



საქართველოს პროფესიონალ ქიმიკოსთა ასოციაცია

მოსწავლეთა 1-ლი რესპუბლიკური ქიმიის
ოლიმპიადის „გურბრანთა“

III ტური, მმ-9 კლასი

ამოცანები



ამოცანების ავტორები:

გია ხატისაშვილი
ლაშა ხუციშვილი
რომეო კარაპუტაძე
ვანო კავთელაშვილი
ზაკო სანიკიძე

29 მაისი, 2022

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 ოქსიგენი 15.99	9 F ფლორი 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 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 კალა 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 რეოფორმიუმი 261.12	105 Db დუბნიუმი 270.13	106 Sg სიოგორდიუმი 269.13	107 Bh ბორიუმი 270.13	108 Hs ჰასიუმი 269.13	109 Mt მითრანიუმი 278.16	110 Ds დავზატიუმი 281.17	111 Rg რენდელუმი 281.17	112 Cn კუნიატინი 285.18	113 Nh ნიჰონიუმი 286.18	114 Fl ფლოროვიუმი 289.19	115 Mc მოსკოვიუმი 289.20	116 Lv ლივერმოდიუმი 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 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 კურნიუმი 247.07	97 Bk ბერკელიუმი 247.07	98 Cf კალეფორნიუმი 251.08	99 Es აინსტაინი 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. რატომაა აუცილებელი ფანჯრის გაღება? (20 ქულა)

დავალეზა	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	4	5	4	4	5	$\frac{20}{22}$	20

ადამიანი ჰაერის ჩასუნთქვისას მოიხმარს ჟანგბადს და ამოისუნთქავს ნახშირორჟანგს. ჩასუნთქული და ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობა მოცემულია ცხრილში.

ჰაერი	O ₂ (მოცულობითი %)	CO ₂ (მოცულობითი %)
ჩასუნთქული	21%	0.03%
ამოსუნთქული	16.5%	4.5%

ჩასუნთქული და ამოსუნთქული ჰაერის მოცულობა საშუალოდ 0.5 ლიტრია. ჩათვალეთ, რომ 1 წთ-ში ადამიანი საშუალოდ 15-ჯერ ისუნთქავს და ყოველ ჩასუნთქვაზე ორგანიზმში ხვდება ჰაერი, რომელშიც 21% ჟანგბადია.

1.1 გამოთვალეთ:

- ა) რა მოცულობის ჟანგბადს მოიხმარს ერთი ადამიანი 1 საათში;
- ბ) რამდენი ლიტრით შეიცვლება ნახშირორჟანგის მოცულობა გარემოში ამ დროს.

ა) 1 სთ-ში ერთი ადამიანი ჩასუნთქავს $V_1(O_2) = 0.5 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 0.21 = 94.5$ ლ ჟანგბადს და ამოისუნთქავს $V_2(O_2) = 0.5 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 0.165 = 74.25$ ლ. მაშასადამე, ადამიანი 1 სთ-ში მოიხმარს $V(O_2) = 94.5 - 74.25 = 20.25$ ლ ჟანგბადს.

ბ) ამ დროს ამოისუნთქავს $V_2(CO_2) = 0.5 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 0.045 = 20.25$ ლ ნახშირორჟანგს. მაშასადამე, გარემოში ნახშირორჟანგის მოცულობა გაიზარდა 20.25 ლ-ით საწყისთან შედარებით.

ჩათვალეთ, რომ ამ ოთახში, სადაც „ზურგჩანთის“ ოლიმპიადის მე-3 ტური ტარდება, იმყოფება 20 მონაწილე; ოთახის ზომებია: $10 \times 6 \times 3$ მ; და ოთახი ჰერმეტიკულადაა დახურული.

1.2 გამოთვალეთ, რამდენ ხანში იქნება საჭირო ოთახის განიავება, თუ ცნობილია, რომ ჰაერში ნახშირორჟანგის დასაშვები მოცულობითი წილი 0.5%-ია.

ოთახის მოცულობაა $V_0 = 10 \times 6 \times 3 = 180 \text{ მ}^3 = 180000 \text{ ლ}$. მაშასადამე, ოთახში ნახშირორჟანგის კრიტიკული მოცულობა $V_3(\text{CO}_2) = 180000 \cdot 0.005 = 900 \text{ ლ}$. თავდაპირველად, ოთახში იყო $V_0(\text{CO}_2) = 180000 \cdot 0.0003 = 54 \text{ ლ}$. დასაშვები ზღვრის მოცულობას გადააჭარბებს მაშინ, როდესაც გარემოში გამოიყოფა $900 - 54 = 846 \text{ ლ}$ ნახშირორჟანგი.

1.1-ის ბ-დან ვიცით, რომ ერთი ადამიანი, 1 სთ-ში გარემოში გამოყოფს 20.25 ლ ნახშირორჟანგს. 20 მოსწავლე კი 1 სთ-ში გამოყოფს $20.25 \cdot 20 = 405 \text{ ლ}$ ნახშირორჟანგს.
 ე. ი. ოთახის განიავება საჭირო გახდება $846 : 405 \approx 2.09$ სთ-ში.

1.3 რა მასის მარილს მივიღებთ, თუ დღეს ამ ოთახში 4 საათის განმავლობაში გამოყოფილ ნახშირორჟანგს კირიანი წყლით შევბოჭავთ (ნ. პ.)?

1.2-დან ვიცით, რომ 20 მოსწავლე 1 სთ-ში გამოყოფს 405 ლ ნახშირორჟანგს. მაშასადამე, 20 მოსწავლე 4 სთ-ში გამოყოფს $405 \cdot 4 = 1620 \text{ ლ}$ ნახშირორჟანგს.

ნ. პ.-ში $n(\text{CO}_2) = 1620 : 22.4 \approx 72.32$ მოლი.

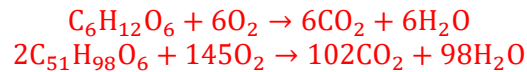
ნახშირორჟანგის კირიანი წყლით შევბოჭვის რეაქცია:



$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 72.32$ მოლი, ხოლო მასა $m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 72.32 = 7232 \text{ გ}$.

ცხიმები და ნახშირწყლები ორგანიზმის მიერ გამოიყენება ენერგიის მნიშვნელოვან წყაროდ. ჩასუნთქული ჟანგბადი იხარჯება ამ ნივთიერებების ჟანგვაზე, რის შედეგადაც მიიღება ნახშირორჟანგი და წყალი და გამოიყოფა ენერგია.

1.4 ნახშირწყლის მოდელად აიღეთ გლუკოზა, რომლის მოლეკულური ფორმულაა $C_6H_{12}O_6$, ხოლო ცხიმის მოდელად - ტრიპალმიტინი მოლეკულური ფორმულით - $C_{51}H_{98}O_6$. დაწერეთ ამ ნაერთების ჟანგბადთან ურთიერთქმედების რეაქციის გათანაბრებული ტოლობები.



1.5 გამოთვალეთ, რამდენი ლიტრი ჰაერი დასჭირდება (ნ. პ.) შოკოლადის 2 ფილაში არსებული ნახშირწყლებისა და ცხიმების ათვისებას ადამიანის ორგანიზმის მიერ, თუ ერთი ფილა შოკოლადი იწონის 100 გ-ს. ჩათვალეთ, რომ შოკოლადი ნახშირწყლებიდან მხოლოდ გლუკოზას (23%), ხოლო ცხიმებიდან კი ტრიპალმიტინს (7%) შეიცავს.

ერთი ფილა შოკოლადი შეიცავს $100 \cdot 0.23 = 23$ გ გლუკოზას და $100 \cdot 0.07 = 7$ გ ტრიპალმიტინს. ორ ფილაში 2-ჯერ მეტი რაოდენობის ნივთიერებები იქნება:

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{2 \cdot 23}{180} \approx 0.256 \text{ მოლი} \quad n(C_{51}H_{98}O_6) = \frac{2 \cdot 7}{806} = 0.0174 \text{ მოლი}$$

1.4-დან ჩანს, რომ $n_1(O_2) = 6n(C_6H_{12}O_6) = 6 \cdot 0.256 = 1.536$ მოლი და $n_2(O_2) = \frac{145}{2}n(C_{51}H_{98}O_6) = \frac{145}{2} \cdot 0.0174 = 1.2615$ მოლი.

ე. ი. ჯამში საჭიროა $n(O_2) = n_1(O_2) + n_2(O_2) = 1.536 + 1.2615 = 2.7975$ მოლი, ხოლო მოცულობა $V(O_2) = 2.7975 \cdot 22.4 = 62.664$ ლ.

რადგან ჰაერის შემადგენლობაში 21% ჟანგბადია, მაშასადამე ჰაერის საჭირო მოცულობაა:

$$V(\text{ჰაერი}) = \frac{62.664}{0.21} = 298.4 \text{ ლ.}$$

ამოცანა 2. უცნობი ნივთიერება (16 ქულა)

დავალება	2.1	2.2	2.3	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	6	18	6	$\frac{16}{30}$	16

უცნობი A ნივთიერება გამოიყენებოდა ხორცის კონსერვანტად დანამატ E251-ის სახით. ეს ნაერთი შეიცავს 56.47% ჟანგბადს, 16.47% აზოტს და ელემენტ X-ს. ცნობილია, რომ ამ ნაერთში იმდენივე ატომი აზოტია, რამდენიც ელემენტი X.

2.1 დაადგინეთ უცნობი ნივთიერების მოლეკულური ფორმულა და დაასახელეთ იგი.

ავუშვათ, უცნობი A ნაერთის ფორმულაა: $X_a N_b O_c$. ამოცანის პირობის თანახმად:

$$a : b : c = \frac{100 - 56.47 - 16.47}{A_r(X)} : \frac{16.47}{14} : \frac{56.47}{16} = \frac{27.06}{A_r(X)} : 1.176 : 3.529 = \frac{23}{A_r(X)} : 1 : 3$$

რადგან ელემენტი X-ისა და აზოტის ატომების რაოდენობა თანაბარია:

$$\frac{23}{A_r(X)} = 1$$

საიდანაც $A_r(X) = 23$, რაც შეესაბამება ნატრიუმს. მაშასადამე, უცნობი ნაერთია ნატრიუმის ნიტრატი, რომლის ფორმულაა:



ამ ნივთიერების მისაღებად ერთმანეთთან შეაერთეს ჰაერში არსებული 2 მარტივი ნივთიერება, რის შედეგადაც მიიღეს ნაერთი, რომელშიც აზოტისა და ჟანგბადის ვალენტობები ტოლია. ეს უკანასკნელი ჰაერის ჟანგბადის საშუალებით გადაიყვანეს ნაერთში, რომელშიც აზოტის ვალენტობა ოთხს უდრის. მიღებული აირი გახსნეს წყალში, რის შედეგადაც მიიღეს აზოტმემცველი ორი მჟავა. მიღებულ ნარევს დაუმატეს ელემენტ X-ის ჰიდროქსიდი და მიმოცვლის რეაქციების შედეგად მიიღეს ორი მარილი, რომელთაგან ერთ-ერთი A ნივთიერებაა. შესაძლებელია მეორე მარილის A ნივთიერებაში გარდაქმნა, თუ ამ მარილს ჰაერის ჟანგბადთან შევაერთებთ.

2.2 შეადგინეთ ტექსტში აღწერილი თითოეული რეაქციის გათანაბრებული ტოლობა და დაასახელეთ ყველა ნაერთი.

- 1) $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$
- 2) $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$
- 3) $2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$
- 4) $HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$
- 5) $HNO_2 + NaOH \rightarrow NaNO_2 + H_2O$
- 6) $2NaNO_2 + O_2 \rightarrow 2NaNO_3$

აზოტ(II)-ის ოქსიდი, აზოტ(IV)-ის ოქსიდი, აზოტმჟავა, აზოტოვანმჟავა, ნატრიუმის ნიტრიტი

2.3 რამდენი ლიტრი ჰაერი იქნება საჭირო 340 გ A ნივთიერების მისაღებად (ჰაერის მოცულობითი შედგენილობა: 21% ჟანგბადი, 78% აზოტი).

340 გ A ნივთიერების რაოდენობა:

$$n(\text{NaNO}_3) = \frac{340}{85} = 4 \text{ მოლი}$$

2.2-დან ჩანს, რომ ჟანგბადი საჭიროა 1-ლ, მე-2 და მე-6 რეაქციებში. მაშასადამე, ჯამური ჟანგბადი რაოდენობა იქნება:

$$n(\text{O}_2) = n_1(\text{O}_2) + n_2(\text{O}_2) + n_6(\text{O}_2) = 3 \cdot \frac{1}{2} n(\text{NaNO}_3) = 3 \cdot 2 = 6 \text{ მოლი}$$

აზოტი კი მხოლოდ 1-ლ რეაქციაშია საჭირო:

$$n(\text{N}_2) = \frac{1}{2} n(\text{NaNO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 4 = 2 \text{ მოლი}$$

ჰაერში აზოტისა ჟანგბადის მოლური თანაფარდობა დაახლოებით არის 1:4, ხოლო A ნივთიერებისთვის საჭირო აზოტისა და ჟანგბადის რაოდენობა კი 2:6 = 1:3. მაშასადამე, გამოთვლები ჟანგბადის მიხედვით უნდა შესრულდეს:

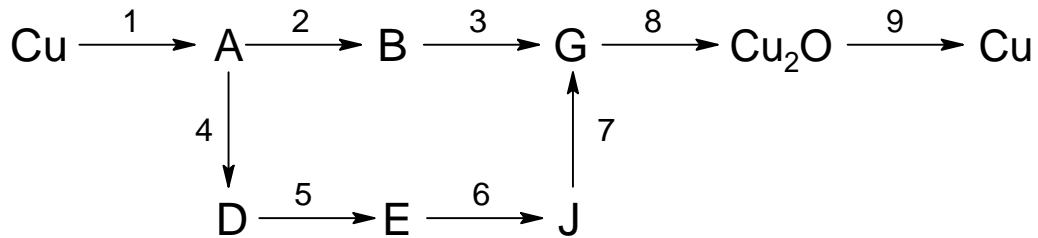
$$V(\text{O}_2) = 6 \cdot 22.4 = 134.4 \text{ ლ}$$

$$V(\text{ჰაერი}) = \frac{134.4}{0.21} = 640 \text{ ლ}$$

ამოცანა 3. სპილენძი (20 ქულა)

დავალება	3.1	3.2	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	12	18	$\frac{20}{30}$	20

მოცემულია ნივთიერებათა გარდაქმნის სქემა:



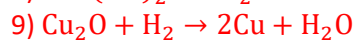
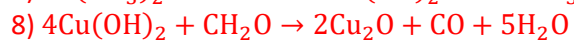
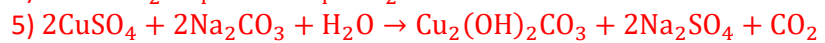
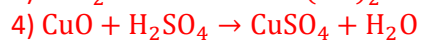
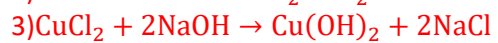
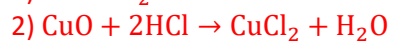
ცნობილია, რომ:

- A ნივთიერება მიიღება სპილენძის ჟანგბადის არეში დაწვით;
- B ნივთიერება მიიღება A ნივთიერებაზე მარილმჟავას დამატებით;
- D ნივთიერება მიიღება A ნივთიერებაზე გოგირდმჟავას დამატებით;
- E ნივთიერება მიიღება D ნივთიერებაზე ნატრიუმის კარბონატის წყალხსნარის დამატებით, რომლის დროსაც, გარდა E ნივთიერებისა, მიიღება ნატრიუმის სულფატი და ნახშირორჟანგი.
- E ნაერთის ელემენტთა მასური თანაფარდობა: $m(\text{Cu}):m(\text{O}):m(\text{H}):m(\text{C})=64:40:1:6$, ხოლო მოლური მასაა 222 გ/მოლი.
- J ნივთიერება მიიღება E-ზე აზოტმჟავას დამატებით. რეაქციის შედეგად ასევე გამოიყოფა ნახშირორჟანგი და წყალი.
- G ნივთიერების მიღება შესაძლებელია B-ზე ან J-ზე რომელიმე ტუტის წყალხსნარის მოქმედებით.
- Cu_2O -ს მიღება შესაძლებელია G-ზე ფორმალდეჰიდის (CH_2O) მოქმედებით. რეაქციის შედეგად ასევე მიიღება წყალი და ნახშირბადის მონოოქსიდი.
- Cu-ის მიღება შესაძლებელია Cu_2O -ზე წყალბადის გატარებით.

3.1 გაშიფრეთ A, B, D, E, J, G ნაერთების ფორმულები და დაწერეთ მათი სავარაუდო სახელწოდებები.

A	B	D	E	J	G
CuO სპილენძ(II)-ის ოქსიდი	CuCl_2 სპილენძ(II)-ის ქლორიდი	CuSO_4 სპილენძ(II)-ის სულფატი	$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ სპილენძ(II)-ის ფუძე კარბონატი	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ სპილენძ(II)-ის ნიტრატი	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი

3.2 შეადგინეთ 1-9 გარდაქმნების შესაბამისი რეაქციის გათანაბრებული ტოლობები.



ამოცანა 4. ხსნარები (22 ქულა)

დავალება	4.1	4.2	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	23	2	$\frac{22}{25}$	22

ბარიუმის ჰიდროქსიდის 513 გ 15%-იან ხსნარს დაამატეს 175 მლ ($\rho = 1.12$ გ/მლ) 2 მოლი/ლ ნატრიუმის სულფატის ხსნარი. მიღებული ნარევი გაფილტრეს.

ფილტრატს ამატებდნენ მარილმჟავას 5 მოლი/ლ კონცენტრაციის ($\rho = 1.08$ გ/მლ) ხსნარს, ვიდრე ხსნარის pH არ განეიტრალდა.

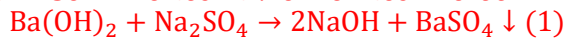
4.1 გამოთვალეთ მიღებულ ხსნარში ნივთიერებათა მასური წილები.

ბარიუმის ჰიდროქსიდის რაოდენობა:

$$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 513 \text{ გ} \cdot \frac{15}{100} = 76.95 \text{ გ}$$

$$n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{76.95 \text{ გ}}{171 \text{ გ/მოლი}} = 0.45 \text{ მოლი}$$

ნატრიუმის სულფატის დამატების შედეგად წავა შემდეგი რეაქცია:



გავიგოთ დამატებული ნატრიუმის სულფატის რაოდენობა და ხსნარის მასა:

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{175}{1000} \text{ ლ} \cdot 2 \frac{\text{მოლი}}{\text{ლ}} = 0.35 \text{ მოლი}$$

$$m_{\text{ხს}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 175 \text{ მლ} \cdot 1.12 \frac{\text{გ}}{\text{მლ}} = 196 \text{ გ}$$

(1) რეაქციის მიხედვით, ჭარბად გვაქვს ბარიუმის ჰიდროქსიდი, შესაბამისად რეაქციის პროდუქტს გამოვითვლით ნატრიუმის სულფატის რაოდენობის მიხედვით:

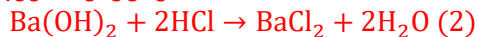
$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0.7 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0.35 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0.7 \text{ მოლი} \cdot 40 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}} = 28 \text{ გ}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 0.35 \text{ მოლი} \cdot 233 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}} = 81.55 \text{ გ}$$

ნეიტრალიზაციის რეაქციაში მარილმჟავასთან რეაქციაში შევა ჭარბად დარჩენილი ბარიუმის ჰიდროქსიდი და (1) რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი ნატრიუმის ტუტე. ანუ მარილმჟავას დამატების შემდეგ წავა შემდეგი რეაქციები:



გავიგოთ ჭარბად დარჩენილი ბარიუმის ჰიდროქსიდის რაოდენობა:

$$n_{\text{ჭარბ}}(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n(\text{Ba}(\text{OH})_2) - n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0.45 - 0.35 = 0.1 \text{ მოლი}$$

ჯამში, (2) და (3) რეაქციებში დახარჯული მარილმჟავას რაოდენობა იქნება:

$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot n_{\text{ჭარბ}}(\text{Ba}(\text{OH})_2) + n(\text{NaOH}) = 0.2 + 0.7 = 0.9 \text{ მოლი}$$

გავიგოთ დამატებული მარილმჟავას ხსნარის მასა:

$m_{\text{ხს}}(\text{HCl}) = 180 \text{ მლ} \cdot 1.08 \frac{\text{გ}}{\text{მლ}} = 194.4 \text{ გ}$

გავიგოთ (2) რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი ბარიუმის ქლორიდის მასა:
 $n(\text{BaCl}_2) = n_{\text{ჰარბ}}(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0.1 \text{ მოლი}$
 $m(\text{BaCl}_2) = 0.1 \text{ მოლი} \cdot 208 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}} = 20.8 \text{ გ}$

გავიგოთ (3) რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი ნატრიუმის ქლორიდის მასა:
 $v(\text{NaCl}) = v(\text{NaOH}) = 0.7 \text{ მოლი}$
 $m(\text{NaCl}) = 0.7 \text{ მოლი} \cdot 58.5 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}} = 40.95 \text{ გ}$

გავიგოთ მიღებული ხსნარის მასა:
 $m_{\text{ხს}} = m_{\text{ხს}}(\text{Ba}(\text{OH})_2) + m_{\text{ხს}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) + m_{\text{ხს}}(\text{HCl}) - m(\text{BaSO}_4)$
 $m_{\text{ხს}} = 513 + 196 + 194.4 - 81.55 = 821.85 \text{ გ}$

გავიგოთ მიღებულ ხსნარში ნივთიერებების მასური წილები:
 $\omega(\text{BaCl}_2) = \frac{20.8 \text{ გ}}{821.85 \text{ გ}} \cdot 100\% = 2.53\%$
 $\omega(\text{NaCl}) = \frac{40.95 \text{ გ}}{821.85 \text{ გ}} \cdot 100\% = 4.98\%$

ფილტრზე დარჩენილი ნივთიერებისგან დამზადებული ფარისებრი სუსპენზია მედიცინაში კუჭ-ნაწლავთა სისტემის რენტგენოგრაფიის პროცესში გამოიყენება. ერთი პროცედურისთვის საჭიროა 85 გ ფაფა, რომელშიც ნივთიერების (მიღებული ნალექის) მასური წილი არის 45%.



4.2 გამოთვალეთ, რამდენი ასეთი პროცედურის ჩატარებაა შესაძლებელი მიღებული ნალექით.

ერთი პროცედურისათვის საჭიროა $85 \cdot 0.45 = 38.25 \text{ გ}$ ნალექი. მაშასადამე,
 $81.55 : 38.25 \approx 2.13$
 მიღებული ნალექი საკმარისი იქნება ორი სრული პროცედურისთვის.

ამოცანა 5. გოგირდწყალბადის გაჟონვა (22 ქულა)

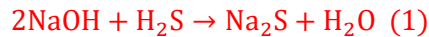
დავალება	5.1	5.2	5.3	5.4	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	6	3	6	5	$\frac{22}{20}$	22

გოგირდმჟავას ქარხანაში ავარიული შემთხვევის შედეგად გარემოში გაჟონა გოგირდწყალბადმა. გაჟონილი გოგირდწყალბადის რაოდენობის დასადგენად, შემთხვევის ადგილზე არსებული ჰაერი ჩატუმბეს (ჩაწნეს) 100 ლ მოცულობის ბალონში 200 ატმ წნევასა და 25°C-ზე და გააგზავნეს ლაბორატორიაში.

ბალონში ჩაწნეხილი ჰაერის ნიმუშში გოგირდწყალბადის რაოდენობის განსაზღვრისთვის სპეციალური ტუმბოს დახმარებით ჰაერის ნიმუში სრულიად გაატარეს NaOH-ის წყალხსნარში. შემდეგ, მიღებულ ხსნარს დაამატეს იოდი, რის შედეგადაც წარმოიქმნა ყვითელი ფერის ნალექი, რომლის მასის საშუალებითაც განსაზღვრეს ჰაერში გოგირდწყალბადის რაოდენობა.

5.1 გამოთვალეთ გოგირდწყალბადის რაოდენობა ბალონით ჩამოტანილ ჰაერის ნიმუშში, თუ მისი განსაზღვრისთვის გამოიყენეს ზემოთ აღწერილი მეთოდი და ყვითელი ნალექის მასამ შეადგინა 12.8 მგ.

გოგირდწყალბადის ნატრიუმის ტუტესთან რეაქცია:



მიღებულ ხსნარში იოდის დამატების შემდეგ:



გამოყოფილი ყვითელი ნალექის, ანუ გოგირდის, რაოდენობა:

$$n(\text{S}) = \frac{0.0128}{32} = 0.0004 \text{ მოლი}$$

(2)-დან $n(\text{Na}_2\text{S}) = n(\text{S}) = 0.0004 \text{ მოლი}$, ხოლო (1)-დან $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{Na}_2\text{S}) = 0.0004 \text{ მოლი}$.

5.2 გამოთვალეთ გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია შემთხვევის ადგილზე არსებულ ჰაერში, თუ გარემოში ტემპერატურაა 25°C, ხოლო წნევა 1 ატმ.

რადგან ტემპერატურა ერთნაირია:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

საიდანაც

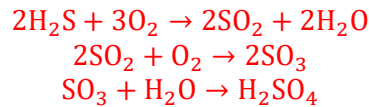
$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{200 \cdot 100}{1} = 20000 \text{ ლ}$$

მაშასადამე, კონცენტრაცია

$$C = \frac{0.0004}{20000} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ მოლი/ლ}$$

გოგირდმჟავა ქიმიურ მრეწველობაში ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ნაერთია, რომლის გამოყენების მასშტაბებიც უსაზღვროა - ავტომობილის აკუმულატორებიდან დაწყებული წამლების სინთეზით დამთავრებული. მისი მიღების ერთ-ერთი მთავარი საფეხურია გოგირდის დიოქსიდიდან გოგირდის ტრიოქსიდის მიღება. თავის მხრივ, გოგირდის დიოქსიდის მიღება შესაძლებელია როგორც მარტივი ნივთიერება გოგირდიდან ან მინერალ პირიტიდან, ასევე გოგირდწყალბადიდან.

5.3 დაწერეთ რეაქციები, რომელთა საშუალებითაც გოგირდწყალბადიდან მიიღება გოგირდმჟავა.



5.4 გამოთვალეთ რა მასის 96%-იანი გოგირდმჟავას მიღება მოხერხდებოდა გაჟონილი გოგირდწყალბადის გამოყენებით, თუ დაბინძურებულია ცილინდრული ფორმის არეალი, რომლის რადიუსია 500 მ, ხოლო სიმაღლე 40 მ (ცილინდრის მოცულობა გამოითვლება ფორმულით: $V = \pi R^2 H$, სადაც $\pi \approx 3.14$, R - რადიუსი, ხოლო H - სიმაღლე). ჩათვალეთ, რომ პროცესის ჯამური გამოსავლიანობაა 50%.

გავიგოთ დაბინძურებული არეალის მოცულობა:

$$V = \pi R^2 H = 3.14 \cdot 500^2 \cdot 40 = 3.14 \cdot 10^7 \text{ მ}^3 = 3.14 \cdot 10^{10} \text{ ლ}$$

5.2-დან ვიცით, რომ ამ არეალში გოგირდწყალბადის კონცენტრაციაა $2 \cdot 10^{-8}$ მოლი/ლ, შესაბამისად, გოგირდწყალბადის რაოდენობა იქნება:

$$n(\text{H}_2\text{S}) = 3.14 \cdot 10^{10} \cdot 2 \cdot 10^{-8} = 628 \text{ მოლი}$$

5.3-დან ჩანს, რომ რამდენი მოლი გოგირდწყალბადიცაა აღებული, იმდენივე მოლი გოგირდმჟავის მიიღება. რადგან გამოსავლიანობა 50%-ია:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 628 \cdot 0.5 = 314 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 314 \cdot 98 = 30772 \text{ გ}$$

ხოლო 96%-იანი ხსნარის მასა:

$$m_{\text{ხს}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{30772}{0.96} \approx 32054.17 \text{ გ} \approx 32 \text{ კგ}$$