



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

21 მაისი, 2023

ფინალური ტური

მე-8 კლასი

ავტორები:

გია ხატისაშვილი
ლაშა ხუციშვილი
ზაკო სანიკიძე
რომეო კარაპუტაძე
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 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 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 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 სპიტი 118.71	51 Sb ანტიმონი 121.76	52 Te ტელური 127.60	53 I იოდი 126.90	54 Xe ქსენონი 131.29
6	55 Cs ცეზიუმი 132.91	56 Ba ბარიუმი 137.33	57-71 La-Lu ლანთანოიდები	72 Hf ჰაფნიუმი 178.49	73 Ta ტანტალი 180.95	74 W ვოლფრამი 183.84	75 Re რენიუმი 186.21	76 Os ოსმიუმი 190.23	77 Ir ირიდიუმი 192.22	78 Pt 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
7	87 Fr ფრანსიუმი 223	88 Ra რადიუმი 226	89-103 Ac-Lr აქტინოიდები	104 Rf რეოფნიუმი 261	105 Db დუბნიუმი 261	106 Sg სიოგორდიუმი 269	107 Bh ბოჩიუმი 269	108 Hs ჰასიუმი 269	109 Mt მიტანდიუმი 278	110 Ds დავზატიუმი 281	111 Rg რენგმიუმი 281	112 Cn კოპერნიციუმი 285	113 Nh ნიჰონიუმი 286	114 Fl ფლოროვიუმი 289	115 Mc მოსკოვიტი 289	116 Lv ლივერმოური 293	117 Ts ტანვინი 293	118 Og ოგანესონი 294
	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	90 Th თორიუმი 232	91 Pa პროაქტინიუმი 231	92 U ურანი 238	93 Np ნეპტუნიუმი 237	94 Pu პლუტონიუმი 244	95 Am ამერიციუმი 243	96 Cm კურნიუმი 247	97 Bk ბერკლიუმი 247	98 Cf კალეფორნიუმი 251	99 Es აინსტაინი 252	100 Fm ფერმიუმი 257	101 Md მენდელეევი 258	102 No ნობელიუმი 259	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. 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	8	$\frac{22}{35}$	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):

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

მასური წილის გარდა 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:

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

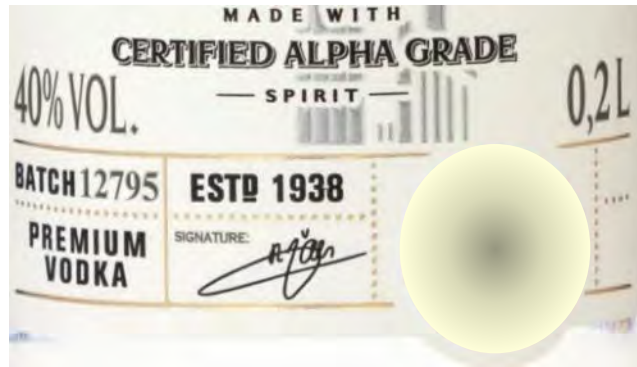
ხშირად მასური წილისგან გასარჩევად %-ის ნაცვლად წერენ ხოლმე სიმბოლოებს: vol%, v%, %(v/v) და ა. შ. ამ პარამეტრის გამოყენება, გარდა აირების ნარევისა, ასევე მოსახერხებელია ალკოჰოლური სასმელების სპირტიანობის დასახასიათებლადაც. სპირტიანობას ყოფაცხოვრებაში და ინდუსტრიაში გრადუსიანობასაც უწოდებენ. შესაბამისად,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

1.1. წვენის 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? ჩათვალოთ, 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:



უტიკეტიდან 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 უტიკეტზე 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 გაქვთ 10%(m/v)-იანი SDS-ის ხსნარი და გამოხდელი 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 „გოსმინია“. ნიადაგში მცხოვრები ბაქტერიების ერთ-ერთი კლასი – აქტინომიცეტები – წარმოქმნიან ნაერთს სახელად გოსმინი. ზედაპირზე დაცემულ და გაფანტულ წვიმის წვეთებში იხსნება გარკვეული რაოდენობის გოსმინი, რაც აეროზოლის სახით იფანტება ატმოსფეროს ქვედა ფენაში.

აღსანიშნავია, რომ ადამიანის ყნოსვის რეცეპტორები გოსმინის 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 გოსმინი (სიმკვრივე 1 გ/სმ³) 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.

გამოთვალეთ 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 გოსმინს გრძნობს. ეს იგივეა, რაც $1 \cdot 10^{-8}$ გ/ლ კონცენტრაცია.

1 ჩაის კოვზი გოსმინი იწონის 5 გრამს. გამოთვალეთ რა მოცულობა წყალია საჭირო, იმისათვის, რომ 0.01 ppm კონცენტრაციის გოსმინის ხსნარი მივიღოთ:

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

შესაბამისად გამოვითვლით აუზების რაოდენობას:

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

გამოთვალეთ რა მასის გოსმინი 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/სმ³-ია, მოცულობა გოსმინის მოცულობაც 0.025 მლ იქნება.

შესაბამისად, წვეთების რაოდენობა:

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

მაშასადამე:

„ეს დაახლოებით ეკვივალენტურია 200 ცალ სავსე ოლიმპიურ საცურაო აუზში 1 ჩაის კოვზი გოსმინი (სიმკვრივე 1 გ/სმ³) რომ დავამატოთ (ან – 1 აუზში ნახევარი წვეთი რომ ჩავაწვეთოთ)“.

5 ქულა

დიოქსინების, როგორც ტოქსიკური ნაერთების ისტორია 1971 წლიდან იწყება, როდესაც აშშ-ის მისურის შტატის ერთ-ერთ პატარა ქალაქში, თაიმზ ბიჩში დოლის წინ იპოდრომის გრუნტზე, ამტვერების თავიდან ასაცილებლად, 10 მ^3 ტექნიკური ზეთი მოასხურეს. დოლიდან ერთი კვირაც არ იყო გასული, რომ იპოდრომის ტერიტორია დახოცილი ფრინველებით დაიფარა. ერთი თვის განმავლობაში დაიღუპა იპოდრომზე მოასპარეზე ცხენების დიდი ნაწილი, იქ მობინადრე შინაური ცხოველები, მძიმედ დაავადდნენ ჟოკეი და რამდენიმე მცირეწლოვანი მაყურებელი. ამის შემდეგ ხელისუფლებამ მომხდარის მიზეზის დასადგენად სპეციალური გამოკვლევა ჩაატარა. აღმოჩნდა, რომ ყველაფერი სწორედ იმ ზეთმა გამოიწვია, რომელიც დოლის 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^2 , სადაც შეიტანეს 10 მ^3 მოცულობის ზეთი (სიმკვრივე 0.8 გ/სმ^3). 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^3 .

გამოთვალეთ, 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 ქიმიამში. 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. წინა კითხვაში მოცემულ იმავე ნიადაგს 18 წლის შემდეგ ჩაუტარეს ანალიზი. შედეგად აღმოჩნდა, რომ ნიადაგში დიოქსინების კონცენტრაცია 10000 მკგ/კგ-მდე ($1 \text{ მკგ} = 10^{-6} \text{ გ}$) 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 დიოქსინს 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 გამოსახვენ, მაგალითად, შობადობა-სიკვდილიანობის დონის აღწერისთვისაც გამოიყენებენ. კერძოდ, მაგალითად, 20‰-ს ტოლი შობადობა ნიშნავს, რომ ყოველ 1000 სულ მოსახლეზე 20 ახალშობილი მოდის.

1.8. შავი ზღვის მარილიანობის გასაზომად კონკრეტულ სეზონზე ერთ-ერთი ადგილიდან აიღეს 50 მლ ნიმუში (სიმკვრივე 1.017 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.

გამოვთვალოთ მყარ ნაშთში მარილების მასა:

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

ამ მასის მარილები გახსნილი არის $m_{\text{სს}} = 50 \cdot 1.017 = 50.85 \text{ გ}$ 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 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/სმ³.

ა) გამოთვალეთ თითოეული ნივთიერების მასური წილი და მასური კონცენტრაცია საბოლოოდ მიღებულ ხსნარში.

ბ) რა მასის ქლორს შეიცავს მიღებული ხსნარის 500 მლ.

ა)

გამოთვალეთ თითოეული ნივთიერების მასა საწყის ხსნარებში:

$$m_1(\text{AlCl}_3) = 0.3 \cdot 6 = 1.8 \text{ გ}$$

$$m_1(\text{HgCl}_2) = 100 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 0.04 \text{ გ}$$

$$m_2(\text{NaCl}) = 300 \cdot \frac{22}{100} = 6.6 \text{ გ}$$

გამოთვალეთ საბოლოო ხსნარის მასა:

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

შესაბამისად, გამოთვალეთ მასური წილები:

$$\omega(\text{AlCl}_3)\% = \frac{1.8}{2040} \cdot 100\% \approx 0.088\%$$

$$\omega(\text{HgCl}_2)\% = \frac{0.04}{2040} \cdot 100\% \approx 1.961 \cdot 10^{-3}\%$$

$$\omega(\text{NaCl})\% = \frac{6.6}{2040} \cdot 100\% \approx 0.324\%$$

ასევე, შეგვიძლია, გამოვთვალოთ მასური კონცენტრაციებიც:

$$\gamma(\text{AlCl}_3) = \frac{1.8}{2} = 0.9 \text{ გ/ლ}$$

$$\gamma(\text{HgCl}_2) = \frac{0.04}{2} = 0.02 \text{ გ/ლ}$$

$$\gamma(\text{NaCl}) = \frac{6.6}{2} = 3.3 \text{ გ/ლ}$$

5 ქულა

ბ) საბოლოო ხსნარში ქლორის მასის დასადგენად უნდა გამოვთვალოთ რა მასის თითოეული ნივთიერებაა ამ ხსნარის 500 მლ-ში. შემდეგ უნდა დადგინდეს თითოეულ ნაერთში ქლორის მასური წილი და შესაბამისად გამოითვალოს ქლორის მასა საბოლოო ხსნარში.

$$m_2(\text{AlCl}_3) = 0.9 \cdot 0.5 = 0.45 \text{ გ}$$

$$m_2(\text{HgCl}_2) = 0.02 \cdot 0.5 = 0.01 \text{ გ}$$

$$m_2(\text{NaCl}) = 3.3 \cdot 0.5 = 1.65 \text{ გ}$$

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

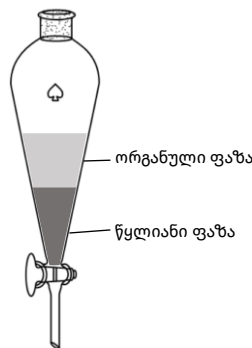
ამოცანა 2. ყურძენი, რეზვერატროლი, ღვინის ანალიზი (23 ქულა)

დავალება	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	2.6.	2.7.	2.8.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	5	2	2	5	6	7	2	3	$\frac{23}{32}$	23

A) რეზვერატროლი

რეზვერატროლი არის ბუნებრივი ნაერთი, რომელსაც ყურძენში ვხვდებით. ის ძლიერ ანტიოქსიდანტს წარმოადგენს – ბოჭავს მავნე თავისუფალ რადიკალებს და მისი გარკვეული რაოდენობით მიღება სასარგებლოა ადამიანის ორგანიზმისათვის. დაღვინების პროცესში ყურძენში არსებული რეზვერატროლის ნაწილი ღვინოშიც ხვდება. როგორც წესი, წითელი ღვინო შედარებით მეტი რაოდენობით შეიცავს რეზვერატროლს, რადგან ის თეთრთან შედარებით უფრო დიდ ხანს გადის ფერმენტაციის საფეხურს.

2.1. რეზვერატროლის შემცველობის დასადგენად 1 ლ წითელი ღვინიდან ააორთქლეს გამხსნელი, სანამ მოცულობა 8-ჯერ არ შემცირდა. რეზვერატროლის მოცილების მიზნით დარჩენილ კონცენტრატს დაამატეს პენტანოლი (ორგანული გამხსნელი, რომელიც წყლიან ხსნარებს არ ერევა) და შეანჯღრიეს გარკვეული დროის განმავლობაში. მორევის შეწყვეტის შემდეგ ხსნარში ორი ფაზა წარმოიქმნა (ნახ. 1). ორგანული ფაზა, რომელიც რეზვერატროლს შეიცავდა ცალკე შეაგროვეს. ამ დროს დანაკარგი 10%-ს შეადგენდა. ეს ხსნარი ააორთქლეს, ფხვნილის მისაღებად. რეზვერატროლის მასურმა წილმა 0.32 გ ფხვნილში შეადგინა 10%. გამოთვალეთ ღვინის ბოთლში რეზვერატროლის მასური წილი. ღვინის სიმკვრივე = 0.93 გ/სმ³.



ნახ. 1. პენტანოლი და წყლიანი ხსნარი არ ერევა ერთმანეთს

მიღებულ ფხვნილში რეზერატროლის მასურმა წილმა 10% შეადგინა. ვიპოვოთ მისი მასა:

$$\omega_1(\text{რეზ})\% = \frac{m_{\text{რეზ}}}{m_{\text{ფხვნილი}}} \times 100\%$$

$$0.1 = \frac{m_{\text{რეზ}}}{0.32} \quad m_{\text{რეზ}} = 0.032 \text{ გ}$$

დავადგინოთ საწყისი მასა 10% -იანი დანაკარგის გათვალისწინებით:

$$m_0 = \frac{0.032}{0.9} = 0.036 \text{ გ}$$

ცხადია, აორთქლების დროს რეზერატროლის რაოდენობა არ შეცვლილა, შესაბამისად, 1 ლ ღვინო შეიცავს 0.036 გ რეზერატროლს.

ღვინოში რეზერატროლის მასური წილის საპოვნელად, გამოვითვალოთ 1 ლ ღვინის მასა სიმკვრივის გათვალისწინებით:

$$m_{\text{ღვ}} = 1000 \times 0.93 = 930 \text{ გ}$$

$$\omega(\text{რეზ}) = \frac{m_{\text{რეზ}}}{m_{\text{ღვინო}}} \times 100\% = \frac{0.036}{930} \times 100\% = 0.0039\%$$

5 ქულა

2.2. დაადგინეთ რა მასის ყურძენი იყო გამოყენებული ამ ბოთლში არსებული ღვინის მისაღებად, თუ ყურძენში რეზერატროლის საშუალო შემცველობა 70 ppm-ია (იხ. ამოცანა 1, ნაწ. C), ხოლო ფერმენტაციისას მასში ყურძენში არსებული რეზერატროლის 40% ხვდება.

ვიპოვოთ რეზერატროლის თავდაპირველი მასა 60%-იანი დანაკარგის გათვალისწინებით:

$$m_{\text{რეზ}1} = \frac{0.036 \times 100}{40} = 0.09 \text{ გ}$$

70 ppm ნიშნავს რომ 1000 კგ ყურძენი 70 გ რეზერატროლს შეიცავს:

$$\begin{array}{l} 1000 \text{ კგ} \text{ ————— } 70 \text{ გ} \\ y \text{ კგ} \text{ ————— } 0.09 \text{ გ} \end{array}$$

$$y = \frac{0.09 \times 1000}{70} = 1.3 \text{ კგ}$$

2 ქულა

2.3. გამოთვალეთ რამდენი ჭიქა (250 მლ) წითელი ღვინოა საჭირო დღიური ნორმის მისაღებად თუ რეზვერატროლის რეკომენდებული დოზა დღე-ღამეში მიახლოებით 25 მგ-ს წარმოადგენს.

2.1.-ში დავადგინეთ, რომ 1 ლ ღვინო 0.036 გ = 36 მგ რეზვერატროლს შეიცავდა. შესაბამისად,

$$\begin{array}{l} 1000 \text{ მლ} \text{ ————— } 36 \text{ მგ} \\ x \text{ მლ} \text{ ————— } 25 \text{ მგ} \\ \text{საიდანაც } x = \frac{25 \times 1000}{36} = 694 \text{ მლ} \end{array}$$

დავადგინოთ რამდენი ჭიქა შეადგენს 694 მლ-ს:

$$\frac{694}{250} = 3 \text{ ანუ } \sim 3 \text{ ჭიქა ღვინო.}$$

2 ქულა

2.4. დაადგინეთ რეზვერატროლის მოლეკულური ფორმულა, თუ ის სამი ელემენტისაგან შედგება და მათი მასური წილები შემდეგია:

$$w(A) = 73.68\%$$

$$w(B) = 5.27\%$$

$$w(D) = 21.05\%$$

ამასთან, ცნობილია, რომ A ელემენტის მიერ წარმოქმნილი მარტივი ნივთიერება უმნიშვნელოვანესი წიაღისეულია და ადამიანის მიერ გამოყენებულ ერთ-ერთ პირველ საწვავს წარმოადგენდა. ხოლო B და D ელემენტების ნაერთი, სადაც მათი მასური თანაფარდობა $m(B):m(D) = 1:8$, ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ნივთიერებაა, რომელიც დედამიწაზე სამივე აგრეგატულ მდგომარეობაში გვხვდება. გაითვალისწინეთ, რომ რეზვერატროლის და ნატრიუმის სულფიტის თითო-თითო მოლეკულა ერთნაირი რაოდენობის D ელემენტს შეიცავს.

ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ნივთიერება, რომელიც დედამიწაზე სამივე აგრეგატულ მდგომარეობაში გვხვდება წყალია. B და D ელემენტების ნაერთი - H_2O ;

$m(H) : m(O) = 2 : 16 = 1 : 8$, შესაბამისად:

A	B	D
C	H	O

დავუშვათ რეზვერატროლის ქიმიური ფორმულაა $C_xH_yO_z$

$$x:y:z = \frac{73.68}{12} : \frac{5.27}{1} : \frac{21.05}{16} = 6.14 : 5.27 : 1.316 = \frac{6.14}{1.316} : \frac{5.27}{1.316} : \frac{1.316}{1.316} = 4.67 : 4 : 1$$

ნატრიუმის სულფიტის მოლეკულა (Na_2SO_3) 3 ჟანგბადის ატომს შეიცავს.

რადგანაც რეზვერატროლის მოლეკულაში ჟანგბადი 3 ატომით არის წარმოადგენილი, რეზვერატროლის ემპირიული ფორმულა იქნება: $C_{14}H_{12}O_3$

5 ქულა

B) სპირტული ღულილი – ფერმენტაცია

დაღვინების პროცესში მიმდინარე ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პროცესი სპირტული ღულილია. ამ პროცესს მიკროორგანიზმების ერთ-ერთი ჯგუფი – საფუვრები თავიანთი ბიოქიმიური აქტივობით აინიცირებენ. საფუვრების ამ თვისებას ადამიანი უძველესი დროიდან იყენებს სხვადასხვა ალკოჰოლური სასმელების დასამზადებლად.

2.5. სპირტული ღულილის დროს ყურძნის წვენში არსებული შაქრები გარდაიქმნება სპირტად. ჩათვალეთ, რომ ფერმენტაციის დროს მიღებული სპირტის 20% ორთქლდება. გამოთვალეთ დაწურულ ყურძნის წვენში შაქრის მასური კონცენტრაცია (იხ. ამოცანა 1, ნაწილი B) თუ წითელი ღვინის (1 ლ) ბოთლს აწერია, რომ ის 12°-იანია (იხ. ამოცანა 1, ნაწილი A). სპირტული ღულილის რეაქციის მიხედვით 1 გრამი შაქარი დაახლოებით 0.5 გრამ სპირტში გარდაიქმნება. სპირტის სიმკვრივეა 0.789 გ/სმ³. ჩათვალეთ რომ ფერმენტაცია 95%-იანი გამოსავლიანობით მიმდინარეობს.

ცნობილია, რომ ღვინო 12°-იანია, ანუ ღვინის 100 მლ 12 მლ სპირტს შეიცავს. გამოვთვალოთ სპირტის ჯამური მოცულობა ღვინის ბოთლში:

$$\begin{array}{l} 100 \text{ მლ} \text{ ————— } 12 \text{ მლ} \\ 1000 \text{ მლ} \text{ ————— } x \text{ მლ,} \\ \text{საიდანაც } x = \frac{12 \times 1000}{100} = 120 \text{ (მლ)} \end{array}$$

გამოვითვალეთ სპირტის თავდაპირველი მოცულობა 20%-იანი დანაკარგის გათვალისწინებით:

$$\begin{array}{l} 80\% \text{ ————— } 120 \text{ მლ} \\ 100\% \text{ ————— } y \text{ გ} \\ \text{საიდანაც } y = \frac{120 \times 100}{80} = 150 \text{ მლ} \end{array}$$

გავიგოთ სპირტის მასა:

$$m = \rho V \text{ ანუ } m_{\text{სპ}} = 150 \times 0.789 = 118.35 \text{ გ}$$

გამოვთვალოთ შესაბამისი შაქრის მასა. ვიცით, რომ 1 გრამი შაქარი 0.5 გრამ სპირტს წარმოქმნის, ანუ

$$m_{\text{შაქ}} = 118.35 \times 2 = 236.7 \text{ გ}$$

გამოვთვალოთ შაქრის თავდაპირველი მასა, იმის გათვალისწინებით, რომ 5% ფერმენტაციისას სპირტად არ გარდაქმნილა:

$$\begin{array}{l} 95\% \text{ ————— } 236.7 \text{ გ} \\ 100\% \text{ ————— } z \text{ გ} \\ \text{საიდანაც } z = \frac{236.7 \times 100}{95} = 249 \text{ გ} \end{array}$$

გამოვითვალეთ შაქრის მასური კონცენტრაცია 1 ლ ყურძნის წვენში:

$$\gamma(\text{შაქარი}) = \frac{m_{\text{შ}}}{V_{\text{ბს}}} = \frac{249}{1} = 249 \text{ გ/ლ}$$

6 ქულა

2.6. დაწერეთ სპირტული დუდილის დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციის ტოლობა, თუ ამ პროცესის დროს შაქრის 1 მოლეკულა იშლება სპირტისა და ნახშირორჟანგის მოლეკულებად და ჯამში, რეაქციის შედეგად 4 მოლეკულა მიიღება. გაითვალისწინეთ, რომ შაქარი წარმოადგენს ნახშირწყალს. როგორც სახელშივე ჩანს, ნახშირწყლების ზოგადი ფორმულაა: $C_n(H_2O)_n$, ნაერთის მოლეკულური მასაა მასა კი $M_r=180$. გაითვალისწინეთ, რომ სპირტის მოლეკულა სამ სხვადასხვა ელემენტს შეიცავს.

შაქრის (გლუკოზა/ფრუქტოზა) მოლეკულური ფორმულის გასაგებად გამოვითვალოთ n:

$$n = \frac{180}{Ar(C)+2Ar(H)+Ar(O)} = \frac{180}{30} = 6$$

ანუ შაქრის ფორმულაა $C_6(H_2O)_6$ იგივე $C_6H_{12}O_6$

საჭიროა გავიგოთ სპირტის მოლეკულური ფორმულა. ვიცით, რომ შაქრის მოლეკულა სპირტისა და ნახშირორჟანგის მოლეკულებად იშლება. ამასთან, 1 მოლეკულა შაქრის დაშლისას სულ 4 მოლეკულა წარმოიქმნება. შესაბამისად, ქიმიური რეაქციის ტოლობის გათანაბრების 3 ვარიანტი არსებობს:

1. თუ ნახშირორჟანგის 1 მოლეკულა და 3 სპირტის მოლეკულა გამოიყოფა:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CO_2 + 3C_2H_6O_{1.33}$$

1 მოლეკულა ნახშირორჟანგის გამოყოფის შედეგად დარჩენილი ატომებით სპირტის სამ იდენტურ მოლეკულას ვერ ავაგებთ, ანუ ეს ვარიანტი გამოირიცხება.
2. თუ ნახშირორჟანგის 3 მოლეკულა და სპირტის 1 მოლეკულა გამოიყოფა:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CO_2 + C_3H_{12}$$

ამ შემთხვევაში მიღებული სპირტის ფორმულა სამივე ელემენტს არ შეიცავს, შესაბამისად, ეს ვარიანტიც გამოირიცხება.
3. თუ ნახშირორჟანგის და სპირტის 2-2 მოლეკულა გამოიყოფა:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_6O$$

ეს შემთხვევა ყველა პირობას აკმაყოფილებს, შესაბამისად, საბოლოოდ სწორი ტოლობა იქნება:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_6O$$

7 ქულა

2.7. სპირტული დუდილის დროს 1 გრამი შაქრისგან წარმოიქმნება 0.24 ლ ნახშირბადის დიოქსიდი. გამოთვალეთ რამდენი ხანი დასჭირდებოდა ადამიანს იმდენი ნახშირორჟანგის ამოსასუნთქად, რამდენიც გამოიყო 2.5. კითხვაში აღნიშნულ ბოთლში არსებული ღვინის დასამზადებლად საჭირო ყურძნის წველის ფერმენტაციის დროს. ჩათვალეთ, რომ ადამიანი 1 საათში საშუალოდ 10 ლ ნახშირორჟანგს გამოყოფს. მოცულობები ერთნაირ პირობებშია გაზომილი.

2.5. კითხვის მიხედვით დავადგინეთ, რომ 236.7 გრამი შაქარი გარდაიქმნა სპირტად. დავთვალოთ რა მოცულობის ნახშირორჟანგი წარმოიქმნებოდა ამ პროცესში:

$$V(CO_2) = 236.7 \times 0.24 = 56.8 \text{ ლ}$$

გამოვთვალოთ რამდენი საათი დასჭირდება ადამიანს 56.8 ლ ნახშირორჟანგის ამოსასუნთქად:

$$t = \frac{56.8}{10} = 5.68 \text{ სთ}$$

2 ქულა

C) ღვინის ფალსიფიცირების აღმოჩენა

ფალსიფიცირების მიზნით ყურძნის წვენს ხელოვნურად უმატებენ ხოლმე შაქარს, რის შედეგადაც მეტი რაოდენობის სპირტს მიიღებს მწარმოებელი. ფალსიფიცირების აღნიშნულ მეთოდთან საბრძოლველად ღვინის ანალიზის გარკვეული მეთოდები არსებობს. შაქრის ლერწამსა და ყურძენში ფოტოსინთეზის განსხვავებული ბიოქიმიური მექანიზმიდან გამომდინარე, ამ მცენარეების მიერ სინთეზირებული ნახშირწყლები ოდნავ განსხვავდება. კერძოდ, შაქრის ლერწამი მეტად ითვისებს ჰაერში არსებულ ^{13}C იზოტოპს და $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ სიდიდე მეტი გამოდის ვიდრე ღვინის შაქრისათვის. ამ მცირედი სხვაობის დაფიქსირება ანალიზის ერთ-ერთი მეთოდით – მასსპექტროსკოპიით არის შესაძლებელი. $\Delta^{13}\text{C}$ არის სიდიდე, რომელიც ნიმუშში არსებული იზოტოპური კვალის მისი სტანდარტისგან გადახრას გვიჩვენებს. სტანდარტად იყენებენ ^{13}C ყველაზე დიდი შემცველობის მქონე ნიჟარის ნამარხს. რადგანაც სტანდარტისგან გადახრა ძალიან მცირეა, $\Delta^{13}\text{C}$ სიდიდეს პრომილებში გამოსახავენ (იხ. ამოცანა 1, ნაწ. C) და მოცემულია შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta^{13}\text{C} = \left(\frac{\left(\frac{m(^{13}\text{C})}{m(^{12}\text{C})} \right)_{\text{ნიმუში}}}{\left(\frac{m(^{13}\text{C})}{m(^{12}\text{C})} \right)_{\text{სტანდარტი}}} - 1 \right) \times 1000 \text{ ‰}$$

2.8. გამოთვალეთ $\Delta^{13}\text{C}$ ღვინისათვის (იმავე ღვინის ბოთლი რაც 2.5 კითხვაში), თუ ნიმუშში ^{12}C იზოტოპი ნახშირბადის მთლიანი მასის 98.944927%-ს წარმოადგენს და ცნობილია, რომ:

$$\left(\frac{m(^{13}\text{C})}{m(^{12}\text{C})} \right)_{\text{სტანდარტი}} = 0.0103728$$

გამოთვლები აწარმოეთ მუმილიონედი სიზუსტით.

$$\Delta^{13}\text{C} = \left(\frac{\frac{100 - 98.944927}{98.944927}}{0.0103728} - 1 \right) \times 1000 \text{ ‰} = 28 \text{ ‰}$$

3 ქულა

ამოცანა 3. სილიციუმი და მისი ნაერთები (17 ქულა)

დავალემა	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	7	4	4	4	6	$\frac{17}{25}$	17

სილიციუმი ჟანგბადის შემდეგ დედამიწაზე ყველაზე გავრცელებული ელემენტია. ის მეტად საინტერესო ნაერთებს წარმოქმნის. მაგალითად, მისი წყალბადნაერთია სილანი, რომელიც უშუალოდ სილიციუმისა და წყალბადის ურთიერთქმედებით არ წარმოიქმნება. მის მისაღებად უნდა ჩავატაროთ ორი თანმიმდევრული რეაქცია:

- სილიციუმი უნდა მიუერთდეს A ელემენტს (ცნობილია, რომ $A_r(A) : A_r(\text{Si}) = 6 : 7$) (**I რეაქცია**);
- სილიციუმისა და A ელემენტის ნაერთი უნდა დამუშავდეს წყლით (**II რეაქცია**).

ამ რეაქციებს თან სდევს მესამე რეაქცია:

- წინა რეაქციაში აირის სახით გამოყოფილი სილანი ჰაერზე ააღდება, მისი წვის შედეგადაც წარმოიქმნება ჩვენს პლანეტაზე ყველაზე მეტად გავრცელებული ორი ოქსიდი (**III რეაქცია**).

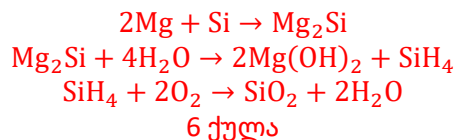
3.1. შეადგინეთ I, II და III რეაქციების გათანაბრებული ტოლობები.

დავადგინოთ, A ელემენტი:

$$\frac{A_r(A)}{28} = \frac{6}{7} \Rightarrow A_r(A) = 24$$

მაშასადამე, A ელემენტია მაგნიუმი.

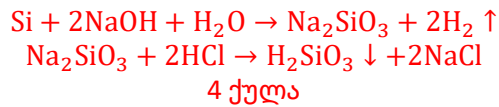
(1 ქულა)



სილიციუმი იხსნება ნატრიუმის ტუტის წყალხსნარში, რის შედეგადაც მიიღება ნატრიუმის სილიკატი – ნატრიუმის კარბონატის მსგავსი შედგენილობის ნაერთი და გამოიყოფა წყალბადი (**IV რეაქცია**).

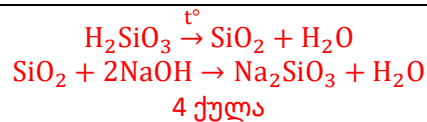
ნატრიუმის სილიკატი ყოფა-ცხოვრებაში საკანცელაროო წებოს სახით გამოიყენება. მას ხსნად მინასაც უწოდებენ. ამ ნივთიერების წყალხსნარზე მჟავას თუ დავამატებთ, გამოიყოფა ჟელესმაგვარი მასა, რომელიც წყალში უხსნად სილიციუმმჟავას წარმოადგენს (**V რეაქცია**).

3.2. შეადგინეთ IV და V რეაქციების გათანაბრებული ტოლობები.



სილიციუმმჟავა გახურებით იშლება (VI რეაქცია) და იგივე პროდუქტები გამოიყოფა, რაც III რეაქციაში. მათგან ერთ-ერთი სილიკაგელს წარმოადგენს, რომელსაც ტენის შთანთქმელად ვიყენებთ. ეს ნივთიერებაც იხსნება ტუტეში მარილისა და წყლის წარმოქმნით (VII რეაქცია)

3.3. შეადგინეთ VI და VII რეაქციის გათანაბრებული ტოლობა.

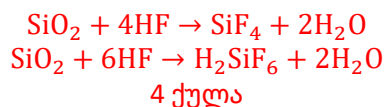


სილიკაგელი მხოლოდ ტენის შთანთქმელად არ გამოიყენება. ეს ნაერთი მინის შემადგენელ ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს.

ვინაიდან ფთორსა და სილიციუმს ერთმანეთის მიმართ მაღალი რეაქციისუნარიანობა გააჩნია, ფთორწყალბადმჟავას მინის ჭურჭელში არასდროს ინახავენ, რადგან მჟავა მინასთან შედის მიმოცვლის რეაქციაში (რეაქცია VIII).

აღსანიშნავია, რომ ეს რეაქცია სხვანაირადაც შეიძლება წარიმართოს, კერძოდ, პროდუქტად შესაძლოა მივიღოთ უქანგბადო ორფუძიანი ჰექსაფთორსილიციუმმჟავა და წყალი (რეაქცია IX).

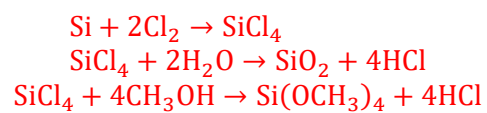
3.4. შეადგინეთ VIII და IX რეაქციების გათანაბრებული ტოლობები.



სილიციუმის ჰალოგენაერთებიდან აგრეთვე საინტერესოა სილიციუმის ტეტრაქლორიდი. მისი მიღება შესაძლებელია მარტივი ნივთიერებების შეერთების რეაქციით (რეაქცია X). ეს ნაერთი მიმოცვლის რეაქციაში (რეაქცია XI) შედის ჰაერის ტენთან შეხების დროსაც კი და სარეაქციო სისტემაში წარმოიქმნება დამახასიათებელი ღრუბელივით კვამლი. სილიციუმის ტეტრაქლორიდს იყენებენ ტეტრამეთილორთოსილიკატის მისაღებად. ეს ნაერთი კი ორგანულ სინთეზში ე. წ. დამცავი ჯგუფების შესატანად გამოიყენება. მისი მიღება შესაძლებელია სილიციუმის ტეტრაქლორიდის ურთიერთქმედებით მეთანოლთან (CH₃OH), რის შედეგადაც

სილიციუმის ნაერთში ოთხივე ქლორი და მეთანოლში ჰიდროქსილის ჯგუფის წყალბადი ოთხი მოლეკულა ქლორწყალბადის სახით წყდება (რეაქცია XII).

3.5. შეადგინეთ X, XI და XII რეაქციების გათანაბრებული ტოლობები.



6 ქულა

ამოცანა 4. ტკბილი მოლეკულები (20 ქულა)

დავალემა	4.1.	4.2.	4.3.	4.4.	4.5.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	3	6	4	3	3	$\frac{20}{19}$	20

შაქარი, რომელსაც ყოველდღიურად ვიყენებთ, რთული ორგანული მოლეკულა, სახელად საქაროზაა, რომელშიც ელემენტების მასური თანაფარდობაა: $m(C) : m(H) : m(O) = 72 : 11 : 88$.

4.1. დაადგინეთ შაქრის მოლეკულის ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ ინდექსებში ციფრებიდან მხოლოდ 1 და 2 ფიგურირებს.

დავუშვათ, შაქრის მოლეკულური ფორმულაა: $C_xH_yO_z$

$$x : y : z = \frac{m(C)}{A_r(C)} : \frac{m(H)}{A_r(H)} : \frac{m(O)}{A_r(O)} = \frac{72}{12} : \frac{11}{1} : \frac{88}{16} = 6 : 11 : 5.5 = 12 : 22 : 11$$

მაშასადამე შაქრის მოლეკულური ფორმულაა $C_{12}H_{22}O_{11}$.

3 ქულა

ამ ნივთიერებას შაქრის ქარხლიდან ან შაქრის ლერწმიდან ღებულობენ. ამისათვის დაქუცმაცებულ მცენარულ მასას ცხელ წყალში ათავსებენ, გულმოდგინედ ურევენ, მიღებულ ნარევს ფილტრავენ და ფილტრატიდან შაქარს აკრისტალებენ. წარმოების პირველადი პროდუქტი ე. წ. „შაქრის თავია“, რომლებსაც დამახასიათებელი ფორმა აქვს:



შაქრის თავი



რიო-დე-ჟანეიროში მდებარე ამ მთას „შაქრისთავა მთას“ უწოდებენ

აღრე შაქრის თავებს ნატეხებად ამტვრევდნენ და ამ სახით მოიხმარდნენ.



ძველებური შაქრის ყუთი, რომელიც ნატეხების დასაქუცმაცებელი სატეხითაა აღჭურვილი.

4.2. გამოთვალეთ შაქრის ნატეხის მასა, თუ ცნობილია, რომ ნატეხში ატომთა ჯამური რაოდენობაა $2.7 \cdot 10^{23}$, ხოლო წყალბადის 1 ატომის მასაა $1.66 \cdot 10^{-24}$ გ.

იმისათვის, რომ გავიგოთ შაქრის ნატეხის მასა, საჭიროა დავადგინოთ ნატეხში ატომთა ჯამური რაოდენობიდან რამდენი ატომია ნახშირბადის. რამდენი წყალბადის და რამდენი ჟანგბადის. შემდეგ ეს რიცხვები გავამრავლოთ მათ შესაბამის მასებზე, რომლის გამოთვლაც მარტივად შეიძლება წყალბადის ატომის მასიდან, რადგან ნახშირბადის ატომი 12-ჯერ მძიმეა, ხოლო ჟანგბადის ატომი 16-ჯერ მძიმეა წყალბადის ატომზე.

რადგან შაქრის ფორმულაა $C_{12}H_{22}O_{11}$, ატომთა რაოდენობები შემდეგი პროპორციით იქნება:

$$\begin{aligned} N(C) &= 12x; \quad N(H) = 22x; \quad N(O) = 11x \\ 12x + 22x + 11x &= 2.7 \cdot 10^{23} \\ 45x &= 2.7 \cdot 10^{23} \\ x &= \frac{2.7 \cdot 10^{23}}{45} = 0.06 \cdot 10^{23} \\ N(C) &= 12 \cdot 0.06 \cdot 10^{23} = 0.72 \cdot 10^{23} \\ N(H) &= 22 \cdot 0.06 \cdot 10^{23} = 1.32 \cdot 10^{23} \\ N(O) &= 11 \cdot 0.06 \cdot 10^{23} = 0.66 \cdot 10^{23} \end{aligned}$$

შესაბამისად, მასები:

$$\begin{aligned} m(C) &= 12m(H) \cdot N(C) = 12 \cdot 1.66 \cdot 10^{-24} \cdot 0.72 \cdot 10^{23} \approx 1.434 \text{ გ} \\ m(H) &= m(H) \cdot N(H) = 1.66 \cdot 10^{-24} \cdot 1.32 \cdot 10^{23} \approx 0.219 \text{ გ} \\ m(O) &= 16m(H) \cdot N(O) = 16 \cdot 1.66 \cdot 10^{-24} \cdot 0.66 \cdot 10^{23} \approx 1.753 \text{ გ} \end{aligned}$$

შაქრის ნატეხის მასა:

$$m(\text{ნატეხი}) = 1.434 + 0.219 + 1.753 = 3.406 \text{ გ}$$

6 ქულა

4.3. შაქრის ნატეხი უმცირეს ნაწილაკებამდე ისე დააქუცმაცეს, რომ თითოეულ მიღებულ ნაწილაკს შენარჩუნებული ჰქონოდა შაქრის ყველა ქიმიური თვისება. გამოთვალეთ, მაქსიმუმ რამდენი ასეთი უმცირესი ნაწილაკის მიღება შეიძლება 5 გ მასის მქონე შაქრის ნატეხიდან.

საუბარია შაქრის მოლეკულებამდე დაქუცმაცებაზე, რადგან თითოეულ მოლეკულას შაქრის ქიმიური თვისება შენარჩუნებული აქვს.

წინა დავალებაში მოცემული ინფორმაციის საშუალებით, ვიცით, რა მასა აქვს ნახშირბადის, წყალბადის და ჟანგბადის ატომს. შესაბამისად, შეგვიძლია გავიგოთ, შაქრის ერთი მოლეკულის მასა:

$$m(C_{12}H_{22}O_{11}) = 12m(C) + 22m(H) + 11m(O) = 12 \cdot 12m(H) + 22 \cdot m(H) + 11 \cdot 16m(H) \\ = 342m(H) = 342 \cdot 1.66 \cdot 10^{-24} = 567.72 \cdot 10^{-24}$$

შესაბამისად 5 გრამი მასის მქონე შაქრის ნატეხში იქნება:

$$N(C_{12}H_{22}O_{11}) = \frac{5}{567.72 \cdot 10^{-24}} = 8.807 \cdot 10^{21}$$

შაქრის მოლეკულა.

4 ქულა

შაქრის გარდა, ტკბილი გემო სხვა არაერთ ნივთიერებას აქვს. ტკბილი გემო შეიგრძნობა, როდესაც მოლეკულა სიტკბოს რეცეპტორებს უკავშირდება, რომლებიც ენის უჯრედების ზედაპირზეა მოთავსებული. რაც უფრო ძლიერია კავშირი ნივთიერებასა და რეცეპტორებს შორის, მით უფრო ნაკლები კონცენტრაციის ნაერთია საჭირო იმისათვის, რომ გემოს რეცეპტორი გაჯერდეს და სიტკბო შევიგრძნოთ. შესაბამისად, არსებობს პარამეტრი, რომელიც ნივთიერების სიტკბოს რაოდენობრივად ახასიათებს და მას ფარდობითი სიტკბო ეწოდება. მიღებულია, რომ საქაროზას ფარდობითი სიტკბო 1-ის ტოლია. დანარჩენ ნივთიერებებს საქაროზას ადარებენ: მაგალითად, ცნობილი ხელოვნური დამატკბობლის - საქარინის ფარდობითი სიტკბო 300-ის ტოლია, რაც იმას ნიშნავს, რომ საქაროზას მსგავსი ტკბილი გემო მასზე 300-ჯერ უფრო ნაკლები მასის საქარინს აქვს.

ასპარტამი ცნობილი ორგანული ნივთიერებაა, რომელსაც უშაქრო გამაგრილებელ სასმელებში ხელოვნურ დამატკბობლად იყენებენ. იგი ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადის გარდა შეიცავს X ელემენტს, რომელიც მარტივი ნივთიერების სახით ჰაერის ძირითადი კომპონენტია.

4.4. დაადგინეთ ამ ნაერთის ემპირიული ფორმულა, თუ მოცემულია ელემენტთა მასური წილები: $\omega(C)\% = 57.13\%$; $\omega(H)\% = 6.16\%$; $\omega(O)\% = 27.18\%$; $\omega(X)\% = 9.52\%$.

ჰაერის ძირითადი კომპონენტი მარტივი ნივთიერებებიდან არის აზოტი.

დავუშვათ ნაერთის ემპირიული ფორმულაა $C_xH_yO_zN_t$.

$$x:y:z:t = \frac{57.13}{12} : \frac{6.16}{1} : \frac{27.18}{16} : \frac{9.52}{14} \approx 4.761 : 6.36 : 1.699 : 0.68 = 7 : 9 : 2.5 : 1 = 14 : 18 : 5 : 2$$

ამ ნაერთის ემპირიული ფორმულაა $C_{14}H_{18}O_5N_2$

3 ქულა

4.5. 1.8 გ შაქარი გახსნეს 600 მლ წყალში, ხოლო 0.001 გ ასპარტამი – 50 მლ წყალში. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ამ ორ ხსნარს ერთნაირი სიტკბო ახასიათებს. გამოთვალეთ ასპარტამის ფარდობითი სიტკბო მასური კონცენტრაციის (იხ. ამოცანა 1, ნაწ. A) მიხედვით.

გამოთვალეთ ორივე ხსნარის მასური კონცენტრაცია:

$$\gamma_1 = \frac{1.8}{0.6} = 3 \text{ გ/ლ}$$

$$\gamma_2 = \frac{0.001}{0.05} = 0.02 \text{ გ/ლ}$$

მაშასადამე, ასპარტამის ფარდობითი სიტკბო შაქართან მიმართ არის:

$$\frac{3}{0.02} = 150$$

3 ქულა

ამოცანა 5. ფრეონები და ოზონი (18 ქულა)

დავალება	5.1.	5.2.	5.3.	სირთულის კოეფიციენტი	ჯამური ქულა
ნედლი ქულა	5	5	4	$\frac{18}{14}$	18

ქიმიკოსები ჯერ კიდევ 1930 წლიდან იკვლევდნენ იმ ქიმიურ რეაქციებს, რომლებიც მონაწილეობენ ოზონის შრის წარმოქმნასა და დაშლაში. თუმცა მხოლოდ 1970 წლიდან გაჩნდა მოსაზრება, რომ ოზონის შრის რღვევაში ადამიანებსაც შეიძლება ჰქონდეთ წვლილი შეტანილი. დადასტურებულია, რომ ქლოროფთორნახშირ(წყალ)ბადებს, რომლებსაც ფრეონების სახელით ვიცნობთ, დამანგრეველი ზემოქმედება აქვთ ოზონის შრეზე. ფრეონები, მათი დაბალი რეაქციის უნარიანობის გამო, ფართოდ გამოიყენება სამაცივრე ტექნიკასა და ძრავებში (გამაცივებელი ნარევის შექმნისთვის), გამხსნელებად და აეროზოლებად.

ფრეონების ბევრი სახე არსებობს, ამიტომაც შემოღებულია მათი დანომვრის სისტემა, რასაც ინდუსტრიაში და ყოფა-ცხოვრებაში იყენებენ. ფრეონები აუცილებლად შეიცავს ნახშირბადის და ფთორის ატომებს (იშვიათი გამონაკლისის გარდა), ხშირად შეიცავს წყალბადს, ქლორს და ზოგჯერ ბრომსაც. ამ ამოცანაში მხოლოდ მეთანის (CH₄) ნაწარმებს განვიხილავთ. ფრეონებს აქვთ პრეფიქსი "R-" (ინგლ. სიტყვა Refrigerant), რასაც მოსდევს სამი ციფრი (მაგ., R-022):

$$R - (a - 1)(b + 1)(c)$$

a – მოლეკულაში ნახშირბადის ატომების რაოდენობა; b – წყალბადის ატომების რაოდენობა; c – ფთორის ატომების რაოდენობა.

შესაბამისად, ფრეონს R-022 აქვს შემდეგი ფორმულა: CHF₂Cl – ანუ 1 ნახშირბადის ატომი, რადგან a-1=0 ანუ a=1; ერთი წყალბადის ატომი, რადგან b+1=2 ანუ b=1; ორი ფთორის ატომი, რადგან c=2; ნახშირბადის დარჩენილი კავშირი, ამ შემთხვევაში ერთი ბმა, ივსება ქლორის ატომით.

5.1. შეადგინეთ შემდეგი ფრეონების ფორმულები: R-011; R-032; R-013; R-023; R-012B1. გაითვალისწინეთ, რომ თუ მესამე ციფრის შემდეგ მოდის სიმბოლო B, ეს ნიშნავს, რომ ქლორის ატომები ჩანაცვლებულია იმდენი ბრომის ატომით, რა ციფრიც B-ს მოსდევს.

CCl₃F; CH₂F₂ ; CClF₃;CHF₃ ; CBrClF₂ ;

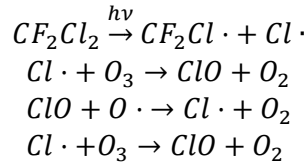
5 ქულა

5.2. ზემოთ მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე დანომრეთ შემდეგი ფრეონები: CClF₃; CHFCl₂; CH₂FCl; CCl₂F₂; CBrF₃.

R-013 ; R-021 ; R-031 ; R-012 ; R-013B1

5 ქულა

ოზონის შრე განლაგებულია სტრატოსფეროში და წარმოადგენს „ფარს“, რომელიც გვიცავს ულტრაიისფერი სხივების მაღალი დოზისაგან. უკვე რამდენიმე ათწლეულია ოზონის შრის შეთხელება გლობალურ პრობლემას წარმოადგენს. განსაკუთრებით კრიტიკულია ე. წ. ანტარქტიკული ოზონის ხვრელი, რომელიც პირველად 1985 წელს დაფიქსირდა. აღნიშნული ხვრელის გაჩენას ხელს უწყობს მრავალი ბუნებრივი და ანთროპოგენული ფაქტორი. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ფრეონები მონაწილეობენ ოზონის შრის რღვევაში. კერძოდ, გარემოში მოხვედრილი ფრეონი მზის სხივების მოქმედების შედეგად იშლებიან რადიკალებად, ისინი კი ოზონის მოლეკულებს შლიან. ეს პროცესი დიქლორდიფთორმეთანის მაგალითზე ასე გამოისახება:



2017-2018 შუალედში ანტარქტიკული ოზონის ხვრელის ფართობი 17 მლნ კმ²-დან 23 მლნ კმ²-მდე შეიცვალა. წარმოიდგინეთ, რომ ამ წლის განმავლობაში მხოლოდ ზემოთაღნიშნული პროცესი მიმდინარეობდა. ჩათვალეთ, რომ 5.4 კგ CF₂Cl₂ დაახლოებით 1000 ლ ოზონს ანადგურებს. გაითვალისწინეთ, რომ ოზონის შრის სისქე 3 მმ-ს შეადგენს და მისი მოცულობის 90% ოზონია.

5.3. დიქლორდიფთორმეთანის რამდენი ბალონი შიგთავსი უნდა გაიფრქვეს ჰაერში ამ ცვლილების გამოსაწვევად, თუ ჩათვლით, რომ ერთი ბალონი 500 გ აღნიშნულ ფრეონს შეიცავს.

გამოვითვალოთ რა მოცულობით გაიზარდა ოზონის ხვრელი:

$$S = 23\,000\,000 - 17\,000\,000 = 6\,000\,000 \text{ კმ}^2$$

$$V = 6\,000\,000 \times 0.000003 = 18 \text{ კმ}^3$$

$$18 \text{ კმ}^3 = 18 \times 10^{12} \text{ ლ}$$

გამოვითვალოთ დაშლილი ოზონის მოცულობა, თუ ის შრის 90%-ს შეადგენს:

$$100\% \text{ ————— } 18 \times 10^{12} \text{ ლ}$$

$$90\% \text{ ————— } x \text{ ლ,}$$

$$\text{საიდანაც } x = \frac{90 \times 18 \times 10^{12}}{100} = 16.2 \times 10^{12} \text{ ლ}$$

გამოვითვალოთ თუ რა მასის CF₂Cl₂ არის საჭირო 16.2 × 10¹² ოზონის დასაშლელად:

$$1000 \text{ ლ ————— } 5.4 \text{ კგ}$$

$$16.2 \times 10^{12} \text{ ლ ————— } y \text{ კგ}$$

$$\text{საიდანაც } y = \frac{5.4 \times 16.2 \times 10^{12}}{1000} = 8.7 \times 10^{10} \text{ კგ}$$

გამოვითვალოთ რამდენი ბალონი შეიცავს 8.7 × 10¹⁰ კგ CF₂Cl₂-ს. ბალონების რაოდენობა აღვნიშნოთ z ასოთი.

$$8.7 \times 10^{10} \text{ კგ} = 8.7 \times 10^{13} \text{ გ.}$$

$$z = \frac{8.7 \times 10^{13}}{500} = 1.74 \times 10^{11} \text{ ბალონი}$$

4 ქულა