



საქართველოს პროფესიონალ ქიმიკოსთა ასოციაცია

მოსწავლეთა 1-ლი რესპუბლიკური ქიმიის
ოლიმპიადის „გურბრანთა“

III ტური, მე-10 კლასი
ამოცანები



ამოცანების ავტორები:
გია ხატისაშვილი
ლამა ხუციშვილი
რომეო კარაპუტაძე
ვანო კავეთლაშვილი
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 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 გოგირდი 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 კალა 118.71	51 Sb სტანიუმი 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 209.99	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 სიოგორგიუმი 269.13	107 Bh ბორიუმი 270.13	108 Hs ჰასიუმი 277.13	109 Mt მითენიუმი 278.16	110 Ds დავზატიუმი 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 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 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 მენდელეევიუმი 258.10	102 No ნოვაკოვიუმი 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 დაბვის ელექტროქიმიური მწკრივი

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

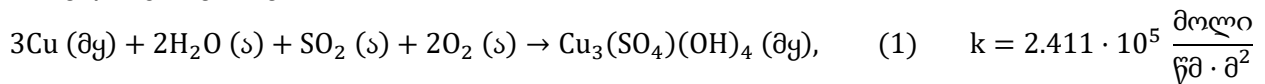
ამოცანა 1. თავისუფლების ქანდაკება (18 ქულა)

დავალეზა	1.1	1.2	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	12	6	1	18

მერიკული რევოლუციის პერიოდში ფრანგებმა ამერიკელებს საჩუქრად გადასცეს „თავისუფლების ქანდაკება“ იმის აღსანიშნავად, რომ ამერიკა თავისუფლების ჩემპიონია. ამით საფრანგეთის ხელმძღვანელობამ ფრანგ ხალხს მსგავსი იდეოლოგიის მხარდაჭერისკენ მოუწოდა.

ქანდაკება შედგება შიდა ფოლადის კორპუსისგან და გარეთა 2.4 მმ სისქის სპილენძისაგან. ქანდაკება იწონის 204.1 ტ-ს, რომლის 13.34% სპილენძია.

თავისუფლების ქანდაკებამ, მიუხედავად იმისა, რომ სპილენძისგანაა დამზადებული, დროთა განმავლობაში გარემოს ზემოქმედების შედეგად ნელ-ნელა მოწითალო, სპილენძისფერი დაკარგა და დღეს იგი მომწვანო-მოლურჯო ფერისაა. ეს გამოწვეულია ქიმიური პროცესებით, რომელთაგან ერთ-ერთია:



სადაც k რეაქციის სიჩქარის მუდმივაა.

ჩათვალეთ, ქანდაკებამ მხოლოდ ნიუ-იორკში დადგმის დღიდან დაიწყო კოროზია; ჰაერის შემადგენლობა ნიუ-იორკში ბოლო 200 წლის განმავლობაში მუდმივაა:

აირი	O ₂ (ა)	SO ₂ (ა)	H ₂ O (ა)
კონცენტრაცია ჰაერში, მოლი/ლ	9.375 · 10 ⁻³	4.090 · 10 ⁻⁴	1.116 · 10 ⁻⁴



1.1 გამოთვალეთ, რომელ წელს გადასცეს ფრანგებმა ამერიკელებს თავისუფლების ქანდაკება. ჩათვალეთ, რომ ქანდაკების მომწვანო-მოლურჯო ფერი მხოლოდ (1) რეაქციითაა გამოწვეული; 2022 წლისათვის რეაქციაში შევიდა ქანდაკების სპილენძის საფარის $d=0.01$ მმ სისქის მონაკვეთი. თავისუფლების ქანდაკების ზედაპირის ფართობია 2537 მ^2 , ხოლო სპილენძის სიმკვრივეა 8960 კგ/მ^3 .

ამოცანის ამოსახსნელად საჭიროა გამოითვალოს რა რაოდენობის პროდუქტი წარმოიქმნა რეაქციაში და ქიმიური კინეტიკის კანონების გამოყენებით, კერძოდ, ჰეტეროგენული ქიმიური რეაქციის სიჩქარის განსაზღვრებისა და მოქმედ მასათა კანონით გამოითვალოს ის დრო, რა დროც დასჭირდა პროდუქტის წარმოსაქმნელად.

$$\frac{\Delta n(\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4)}{\Delta t} = k \cdot S \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2 [\text{SO}_2] [\text{O}_2]^2$$

სანამ რეაქცია დაიწყებოდა, პროდუქტის რაოდენობა 0 იყო.

$$\Delta n(\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4) = n(\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4)$$

გამოთვალეთ რა რაოდენობის პროდუქტი წარმოიქმნა რეაქციაში:

$$m_{\text{Cu}}(\text{რეაქციაში შესული}) = \rho V = \rho S d = 8960 \cdot 2537 \cdot 0.01 \cdot 10^{-3} = 227.315 \text{ კგ} = 227315 \text{ გ}$$

$$n_{\text{Cu}}(\text{რეაქციაში შესული}) = \frac{227315}{64} = 3551.798 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4) = \frac{1}{3} n_{\text{Cu}}(\text{რეაქციაში შესული}) = \frac{3551.798}{3} = 1183.933 \text{ მოლი}$$

საბოლოოდ,

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{n(\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4)}{k \cdot S \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2 [\text{SO}_2] [\text{O}_2]^2} \\ &= \frac{1183.933}{2.411 \cdot 10^5 \cdot 2537 \cdot (1.116 \cdot 10^{-4})^2 \cdot (4.090 \cdot 10^{-4}) \cdot (9.375 \cdot 10^{-3})^2} \\ &= 4.323 \cdot 10^9 \text{ წმ} \\ 1 \text{ წელი} &= 365.25 \text{ დღე} = 8766 \text{ სთ} = 31\,557\,600 \text{ წმ} \\ \frac{4.323 \cdot 10^9}{31\,557\,600} &= 137 \text{ წელი} \end{aligned}$$

მამასადამე, ამერიკელებმა ფრანგებისგან საჩუქარი მიიღეს 2022 – 137 = 1885 წელს. გამოთვლებისას თითოეული ათწილადი დამრგვალებულია მეათასებამდე

1.2 გამოთვალეთ, როგორ შეიცვალა ქანდაკების მასა მოცემული პირობების მიხედვით.

(1) რეაქციიდან ჩანს, რომ ქანდაკების მასა გაიზრდება წყლის, გოგირდის დიოქსიდისა და ქანგბადის ხარჯზე.

მიღებული პროდუქტის მასაა:

$$m(\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4) = 1183.933 \cdot 356 = 421\,480.148 \text{ გ}$$

ე. ი. ქანდაკების მასის ცვლილება:

$$\begin{aligned} \Delta m &= m(\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4) - m_{\text{Cu}}(\text{რეაქციაში შესული}) = 421\,480.148 - 227315 = 194\,165.148 \text{ გ} \\ &\approx 194 \text{ კგ} \end{aligned}$$

ამოცანა 2. რატომაა აუცილებელი ფანჯრის გაღება? (18 ქულა)

დავალება	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	4	5	4	4	5	$\frac{18}{22}$	18

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.

2.1 გამოთვალეთ:

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

ა) 1 სთ-ში ერთი ადამიანი ჩაისუნთქავს $V_1(O_2) = 0.5 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 0.21 = 94.5$ 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.

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

ოთახის მოცულობა $V_{\text{ო}} = 10 \times 6 \times 3 = 180 \text{ მ}^3 = 180000 \text{ ლ}$. მაშასადამე, ოთახში ნახშირორჟანგის კრიტიკული მოცულობა $V_{\text{კ}}(\text{CO}_2) = 180000 \cdot 0.005 = 900 \text{ ლ}$. 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.

2.3 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.

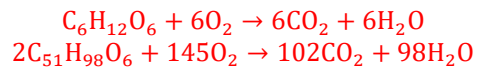
ნახშირორჟანგის კირიანი წყლით შევბოჭვის რეაქცია:

$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 72.32$ 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.

2.4 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.



2.5 გამოთვალეთ, რამდენი ლიტრი ჰაერი (ნ. პ.) დასჭირდება 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 იქნება 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 3. სუფრის მარილი და კალიუმის პერმანგანატი (22 ქულა)

დავალეზა	3.1	3.2	3.3	3.4	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	2	5	5	6	$\frac{22}{18}$	22

კალიუმის პერმანგანატი ($KMnO_4$) მიიღეს სამ-საფეხურიანი პროცესის საშუალებით:

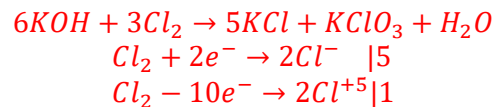
1-ლ სტადიაზე სუფრის მარილის წყალხსნარის ელექტროლიზით მიიღეს ქლორი.

3.1 შეადგინეთ ქიმიური ტოლობა, რომელიც ასახავს ამ პროცესს.



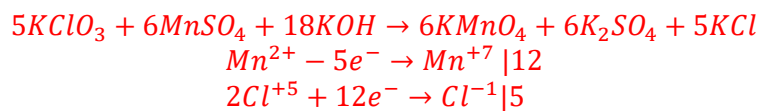
მეორე ეტაპზე კალიუმის ჰიდროქსიდის ცხელ ხსნარში გაატარეს ქლორი, რის შედეგადაც წარმოიქმნა ქლორის შემცველი **A** და **B** მარილები. **A** უქანგბადო მჟავას მარილია, **B** კი ჟანგბადიანი მჟავას მარილი და მასში ქლორის ჟანგვის რიცხვია +5.

3.2 შეადგინეთ ქიმიური ტოლობა, რომელიც ასახავს ამ პროცესს, წარმოადგინეთ ელექტრონული ბალანსი.



ბოლო სტადიაზე **B** მარილი ჭარბ კალიუმის ტუტესთან ერთად დაამატეს მანგანუმ(II)-ის სულფატის ხსნარს, რის შედეგადაც წარმოიქმნა **A** მარილი, კალიუმის პერმანგანატი და კალიუმის სულფატი.

3.3 შეადგინეთ ქიმიური ტოლობა, რომელიც ასახავს ამ პროცესს, წარმოადგინეთ ელექტრონული ბალანსი.



3.4 გამოთვალეთ, რა მასის 97%-იანი სისუფთავის სუფრის მარილი დაიხარჯება 1 კგ კალიუმის პერმანგანატის მისაღებად, თუ ელექტროლიზის გამოსავალია 50%, ხოლო მე-2 და მე-3 საფეხურები 80%-იანი გამოსავლით წარიმართება.

1 კგ კალიუმის პერმანგანატის რაოდენობა:

$$n(KMnO_4) = \frac{1000}{158} \approx 6.33 \text{ მოლი}$$

3.3-დან $n(KClO_3) = \frac{5}{6}n(KMnO_4) = 5.275$ მოლი.

3.2-დან $n(Cl_2) = 3n(KClO_3) = 3 \cdot 5.275 = 15.825$ მოლი.

3.1-დან $n(NaCl) = 2n(Cl_2) = 2 \cdot 15.825 = 31.65$ მოლი

$$m_1(NaCl) = 31.65 \cdot 58.5 = 1851.525 \text{ გ}$$

97%-იანი სისუფთავის მარილის მასა კი იქნება

$$m_2(NaCl) = \frac{1851.525}{0.97} \approx 1,909 \text{ გ}$$

გამოსავლის გათვალისწინებით:

$$m_3(NaCl) = \frac{1909}{0.5 \cdot 0.8 \cdot 0.8} = 5965.625 \text{ გ}$$

ამოცანა 4. ბარიუმის ფაფა (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.

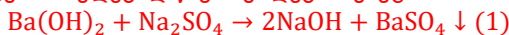
4.1 გამოთვალეთ მიღებულ ხსნარში ნივთიერებათა მასური წილები.

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:

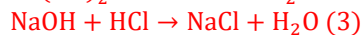
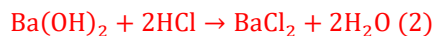
$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0.7 \text{ მოლი}$$

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

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

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

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:

$$V(\text{HCl}) = \frac{0.9 \text{ მოლი}}{5 \text{ მოლი/ლ}} = 0.18 \text{ ლ}$$

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

გავიგოთ (2) რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი ბარიუმის ქლორიდის მასა:

$$m(\text{BaCl}_2) = 0.1 \text{ მოლი} \cdot 208 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}} = 20.8 \text{ გ}$$

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 (20 ქულა)

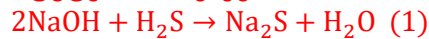
დავალება	5.1	5.2	5.3	5.4	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	6	3	6	5	$\frac{22}{20}$	22

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 ნიმუში 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 ნიმუში, 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

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

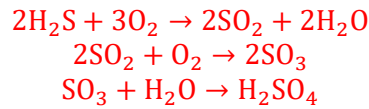
მაშასადამე, კონცენტრაცია

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

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 ჰირიტიდან, 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:

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