



შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
საქათველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო

ქიმიის 53-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისთვის საქართველოს
ნაკრები გუნდის წევრების შესარჩევი კონკურსი

I ტური

ამოცანები



ამოცანების შემდგენლები:

გიორგი პეტრიაშვილი

ლაშა ხუციშვილი

თინათინ ბუთხუზი

ვახტანგ კურცხალია

სოფიკო ფაცაცია

ელიზბარ ელიზბარაშვილი

22 მაისი, 2021

ძვირფასო მონაწილეებო

ამოცანების ამოხსნისას გთხოვთ გახსოვდეთ:

- ტურის ხანგრძლივობა შეადგენს 5 (ხუთ) ასტრონომიულ საათს.
- ტესტის მაქსიმალურ ქულათა ჯამია 100 ქულა
- თითოეული ამოცანის მაქსიმალური ქულა მოცემულია შესაბამის ამოცანები მარჯვენა კიდეში
- პასუხები უნდა ჩაიწეროს მხოლოდ პასუხების ფურცელში მოცემულ შესაბამის უჯრებში.
- პასუხი, რომელიც შესაბამისი უჯრის გარეთ იქნება შეტანილი, არ შეფასდება.
- პასუხები დაწერეთ გარკვევით
- ქიმიური რეაქციის ტოლობებში სტექიომეტრიული კოეფიციენტები გაასწორეთ
- აუცილებლად მიუთითეთ სიდიდეების განზომილებები, სადაც არის შესაძლებელი
- შეწყვიტეთ პასუხების გაცემა და დადეთ თქვენი კალამი დროის ამოწურვისთანავე.
- პასუხების ფურცელი და თეორიული ტესტების ფურცელი შეგროვდება წერის დასრულებისას.

გისურვებთ წარმატებებს!

ფიზიკური კონსტანტები, ერთეულები, ფორმულები და განტოლებები

გაზის უნივერსალური კონსტანტა	$R = 8.3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
სტანდარტული წნევა	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 750 \text{ mmHg}$
ატმოსფერული წნევა	$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
ცელსიუსის შკალის ნულ წერტილი	273.15 K
1 მასის ატომური ერთეული (მ.ა.ე.)	$1.661 \times 10^{-27} \text{ კგ}$

შექცევადი ადიაბატური პროცესი იდეალური გაზისათვის	$pV^{1+R/C_V} = \text{const}$
იდეალური გაზის მიერ შესრულებული მუშაობა ადიაბატურ პროცესში	$W = nC_V(T_2 - T_1)$
შინაგანი ენერგიის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე	$U(T_2) = U(T_1) + C_V(T_2 - T_1)$
კავშირი მოლურ იზობარულ და იზოქორულ თბოტევადობას შორის იდეალური გაზებისათვის	$C_p = C_V + R$
ჯიბსის ენერგია	$G = H - TS$
კავშირი წონასწორობის კონსტანტასა და სტანდარტულ ჯიბსის ენერგიას შორის	$K = \exp\left(-\frac{\Delta G^\circ}{RT}\right)$
რეაქციის ჯიბსის ენერგიის დამოკიდებულება კონცენტრაციასა და წნევაზე $a = c / (1 \text{ mol/L})$ ხსნარის სუბსტანციებისათვის, $a = p / (1 \text{ bar})$ გაზებისათვის	$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{a_{\text{prod}}}{a_{\text{reag}}}$
ჯიბსის ენერგიის ცვლილება დროში ერთეულ მოცულობაში სისტემისათვის, რომელიც მოიცავს ორ ქიმიურ რეაქციას 1 და 2 შესაბამისი რეაქციის სიჩქარეებით r_1 და r_2	$\frac{\Delta G_{\text{Syst}}}{\Delta t} = \Delta G_1 r_1 + \Delta G_2 r_2$
არენიუსის განტოლება რეაქციის სიჩქარი მუდმივისთვის	$k = A \exp(-E_a/RT)$
პლანკის დამოკიდებულება $[h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ ჯ} \cdot \text{წმ}]$	$E = h\nu = hc/\lambda$

ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA						
1	1 H ჰაიდროგენი 1.008	პირველი ნივთიერება სინგოლეტი მეორე ნივთიერება ტრეტი ნივთიერება																2 He ჰელიუმი 4.003						
2	3 Li ლითიუმი 6.94	4 Be ბერილიუმი 9.01	H ბარი Li მარი Br სითხა																5 B ბორი 10.81	6 C ნახშირბადი 12.01	7 N აზოტი 14.00	8 O ოქსიგენი 15.99	9 F ფთხორი 19.00	10 Ne ნეონი 20.18
3	11 Na ნატრიუმი 22.99	12 Mg მაგნიუმი 24.30	მეტალური მეტალური ლაანთანიდები ტრანზიტული პერიფერიული																					

ამოცანა 1. მარტივი არაორგანული ექსპერიმენტი (15%)

1.1	1.2	1.3	სულ
4	12	6	22

ნაერთი **A** არის თეთრი, მყარი კრისტალური და წყალში კარგად ხსნადი ნივთიერება. იგი შეიცავს მეტალს **X**. ნაერთი **A** ტუტესთან ურთიერთქმედებით წარმოქმნის ბინარულ ნაერთს **B**-ს, რომელშიც ჟანგბადის მასური წილი არის 6.9%. გაცხელებით **A** იშლება და მასის დანაკარგი შეადგენს 36.5%.

1.1. განსაზღვრეთ მეტალი **X და ნაერთები **A** და **B**.**

ბინარული ნაერთის ზოგადი ფორმულაა XO_n . რადგან მასში ჟანგბადის მასური წილი არის 6.9% მაშინ შეიძლება ჩაიწეროს, რომ:

$$\frac{93.1}{Y} = \frac{6.9}{16} = 1:n, \text{ სადაც } Y \text{ არის } X \text{ მეტალის მოლური მასა და } n = 0.5; 1; 1.5; 2 \text{ და ა.შ.}$$

როცა $n = 0.5$, მაშინ $Y = 107.9$

რაც შეესაბამება ვერცხლს. $X - Ag$; $B - Ag_2O$.

ვერცხლის მარილების გაცხელების შედეგად ძირითადად მეტალი აღდგება.

რადგან მასის დანაკარგი არის 36.5%, მაშინ **A** ნაერთის მოლური მასა უნდა იყოს 170 გ/მოლი, რაც შეესაბამება ვერცხლის ნიტრატს.

($X - 1$ ქულა, $B - 1$ ქულა; $A - 2$ ქულა; სულ = 4 ქულა)

A ნივთიერების ხსნარზე გარკვეული რაოდენობით ნატრიუმის თიოსულფატის დამატებისას მომენატლურად წარმოიქმნება წითელი შეფერილობა, რომელიც თანდათანობით გადადის მოწითალო-ყავისფერში და რამდენიმე წუთში მიიღება მუქი ყავისფერი **C** ნალექი (რეაქცია 1), ხოლო ხსნარი ხდება უფერო. **C** ნივთიერების ჰაერზე გახურების შედეგად (600°C) მიიღება **X** ნაცრისფერი ფხვნილის სახით (რეაქცია 2). 1.10 გ **C** ნივთიერებიდან შესაძლებელია 0.90 გ ნაშთის მიღება. აირი, რომელიც გამოიყოფა **C** ნივთიერების გაცხელებისას ვაკუუმში (რეაქცია 3) შეიძლება შთაინთქას კალციუმის ჰიდროქსიდის სუსპენზიით (რეაქცია 4). თუ ნალექს დიდი ხნის განმავლობაში მოათვასებენ ბარიუმის პერქლორატის ნაჯერ ხსნარში $HClO_4$ -ში ($c = 0.1$ მოლი/ლ), ნალექის ფერი ღიავდება, თუმცა იგივე შედეგს არ იძლევა მაგნიუმის პერქლორატი.

1.2. განსაზღვრეთ C ნივთიერება და დაწერეთ 1-4 რეაქციები.

ჰაერზე გაცხელების შედეგად წარმოქმნილი ნაცრისფერი ფხვნილი იქნება ვერცხლი, რადგან ვერცხლის ნაერთები ადვილად იშლება.

ნივთიერება C შეიცავს ვერცხლს და სავარაუდოდ გოგირდს და ჟანგბადს, რადგან ვაკუუმში გახურების შედეგად მიიღება გოგირდის დიოქსიდი. 1.10 გ C შეიცავს 0.90 გ ვერცხლს, ანუ 1 მოლი ვერცხლი შეესაბამება 132 გ C-ს. მაშინ ვერცხლის გარდა ელემენტების მალა რაც შეიძლება იყოს ამ ნაერთში იქნება $132 - 108 = 24$ გ-ს/ რაც შეესაბამება $\frac{1}{2}$ S და $\frac{1}{2}$ O-ს. ამგვარად ემპირიული ფორმულა იქნება $AgS_{1/2}O_{1/2}$ ან Ag_2SO .

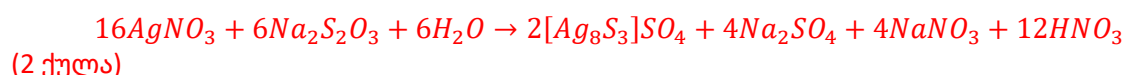
(ფორმულის დადგენა - 2 ქულა)

ბარიუმის იონების დამატების შემდეგ ნალექის წარმოქმნა მიუთითებს ბარიუმის სულფატის გამოყოფაზე, რომელიც უხსნადია მჟავებში. ნალექის ზედაპირზე არსებული სულფატური ჯგუფები ჩანაცვდება ხსნარში არსებული პერქლორატ იონებით. ამგვარად Ag_2SO -ს ფორმულის საფუძველზე და თუ ჩავთვლით რომ ხსნარში არსებობს სულფატ იონები, მაშინ წარმოქმნილი ნაერთი უნდა იყოს $Ag_8S_3SO_4$.

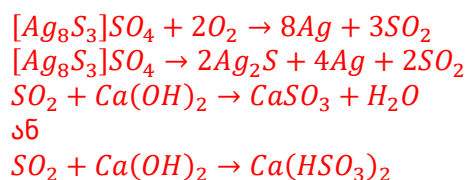
(ფორმულის დადგენა - 2 ქულა)

რეაქციის ტოლობები:

რეაქცია 1:



რეაქციები 2-4:



(3x2 = 6 ქულა)

როცა ნაერთი C მოათავსეს ხსნარში, რომელიც ჭარბად შეიცავდა A-ს, ის გარდაიქმნა ყვითელი ფერის D ნაერთში. როცა C-ს შემცველ სუსპენზიას დაამატეს ბარიუმის იონების შემცველი ხსნარი, წარმოიქმნა D-ს და თეთრი ნალექის ნარევი.

- 1.3. განსაზღვრეთ **D** ნაერთი, თუ ცნობილია რომ ის შეიცავს 77.5% **X**-ს. დაწერეთ **D**-ს წარმოქმნის რეაქციის ტოლობა.

შეიძლება ჩაითვალოს რომ სულფატ იონები **C** ნივთიერებაში ჩანაცვლდა ნიტრატ-იონებით. თუ ნაერთი შეიცავს n ვერცხლის ატომს, მოლური მასა იქნება $\frac{108n}{0.775} = 139.5n$. როცა $n = 3$ მაშინ მოლური მასა არის 418 რაც შეესაბამება $418 - 108 \cdot 3 = 94$, რაც არის ($\text{NO}_3 + \text{S}$)-ის შესაბამისი მასა. ამგვარად **D** არის $[\text{Ag}_3\text{S}]\text{NO}_3$



(გაანგარიშება - 2 ქულა, ფორმულის დადგენა 2 ქულა, რეაქცია - 2 ქულა)

ამოცანა 2. BaSO_4 -ის ხსნადობის ნამრავლის დადგენა (20%)

2.1	2.2	2.3	2.4	სულ
3	5	7	3	18

მეცნიერებმა ქიმიურ ლაბორატორიაში $t = 25^\circ\text{C}$ -ზე ჩაატარეს ორი დამოუკიდებელი ექსპერიმენტი.

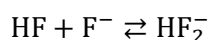
პირველ ექსპერიმენტში $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ -ის ჭარბად აღებული 0.4 M ხსნარი დაამატეს ხსნარს, რომელიც შეიცავდა SO_4^{2-} იონებს. მიღებული ხსნარი გაფილტრეს, ხოლო ფილტრატის 10 მლ გადაიტანეს ცარიელ ჭიქაში, რომელშიც ნელ-ნელა ამატებდნენ $\text{Ra}(\text{NO}_3)_2$ -ის შემცველ 1 M ხსნარს. ჭიქაში ნალექის წარმოქმნა შეინიშნა ამ ხსნარის 46 მლ -ის დამატების შემდეგ.

მეორე ექსპერიმენტში დაამზადეს ერთი ლიტრი ხსნარი, რომელიც შეიცავდა 0.17 მოლ HF -სა და $0.01 \text{ მოლ } \text{SO}_4^{2-}$ -ის იონებს. ამის შემდეგ აღნიშნულ ხსნარს დაამატეს BaCl_2 -ის შემცველი კონცენტრირებული ხსნარი. როდესაც შეინიშნა BaF_2 -ის ნალექის წარმოქმნა, SO_4^{2-} იონის კონცენტრაცია $6.0 \cdot 10^{-9} \text{ მოლი/ლ იყო}$.

25°C -ზე:

$$p_0, K_{sp}(\text{RaSO}_4) = 10.44; \quad pK_{sp}(\text{BaF}_2) = 5.80; \quad pK_a(\text{HF}) = 3.20.$$

HF -ის შემცველ ხსნარში გასათვალისწინებელია შემდეგი წონასწორული რეაქცია:



ამ რეაქციის $pK_2 = 0.580$.

კითხვები:

2.1. შეადგინეთ RaSO_4 -ის, BaSO_4 -ისა და BaF_2 -ის დისოციაციის ტოლებები და დაწერეთ თითოეული რეაქციებისთვის ხსნადობის ნამრავლის K_{sp} -ს გამოსახულება.



$$K_{sp} = [\text{Ra}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$



$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$



$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2$$

(1x3=3 ქულა)

- 2.2. მხოლოდ პირველი ექსპერიმენტის საფუძველზე, გამოთვალეთ $pK_{sp}(\text{BaSO}_4)$ -ის რიცხვითი მნიშვნელობა.

BaSO_4 -ის დალექვის შემდეგ ხსნარში გვაქვს წონასწორული პროცესი, რომელიც აღიწერება შემდეგი წონასწორული მუდმივით:

$$K_{sp}(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

საიდანაც სულფატის იონების კონცენტრაციაა:

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{K_{sp}}{[\text{Ba}^{2+}]}$$

ვთქვათ $K_{sp}(\text{BaSO}_4) = x$, მაშინ:

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{x}{[\text{Ba}^{2+}]}$$

10 cm^3 ხსნარში SO_4^{2-} იონების რაოდენობა იქნება:

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = C \cdot V = \frac{x}{0.40} \cdot 0.01 = 0.025x \text{ მოლი}$$

(1 ქულა)

46 cm^3 $\text{Ra}(\text{NO}_3)_2$ -ის შემცველი ხსნარის დამატების შემდეგ სულფატის იონების კონცენტრაცია:

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{n}{V} = \frac{0.025x}{0.056} = \frac{25}{56} \cdot x \text{ M}$$

(1 ქულა)

ხოლო რადიუმის იონების კონცენტრაცია:

$$[\text{Ra}^{2+}] = \frac{n}{V} = \frac{0.046}{0.056} = \frac{46}{56} \text{ M}$$

(1 ქულა)

რადიუმის სულფატის გამოლექვის დროს ახალი დამყარდა ახალი წონასწორობა, რომლის შესაბამისადაც:

$$K_{sp}(\text{RaSO}_4) = [\text{Ra}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

შესაბამისი მნიშვნელობების ჩასმის შემდეგ მივიღებთ:

$$10^{-10.44} = \frac{46}{56} \cdot \frac{25}{56} \cdot x$$

საიდანაც $K_{sp}(\text{BaSO}_4) = x = 9.9 \cdot 10^{-11}$ და, მაშასადამე, $pK_{sp}(\text{BaSO}_4) = 10.0$

(2 ქულა)

- 2.3. მხოლოდ მეორე ექსპერიმენტის საფუძველზე, გამოთვალეთ $pK_{sp}(BaSO_4)$. დაწერეთ მინიმუმ ორი მიზეზი, თუ რატომ არ უნდა იყოს პირველ და მეორე ექსპერიმენტში მიღებული $pK_{sp}(BaSO_4)$ -ის მნიშვნელობები ერთნაირი. ახსენით, რა გავლენა აქვს K_2 -ით აღწერილ წონასწორულ პროცესს $pK_{sp}(BaSO_4)$ მნიშვნელობის გამოთვლისას და არის თუ არა აუცილებელი მისი გათვალისწინება HF-ის მაღალი და დაბალი კონცენტრაციის პირობებში.

HF-ის დისოციაცია:



ამ პროცესის K_a :

$$K_a = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$$

თუ HF-ის ჯამური კონცენტრაციაა C, მაშინ:

$$K_a = \frac{[F^-]^2}{C - [F^-]}$$

საიდანაც:

$$[F^-]^2 + K_a[F^-] - K_a C = 0$$

მნიშვნელობების ჩასმით, მივიღებთ:

$$[F^-]^2 + 10^{-3.20}[F^-] - 10^{-3.20} \cdot 0.17 = 0$$

$$[F^-] = 0.01 \text{ M}$$

(1 ქულა)

ხსნარში ასევე მიმდინარეობს შემდეგი პროცესი:



ამ რეაქციის K_2 :

$$K_2 = \frac{[HF_2^-]}{[HF][F^-]}$$

დავუშვათ აღნიშნული რეაქცია არ ცვლის ხსნარში იონათა კონცენტრაციებს, მაშინ $[F^-] = 0.01 \text{ M}$, $[HF] = 0.17 - 0.01 = 0.16 \text{ M}$. თუ ამ მნიშვნელობებს ზედა განტოლებაში ჩავსვამთ, მივიღებთ: $[HF_2^-] = 4 \cdot 10^{-4}$, რაც შეესაბამება ჩვენს დაშვებას.

F^- -ის კონცენტრაცია ხსნარში ტოლი იქნება ფთორის საერთო კონცენტრაციისა და $[HF_2^-]$ -ის სხვაობის. ეს სხვაობა აღვნიშნოთ $[F^-]_2$ -ით:

$$[F^-]_2 = [F^-]_1 - [HF_2^-] = 0.01 - 4 \cdot 10^{-4} = 0.0096 \text{ M}$$

(2 ქულა)

ბარიუმის ფთორიდის გამოლექვის მომენტში გვაქვს:

$$K_{sp}(BaF_2) = [Ba^{2+}] \cdot [F^-]_2^2$$

საიდანაც:

$$[Ba^{2+}] = \frac{K_{sp}(BaF_2)}{[F^-]_2^2} = \frac{10^{-5.80}}{0.0096^2} = 0.0172 \text{ M}$$

(1 ქულა)

ეს ხსნარი, აგრეთვე, წონასწორობაში ბარიუმის სულფატის ნალექთანაც:

$$K_{sp}(BaSO_4) = [Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 0.0172 \cdot 6.0 \cdot 10^{-9} = 1.03 \cdot 10^{-10}$$

$$pK_{sp} = 9.99$$

(1 ქულა)

მიზეზები, თუ რატომ მიიღება ოდნავ განსხვავებული მნიშვნელობა პირველ

ექსპერიმენტში: 1. აქტივობების ნაცვლად კონცენტრაციების გამოყენება; 2. K_2 -ის უგულებელყოფა 3. რიცხვთა დამრგვალების ცდომილობები.

K_2 წონასწორობის გავლენა $pK_{sp}(BaSO_4)$ -ის მნიშვნელობაზე უგულებელყოფადია. ეს პროცესი საგრძნობ გავლენას მოახდენდა ფთორწყალბადმჟავას მაღალ კონცენტრაციებზე.

(2 ქულა)

- 2.4. აღსანიშნავია, რომ HF-ს შეუძლია განიცადოს ავტოდისოციაცია, თუმცა ამ პროცესის წონასწორული მუდმივა იმდენად დაბალია, რომ მეორე ექსპერიმენტში მიღებულ შედეგზე გავლენას არ ახდენს. დაწერეთ HF-ის ავტოდისოციაციის რეაქცია, თუ ცნობილია, რომ რეაქციის შედეგად მიღებულ თითოეული იონი შეიცავს ერთზე მეტ ატომს. ავტოდისოციაციის პროცესის მიხედვით დაადგინეთ HF-ის შესაძლო მაქსიმალური მნიშვნელობა.

HF-ის ავტოდისოციაცია ამგვარად შეიძლება ჩაიწეროს:



(1 ქულა)

მეორე ექსპერიმენტის შედეგიდან, ვიცით, რომ ფთორწყალბადმჟავას დისოციაცია ამგვარად იწერება: $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$, ხოლო ამ პროცესის წონასწორობის მუდმივა $K_a = [\text{H}^+][\text{F}^-]/[\text{HF}] = 10^{-3.20}$. მე-3-დან შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ $[\text{HF}] = 0.160 \text{ M}$. გარდა ამისა, თუ დავაკვირდებით ფთორწყალბადმჟავას დისოციაციის მუდმივას, მივხვდებით, რომ მისი ავტოდისოციაციის დროს წარმოქმნილი იონების 10^{-4} -ზე ნაკლები უნდა იყოს (შევნიშნოთ, რომ $[\text{HF}] = 0.1600 - 0.0001 = 0.1599 \approx 0.160 \text{ M}$). ამ დაშვებით:

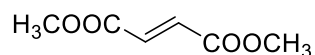
$$K_{a2} = \frac{[\text{HF}_2^-][\text{H}_2\text{F}^+]}{[\text{HF}]^3} = \frac{0.0001^2}{0.1599^3} = 2.4 \cdot 10^{-6}$$

(2 ქულა)

ამოცანა 3. მოქმედ მასათა კანონი მარტივი და რთული რეაქციისათვის (20%)

3.1	3.2	3.3	3.4	სულ
2	2	7	3	14

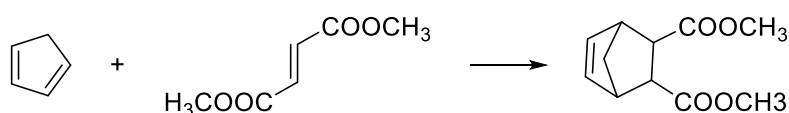
ოთახის ტემპერატურაზე ციკლოპენტადიენი (A) შეუქცევად ურთიერთქმედებს დიმეთილ-ფურმარატთან (B) ეთილაცეტატში.



B

3.1. გამოსახეთ მიერთების რეაქციის პროდუქტის სტრუქტურა **AB**.

დილს ალდერის რეაქცია:



(სწორი პროდუქტი სტერეოქიმიის გარეშე) – 2 ქულა
რეაქცია სწორი, პროდუქტი - არასწორი - 1 ქულა)

რეაქციის კინეტიკას შეისწავლიდნენ ქრომატოგრაფიული მეთოდით რეაგენტების ტოლი საწყისი კონცენტრაციის პირობებში. ცხრილ 1-ში მოყვანილია **AB** პროდუქტის კონცენტრაციის დროსთან დამოკიდებულება.

ცხრილი 1.

t , წთ	0	20	40	∞
$c(\text{AB})$, M	0	0.111	0.171	0.370

3.2. განსაზღვრეთ რეაქციის საერთო რიგი და სიჩქარის მუდმივა k_1 .

გადავიწეროთ ცხრილი N1, რომლისთვისაც გამოვიყენოთ თანაფარდობა: $c(\text{A}) = c_0(\text{A}) - c(\text{AB})$

t , წთ	0	20	40	∞
$c(\text{A})$, M	0.370	0.259	0.199	0

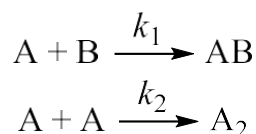
რეაქციის რიგის მოძებნა ყველაზე მარტივად შესაძლებელია n -რიგის რეაქციის ტოლობაში $c(\text{A})$ და t ჩასმა. ყველაზე ცხადი არჩევანია: $n = 2$:

t , წთ	20	40
$k_1 = \frac{1}{t} (1/c - 1/c_0)$	0.0579	0.0581

კონსტანტა პრაქტიკულად არ იცვლება. ეს მოწმობს იმაზე, რომ რეაქცია არის მეორე რიგის.
 $k_1 = 0.0580 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$.

(რეაქციის რიგის დაწერა დასაბუთებით-2 ქულა, დასაბუთების გარეშე-0 ქულა)

უფრო მაღალ ტემპერატურაზე შეერთების რეაქციასთან პარალელურად მიმდინარეობს დიენის დიმერიზაცია სიჩქარის კონსტანტით k_2 .



დიმერიზაციას აქვს იგივე რიგი, რაც მიერთების რეაქციას. ცხრილში 2 მოცემულია A რეაგენტის ხარჯვის ჯამური სიჩქარე ორ რეაქციაში დროის სხვადასხვა მომენტში.

ცხრილი 2

t , წთ	ხარჯვის ჯამური სიჩქარე A, r_A , M / წთ	$c(\text{A})$, M	$c(\text{B})$, M	$c(\text{AB})$, M	$c(\text{A}_2)$, M
0	0.263	0.370	0.370	0	0
3	0.0296	0.102	0.267	0.103	0.0825

3.3. შეავსეთ ცხრილში ცარიელი ადგილები და იპოვეთ სიჩქარის მუდმივები k_1 და k_2 .

პროდუქტების AB და A_2 კონცენტრაციას, როცა $t = 3$ წთ ვპოულობთ მატერიალური ბალანსით:

$$c(\text{AB}) = c_0(\text{B}) - c(\text{B}) = 0.370 - 0.267 = 0.103 \text{ M}.$$

პირველ რეაქციაში გახარჯულია ასევე 0.103 M დიენი A, მაშინ მეორე რეაქციაში შევიდა

$$0.370 - 0.102 - 0.103 = 0.165 \text{ M A},$$

$$c(\text{A}_2) = 0.165 / 2 = 0.0825 \text{ M}.$$

დიენი(ნივთიერება A) ორ პარალელურ რეაქციაში იხარჯება:

$$r = r + r = k c(\text{A})c(\text{B}) + 2k c(\text{A})^2$$

თუ ამ განტოლებაში ჩავსვამთ ცხრილი N2-ის მონაცემებს, მივიღებთ სისტემას ორი განტოლებით სიჩქარის ორი კონსტანტისათვის:

$$0.263 = (k_1 + 2k_2) \cdot 0.370^2$$

$$0.0296 = k_1 \cdot 0.102 \cdot 0.267 + 2k_2 \cdot 0.102^2$$

$$k_1 = 0.571 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}, k_2 = 0.675 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}.$$

(პროდუქტების კონცენტრაცია (1-ქულით)-2 ქულა,
 მოქმედ მასათა კანონი ჯამური რეაქციისთვის-2 ქულა (არ აქვს მნიშვნელობა, კოეფიციენტი
 2-ით თუ მის გარეშე),
 განტოლებათა სისტემა სიჩქარის კონსტანტისთვის-2 ქულა,
 სიჩქარის კონსტანტა (1-ქულით)-2 ქულა (k_2 გამოიყენება როგორც კოეფიციენტი 2-ით, ასევე
 კოეფიციენტის გარეშე), (განზომილებების გარეშე-0 ქულა)

3.4. დიენის ხარჯვის ჯამური სიჩქარე შეიძლება გამოვსახოთ ემპირიულად

$$r_A = k_{\text{ქსკ}}(c(A))^x$$

გამოიყენეთ ცხრილი 2-ის მონაცემები და განსაზღვრეთ დიენის მიმართ რიგი x პირველ 3 წუთში. თუ ვერ შეძლებთ გამოთვლას, მიუთითეთ შესაძლო ზღვრები.

პირველ რეაქციაში A-ს მიხედვით რიგი ტოლია 1, მეორე რეაქციაში – 2, ამიტომ რიგის
 ჯამური განტოლება უნდა იყოს 1-ზე მეტი, მაგრამ 2-ზე ნაკლები. შევამოწმოთ ეს:

$$\begin{aligned} r_0 &= k_{\text{ქსკ}} c_0^x \\ r_1 &= k_{\text{ქსკ}} c_1^x \\ x &= \frac{\ln\left(\frac{r_0}{r_1}\right)}{\ln\left(\frac{c_0}{c_1}\right)} = 1.70 \end{aligned}$$

რიგი ნივთიერება A-ს მიხედვით – 3 ქულა, (თუ რიგი არ არის გამოთვლილი, მაშინ სწორი
 უტოლობა- 1 ქულა)

დამატებითი ინფორმაცია

n -ური რიგის ქიმიური რეაქციისათვის კონცენტრაციის დროზე დამოკიდებულება

$$kt = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{c^{n-1}} - \frac{1}{c_0^{n-1}} \right) \quad \text{როცა } n \neq 1$$

$$kt = \ln \frac{c_0}{c} \quad \text{როცა } n = 1$$

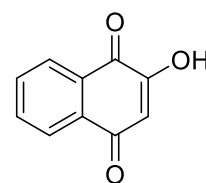
ამოცანა 4. ხნა (21%)

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12	4.13	სულ
4	1	1	6	1	1	1	3	0.5	2	1.5	1	1	24

ისტორიული არტეფაქტები მოწმობს, ადამიანებს ოდითგანვე ჰქონდათ ფერების გამოყენების მისწრაფება. ქიმიის განვითარებამდე იგი ფერის მატარებელ მასალებს სამყაროში ეძებდა. მის გარშემო გარემო ყოველთვის ფერადი იყო. ამიტომაც მანაც ძიება დაიწყო ბუნებაში. ზოგიერთ ადგილებში მიწა განსაკუთრებული ფერის კრისტალებს შეიცავდა. მაგრამ ფერებით უფრო მდიდარი მცენარეები იყო. შენიშნა, რომ ზოგიერთ მათგანთან ხელით შეხებისას ხელი ეღებებოდა. ადვილი მისახვედრი იყო, რომ ასეთი მცენარეები რაღაც განსაკუთრებულ მოლეკულებს შეიცავდნენ, რომელთაც ქსოვილის (ხელის, შალის, ქაღალდის და სხვა) შეღების უნარი გააჩნდათ. ასეთი სახის მოლეკულებს დღეს საღებრებს ვეძახით.



Lawsonia inermis



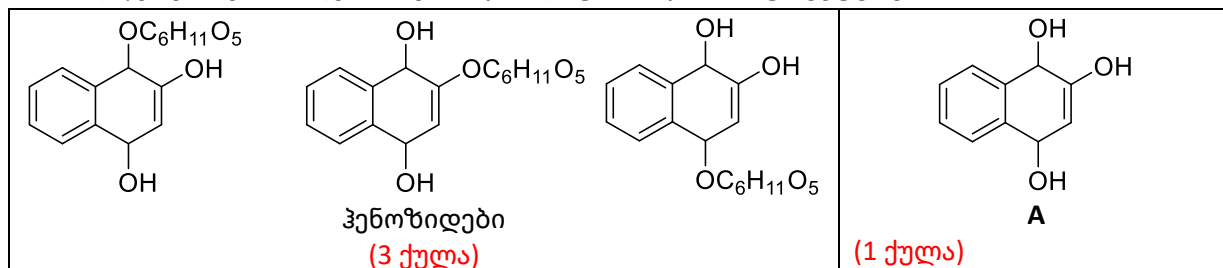
ლავსონი

ერთ-ერთი ასეთი მცენარე იყო *Lawsonia inermis* (უეკლო ლავსონია). იგი ხნის სახელით არის ცნობილი და გამოიყენება თმის წითლად შესაღებად. საღებრების ქიმიის განვითარების შემდეგ აღმოჩნდა, რომ თმისათვის წითელი ფერის მიცემა განპირობებული იყო ნივთიერებით - ლავსონი.

მაგრამ კვლევებმა ასევე აჩვენა, რომ ხნის მცენარე არ მოიცავს უშუალოდ ლავსონს, არამედ შეიცავს გარკვეული კლასის ნაერთებს, რომელთაც ჰენოზიდები ეწოდებათ. ხნის ფოთლების დამუშავებისას ჰენოზიდები ადვილად განიცდიან ენზიმურ გახლეჩას ერთი ეკვივალენტი გლუკოზისა ($C_6H_{12}O_6$) და ტრიოლის **A**-ის წარმოქმნით. ეს უკანასკნელი კი ჰაერზე ადვილად იჟანგება და წარმოქმნის ლავსონს.

ნაერთი **A** ასევე იძლევა დადებით რეაქციას 2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინთან.

4.1. დაწერეთ ჰენოზიდების შესაძლო და ტრიოლის **A** სტრუქტურები:



4.2. ქვემოთ ჩამოთვლილი სუბსტანციებიდან რომელს შეუძლია ჰენოზიდების ჰიდროლიზის გამოწვევა? მონიშნეთ მხოლოდ ერთი უჯრა.

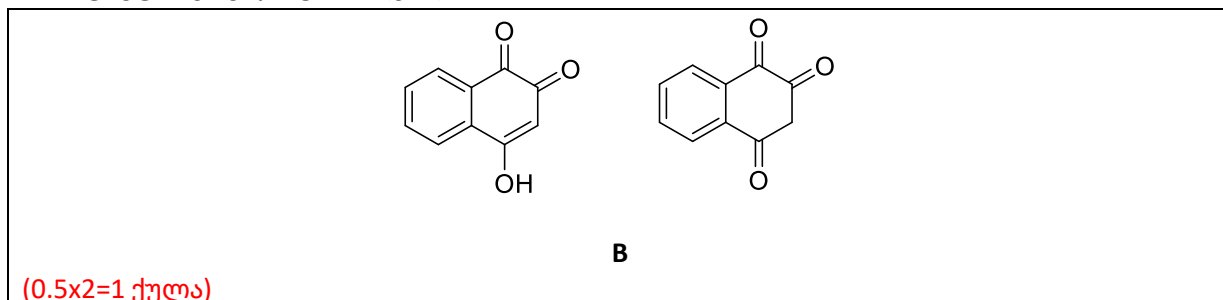
☒ ლიმონის წვენი

☐ შაქრის სიროფი

☐ NaHCO_3

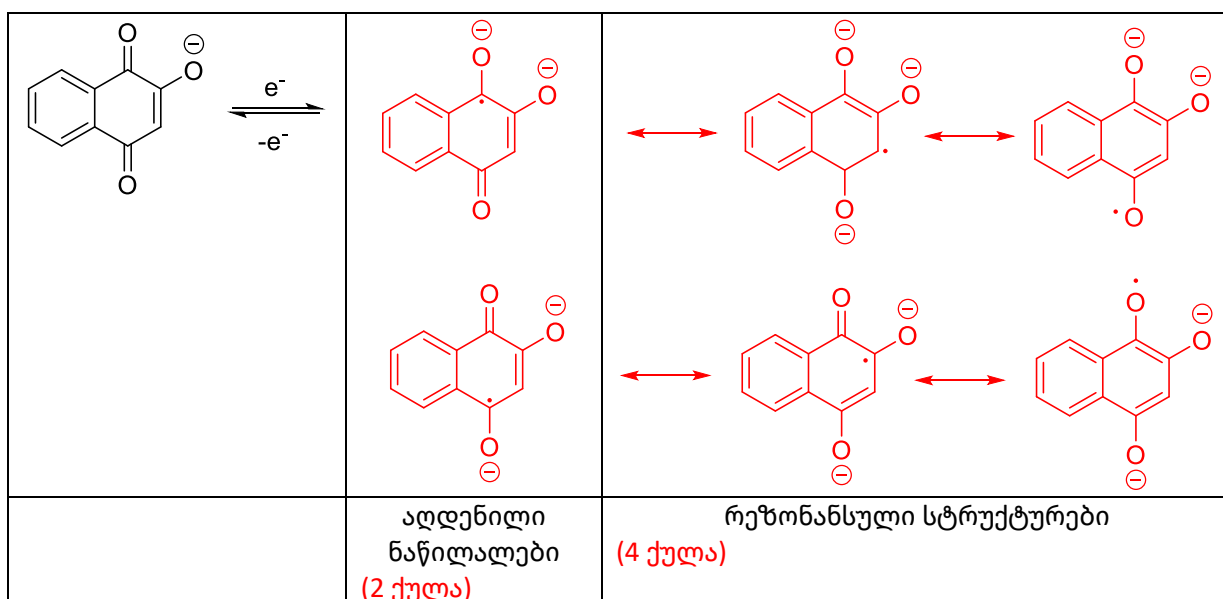
(1 ქულა)

4.3. ლავსონი წყალხსნარში განიცდის ტაუტომერიას. დაწერეთ მისი შესაძლო ტაუტომერული ფორმა(ები) B.



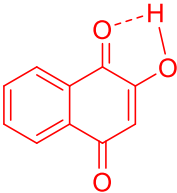
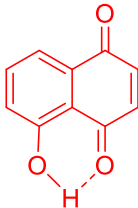
ლავსონი pH 3.6-ზე მცირე მნიშვნელობაზე არის ყვითელი ფერი, ხოლო უფრო მაღალ მნიშვნელობაზე განიცდის დეპროტონირებას და გადადის ნარინჯისფერში. ძლიერ ტუტე არეში ლავსონი განიცდის აღდგენას, რომლის დროსაც წარმოიქმნება რეზონანსით განპირობებული ძლიერ სტაბილური ნაწილაკები.

4.4. დაწერეთ ნაწილაკების სტრუქტურული ფორმულა, რომელიც წარმოიქმნება ერთი ელექტრონით დეპროტონირების დროს. დაწერეთ ყველაზე სტაბილური რეზონანსული სტრუქტურები.



ჯიუგლონი (1,4-ნაფთალინდიონის 5-ჰიდროქსი ნაწარმი) წარმოადგენს ლავსონის ანალოგიურ ნაერთს და გვხვდება კაკლის ვარჯში, ფოთლებსა და ნაყოფში. ორივეს, ჯიუგლონს და ლავსონს, ახასიათებთ შიდა მოლეკულური წყალბადური ბმების წარმოქმნა.

4.5. დაწერეთ ლავსონისა და ჯიუგლონის სტრუქტურები ინტრამოლეკულური წყალბადური ბმის ჩვენებით.

	
ლავსონი	ჯიუგლონი
0.5 ქულა	0.5 ქულა

4.6. რომელ ნაერთ(ებ)ს ექნება ბრტყელი აღნაგობა? მონიშნეთ x-ით სწორი მოლეკულ(ებ)ი.

☒ ლავსონი

☒ ჯიუგლონი

(0.5x2=1 ქულა)

4.7. რომელი პოსტულატი არის სწორი?

☐ ლავსონი უფრო ძლიერი მჟავა თვისებით ხასიათდება, ვიდრე ჯიუგლონი;

☐ ჯიუგლონი უფრო ძლიერი მჟავა თვისებით ხასიათდება, ვიდრე ლავსონი

☐ ორივეს ერთნაირი მჟავა თვისება აქვს

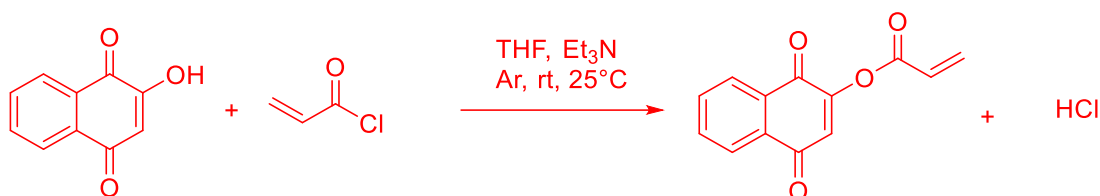
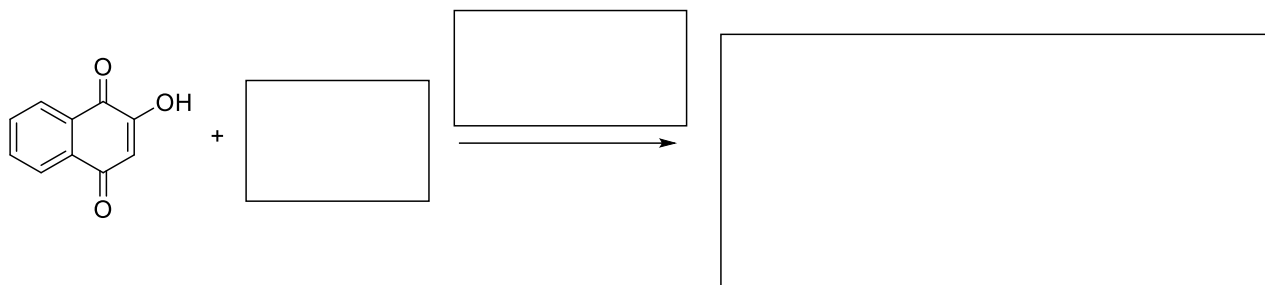
(1 ქულა)

შალს ქსოვილის უკეთ შესაღებად ლავსონის მოლეკულას ამყნობენ პოლიმერის ზედაპირზე. ქიმიური ამ პროცესს ეწოდება პოლიმერის ზედაპირზე იმობილიზაცია. ამგვარი მოდიფიცირებული პოლიმერის მონომერი C მიიღება შემდეგი პრეპარატიული პროტოკოლის მიხედვით:

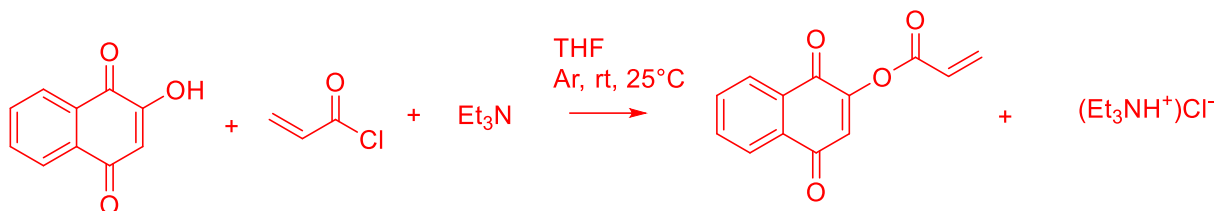
0.4 გრამ ლავსონს ოთახის ტემპერატურაზე ხსნიან 10 მლ უწყლო ტეტრაჰიდროფურანში (THF) არგონის ატმოსფეროს ქვეშ. 10 წუთის შემდეგ ლავსონის ხსნარს ჯერ ამატებენ 0.12 მლ (სიმკვრივე 1.12 გ/სმ³) 2-პრეპენოილ ქლორიდს, შემდეგ კი 0.254 გ ტრიეთილამინს (მოლეკულური მასა 101.2 გ/მოლი). მომენტალურად წარმოიქმნება მუქი წითელი შეფერილობა. სარეაქციო მასას აყოვნებენ 4 საათის განმავლობაში მუდმივი მორევის პირობებში. რეაქციის დასასრულს გამხსნელს აცილებენ აორქთლებით. დარჩენილ მასას უმატებენ 30 მლ ტოლუოლს და განზავებულ გოგირდმჟავას. ენერგიულად ანჯდრევენ და აყოვნებენ წყლისა და ორგანული ფენების განშრევებამდე. შემდეგ აცილებენ წლიან ფენას,

ორგანული ფენიდან კი ტოლუოლს ააორთქლებენ, რის შემდეგაც მიიღება რეაქციის პროდუქტი C მუქი წითელი ფერის კრისტალების სახით 95%-იანი გამოსავლიანობით.

4.8. ზემოთ მოცემული ლაბორატორიული ექსპერიმენტის საფუძველზე დაწერეთ C ნივთიერების წარმოქმნის გათანაბრებული რეაქციის ტოლობა. რეაქციის ისარზე დაწერეთ რეაქციის პირობები.



აბ



{ 1 ქულა რეაგენტი, 0.5 ქულა პირობები, 1 ქულა პროდუქტი, 0.5 ქულა თანაური პროდუქტი = სულ 3 ქულა }

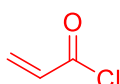
4.9. ზემოთ მოცემულ სინთეზის პროტოკოლში ტრიეთილამინი მოქმედებს, როგორც (მონიშნეთ x-ით შესაბამისი უჯრა)

☐ ფუძე ☐ კატალიზატორი ☐ ნუკლეოფილი ☐ მჟავა

(0.5 ქულა)

4.10. ზემოთ მოცემულ ექსპერიმენტში რომელი რეაგენტი არის მალიმიტირებული? მოიყვანე გაანგარიშების ყველა საფეხური, რომელიც აჩვენებს მალიმიტირებულ აგენტს.

რეაგენტი:



განგარიშება:

$$M(C_{10}H_6O_3) = 174.16$$

$$M(C_3H_3ClO) = 90.51$$

$$\nu(C_{10}H_6O_3) = \frac{m(C_{10}H_6O_3)}{M(C_{10}H_6O_3)} = \frac{0.4}{174.16} = 2.3 \times 10^{-3} \text{ მოლი}$$

$$m(C_3H_3ClO) = d \times V = 1.12 \times 0.12 = 0.1344 \text{ გ}$$

$$\nu(C_3H_3ClO) = \frac{m(C_3H_3ClO)}{M(C_3H_3ClO)} = \frac{0.1344}{90.51} = 1.485 \times 10^{-3} \text{ მოლი}$$

(1 ქულა -რეაგენტი, 1 ქულა - განგარიშება = 2 ქულა)

- 4.11. რეაქციის დასრულების შემდეგ განზავებული გოგირდმჟავა ემატება ნეიტრალიზაციის მიზნით. დაწერეთ შესაბამისი ნეიტრალიზაციის რეაქცია. რომელ ფაზაში მიმდინარეობს ეს რეაქცია?

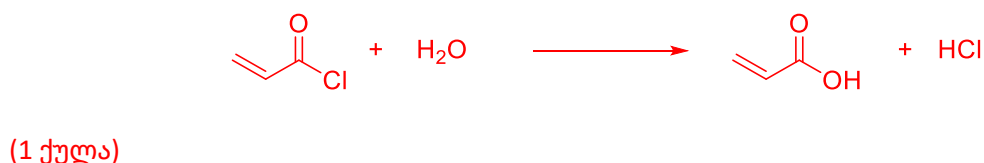


წლის ფაზა. მისაღებია ასევე (ორგანული ფაზა /წყლის გამყოფი ზედაპირი)

{ 1 ქულა - რეაქცია, 0.5 ქულა - ფაზა = 1.5 ქულა)

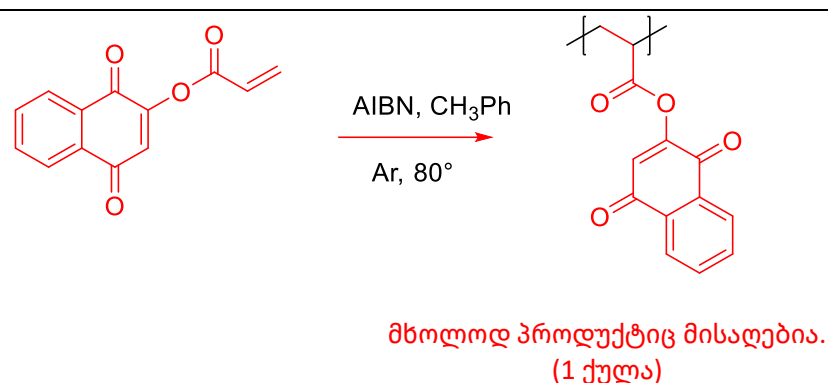
ერთ ერთმა სტუდენტმა რეაქცია ჩაატარა წვიმიან დღეს და დაავიწყდა არგონის მილის მიერთება კოლბასთან. ამდენად რეაქცია ღია თავდია კოლბაში ჩატარდა. რეაქციის დასასრულს არ შეინიშნა წითელი ფერის პროდუქტის C -ს წარმოქმნა.

4.12. რა თანაური რეაქცია წარიმართა, რამაც ხელი შეუშალა ძირითადი პროდუქტის წარმოქმნას? დაწერეთ გათანაბრებული რეაქციის ტოლობა.



მიღებული მონომერი რადიკალური ინიციატორების (მაგ. AIBN) თანაობისას განიცდის პოლიმერიზაციას, რის შედეგაც მიიღება პოლიმერული ნაერთი.

4.13. დაწერეთ ნაერთის C პოლიმერიზაციის რეაქცია:

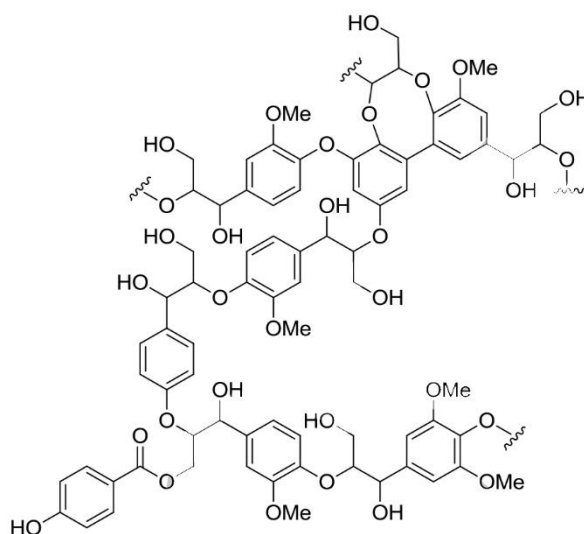


ამოცანა 5. ლიგნინი (24%)

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	5.11	სულ
1	3	1	2	2	1	3	2	0.5	1	4	20.5

ლიგნინი ბიოპოლიმერია. მისი შემცველობა მშრალ ხის მასალაში 15-დან 40%-მდე მერყეობს და წარმოადგენს ერთ-ერთ მერქნიანი მცენარეების ერთ-ერთ უმთავრეს კომპონენტს. ღვლისათვის ლიგნინი განიხილება როგორც სხვადასხვა ორგანული ნაერთის განახლებადი წყარო (ბიო საწვავის ანალოგიურად). მაგრამ ლიგნინის დეპოლიმერიზაციის პროცესი არ არის მარტივი და ეფექტური მეთოდის შემუშავებას წლები დასჭირდა.

ლიგნინის სტრუქტურული ფორმულა შეიძლება შემდეგი სახით გამოისახოს:



ლიგნინი

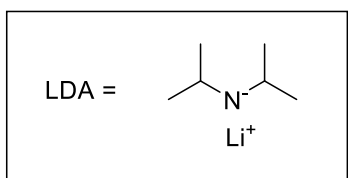
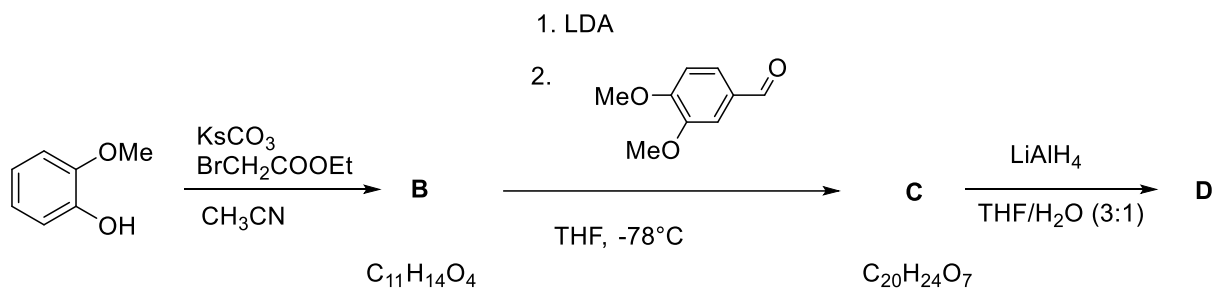
5.1. რომელი ფუნქციური ჯგუფები შედის ზემოთ მოცემულ ლიგნინის ფორმულაში? მონიშნეთ შესაბამისი უჯრა(ები).

☐ დიარილეთერი	☐ არილალკილეთერი	☐ ესტერი
☐ პირველადი (1°) ამინო	☐ ლაქტონი	☐ მეორეული (2°) სპირტი

(სულ 0.25 x 4 = 1 ქულა)

ლიგნინის პირდაპირი დეპოლიმერიზაციის პროცესი რთულია. დეპოლიმერიზაციას ექვემდებარება დაჟანგული ლიგნინი, მაგრამ მეთოდის ძირია და მოითხოვს ძლიერ ტოქსიკური ნაერთების გამოყენებას. თუმცა 2014 წელს ამერიკელმა მეცნიერმა მანონ სტალმა შემოგვთავაზა მეთოდი, რომლის თანახმადაც დაჟანგული ლიგნინი შეიძლება მარტივად დეპოლიმერიზირდეს ჭიანჭველმჟავასა და მისი ნატრიუმის მარილის (ნატრიუმის ფორმატის) თანაობისას. დეპოლიმერიზაციის პროცესის მექანიზმის გარკვევისათვის იყენებენ მოდელურ

ნაერთებს **D** და **E**, რომლებიც წარმოადგენენ ლიგნინისა და დაჟანგული ლიგნინის სტრუქტურულ რგოლებს. ქვემოთ მოცემული სქემის მიხედვით შესაძლებელია ნაერთის **D** სინთეზი:

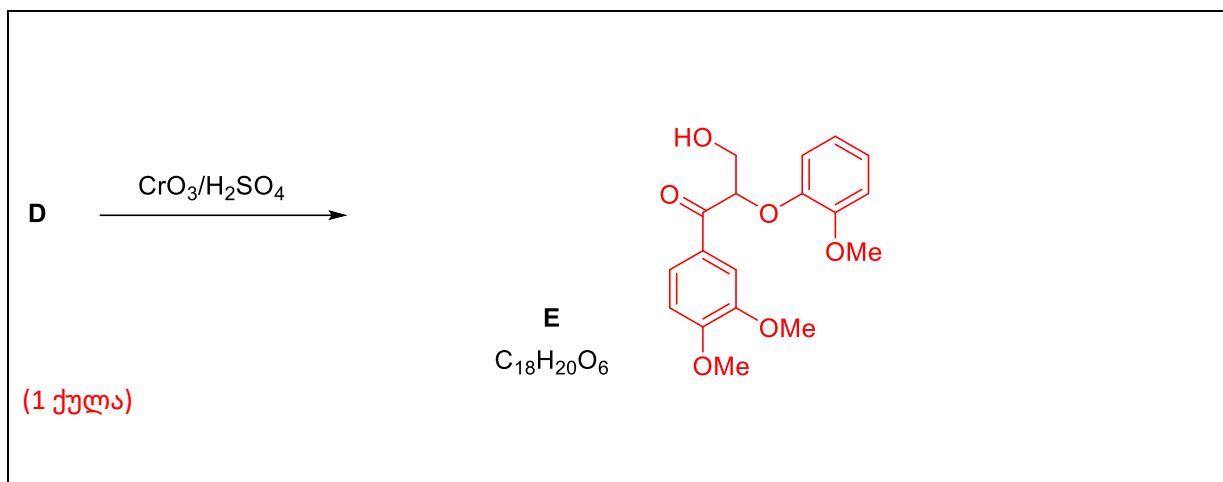


5.2. დაწერეთ **B**, **C**, და **D** ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

B	C	D
(1 ქულა)	(1 ქულა)	(1 ქულა)

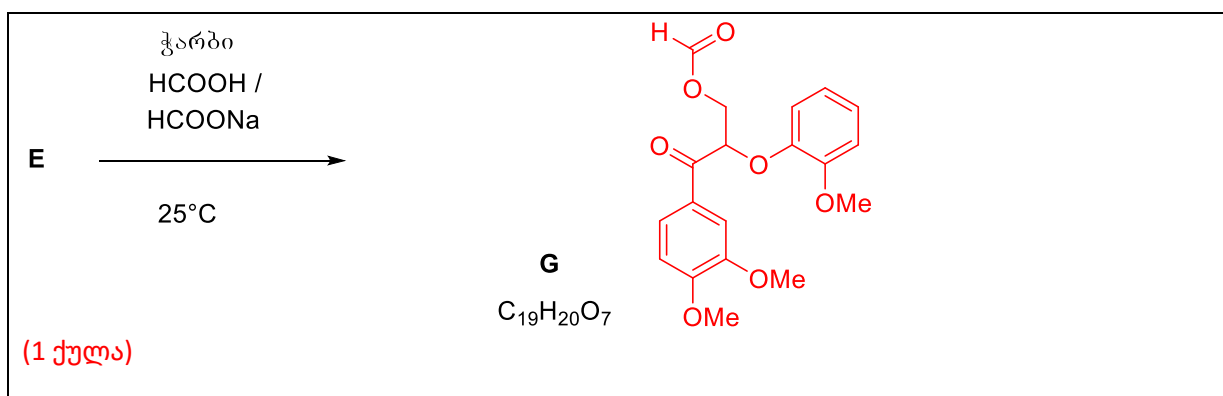
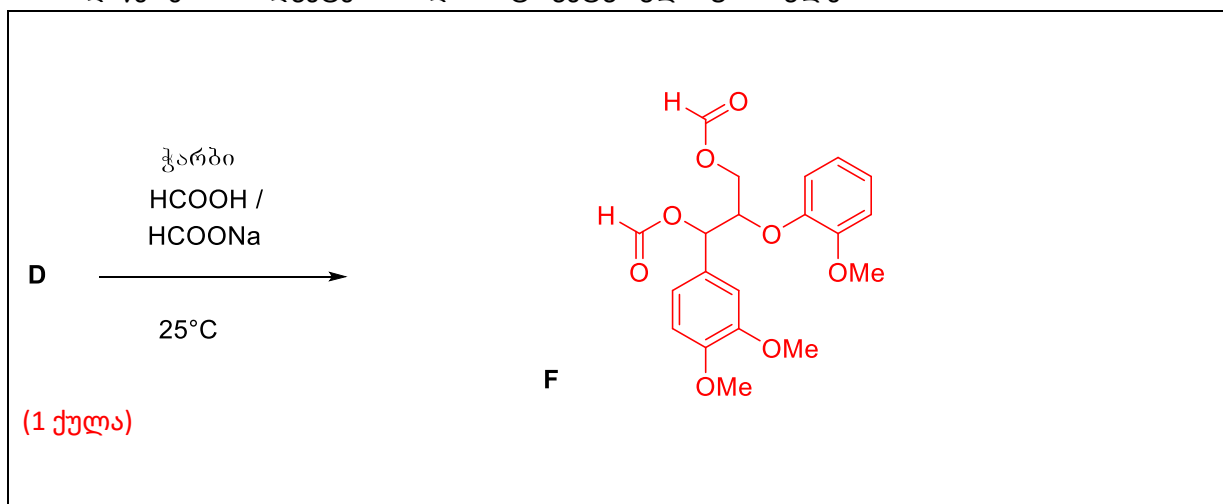
D ნაერთის $\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ -ით დაჟანგვით წარმოიქმნება არაგემიური პროდუქტი **E** და მხირე რაოდენობით კიდევ ორი თანაური პროდუქტი. ნივთიერება არ შედის რეაქციაში ტოლენსის რეაგენტთან და NaHCO_3 -ის ნაჯერ ხსნართან.

5.3. დაწერეთ პროდუქტი E-ს სტრუქტურული ფორმულა:



ორივე მოდელური ნივთიერება **D** და **E** დაამუშავეს ჭარბი ჭიანჭველმჟავით ნატრიუმის ფორმატის თანაობისას ოთახის ტემპერატურაზე. შესაბამისად, წარმოიქმნა პროდუქტები **F** და **G**.

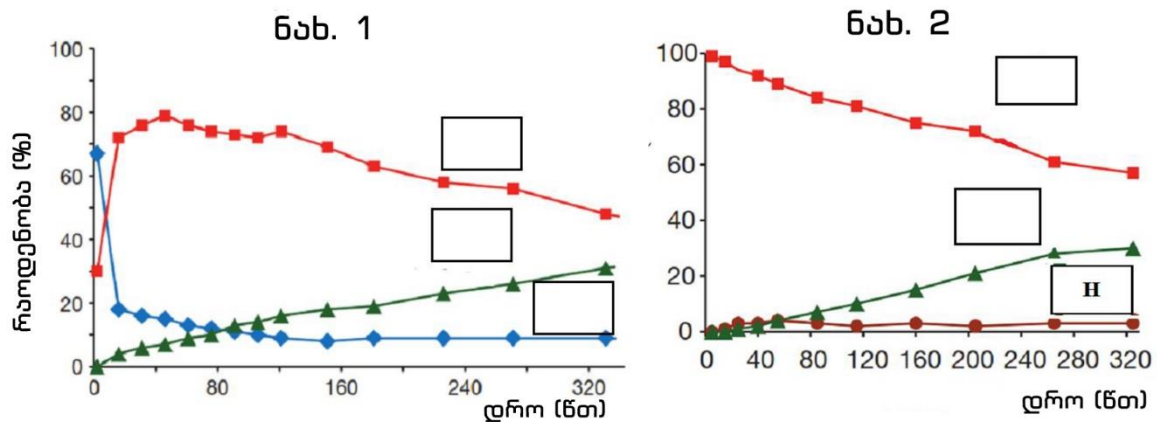
5.4. დაწერეთ პროდუქტების **F** და **G** სტრუქტურული ფორმულები.



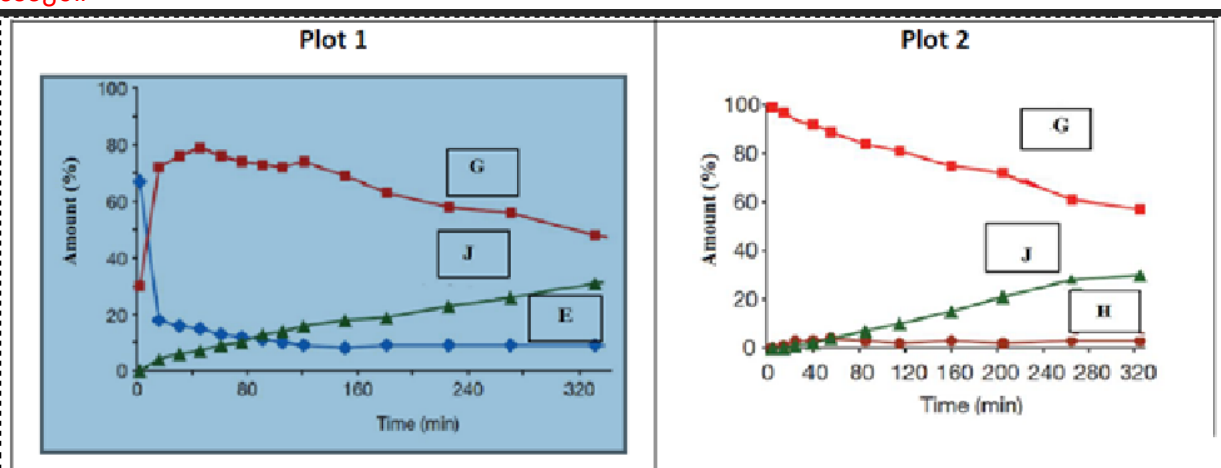
D ნივთიერება ჭარბი ჭიანჭველმავასთან გაცხელებისას 110°C -ზე წყლიანი ნატრიუმის ფორმატის თანაობისას იძლება მხოლოდ ერთ ნაერთს **F**, მაშინ, როდესაც ნაერთი **E** წარმოქმნის **G**, **H**, **I**, და **J** ნაერთების ნარევს. ნაერთი **E**-ს 110°C -ზე გაცხელებისას წარმოქმნილი ნაერთების რაოდენობები დროზე დამოკიდებულებით ნახ.1-ზე.

G ნივთიერება ჭარბი ჭიანჭველმავასთან გაცხელებისას 110°C -ზე წყლიანი ნატრიუმის ფორმატის თანაობისას იძლება ნაერთებს **H**, **I** და **J**. ამ რეაქციის დროს **G**, **H** და **J** ნაერთების რაოდენობის ცვლილება დროის მიხედვით მოცემულია ნახ. 2-ზე. **I** და **J** ნაერთების წარმოქმნის სიჩქარე ერთიდაიგივეა.

5.5. შეუსაბამეთ **E**, **G** და **J** ნაერთებს შესაბამისი მრუდები ნახაზი 1-ზე. ჩაწერეთ შესაბამისი ნაერთის აღმნიშვნელი ასო გრაფიკზე მოცემულ უჯრაში.



პასუხი



2 ქულა

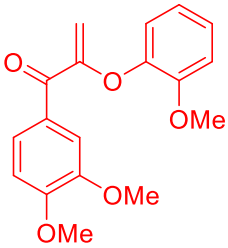
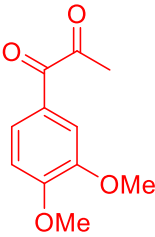
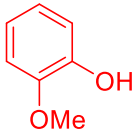
5.6. ნახაზი 2-ზე მოცემული H ნაერთის გრაფიკიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ:

- ☐ (i) H ნაერთი წარმოიქმნება ძალიან ნელა
- ☐ (ii) H ნაერთი წარმოიქმნება G და J ნაერთების ურთიერთქმედებით.
- ☐ (iii) H ნაერთი წონასწორობაშია G-თან
- ☐ (iv) H ნაერთი რეაქციის დროს როგორც წარმოიქმნება, ისე იხარჯება კიდევ

სწორი პასუხია (iv). – 1 ქულა
თუ (iv)-თან ერთად მონიშნულია (i)-ც, ასევე 1 ქულა.

H, I და J ნაერთებს შორის ნაერთი H აუფერულებს KMnO_4 -ის წყალხნარს, ნაერთი J იძლევა დადებით რეაქციას რკინის (III) ქლორიდის წყალხნართან და I ნივთიერება შედის იოდოფორმის რეაქციაში.

5.7. დაწერეთ H, I და J ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

 H $\text{C}_{18}\text{H}_{18}\text{O}_5$ 1 ქულა	 I $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{O}_4$ 1 ქულა	 J 1 ქულა
--	--	---

5.8. D და E მოდელურ ნაერთებზე ზემოთ ჩატარებული კვლევის შეჯამების მიზნით შეიძლება დავასკვნათ: მონიშნეთ შესაბამისი უჯრატები.

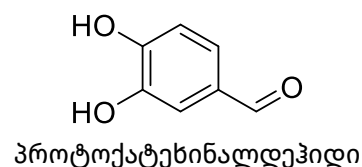
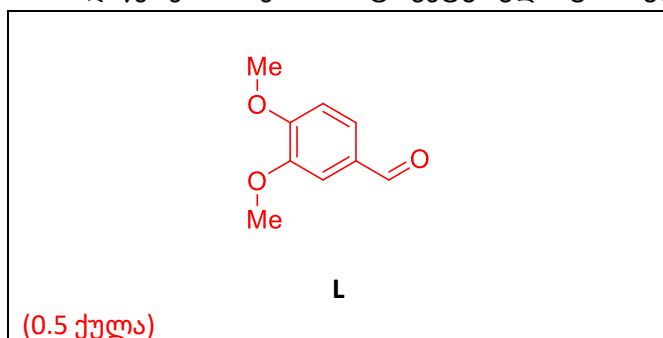
- ☐ (i) დაჟანგული ლიგნინის დეპოლიმერიზაცია მიმდინარეობს  რგოლების C-C ბმის გახლეჩით
- ☐ (ii) დაჟანგული ლიგნინის დეპოლიმერიზაციას განიცდის ჭიანჭველ მჟავა/ნატრიუმის ფორმატის ინიცირებული ეთერული ბმის გახლეჩით
- ☐ (iii) ჭიანჭველ მჟავა/ნატრიუმის ფორმატით ინიცირებული დეპოლიმერიზაციისას რეაქციის მაღალ გამოსავლიანობას უზრუნველყოფს მეორეული სპირტული ჯგუფების შერჩევითი დაჟანგვა
- ☐ (iv) ყოველი C-O ბმის გახლეჩაზე იხარჯება 1 მოლეკულა ჭიანჭველმჟავა

(სწორი პასუხები: (ii) და (iii). სულ 2 ქულა)

ბუნებაში გავრცელებული დღეისათვის ძლიერ პოპულარულ არომატულ (სასიამოვნო სუნის მქონე) ნაერთს ჯერ კიდევ აცტეკები იცნობდნენ ცენტრალურ ამერიკაში. იგი ევროპაში 1520 წელს შემოვიდა. მოგვიანებით, მსოფლიო მოთხოვნის 90%-ს აკმაყოფილებდა მადაგასკარში კულტივირებული მცენარეები. მისი მიღება ასევე შესაძლებელია ქაღალდის ტექნოლოგიის ლიგნინის ნარჩენებიდან. დღეისათვის, ამ ნივთიერების (**K**) 99%-ზე მეტი ამ ნედლეულიდან იწარმოება სინთეზურად.

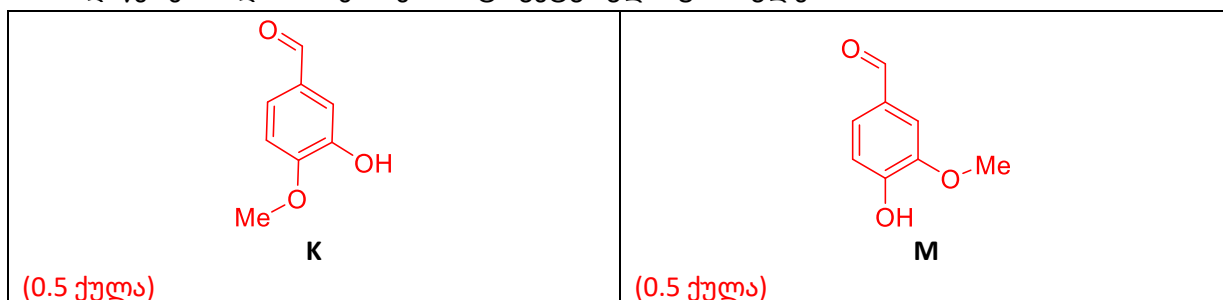
პროტოქატეხინალდეჰიდი დიმეთილსულფატთან ურთიერთქმედებით ნატრიუმის ტუტის თანაობისას იძლევა ნაერთს **K** ნაერთებთან **L** და **M**-თან ერთად. მოცემულ რეაქციაში პროდუქტების თანაფარდობა შეიძლება გაკონტროლდეს რეაქციის პირობებით. ნატრიუმის ტუტისა და დიმეთილსულფატის სიჭარბე უზრუნველყოფს ექსკლუზიურად **L** ნაერთის წარმოქმნას.

5.9. დაწერეთ **L** ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა:



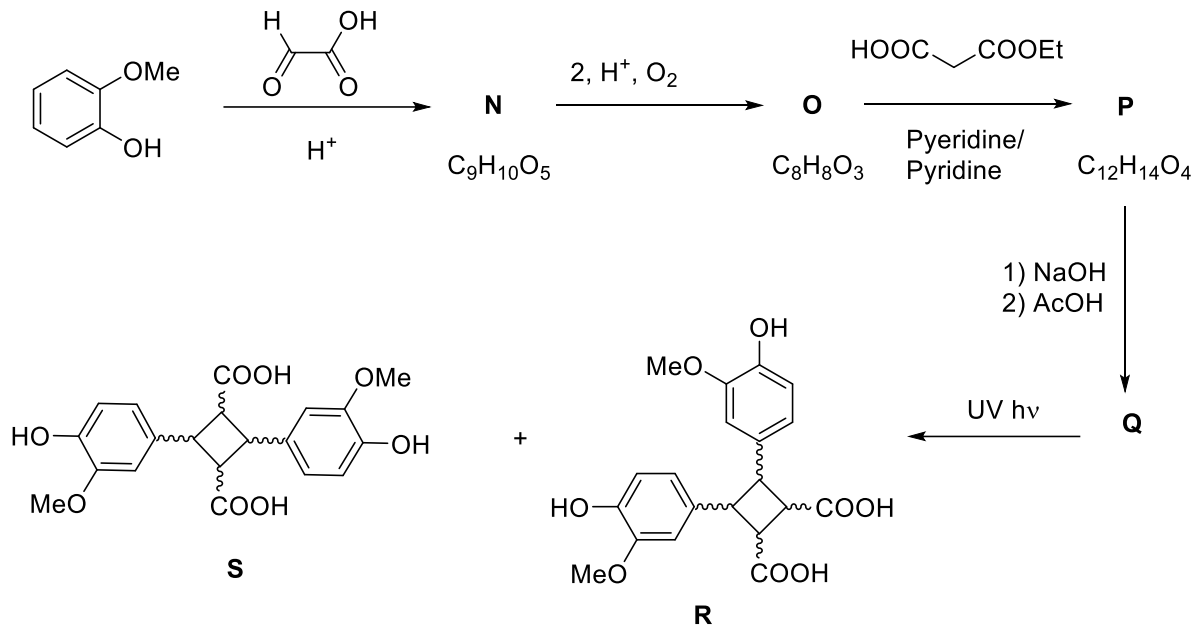
როდესაც რეაქციაში ვიყენებთ 1 მოლ ნატრიუმის ტუტეს და 1 მოლ დიმეთილსულფატს, **K** მიიღება 87%-იანი გამოსავლიანობით. თუ იგივე რეაქციას ჩავატარებთ ჭარბი ნატრიუმის ტუტისა და 1 მოლი დიმეთილსულფატის საშუალებით, მიიღება ნაერთი **M** 95%-იანი გამოსავლიანობით.

5.10. დაწერეთ **K** და **M** ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

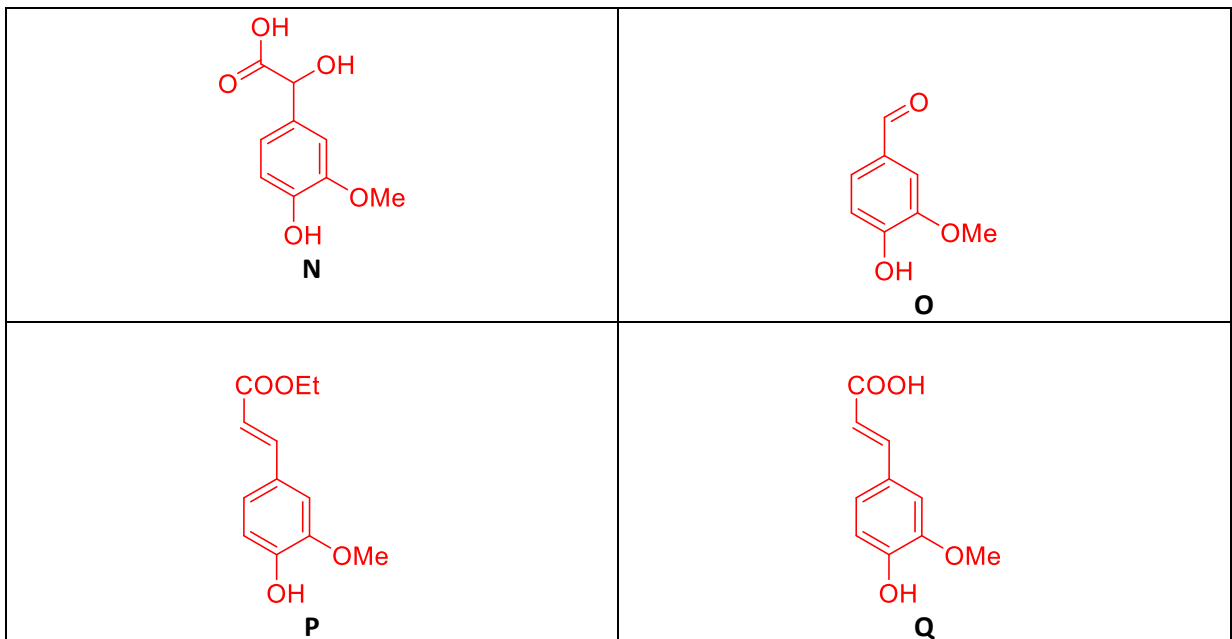


მცენარეები იყენებენ ფენილალანინის რამდენიმე მცირე ზომის არომატული მოლეკულის სინთეზისათვის, რომელთაც შემდეგომ იყენებს ლიგნინის ჩონჩხის ასაგებად. ამ მცირე ზომის მოლეკულებიდან ზოგიერთი ებმის უჯრედის კედლის ნახშირწყალს. ქვემოთ მოცემული ნაერთები **R** და **S** მიღებულია მზის შუქით ინიცირებული ფოტოქიმიური რეაქციით ნაერთიდან **P**.

R და **S** ასევე შესაძლებელია მივიღოთ სინთეზურად ქვემოთ მოცემული სქემის მიხედვით. ნაერთი **N** ჰაერზე დაჟანგვით მჟავის თანაობისას იძლევა ნაერთს **O**.



5.11. დაწერეთ **N**, **O**, **P** და **Q** ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები.



სულ 1 x 4 = 4 ქულა

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. HBCSE, February 2, 2019

2. HBCSE, 27th January 2018

3. IChO2013

4. პოლონეთის ეროვნული ოლიმპიადა - 2016