



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

21 მაისი, 2023

ფინალური ტური

მე-10 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 აზოტის 32.06	17 Cl ქლორი 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 ცირონიუმი 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 სტანუმი 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 პლატინა 195.08	79 Au ოქრო 196.97	80 Hg ვერცხლისწყალი 200.59	81 Tl თალიუმი 204.38	82 Pb ბიზმუტი 207.2	83 Bi ბისმუტი 208.98	84 Po პოლონიუმი 209	85 At ასტატი 209	86 Rn რადონი 222.02
7	87 Fr ფრანსიუმი 223.02	88 Ra რადიუმი 226.03	89-103 Ac-Lr აქტინოიდები	104 Rf რუფოვილიუმი 261.12	105 Db დუბნიუმი 270.13	106 Sg სიოგორდიუმი 269.13	107 Bh ბორიუმი 270.13	108 Hs ჰასიუმი 270.13	109 Mt მითენიუმი 278.16	110 Ds დავზბათიუმი 281.17	111 Rg რენგენიუმი 281.17	112 Cn კოპერნიციუმი 285.18	113 Nh ნიჰონიუმი 286.18	114 Fl ფლოროვიუმი 289.19	115 Mc მოსკოვიუმი 289.20	116 Lv ლივერმოურიუმი 293.20	117 Ts ტენესი 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 ნეოდიმუმი 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 ერიუმი 167.26	69 Tm თულიუმი 168.93	70 Yb იტაბიუმი 173.05	71 Lu ლუთეციუმი 175.0	
	აქტინოიდები		89 Ac აქტინიუმი 227.03	90 Th თორიუმი 232.04	91 Pa პროაქტინიუმი 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 კალეფორნიუმი 251.08	99 Es აინსტაინიუმი 252.08	100 Fm ფერმიუმი 257.10	101 Md მენდელევიუმი 258.10	102 No ნობელიუმი 259.10	103 Lr ლორენსიუმი 262	



საქართველოს პროფესიონალ ქიმიკოსთა ასოციაცია



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

მარილების, მჟავების და ფუძეების წყალში ხსნადობა															
იონები	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 ⁻		ხს	ხს	ხს	–	ხს	მხ	უ	უ	უ	–	უ	უ	უ	უ
NO ₃ ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს
Cl ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	ხს	ხს	ხს
S ²⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	–	–	–	უ	უ	უ	უ	უ	უ	–
SO ₃ ²⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	მხ	მხ	მხ	მხ	–	–	უ	მხ	–	–
SO ₄ ²⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	უ	მხ	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს
CO ₃ ²⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	უ	უ	უ	უ	–	–	უ	უ	–	–
SiO ₃ ²⁻	უ	–	ხს	ხს	უ	უ	უ	უ	უ	–	–	უ	უ	–	–
PO ₄ ³⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ

მეტალთა ძაბვის ელექტროქიმიური მწკრივი

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

ამოცანა 1. მალაქიტის დაშლა და აწყობა (20 ქულა)

დავალბა	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	2	2	14	2	$\frac{20}{20}$	20

მალაქიტი მინერალია, რომელიც ძირითადად $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ -ს შეიცავს.



$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ - მინერალი მალაქიტის



$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ - რეაქტივის სახით

მინერალის სახით მალაქიტი გამოიყენება სხვადასხვა სამკაულების, ზარდახშების, თასების, ფილებისა და სხვა მოსაპირკეთებელი მასალის დასამზადებლად. ხოლო სუფთა სახით - პიგმენტების, პესტიციდების და სხვადასხვა დანამატების საწარმოებლად.

1.1. დაწერეთ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ -ს ქიმიური დასახელება და შეადგინეთ მისი სტრუქტურული ფორმულა.

2 ქულა

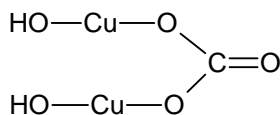
სპილენძ(II)-ის ფუძე კარბონატი

სპილენძ(II)-ის დიჰიდროქსოკარბონატი

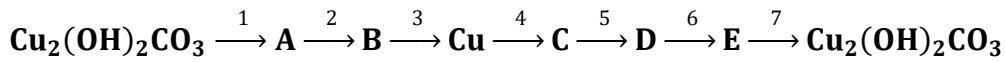
შეიძლება ვალენტობის გარეშეც, ასევე დი-ს მითითების გარეშეც

1.2. შეადგინეთ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ -ს სტრუქტურული ფორმულა.

2 ქულა



მინერალიდან სუფთა ნივთიერება რომ მივიღოთ, საჭიროა მას მინარევების სახით არსებული ნაერთები მოსცილდეს. ამის განხორციელება მრავალი გზით არის შესაძლებელი. მაგალითად, მოცემულია გარდაქმნის სქემა:



როგორც სქემიდან ჩანს, მალაქიტიდან გარდაქმნების საშუალებით ჯერ მეტალური სპილენძი წარმოიქმნება, ხოლო შემდეგ სპილენძიდან კვლავ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ -ის მიღება ხდება.

1.3. შეადგინეთ მოცემული გარდაქმნის სქემის შესაბამისი რეაქციების ტოლობები, თუ ცნობილია, რომ:

- B, C და E ნივთიერებები მარილებია;
- გარდაქმნებში გამოყენებული უნდა იყოს ოთხივე ტიპის ქიმიური რეაქცია (დაშლა, შეერთება, ჩანაცვლება, მიმოცვლა);
- გარდაქმნის ბოლო რეაქცია ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს და სპილენძის ხსნად მარილს შორის მიმდინარეობს.

14 ქულა (თითოეული რეაქცია - 2 ქულა)

1. $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t} 2\text{CuO} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
2. $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
4. $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CuCl}_2$
5. $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$
6. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 4\text{NaNO}_3 + 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

1.4. გამოთვალეთ, რა მასის $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ -ის რეაქტივის მიღება შეიძლება 1 ტ მალაქიტიდან, თუ მინერალში $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ -ის მასური წილია 0.8, ამასთან, სპილენძის მიღებამდე თითოეული ეტაპის გამოსავლიანობა 90%-ია, ხოლო დანარჩენ ეტაპებზე დანაკარგი 5%-ს შეადგენს.

2 ქულა

$$m_{\text{საწყისი}}(\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3) = 0.8 \cdot 1000 = 800 \text{ კგ}$$

$$m_{\text{საბოლოო}}(\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3) = m_{\text{საწყისი}}(\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3) \cdot 0.9^3 \cdot 0.95^4 \approx 475 \text{ კგ}$$

ამოცანა 2. უცნობი ორგანული ნაერთი (20 ქულა)

დავალება	2.1.	2.2.	2.3.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	2	6	10	$\frac{20}{18}$	20

მოცემულია უცნობი ორგანული X ნაერთი, რომელიც ცოცხალი ორგანიზმებისათვის აუცილებელი ნივთიერებაა. მისი გამოიყენებით ტვინის უჯრედები გამოიმუშავენ 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. წვის პროდუქტების მიხედვით, როგორია X ნაერთის სავარაუდო ელემენტური შედგენილობა?

2 ქულა

ნახშირბადი, წყალბადი, აზოტი, შესაძლებელია ჟანგბადიც

2.2. 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:

$$44x + 28y = 41$$

შეგვიძლია 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:

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

2.3. დაადგინეთ X ნაერთში ელემენტთა მოლური თანაფარდობა და ნაერთის ემპირიული ფორმულა.

10 ქულა

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

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

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

ამის შემდეგ შეგვიძლია დავადგინოთ, შეიცავს თუ არა X ნაერთი ჟანგბადს.

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

ამოცანის პირობის თანახმად

$$m(\text{X}) = 18.1 \text{ გ}$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ ნაერთი შეიცავს ჟანგბადსაც, რომლის 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:

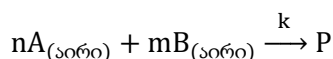


პასუხი: $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3$

ამოცანა 3. ქიმიური რეაქციის რიგი (20 ქულა)

დავალება	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	3	4	4	2	3	$\frac{20}{16}$	20

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



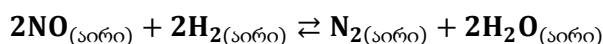
რეაქციის სიჩქარე შემდგენაირად გამოისახება:

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

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_{H_2}	
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 ქემარტი რიგი აზოტის მონოოქსიდის მიმართ.

4 ქულა

ვთქვათ რეაქციის ქემარტი 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:

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{k \cdot (\text{CNO})_3^x \cdot (\text{CH}_2)_3^y}{k \cdot (\text{CNO})_2^x \cdot (\text{CH}_2)_2^y} = \frac{0.10^x \cdot 0.02^y}{0.05^x \cdot 0.02^y} = 2^x = 4 \quad \Rightarrow \quad x = 2$$

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

პასუხი: 2.

3.3. რეაქციის ქემარტი 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:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot (\text{CNO})_2^x \cdot (\text{CH}_2)_2^y}{k \cdot (\text{CNO})_1^x \cdot (\text{CH}_2)_1^y} = \frac{0.05^x \cdot 0.02^y}{0.05^x \cdot 0.01^y} = 2^y = 2 \quad \Rightarrow \quad y = 1$$

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

პასუხი: 1.

3.4. რეაქციის სიჩქარის ქუშმარიტი განტოლება და რეაქციის ქუშმარიტი რიგი.

2 ქულა

$$v = k \cdot (C_{\text{NO}})^2 \cdot (C_{\text{H}_2})$$

რეაქციის ქუშმარიტი რიგი = $2 + 1 = 3$

3.5. რეაქციის სიჩქარის მუდმივას (k) მნიშვნელობა.

3 ქულა

$$k = \frac{v}{(C_{\text{NO}})^2 \cdot (C_{\text{H}_2})}$$

ნებისმიერი ექსპერიმენტის შედეგების ჩასმით k-ს ერთნაირი მნიშვნელობა მიიღება:

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

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

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

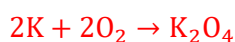
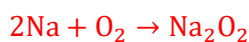
ამოცანა 4. ნატრიუმი, კალიუმი და ფოტოსინთეზი წყალქვეშა ნავში (20 ქულა)

დავალება	4.1.	4.2.	4.3.	4.4.	4.5.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	4	2	4	4	6	$\frac{20}{20}$	20

ნატრიუმი და კალიუმი იმდენად აქტიური მეტალებია, რომ ჟანგბადში წვისას ჩვეულებრივი ოქსიდების ნაცვლად, პეროქსიდსა (Na_2O_2) და სუპეროქსიდს (K_2O_4) წარმოქმნიან.

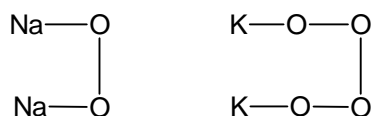
4.1. შეადგინეთ ჟანგბადის არეში ნატრიუმის და კალიუმის წვის რეაქციათა ტოლობები.

4 ქულა



4.2. შეადგინეთ ნატრიუმის პეროქსიდის და კალიუმის სუპეროქსიდის გრაფიკული (სტრუქტურული) ფორმულები.

2 ქულა



როგორც ნატრიუმის პეროქსიდი, ასევე კალიუმის სუპეროქსიდი მეტად საინტერესო თვისებებით გამოირჩევა. ზოგჯერ მათ მცენარეებსაც ადარებენ, რადგანაც ნახშირორჟანგთან ურთიერთქმედებისას ჟანგბადს გამოყოფენ.

4.3. შეადგინეთ ნატრიუმის პეროქსიდისა და კალიუმის სუპეროქსიდის ნახშირორჟანგთან ურთიერთქმედების რეაქციათა ტოლობები.

4 ქულა



ამ თვისებებს წყალქვეშა ნავში სუნთქვის შედეგად დაგროვილი ნახშირორჟანგის შთანთქმისა და დახარჯული ჟანგბადის აღდგენის მიზნით იყენებენ. კერძოდ, სპეციალურ კონტეინერებში

ათავსებენ ე. წ. „სარეგენერაციო ნარევის“, რომელიც წარმოადგენს ნატრიუმის პეროქსიდისა და კალიუმის სუპეროქსიდის ნარევის მასური თანაფარდობით
 $m(\text{Na}_2\text{O}_2) : m(\text{K}_2\text{O}_4) = 0.55 : 1$.

4.4. რატომაა საჭირო „სარეგენერაციო ნარევი“ ნაერთების ასეთი თანაფარდობა? პასუხი დაასაბუთეთ გამოთვლებით.

4 ქულა

„სარეგენერაციო ნარევი“ კომპონენტების მოლური თანაფარდობა:

$$v(\text{Na}_2\text{O}_2) : v(\text{K}_2\text{O}_4) = \frac{0.55}{78} : \frac{1}{142} \approx 0.007 : 0.007 = 1 : 1$$

როგორც (1) და (2) რეაქციებიდან ჩანს, როდესაც Na_2O_2 და K_2O_4 ტოლი მოლური თანაფარდობითაა აღებული, შთანთქმული ნახშირორჟანგის ჯამური რაოდენობა რეაქციების შედეგად გამოყოფილი ჟანგბადის ჯამური რაოდენობის ტოლია. ეს აუცილებელია იმისათვის, რომ ჰაერის რეგენერაციის დროს წყალქვეშა ნავში წნევის ცვლილება არ მოხდეს.

ნატრიუმის პეროქსიდის სიჭარბის შემთხვევაში უფრო მეტი მოცულობის ნახშირორჟანგი შთანთქმება, ვიდრე ჟანგბადი გამოიყოფა, ამიტომ წნევა შემცირება, ხოლო კალიუმის სუპეროქსიდის შემთხვევაში - პირიქით.

4.5. რამდენ დღე-ღამეზეა გათვლილი 132 კგ „სარეგენერაციო ნარევი“, თუ წყალქვეშა ნავის ეკიპაჟში 10 წევრია და ცნობილია, რომ ადამიანი საათში საშუალოდ 0.5 მოლ ნახშირორჟანგს გამოყოფს?

6 ქულა

გამოვთვალოთ, რამდენი მოლი ნატრიუმის პეროქსიდი და კალიუმის ჰიპეროქსიდი 132 კგ „სარეგენერაციო ნარევი“.

ვთქვათ $v(\text{Na}_2\text{O}_2) = x$, მაშინ $v(\text{K}_2\text{O}_4) = x$. მივიღებთ განტოლებას:

$$x \cdot M(\text{Na}_2\text{O}_2) + x \cdot M(\text{K}_2\text{O}_4) = 78x + 142x$$

$$78x + 142x = 132000, \text{ საიდანაც } x = 600$$

ამრიგად, 132 კგ „სარეგენერაციო ნარევი“ არის 600 მოლი Na_2O_2 და 600 მოლი K_2O_4 .

(1) რეაქციის მიხედვით $v(\text{CO}_2) = v(\text{Na}_2\text{O}_2) = 600$ მოლი

(2) რეაქციის მიხედვით $v(\text{CO}_2) = v(\text{K}_2\text{O}_4) = 600$ მოლი

ამრიგად, 132 კგ „სარეგენერაციო ნარევი“ შთანთქავს $600 + 600 = 1200$ მოლ ნახშირორჟანგს.

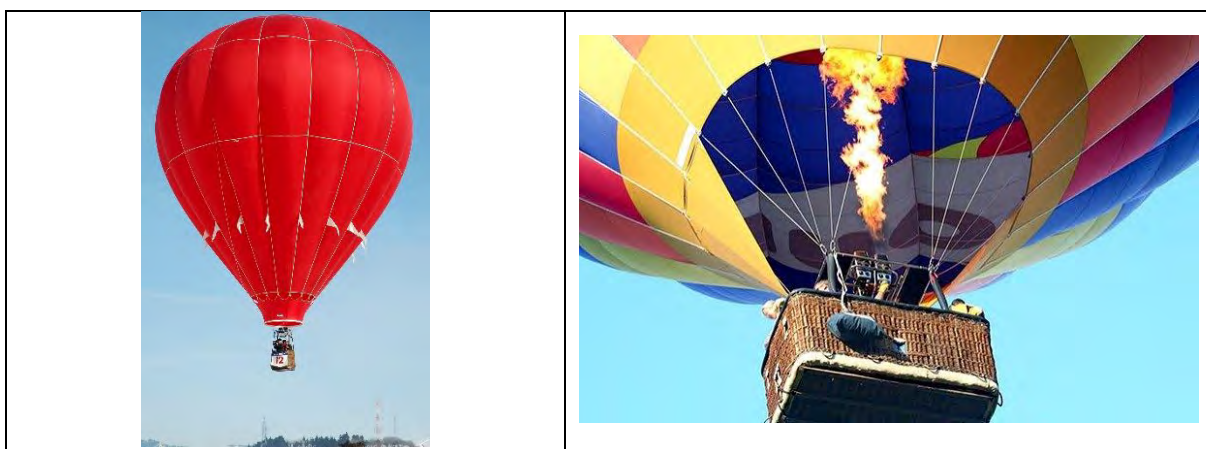
1 სთ-ში ეკიპაჟის 10 წევრის მიერ გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობაა $10 \cdot 0.5 = 5$ მოლი, შესაბამისად, „სარეგენერაციო ნარევი“ საკმარისი იქნება $1200 : 5 = 240$ სთ-ის ანუ $240 : 24 = 10$ დღე-ღამისათვის.

პასუხი: 10 დღე-ღამე.

ამოცანა 5. აეროსტატი (20 ქულა)

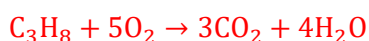
დავალბა	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.	5.5.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	3	3	6	5	3	$\frac{20}{20}$	20

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 იბურება. 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, აღჭურვილობისა 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 პროჰანის 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.