



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

21 მაისი, 2023

ფინალური ტური

მე-9 კლასი

ავტორები:

გია ხატისაშვილი  
ლაშა ხუციშვილი  
ზაკო სანიკიძე  
რომეო კარაპეტაძე  
ლიზა შახ-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 <b>H</b> წყალბადი 1.008																	2 <b>He</b> ჰელიუმი 4.003
2	3 <b>Li</b> ლითიუმი 6.94	4 <b>Be</b> ბერილიუმი 9.01											5 <b>B</b> ბორი 10.81	6 <b>C</b> ნახშირბადი 12.01	7 <b>N</b> აზოტი 14.00	8 <b>O</b> ჟანგბადი 15.99	9 <b>F</b> ფთორი 19.00	10 <b>Ne</b> ნეონი 20.18
3	11 <b>Na</b> ნატრიუმი 22.99	12 <b>Mg</b> მაგნიუმი 24.30											13 <b>Al</b> ალუმინი 26.98	14 <b>Si</b> სილიციუმი 28.08	15 <b>P</b> ფოსფორი 30.97	16 <b>S</b> აზოტბინი 32.06	17 <b>Cl</b> ქლორი 35.45	18 <b>Ar</b> არგონი 39.95
4	19 <b>K</b> კალიუმი 39.10	20 <b>Ca</b> კალციუმი 40.08	21 <b>Sc</b> სკანდიუმი 44.96	22 <b>Ti</b> ტიტანი 47.87	23 <b>V</b> ვანადიუმი 50.94	24 <b>Cr</b> კრომი 52.00	25 <b>Mn</b> მანგანუმი 54.94	26 <b>Fe</b> რკინა 55.85	27 <b>Co</b> კობალტი 58.93	28 <b>Ni</b> ნიკელი 58.69	29 <b>Cu</b> საილენდი 63.55	30 <b>Zn</b> ცინკი 65.38	31 <b>Ga</b> გალიუმი 69.72	32 <b>Ge</b> გერმანიუმი 72.63	33 <b>As</b> არსენი 74.92	34 <b>Se</b> სელენი 78.97	35 <b>Br</b> ბრომი 79.90	36 <b>Kr</b> კრიპტონი 83.80
5	37 <b>Rb</b> რუბიდიუმი 85.48	38 <b>Sr</b> სტრონციუმი 87.62	39 <b>Y</b> იტრიუმი 88.91	40 <b>Zr</b> ცირონიუმი 91.22	41 <b>Nb</b> ნიობიუმი 92.91	42 <b>Mo</b> მოლიბდენი 95.95	43 <b>Tc</b> ტექნიციუმი 97.91	44 <b>Ru</b> რუთენიუმი 101.07	45 <b>Rh</b> როდიუმი 102.91	46 <b>Pd</b> პალადიუმი 106.42	47 <b>Ag</b> ვერცხვი 107.87	48 <b>Cd</b> კადმიუმი 112.41	49 <b>In</b> ინდიუმი 114.82	50 <b>Sn</b> კალა 118.71	51 <b>Sb</b> ანტიმონი 121.76	52 <b>Te</b> ტელური 127.60	53 <b>I</b> იოდი 126.90	54 <b>Xe</b> ქსენონი 131.29
6	55 <b>Cs</b> ცეზიუმი 132.91	56 <b>Ba</b> ბარიუმი 137.33	57-71 <b>La-Lu</b> ლანთანოიდები	72 <b>Hf</b> ჰაფნიუმი 178.49	73 <b>Ta</b> ტანტალი 180.95	74 <b>W</b> ვოლფრამი 183.84	75 <b>Re</b> რენიუმი 186.21	76 <b>Os</b> ოსმიუმი 190.23	77 <b>Ir</b> ირიდიუმი 192.22	78 <b>Pt</b> პლატინა 195.08	79 <b>Au</b> ოქრო 196.97	80 <b>Hg</b> ვერცხლისწყალი 200.59	81 <b>Tl</b> თალიუმი 204.38	82 <b>Pb</b> ბიზმუტი 207.2	83 <b>Bi</b> ბისმუტი 208.98	84 <b>Po</b> პოლონიუმი 209	85 <b>At</b> ასტატი 209	86 <b>Rn</b> რადონი 222.02
7	87 <b>Fr</b> ფრანსიუმი 223.02	88 <b>Ra</b> რადიუმი 226.03	89-103 <b>Ac-Lr</b> აქტინოიდები	104 <b>Rf</b> რუფოფორენი 261.12	105 <b>Db</b> დუბნიუმი 270.13	106 <b>Sg</b> სიოგორენი 269.13	107 <b>Bh</b> ბორიუმი 270.13	108 <b>Hs</b> ჰასიუმი 269.13	109 <b>Mt</b> მითენიუმი 278.16	110 <b>Ds</b> დავზბათენი 281.17	111 <b>Rg</b> რენგენი 281.17	112 <b>Cn</b> კოპერნიციუმი 285.18	113 <b>Nh</b> ნიჰონიუმი 286.18	114 <b>Fl</b> ფლოროვიუმი 289.19	115 <b>Mc</b> მოსკოვიუმი 289.20	116 <b>Lv</b> ლივერმოური 293.20	117 <b>Ts</b> ტენესი 293.21	118 <b>Og</b> ოგანესონი 294.21
ლანთანოიდები			57 <b>La</b> ლანთანი 138.91	58 <b>Ce</b> ცერიუმი 140.12	59 <b>Pr</b> პრომიტიუმი 140.91	60 <b>Nd</b> ნეოდიმუმი 144.24	61 <b>Pm</b> პრომიტიუმი 144.91	62 <b>Sm</b> სამარიუმი 150.36	63 <b>Eu</b> ევროპიუმი 151.96	64 <b>Gd</b> გადოლინიუმი 157.25	65 <b>Tb</b> თერბიუმი 158.93	66 <b>Dy</b> დისპროსიუმი 162.50	67 <b>Ho</b> ჰოლიმიუმი 164.93	68 <b>Er</b> ერიუმი 167.26	69 <b>Tm</b> თულიუმი 168.93	70 <b>Yb</b> იტაბიუმი 173.05	71 <b>Lu</b> ლუთეციუმი 175.0	
აქტინოიდები			89 <b>Ac</b> აქტინიუმი 227.03	90 <b>Th</b> თორიუმი 232.04	91 <b>Pa</b> პროაქტინიუმი 231.04	92 <b>U</b> ურანი 238.03	93 <b>Np</b> ნეპტუნიუმი 237.05	94 <b>Pu</b> პლუტონიუმი 244.06	95 <b>Am</b> ამერიციუმი 243.06	96 <b>Cm</b> კიურიუმი 247.07	97 <b>Bk</b> ბერკლიუმი 247.07	98 <b>Cf</b> კალეფორნიუმი 251.08	99 <b>Es</b> აინსტაინი 252.08	100 <b>Fm</b> ფერმიუმი 257.10	101 <b>Md</b> მენდელევიუმი 258.10	102 <b>No</b> ნობელიუმი 259.10	103 <b>Lr</b> ლორენსიუმი 262	



საქართველოს პროფესიონალ ქიმიკოსთა ასოციაცია



[WWW.CHEMISTRY.GE](http://WWW.CHEMISTRY.GE)  
[WWW.CHEMCLUB.EDU.GE](http://WWW.CHEMCLUB.EDU.GE)

მარილების, მჟავების და ფუძეების წყალში ხსნადობა															
იონები	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>		ხს	ხს	ხს	–	ხს	მხ	უ	უ	უ	–	უ	უ	უ	უ
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს
Cl <sup>-</sup>	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	ხს	ხს	ხს
S <sup>2-</sup>	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	–	–	–	უ	უ	უ	უ	უ	უ	–
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	მხ	მხ	მხ	მხ	–	–	უ	მხ	–	–
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	უ	მხ	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	უ	უ	უ	უ	–	–	უ	უ	–	–
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	უ	–	ხს	ხს	უ	უ	უ	უ	უ	–	–	უ	უ	–	–
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	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 (H<sub>2</sub>) Cu Ag Hg Pt Au**

## ამოცანა 1. ხსნარების შედგენილობის გამოსახვის სხვადასხვა მეთოდი (22 ქულა)

დავალება	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	2	2	2	2	5	5	3	3	3	9	$\frac{22}{36}$	22

ხსნარების დახასიათებისას უმნიშვნელოვანესია, ვიცოდეთ მისი თვისებრივი და რაოდენობრივი შედგენილობა. ამისათვის მიმართავენ კონცენტრაციის გამოსახვის რამდენიმე ხერხს. მაგალითად, ყველაზე ხშირად გამოიყენება მასური წილი, რომელიც გვიჩვენებს ხსნარში გახსნილი ნივთიერების მასის შეფარდებას ხსნარის მთელ მასასთან (უპირატესად %-ის სახით გამოსახავენ):

$$\omega(\text{ნ})\% = \frac{m_{\text{ნ}}}{m_{\text{ხს}}} \cdot 100\%$$

ასევე ხშირად იყენებენ ნივთიერების მოლურ კონცენტრაციასაც (ერთეული – მოლი/ლ):

$$C(\text{ნ}) = \frac{n_{\text{ნ}}}{V_{\text{ხს}}}$$

გარდა ამისა, არსებობს ხსნარების შედგენილობის გამოსახვის სხვა მეთოდებიც. განვიხილოთ რამდენიმე მათგანი.

### A) მოცულობითი წილი

**მოცულობითი წილი** – გახსნილი ნივთიერების მოცულობითი წილი, გამოსახული პროცენტებში, გვიჩვენებს, თუ რა მოცულობის გახსნილ ნივთიერებას შეიცავს ხსნარის 100 მლ. იგი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\varphi(\text{ნ})\% = \frac{V_{\text{ნ}}}{V_{\text{ხს}}} \cdot 100\%$$

ხშირად მასური წილისგან გასარჩევად %-ის ნაცვლად წერენ ხოლმე სიმბოლოებს: vol%, v%, %(v/v) და ა. შ. ამ პარამეტრის გამოყენება, გარდა აირების ნარევისა, ასევე მოსახერხებელია ალკოჰოლური სასმელების სპირტიანობის დასახასიათებლადაც. სპირტიანობას ყოფაცხოვრებაში და ინდუსტრიაში გრადუსიანობასაც უწოდებენ. შესაბამისად, 4-გრადუსიანი (ანუ 4°-იანი) ლუდის 100 მლ შეიცავს 4 მლ სპირტს (ეთანოლს).

1.1. წვენი გამოწურვის შემდეგ დარჩენილი ყურძნის მარცვლებიდან (ჭაჭა) გამოხადეს 5 ლ 70°-იანი სპირტი. რა მოცულობის წყალი უნდა დავამატოთ ამ ხსნარს იმისათვის, რომ მივიღოთ 40°-იანი არაყი? (ჩათვალეთ, რომ ხსნარების შერევისას მოცულობები იკრიბება)

$$\frac{5 \cdot 0.7}{5 + V(\text{H}_2\text{O})} = 0.4 \Rightarrow V(\text{H}_2\text{O}) = 3.75 \text{ ლ}$$

2 ქულა

ქვემოთ მოცემულია ერთ-ერთი არყის ბოთლის ეტიკეტი:



1.2. რამდენი ასეთი ბოთლის დამზადება შესაძლებელია 30 ლ 65°-იანი საწყისი ხსნარიდან?

რადგან საჭიროა 40°-იანი არაყი დამზადდეს, საჭიროა ხსნარი განზავდეს. გამოთვალეთ საბოლოო ხსნარის მოცულობა:

$$\frac{30 \cdot 0.65}{V_{\text{სხ}}} = 0.4 \Rightarrow V_{\text{სხ}} = 48.75 \text{ ლ}$$

გამოთვალეთ ბოთლების რაოდენობა:

$$N = \frac{48.75}{0.2} = 243.75$$

მაშასადამე შესაძლებელია 243 ცალი 0.2-ლიტრიანი ბოთლის დამზადება

2 ქულა

### B) მასური კონცენტრაცია

ხსნარების შედგენილობის გამოსახვის კიდევ ერთი მეთოდია **მასური კონცენტრაცია**. იგი გვიჩვენებს, რამდენ გრამ გახსნილ ნივთიერებას შეიცავს ხსნარის 1 ლიტრი და გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\gamma(\text{ნ}) = \frac{m_{\text{ნ}}}{V_{\text{სხ}}}$$

ცხადია, ამ პარამეტრის ერთეულია გ/ლ, თუმცა ხშირად პრაქტიკაში პროცენტის სახითაც წერენ: %(m/v) ან %(w/v). ზოგჯერ შესაძლოა უბრალოდ „%-ის სახითაც იყოს ჩაწერილი. ასეთ შემთხვევაში, როგორც წესი, ეტიკეტზე მითითებულია ხსნარის შემადგენლობა. უფრო ხშირად, ამ გამოსახვას ბიოლოგიასა და მედიცინაში იყენებენ.

მოცემულია ფიზიოლოგიური ხსნარის ეტიკეტი:



ეტიკეტიდან ვიგებთ, რომ ჭურჭელში მოთავსებულია ხსნარი, რომლის 1000 მლ-ში 9.0 გ ნატრიუმის ქლორიდია

1.3. მოსწავლემ აწონა 9 გ ნატრიუმის ქლორიდი და გახსნა 991 გ დისტილირებულ წყალში. მოამზადა თუ არა მან ფიზიოლოგიური ხსნარი? პასუხი დაასაბუთეთ.

მოსწავლის მიერ მომზადებული ხსნარის მასური წილია (და არა მასური კონცენტრაცია):

$$\omega(\text{NaCl})\% = \frac{9}{9 + 991} \cdot 100\% = 0.9\%$$

რადგანაც ეტიკეტზე 0.9% მასურ კონცენტრაციას აღნიშნავს, მოსწავლეს არ მოუმზადებია ფიზიოლოგიური ხსნარი.

2 ქულა

1.4. ბიოლოგიურ კვლევებში სხვადასხვა დანიშნულებით გამოიყენება ხოლმე ნივთიერება სახელად ნატრიუმის დოდეცილსულფატი (აბრევიატურა: SDS). მოცემული გაქვით 10%(m/v)-იანი SDS-ის ხსნარი და გამოხდილი წყალი. როგორ მოამზადებთ 100 მლ 0.5%(m/v)-იან ხსნარს?

100 მლ 0.5%(m/v)-იან ხსნარში SDS-ის მასა უნდა იყოს:

$$m(\text{SDS}) = 0.1 \cdot \frac{0.5}{100} = 0.0005 \text{ გ}$$

გამოვთვალოთ რა მოცულობის 10%-იანი ხსნარი უნდა ავიღოთ, რომ ამ მოცულობაში SDS-ის მოცემული მასა იყოს:

$$V_1 = \frac{0.0005}{\frac{10}{100}} = 0.005 \text{ ლ} = 5 \text{ მლ}$$

2 ქულა

### C) პროცენტის ალტერნატივები - ppm და ‰

#### I. ppm

ნივთიერების ძალიან მცირე შედგენილობის გამოსახვისთვის %-ის ნაცვლად იყენებენ ppm-ს. ppm (parts per million) ქართულად „მემილიონედ ნაწილს“ ნიშნავს და აღინიშნება „მნ“-თი. შესაბამისად, 1% = 10 000 ppm (მნ).

ცხელ ზაფხულში კოკისპირული წვიმის შემდეგ დამდგარი არომატი ყველასათვისაა ცნობილი. ამ სუნის წარმოქმნაზე პასუხისმგებელი ერთ-ერთი ნივთიერება სახელად

„გეოსმინია“. ნიადაგში მცხოვრები ბაქტერიების ერთ-ერთი კლასი – აქტინომიცეტები – წარმოქმნიან ნაერთს სახელად გეოსმინი. ზედაპირზე დაცემულ და გაფანტულ წვიმის წვეთებში იხსნება გარკვეული რაოდენობის გეოსმინი, რაც აეროზოლის სახით იფანტება ატმოსფეროს ქვედა ფენაში.

აღსანიშნავია, რომ ადამიანის ყნოსვის რეცეპტორები გეოსმინის მიმართ საკმაოდ მგრძობიარეა, კერძოდ, ჰაერში ამ ნაერთის ძალზე დაბალი კონცენტრაცია – 0.01 ppm-იც კი საკმარისია, რომ ადამიანმა შეიგრძნოს წვიმის სუნი. ეს დაახლოებით ეკვივალენტურია X ცალ სავსე ოლიმპიურ საცურაო აუზში 1 ჩაის კოვზი გეოსმინი (სიმკვრივე 1 გ/სმ<sup>3</sup>) რომ დავამატოთ (ან – 1 აუზში Y წვეთი რომ ჩავაწვეთოთ).

1.5. ოლიმპიური აუზის ზომებია 50×25×2 მ; 1 ჩ/კ = 5 მლ; ხოლო 1 წვეთი = 0.05 მლ. გამოთვალეთ X და Y ზემოთ მოცემულ ტექსტში.

გამოვთვალოთ ოლიმპიური აუზის მოცულობა:

$$V_{\text{აუზი}} = 50 \cdot 25 \cdot 2 = 2500 \text{ მ}^3 = 2.5 \cdot 10^6 \text{ ლ}$$

ადამიანის რეცეპტორი 0.01 ppm კონცენტრაციის გეოსმინს გრძნობს. ეს იგივეა, რაც  $1 \cdot 10^{-8}$  გ/ლ კონცენტრაცია.

1 ჩაის კოვზი გეოსმინი იწონის 5 გრამს. გამოვთვალოთ რა მოცულობა წყალია საჭირო, იმისათვის, რომ 0.01 ppm კონცენტრაციის გეოსმინის ხსნარი მივიღოთ:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{5}{1 \cdot 10^{-8}} = 5 \cdot 10^8 \text{ ლ}$$

შესაბამისად გამოვითვლით აუზების რაოდენობას:

$$X = \frac{5 \cdot 10^8}{2.5 \cdot 10^6} = 200$$

გამოვთვალოთ რა მასის გეოსმინი უნდა დავამატოთ ერთ აუზში, რომ 0.01 ppm კონცენტრაციის ხსნარი მივიღოთ:

$$m = 1 \cdot 10^{-8} \cdot 2.5 \cdot 10^6 = 2.5 \cdot 10^{-2} = 0.025 \text{ გ}$$

რადგან სიმკვრივე 1 გ/სმ<sup>3</sup>-ია, მოცულობა გეოსმინის მოცულობაც 0.025 მლ იქნება.

შესაბამისად, წვეთების რაოდენობა:

$$Y = \frac{0.025}{0.05} = 0.5$$

მამასადამე:

„ეს დაახლოებით ეკვივალენტურია 200 ცალ სავსე ოლიმპიურ საცურაო აუზში 1 ჩაის კოვზი გეოსმინი (სიმკვრივე 1 გ/სმ<sup>3</sup>) რომ დავამატოთ (ან – 1 აუზში ნახევარი წვეთი რომ ჩავაწვეთოთ)“.

5 ქულა

ლიოქსინების, როგორც ტოქსიკური ნაერთების ისტორია 1971 წლიდან იწყება, როდესაც აშშ-ის მისურის შტატის ერთ-ერთ პატარა ქალაქში, თაიმზ ბიჩში დოდის წინ იპოდრომის გრუნტზე, ამტვერების თავიდან ასაცილებლად, 10 მ<sup>3</sup> ტექნიკური ზეთი მოასხურეს. დოდიდან ერთი კვირაც არ იყო გასული, რომ იპოდრომის ტერიტორია დახოცილი ფრინველებით დაიფარა. ერთი თვის განმავლობაში დაიდუბა იპოდრომზე მოასპარეზე ცხენების დიდი ნაწილი, იქ მობინადრე შინაური ცხოველები, მძიმედ დაავადდნენ ჟოკეი და რამდენიმე მცირეწლოვანი მათურებელი. ამის შემდეგ ხელისუფლებამ მომხდარის მიზეზის დასადგენად სპეციალური გამოკვლევა ჩაატარა. აღმოჩნდა, რომ ყველაფერი სწორედ იმ ზეთმა გამოიწვია, რომელიც დოდის წინ გამოიყენეს. ეს ზეთი წარმოადგენდა 2,4,5-ტრიქლოროფენოლის



წარმოების ნარჩენს და დიდი რაოდენობით შეიცავდა დიოქსინებს. ამ ნაერთების კონცენტრაციამ იპოდრომის ნიადაგში 30-50 ppm-ს მიაღწია.

1.6. იპოდრომის ფართობია 8 კმ<sup>2</sup>, სადაც შეიტანეს 10 მ<sup>3</sup> მოცულობის ზეთი (სიმკვრივე 0.8 გ/სმ<sup>3</sup>). ზეთმა 2 მმ სიღრმეს მიაღწია. ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ ნიადაგში დიოქსინის კონცენტრაცია 40 ppm გახდა. გამოთვალეთ ზეთში დიოქსინის მასური წილი და მასური კონცენტრაცია. ჩათვალეთ, რომ ნიადაგის სიმკვრივეა 1600 კგ/მ<sup>3</sup>.

გამოვთვალოთ, რა მოცულობის დიოქსინიან ნიადაგს მოიცავს იპოდრომი:

$$V(\text{ნიადაგი}) = 8 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 16 \cdot 10^3 \text{ მ}^3$$

ამ მოცულობის ნიადაგის მასა:

$$m(\text{ნიადაგი}) = 16 \cdot 10^3 \cdot 1600 = 2.56 \cdot 10^7 \text{ კგ}$$

რადგან ნიადაგში დიოქსინის კონცენტრაცია 40 ppm-ია, ეს ნიშნავს, რომ 1 კგ ნიადაგში არის 0.04 გ, შესაბამისად ზემოთ მოცემული მასის ნიადაგში კი:

$$m(\text{დიოქსინი}) = 2.56 \cdot 10^7 \cdot 0.04 = 1.024 \cdot 10^6 \text{ გ}$$

შესაბამისად:

$$\omega(\text{დიოქსინი})\% = \frac{1.024 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^6 \cdot 0.8} \cdot 100\% = 12.8\%$$

$$\gamma(\text{დიოქსინი}) = \frac{1.024 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^3} = 102.4 \text{ გ/ლ}$$

5 ქულა

**ნახევრად დაშლის პერიოდი** დროის ის პერიოდია, რომლის განმავლობაშიც ნივთიერების რაოდენობა ორჯერ მცირდება. მაგალითად, თუ ნივთიერების ნახევრად დაშლის პერიოდი 15 წთ-ია, მაშინ 10 გრამი ამ ნივთიერებიდან 15 წთ-ის შემდეგ დარჩება 5 გ, შემდეგი 15 წთ-ის შემდეგ კი 2.5 გ და ა. შ.

ნახევრად დაშლის პერიოდი მნიშვნელოვანი პარამეტრია განსაკუთრებით ბირთვულ ქიმიასში. ეს ინფორმაცია გადამწყვეტია არა მხოლოდ არქეოლოგიური ნიმუშების ასაკის დადგენისთვის, არამედ მნიშვნელოვანი პრაქტიკული გამოყენება აქვს მედიცინაში, გეოლოგიაში, გარემოს მეცნიერებებში... ამის კარგი მაგალითი ზემოთ მოცემული ისტორიაა.

**1.7. ტექნიკური შეცდომის გამო ეს პუნქტი გაუქმდა.**

წინა კითხვაში მოცემულ იმავე ნიადაგს 18 წლის შემდეგ ჩაუტარეს ანალიზი. შედეგად აღმოჩნდა, რომ ნიადაგში დიოქსინების კონცენტრაცია 10000 მკგ/კგ-მდე (1 მკგ = 10<sup>-6</sup> გ) შემცირდა. გამოთვალეთ დიოქსინების ნახევრად დაშლის პერიოდი გარემოში ზემოთ მოცემული განსაზღვრების გათვალისწინებით. უგულებელყავით წვიმის ან სხვა სტიქიების მიერ გამოწვეული ცდომილება.

10000 მკგ/კგ იგივეა რაც 10 ppm. გამოვთვალოთ რამდენი ნახევარდაშლა დასჭირდა დიოქსინის 40 ppm-დან 10 ppm-ზე ჩამოსასვლელად:

$$40 \text{ ppm} \xrightarrow{\text{პირველი ნახევარდაშლა}} 20 \text{ ppm} \xrightarrow{\text{მეორე ნახევარდაშლა}} 10 \text{ ppm}$$

ამ სქემის მიხედვით, დიოქსინმა გაიარა ორი ნახევრად დაშლის პერიოდი 18 წლის განმავლობაში, რაც ნიშნავს, რომ მისი ნახევრად დაშლის პერიოდია 18 : 2 = 9 წელი.

3 ქულა

## II. პრომილე

პრაქტიკაში ზოგჯერ ნივთიერების შედგენილობის გამოსახვისათვის პროცენტის მაგივრად მოსახერხებელია ხოლმე **პრომილე**. როგორც უკვე იცით, პროცენტი აჩვენებს მეასედ ნაწილს. რაც შეეხება პრომილეს, იგი მეათასედ ნაწილს გამოსახავს და აღინიშნება სიმბოლოთი: ‰. ნივთიერების შედგენილობის გამოსახვის ეს ფორმა გამოიყენება სისხლში ალკოჰოლის დონის შესაფასებლად, ზღვის წყლის მარილიანობის გამოსახვისთვის და ა. შ. აღსანიშნავია, რომ პრომილეთი მხოლოდ ნივთიერების შედგენილობას არ გამოსახავს, მაგალითად, შობადობა-სიკვდილიანობის დონის აღწერისთვისაც გამოიყენებენ. კერძოდ, მაგალითად, 20‰-ს ტოლი შობადობა ნიშნავს, რომ ყოველ 1000 სულ მოსახლეზე 20 ახალშობილი მოდის.

### 1.8. ტექნიკური ხარვეზის გამო ეს პუნქტი გაუქმდა.

შავი ზღვის მარილიანობის გასაზომად კონკრეტულ სეზონზე ერთ-ერთი ადგილიდან აიღეს 50 მლ ნიმუში (სიმკვრივე  $1.017 \text{ გ/სმ}^3$ ) და ამოაშრეს, რის შედეგად დარჩა 1.13 გ მყარი ნაშთი. ნაშთის შემდგომი ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ მარილისაგან განსხვავებული ნაერთების შედგენილობა 1%-ია. გამოთვალეთ ნიმუშის მარილიანობა პრომილეში.

გამოთვალეთ მყარ ნაშთში მარილების მასა:

$$m(\text{მარილი}) = 1.13 \cdot 0.99 = 1.1187 \text{ გ}$$

ამ მასის მარილები გახსნილი არის  $m_{\text{ხს}} = 50 \cdot 1.017 = 50.85 \text{ გ}$  ნიმუშში.

შესაბამისად, ნიმუშის მარილიანობა:

$$\omega(\text{მარილი})\text{‰} = \frac{1.1187}{50.85} \cdot 1000\text{‰} = 22\text{‰}$$

3 ქულა

### 1.9. შესწავლილი ხსნარის შედგენილობის მახასიათებლებიდან: მასური წილი, მოცულობითი წილი, მასური კონცენტრაცია, მოლური კონცენტრაცია; რომელი პარამეტრი არ იქნება დამოკიდებული ტემპერატურაზე? ახსენით თქვენი პასუხი.

მასური კონცენტრაცია დამოკიდებული იქნება ტემპერატურაზე, რადგან ტემპერატურის მომატებით, ხსნარის მოცულობა იზრდება.

მასური წილი არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე, რადგან მასა ტემპერატურაზე არაა დამოკიდებული.

მოცულობითი წილი იქნება დამოკიდებული ტემპერატურაზე. მართალია, ეს პარამეტრი მოცულობების ფარდობაა, მაგრამ რადგან ტემპერატურის მომატებისას ხსნარის მოცულობა უფრო სწრაფად იმატებს ვიდრე გახსნილი ნივთიერების, მოცულობითი წილი ტემპერატურაზე არის დამოკიდებული.

3 ქულა

### 1.10. ქიმიკოსმა 1 ლ დისტილირებულ წყალში შეურია: 300 მლ 6 გ/ლ შედგენილობის ალუმინის ქლორიდის ხსნარი, 100 გ 400 ppm-ის შედგენილობის ვერცხლისწყალ(II)-ის

ქლორიდის ხსნარი, და 300 გ ნატრიუმის ქლორიდის 22%-ს შედგენილობის ხსნარი. მიღებული ხსნარი გადაიტანა საზომ კოლბაში და შეავსო 2 ლ-მდე. საბოლოო ხსნარის სიმკვრივეა 1.02 გ/სმ<sup>3</sup>.

ა) გამოთვალეთ თითოეული ნივთიერების მასური წილი, მასური კონცენტრაცია და მოლური კონცენტრაცია საბოლოოდ მიღებულ ხსნარში;

ბ) რა მასის ქლორს შეიცავს მიღებული ხსნარის 500 მლ.

ა)

გამოვთვალოთ თითოეული ნივთიერების მასა და რაოდენობა საწყის ხსნარებში:

$$\begin{aligned} m_1(\text{AlCl}_3) &= 0.3 \cdot 6 = 1.8 \text{ გ} & n_1(\text{AlCl}_3) &= \frac{1.8}{133.5} \approx 0.013 \text{ მოლი} \\ m_1(\text{HgCl}_2) &= 100 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 0.04 \text{ გ} & n_1(\text{HgCl}_2) &= \frac{0.04}{272} \approx 1.471 \cdot 10^{-4} \text{ მოლი} \\ m_2(\text{NaCl}) &= 300 \cdot \frac{22}{1000} = 6.6 \text{ გ} & n_1(\text{NaCl}) &= \frac{6.6}{58.5} \approx 0.113 \text{ მოლი} \end{aligned}$$

გამოვთვალოთ საბოლოო ხსნარის მასა:

$$m_{\text{ხს}} = 1.02 \cdot 2000 = 2040 \text{ გ}$$

შესაბამისად, გამოვთვალოთ მასური წილები:

$$\begin{aligned} \omega(\text{AlCl}_3)\% &= \frac{1.8}{2040} \cdot 100\% \approx 0.088\% \\ \omega(\text{HgCl}_2)\% &= \frac{0.04}{2040} \cdot 100\% \approx 1.961 \cdot 10^{-3}\% \\ \omega(\text{NaCl})\% &= \frac{6.6}{2040} \cdot 100\% \approx 0.324\% \end{aligned}$$

ასევე, შეგვიძლია, გამოვთვალოთ მასური კონცენტრაციებიც:

$$\begin{aligned} \gamma(\text{AlCl}_3) &= \frac{1.8}{2} = 0.9 \text{ გ/ლ} \\ \gamma(\text{HgCl}_2) &= \frac{0.04}{2} = 0.02 \text{ გ/ლ} \\ \gamma(\text{NaCl}) &= \frac{6.6}{2} = 3.3 \text{ გ/ლ} \end{aligned}$$

მოლური კონცენტრაციები:

$$\begin{aligned} C(\text{AlCl}_3) &= \frac{0.013}{2} = 0.0065 \text{ M} \\ C(\text{HgCl}_2) &= \frac{1.471 \cdot 10^{-4}}{2} = 7.355 \cdot 10^{-5} \text{ M} \\ C(\text{NaCl}) &= \frac{0.113}{2} = 0.0565 \text{ M} \end{aligned}$$

6 ქულა

ბ) საბოლოო ხსნარში ქლორის მასის დასადგენად შეგვიძლია გამოვიყენოთ რაოდენობები, ან შეგვიძლია მოვუძებნოთ გარეშეც გამოვთვალოთ. უნდა გავიგოთ, რა მასის თითოეული ნივთიერებაა ამ ხსნარის 500 მლ-ში. შემდეგ უნდა დადგინდეს თითოეულ ნაერთში ქლორის მასური წილი და შესაბამისად გამოითვალოს ქლორის მასა საბოლოო ხსნარში.

$$\begin{aligned} m_2(\text{AlCl}_3) &= 0.9 \cdot 0.5 = 0.45 \text{ გ} \\ m_2(\text{HgCl}_2) &= 0.02 \cdot 0.5 = 0.01 \text{ გ} \\ m_2(\text{NaCl}) &= 3.3 \cdot 0.5 = 1.65 \text{ გ} \end{aligned}$$

ქლორის მასური წილები:

$$\omega_{\text{AlCl}_3}(\text{Cl}) = \frac{3 \cdot 35.5}{133.5} \approx 0.8$$
$$\omega_{\text{HgCl}_2}(\text{Cl}) = \frac{2 \cdot 35.5}{272} \approx 0.26$$
$$\omega_{\text{NaCl}}(\text{Cl}) = \frac{35.5}{58.5} \approx 0.61$$

შესაბამისად საბოლოო ხსნარში ქლორის მასა:

$$m(\text{Cl}) = 0.45 \cdot 0.8 + 0.01 \cdot 0.26 + 1.65 \cdot 0.61 = 1.3691 \text{ გ}$$

3 ქულა

## ამოცანა 2. მარილების ურთიერთქმედება (18 ქულა)

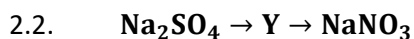
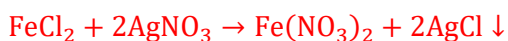
დავალება	2.1.	2.2.	2.3.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	4	4	6	$\frac{18}{14}$	18

მარილებს შორის რეაქცია ყოველთვის არ მიმდინარეობს. მაგალითად, წყალხსნარში ასეთი რეაქციები მხოლოდ მაშინ ხორციელდება, თუ რეაგენტები ხსნადია, ხოლო პროდუქტებიდან ერთ-ერთი მაინც არის უხსნადი.

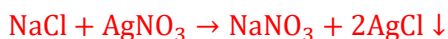
ამ კანონზომიერების გათვალისწინებით, წყალხსნარში მარილთა შორის მიმდინარე რეაქციების საშუალებით განახორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები:



**4 ქულა**



**4 ქულა**



რაც შეეხება „მშრალად“, წყალხსნარის გარეშე მარილებს შორის მიმდინარე რეაქციებს, ისინი ზოგჯერ მოულოდნელი პროდუქტების წარმოქმნით მთავრდება. მაგალითად, ნატრიუმის ნიტრატისა და რკინა(II)-ის სულფიდს შორის რეაქცია წყალხსნარში არ მიმდინარეობს, ხოლო თუ მათ ნარევეს ჰაერის გარეშე გავაცხელებთ, ორის ნაცვლად, 4 პროდუქტი მიიღება. მათგან A და B მყარი ნივთიერებებია, ხოლო C და D - აირადი. ამასთან ერთად ცნობილია, რომ:

- A ნივთიერება არ იხსნება წყალში, იხსნება მარილმჟავაში და შეიცავს რკინა(III)-ს.
- B ნივთიერება იხსნება წყალში, ხოლო მარილმჟავაში გახსნისას გამოყოფს C აირს.
- C ნივთიერება იხსნება ნატრიუმის ტუტის ხსნარში და წარმოქმნის B ნივთიერებას.
- D ნივთიერება არ იხსნება ნატრიუმის ტუტის ხსნარში და აქრობს მბჟუტავ კვარს.

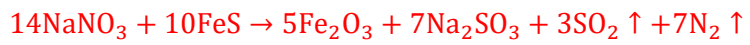
2.3. ზემოთ მოცემული ინფორმაციის მიხედვით დაწერეთ ნატრიუმის ნიტრატსა და რკინა(II)-ის სულფიდს შორის მიმდინარე რეაქციის ტოლობა და გაათანაბრეთ.

**6 ქულა**



C ნივთიერება -  $\text{SO}_2$

D ნივთიერება -  $\text{N}_2$



### ამოცანა 3. დურალუმინის ანალიზი (22 ქულა)

დავალება	3.1.	3.2.	3.3.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	4	4	14	$\frac{22}{22}$	22

ალუმინი მსუბუქი და ადვილად დასამუშავებელი მეტალია, ამასთან ერთად კოროზიის მიმართ მაღალი მედეგობით გამოირჩევა, ამიტომ მან მალევე მიიპყრო ავიაკონსტრუქტორების ყურადღება. უარყოფითი თვისება, რაც ამ სფეროში მის გამოყენებას უშლიდა ხელს, ალუმინის სირბილე და, შესაბამისად, მისი ნაკეთობების დაბალი სიმტკიცე იყო. გამოსავალი მოიძებნა ალუმინში ისეთი დანამატების შერევით, რომელიც მასალას სიმტკიცეს შემატებდა. სწორედ ასე შეიქმნა ახალი მსუბუქი და მტკიცე შენადნობი, რომლის წარმოებაც 1909 წელს გერმანიის ქალაქ დიურენში დაიწყო. სწორედ აქედან მომდინარეობს ამ შენადნობის სახელწოდებაც - დურალუმინი.



დურალუმინი იწარმოება სხვადასხვა მარკის სახით, რომლებიც ერთმანეთისაგან შედგენილობით განსხვავდება. დურალუმინის ძირითადი კომპონენტი, ცხადია, ალუმინია, ხოლო დანამატებს მაგნიუმი, სპილენძი, სილიციუმი, მანგანუმი, რკინა და სხვა ელემენტები შეადგენენ.

დურალუმინის ერთ-ერთი ნაირსახეობა - AD33 წარმოადგენს შენადნობს Al/Mg/Cu/Si. ქვემოთ მოცემულია ინფორმაცია ამ შენადნობის ანალიზის შედეგების შესახებ, რის საშუალებითაც შენადნობის პროცენტული შედგენილობა უნდა დაადგინოთ:

3.1. დურალუმინის წონაკი, მასით 10.00 გ დაამუშავეს ჭარბი მარილმჟავით, რის შედეგადაც გამოიყო 11.872 ლ აირი (ნ. პ.), ხოლო ნიმუშიდან 0.43 გ გაუხსნელი დარჩა. შეადგინეთ რეაქციათა ტოლობები, რომლებიც ამ დროს მიმდინარე პროცესებს ასახავს.

**4 ქულა**

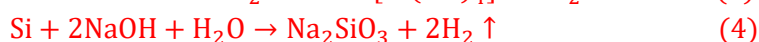
1 რეაქცია - 2 ქულა



3.2. იმავე მასის წონაკი დაამუშავეს ქარბი ნატრიუმის ტუტის ხსნარით. ამ შემთხვევაში ნიმუშიდან გაუხსნელი დარჩა 0.466 გ ნაშთი, ხოლო გამოყოფილი აირის (რომელიც იგივეა, რაც მარილმჟავათი დამუშავებისას გამოყოფილი აირი) მოცულობამ 11.8944 ლ შეადგინა (ნ. პ.). შეადგინეთ რეაქციათა ტოლობები, რომლებიც ამ დროს მიმდინარე პროცესებს ასახავს, თუ ცნობილია, რომ ხსნარში მიიღება  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  და სილიციუმმჟავას მარილი.

**4 ქულა**

1 რეაქცია - 2 ქულა



3.3. წინა პუნქტებში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით დაადგინეთ შენადნობის შედგენილობა (მასურ წილებში).

**14 ქულა**

კავშირი მასასთან - 2 ქულა

კავშირი წყალბადის მოცულობასთან  $4 + 4 = 8$  ქულამასური წილები  $4 \times 1 = 4$  ქულა

დავუშვათ, რომ 10 გ წონაკის შედგენილობაში შედის  $x$  მოლი ალუმინი,  $y$  მოლი მაგნიუმი,  $z$  მოლი სილიციუმი და  $q$  მოლი სპილენძი.

მარილმჟავას დამატების შემდეგ:

(1) რეაქციიდან:

$$n_1(\text{H}_2) = \frac{3}{2} n(\text{Al}) = 1.5x \text{ მოლი}$$

(2) რეაქციიდან:

$$n_2(\text{H}_2) = n(\text{Mg}) = y \text{ მოლი}$$

პირობიდან ვიცით, რომ:

$$n_1(\text{H}_2) + n_2(\text{H}_2) = 1.5x + y = \frac{11.872}{22.4} = 0.53 \text{ მოლი}$$

გაუხსნელი ნაშთის მასა არის:

$$m_{1\text{გაუხს}} = m(\text{Cu}) + m(\text{Si}) = 64q + 28z = 0.43 \text{ გ}$$

ნატრიუმის ტუტის დამატების შემდეგ:

(3) რეაქციიდან:



$$n_3(\text{H}_2) = \frac{3}{2}n(\text{Al}) = 1.5x \text{ მოლი}$$

$$n_4(\text{H}_2) = 2n(\text{Si}) = 2z \text{ მოლი}$$

პირობიდან ვიცით, რომ:

$$n_3(\text{H}_2) + n_4(\text{H}_2) = 1.5x + 2z = \frac{11.8944}{22.4} = 0.531 \text{ მოლი}$$

გაუხსნელი ნაშთის მასა არის:

$$m_{2\text{გაუხს}} = m(\text{Mg}) + m(\text{Cu}) = 24y + 64q = 0.466 \text{ გ}$$

შევადგინოთ სისტემა:

$$\begin{cases} 1.5x + y = 0.53 \\ 1.5x + 2z = 0.531 \\ 64q + 28z = 0.43 \\ 64q + 24y = 0.466 \end{cases} \quad \text{საიდანაც:} \quad \begin{cases} x = 0.35 \\ y = 0.005 \\ z = 0.003 \\ q = 0.00540625 \end{cases}$$

გამოვთვალოთ შენაღობის შემადგენელი კომპონენტების მასები:

$$m(\text{Al}) = 0.35 \cdot 27 = 9.45 \text{ გ}$$

$$m(\text{Mg}) = 0.005 \cdot 24 = 0.12 \text{ გ}$$

$$m(\text{Si}) = 0.003 \cdot 28 = 0.084 \text{ გ}$$

$$m(\text{Cu}) = 0.00540625 \cdot 64 = 0.346 \text{ გ}$$

გამოვთვალოთ შენაღობის შედგენილობა:

$$\omega(\text{Al})\% = \frac{9.45}{10} \cdot 100\% = 94.5\%$$

$$\omega(\text{Mg})\% = \frac{0.12}{10} \cdot 100\% = 1.2\%$$

$$\omega(\text{Si})\% = \frac{0.084}{10} \cdot 100\% = 0.84\%$$

$$\omega(\text{Cu})\% = \frac{0.346}{10} \cdot 100\% = 3.46\%$$

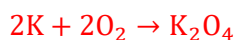
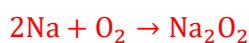
## ამოცანა 4. ნატრიუმი, კალიუმი და ფოტოსინთეზი წყალქვეშა ნავში (18 ქულა)

დავალბა	4.1.	4.2.	4.3.	4.4.	4.5.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	4	2	4	4	6	$\frac{18}{20}$	18

ნატრიუმი და კალიუმი იმდენად აქტიური მეტალებია, რომ ჟანგბადში წვისას ჩვეულებრივი ოქსიდების ნაცვლად, პეროქსიდსა ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) და სუპეროქსიდს ( $\text{K}_2\text{O}_4$ ) წარმოქმნიან.

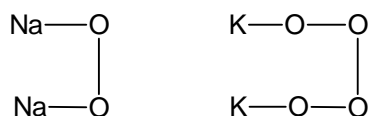
4.1. შეადგინეთ ჟანგბადის არეში ნატრიუმის და კალიუმის წვის რეაქციათა ტოლობები.

### 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 აღარუბენ, 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 ნარევეს“, რომელიც წარმოადგენს ნატრიუმის პეროქსიდისა და კალიუმის სუპეროქსიდის ნარევეს მასური თანაფარდობით  
 $m(\text{Na}_2\text{O}_2) : m(\text{K}_2\text{O}_4) = 0.55 : 1$ .

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

#### 4 ქულა

„სარეგენერაციო ნარევეში“ 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  $\text{Na}_2\text{O}_2$  და  $\text{K}_2\text{O}_4$  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 ნარევეში“.

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 ნარევეში“ არის 600 მოლი  $\text{Na}_2\text{O}_2$  და 600 მოლი  $\text{K}_2\text{O}_4$ .

(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)

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

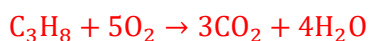
აეროსტატი, ანუ საჰაერო ბურთი ფრანგმა ძმებმა მონგოლფიერებმა გამოიგონეს და მისი პირველი დემონსტრირება 1783 წლის 5 ივნისს მოხდა. ძმები ბურთის შიგთავსს მატყლისა და თივის ნარევის წვისას გამოყოფილი კვამლით ავსებდნენ. ამავე წლის 27 აგვისტოს ფრანგმა მეცნიერმა და გამომგონებელმა ჟაკ შარლმა წარმოადგინა აეროსტატი, 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**



$$\bar{M} = \frac{n(CO_2) \cdot M(CO_2) + n(H_2O) \cdot M(H_2O)}{n(CO_2) + n(H_2O)} = \frac{3 \cdot 44 + 4 \cdot 18}{3 + 4} \approx 29 \text{ გ/მოლი}$$

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  $180^{\circ}\text{C}$ , გარემოში  $25^{\circ}\text{C}$ , 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 მ<sup>3</sup>

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.