

POKUS: Kap po kap, kroz tekućine i prah

CILJ: Odrediti identitet tvari **E1**, **E2**, **E3**, **E4** i tekućina **T1**, **T2** i **T3** na temelju načinjenih kemijskih proba, zabilježenih opažanja, izvedenih zaključaka i ponuđenih dodatnih informacija.

Pribor: stalak za epruvete, 11 epruveta, 3 čepa za epruvete, 4 kapalice s gumicom, 3 plastične bočice za dokapavanje (dvije od 30 mL i jedna od 20 mL), čaša od 100 mL, injekcijska štrcaljka od 10 mL, univerzalni indikatorski papir, vodootporni flomaster, satno staklo, stakleni štapić

Kemikalije: tvar E1 (KH_2PO_4 , $m = 0,08 \text{ g}$), tvar E2 (K_2HPO_4 , $m = 0,08 \text{ g}$), tvar E3 (CaCl_2 , $m = 1,00 \text{ g}$), tekućina T1 [HCl(aq) ; $c = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$], tekućina T2 [NaOH(aq) ; $c = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$], tekućina T3 [$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{(aq)}$; $c = 0,2 \text{ mol L}^{-1}$], otopina indikatora, destilirana voda

OPREZ: zaštitne rukavice i naočale! **Rad s nadražujućim kemikalijama!** Tijekom rada ne dirati lice rukama zbog mogućih tragova kemikalija na rukavicama!

I. RADNI LIST

KORAK 1 (Opažanja zabilježite u tablicu 1.)

Promotrite i opišite tvari **E1**, **E2** i **E3** koje se nalaze u epruvetama označenim istim oznakama.

U epruvete **E1** i **E2** ulijte pomoću injekcijske štrcaljke po 10 mL destilirane vode. Promućkajte dobro sadržaj svake epruvete i **zabilježite opažanja**. Ponovite postupak i za epruvetu **E3**, samo sa 5 mL destilirane vode.

(Opaska: destilirana voda se nalazi u čaši; sadržaj u epruveti se može promiješati i kapalicom koju potom ostavite u pripadnoj epruveti ili je obilježite flomasterom.)

KORAK 2 (Opažanja zabilježite u tablicu 1.)

(a) Odredite pomoću univerzalnog indikatorskog papira približnu pH-vrijednost otopina u epruvetama **E1**, **E2** i **E3**.

(b) U epruvetu **E1** dokapajte 10 kapi otopine indikatora (bočica s oznakom HIn) uz protresanje. Postupak ponovite s otopinama u epruvetama **E2** i **E3**. **Zabilježite opažanja**.

KORAK 3 (Opažanja zabilježite u tablicu 1.)

(a) U epruvetu **T1** ulijte 3 mL destilirane vode. Odredite pomoću univerzalnog indikatorskog papira njenu približnu pH-vrijednost, pa dodajte 5 kapi otopine indikatora uz protresanje.

Dokapajte potom 2-3 kapi bezbojne tekućine **T1** iz bočice **T1**, protresite sadržaj. **Zabilježite opažanja**.

(b) U epruvetu **T2** ulijte 3 mL destilirane vode i dodajte 5 kapi otopine indikatora uz protresanje. Dokapajte potom 2-3 kapi bezbojne tekućine **T2** iz bočice **T2**, protresite sadržaj. **Zabilježite opažanja**.

Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2014./2015.	
Pokus za 2. razred srednje škole	Zaporka: _____

Tablica 1. Pregled opažanja uz pojedine KORAKE pokusa.

	KORAK 1 OPAŽANJA	KORAK 2 (a) i (b) OPAŽANJA	KEMIJSKE FORMULE TVARI (bez bodovanja)
tvar E1	<u>bijela čvrsta tvar, zrnata</u> (krupni kristali, pomalo higroskopna) <u>dobro topljiva</u> u vodi 1 bod	<u>pH-vrijednost:</u> 4,0±1,0 otopina se <u>oboji crveno</u> (ili neka od nijansi navedene boje) 1 bod	KH_2PO_4
tvar E2	<u>bijela čvrsta tvar, prah</u> (sitni kristalići) <u>dobro topljiva</u> u vodi 1 bod	<u>pH-vrijednost:</u> 9,0±1,0 otopina se <u>oboji plavo</u> (ili neka od nijansi navedene boje, zeleno-plavo) 1 bod	K_2HPO_4
tvar E3	<u>bijela čvrsta tvar, prah</u> (sitni kristalići) <u>dobro topljiva</u> u vodi 1 bod	<u>pH-vrijednost:</u> 6,0±0,5 otopina se oboji žuto-zeleno (ili neka od nijansi koja uključuje narančasto obojenje) 1 bod	CaCl_2
		KORAK 3	
tekućina T1	-----	(a) <u>pH-vrijednost:</u> 6,0±0,5 Indikator je obojio destiliranu vodu <u>narančasto</u> (ili neka od nijansi žuto-zeleno-narančastog obojenja.) 1 bod Dodatkom već prve kapi tekućine T1 otopina <u>pocrveni</u> . 0,5 boda	HCl(aq)
tekućina T2	-----	(b) Indikator je obojio destiliranu vodu <u>narančasto</u> (ili neka od nijansi žuto-zeleno-narančastog obojenja), a dodatkom već prve kapi tekućine T2 otopina se oboji <u>ljubičasto</u> (ili neka nijansa ljubičasto-plavog obojenja). 1,0 bod	NaOH(aq)
		KORAK 10	
tekućina T3	-----	<u>pH-vrijednost:</u> 11,0±1,0 Dodatkom već prve kapi indikatora tekućina T3 se oboji <u>ljubičasto</u> (indikator mijenja boju u ljubičasto-plavu, ili neku od nijansi navedenih boja). 1,0 bod	$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{(aq)}$

KORAK 4 U epruvetu **E4** dokapajte do prve oznake otopinu iz epruvete **E1** (~ 5 mL), a potom do druge oznake otopinu iz epruvete **E2** (~ 5 mL). Dobro promućkajte sadržaj epruvete dok otopina ne poprimi jednaku boju. Odredite pomoću univerzalnog indikatorskog papira približnu pH-vrijednost nastale otopine. **Zabilježite opažanja.**

Odlijte po trećinu sadržaja iz epruvete **E4** u epruvete **E4.1** i **E4.2**. (Opaska: otopina preostala u epruveti **E4** poslužiti će kao kontrola.)

pH-vrijednost: $7,5 \pm 0,5$

0,5 boda

Otopina se oboji zeleno (ili neka od nijansi navedene boje).

(za točan odgovor tj. pripremu otopine)

1 bod

KORAK 5 U epruvetu **E4.1** dokapavajte uz protresanje tekućinu **T1** (bočica T1) dok ne postignete istu promjenu kao i u epruveti **T1**. **Zabilježite opažanja.**

Potrebno je dokapati više od 20 kapi tekućine T1 da bi se promijenila boja otopine (boja indikatora) iz zelene u crvenu (ili nijanse navedenih boja).

1 bod

KORAK 6 U epruvetu **E4.2** dokapavajte uz protresanje tekućinu **T2** (bočica T2) dok ne postignete istu promjenu kao i u epruveti **T2**. **Zabilježite opažanja.**

Potrebno je dokapati više od 20 kapi tekućine T2 da bi se promijenila boja otopine (boja indikatora) iz zelene u ljubičastu (plavo-ljubičastu ili nijanse navedenih boja).

1 bod

KORAK 7 Obilježite jednu od neoznačenih epruveta oznakom **X13**. Ulijte u nju polovicu preostalog sadržaja iz epruvete **E1** i dokapavajte u serijama od po 5 kapi otopinu iz epruvete **E3** uz protresanje (35-40 kapi). **Zabilježite opažanja.**

Na početku nema vidljive promjene, potom otopina postaje crvenija.

1 bod

KORAK 8 Obilježite drugu neoznačenu epruvetu oznakom **X23**. Ulijte u nju polovicu preostalog sadržaja iz epruvete **E2** i dokapavajte u serijama od po 5 kapi otopinu iz epruvete **E3** uz protresanje (35-40 kapi). **Zabilježite opažanja.**

Otopina se zamuti, nastaje bijeli talog.

1 bod

Boja otopine (boja indikatora) se postepeno mijenja iz plave u crvenu (ili neke od nijansi navedenih boja).

1 bod

KORAK 9 U preostalu otopinu u epruveti **E3** dokapavajte u serijama od po 3 kapi, do 30 kapi bezbojne tekućine iz epruvete **T3**. Nakon svake serije protresite sadržaj epruvete. Ostavite epruvetu kratko mirovati. **Zabilježite opažanja.**

Boja otopine (boja indikatora) se s prvim kapima mijenja iz žuto-zelene (narančaste) u plavu (ili neke od nijansi navedenih boja). **1 bod**

Otopina se s prvim serijama kapi zamuti pa razbistri. **1 bod**

Povećanjem broja kapi stvara se bijeli (pahuljasti) talog, koji trajno ostaje u epruveti. **1 bod**

Boja otopine (boja indikatora) se daljnjim dodatkom kapi tekućine **T3** mijenja iz plave u zelenu (ili neke od nijansi navedenih boja). **1 bod**

KORAK 10

Odredite pomoću univerzalnog indikatorskog papira približnu pH-vrijednost tekućine **T3**.

Potom u epruvetu s preostalom tekućinom **T3** dodajte 4 kapi otopine indikatora uz protresanje. **Zabilježite opažanja** u tablicu 1.

II. LIST ZA ODGOVORE

ZADATAK 1 Napišite kemijsku formulu ili naziv tekućine **T1**, uzevši u obzir opažanja tijekom **KORAKA 3(a)** i tvrdnju da bi u reakciji s vodenom otopinom srebrova nitrata tvorila bijeli gelasti (pahuljasti) talog.

HCl(aq); klorovodična (solna) kiselina **1 bod**

ZADATAK 2 Napišite kemijsku formulu ili naziv tekućine **T2**, uzevši u obzir opažanja tijekom **KORAKA 3(b)** i tvrdnju da oboji plamen žuto.

NaOH(aq); natrijeva lužina **1 bod**

ZADATAK 3 Objasnite jednadžbom kemijske reakcije pH-vrijednost laboratorijske destilirane vode, određenu u **KORAKU 3(a)**.

$\text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ (ili bilo koja druga ispravna JKR) **1 bod**

ZADATAK 4 Napišite kemijsku formulu ili naziv tvari **E3**, ako je to sol građena od aniona koji se nalaze i u tekućini **T1** i kationa metala kojem najbrojnija vrsta atoma ima maseni broj 40, a u jezgri sadrže 20 neutrona.

CaCl₂; kalcijev klorid **1 bod**

ZADATAK 5 Objasnite riječima pH-vrijednost otopine tvari **E3**, određenu u **KORAKU 2(a)**, na temelju odgovora u **ZADATKU 3**.

Kalcijevi kationi i kloridni anioni ne mijenjaju pH-vrijednost vode (nisu podložni protolitičkim reakcijama, hidrolizi i sl.) **1 bod**

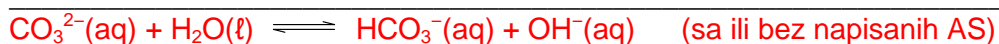
Zbog otopljenog ugljikova dioksida koji je kiseli plin (uvođenjem u vodu nastaje kisela otopina), pH-vrijednost otopine jednaka je kao i za laboratorijsku destiliranu vodu. **1 bod**

ZADATAK 6 Napišite kemijsku formulu ili naziv tvari u tekućini **T3**, ako je to sol građena od kationa koji se nalaze i u tekućini **T2** i aniona koji uz kalcijeve ione grade poznati slabo topljivi spoj, najzastupljeniji u građi stalaktita i stalagmita.

Na_2CO_3 ; natrijev karbonat

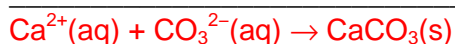
1 bod

ZADATAK 7 Opišite jednadžbom kemijske reakcije promjenu koja utječe na boju indikatora i njegovu kemijsku ravnotežu u **KORAKU 10** (tekućina **T3**).



1 bod

ZADATAK 8 Napišite jednadžbu kemijske reakcije koja opisuje najočitiju promjenu opaženu u epruveti **E3** tijekom **KORAKA 9**.

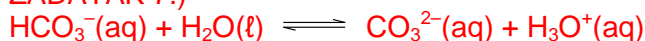


(ili bilo koja druga ispravna JKR)

1 bod

ZADATAK 9 Objasnite riječima i jednadžbom kemijske reakcije uzrok promjene boje indikatora opažen u epruveti **E3** po završetku **KORAKA 9**.

(Svi odgovori koji uključuju razmatranje kemijske ravnoteže na temelju Le Chatelierova principa uvjetovano trošenjem karbonatnih iona za ravnotežnu reakciju prikazanu JKR u odgovoru na **ZADATAK 7**.)



1 bod

Nakon početnog kratkotrajnog povećanja pH-vrijednosti otopine **E3** uvjetovanog dodatkom prvih kapi tekućine **T3**, s povećanjem broja kapi tekućine **T3** dolazi do nastajanja slabo topljivog taloga $\text{CaCO}_3(\text{s})$, pomaka kemijske ravnoteže i povećanja koncentracije oksonijevih iona (smanjenja pH-vrijednost nastale otopine).

1 bod

ZADATAK 10 Tvari **E1** i **E2** su kalijeve soli fosforne kiseline. Na temelju opažanja tijekom **KORAKA 2(a, b), 3, 5, 6, 7 i 8** te tvrdnje da su u vodi topljivi svi dihidrogenfosfati i samo hidrogenfosfati alkalijskih metala napišite kemijske formule tvari **E1** i **E2**.

Tvar **E1**: KH_2PO_4

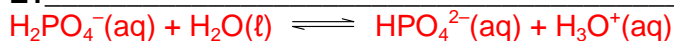
1 bod

Tvar **E2**: K_2HPO_4

1 bod

ZADATAK 11 Napišite odgovarajuće jednadžbe kemijskih reakcija kao potvrdu odgovora u **ZADATKU 10** i obrazloženja opažanja u **KORAKU 2 (a,b)**.
epruveta

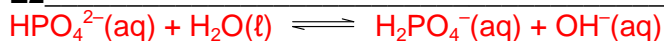
E1



1 bod

epruveta

E2



1 bod

ZADATAK 12 Opišite i objasnite svojstvo otopine u epruveti **E4** (E4.1 i E4.2) na temelju opažanja tijekom **KORAKA 3, 5 i 6**, odgovora na **ZADATAK 11** i Brønsted-Lowryjeve teorije kiselina i baza.

Otopina E4 ima određenu pH-vrijednost i sposobna se oduprijeti njenoj promjeni kada joj se dodaje određena (mala) količina jake baze ili kiseline. Takve otopine nazivaju se puferi. **1 bod**

Jedan ili drugi anion u sastavu otopine E4 ponaša se kao BL-baza ili BL-kiselina ovisno o tome što se u otopinu dodaje (oksonijevi ili hidroksidni ioni), zahvaljujući ravnoteži opisanoj u odgovoru na **ZADATAK 11** pH-vrijednost otopine ostaje dugo stalna. **2 boda**

ZADATAK 13 Objasnite riječima i jednadžbom kemijske reakcije uzrok promjene boje indikatora tijekom **KORAKA 8**.

(Svi odgovori koji uključuju razmatranje kemijske ravnoteže na temelju Le Chatelierova principa uvjetovano trošenjem hidrogenfosfatnih iona za ravnotežnu reakciju prikazanu JKR u odgovoru na **ZADATAK 11**.)



1 bod

Hidrogenfosfatni ioni tvore s kalcijevim ionima slabo topljivu sol i dolazi do pomaka kemijske ravnoteže u reakcijskom sustavu: $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ 'udesno', pa se u otopini povećava koncentracija oksonijevih iona i smanjuje pH-vrijednost. **1 bod**

1. stranica	2. stranica	3. stranica			
0	+ /9,5	+ /6,5	+		
4. stranica	5. stranica	6. stranica	Ukupni bodovi		
/10,0	+ /9,0	= /5,0	=		40