

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2019.

Split, 14–17. travnja 2019.

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: **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:

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

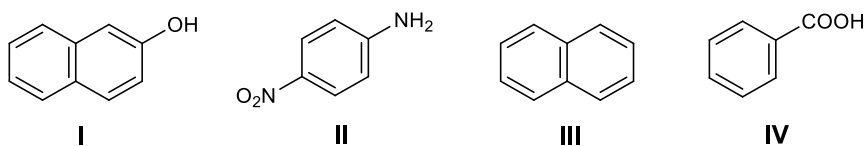
CILJ: Načiniti pokus, zabilježiti opažanja i izolirati dva od četiri spoja iz smjese (otopine u organskom otapalu). Na temelju dodatnih informacija i tankoslojne kromatografije zaključiti koja su dva spoja iz smjese izolirana.

PITANJA I ZADATCI PRIJE POKUSA

I. DIO

NAPOMENA: Organske molekule potrebno je prikazivati kondenziranim strukturnim formulama.

Na slici 1 prikazan je kromatogram smjese četiriju spojeva (I-IV) koji su prisutni u kloroformskoj otopini koja se nalazi u epruveti 1. Za kromatografiju je korištena staklena pločica s nanesenim slojem silika-gela koja je razvijena (eluirana) u smjesi otapala etil-acetat : heksan = 1:1, a komponente smjese detektirane su apsorpcijom UV zračenja određene valne duljine ($\lambda = 256$ nm). Strukturne formule spojeva prisutnih u smjesi prikazane su na slici 2.



Slika 2. Strukturne formule spojeva I-IV prisutnih u kloroformskoj otopini

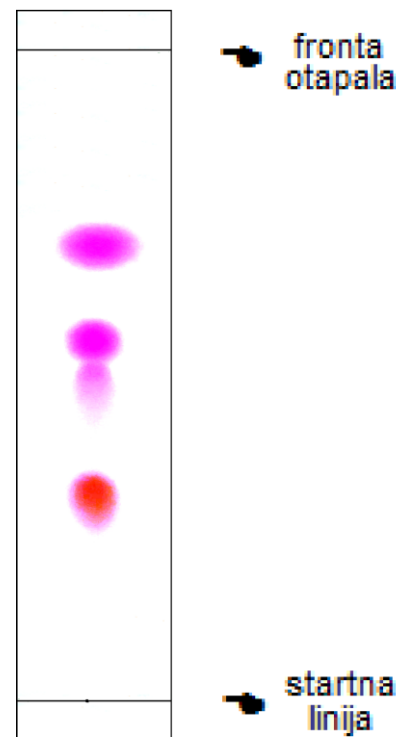
ZADATAK 1. Nazovite spojeve prisutne u smjesi prema pravilima nomenklature IUPAC.

I _____

II _____

III _____

IV _____



Slika 1. Kromatogram smjese spojeva I-IV

ZADATAK 2. Svrstajte spojeve I-IV u kisele, bazične i neutralne.

Kiselo: _____

Bazično: _____

Neutralno: _____

PITANJE 1. Koji je spoj u smjesi najmanje polaran?

ZADATAK 3. Označite strelicom na kromatogramu (sl. 1) mrlju koja odgovara **najmanje polarnoj** komponenti smjese.

PITANJE 2. Što je korišteno kao mobilna faza u ovoj kromatografiji?

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI:

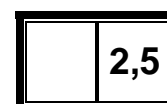
	5
--	---

PITANJE 3. Što je po kemijskom sastavu silika-gel?

PITANJE 4. Kakav je po kiselo-baznim svojstvima silika-gel?

PITANJE 5. Kojem će spoju iz smjese odgovarati mrlja koja je najbliža startnoj liniji? Kratko obrazložite.

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI:



POKUS 1***Odvajanje tvari A i B iz smjese***

PRIBOR: stalak, visoka epruveta sa staklenim čepom (epruveta **1**), 6 epruveta (epruvete **A1**, **A2**, **A3**, **B1**, **B2** i **B3**), 2 pastične kapalice, 4 plastične bočice za dokapavanje (klorovodična kiselina, vodene otopine natrijeva hidrogenkarbonata – 10 % i zasićena, vodena otopina natrijeva hidroksida), 2 plastične kapalice (oznake **A** i **B**), spatula, 2 staklena lijevka, 2 filtrirna papira, stakleni štapić, satno staklo

KEMIČKE: otopina nepoznatih tvari u kloroformu (epruveta **1**), klorovodična kiselina ($w(\text{HCl}) = 20\%$), vodena otopina natrijeva hidrogenkarbonata ($w(\text{NaHCO}_3) = 10\%$), vodena otopina natrijeva hidroksida ($w(\text{NaOH}) = 10\%$), zasićena vodena otopina natrijeva hidrogenkarbonata

MJERE OPREZA: Tijekom pokusa radite s klorovodičnom kiselinom i natrijevom lužinom te je potrebno koristiti zaštitne naočale i rukavice.

NAPOMENA: Sva opažanja bilježite u Tablicu 1. Promjenu boje bilježite samo tamo gdje vas se za nju pita.

KORAK 1. Promotrite sadržaj epruvete **1**. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 2. U epruvetu **1** do gornjeg ruba plave oznake dodajte otopinu natrijeva hidrogenkarbonata ($w(\text{NaHCO}_3) = 10\%$). Začepite epruvetu **1** i snažno promućkajte sadržaj epruvete nekoliko puta. Između dva mućkanja morate vaditi čep da biste izjednačavali tlak u epruveti **1** s vanjskim tlakom. Po završetku mućkanja maknite čep, odložite epruvetu **1** u stalak i pričekajte par sekundi. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 3. Plastičnom kapalicom (oznaka **A**) prebacite što preciznije gornji sloj iz epruvete **1** u epruvetu s oznakom **A1**. Pazite da ne prebacujete donji sloj!

KORAK 4. U epruvetu **1** ponovno do gornjeg ruba plave oznake dodajte otopinu natrijeva hidrogenkarbonata ($w(\text{NaHCO}_3) = 10\%$) i ponovite postupak mućkanja iz koraka **2**. Plastičnom kapalicom (oznaka **A**) prebacite gornji sloj iz epruvete **1** u epruvetu s oznakom **A1** gdje se već nalazi gornji sloj iz prethodnog mućkanja. Odložite epruvetu **A1** na stalak i nastavite s pokusom.

KORAK 5. U epruvetu **1** do gornjeg ruba plave oznake dodajte otopinu natrijeva hidroksida ($w(\text{NaOH}) = 10\%$). Začepite epruvetu **1** i snažno promućkajte sadržaj epruvete nekoliko puta. Između dva mućkanja morate vaditi čep da biste izjednačavali tlak u epruveti **1** s vanjskim tlakom. Odložite epruvetu **1** u stalak i pričekajte par sekundi. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 6. Plastičnom kapalicom (oznaka **B**) prebacite što preciznije gornji sloj iz epruvete **1** u epruvetu s oznakom **B1**. Pazite da ne prebacujete donji sloj!

KORAK 7. U epruvetu **1** ponovno dodajte do gornjeg ruba plave oznake otopinu natrijeva hidroksida ($w(\text{NaOH}) = 10\%$) i ponovite postupak mućkanja iz koraka **5**. Plastičnom kapalicom (oznaka **B**) prebacite gornji sloj iz epruvete **1** u epruvetu s oznakom **B1** gdje se već nalazi gornji sloj iz prethodnog mućkanja. Odložite epruvetu **B1** na stalak i nastavite s pokusom.

KORAK 8. Plastičnom kapalicom (oznaka **A**) prebacite 2 mL otopine iz epruvete **A1** u epruvetu **A2**. U epruvetu **A2** dodajte kap po kap 5 kapi otopine klorovodične kiseline ($w(\text{HCl}) = 20\%$) uz protresanje epruvete. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 9. Nastavite dodavati otopinu klorovodične kiseline u epruvetu **A2** kap po kap uz protresanje do vidljive promjene. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 10. Protresite sadržaj epruvete **A2** i filtrirajte preko staklenog štapića i lijevka s filtrirnim papirom u epruvetu **A3**. Odložite epruvetu **A3** zajedno s lijevkom na stalak i sačekajte da filtrat iscuri.

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI:

	0
--	---

KORAK 11. Plastičnom kapalicom (oznaka **B**) prebacite 2 mL otopine iz epruvete **B1** u epruvetu **B2**. U epruvetu **B2** dodajte 5 kapi otopine klorovodične kiseline bez mućkanja, a zatim protresite sadržaj epruvete. **Zabilježite opažanja prije i poslije mućkanja.**

KORAK 12. Nastavite dodavati otopinu klorovodične kiseline po 3 kapi uz protresanje do vidljive promjene. Opipajte epruvetu izvana. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 13. Protresite sadržaj epruvete **B2** i filtrirajte preko staklenog štapića i lijevka s filtrirnim papirom u epruvetu **B3**. Odložite epruvetu **B3** zajedno s lijevkom na stalak i sačekajte da filtrat iscuri.

KORAK 14. Spatulom prenesite malo taloga (vrh spatule) spoja **A** i spoja **B** s filtrirnih papira na satno staklo. Neka budu 1,5-2 cm razmaknuti jedan od drugoga. Na svaki talog nakapajte 2 kapi zasićene otopine natrijeva hidrogenkarbonata i ostavite da djeluje par sekundi. **Zabilježite opažanja.**

TABLICA 1

KORAK 1.	opažanje (boja)	
KORAK 2.	opažanje (položaj slojeva u epruveti)	opažanje (boja donjeg sloja)
KORAK 5.	opažanje (položaj slojeva u epruveti)	opažanje (boja gornjeg sloja)
KORAK 8.	opažanje	
KORAK 9.	opažanje (boja)	
KORAK 11.	opažanje prije mućkanja	opažanje poslije mućkanja
KORAK 12.	opažanja (boja, opip)	
KORAK 14.	opažanje spoj A	opažanje spoj B

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI:

6

PITANJA I ZADATCI

II. DIO

ZADATAK 1. Navedite ime metode odvajanja čistih tvari iz smjese kojom ste iz kloroformske otopine izolirali spojeve **A** i **B**.

PITANJE 1. Za izolaciju spojeva **A** i **B** iz kloroformske otopine korištene su vodene otopine NaHCO_3 (10 %) i NaOH (10 %). Kakvih su kiselo-baznih svojstava spojevi **A** i **B**?

PITANJE 2. Koja dva od četiri spoja prisutna u kloroformskoj otopini nije moguće izolirati korištenjem vodenih otopina navednih u prethodnom pitanju?

ZADATAK 2. Jednadžbom kemijske reakcije opišite promjenu koja se dogodila u koraku **14** pokusa. Navedite agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

ZADATAK 3. Na temelju pokusa opisanog u koraku **14** i odgovora na prethodna pitanja zaključite što je spoj **A**, a što spoj **B**.

SPOJ **A**: _____

SPOJ **B**: _____

PITANJE 3. U kojim se ranijim koracima pokusa **1** dogodila ista kemijska promjena sa spojem **A** kao i promjena u koraku **14**?

ZADATAK 4. Jednadžbom kemijske reakcije opišite promjenu koja se dogodila u koracima **5** i **7** pokusa.

ZADATAK 5. Jednadžbom kemijske reakcije opišite promjenu koja se događa u koraku **8** pokusa nakon dodatka nekoliko kapi otopine HCl .

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI:

	7,5
--	-----

ZADATAK 6. Jednadžbom kemijske reakcije opišite promjenu koja se dogodila sa spojem **A** nakon dodavanja otopine HCl u koraku **9** pokusa.

ZADATAK 7. Jednadžbom kemijske reakcije opišite promjenu koja se događa u koraku **11** pokusa nakon dodatka nekoliko kapi otopine HCl.

ZADATAK 8. Jednadžbom kemijske reakcije opišite promjenu koja se dogodila sa spojem **B** nakon dodavanja otopine HCl u koraku **12** pokusa.

PITANJE 4. Što bi se dogodilo da ste u koracima **2** i **4** umjesto vodene otopine NaHCO_3 (10 %) koristili vodenu otopinu NaOH (10 %)?

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI:

	4
--	---

POKUS 2***Tankoslojna kromatografija kao metoda identifikacije tvari***

PRIBOR: kadica s poklopcem za tankoslojnu kromatografiju, pločica za tankoslojnu kromatografiju (silika-gel na staklu), spatula, epruvete **A4** i **B4**, staklene kapilare, pinceta, UV lampa

KEMIJE: uzorak tvari **A** i **B**, kloroform, smjesa otapala za tankoslojnu kromatografiju (etil-acetat : heksan = 1 : 1)

NAPOMENA: U gornji desni ugao na kromatografskoj pločici grafitnom olovkom upišite svoje inicijale.

KORAK 1. Spatulom prenesite malo taloga (vrh spatule) spoja **A**, a zatim i spoja **B** s filtrirnih papira u epruvete **A4** i **B4**.

KORAK 2. U epruvete **A4** i **B4** dodajte po 5 kapi kloroforma. Promućkajte sadržaje epruveta da se talozi otope.

KORAK 3. Staklenom kapilarom nanesite uzorak spoja **A** i spoja **B** u točke A i B označene na startnoj liniji. U točku s oznakom **S** na pločici već je nanesena smjesa svih četiriju spojeva **I-IV**.

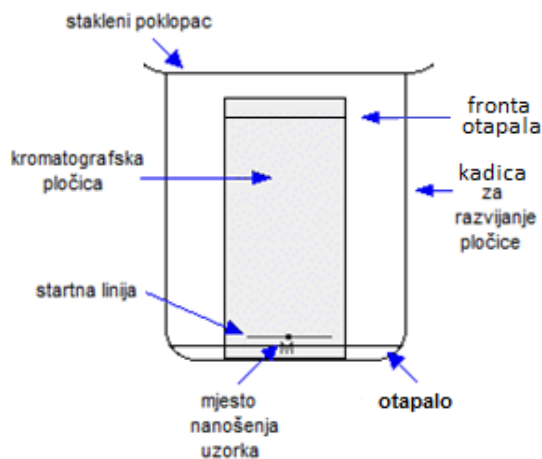
KORAK 4. Uronite pločicu u kadicu i pustite da se otapalo „popne“ do označen linije 1 cm od gornjeg ruba pločice (fronta otapala) (sl. 3).

KORAK 5. Pincetom izvadite pločicu iz kadice, odložite na papir i ostavite da se pločica malo osuši na zraku.

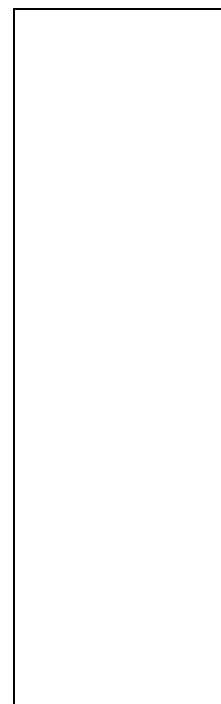
KORAK 6. Držeći pločicu pincetom stavite je ispod UV lampe ($\lambda = 256 \text{ nm}$) i označite (zaokružite) grafitnom olovkom ono što vidite.

PITANJA I ZADATCI**III. DIO**

ZADATAK 1. Skicirajte izgled dobivenog kromatograma na predviđenome mjestu (sl. 4).



Slika 3. Shematski prikaz razvijanja kromatografske pločice u postupku tankoslojne kromatografije



Slika 4. Skica kromatograma smjese (**S**) i čistih tvari **A** i **B**

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI:

	2
--	----------

ZADATAK 2. Na temelju skice kromatograma izračunajte R_f vrijednosti tvari **A** i **B** u danom sustavu otapala. NAPOMENA: R_f vrijednost se računa kao omjer udaljenosti koju je prošao neki spoj od starta do sredine mrlje i udaljenosti koju je prošao otapalo od starta do označene linije pri vrhu pločice (fronta otapala).

$$R_f(\mathbf{A}) = \frac{\text{udaljenost spoja A od starta}}{\text{udaljenost fronte otapala od starta}} = \frac{\quad}{\quad}$$

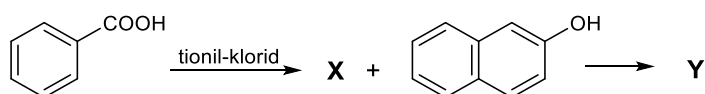
$$R_f(\mathbf{B}) = \frac{\text{udaljenost spoja B od starta}}{\text{udaljenost fronte otapala od starta}} = \frac{\quad}{\quad}$$

PITANJA I ZADATCI IV. DIO

ZADATAK 1. Od dvije ponuđene pK_a vrijednosti (4,2 i 9,7,) koja će odgovarati spoju **A**, a koja spoju **B**? Kratko komentirajte svoj odabir.

ZADATAK 3. Spojevi **I** i **IV** stajanjem u smjesi neće reagirati. Međutim, ako se spoj **IV** tretira dodatkom tionil-klorida (tionilova diklorida), reagirat će sa spojem **I**.

2.1. Oznake **X** i **Y** na reakcijskoj shemi zamijenite odgovarajućim strukturnim formulama.



X =

Y =

2.2. Prikažite Lewisovu strukturu molekule tionil-klorida.

2.3. Kakav je prostorna građa molekule tionil-klorida prema teoriji VSEPR?

ZADATAK 3. Nacrtajte rezonantne strukture spoja **II**.

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI:

	7
--	---

ZADATAK ZA KRAJ.....

ZADATAK 1. Predložite načine na koje biste iz kloroformske otopine izolirali preostala dva spoja. Oba su spoja pri sobnoj temperaturi i atmosferskome tlaku čvrste tvari.

SPOJ _____ (upisati ime ili oznaku spoja):

SPOJ _____ (upisati ime ili oznaku spoja):

1. stranica	2. stranica	3. stranica	4. stranica	5. stranica	
<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	<input type="text"/>	+	<input type="text"/>
6. stranica	7. stranica	8. stranica	9. stranica	Ukupni bodovi	
<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>
					40

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI:

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