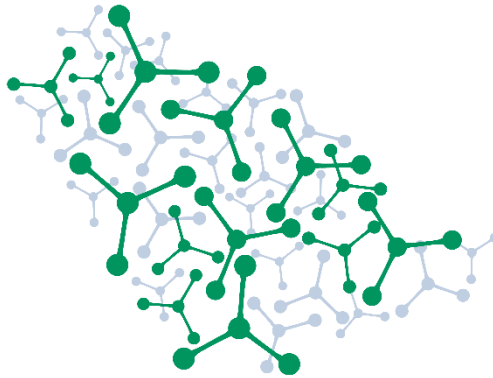




შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების
სამინისტრო

ქიმიის 56-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისთვის საქართველოს
ნაკრები გუნდის წევრების შესარჩევი კონკურსი



56TH IChO International
Chemistry Olympiad
Saudi Arabia 2024

1 ტური
ამოცანები

11 მაისი, 2024

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.
- პასუხების ფურცელზე აუცილებლად დააწერეთ თქვენი გვარი, სახელი და სკოლა.
- პასუხები უნდა ჩაიწეროს მხოლოდ პასუხისთვის გამოყოფილ შესაბამის უჯრებში.
- პასუხი, რომელიც შესაბამისი უჯრის გარეთ იქნება დაწერილი არ შეფასდება.
- პასუხები დაწერეთ გარკვევით.
- ქიმიური რეაქციის ტოლობებში სტექიომეტრიული კოეფიციენტები გაათანაბრეთ.
- აუცილებლად მიუთითეთ სიდიდეების განზომილებები, სადაც არის შესაძლებელი.
- შეწყვიტეთ პასუხების გაცემა და დადეთ 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
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 ენერჯიის 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 ენერჯია	$G = H - TS$
კავშირი წონასწორობის კონსტანტასა და სტანდარტულ ჯიბსის ენერჯიას შორის	$K = \exp\left(-\frac{\Delta G^\circ}{RT}\right)$
რეაქციის ჯიბსის ენერჯიის დამოკიდებულება კონცენტრაციასა და წნევაზე $a = c / (1 \text{ მოლი/ლ})$ ხსნარებისთვის $a = p / (1 \text{ ბარი})$ აირებისთვის	$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{a_{\text{prod}}}{a_{\text{reag}}}$
ჯიბსის ენერჯიის 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 მუდმივა [$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ ჯ}\cdot\text{წმ}$]	$E = h\nu = hc/\lambda$

ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

1	<p>ატომური რიგში სიმბოლო</p> <p>უპირველესა დაყვანილი ატომური მასა</p>																2			
1	<p>არამეტალები</p> <p>მეტალ-იდები</p> <p>არამეტალები</p> <p>კალოგენები</p> <p>კეთილშობილი გაზები</p>																2			
2	<p>მეტალები</p> <p>ტუტა მეტალები</p> <p>ტუტამინა მეტალები</p> <p>ლანთანოიდები</p> <p>აკტინოიდები</p> <p>ბარტაგავალი მეტალები</p> <p>პოსტ-ბარტაგავალი მეტალები</p>																10			
3	11	12													13	14	15	16	17	18
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
6	55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
7	87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118		

ლანთანოიდები	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	ლანთანი	ცერი	პრომიტიუმი	ნეოდუმი	პრომიტიუმი	სამარკოვი	ევროპიუმი	გადოლინიუმი	ტერბიუმი	დიზპროზიუმი	ჰოლიმი	ერიტიუმი	თულიუმი	იბერიუმი	ლუციუმი
აკტინოიდები	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	აკტინიუმი	თორიუმი	პროტაქტინიუმი	ურანი	ნეპტუნიუმი	პლუტონიუმი	ამერიციუმი	კურციუმი	ბერკლიუმი	კალიფორნიუმი	ეისენსტაინი	ფერმიუმი	მენდელევიუმი	ნობელიუმი	ლორენსიუმი

/

ამოცანა 1. მარტივი არაორგანული ექსპერიმენტი (17%)

კითხვა	1.1.	1.2.	1.3.	სულ
ქულა	5	12	7	24

თეთრი ფერის მყარი კრისტალური ნაერთი **A** შეიცავს მეტალ **X**-ს და წყალში კარგად ხსნადი ნივთიერებაა. **A** ნივთიერება ტუტე არეში წარმოქმნის ბინარულ **B** ნაერთს, რომელშიც ჟანგბადის მასური წილი არის 6.9%. **A** ნივთიერება გახურებით იშლება და მასის დანაკარგი შეადგენს 36.5%-ს.

1.1. განსაზღვრეთ მეტალი **X** და **A** და **B** ნაერთების ფორმულები.

ბინარული ნაერთის ზოგადი ფორმულაა XO_n . **X** და **O**-ს მოლური თანაფარდობაა $\frac{93.1}{X} : \frac{6.9}{16} = 1 : n$, სადაც **X** არის უცნობი მეტალის მოლური მასა და $n = 0.5; 1; 1.5; 2$ და სხვ. როცა $n = 0.5$, მაშინ, $X = 107.9$, ეს მეტალია ვერცხლი. $X = Ag$, $B - Ag_2O$.
 ვერცხლის მარილების გახურებისას მეტალი აღდგება. მასის დანაკარგის მიხედვით **A** ნივთიერების მოლური მასა არის 170 გ/მოლი, რაც შეესაბამება ვერცხლის ნიტრატს $A - AgNO_3$

(5 ქულა)

1.2. **A** ნივთიერების ხსნარზე გარკვეული რაოდენობის ნატრიუმის თიოსულფატის დამატებისას მაშინვე წარმოიქმნება წითელი შეფერილობა, რომელიც გადადის მოწითალო ყავისფერში და რამდენიმე წუთში შეინიშნება მუქი ყავისფერი **C** ნალექის წარმოქმნა (რეაქცია 1). ნალექის ზედაპირზე ხსნარი არის უფერო. ჰაერზე, 600 °C-ზე გახურებით **C** ნივთიერება წარმოქმნის ნაცრისფერ ფხვნილს **X** (რეაქცია 2). 1.10 გ **C** ნივთიერებიდან მიიღება 0.90 გ ნაშთი. **C** ნივთიერების გახურებით ვაკუუმში (რეაქცია 3) მიღებული აირი შთაინთქმება კალციუმის ჰიდროქსიდის სუსპენზიით (რეაქცია 4). 0.1 M $HClO_4$ -ში ბარიუმის პერქლორატის ნაჯერი ხსნარის ქვეშ დიდი ხნის განმავლობაში შენახვისას ნალექი დებულობს ღია ფერს, მაშინ როცა მაგნიუმის პერქლორატი იგივე შედეგს არ იძლევა. დაადგინეთ **C** ნივთიერების შედგენილობა და დაწერეთ 1-4 რეაქციის ტოლობები.

ჰაერზე გახურების შედეგად მიიღება მეტალური ვერცხლი, **C** ნივთიერება შეიცავს ვერცხლს და სავარაუდოდ გოგირდს და ჟანგბადს, რადგან გამოყოფს გოგირდის დიოქსიდს ვაკუუმში გახურებისას. 1.10 გ **C** ნივთიერება შეიცავს 0.90 გ ვერცხლს, მაშინ 1 მოლი ვერცხლი იქნება 132 გრამში. დანარჩენი მასა $132 - 108 = 24$ გ შეესაბამება $\frac{1}{2} S$ და $\frac{1}{2} O$, ამრიგად ემპირიული ფორმულაა $AgS_{1/2}O_{1/2}$ ანუ Ag_2SO .
 ბარიუმის პერქლორატით დამუშავებისას ნალექის გაღივება მიუთითებს ბარიუმის სულფატის წარმოქმნაზე, შესაბამისად უცნობი ნაერთი უნდა შეიცავს სულფატ-იონს. ამ ინფორმაციის და ემპირიული ფორმულის საფუძველზე შეიძლება დადგინდეს რომ ნაერთის ფორმულა არის $Ag_8S_3SO_4$.

1) $16AgNO_3 + 6Na_2S_2O_3 + 6H_2O \rightarrow 2[Ag_8S_3]SO_4 \downarrow + 4Na_2SO_4 + 4NaNO_3 + 12HNO_3$ (6 ქულა)
 2) $[Ag_8S_3]SO_4 + 2O_2 \rightarrow 8Ag + 4SO_2$ (2 ქულა)
 3) $[Ag_8S_3]SO_4 \rightarrow 2Ag_2S + 4Ag + 2SO_2$ (2 ქულა)
 4) $SO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_3 + H_2O$ ან $2SO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(HSO_3)_2$ (2 ქულა)

(სულ 12 ქულა)

- 1.3. **C** ნალექის საწყის ხსნარში შენახვისას (1-ლი რეაქციის შედეგად მიღებულ ხსნარში), რომელიც ჭარბად შეიცავდა **A** ნივთიერებას მისი ფერი ხდება ყვითელი, **D** ნივთიერებაში გარდაქმნის გამო. **C** ნივთიერების სუსპენზიაზე ბარიუმის იონების დამატებისას მიიღება **D** ნივთიერების და უცნობი თეთრი ფერის ნალექის ნარევი. დაადგინეთ **D** ნივთიერების ფორმულა, თუ ის შეიცავს 77.5 % (მასის მიხედვით) **X** ელემენტს. დაწერეთ **D** ნივთიერების წარმოქმნის რეაქციის ტოლობა.

სავარაუდოდ **C** ნივთიერებაში სულფატ-იონები ჩანაცვლდება ნიტრატ-იონებით. **D** ნივთიერების მოლური მასა არის $\frac{108n}{0.775} = 139.35n$. როცა $n = 3$ მაშინ $M = 418$ რაც შეესაბამება $418 - 108 \cdot 3 = 94$, რაც არის $\text{NO}_3^- + \text{S}$. ამგვარად **D** ნივთიერების ფორმულაა $[\text{Ag}_3\text{S}]\text{NO}_3$.



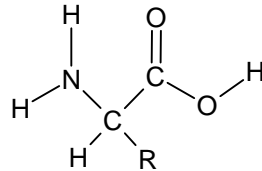
(7 ქულა)

ამოცანა 2. გათიხვის მრუდები (19%)

კითხვა	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.2.1	2.2.2	2.2.3.	2.2.4.	2.2.5.	2.3.1.	2.3.2.	2.3.3.	სულ
ქულა	2	2	2	4	2	4	4	2	3	2	1	28

ნაწილი 1. ამინომჟავები

ამინომჟავების ზოგადი სტრუქტურაა:

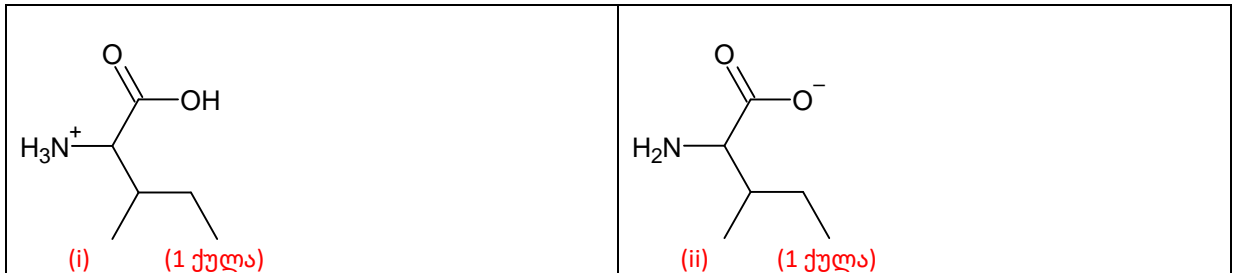


სადაც R შეიძლება იყოს სხვადასხვა შედგენილობის რადიკალი.

ერთ-ერთი შეუცვლელი ამინომჟავაა იზოლეიცინი (R არის $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$). მისი $\text{pK}_a = 9.60$, ხოლო ამ ამინომჟავის ჰიდროქლორიდის მარილის $\text{pK}_a = 2.36$.

2.1.1. დაწერეთ:

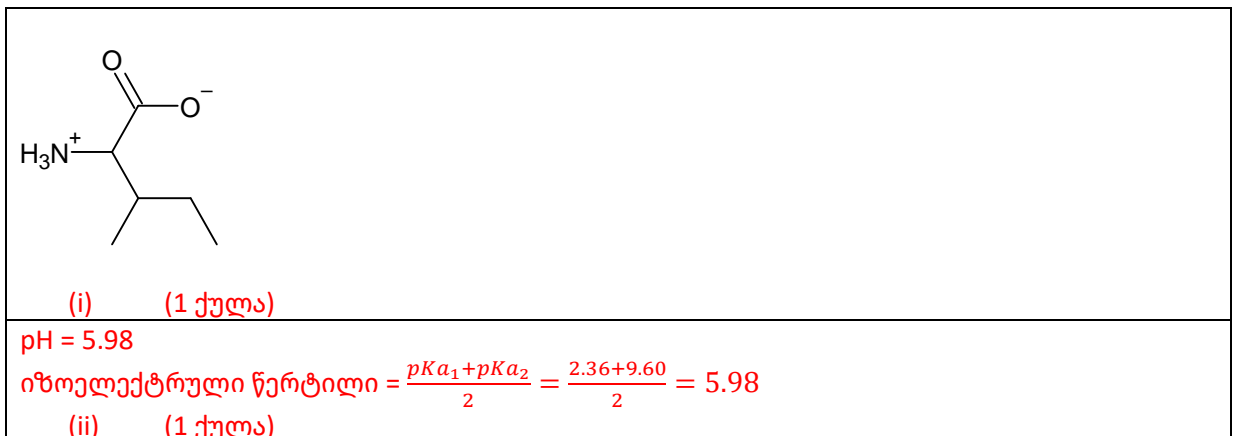
- იზოლეიცინის სტრუქტურული ფორმულა, როცა წყალხსნარის $\text{pH} = 2$
- იზოლეიცინის სტრუქტურული ფორმულა, როცა წყალხსნარის $\text{pH} = 11$



2.1.2. იზოელექტრული წერტილი არის pH -ის ისეთი მნიშვნელობა, როცა მოლეკულაში ჯამური მუხტი 0-ის ტოლია.

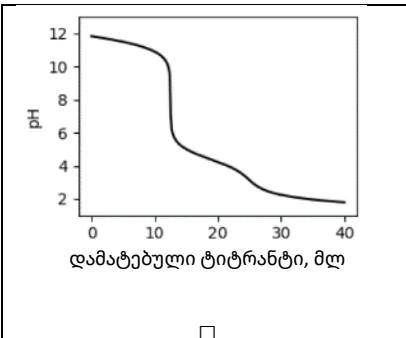
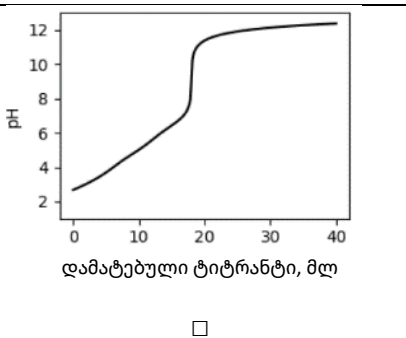
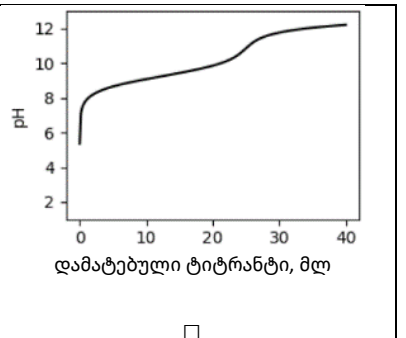
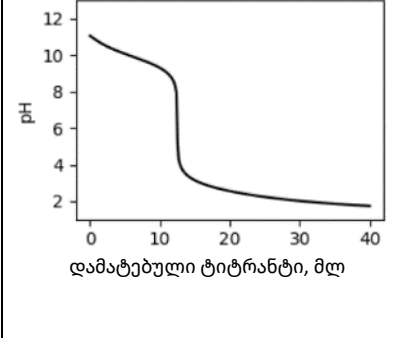
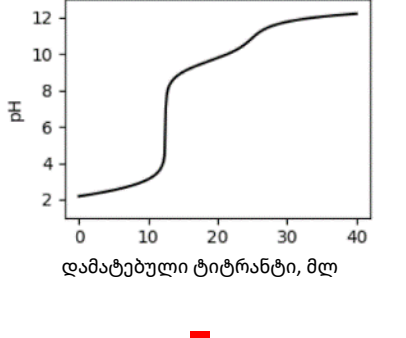
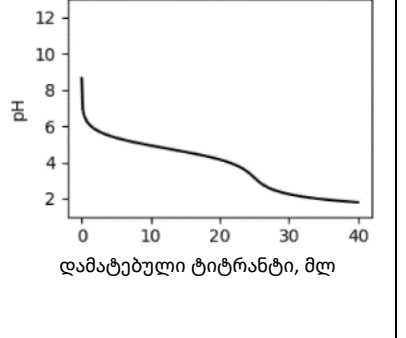
დაწერეთ:

- იზოლეიცინის სტრუქტურული ფორმულა იზოელექტრულ წერტილში.
- გამოთვალეთ იზოლეიცინის იზოელექტრული წერტილი.



2.1.3. pKa-ს მნიშვნელობების განსაზღვრის მიზნით 50.0 მლ იზოლეიცინის ჰიდროქლორიდის 0.025 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარი გაიტიტრა 0.1 მოლი/ლ კონცენტრაციის ნატრიუმის ტუტის 40.0 მლ ხსნარით.

პასუხების გრაფაში მონიშნეთ გატიტრის რომელი მრუდი შეესაბამება ამ პროცესს.

 <p>დამატებული ტიტრანტი, მლ</p> <input type="checkbox"/>	 <p>დამატებული ტიტრანტი, მლ</p> <input type="checkbox"/>	 <p>დამატებული ტიტრანტი, მლ</p> <input type="checkbox"/>
 <p>დამატებული ტიტრანტი, მლ</p> <input type="checkbox"/>	 <p>დამატებული ტიტრანტი, მლ</p> <input checked="" type="checkbox"/>	 <p>დამატებული ტიტრანტი, მლ</p> <input type="checkbox"/>

(2 ქულა)

ნაწილი 2. კარბონატები

ლითიუმის კარბონატის ხსნადობა მნიშვნელოვნად უფრო ნაკლებია სხვა ტუტე მეტალების კარბონატების ხსნადობაზე. 20°C-ზე მისი ხსნადობაა 13.3 გ/ლ, ხოლო 100°C-ზე 7.2 გ/ლ.

2.2.1. გამოთვალეთ ლითიუმის კარბონატის ხსნადობის მოლური ენთალპია. ჩათვალეთ რომ ენთალპია მუდმივია ტემპერატურის ამ ინტერვალში.

$n(20^\circ\text{C}) = \frac{13.3}{74} = 0.180 \text{ მოლი}$
 $n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.180 \text{ მოლი}$
 $n(\text{Li}^+) = 0.360 \text{ მოლი}$
 $K_{sp}(20^\circ\text{C}) = 0.360^2 \times 0.180 = 2.33 \times 10^{-2}$
 $n(100^\circ\text{C}) = \frac{7.2}{74} = 0.0974 \text{ მოლი}$
 $n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.0974 \text{ მოლი}$
 $n(\text{Li}^+) = 0.1948 \text{ მოლი}$
 $K_{sp}(100^\circ\text{C}) = 0.1948^2 \times 0.0974 = 3.70 \times 10^{-3}$
 $\ln \frac{K_{sp}(100^\circ\text{C})}{K_{sp}(20^\circ\text{C})} = -\frac{\Delta_R H^0}{R} \times \left(\frac{1}{373.15} - \frac{1}{293.15} \right)$
 $\Delta_R H^0 = -20908 \text{ ჯ/მოლი}$
 (4 ქულა)

ლითიუმის ჰიდროქსიდი ნელა ურთიერთქმედებს ჰაერში არსებულ ნახშირორჟანგთან და მიიღება ლითიუმის კარბონატი. მისი სისუფთავე შეიძლება განისაზღვროს გატიტრით. ამ ნარევის ანალიზის მიზნით ლითიუმის ჰიდროქსიდის და ლითიუმის კარბონატის 2.500 გ ნარევი გახსნეს წყალში და გადაიტანეს 500 მლ-იან საზომ კოლბაში. საწყისი ხსნარიდან აიღეს 25.00 მლ ალიქვოტი და გატიტრეს 0.100 მოლი/ლ კონცენტრაციის მარილმჟავით მეთილნარინჯის თანაობისას (ამ დროს იტიტრება ორივე ნივთიერება). დახარჯული მჟავის მოცულობამ შეადგინა 48.5 მლ. მეორე გატიტრისთვის აიღეს საწყისი ხსნარის 25.00 მლ ალიქვოტი, დაამატეს ჭარბად ბარიუმის ქლორიდი ნალექის წარმოქმნის შეწყვეტამდე და გატიტრეს 0.100 მოლი/ლ კონცენტრაციის მარილმჟავით ფენოლფტალეინის თანაობისას. ეკვივალენტობის წერტილის მიღწევაზე დაიხარჯა 41.7 მლ მჟავა.

2.2.2. გამოთვალეთ ლითიუმის ჰიდროქსიდის და ლითიუმის კარბონატის მასები ადებულ ნიმუშში.

$$n(\text{OH}^-) = 0.0417 \times 0.1 = 0.00417 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{OH}^-)_{\text{საწყის ნიმუშში}} = 0.00417 \times 20 = 0.0834 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{LiOH}) = 0.0834 \times 24 = 2.0016 \text{ გ}$$

$$m(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 2.500 - 2.0016 = 0.4984 \text{ გ}$$

(2 ქულა)

გატიტრის პროცესის სიზუსტის შესამოწმებლად ჩაატარეს შემდეგი ექსპერიმენტი: 25.00 მლ საანალიზო ხსნარს, რომელშიც კარბონატის კონცენტრაცია არის 0.0100 მოლი/ლ, დაამატეს 3.00 მლ ბარიუმის ქლორიდის 0.100 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარი. $K_{sp}(\text{BaCO}_3) = 2.58 \times 10^{-9}$.

2.2.3. გამოთვალეთ კარბონატ-იონების კონცენტრაცია ხსნარში, ბარიუმის ქლორიდის დამატების შემდეგ.

$$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{0.003 \times 0.1 - x}{0.028}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{0.025 \times 0.01 - x}{0.028}$$

$$K_{sp}(\text{BaCO}_3) = [\text{Ba}^{2+}] \times [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{0.003 \times 0.1 - x}{0.028} \times \frac{0.025 \times 0.01 - x}{0.028} = 2.58 \times 10^{-9}$$

$$x = 2.4996 \times 10^{-4}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{0.025 \times 0.01 - x}{0.028} = 1.43 \times 10^{-6}$$

(4 ქულა)

უცნობი ნიმუშის ხსნარი შესაძლოა შეიცავდეს ნატრიუმის ჰიდროქსიდს, ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს ან ნატრიუმის კარბონატს ცალ-ცალკე ან დასაშვები კომბინაციით. 50.0 მლ ამ ხსნარის ალიქვოტის გატიტრვაზე ფენოლფტალეინის (გადასვლის ინტერვალური pH = 8.3 – 10.5) თანაობისას დაიხარჯა 22.1 მლ 0.100 მოლი/ლ კონცენტრაციის მარილმჟავას ხსნარი. მეორე 50.0 მლ ალიქვოტის გატიტრვაზე ბრომკრეზოლმწვანეს (გადასვლის ინტერვალური pH = 3.8 – 5.4) თანაობისას დაიხარჯა იგივე კონცენტრაციის 48.4 მლ მარილმჟავას ხსნარი.

2.2.4. დაადგინეთ რომელ ნივთიერებას/ნივთიერებებს შეიცავდა უცნობი ნიმუში და განსაზღვრეთ ხსნარის შედგენილობა მოლეზში.

დახარჯული რაოდენობების გაანალიზების მიხედვით ხსნარი უნდა შეიცავდეს ნატრიუმის კარბონატს და ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს. ფენოლფტალეინით ექვივალენტობის წერტილის მიღწევის დროს კარბონატის ნახევარი გარდაიქმნება ჰიდროკარბონატში, შესაბამისად

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 22.1 \times 0.1 = 2.21 \text{ მმოლი}$$

სხვაობა ფენოლფტალეინით გატიტრასა და ბრომკრეზოლმწვანით გატიტრას შორის $48.4 - 22.1 = 26.3$ მლ შეესაბამება ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ჯამურ რაოდენობას, რომელიც იყო საწყის ხსნარში და რომელიც წარმოიქმნა კარბონატის გატიტრისას.

ამგვარად,

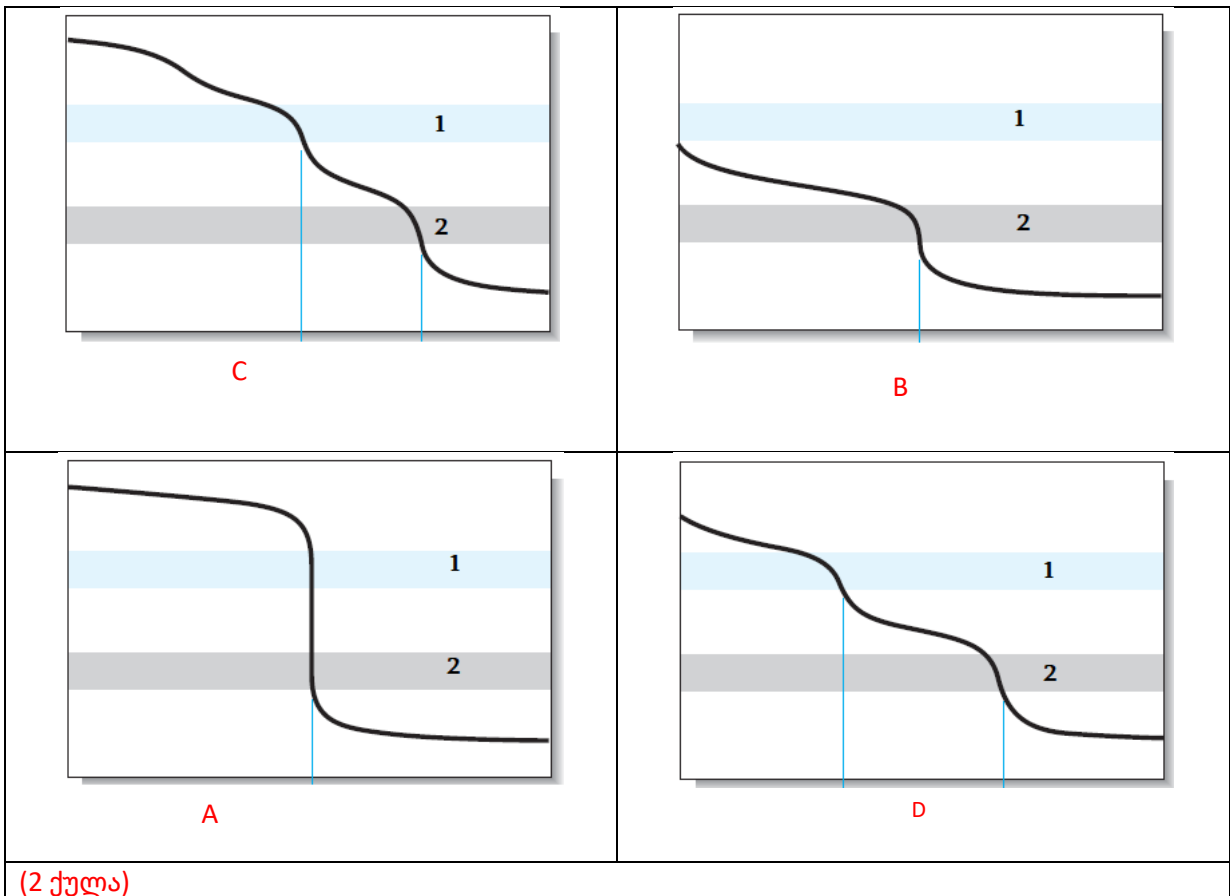
$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{NaHCO}_3) = 26.3 \times 0.1 = 2.63 \text{ მმოლი}$$

$$\text{საწყის ხსნარში არსებული } n(\text{NaHCO}_3) = 2.63 - 2.21 = 0.42 \text{ მმოლი}$$

(4 ქულა)

2.2.5. იპოვეთ შესაბამისობა მოცემული სისტემების (A, B, C, D) და მათი მარილმჟავით გატიტრის პროცესში აგებულ გატიტრის მრუდებს შორის და პასუხების გრაფაში დასვით შესაბამისი სიმბოლოები. (უბანი - 1 შეესაბამება ფენოლფტალეინის გადასვლის ინტერვალს, უბანი - 2 კი ბრომკრეზოლმწვანეს გადასვლის ინტერვალს).

A – NaOH B – NaHCO₃ C – NaOH და Na₂CO₃ D – NaHCO₃ და Na₂CO₃



(2 ქულა)

ნაწილი 3. კომპლექსონომეტრული გატიტვრა

კომპლექსონომეტრული გატიტვრა საშუალებას იძლევა ნარევი განისაზღვროს ერთდროულად არსებული რამდენიმე კატიონის შემცველობა შესაბამისი პირობების შექმნით. ერთ-ერთი საუკეთესო რეაგენტი, რომელსაც დიდი გამოყენება აქვს ანალიზურ ქიმიაში არის EDTA (ეთილენდიამინტეტრაძმარმჟავა), რომელიც ნებისმიერი მუხტის მქონე კატიონთან წარმოქმნის კომპლექსს 1:1 თანაფარდობით.

2.3.1. ქრომელი არის ნიკელის, ქრომისა და რკინის შენადნობი. ამ შენადნობის 0.6553 გ ნიმუში გახსნეს და მიღებული ხსნარი შეავსეს წყლით 250.0 მლ-მდე. როცა 50.00 ალიქვოტს დაამატეს ამავე მოცულობის 0.05173 M EDTA, სამივე იონი გადავიდა ხელატურ კომპლექსში და უკუგატიტვრაზე დაიხარჯა 5.34 მლ 0.06139 M სპილენძ(II)-ის იონების შემცველი ხსნარი. მეორე 50.00 მლ ალიქვოტში ქრომი შენიღბეს ჰექსამეთილენტეტრამინით და გატიტვრაზე დაიხარჯა 36.98 მლ 0.05173 M EDTA-ს ხსნარი. მესამე 50.00 მლ ალიქვოტში ქრომი და რკინა შენიღბეს პიროფოსფატით და გატიტვრაზე დაიხარჯა 24.53 მლ 0.05173 M EDTA-ს ხსნარი. გამოთვალეთ ნიმუშში თითოეული იონის მასური წილი (%).

50 მლ-ში

$$n(\text{EDTA})_{\text{მოლიანი}} = 50.00 \times 0.05173 = 2.5865 \text{ მმოლი}$$

$$n(\text{EDTA})_{\text{ჰარბი}} = 5.34 \times 0.06139 = 0.3278 \text{ მმოლი}$$

$$n(\text{Fe, Cr, Ni}) = 2.5865 - 0.3278 = 2.2587 \text{ მმოლი}$$

$$n(\text{Fe, Ni}) = 36.98 \times 0.05173 = 1.9130 \text{ მმოლი}$$

$$n(\text{Cr}) = 2.2587 - 1.9130 = 0.3457 \text{ მმოლი}$$

$$n(\text{Ni}) = 24.53 \times 0.04173 = 1.2689 \text{ მმოლი}$$

$$n(\text{Fe}) = 1.9130 - 1.2689 = 0.6441 \text{ მმოლი}$$

საწყის ნიმუშში (250 მლ-ში) თითოეულის მასა იქნებოდა:

$$m(\text{Cr}) = 0.08988 \text{ გ}$$

$$m(\text{Ni}) = 0.37433 \text{ გ}$$

$$m(\text{Fe}) = 0.18035 \text{ გ}$$

საწყის 0.6553 გ-ში პროცენტული შემცველობა:

$$\omega\%(\text{Cr}) = 13.72\%$$

$$\omega\%(\text{Ni}) = 57.12\%$$

$$\omega\%(\text{Fe}) = 27.52\%$$

(3 ქულა)

კომპლექსონომეტრულ გატიტვრას იყენებენ წყლის სიხისტის და ბუნებრივ წყლებში კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობის განსაზღვრის მიზნით.

2.3.2. მინერალური წყალში კალციუმის და მაგნიუმის განსაზღვრის მიზნით 50.00 მლ ნიმუშის დაამატეს 5 მლ ამიაკური ბუფერი და გატიტრეს EDTA-ს 0.01205 M ხსნარით ინდიკატორ

ერიოქრომ შავის თანაობისას. დაიხარჯა 23.65 მლ EDTA-ს ხსნარი. მეორე 50.00 ალიქვოტს დაამატეს 2 მლ 2 M ნატრიუმის ტუტე და გატიტრეს იგივე კონცენტრაციის EDTA-ს ხსნარით ინდიკატორ მურექსიდის თანაობისას. დაიხარჯა 14.53 მლ. გამოთვალეთ თითოეული იონის შემცველობა (მგ/ლ-ში).

50 მლ-ში

$$n(\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}) = 23.65 \times 0.01205 = 0.2850 \text{ მმოლი}$$

$$n(\text{Ca}^{2+}) = 14.53 \times 0.01205 = 0.1751 \text{ მმოლი}$$

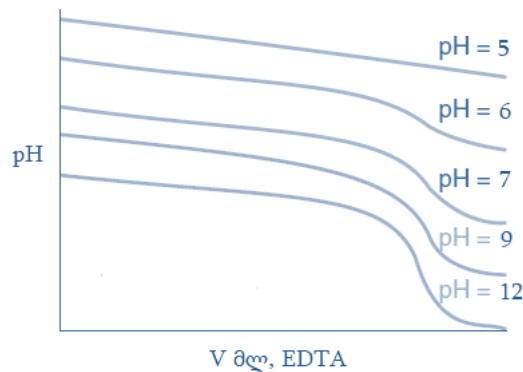
$$n(\text{Mg}^{2+}) = 0.1099 \text{ მმოლი}$$

$$(\text{Ca}^{2+}) = 140 \text{ მგ/ლ}$$

$$(\text{Mg}^{2+}) = 53 \text{ მგ/ლ}$$

(2 ქულა)

2.3.3. წინა დავალებაში (2.3.2) აღწერილი 1-ლი გატიტრის პროცესის მიხედვით ააგეს გატიტრის მრუდი. პასუხების გრაფაში მოცემულ მრუდზე შემოხაზეთ pH-ის ის მნიშვნელობა რომელიც შეიძლება შეესაბამებოდეს ამ გატიტრას.



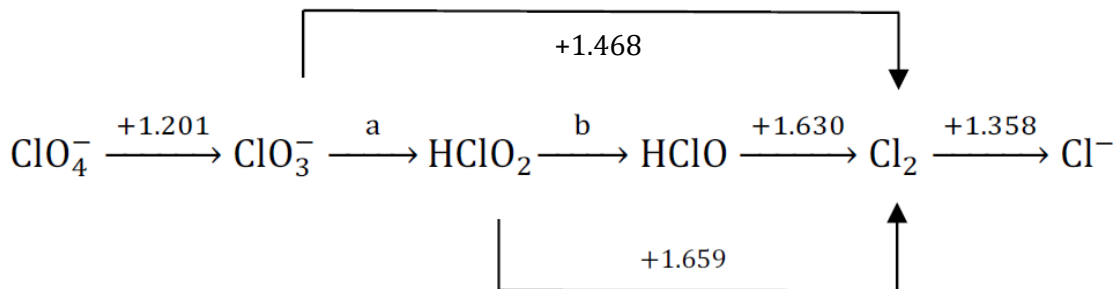
(1 ქულა)

ამოცანა 3. ქლორის ჟანგბადიანი ნაერთების ელექტროქიმია და აზოტის ოქსიდების თერმოდინამიკა (22%)

კითხვა	3.1.1.	3.1.2	3.1.3	3.1.4.	3.1.5.	3.2.1.	3.2.2.	3.2.3.	3.2.4.	3.2.5.	3.2.6.	ჯამი
ქულა	2	6	1	1	3	2	1	3	1	1	5	26

ნაწილი 1. ქლორის ჟანგბადიანი ნაერთების ელექტროქიმია

ქლორის ჟანგბადიანი ნაერთების ლატიმერის დიაგრამა pH=0-ზე ნაჩვენებია ქვემოთ. ყველა ნაწილაკი იმ ფორმაშია ნაჩვენები, რა ფორმაშიც ისინი არსებობს pH = 0 -ზე.



3.1.1. გამოთვალეთ a და b-ს მნიშვნელობები, აჩვენეთ გამოთვლის გზა.

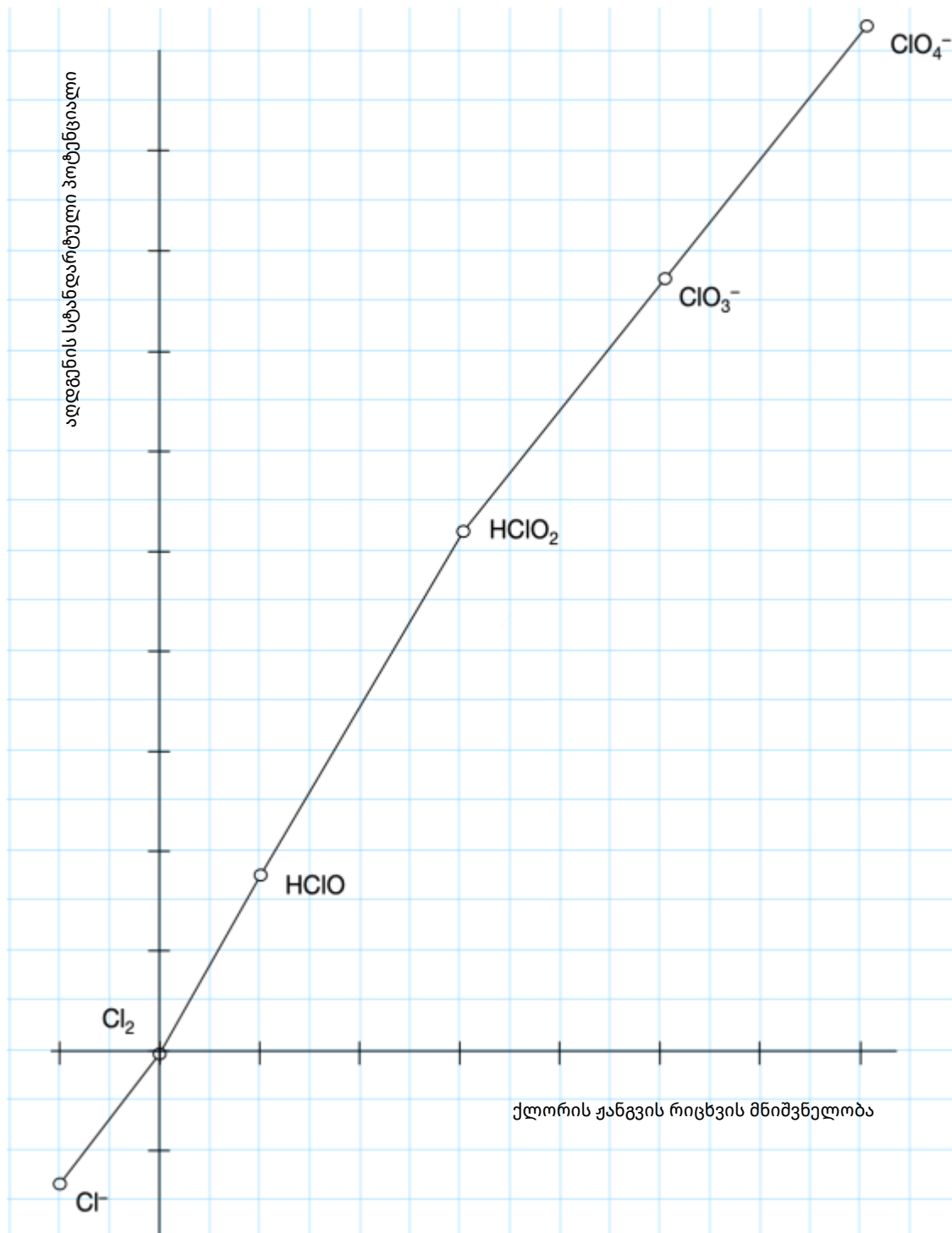
$$\begin{aligned}
 5 \times 1.468 &= 3 \times 1.659 + a \times 2 \\
 a &= 1.1815 \\
 3 \times 1.659 &= 2 \times b + 1.630 \\
 b &= 1.6735
 \end{aligned}$$

(2 ქულა)

3.1.2. დახაზეთ ფროსტის დიაგრამა pH = 0-ზე შემდეგ გვერდზე მოცემულ გრაფიკზე და ცხრილში ჩაწერეთ დასმული წერტილების კოორდინატები.

	კოორდინატი ჰორიზონტალურ დერძზე	კოორდინატი ვერტიკალურ დერძზე
Cl ⁻	-1	-1.358
Cl ₂	0	0
HClO	1	1.630
HClO ₂	3	4.978
ClO ₃ ⁻	5	7.340
ClO ₄ ⁻	7	9.742

(6 ქულა)



3.1.3. ერთ-ერთი ქლორის ჟანგბადიანი ნაერთი განიცდის ამ პირობებში დისპროპორციონირებას. დაწერეთ ამ ნაერთის ფორმულა.

HClO_2

(1 ქულა)

3.1.4. დაწერეთ ამ პროცესის ამსახველი ტოლობა მჟავა არეში.



(1 ქულა)

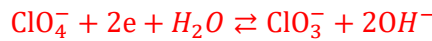
3.1.5. გამოთვალეთ $\text{ClO}_4^-/\text{ClO}_3^-$ ადგენის პოტენციალი $\text{pH} = 14$ -ზე და დაწერეთ ამ პროცესის ამსახველი ტოლობა.

$\text{pH} = 0$:

$$\text{ClO}_4^- + 2e + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$$

$$E = E^0 - \frac{RT}{zT} \ln \left(\frac{1}{(10^{-14})^2} \right) = 1.201 - \frac{8.3145 \times 298.15}{2 \times 96485} \times \ln(10^{28}) = 0.373 \text{ ვ}$$

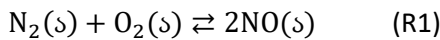
$\text{pH} = 14$:



(3 ქულა)

ნაწილი 2. აზოტის ოქსიდების თერმოდინამიკა

აზოტ(II)-ის ოქსიდის წარმოქმნის წონასწორობა გამოისახება შემდეგნაირად:



ამ დავალებაში ჩათვალეთ, რომ ამ დროს სხვა ოქსიდები არ წარმოიქმნება.

	$\Delta_f H^0$ (კჯ/მოლი)	S^0 (ჯ/მოლი · K)	C_p (ჯ/მოლი · K)
$\text{N}_2(\text{g})$	0.0	191.6	29.10
$\text{NO}(\text{g})$	91.3	210.8	29.90
$\text{O}_2(\text{g})$	0.0	205.2	29.40

3.2.1. გამოთვალეთ $\Delta_R G_{298}^0$ და K_p (298 K) 1-ლი რეაქციისთვის:

$$\Delta_R S^0 = 2 \times 210.8 - 191.6 - 205.2 = 24.8 \text{ ჯ/კ·მოლი}$$

$$\Delta_R G^0 = 2 \times 91.3 - 298 \times 0.0248 = 175.2 \text{ კჯ/მოლი}$$

$$K_p = e^{-\frac{\Delta G^0}{RT}} = 1.95 \times 10^{-31}$$

(2 ქულა)

3.2.2. გამოთვალეთ $\Delta_f G^0$ აზოტ(II)-ის ოქსიდისთვის:

$$\Delta_f G^0 = \frac{175.2}{2} = 87.6 \text{ კჯ/მოლი}$$

(1 ქულა)

ჩათვალეთ, რომ $\Delta_R H^0$ და $\Delta_R S^0$ არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე. ცნობილია, რომ

$$K_p = \frac{p_{NO}^2}{p_{O_2} \times p_{N_2}}$$

3.2.3. K_p -დან გამოიყვანეთ გამოსახულება, რომელიც აჩვენებს p_{NO} -ს როგორც T-ს, p_{O_2} -ის, p_{N_2} -ის, $\Delta_R H^0$ -ის და $\Delta_R S^0$ -ის ფუნქციას.

$$\ln K_p = 2 \ln p_{NO} - \ln(p_{O_2} p_{N_2}) = -\frac{\Delta_R G^0}{RT} = -\frac{\Delta_R H^0}{RT} + \frac{\Delta_R S^0}{R}$$

$$\Rightarrow \ln p_{NO} = -\frac{\Delta_R H^0}{2RT} + \frac{\Delta_R S^0}{2R} + \frac{1}{2} \ln(p_{O_2} p_{N_2})$$

(3 ქულა)

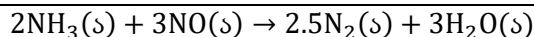
3.2.4. მიღებული შედეგების მიხედვით მონიშნეთ სწორი პასუხი:

ტემპერატურის გაზრდით: p_{NO} იზრდება p_{NO} მცირდება

(1 ქულა)

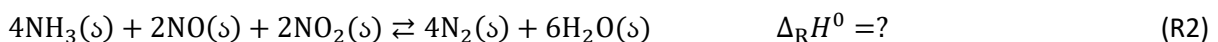
ცნობილია, რომ აზოტის ოქსიდები გარემოს დამაბინძურებლებს წარმოადგენს. მნიშვნელოვანია აზოტის ოქსიდების ემისიის შემცირება გამონაბოლქვ აირებში. ამისთვის მიმართავენ შერჩევითი კატალიზური ადდგენის მეთოდს, რომელშიც აზოტის მონოოქსიდი რეაგირებს ამიაკთან მაღალ ტემპერატურაზე აზოტის წარმოქმნით.

3.2.5. დაწერეთ ამ რეაქციის ამსახველი ტოლობა აგრეგატული მდგომარეობების მითითებით

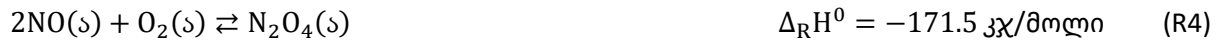


(1 ქულა)

რეაქცია უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, როცა გამონაბოლქვი აირები აზოტის მონოოქსიდთან ერთად შეიცავს აზოტის დიოქსიდს. ამ დროს მიმდინარე რეაქცია:



დავალების დასაწყისში მოცემულ თერმოდინამიკურ მონაცემებთან ერთად, დამატებით მოცემულია შემდეგი ინფორმაცია:



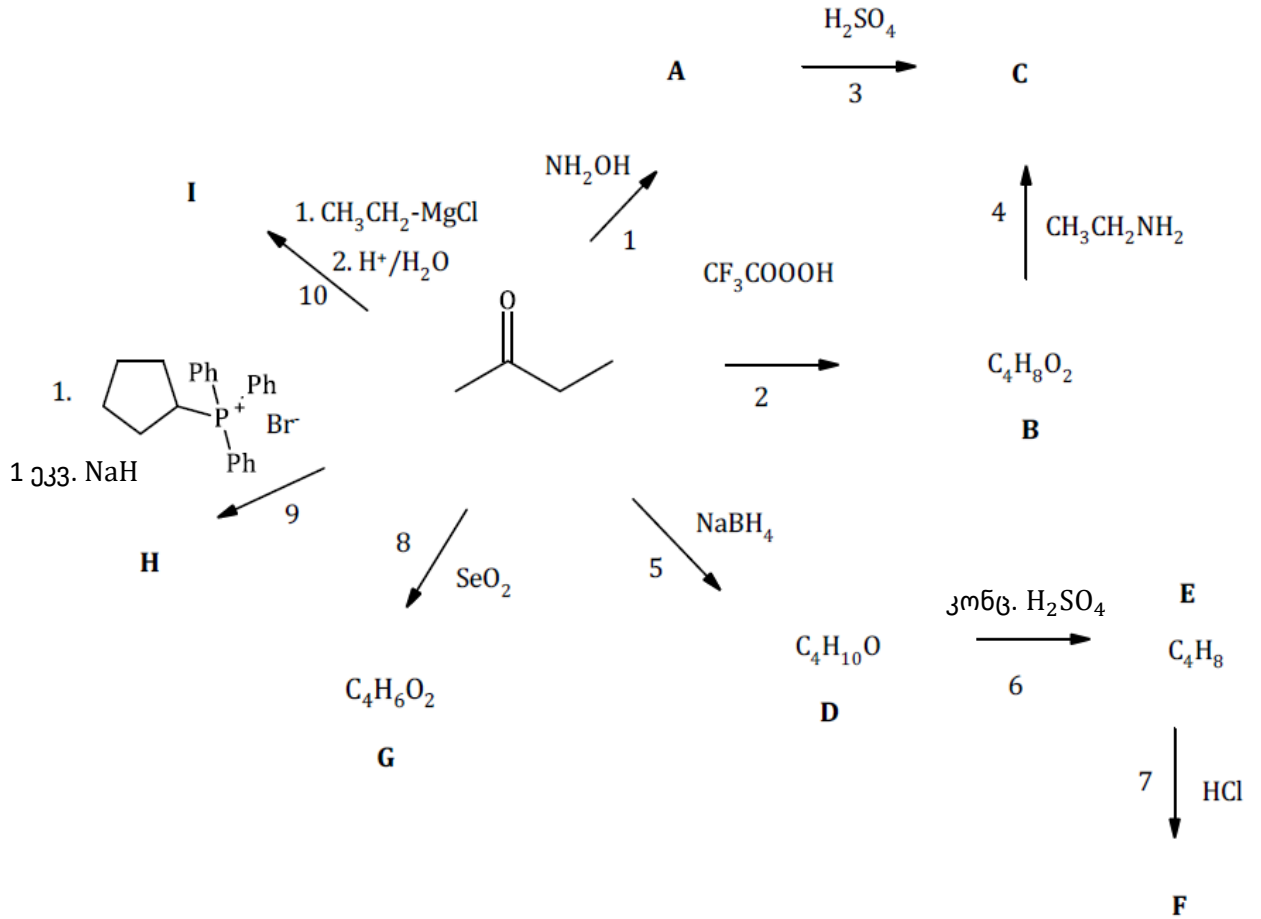
3.2.6. გამოთვალეთ $\Delta_{\text{R}}H^0$ R2 რეაქციისთვის, შესაბამისი თერმოდინამიკური ციკლის გამოყენებით.

$4\text{NH}_3 + 2\text{NO} + 2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	$\Delta_{\text{r}}H^0(\text{R2})$
$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$	$-\Delta_{\text{r}}H^0(\text{R3})$
$2\text{N}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO}$	$4\Delta_{\text{f}}H^0(\text{NO})(2\text{R1})$
$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$	$\Delta_{\text{r}}H^0(\text{R4})$
$\text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{NO}_2$	$-\Delta_{\text{r}}H^0(\text{R5})$
$\text{R2} - \text{R3} + 2\text{R1} + \text{R4} - \text{R5} = 0 \implies \text{R2} = \text{R3} - 2\text{R1} - \text{R4} + \text{R5}$	
$\Delta_{\text{r}}H^0(\text{R2}) - \Delta_{\text{r}}H^0(\text{R3}) + 4\Delta_{\text{f}}H^0(\text{NO}) + \Delta_{\text{r}}H^0(\text{R4}) - \Delta_{\text{r}}H^0(\text{R5}) = 0$	
$\Delta_{\text{r}}H^0(\text{R2}) = \Delta_{\text{r}}H^0(\text{R3}) - 4\Delta_{\text{f}}H^0(\text{NO}) - \Delta_{\text{r}}H^0(\text{R4}) + \Delta_{\text{r}}H^0(\text{R5})$	
$-1268 - 4 \cdot 91.3 + 171.5 + 55.3 = -1517 \text{ კჯ/მოლი}$	
<p>(5 ქულა)</p>	

ამოცანა 4. კანთარიდინის ქიმია (20%)

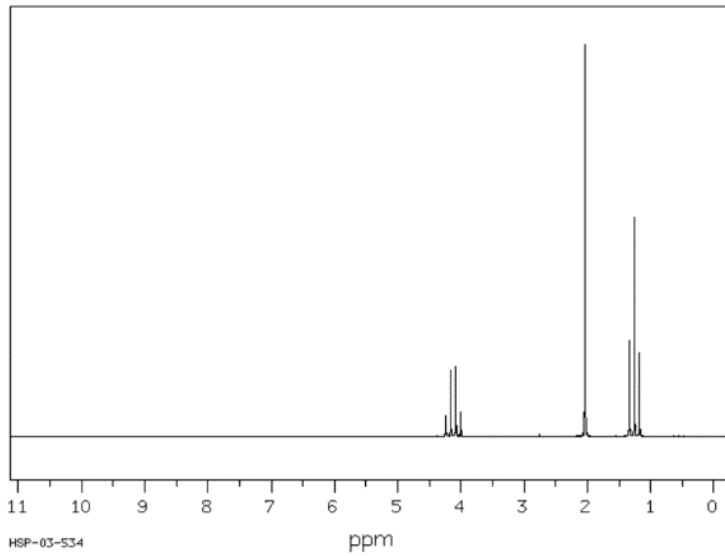
კითხვა	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	სულ
ქულა	1	18	3	2	20	1	1	1	2	49

A. სქემაზე მოცემულია ზოგიერთი ორგანული ნაერთის მიღების რეაქცია:



შენიშვნა:

- B, I, G ნივთიერებების ¹H-NMR მონაცემები მოცემულია ქვემოთ
- 1-ელ რეაქციაში მიიღება წყალი, როგორც თანაური პროდუქტი
- ნივთიერება E არის E-იზომერი
- B ნივთიერების ¹H NMR სპექტრი:



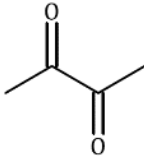
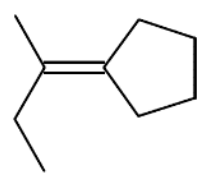
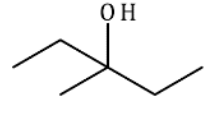
- I ნივთიერების ^1H NMR მონაცემები: 1,53 ppm (s, 1H); 1.49 ppm (m, 4H); 1.13 ppm (s, 3H); 0.90 ppm (t, 6H)
- G ნივთიერების ^1H NMR სპექტრი აჩვენებს მხოლოდ სინგლეტს მნიშვნელობით 2.34 ppm (s, 6H)

4.1. დაასახელეთ საწყისი რეაგენტის დასახელება IUPAC-ის მიხედვით.

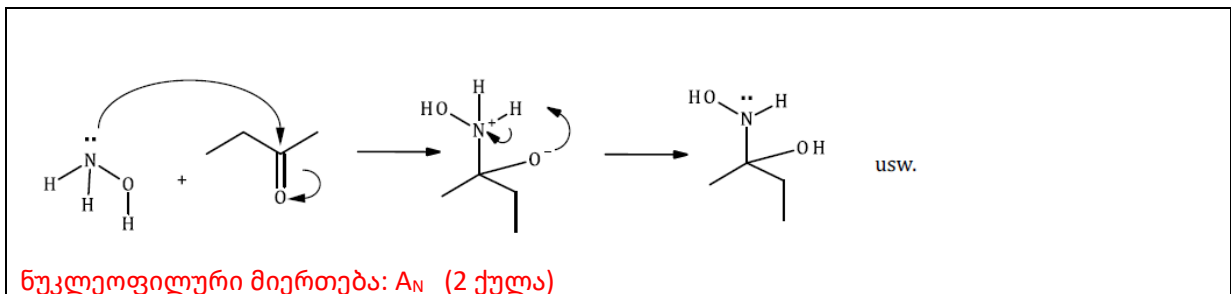
ბუტან-2-ონი

4.2. დაწერეთ A, B, C, D, E, F, G, H და I ნივთიერებების სტრუქტურული ფორმულები.

A	B	C
D	E	F

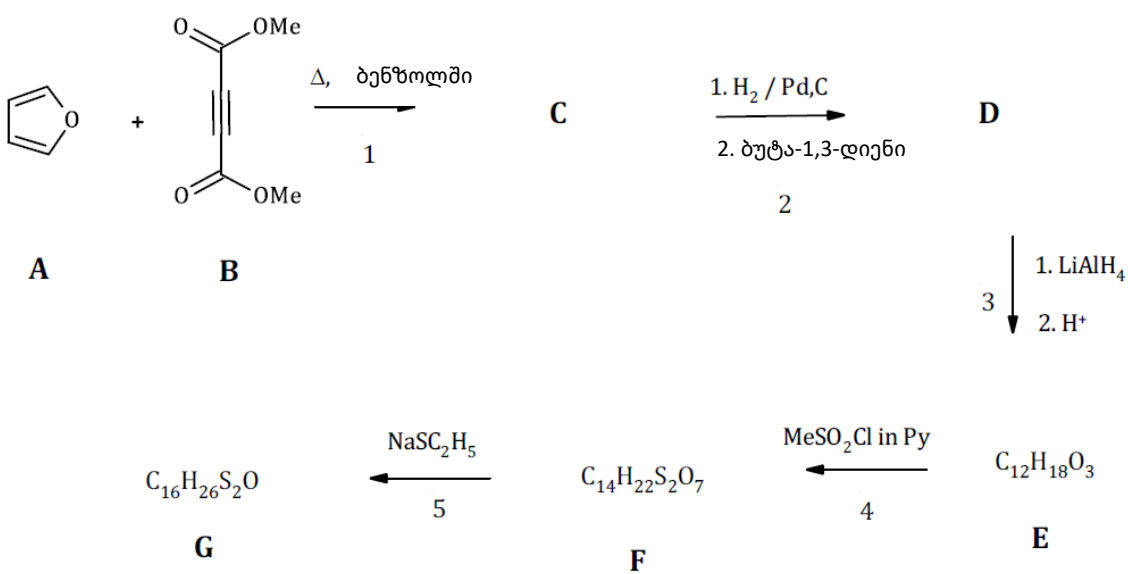
		
G	H	I

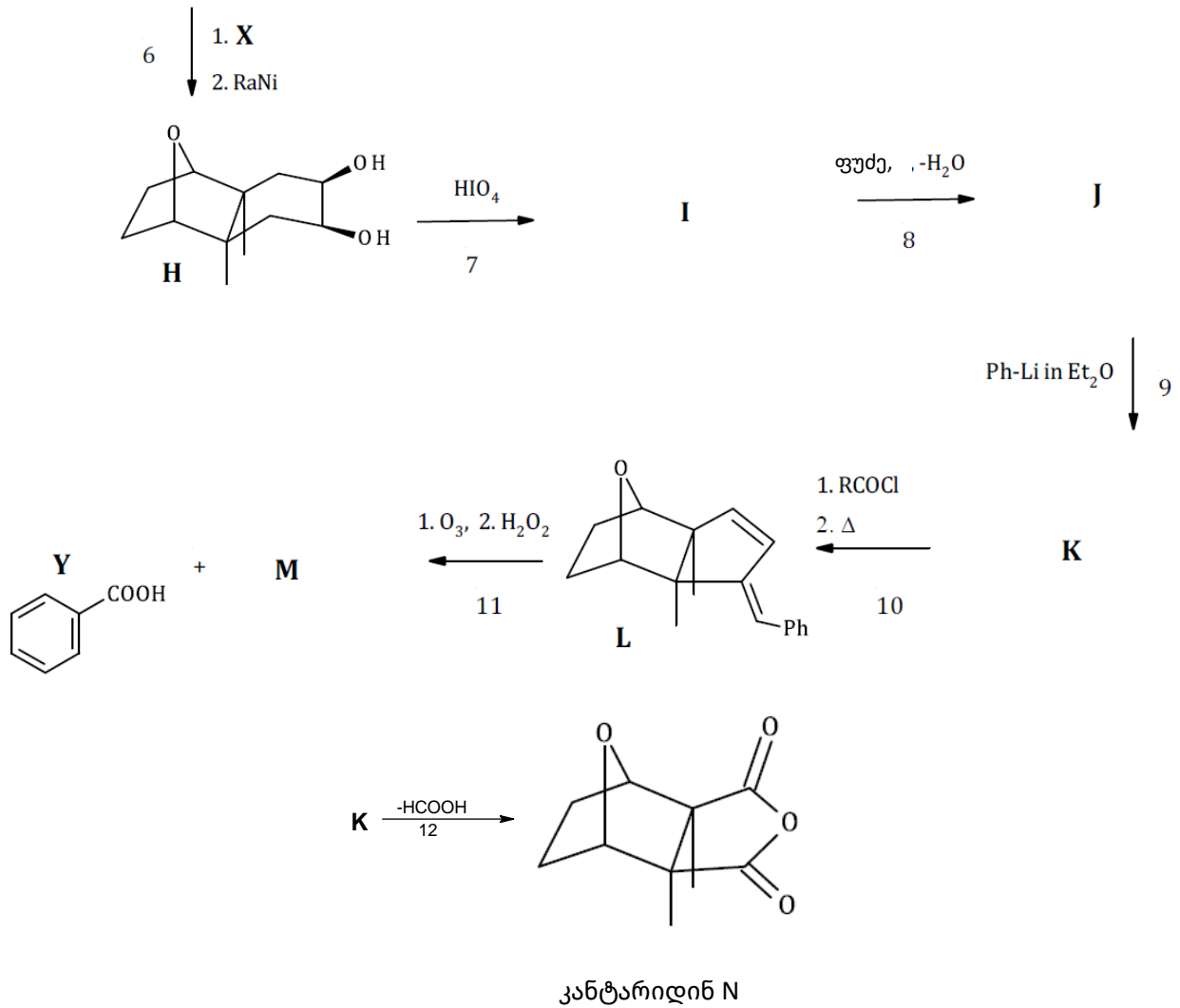
4.3. 1-ლი რეაქციისთვის დაწერეთ შესაბამისი მექანიზმის პირველი ორი საფეხური (კატალიზატორის გარეშე). ისრების საშუალებით გამოსახეთ ელექტრონული წყვილების ე. წ. „მიგრაცია“ - გადასვლა. სტრუქტურულ ფორმულებში აუცილებლად აჩვენეთ მოლეკულაში არსებული თავისუფალი ელექტრონული წყვილები. დაასახელეთ რეაქციის მექანიზმი.



B. კანტარიდინის სინთეზი

კანტარიდინი არის ტერპენოიდი, რომელსაც ხოჭოები გამოყოფენ. სხვადასხვა სახეობის მიხედვით გამოყოფენ როგორც დამცავი სეკრეტის ან სქესის ფერომონს. დღესდღეობით ცნობილია, რომ ის ძლიერი შხამია, არსებობს მონაცემები, რომ ნაპოლეონის ჯარისკაცები ეგვიპტეში იკვებებოდნენ ბაყაყებით, რომლებიც თავის მხრივ ჭამდნენ ხოჭოებს, რასაც შესაძლოა გამოეწვია შხამის ბიოაკუმულაცია კვებით ჯაჭვში. ბელგიელი მეცნიერის სტორკის მიერ 1951 წელს მოწოდებულ იქნა კანტარიდინის სინთეზის შემდეგი სქემა:





შენიშვნა:

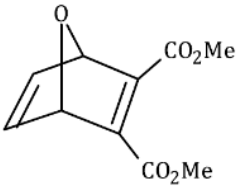
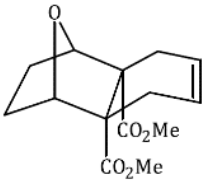
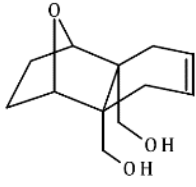
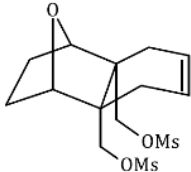
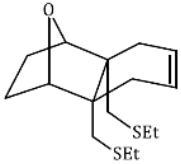
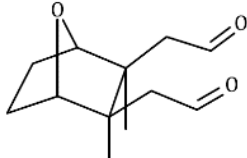
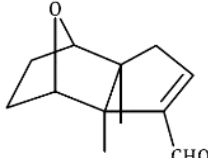
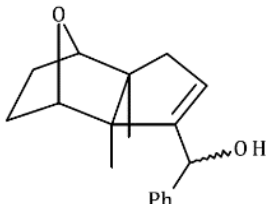
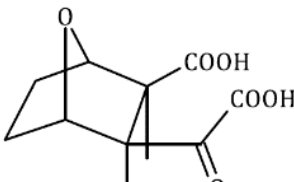
- Me აღნიშნავს მეთილის რადიკალს, Ph - ფენილის რადიკალს
- 1-ლი რეაქცია და ასევე მე-2 რეაქციის მე-2 საფეხური წარმოადგენენ დილს-ალდერის რეაქციებს (4+2 ციკლომიერთება).
- მე-2 რეაქციაში კატალიზური ჰიდრირებაში მონაწილეობს "უფრო ხელმისაწვდომი" ორმაგი ბმა.
- I ნივთიერების ურთიერთქმედებით DNPH-თან (2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინი) წარმოიქმნება ნალექი
- მე-8 რეაქციაში ადგილი აქვს ალდოლურ მიერთებას, რაც იწვევს ციკლის შეკვრას L სტრუქტურაში.

4.4. დაასახელეთ ფუნქციური ჯგუფები შემდეგ ნაერთებში.

რეაგენტი B: **კარბოქსილმჟავას ესტერი**

პროდუქტი N, რომელიც წარმოიქმნება მე-12 საფეხურზე: **კარბოქსილმჟავას ანჰიდრიდი**

4.5. დაწერეთ შემდეგი ნივთიერებების კონფიგურაციული ფორმულები **C, D, E, F, G, X, I, J, K,** და **M.**

	
C	D
	
E	F
	<p>1. OsO₄</p>
G	X
	
I	J
	
K	M

4.6. მე-4, მე-8 და მე-9 რეაქციების ტიპები გამოსახეთ შესაბამისი აბრევიატურით, მაგ. S_R, A_E და ა.შ.

4: S _N 2	8: A _N	9: A _N
---------------------	-------------------	-------------------

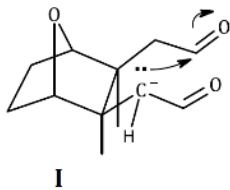
4.7. მიუთითეთ, ნაწილაკი "NaSC₂H₅" მე-5 რეაქციაში არის ნუკლეოფილი, რადიკალი თუ ელექტროფილი და აჩვენეთ მისი აქტიური მხარე რაც შეიძლება ზუსტად.

ნუკლეოფილი NaSC₂H₅

4.8. დააღაგეთ ყველაზე ნაკლებად წამსვლელი ჯგუფიდან მეტად წამსვლელისკენ: CH₃SO₃⁻, OH⁻ და CF₃SO₃⁻

OH⁻ < CH₃SO₃⁻ < CF₃SO₃⁻

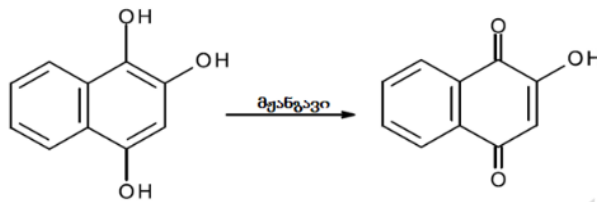
4.9. დახაზეთ ყველაზე რეაქციისუნარიანი ნაწილაკები, რომლებიც წარმოიქმნება I ნივთიერებიდან მე-8 რეაქციაში. გამოიყენეთ ისრები მექანიზმის აღწერის მიზნით.



ამოცანა 5. თმის სინთეზური საღებავების ქიმია (22%)

კითხვა	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	სულ
ქულა	2	2	4	2	2	4	4	2	4	26

თმის შეღებვა უძველესი ხელოვნებაა. ადრე საღებავებს ისეთი მცენარეებისგან იღებდნენ, როგორცაა ინდიგო, ჰენა, კურკუმა და ამა. ჰენათი შეღებვის პროცესში, აგლიკონის მოლეკულა გარდაიქმნება ჰაერზე ჟანგვის შედეგად ნარინჯისფერ ლავსონის (Lawsone) მოლეკულად.



აგლიკონი

ლავსონი

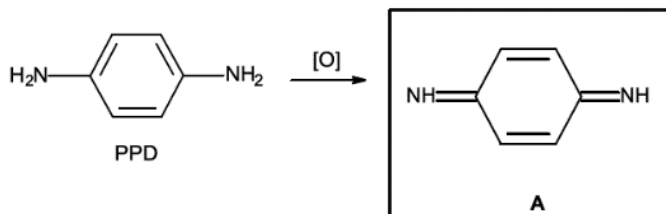
ჰიდროქინონი (1,4-დიჰიდროქსინენოლი) და ანალოგები, 1,4-დიიმინური წარმოებულები ასევე განიცდიან მსგავს გარდაქმნებს მჟანგავის გავლენით.

ერთხელ სალონში მყოფმა ქიმიის მასწავლებელმა შეამჩნია, თუ როგორ ამზადებდა დალაქი იაფფასიან თმის საღებავს, მან შეურია მოყავისფრო-თეთრის ფერის კრისტალური ნივთიერება წყალბადის პეროქსიდსა და საპარს კრემს. მან გამოიკვლია, რომ თეთრი ფერის მყარი კრისტალური ნივთიერება იყო ე.წ. PPD (*p*-ფენილენდამინი).

მასწავლებელმა მოიძია ინფორმაცია და დაადგინა, რომ PPD იყო ერთ-ერთი პირველი ხელოვნურად მიღებული საღებავი ნივთიერება, რომელიც პირველად ბაზარზე გამოჩნდა 1907 წელს. მან ასევე აღმოაჩინა რომ იგივე ნივთიერება შედიოდა ბუნებრივ თმის საღებავებშიც. თმის სტრუქტურაში შემავალ ცილებს აქვთ იზოლექტრული წერტილი (pH-ის ისეთი მნიშვნელობა, როცა მოლეკულაში ჯამური მუხტი 0-ის ტოლია) დაახლოებით 4.6 – 6.8 pH-ზე. ამ ამოცანაში თქვენ ნახავთ, თუ როგორ იწვევს უფერო PPD თმის საღებავებში სხვადასხვა შეფერილობას, მათ შორის შავსაც.

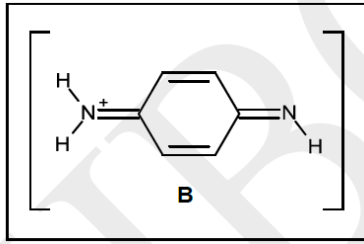
ჟანგვისას, PPD გარდაიქმნება დიიმინ A-ში (C₆H₆N₂).

5.1. დაწერეთ A ნივთიერების სტრუქტურა



წყალხსნარში pH-ის მნიშვნელობით 7-10 A მოლეკულის მცირე რაოდენობა არის მონოპროტონირებულ B ფორმაში.

5.2. დაწერეთ B ნივთიერების სტრუქტურა

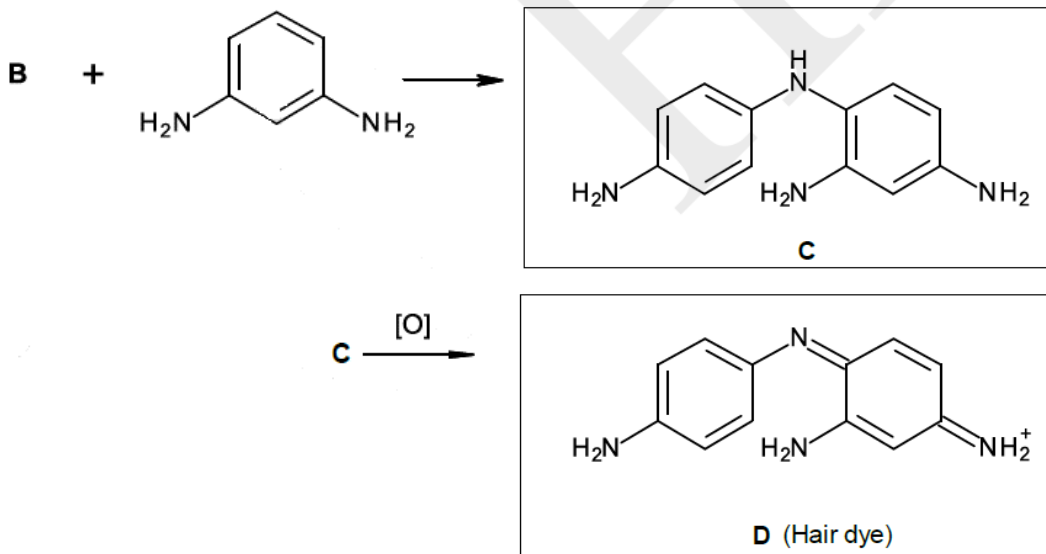


ჩვეულებრივ ორგანულ მოლეკულებში ფერის წარმოქმნა ხდება გავრცობილი შეუღლების შედეგად. შავი ფერი კი შესაძლოა წარმოიქმნას PPD მოლეკულიდან ორი ალტერნატიული მეთოდით.

მეთოდი I: ბევრ კომერციულ თმის საღებავში თეთრი ფხვნილი წარმოადგენს PPD ნივთიერების ნარევის, რომელიც ხელს უწყობს მის შეუღლებას სხვა ნივთიერებებთან. მისი დაჟანგვისას, PPD რეაგირებს განსხვავებულ წყვილებთან და შედეგად მიიღება თმის სხვადასხვა ფერი, რომლებიც სპეციფიურ კომბინაციაში იღებენ შავ ფერს.

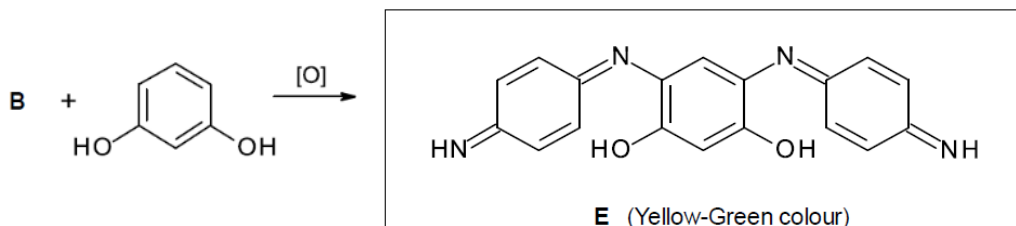
მაგალითად, PPD (B) დაჟანგული ფორმა ურთიერთქმედებს *m*-ფენილენდიამინის წყვილთან წყალხსნარში და წარმოიქმნება თერმოდინამიკურად მდგრად პროდუქტი C, რომელიც შემდგომი დაჟანგვისას იძლევა ლურჯ ფერის თმის საღებავს - D (კატიონური 2-წევრა ციკლი).

5.3. დაწერეთ C ნივთიერებისა და საღებავი D -ს სტრუქტურული ფორმულები.



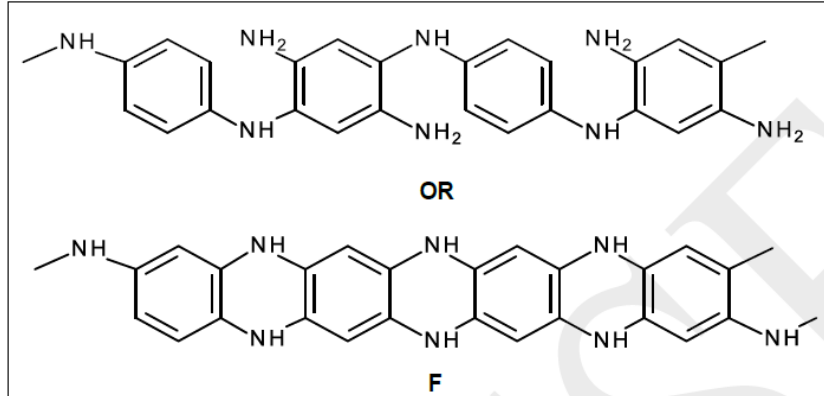
რეზორცინის დაკავშირების დროს კი წარმოიქმნება მოყვითალო-მწვანე საღებავი E, რომელიც ურთიერთქმედებს დიაზომეთანთან და წარმოქმნის ნაერთს ფორმულით $C_{20}H_{18}N_4O_2$.

5.4. დაწერეთ E ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულა:



მეთოდი 2: როდესაც მხოლოდ PPD იჟანგება, მიღებული **A** ფორმა ნელა პოლიმერიზდება და წარმოქმნის შუალედურ პროდუქტს **F**, რომელიც შემდგომი დაჟანგვისას იძლევა შავ შეფერილობას.

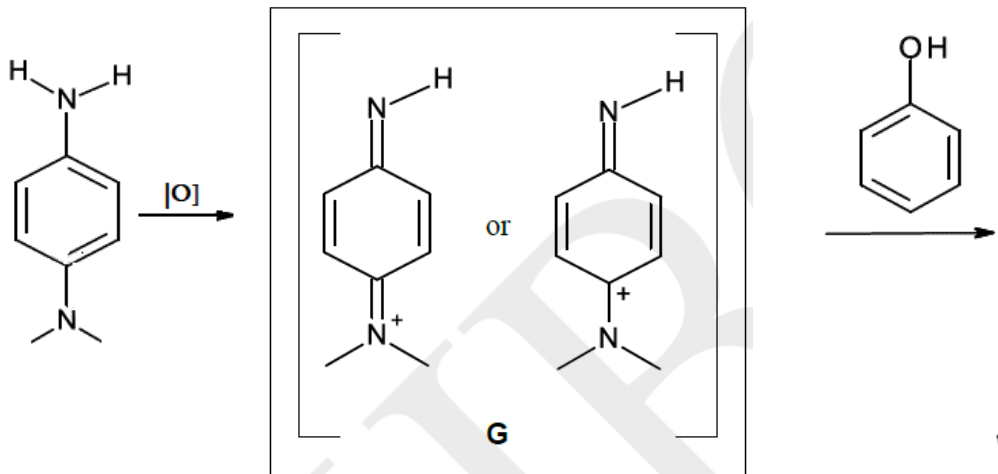
5.5. დაწერეთ პოლიმერის სქემა 3 განმეორებადი ერთეულის ჩვენებით (**F**).

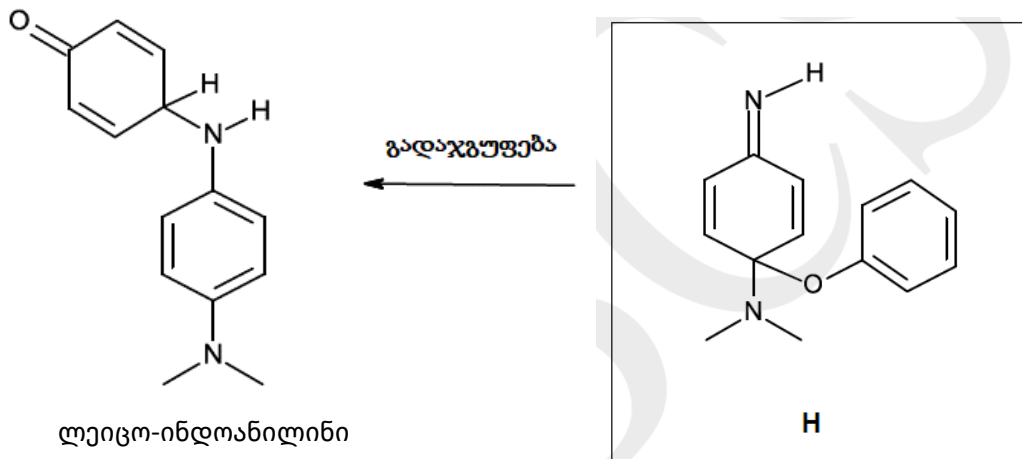


მჟანგავი 4-დიმეთილამინოანილინი ფენოლთან შეიძლება შევიდეს მეორე მეთოდის მიხედვით. 4-დიმეთილამინოანილინის ჟანგვით წარმოქმნის კატიონურ შუალედურ პროდუქტს **G**. **G** ნივთიერებასთან ფენოლის ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება უფრო ლეიცი-ინდოანილინი (leuco-indoaniline), რომელიც ადვილად იჟანგება და წარმოქმნის საღებავს, ინოანილინს.

კვანტურ-მექანიკურმა გამოთვლებმა აჩვენა რომ **G** ნივთიერების გარდაქმნა ლეიცი-ინდოანილინად იძლევა სხვა შუალედურ პროდუქტს **H**. ორი ბირთვის π - π ურთიერთქმედების შედეგად ადგილი აქვს **H**-ის გადაჯგუფებას და მიიღება ლეიცი-ინდოანილინი

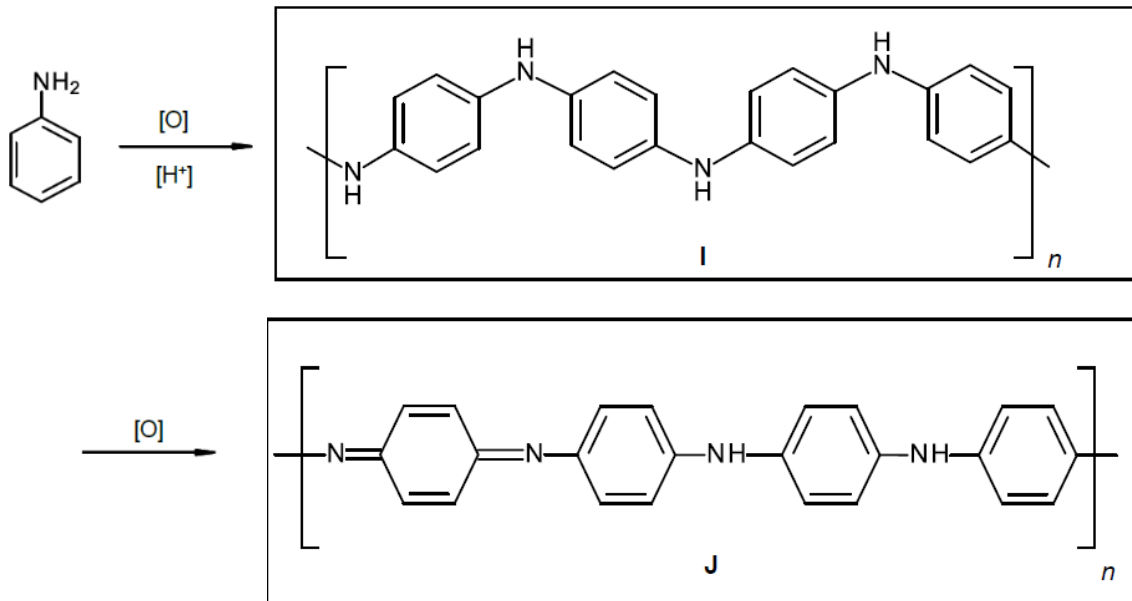
5.6. დაწერეთ **G** ნივთიერების ყველაზე სტაბილური ფორმა და **H** ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულა.





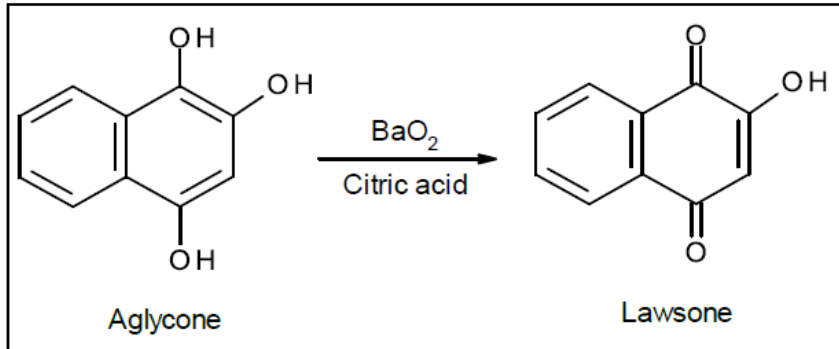
პოლი-PPD-ის აღმოჩენის შემდეგ მეცნიერებმა შეძლეს განეხორციელებინათ ანილინის პოლიმერიზაცია. აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთი პოლიანილინი იყო კარგი ელექტროგამტარი, ამ აღმოჩენისთვის ალან გ. მაკდიარმიდმა, ალან ჯ. ჰეგერმა და ჰიდეკ შირაკავამ მიიღეს ნობელის პრემია 2000 წელს. ანილინი მჟავა არეში დაჟანგვისას წარმოქმნის პოლიმერს I, ემპირიული ფორმულით $C_{12}H_{10}N_2$, რომელიც შემდგომი ნაწილობრივი ჟანგვით (პოლიმერული ჯაჭვის 50% იჟანგება) წარმოქმნის პროდუქტს J. J-ის პროტონირებულ ფორმას ახასიათებს კარგი ელექტროგამტარობა.

5.7. დაწერეთ პოლიმერების I და J სტრუქტურული ფორმულები.

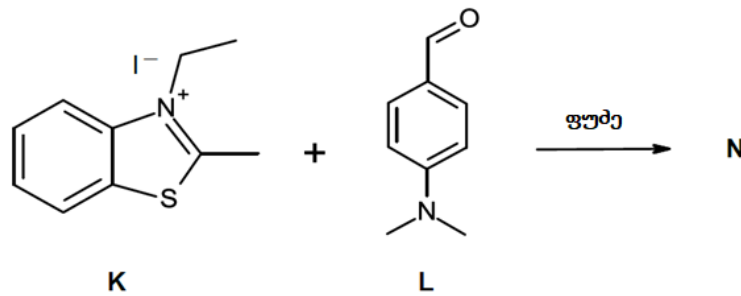


თმის საღებავის ერთ-ერთი ბრენდი ("herbal black henna") შეიცავს შემდეგ ინგრედიენტებს: ბარიუმის პეროქსიდს, ლიმონმჟავას, მაგნიუმის კარბონატს და PPD, ზოგიერთ მცენარესთან ერთად (ამლა, შიკაკაი, ყავის მარცვლები, ტულსი და ა.შ.), რომლებიც არ მონაწილეობენ შეფერილობის წარმოქმნაში. ნატურალური ჰენას ფოთლების ნაზავის თმაზე წასმისას მიიღება ნარინჯისფერი შეფერილობა.

5.8. როდესაც ჰენას ფოთლები შეურიეს თანაფარდობით 1:1 ზემოთ ხსენებულ თმის საღებავს ("herbal black henna"), არ წარმოიქმნა შესამჩნევად შავი შეფერილობა. დაწერეთ ქიმიური რეაქცია, რომელიც ხელს უშლის შავი შეფერილობის წარმოქმნას:



PPD შემცველი თმის საღებავებმა შესაძლოა გამოიწვიონ კანის ალერგიული რეაქციები და სხვადასხვა დაავადებები. ამდენად, მკვლევარები ცდილობენ მიიღონ ახალი ტიპის თმის საღებავი 4-(N,N-დიმეთილამინო)ბენზალდეჰიდის გამოყენებით. 3-ეთილ-2-მეთილბენზოთიაზონიუმის იოდიდის (K) ურთიერთქმედებით 4-(N,N-დიმეთილამინო)ბენზალდეჰიდთან (L) ტუტე გარემოში მიიღება ინტენსიური შეფერილობის საღებავი N, რომელსაც აქვს ყველაზე გრძელი π -ბმების შესაძლო შეუღლება.



რეაქციის დროს მიიღება შუალედური პროდუქტი M.

5.9. დაწერეთ შუალედური **M** პროდუქტ(ებ)ის შესაძლო სტრუქტურული ფორმულა და სადებიავი **N**-ის სტრუქტურული ფორმულა.

