



მოსწავლეთა ქიმიის
რესპუბლიკური
მე-2 ოლიმპიადა
„ზურგჩანთა-2023“

21 მაისი, 2023

ფინალური ტური

მე-11-12 კლასი

ავტორები:

გია ხატისაშვილი
ლაშა ხუციშვილი
ზაკო სანიკიძე
რომეო კარაპუტაძე
ლიზა მახ-ნაზაროვი
ამირან ჭყონია
ვანო კავთელაშვილი
ნოდარ დუმბაძე



ძვირფასო მონაწილეებო,

ამოცანების ამოხსნისას გთხოვთ, გახსოვდეთ:

- ტურის ხანგრძლივობა შეადგენს 4 (ოთხ) ასტრონომიულ საათს;
- ტესტის მაქსიმალურ შეფასებაა 100 ქულა;
- თითოეული ამოცანის მაქსიმალური ქულა მოცემულია შესაბამისი ამოცანის სათაურში (ფრჩხილებში);
- თითოეულ ფურცელს აუცილებლად დააწერეთ თქვენი სახელი და გვარი მარჯვენა ზედა კუთხეში;
- პასუხები უნდა ჩაიწეროს მხოლოდ ფურცელზე მოცემულ შესაბამის ჩარჩოებში. პასუხი, რომელიც შესაბამისი ჩარჩოს გარეთ იქნება დაწერილი, არ შეფასდება;
- პასუხები დაწერეთ გარკვევით;
- რეაქციათა ტოლობები წარმოადგინეთ გათანაბრებული სახით;
- აუცილებლად მიუთითეთ სიდიდეების განზომილებები, სადაც არის შესაძლებელი;
- შეწყვიტეთ წერა დროის ამოწურვისთანავე;
- ნაშრომები შეგროვდება წერის დასრულების შემდეგ.

გისურვებთ წარმატებას!

ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი (გრძელი)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	¹ H წყალბადი 1.008																	² He ჰელიუმი 4.003
2	³ Li ლითიუმი 6.94	⁴ Be ბერილიუმი 9.01											⁵ B ბორი 10.81	⁶ C ნახშირბადი 12.01	⁷ N აზოტი 14.00	⁸ O ჟანგბადი 15.99	⁹ F ფთორი 19.00	¹⁰ Ne ნეონი 20.18
3	¹¹ Na ნატრიუმი 22.99	¹² Mg მაგნიუმი 24.30											¹³ Al ალუმინი 26.98	¹⁴ Si სილიციუმი 28.08	¹⁵ P ფოსფორი 30.97	¹⁶ S ბოზირატი 32.06	¹⁷ Cl კლორი 35.45	¹⁸ Ar არგონი 39.95
4	¹⁹ K კალიუმი 39.10	²⁰ Ca კალციუმი 40.08	²¹ Sc სკანდიუმი 44.96	²² Ti ტიტანი 47.87	²³ V ვანადიუმი 50.94	²⁴ Cr კრომი 52.00	²⁵ Mn მანგანუმი 54.94	²⁶ Fe რკინა 55.85	²⁷ Co კობალტი 58.93	²⁸ Ni ნიკელი 58.69	²⁹ Cu საილენდი 63.55	³⁰ Zn ცინკი 65.38	³¹ Ga გალიუმი 69.72	³² Ge გერმანიუმი 72.63	³³ As არსენი 74.92	³⁴ Se სელენი 78.97	³⁵ Br ბრომი 79.90	³⁶ Kr კრიპტონი 83.80
5	³⁷ Rb რუბიდიუმი 85.48	³⁸ Sr სტრონციუმი 87.62	³⁹ Y იტრიუმი 88.91	⁴⁰ Zr ზირკონიუმი 91.22	⁴¹ Nb ნიობიუმი 92.91	⁴² Mo მოლიბდენი 95.95	⁴³ Tc ტექნიციუმი 97.91	⁴⁴ Ru რუთენიუმი 101.07	⁴⁵ Rh როდიუმი 102.91	⁴⁶ Pd პალადიუმი 106.42	⁴⁷ Ag ვერცხვი 107.87	⁴⁸ Cd კადმიუმი 112.41	⁴⁹ In ინდიუმი 114.82	⁵⁰ Sn სპიტი 118.71	⁵¹ Sb ანტიმონი 121.76	⁵² Te ტელური 127.60	⁵³ I იოდი 126.90	⁵⁴ Xe ქსენონი 131.29
6	⁵⁵ Cs ცეზიუმი 132.91	⁵⁶ Ba ბარიუმი 137.33	⁵⁷⁻⁷¹ La-Lu ლანთანოიდები	⁷² Hf ჰაფნიუმი 178.49	⁷³ Ta ტანტალი 180.95	⁷⁴ W ვოლფრამი 183.84	⁷⁵ Re რენიუმი 186.21	⁷⁶ Os ოსმიუმი 190.23	⁷⁷ Ir ირიდიუმი 192.22	⁷⁸ Pt პლტინა 195.08	⁷⁹ Au ოქრო 196.97	⁸⁰ Hg ვიკვალსინგალი 200.59	⁸¹ Tl თლიუმი 204.38	⁸² Pb ბერილი 207.2	⁸³ Bi ბისმუტი 208.98	⁸⁴ Po პოლონიუმი 208.98	⁸⁵ At ასტატი 209.99	⁸⁶ Rn რადონი 222.02
7	⁸⁷ Fr ფრანსიუმი 223.02	⁸⁸ Ra რადიუმი 226.03	⁸⁹⁻¹⁰³ Ac-Lr აქტინოიდები	¹⁰⁴ Rf რუფენიუმი 267.12	¹⁰⁵ Db დუბნიუმი 270.13	¹⁰⁶ Sg სიგორგუმი 269.13	¹⁰⁷ Bh ბორიუმი 270.13	¹⁰⁸ Hs ჰასიუმი 269.13	¹⁰⁹ Mt მიტანაიუმი 278.16	¹¹⁰ Ds დავზაიუმი 281.17	¹¹¹ Rg რენგოლმი 281.17	¹¹² Cn კოპერნიციუმი 285.18	¹¹³ Nh ნიჰონიუმი 286.16	¹¹⁴ Fl ფლორიუმი 289.19	¹¹⁵ Mc მოსკოვიუმი 289.20	¹¹⁶ Lv ლივერმოიუმი 293.20	¹¹⁷ Ts ტენესინი 293.21	¹¹⁸ Og ოგანესონი 294.21
	ლანთანოიდები	⁵⁷ La ლანთანი 138.91	⁵⁸ Ce ცერიუმი 140.12	⁵⁹ Pr პრომიტიუმი 140.91	⁶⁰ Nd ნეოდიმიუმი 144.24	⁶¹ Pm პრომიტიუმი 144.91	⁶² Sm სამარიუმი 150.36	⁶³ Eu ევროპიუმი 151.96	⁶⁴ Gd გადოლინიუმი 157.25	⁶⁵ Tb თერბიუმი 158.93	⁶⁶ Dy დისპროსიუმი 162.50	⁶⁷ Ho ჰოლიმიუმი 164.93	⁶⁸ Er ერბიუმი 167.26	⁶⁹ Tm თულუმი 168.93	⁷⁰ Yb იტერბიუმი 173.05	⁷¹ Lu ლუთეციუმი 175.0		
	აქტინოიდები	⁸⁹ Ac აქტინიუმი 227.03	⁹⁰ Th თორიუმი 232.04	⁹¹ Pa პროტაქტინიუმი 231.04	⁹² U ურანი 238.03	⁹³ Np ნეპტუნიუმი 237.05	⁹⁴ Pu პლუტონიუმი 244.06	⁹⁵ Am ამერიციუმი 243.06	⁹⁶ Cm კიურიუმი 247.07	⁹⁷ Bk ბერკლიუმი 247.07	⁹⁸ Cf კალფორნიუმი 251.08	⁹⁹ Es ენსტანიუმი 252.08	¹⁰⁰ Fm ფერმიუმი 257.10	¹⁰¹ Md მენდელევიუმი 258.10	¹⁰² No ნობელიუმი 259.10	¹⁰³ Lr ლორენსიუმი 262		



საქართველოს შრომფასიონალ ქიმიკოსთა ასოციაცია



WWW.CHEMISTRY.GE
WWW.CHEMCLUB.EDU.GE

marilebis, mJavebis da fuZeebis wyalSi xsnadoba															
ionebi	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
OH ⁻		სს	სს	სს	–	სს	მს	უ	უ	უ	–	უ	უ	უ	უ
NO ₃ ⁻	სს	სს	სს	სს	სს	სს	სს	სს	სს	სს	სს	სს	სს	სს	სს
Cl ⁻	სს	სს	სს	სს	უ	სს	სს	სს	სს	სს	სს	მს	სს	სს	სს
S ²⁻	სს	სს	სს	სს	უ	–	–	–	უ	უ	უ	უ	უ	უ	–
SO ₃ ²⁻	სს	სს	სს	სს	მს	მს	მს	მს	მს	–	–	უ	მს	–	–
SO ₄ ²⁻	სს	სს	სს	სს	მს	უ	მს	სს	სს	სს	სს	უ	სს	სს	სს
CO ₃ ²⁻	სს	სს	სს	სს	უ	უ	უ	უ	უ	–	–	უ	უ	–	–
SiO ₃ ²⁻	უ	–	სს	სს	უ	უ	უ	უ	უ	–	–	უ	უ	–	–
PO ₄ ³⁻	სს	სს	სს	სს	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ

მეტალთა დაბვის ელექტროქიმიური მწკრივი

Li K Ba Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H₂) Cu Ag Hg Pt Au

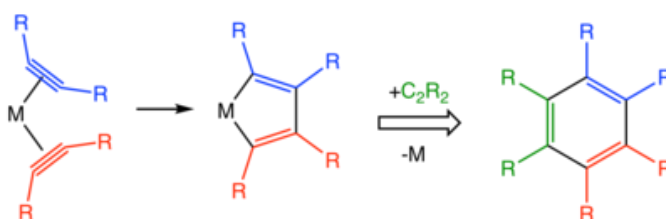
ამოცანა 1. ორგანულ ნაერთთა გარდაქმნის სქემა (22 ქულა)

დავალება	1.1.	1.2.	1.3.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	13	5	2	$\frac{22}{20}$	22

ქვემოთ მოცემულია ინფორმაცია სამმაგბმიანი აციკლური ნაერთების ციკლოოლიგომერიზაციისა და არომატული ნაერთებისათვის დამახასიათებელი ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციების შესახებ:

ცნობილია, რომ აცეტილენის ჰომოლოგიური რიგის წარმომადგენლები მეტალის კატალიზატორზე განიცდიან ტრიმერიზაციას, რომელიც, თავის მხრივ, [2+2+2] ციკლომიერთების რეაქციას წარმოადგენს.

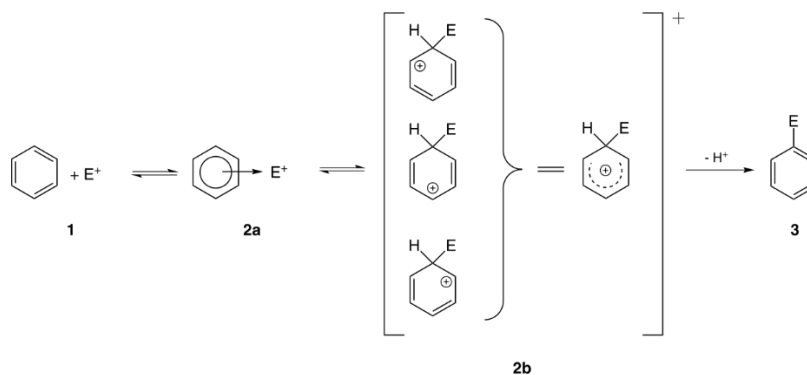
რეაქციის საწყის ეტაპზე უჯერი ნაერთის ორი მოლეკულა მეტალის კატალიზატორთან წარმოქმნის მეტალ-ალკინურ კომპლექსს, რომელიც გარდაიქმნება მეტალციკლოპენტადინის ინტერმედიატად (შუალედური პროდუქტი). ამ უკანასკნელთან ალკინის მესამე მოლეკულის ურთიერთქმედებით წარმოიქმნება ბენზოლის ბირთვის შემცველი არომატული ნაერთი. რეაქციის სქემას ასეთი სახე აქვს:



მიღებული არომატული ნაერთები კატალიზატორის არსებობისას გარკვეულ ნაერთებთან რეაგირებენ ელექტროფილური ჩანაცვლების მექანიზმით.

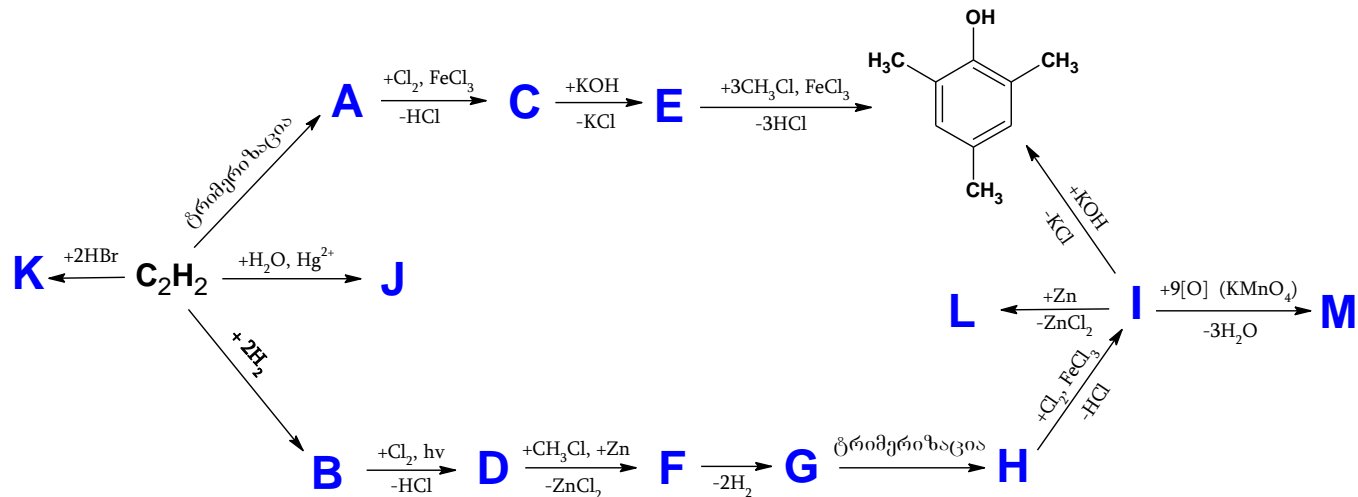
ამ ტიპის რეაქციებს მიეკუთვნება ბენზოლის ბირთვის შემცველი ნაერთების ჰალოგენირება და ფრიდელ-კრაფტის ალკილირების რეაქცია.

ამ დროს კატალიზატორი აპოლარიზებს რეაგენტის (მაგ., ჰალოგენის) მოლეკულას, წყდება ბმა ჰეტეროლიზური მექანიზმით და წარმოქმნილი ელექტროფილური ნაწილაკს (1) უტევს არომატულ ბირთვი:



ელექტროფილი და არომატული ბირთვი წარმოქმნის უმდგრად π -კომპლექსს (2a), რომელიც გადადის σ -კომპლექსში (2b). ეს უკანასკნელი სტაბილურდება პროტონის მოწყვეტით და წარმოიქმნება ჩანაცვლების პროდუქტი (3).

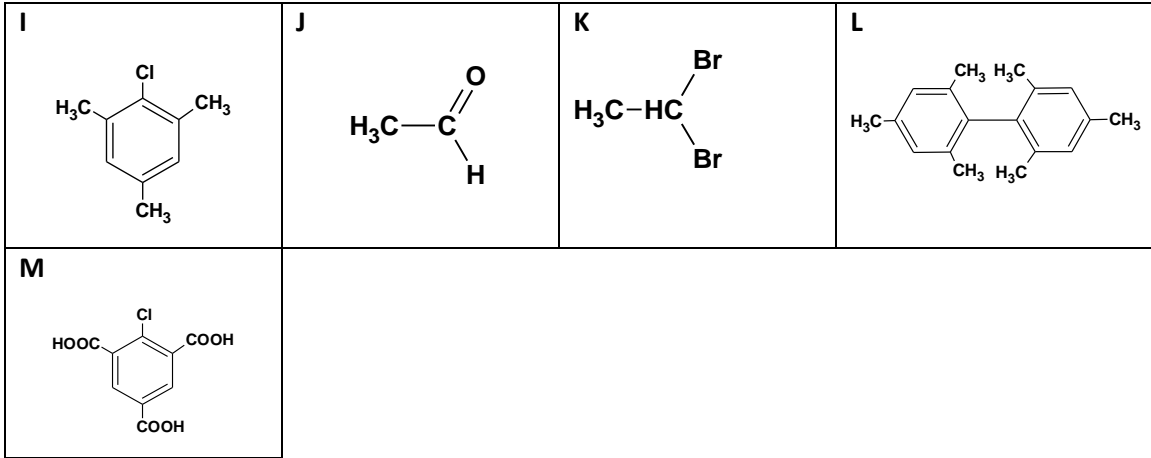
დააკვირდით ორგანულ ნაერთთა გარდაქმნის სქემას და უპასუხეთ კითხვებს:



1.1 შესაბამის უჯრებში ჩაწერეთ A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L და M ნივთიერებათა სტრუქტურული ფორმულები.

თითოეული სწორი პასუხისთვის - 1 ქულა (სულ 13 ქულა)

A	B	C	D
	H_3C-CH_3		H_3C-CH_2-Cl
E	F	G	H
	$H_3C-CH_2-CH_3$	$H_3C-C \equiv CH$	



1.2 იპოვეთ შესაბამისობა სქემაში მოცემულ გარდაქმნებს და პროცესების სახელწოდებებს შორის.

ცხრილის შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი X.

ყოველი სწორად შევსებული ჰორიზონტალური სტრიქონი - 1 ქულა (სულ 5 ქულა)

გარდაქმნები:

1. აცეტილენიდან B ნაერთის მიღება;
2. აცეტილენიდან J ნაერთის მიღება;
3. B-დან D ნაერთის მიღება;
4. D-დან F ნაერთის
5. C-დან E ნაერთის მიღება.

პროცესები:

- ა. რადიკალური ჰალოგენირება;
- ბ. ჰიდროლიზი;
- გ. ჰიდრირება;
- დ. დეჰიდროჰალოგენირება;
- ე. ჰიდრატაცია;
- ვ. დიმერიზაცია;
- ზ. დეჰალოგენირება ჯაჭვის დაგრძელებით.

	ა	ბ	გ	დ	ე	ვ	ზ
1.			X				
2.					X		
3.	X						

4.							X
5.	X						

1.3 განსაზღვრეთ, მოცემული მტკიცებულებებიდან რომელია მცდარი და რომელი - ქეშმარიტი. დასვით ნიშანი X შესაბამის უჯრაში.

თითოეული სწორად მონიშნული უჯრა - 0.4 ქულა (2 ქულა)

1.1.1. აცეტილენიდან J ნაერთის მიღებისას ვერცხლისწყლის მარილები კატალიზატორის როლს ასრულებენ.

ქეშმარიტია

მცდარია

1.1.2. K ნივთიერების ტუტე ჰიდროლიზით შესაძლებელია ალდეჰიდის მიღება.

ქეშმარიტია

მცდარია

1.1.3. B-დან D ნაერთის მიღება თხევად ფაზაში მიმდინარეობს.

ქეშმარიტია

მცდარია

1.1.4. H-დან I ნაერთის მიღების რეაქციას ლუისის მჟავები აკატალიზებენ.

ქეშმარიტია

მცდარია

1.1.5. მოცემულ სქემაში არომატულია მხოლოდ A ნაერთი.

ჭეშმარიტია

მცდარია

ამოცანა 2. უცნობი ამინომჟავა (18 ქულა)

დავალება	2.2.	2.3.	2.4.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	6	10	7	$\frac{18}{23}$	18

მოცემულია უცნობი ორგანული X ნაერთი, რომელიც ამინომჟავას წარმოადგენს და დიდ როლს ასრულებს ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმყოფელობაში. მისი გამოიყენებით ტვინის უჯრედები გამოიმუშავებს ნორეპინეფრინს - ნაერთს, რომელიც მენტალურ ტონუსს ამაღლებს. X ნაერთის მიღების წყაროა რძე, ხორცი, თევზი და სხვა პროდუქტები.

18.1 გ X ნაერთის წვის შედეგად წარმოიქმნა აზოტი, ნახშირბადის დიოქსიდი და წყალი, ჯამური მასით 50.9 გ. პროდუქტების ნარევის მასაა ნორმალურ პირობებზე დაყვანის შემდეგ 9.9 გ-ით შემცირდა და დარჩა 21.28 ლ აირთა ნარევი.

2.1. გამოთვალეთ წვის პროდუქტთა ნარევის რაოდენობრივი შედგენილობა.

6 ქულა

მასის შემცირება 9.9 გ-ით გამოწვეულია წყლის კონდენსაციით, ე. ი.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 9.9 \text{ გ} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{O}) = 9.9 : 18 = 0.55 \text{ მოლი}$$

ვთქვათ, დარჩენილ ნარევეში $n(\text{CO}_2) = x$ მოლი და $n(\text{N}_2) = y$ მოლი

$$n(\text{ნარევი}) = 21.28 : 22.4 = 0.95 \text{ მოლი}$$

ამიტომ

$$x + y = 0.95$$

რადგან აირების ნარევის მასაა $50.9 - 9.9 = 41$ გ, მივიღებთ განტოლებას:

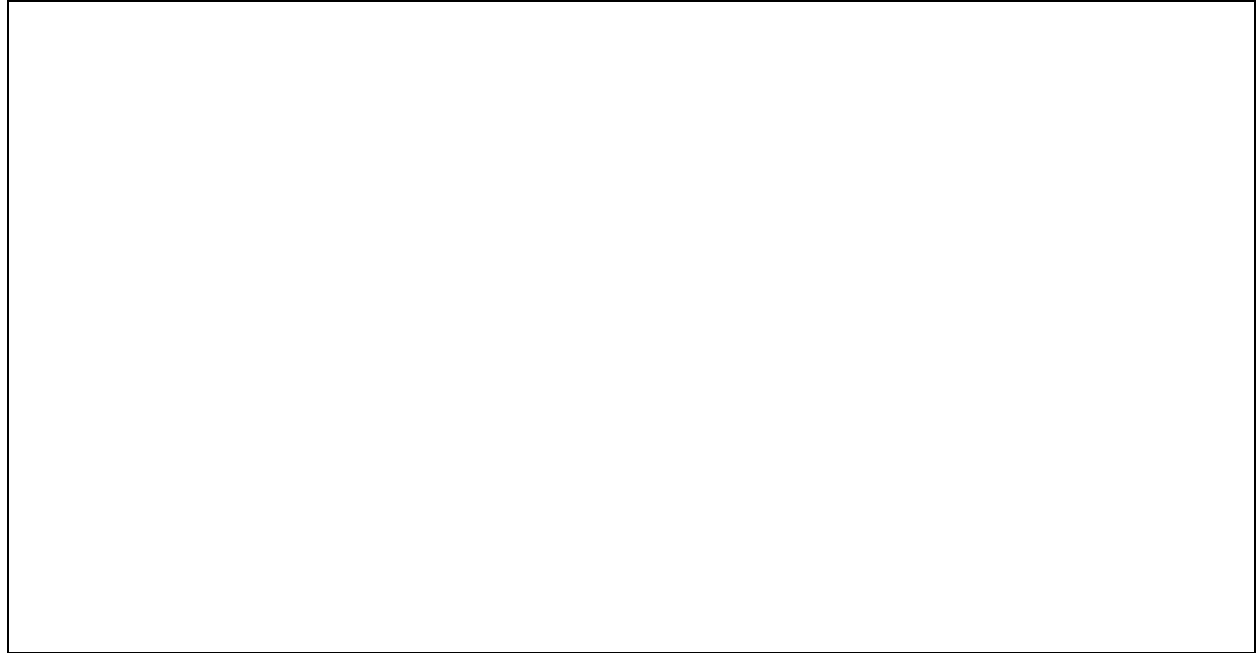
$$44x + 28y = 41$$

შევვიძლია შევადგინოთ განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{cases} x + y = 0.95 \\ 44x + 28y = 41 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0.9 \\ y = 0.05 \end{cases}$$

ამრიგად:

$$n(\text{CO}_2) = 0.9 \text{ მოლი}; n(\text{N}_2) = 0.05 \text{ მოლი}$$



2.2. დაადგინეთ X ნაერთში ელემენტთა მოლური თანაფარდობა და ნაერთის ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ ის ემპირიულ ფორმულას ემთხვევა.

10 ქულა

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0.55 = 1.1 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0.9 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{N}) = 2 \cdot n(\text{N}_2) = 2 \cdot 0.05 = 0.1 \text{ მოლი}$$

რადგან X ნაერთი ამინომჟავაა, იგი ჟანგბადსაც შეიცავს.

$$m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{N}) = 0.9 \cdot 12 + 1.1 \cdot 1 + 0.1 \cdot 14 = 13.3 \text{ გ}$$

ამოცანის პირობის თანახმად

$$m(\text{X}) = 18.1 \text{ გ}$$

ამიტომ ჟანგბადის მასაა:

$$m(\text{O}) = m(\text{X}) - (m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{N})) = 18.1 - 13.3 = 4.8 \text{ გ}$$

$$n(\text{O}) = 4.8 : 16 = 0.3$$

ამრიგად, ნაერთში ელემენტთა მოლური თანაფარდობაა:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 0.9 : 1.1 : 0.1 : 0.3 = 9 : 11 : 1 : 3$$

X ნაერთის ემპირიული ფორმულა იქნება:



პასუხი: $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3$

ცნობილია, რომ:

- 3.62 გ X ნაერთის ჭარბ ტუტესთან რეაქციით მიიღება 0.72 გ წყალი;
- მოცემული ამინომჟავის მოლეკულა შეიცავს ჰიდროქსილის ფუნქციურ ჯგუფს;
- აზოტის ატომთან დაკავშირებული ნახშირბადი მეორეულია და იმყოფება sp^3 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში;
- X ნაერთის მოლეკულაში ჰიდროქსილის და კარბოქსილის; ჯგუფების ურთიერთგანლაგება ისეთია, რომ მათ შორის დაშორება მაქსიმალურია.

2.3. დაადგინეთ X ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა.

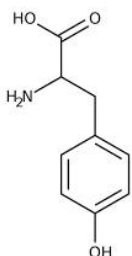
7 ქულა (მჟავური წყალბადი - 3; სტრუქტურა - 4)

ამოცანის პირობის მიხედვით 3.62 გ, ანუ $\frac{3.62}{181} = 0.02$ მოლი X ნაერთი ტუტესთან რეაქციის დროს წარმოქმნის 0.72 გ ანუ $\frac{0.72}{18} = 0.04$ მოლ წყალს.

$$n(X) : n(H_2O) = 0.02 : 0.04 = 1 : 2$$

ეს თანაფარდობა გვიჩვენებს, რომ X ნაერთის 1 მოლეკულაში 2 მჟავური წყალბადია. რადგან მოლეკულაში 3 ჟანგბადატომია და მათგან 2 კარბოქსილის ჯგუფში უნდა შედიოდეს, მესამე ჟანგბადი ფენოლური ჰიდროქსილის ჯგუფის არსებობაზე მიუთითებს.

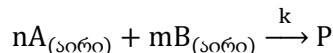
პირობაში მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე უცნობი ამინომჟავის სტრუქტურული ფორმულაა:



ამოცანა 3. ქიმიური რეაქციის რიგი (18 ქულა)

დავალება	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნელი ქულა	3	4	4	2	3	$\frac{18}{16}$	18

მოქმედ მასათა კანონის თანახმად ქიმიური რეაქციის სიჩქარე წარმოადგენს რეაგენტთა კონცენტრაციების გარკვეულ ფუნქციას. მაგალითად, თუ გვაქვს რეაქცია A და B აირად ნივთიერებებს შორის:



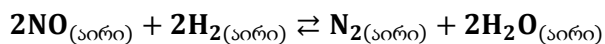
რეაქციის სიჩქარე შემდგენაირად გამოისახება:

$$v = k \cdot (C_A)^n \cdot (C_B)^m$$

ამ განტოლებაში კონცენტრაციების ხარისხთა ჯამს რეაქციის რიგი ეწოდება. მაგალითად, ზემოთ მოცემული რეაქციისათვის რეაქციის რიგი იქნება **n + m**.

მაგრამ ქიმიური რეაქციის რიგი ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე განისაზღვრება და თეორიულად გამოთვლილი რეაქციის რიგი შეიძლება არ დაემთხვეს ექსპერიმენტულად დადგენილ რეაქციის ქვემარტი რიგს. ხშირად რეაქციის რიგს ერთ-ერთი რეაგენტის მიართ განსაზღვრავენ.

მოცემულია აზოტის მონოქსიდის წყალბადით აღდგენის რეაქცია:



ამ რეაქციის რიგის დასადგენად ექსპერიმენტულად განსაზღვრეს რეაქციის სიჩქარეები მორეაგირე ნივთიერებების სხვადასხვა კონცენტრაციისთვის. შედეგები მოცემულია ცხრილში:

ექსპერიმენტის #	საწყისი კონცენტრაციები, მოლი/ლ		რეაქციის საწყისი სიჩქარე, v, მოლი/(ლ·წმ)
	C _{NO}	C _{H₂}	
1	0.05	0.01	$9.6 \cdot 10^{-6}$
2	0.05	0.02	$1.92 \cdot 10^{-5}$
3	0.10	0.02	$7.68 \cdot 10^{-5}$

3.1. შეადგინეთ მოცემული რეაქციის სიჩქარის განტოლება მოქმედ მასათა კანონის მიხედვით და დაადგინეთ რეაქციის თეორიული რიგი.

3 ქულა

$$v = k \cdot (C_{NO})^2 \cdot (C_{H_2})^2$$

რეაქციის თეორიული რიგი = **2 + 2 = 4**

ცხრილში მოცემული ექსპერიმენტული შედეგების მიხედვით დაადგინეთ:

3.2. რეაქციის ქვემარტი რიგი აზოტის მონოოქსიდის მიმართ.

4 ქულა

ვთქვათ რეაქციის ქვემარტი რიგი აზოტის მონოოქსიდის მიმართ არის x , წყალბადის მიმართ კი y .

ცხრილში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით, აზოტის მონოოქსიდის კონცენტრაცია მე-2 და მე-3 ექსპერიმენტებში განსხვავებულია, წყალბადისა კი უცვლელი. ამიტომ ამ რეაქციების სიჩქარეებს შორის განსხვავება აზოტის მონოოქსიდის მიმართ რეაქციის რიგით იქნება განპირობებული. შევადაროთ ერთმანეთს მე-2 და მე-3 ექსპერიმენტის რეაქციათა სიჩქარეები. ერთი მხრივ:

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{7.68 \cdot 10^{-5}}{1.92 \cdot 10^{-5}} = 4$$

ხოლო მეორე მხრივ:

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{k \cdot (C_{NO})_3^x \cdot (C_{H_2})_3^y}{k \cdot (C_{NO})_2^x \cdot (C_{H_2})_2^y} = \frac{0.10^x \cdot 0.02^y}{0.05^x \cdot 0.02^y} = 2^x = 4 \quad \Rightarrow \quad x = 2$$

როგორც ვხედავთ, მესამე ექსპერიმენტში მეორესთან შედარებით რეაქციის სიჩქარის 4-ჯერ გაზრდა გამოიწვია აზოტის მონოოქსიდის კონცენტრაციის 2-ჯერ მომატებამ. ამიტომ რეაქციის ქვემარტი რიგი აზოტის მონოოქსიდის მიმართ 2-ის ტოლია.

პასუხი: 2.

3.3. რეაქციის ქვემარტი რიგი წყალბადის მიმართ.

4 ქულა

წყალბადის კონცენტრაცია 1-ლ და მე-2 ექსპერიმენტებში განსხვავებულია, აზოტის მონოოქსიდისა კი უცვლელი. ამიტომ ამ რეაქციების სიჩქარეებს შორის განსხვავება წყალბადის მიმართ რეაქციის რიგით იქნება განპირობებული. შევადაროთ ერთმანეთს 1-ლი და მე-2 ექსპერიმენტის რეაქციათა სიჩქარეები. ერთი მხრივ:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1.92 \cdot 10^{-5}}{9.6 \cdot 10^{-6}} = 2$$

ხოლო მეორე მხრივ:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot (C_{NO})_2^x \cdot (C_{H_2})_2^y}{k \cdot (C_{NO})_1^x \cdot (C_{H_2})_1^y} = \frac{0.05^x \cdot 0.02^y}{0.05^x \cdot 0.01^y} = 2^y = 2 \quad \Rightarrow \quad y = 1$$

როგორც ვხედავთ, მეორე ექსპერიმენტში პირველთან შედარებით რეაქციის სიჩქარის 2-ჯერ გაზრდა გამოიწვია წყალბადის კონცენტრაციის 2-ჯერ მომატებამ. ამიტომ რეაქციის ქემარიტი რიგი წყალბადის მიმართ 2-ის ტოლია.

პასუხი: 1.

3.4 რეაქციის სიჩქარის ქემარიტი განტოლება და რეაქციის ქემარიტი რიგი.

2 ქულა

$$v = k \cdot (C_{NO})^2 \cdot (C_{H_2})$$

რეაქციის ქემარიტი რიგი = 2 + 1 = 3

3.5 რეაქციის სიჩქარის მუდმივას (k) მნიშვნელობა.

3 ქულა

$$k = \frac{v}{(C_{NO})^2 \cdot (C_{H_2})}$$

ნებისმიერი ექსპერიმენტის შედეგების ჩასმით k-ს ერთნაირი მნიშვნელობა მიიღება:

$$k = \frac{9.6 \cdot 10^{-6}}{0.05^2 \cdot 0.01} = 0.384$$

$$k = \frac{1.92 \cdot 10^{-5}}{0.05^2 \cdot 0.02} = 0.384$$

$$k = \frac{7.68 \cdot 10^{-5}}{0.10^2 \cdot 0.02} = 0.384$$

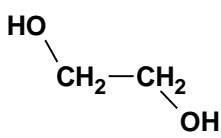
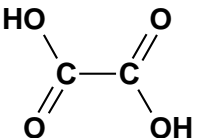
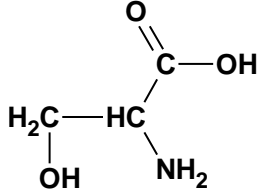
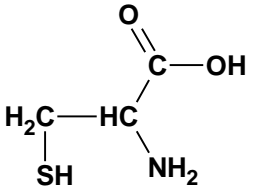
ამოცანა 4. პოლიკონდენსაციის რეაქციები (22 ქულა)

დავალება	4.1.	4.2.	4.3.	4.4.	4.5.	4.6.	4.7.	4.8.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	2	3	6	2	6	4	4	8	$\frac{22}{35}$	22

ქიმიის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი თანამედროვე ქვედარგია პოლიმერების ქიმია, რომელიც სწავლობს მაკრომოლეკულებისა და პოლიმერების სინთეზის მეთოდებს, ფიზიკურ-ქიმიურ მახასიათებლებსა და გამოყენების არეალს. პოლიმერებს მიეკუთვნება მრავალი ჩვენთვის კარგად ცნობილი ნაერთი, მათ შორის კერამიკა, ღებ, რნმ, ცილები და სხვა.

სინთეზურმა პოლიმერებმა ფართო კომერციული გამოყენება ჰპოვა თანამედროვე ინდუსტრიაში. ქიმიის ამ დარგის განვითარების დამსახურებაა პლასტმასის ნაკეთობების, ელასტიკური ბოჭკოებისა და სხვა მრავალის არსებობა. პოლიმერიზაციას, რომელსაც თან ახლავს კონდენსაციის რეაქცია (დაბალმოლეკულური თანამდევი პროდუქტის წარმოქმნა), პოლიკონდენსაცია ეწოდება.

მოცემულია ოთხი სხვადასხვა ორგანული ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა:

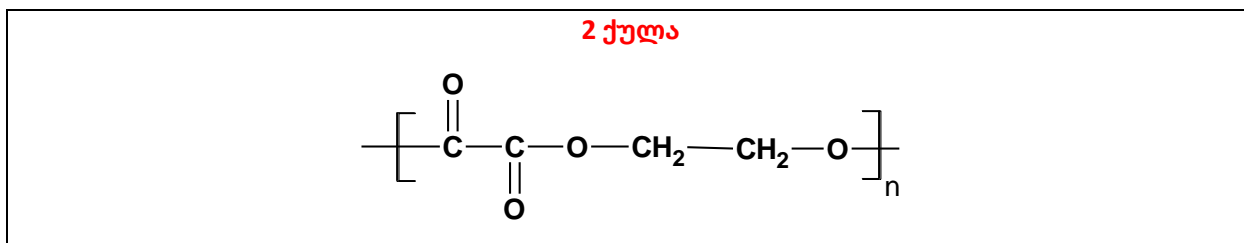
 <p>ეთილენგლიკოლი</p>	 <p>მჟაუნმჟავა</p>	 <p>სერინი</p>	 <p>ცისტეინი</p>
---	--	---	--

A) ეთილენგლიკოლისა და მჟაუნმჟავას პოლიკონდენსაცია

ეთილენგლიკოლისა და მჟაუნმჟავასაგან წარმოქმნილი პოლიმერი მდგრადი, იაფი და ამასთან, მარტივი საწარმოებელია, ამიტომ გამოყენების დიდი პოტენციალით გამოირჩევა. ასევე აქტიურად მიმდინარეობს აღნიშნული პოლიმერის ბიოდეგრადირებადი თვისებების კვლევა.

პოლიესტერების წარმოქმნისას გამოიყოფა წყლის მოლეკულა და წარმოიქმნება პოლიმერი, რომლის ელემენტარული რგოლიც ორ ესტერულ ბმას შეიცავს.

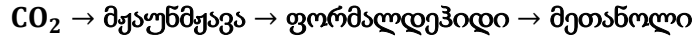
4.1 დაწერეთ ეთილენგლიკოლისა და მჟაუნმჟავას პოლიკონდენსაციით მიღებული პოლიმერის ელემენტარული რგოლის სტრუქტურული ფორმულა;



ახალი კვლევების მიხედვით, პოლიესტერები საიმედო მატრიცას წარმოადგენენ ნახშირბადის დიოქსიდისათვის. რისთვისაა ეს საჭირო?!

პოლიკარბოქსილატების, პოლიმარდოვანების, იზოციანატებისა და პოლიკარბონატების სინთეზი სწორედ ნახშირორჟანგის მატრიცაზე ფიქსაციით იწყება. გარდა ამისა, აქტიურად სწავლობენ CO₂-ის, როგორც განახლებადი საწვავის ელექტროქიმიური აღდგენის პროცესს.

როგორც ცნობილია, მატრიცაზე ფიქსირებული განახლებადი საწვავის ელექტროქიმიური აღდგენის პროცესი შემდეგ ეტაპებს მოიცავს:



4.2 როგორ იცვლება ნახშირბადის ჟანგვის რიცხვი თითოეული საფეხურზე? წარმოადგინეთ შესაბამისი ნახევარრეაქციების სქემები.

3 ქულა

$$\text{C}^{+4} \xrightarrow{+e} \text{C}^{+3}$$

$$\text{C}^{+3} \xrightarrow{+3e} \text{C}^0$$

$$\text{C}^0 \xrightarrow{+2e} \text{C}^{-2}$$

დავუშვათ, პოლიესტერს, როგორც მატრიცას, თითოეული ესტერული ბმის ხარჯზე ნახშირბადის დიოქსიდის თითო მოლეკულის ფიქსაცია შეუძლია.

4.3. გამოთვალეთ ნახშირბადის დიოქსიდის მოცულობა(ნ.პ.), რომელსაც დაიკავშირებს 0.62 გ ეთილენგლიკოლისა და 1.8 გ მჟაუნმჟავას ნარევის პოლიკონდენსაციით მიღებული პოლიესტერი, თუ რეაქცია 80%-იანი გამოსავლიანობით წარიმართა.

6 ქულა

$$n \begin{array}{c} \text{HO} \\ | \\ \text{C} \\ // \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{C} \\ | \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + n \begin{array}{c} \text{HO} \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{OH} \end{array} \xrightarrow{-2n\text{H}_2\text{O}} \left[\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C} \\ | \\ \text{C} \\ || \\ \text{O} \end{array} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} \right]_n$$

$$n(\text{ეთილენგლიკოლი}) = \frac{0.62}{62} = 0.01 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{მჟაუნმჟავა}) = \frac{1.8}{90} = 0.02 \text{ მოლი}$$

ე.ი. ჭარბია მჟაუნმჟავა, ამიტომ გამოთვლებს ეთილენგლიკოლის რაოდენობით ვაწარმოებთ.

ამოცანის პირობის მიხედვით, რეაქციაში შევიდა $0.01 \cdot 0.8 = 0.008$ მოლი ეთილენგლიკოლი.

ერთი მოლი ეთილენგლიკოლისგან მიღებული პოლიმერი შეიცავს იმდენ ესტერულ ბმას, რამდენიც 2 მოლ ნახშირორჟანგს დაიკავშირებს,

0.008 მოლისგან მიღებული 0.016 მოლ CO_2 – ს შებოჭავს.

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m$$

$$V(\text{CO}_2) = 0.016 \cdot 22.4 = 0.3584 \text{ ლ}$$

პასუხი: მოცემულ პირობებში წარმოქმნილი პოლიმერი 0.3584 ლ ნახშირორჟანგს დაიკავშირებს.

B) ამინომჟავებისგან წარმოქმნილი ბიომოლეკულები

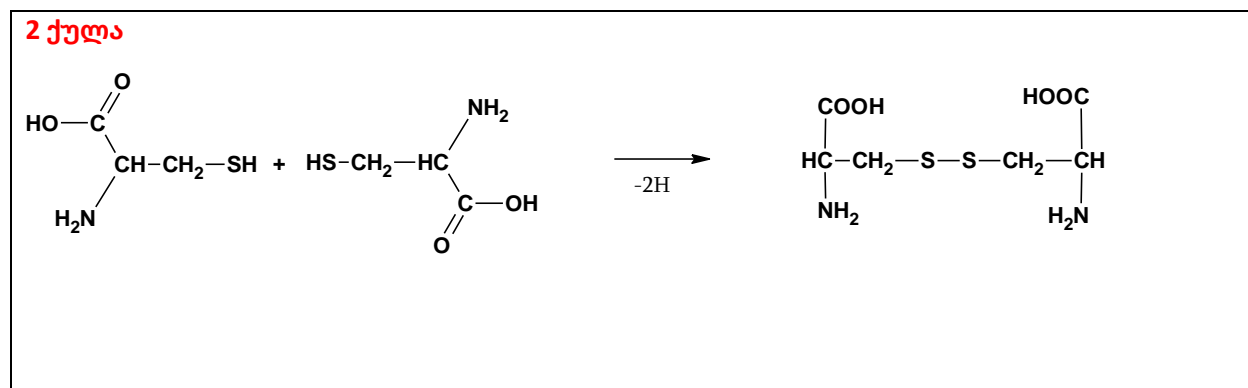
საკუთრივ ამინომჟავები ორგანიზმში მრავალ ფუნქციას ასრულებენ, მაგალითად, როგორებიცაა: ბიოსასიგნალო, ანტიოქსიდანტური, ანქსიოლიზური და სხვა.

გარდა ამისა, ამინომჟავებში შემავალი ამინო-ჯგუფისა და კარბოქსილის ჯგუფის მონაწილეობით მიმდინარეობს მათი პოლიკონდენსაცია წყლის გამოყოფით, ამ დროს პოლიამიდები (პოლიპეპტიდები) წარმოიქმნება, რომელთა სტრუქტურული ორგანიზაცია ორგანიზმისათვის უმნიშვნელოვანეს ბიომოლეკულებს - ცილებს ქმნის.

ორგანიზმში არსებული უმნიშვნელოვანესი ამინომჟავა ცისტეინი, რომელიც, სულფჰიდრილური (-SH) ჯგუფის შემცველობის გამო, ძლიერ ანტიოქსიდანტს წარმოადგენს.

ჟანგვითი სტრესის დროს უჯრედში არსებული ცისტეინის მოლეკულები იჟანგებაან - სულფჰიდრილური ჯგუფები კარგავენ წყალბადს და წარმოიქმნება ცისტეინის დიმერები, რომლებიც დისულფიდური ხიდით (R-S-S-R) არიან ერთმანეთთან დაკავშირებული. ამით ცისტეინის მოლეკულები უჯრედის სხვა კომპონენტებს იცავენ დაჟანგვისგან.

4.4. დაწერეთ ამ დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციის ტოლობა.



4.5. დაწერეთ 3 სხვადასხვა პოლიამიდის ელემენტარული რგოლის სტრუქტურული ფორმულა, რომლებიც წარმოიქმნება:

- ა) მხოლოდ სერინის მოლეკულებისაგან,
- ბ) მხოლოდ ცისტეინის მოლეკულებისაგან
- გ) სერინისა და ცისტეინის მოლეკულების თანმიმდევრული შეერთებით

6 ქულა

ა)

$$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{N} - \text{CH} - \text{C} \\ | \quad \quad \quad || \\ \text{CH}_2\text{OH} \quad \quad \quad \text{O} \end{array} \right]_n$$

ბ)

$$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{N} - \text{CH} - \text{C} \\ | \quad \quad \quad || \\ \text{CH}_2\text{SH} \quad \quad \quad \text{O} \end{array} \right]_n$$

გ)

$$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \\ | \quad \quad \quad || \quad \quad \quad | \\ \text{N} - \text{CH} - \text{C} - \text{N} - \text{CH} - \text{C} \\ | \quad \quad \quad \quad | \quad \quad \quad | \\ \text{CH}_2\text{OH} \quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{CH}_2\text{SH} \end{array} \right]_n$$

С) ოკეანე - გლობალურ დათბობასთან ბრძოლის ბუნებრივი სისტემა

გარემოში წარმოქმნილი ნახშირორჟანგის 25%-ს და ამ პროცესში გამოყოფილი სითბოს 90%-ს ოკეანე შთანთქავს. სწორედ ამიტომ, იგი გლობალური დათბობის პროცესის ერთგვარი ბუფერისა და დედამიწის კლიმატის სტაბილიზატორის როლში გვევლინება. ოკეანის წყლებს მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია სათბური აირების შებოჭვასა და სათბურის ეფექტის შემცირებაშიც.

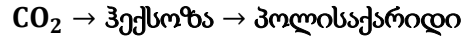
ოკეანის წყლების ისეთი მაცხოვრებლები, როგორებიცაა ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები და მარჯნის პოლიპები, 4-ჯერ მეტ ნახშირბადის დიოქსიდს მოიხმარენ, ვიდრე კლასიკური ტყის ეკოსისტემები.

ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები და მარჯნის პოლიპები ერთად 1000 ტონა ნახშირბადის მარაგს ქმნიან თითო ჰექტარზე გადაანგარიშებით.

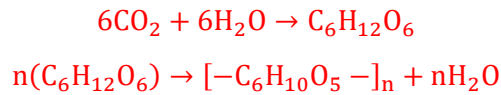
ცალკე აღებული მარჯნის პოლიპები კი მსოფლიო ოკეანის ფართობის დაახლოებით 0.1%-ს იკავებენ. ეს მიკროორგანიზმები შთანთქმული ნახშირორჟანგის დაახლოებით 20%-ს იყენებენ სპეციფიკური ლორწოს სინთეზისათვის, რომელიც შლის ოკეანეში ანთროპოგენური ფაქტორით მოხვედრილ მიკროპლასტმასებს. შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნული ლორწო ძირითადად მონოსაქარიდების პოლიკონდენსაციის პროდუქტს წარმოადგენს.

4.6. დავუშვათ, რომ მარჯნის ლორწო მხოლოდ ჰექსოზების (რომელთა მოლეკულური ფორმულაა $C_6H_{12}O_6$) პოლიკონდენსაციის შედეგად წარმოიქმნება.

დაწერეთ რეაქციათა ტოლობები, რომლებითაც მარჯნის პოლიპეტი ნახშირორჟანგიდან წარმოქმნიან ლორწოს შემდეგი სქემის მიხედვით:



4 ქულა



ატმოსფეროში არსებული ნახშირორჟანგის მნიშვნელოვან წყაროს სატრანსპორტო საშუალებები წარმოადგენს. მაგ., ავტობუსი ყოველი მილის გავლისას საშუალოდ 80 გ ნახშირბადის დიოქსიდს გამოყოფს.

4.7. გამოთვალეთ ლორწოს მასა, რომელსაც მარჯნის პოლიპეტი ავტობუსის 100 მილზე გადაადგილების შედეგად გამოყოფილი ნახშირორჟანგის გამოყენებით წარმოქმნის.

4 ქულა

100 მილის გავლისას 1 ავტობუსი გამოყოფს 8000 გ ნახშირორჟანგს.

$$n(CO_2) = \frac{8000}{44} \approx 181 \text{ მოლი}$$

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{n(CO_2)}{6} = 30 \text{ მოლი}$$

$$n(H_2O) = n(C_6H_{12}O_6) = 30 \text{ მოლი}$$

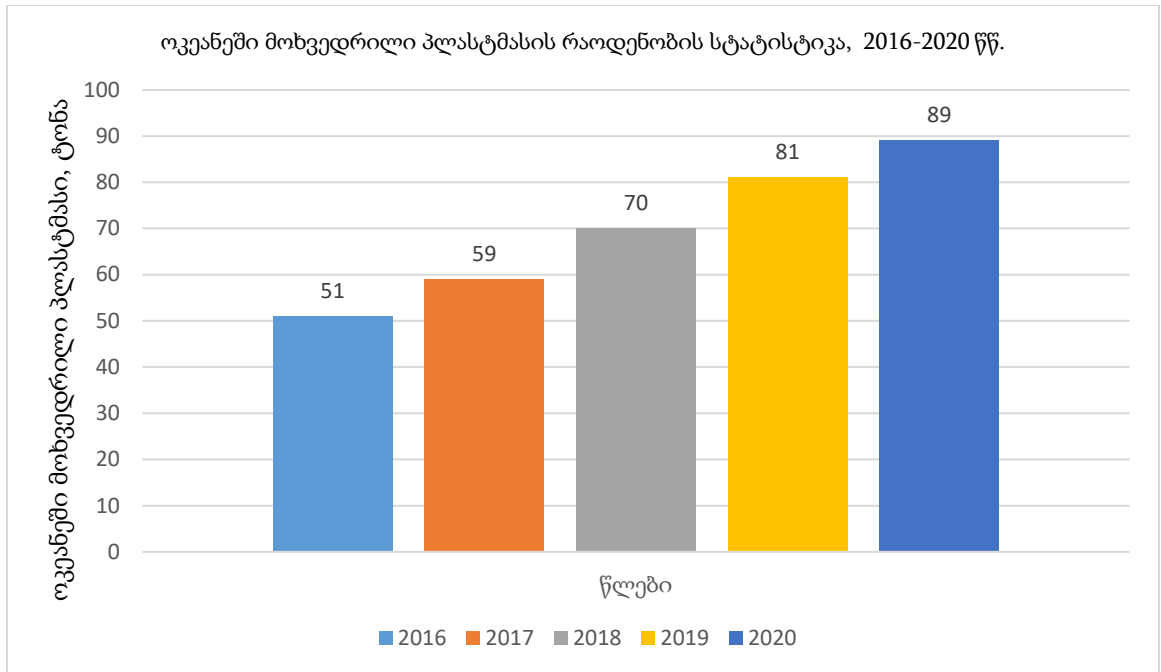
$$m[-C_6H_{10}O_5-]_n = m(C_6H_{12}O_6) - m(H_2O)$$

$$m[-C_6H_{10}O_5-]_n = 30 \cdot 180 - 30 \cdot 18 = 4860 \text{ გ}$$

პასუხი: გამოყოფილი ლორწოს მასაა 4860 გ

ოკეანის საერთო ფართობი 361 000 000 კმ²-ის ტოლია. 1 კმ²-ზე გავრცელებულ მარჯნის პოლიპეტი წლიურად 0.0002 ტონა პლასტმასის უტილიზაცია შეუძლიათ.

გრაფიკზე ნაჩვენებია ოკეანის პლასტმასით დაბინძურების ტენდენცია 2016-2020 წლებში:



4.8. გამოთვალეთ, რამდენჯერ უნდა გაიზარდოს მსოფლიო ოკეანეში მარჯნის პოლიპების საერთო შემცველობა, რათა მათ მოახერხონ 2050 წლისათვის ოკეანეში მოხვედრილი პლასტმასის სრული უტილიზაცია. ჩათვალეთ, რომ ოკეანის პლასტმასით დაბინძურების ტენდენცია 2050 წლამდე უცვლელია.

8 ქულა

ამოცანის პირობის მიხედვით, მარჯნის პოლიპებს ოკეანის საერთო ფართობის 0.1% უჭირავთ. ე.ი. ისინი გავრცელებული არიან

$$361\,000\,000 \cdot 0.001 = 360\,000 \text{ კმ}^2 - \text{ზე}$$

დღესდღეობით არსებულ მარჯნის პოლიპებს წლირად შეუძლიათ $360\,000 \cdot 0.0002 = 72$ ტონა პლასტმასის უტილიზაცია.

გრაფიკიდან ჩანს, რომ ოკეანეში მოხვედრილი პლასტმასის მასა ყოველწლიურად საშუალოდ 10 ტონით იზრდება. ე.ი. სავარაუდოა, რომ 2050 წელს (2020 წლიდან 30 წელში) ოკეანეში მოხვედრილი პლასტმასის მასა იქნება:

$$a_n = a_1 + (n - 1)d$$

$$a_{30} = 89 + (30 - 1) \cdot 10 \approx 379 \text{ ტ}$$

დავუშვათ, ახლა ოკეანეში ბინადრობს X რაოდენობის მარჯანი, რომელიც გადაამუშავებს 72 ტ პლასტმასს, ხოლო 379 ტ პლასტმასის გადაამუშავებას Y რაოდენობის მარჯანი სჭირდება. პროპორციის მიხედვით გამოდის, რომ

$$Y = \frac{379}{72} X \approx 5.26X$$

პასუხი: მსოფლიო ოკეანეში მარჯნის შემცველობა 5.26-ჯერ უნდა გაიზარდოს.

ამოცანა 5. აეროსტატი (20 ქულა)

დავალება	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.	5.5.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	3	3	6	5	3	$\frac{20}{20}$	20

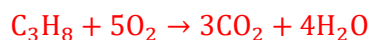
აეროსტატი, ანუ საჰაერო ბურთი ფრანგმა ძმებმა მონგოლფიერებმა გამოიგონეს და მისი პირველი დემონსტრირება 1783 წლის 5 ივნისს მოხდა. ძმები ბურთის შიგთავსს მატყლისა და თივის ნარევის წვისას გამოყოფილი კვამლით ავსებდნენ. ამავე წლის 27 აგვისტოს ფრანგმა მეცნიერმა და გამომგონებელმა ჟაკ შარლმა წარმოადგინა აეროსტატი, რომელიც წყალბადით იყო ავსებული. აერონავტიკის შემდგომი განვითარება ამ ორი გზით წარიმართა - შარლის ტიპის აეროსტატში ბურთის ასავსებად ან მსუბუქი აირები (წყალბადი, ჰელიუმი) გამოიყენება, ხოლო მონგოლფიეს ტიპის აეროსტატში - აირთა ცხელი ნარევი.



თანამედროვე აეროსტატებში საჰაერო ბურთი პროპანის წვის შედეგად წარმოქმნილი აირადი პროდუქტებით იბერება. სტანდარტულ, 5 მგზავრზე გათვლილ აეროსტატს **750 კგ-მდე ტვირთის აწევა შეუძლია** (კალათის, ბურთის, მგზავრების და აღჭურვილობის მასის ჩათვლით).

5.1. შეადგინეთ პროპანის წვის რეაქციის ტოლობა და იანგარიშეთ წვის პროდუქტების ნარევის საშუალო მოლური მასა (ჩათვალეთ, რომ წყალი აირის სახითაა).

3 ქულა



$$\bar{M} = \frac{n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{3 \cdot 44 + 4 \cdot 18}{3 + 4} \approx 29 \text{ გ/მოლი}$$

5.2. მოკლედ ახსენით, რატომ ფრინავს აეროსტატი.

3 ქულა

აეროსტატის იმ შემთხვევაში იფრენს, თუ მისი სიმკვრივე ნაკლებია გარემოს შემადგენელი აირის, ანუ ჰაერის სიმკვრივეზე. (აეროსტატის სიმკვრივეში იგულისხმება მისი ჯამური მასის ფარდობა მის მოცულობასთან. აეროსტატის ჯამური მასა მოიცავს საჰაერო ბურთის, მასში მოთავსებული აირის, ადჭურვილობისა და ტვირთის მასათა ჯამს). ამრიგად, თუ საჰაერო ბურთის ჯამური მასა ნაკლებია იმავე მოცულობის ჰაერის მასაზე, ბურთი იფრენს.

5.3. როგორ გამოითვლება ამწევი ძალა მონგოლფიესა და შარლის ტიპის აეროსტატებისათვის?

6 ქულა

შარლის ტიპის აეროსტატში გარემოს და აეროსტატის ტემპერატურები ტოლია, ამიტომ ყოველი 1 მოლი ჰაერზე მსუბუქი აირი, რომელიც ავსებს აეროსტატს, ასწევს ტვირთს, რომლის მასაც ჰაერისა და აირის მოლურ მასათა სხვაობის ტოლია. შესაბამისად, n მოლი აირისათვის ეს სხვაობაა:

$$\Delta m = (M_{\text{ჰაერი}} - M_{\text{აირი}}) \cdot n \quad (1)$$

შესაბამისი ამწევი ძალა იქნება:

$$F_{\text{ამწევი}} = \Delta m \cdot g \quad (2)$$

მონგოლფიეს ტიპის აეროსტატში დამატებით გათვალისწინებული უნდა იყოს ნამწვი აირების ტემპერატურაც. რადგან წნევა გარემოსა და საჰაერო ბურთში ერთნაირია, ტემპერატურის გაზრდის გამო ბურთში უფრო ნაკლები რაოდენობის აირი იქნება, ვიდრე ჰაერში. ამიტომ (1) განტოლება მიიღებს სახეს:

$$\Delta m = M_{\text{ჰაერი}} \cdot n_{\text{ჰაერი}} - M_{\text{აირი}} \cdot n_{\text{აირი}} \quad (3)$$

როგორც ვიცით, $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$, საიდანაც

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P}$$

$$V = \frac{R \cdot T_{\text{აირი}} \cdot n_{\text{აირი}}}{P} = \frac{R \cdot T_{\text{ჰაერი}} \cdot n_{\text{ჰაერი}}}{P} \Rightarrow T_{\text{აირი}} \cdot n_{\text{აირი}} = T_{\text{ჰაერი}} \cdot n_{\text{ჰაერი}} \Rightarrow$$

$$n_{\text{აირი}} = \frac{T_{\text{ჰაერი}} \cdot n_{\text{ჰაერი}}}{T_{\text{აირი}}}$$

$$\Delta m = M_{\text{ჰაერი}} \cdot n_{\text{ჰაერი}} - M_{\text{აირი}} \cdot \frac{T_{\text{ჰაერი}} \cdot n_{\text{ჰაერი}}}{T_{\text{აირი}}}$$

$$\Delta m = \left(M_{\text{ჰაერი}} - M_{\text{აირი}} \cdot \frac{T_{\text{ჰაერი}}}{T_{\text{აირი}}} \right) \cdot n_{\text{ჰაერი}} \quad (4)$$

5.4. მინიმუმ რა მოცულობის უნდა იყოს პროპანის წვის პროდუქტების გამოყენებაზე მომუშავე სტანდარტული აეროსტატი, რომ მან ფრენა შეძლოს, თუ ტემპერატურა ბურთში არის 180 °C, გარემოში 25 °C, ხოლო წნევა ორივეგან 1 ატმ.

5 ქულა

გამოვიყენოთ (4) ფორმულა:

$$\Delta m = \left(M_{\text{ჰაერი}} - M_{\text{აირი}} \cdot \frac{T_{\text{ჰაერი}}}{T_{\text{აირი}}} \right) \cdot n_{\text{ჰაერი}}$$

საიდანაც

$$n_{\text{ჰაერი}} = \frac{\Delta m}{M_{\text{ჰაერი}} - M_{\text{აირი}} \cdot \frac{T_{\text{ჰაერი}}}{T_{\text{აირი}}}} = \frac{750000}{29 - 29 \cdot \frac{25 + 273}{180 + 273}} = \frac{750000}{29 - 19} = 75000 \text{ კმოლი}$$

გამოვთვალოთ, რა მოცულობას დაიკავებს 75000 მოლი ჰაერი 1 ატმ წნევასა და 25 °C ტემპერატურაზე:

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = 75000 \cdot 0.082 \cdot 298 = 1832700 \text{ ლ} = 1832.7 \text{ მ}^3$$

პასუხი: 1832.7 მ³

5.5. რა მასის ჯამური ტვირთის აწევას შეძლებს 5.4 დავალების პირობაში მოცემული აეროსტატი, თუ მას პროპანის წვის ცხელი პროდუქტების ნაცვლად, გარემოს ტემპერატურის მქონე ჰელიუმით აავსებენ?

3 ქულა

გამოვიყენოთ (1) ფორმულა:

$$\Delta m = (M_{\text{ჰაერი}} - M_{\text{He}}) \cdot n = (29 - 4) \cdot n = 25 \cdot n = 25 \cdot 75000 = 1875000 \text{ გ} = 1875 \text{ კგ}$$

პასუხი: 1875 კგ.