

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ki) 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(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 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	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

CILJ: Načiniti pokuse, zabilježiti opažanja i izolirati produkt reakcije – spoj **B**. Na temelju dodatnih informacija odrediti molekulske strukture polaznog spoja **A** i produkta reakcije **B**.

POKUS 1

Otkrijte kojoj skupini organskih spojeva pripada spoj **A**

PRIBOR: stalak, 1 epruveta sa staklenim čepom (epruveta **A**), 2 epruvete (epruvete **1** i **2**), 2 plastične bočice za dokapavanje (natrijeva lužina, amonijak), čaša, kapalica

KEMIKALIJE: razrijeđena otopina spoja **A**, vodena otopina srebrova nitrata ($c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$), vodena otopina natrijeva hidroksida ($w(\text{NaOH}) = 0,1$), otopina amonijaka (konc.)

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

NAPOMENA: Sva opažanja bilježite u [Tablicu 1](#)

KORAK 1. U visokoj epruveti označenoj oznakom **A** nalazi se spoj **A**. Promotrite ga, maknite čep i pomirite (dovoljno je lagano zamahnuti rukom iznad otvora epruvete). **Zabilježite opažanja.**

KORAK 2. Začepite epruvetu **A** i odložite je u stalak. Počnite s pokusom **1** za što vam trebaju epruvete s oznakama **1** i **2**.

KORAK 3. U epruveti **1** nalazi se 1 mL otopine srebrova nitrata u koju dodajte 2 kapi otopine natrijeva hidroksida. Epruvetu lagano protresite. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 4. U istu epruvetu dodajte 2 kapi koncentrirane otopine amonijaka i protresite više puta. **Zabilježite opažanja.**

NAPOMENA: Nakon koraka 4 pozovite nastavnika da vam u čašu ulije vruće vode.

KORAK 5. U otopinu pripremljenu u epruveti **1** plastičnom kapalicom dodajte 2-3 kapi razrijeđene otopine spoja **A** koja se nalazi u epruveti **2**. Lagano rotirajte epruvetu bez protresanja. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 6. Epruvetu **1** uronite u čašu s vrućom vodom i pustite da stoji 1-2 minute. **Zabilježite opažanja.**

TABLICA 1

KORAK 1.	opažanje (boja) bezbojna tekućina	miris +
KORAK 3.	opažanje i boja nastaje smeđi talog	
KORAK 4.	opažanje (boja) otopina se obezbojila	
KORAK 5.	opažanje (boja) otopine je sive (do crne) boje	
KORAK 6.	opažanje i boja na stjenkama epruvete nastaje srebrni talog	

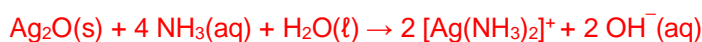
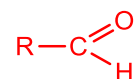
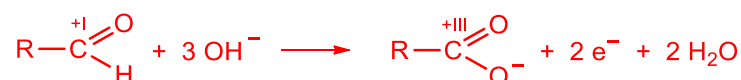
6 × 0,5 boda = 3 boda

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

	3
--	---

PITANJA I ZADATCI

I. DIO

*Što smo iz pokusa 1 saznali o spoju A?***NAPOMENA:** Strukturne formule organskih molekula potrebno je prikazati kondenziranim strukturnim formulama.**PITANJE 1.** Kako se naziva otopina koju ste priredili u epruveti 1 zaključno s korakom 4?_____ **Tollensov reagens.** _____**0,5 boda****ZADATAK 1.** Jednadžbom kemijske reakcije opišite promjenu koja se dogodila u koraku 3 i navedite agregacijska stanja sudionika reakcije.**1 bod****ZADATAK 2.** Jednadžbom kemijske reakcije opišite promjenu koja se dogodila u koraku 4 i navedite agregacijska stanja sudionika reakcije.**1 bod****ZADATAK 3.** Napišite jednadžbu polureakcije s odgovarajućim oksidacijskim stanjima koja opisuje **vidljivu** promjenu koja se dogodila u koraku 6.**1 bod****PITANJE 2.** Na temelju provedenog pokusa zaključite kojoj skupini organskih spojeva pripada spoj A._____ **Aldehidi** _____**0,5 boda****ZADATAK 4.** Napišite općenitu strukturnu formulu skupine organskih spojeva iz pitanja 2.**0,5 boda****ZADATAK 5.** Napišite jednadžbu polureakcije s odgovarajućim oksidacijskim stanjima koja opisuje promjenu koja se dogodila sa spojem A u koraku 6. Spoj A prikažite općenitom strukturnom formulom.**1,5 boda**

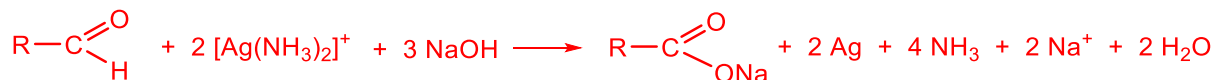
UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

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

ZADATAK 6. Napišite jednadžbu kemijske reakcije koja opisuje ukupnu promjenu u pokusu 1 zaključno s korakom 6. Spoj **A** prikažite općenitom strukturnom formulom.



ili



1,5 boda

PITANJA I ZADATCI

II. DIO

Otkrijte strukturnu formulu spoja **A**

NAPOMENA: Strukturne formule organskih molekula potrebno je prikazati kondenziranim strukturnim formulama.

ZADATAK 7. Kvantitativnom analizom spoja **A** utvrđeno je da 10,0 g spoja sadrži 7,92 g ugljika i 0,57 g vodika, a ostatak čini heteroatom sadržan u funkcijskoj skupini.

7.1. Odredite empirijsku formulu spoja **A**.

$$m(\text{O}) = m(\text{spoj A}) - (m(\text{C}) + m(\text{H})) = 10,0 \text{ g} - (7,92 + 0,57) \text{ g} = 1,51 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{O}) &= \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} : \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} \\ &= \frac{7,92}{12,01} : \frac{0,57}{1,01} : \frac{1,51}{16,00} \\ &= 0,659 : 0,564 : 0,094 / : 0,094 \\ &= 7 : 6 : 1 \end{aligned}$$

1 bod

Empirijska formula spoja **A**: C₇H₆O

0,5 boda

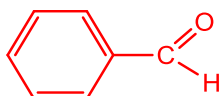
7.2. Odredite molekulsku formulu spoja **A** ako mu je molarna masa 106,13 g mol⁻¹.

Molekulska formula spoja **A**: C₇H₆O

0,5 boda

ZADATAK 8. Strukturnom formulom prikažite molekulu spoja **A** i napišite njegov naziv prema pravilima nomenklature IUPAC te njegov trivijalni naziv.

Strukturna formula spoja **A**:



1 bod

IUPAC naziv: benzenkarbaldehid

0,5 boda

Trivijalni naziv: benzaldehid

0,5 boda

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	5,5
--	-----

PITANJE 3. Spoj **A** daje **negativan** Fehlingov test.

3.1. Navedite imena tvari čijim se otapanjem u vodi priprema Fehlingovog reagens (Fehling I + Fehling II).

____ **bakrov(II) sulfat, natrijev hidroksid i kalijev natrijev tartarat** ____ **3 × 0,5 boda = 1,5 boda**

3.2. Koja se promjena uočava u slučaju kada neka tvar daje pozitivan Fehlingovog test?

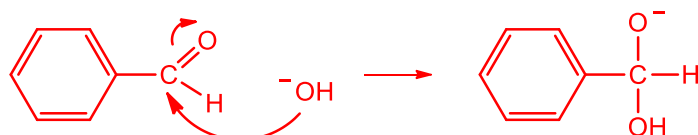
____ **Nastaje crvenkasto-smeđi talog.** ____ **0,5 boda**

PITANJE 4: Spoj **A** ipak reagira s jednom od kemijskih vrsta prisutnih u Fehlingovom reagensu pri čemu se disproporcionira, ali promjena nije oku vidljiva.

4.1. S kojom kemijskom vrstom prisutnom u Fehlingovom reagensu reagira spoja **A**?

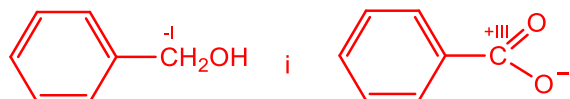
____ **NaOH ili OH⁻ ili hidroksidni ioni.** ____ **0,5 boda**

4.2. Napišite kemijsku jednadžbu prvog koraka mehanizma disproporcioniranja spoja **A**.



1,5 boda

4.3. Kondenziranim strukturnim formulama prikazite produkte nastale reakcijom disproporcioniranja spoja **A** u navedenim reakcijskim uvjetima i odredite oksidacijska stanja ugljikovih atoma funkcijskih skupina.



4 × 0,5 boda = 2 boda

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

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

POKUS 2***Kako spoj A reagira s acetonom u prisutnosti natrijeve lužine?***

PRIBOR: stalak, 1 epruveta sa staklenim čepom (oznaka **A**), 3 epruvete (oznake **3, 4 i 5**), stakleni lijevak, filtrirni papir, 3 plastične bočice za dokapavanje (aceton, metanol, natrijeva lužina), stakleni štapić, spatula, plastična kapalica
 KEMIČKE: spoj **A**, aceton, metanol, vodena otopina natrijeva hidroksida ($w(\text{NaOH}) = 0,1$), razrijeđena vodena otopina kalijeva permanganata

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

NAPOMENA: Sva opažanja bilježite u Tablicu 2

KORAK 1. U epruvetu **A** u kojoj se nalazi spoj **A** dodajte kapalicom 2-3 kapi acetona. Do donje oznake na epruveti zatim dodajte metanol, a do gornje oznake na epruveti uz stijenku epruvete natrijevu lužinu. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 2. Začepite epruvetu **A** i sadržaj u epruveti snažno mućkajte 2-3 min uz povremeno otvaranje čepa. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 3. Epruvetu s reakcijskom smjesom odložite u stalak i pustite da odstoji 2-3 minute. Ukoliko ne dođe do promjene, ponovite postupak mućkanja. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 4. Uz korištenje staklenog štapića pažljivo profilirajte sadržaj epruvete **A** preko staklenog lijevka sa stožastim filtrirnim papirom u epruvetu **3**. Sadržaj u epruveti **A** ispirate s malo metanola i profilirajte. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 5. Sa spatulom uzmite malo taloga s filtrirnog papira i prenesite u epruvetu **4** u kojoj se nalazi 1 mL acetona i promućkajte. **Zabilježite opažanja.**

KORAK 6. Kapalicom prebacite 1-2 kapi otopine iz epruvete **4** u epruvetu **5** u kojoj se nalazi 1 mL razrijeđene vodene otopine kalijeva permanganata i lagano protresite sadržaj epruvete **5**. **Zabilježite opažanja.**

TABLICA 2

KORAK 1.	opažanje (boja) bezbojna otopina	
KORAK 2.	opažanje (boja) otopina postaje žućkasta (smeđkasta)	
KORAK 3.	opažanja nastaje žuti talog	
KORAK 4.	filtrat (boja) žuta prema smeđkastoj	talog (boja) žuta
KORAK 5.	topljivost taloga talog se dobro otopio u acetonu	boja otopine otopina je žute boje
KORAK 6.	boja otopine u epruveti 5 prije dodatka otopine produkta otopina je ružičaste boje	boja otopine u epruveti 5 poslije dodatka otopine produkta otopina se obezbojila (otopina je žuto-smeđe boje; nastaje smeđkasti talog)

9 × 0,5 boda = 4,5 boda

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	4,5
--	------------

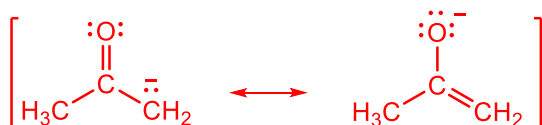
PITANJA I ZADATCI

III. DIO

Otkrijte što je spoj B

NAPOMENA: Strukturne formule organskih molekula potrebno je prikazati kondenziranim strukturnim formulama.

ZADATAK 1. Nacrtajte rezonantne strukture karbaniona nastalog u koraku 1 kiselo-baznom reakcijom iz acetona u navedenim reakcijskim uvjetima.



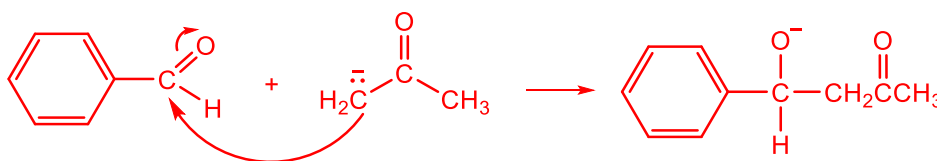
1,5 boda

PITANJE 1. Kako se općenito zovu takvi anioni koji se u organskim reakcijama koriste kao dobri nukleofili?

_____ enolati anioni _____

0,5 boda

ZADATAK 2. Nukleofilni napad nastalog karbaniona na molekulu spoja **A** sljedeći je korak u reakciji koja se odvija u epruveti **A**. Jednadžbom kemijske reakcije prikažite mehanizam ovog koraka reakcije.



1,5 boda

PITANJE 2. Spoj nastao nukleofilnim napadom karbaniona na spoj **A** nakon protoniranja podložan je reakciji eliminacije.
2.1. Na temelju kojeg koraka u pokusu 2 možete zaključiti da je došlo do reakcije eliminacije?

_____ Na temelju koraka 6. _____

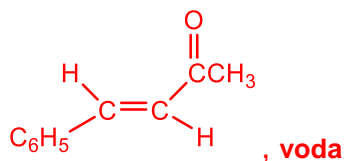
0,5 boda

2.2. Prisutnost koje funkcijske skupine u molekuli je dokazana u tom koraku?

_____ Prisutnost dvostruke ugljik-ugljik veze. _____

0,5 boda

ZADATAK 3. Strukturnom formulom prikažite produkt reakcije eliminacije (stabilniji izomer) i navedite koja se molekula eliminirala.



, voda

1,5 boda

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	6
--	---

ZADATAK 4. Produkt reakcije eliminacije nastavlja dalje reagirati pri čemu nastaje konačni produkt reakcije, spoj **B**, kojeg ste izolirali u pokusu **2**. Na temelju podatka da je za reakciju 0,5 mL acetona ($\rho = 0,812 \text{ g/mL}$) utrošeno 1,43 mL spoja **A** ($\rho = 1,04 \text{ g/mL}$) pri čemu su oba reaktanta u potpunosti izreagirala, izračunajte molarni omjer reaktanata.

$$m(\text{aceton}) = \rho V = 0,406 \text{ g}$$

$$n(\text{aceton}) = 0,007 \text{ mol}$$

$$n(\text{aceton}) : n(\text{spoj A}) = 1 : 2$$

$$m(\text{spoj A}) = \rho V = 1,49 \text{ g}$$

$$n(\text{spoj A}) = 0,014 \text{ mol}$$

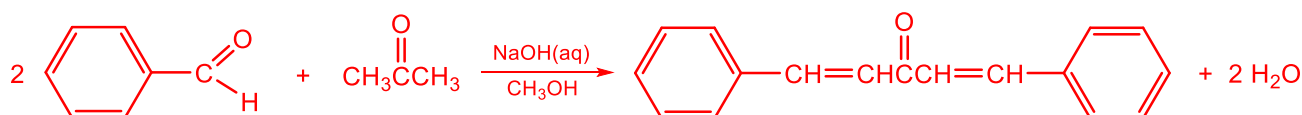
1,5 boda

PITANJE 3. Koja je uloga metanola u ovoj reakciji?

_____ Metanol je otapalo. _____

0,5 boda

ZADATAK 5. Napišite ukupnu jednadžbu kemijske reakcije između acetona i spoja **A** u prisutnosti natrijeve lužine u kojoj nastaje produkt **B** (pokus **2**).



2 boda

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

4

PITANJA I ZADATCI

IV. DIO

Provjera čistoće tvari – tankoslojna kromatografija

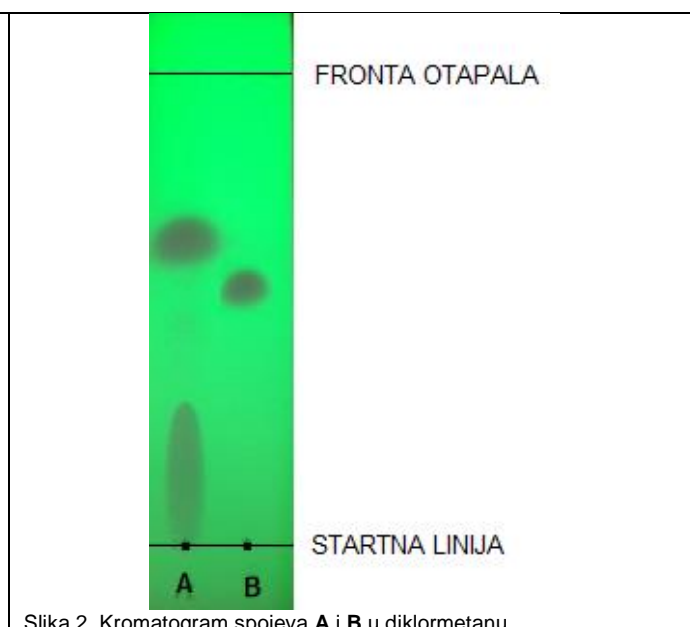
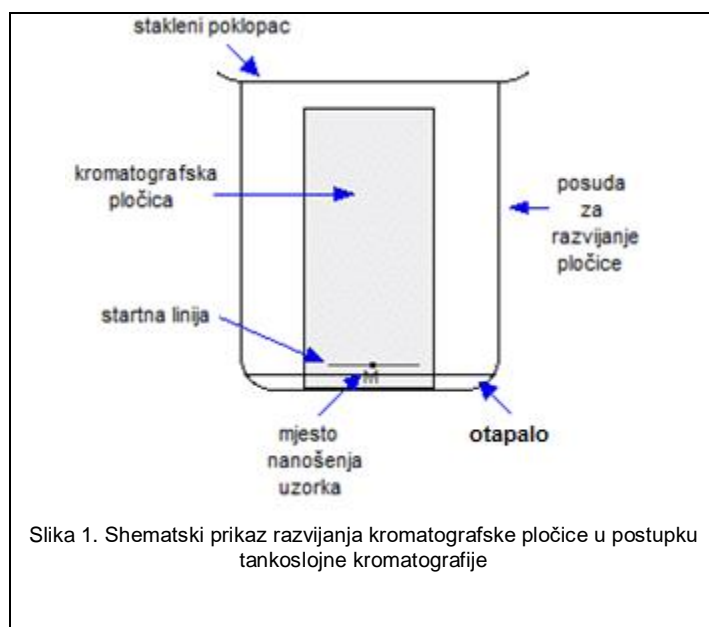
Kromatografija je metoda odvajanja tvari koja se temelji na raspodjeli tvari između faze koja miruje i faze koja se kreće. Različite tvari različito se raspodjeljuju između ovih dviju faza tako da neke brže, a neke sporije putuju nošene fazom koja se kreće i na taj se način odvajaju. Ovisno o agregacijskom stanju i svojstvima ovih dviju faza razlikujemo različite vrste kromatografija.

PITANJE 1. Kako se općenito u kromatografiji nazivaju faza koja miruje i faza koja se kreće?

____ **Stacionarna (ili nepokretna) faza i mobilna (ili pokretna) faza.** ____

2 × 0,5 boda = 1,0 bod

Postupak razvijanja pločice kod tankoslojne kromatografije prikazan je na slici 1. Faza koja miruje (uobičajno silika-gel) nanosena je na nosač (staklena ili aluminijska pločica). Pločica se razvija dok se otapalo ne "popne" skoro do vrha pločice (fronta otapala, slika 2). Nakon razvijanja na pločici se često ništa ne vidi te je potrebno na neki način provesti tzv. vizualizaciju i ustanoviti dokle je koja tvar "putovala". Takva razvijena pločica nakon vizualizacije naziva se *kromatogram*. Kromatogram spojeva **A** i **B** prikazan je na slici 2. Vizualizacija je provedena stavljanjem razvijene pločice ispod lampe koja je zračila svjetlo određene valne duljine ($\lambda = 256 \text{ nm}$).



PITANJE 2. U kojem dijelu spektra elektromagnetskog zračenja apsorbiraju spojevi **A** i **B**?

____ **U ultravioletnom (UV) području zračenja.** ____

0,5 boda

PITANJE 3. Kako se naziva strukturni motiv (kromofor) prisutan u molekulama spojeva **A** i **B** odgovoran za apsorpciju svjetla valne duljine 256 nm?

____ **Konjugirane dvostruke veze.** ____

0,5 boda

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

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

ZADATAK 1. Na temelju prikaza kromatografske pločice (slika 2) izračunajte R_f vrijednost produkta **B**.

____ $R_f(B) = 3,4 \text{ cm} / 6,2 \text{ cm} = 0,55$ (priznavati od 0,53-0,56) ____

1,0 bod

PITANJE 4. Što možete zaključiti o čistoći reaktanta **A** i produkta reakcije **B** na temelju prikazanog kromatograma?

____ Reaktant **A** je onečišćen, dok je produkt reakcije **B** čist. ____

1,0 bod

PITANJE 5. Tankoslojnom kromatografijom (slika 2) analizirani su reaktant **A** i produkt **B**. U jednoj rečenici objasnite zašto aceton, drugi reaktant u reakciji opisanoj u pokusu 2, nije pogodan za provjeru čistoće tankoslojnom kromatografijom?

____ Aceton je lako hlapiva tekućina koja bi već prilikom nanošenja na kromatografsku pločicu isparila. ____

1,0 bod

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

8. stranica

9. stranica

Ukupni bodovi

=	<input type="text"/>	40
---	----------------------	-----------

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

<input type="text"/>	3
----------------------	----------