisi o volumenu tekućine (tvari) Y, tekućina iznad taloga nije obojena. /0,5
SMJESA 2	Svaki odgovor u kojem je tvar Y u suvišku. /0,5	Volumen taloga (produkta) ovisi o volumenu tekućine (tvari) X, tekućina iznad taloga obojena je žuto. /0,5

KORAK 3 U epruvetu **E4** čistom kapalicom prenesite **5 kapi** tekućine iz epruvete **E1**. Uz potresanje dokapajte kap po kap **3 do 5 kapi** otopine **srebrova nitrata**. Zabilježite opažanja.

_____ **Tekućina je bezbojna i bistra. U reakciji nastaje bijeli gelasti (pahuljasti) talog.** _____ /1

KORAK 4

4.1. U epruvetu **E5** dokapajte **5 kapi** tekućine **Y** iz bočice **Y** i uz potresanje dokapajte kap po kap **10 kapi** otopine **srebrova nitrata**. Odložite epruvetu u stalak 1 do 2 minute i zabilježite opažanja.

_____ **Tekućina Y je bistra i obojena žuto. U reakciji nastaje crveni talog i gubi se žuto obojenje tekućine.** _____

za crveni talog /0,5

za obezbojenje tekućine /0,5

4.2. U sadržaj epruvete **E5** kap po kap uz potresanje dokapajte **15 kapi** vodene otopine **kalijeva klorida**. Odložite epruvetu u stalak 1 do 2 minute. Ako niste sigurni u dio opažanja odlijte dio tekućeg sadržaja u plastičnu čašu i ulijte u epruvetu 3-4 mL destilirane vode. Zabilježite opažanja.

Crveni talog se postupno otapa (već nakon treće kapi i nestaje). /0,5

Sadržaj epruvete se zamuti, nastaje bijeli talog. /1,0

Tekućina se oboji žuto. /0,5

KORAK 5 U epruvetu **E6** čistom kapalicom prenesite 10 kapi otopine iz epruvete **E3**. Uz potresanje dokapajte **10 kapi** otopine **srebrova nitrata**. Odložite epruvetu 1-2 minute u stalak i potom promotrite još jednom sadržaj epruvete. Zabilježite opažanja.

Dodatkom prvih 3 do 4 kapi srebrova nitrata nastaje crveni talog (obojenje) koji uz potresanje nestaje. /0,5

Nakon dodanih 4 do 5 kapi srebrova nitrata daljnjim dokapavanjem trajno nastaje crveni talog. /0,5

Žuto obojenje tekućine se tijekom reakcije postupno gubi do obezbojenja. /0,5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	7,5
--	-----

KORAK 6 Odredite pomoću univerzalnog indikatorskog papira približnu pH-vrijednost tekućina u bočicama **T1** i **T2** i **izvedite zaključke** na temelju mjerenja.

Tekućina **T1** _____ Tekućina **T1** je kisela (pH-vrijednost $1,5 \pm 0,5$). _____ /0,5

Tekućina **T2** _____ Tekućina **T2** je lužnata (pH-vrijednost $13,0 \pm 0,5$). _____ /0,5

KORAK 7 U epruvete **E7** i **E8** dokapajte po **10 kapi** tekućine **Y** iz bočice **Y**.

7.1. U epruvetu **E7** dokapajte **20 kapi** destilirane vode i protresite sadržaj epruvete.

7.2. U epruvetu **E8** u serijama od po 5 kapi dokapajte **20 kapi** tekućine **T1** uz potresanje sadržaja. Usporedite sadržaj u epruvetama **E7** i **E8** i **zabilježite opažanja**.

_____ Žuto obojena tekućina postupno mijenja boju u narančastocrvenu. _____ /0,5

7.3. U sadržaj epruvete **E7** dokapajte još **30 kapi** destilirane vode i protresite sadržaj epruvete. **Zabilježite opažanja**.

_____ Tekućina je i dalje žuto obojena (nema značajnije promjene u boji sadržaja epruvete osim u intenzitetu boje). _____ /0,5

7.4. U sadržaj epruvete **E8** u serijama od po 5 kapi dokapajte **30 kapi** tekućine **T2** uz potresanje. Usporedite sadržaj u epruvetama **E7** i **E8** i **zabilježite opažanja**.

Tekućina postupno mijenja boju iz narančastocrvene u početno žuto obojenje koje se trajno zadržava nakon dodanih 25 kapi. /0,5

Sadržaj epruvete se malo zagrijao. /0,5

KORAK 8

8.1. U epruveti **E9** nalazi se uzorak **kalijeva dikromata**. Dokapajte u epruvetu **60 kapi** destilirane vode uz potresanje. **Zabilježite opažanja**.

Razdijelite sadržaj epruvete **E9** na dva jednaka dijela (uporabite epruvetu **E10** za drugi dio koji će poslužiti kao standard).

_____ Narančastocrveni kristalići su dobro topljivi u vodi i nastaje otopina jednakog obojenja. _____ /0,5

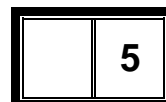
8.2. U preostali sadržaj epruvete **E9** dokapajte uz potresanje u serijama od po 5 kapi **80 kapi** tekućine **X** iz bočice **X**. Uronite epruvetu u čašu s vrućom vodom i ostavite stajati 3 do 4 minute. Odredite **pH-vrijednost** sadržaja u epruveti **E9** i usporedite je s pH-vrijednošću standarda (epruveta **E10**). **Zabilježite opažanja**.

Sadržaj epruvete se zamuti od nastalog sitnozrnog žutog taloga, koji se vremenom razdijeli od tekućine. /0,5

Dodatkom tekućine **X** sadržaj epruvete postupno mijenja boju iz narančastocrvene u žutu (žutocrvenu). /0,5

Tekućina u epruveti **E9** je kisela (pH ≈ 1), a u epruveti **E10** (standard) pH ≈ 3 . /0,5

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :



II. SAMO ZADATCI

ZADATAK 4 Napišite kemijsku formulu i naziv aniona iz tekućeg sadržaja epruvete **E1** odgovornog za opažanja tijekom KORAKA 3 (epruveta **E4**).

_____ **Cl⁻, kloridni ion (anion)** _____

/1

ZADATAK 5 Kemijskom analizom uzorka žute boje sa slike Vinsenta van Goga utvrđen je kemijski sastav pigmenta: maseni udio barija u spoju iznosi 0,542, kroma 0,205 a kisika 0,253. Relativna molekulska masa formulske jedinice spoja iznosi 253,4. **Napišite kemijsku formulu spoja** koji se upotrebljava u slikarstvu kao žuti pigment. Kemijska nepostojanost ove vrste pigmenta vremenom uzrokuje oštećenja starih umjetničkih djela.

Račun:

$$M(E, \text{ spoj}) = w(E, \text{ spoj}) \cdot M_r(\text{spoj}) / A_r(E)$$

Kemijska formula: _____ **BaCrO₄** _____

za veličinski račun

/1,0

za točan odgovor

/1,0

ZADATAK 6

a) Napišite kemijsku formulu i naziv kemijske vrste odgovorne za obojenost otopine u KORAKU 8.1.

_____ **Cr₂O₇²⁻** _____, _____ **dikromatni ion** _____

/0,5

b) U kojem je KORAKU (epruveti) tijekom pokusa ista kemijska vrsta odgovorna za obojenost otopine i što je uzrokovalo to opažanje?

_____ **U KORAKU 7.2. (epruveta E8) nakon dodatka kiseline (tekućine T1).** _____

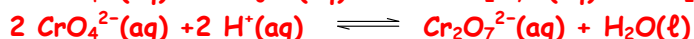
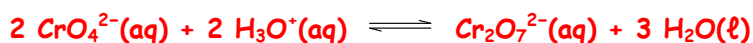
/2x0,5

ZADATAK 7 Na temelju postupka i opažanja u KORAKU 8.2 napišite jednadžbu kemijske reakcije (u ionskom obliku uz naznačena agregacijska stanja) u kojoj kao produkt nastaje žuti pigment kemijske formule određene u ZADATKU 5.



/2

ZADATAK 8 Jednadžbom kemijske reakcije (u ionskom obliku uz naznačena agregacijska stanja) opišite dinamičku ravnotežu kojom se mogu objasniti opažanja u KORAKU 7 i KORAKU 8.2.



/2

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	8,5
--	------------

ZADATAK 9 Napišite kemijsku formulu aniona koji bi uzrokovao obojenje sadržaja epruvete u koju je dodano nekoliko kapi tekućine Y i dvostruko više kapi tekućine T2.

_____ CrO_4^{2-} _____

/1

ZADATAK 10 Na temelju opažanja kroz pokus i odgovora na prethodne zadatke napišite kemijsku formulu tvari X i tvari Y. Kation u spoju Y (tekućina Y) pripada alkalijskom metalu rednog broja 19.

Tvar X _____ BaCl_2 _____

/1

Tvar Y _____ K_2CrO_4 _____

/1

Jednadžbom kemijske reakcije obrazložite svoj odgovor u ZADATKU 2.

_____ $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaCrO}_4(\text{s})$ _____

/1

Imenujte temeljni kemijski zakon kojim bi objasnili opažanja u KORAKU 2?

_____ Zakon stalnih masenih omjera (omjera masa) definirao je francuski kemičar Joseph L. Proust 1799. godine pa se njemu u čast naziva i Proustov zakon. _____

/1

ZADATAK 11 Jednadžbom kemijske reakcije (u ionskom obliku uz naznačena agregacijska stanja) opišite promjenu opaženu u KORAKU 5.

_____ $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$ _____

/1

ZADATAK 12 Jednadžbom kemijske reakcije (u ionskom obliku uz naznačena agregacijska stanja) opišite dinamičku ravnotežu kojom se mogu objasniti opažanja u KORAKU 4.2.

_____ $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons 2 \text{AgCl}(\text{s}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ _____

/2

1. stranica

2. stranica

3. stranica

+

+

+

4. stranica

5. stranica

6. stranica

Ukupni bodovi

+

+

=

	40
--	----

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	8
--	---