

მოსწავლეთა რესპუბლიკური მე-4 ოლიმპიადა "ზურგჩანთა"



ფინალური ტური

XI კლასი

3 მაისი, 2025

ორგანიზატორები:



მხარღამჭერები:



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);
პირველ გვერდზე აუცილებლად დააწერეთ თქვენი სახელი და გვარი;
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	VII B	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 ზოფორი 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 საილვენი 63.55	³⁰ Zn ცინკი 65.38	³¹ Ga გალიუმი 69.72	³² Ge გერმანიუმი 72.63	³³ As არსენი 74.92	³⁴ Se სელენი 78.97	³⁵ Br ბრომი 79.90	³⁶ Kr კრიპტონი 83.80	
5	³⁷ Rb რუბიდიუმი 85.48	³⁸ Sr სტრონციუმი 87.62	³⁹ Y იტრიუმი 88.91	⁴⁰ Zr ზირკონიუმი 91.22	⁴¹ Nb ნიობიუმი 92.91	⁴² Mo მოლიბდენი 95.95	⁴³ Tc ტექნეტიუმი 97.91	⁴⁴ Ru რუთენიუმი 101.07	⁴⁵ Rh როდუმი 102.91	⁴⁶ Pd პალადიუმი 106.42	⁴⁷ Ag ვერცხვი 107.87	⁴⁸ Cd კადმიუმი 112.41	⁴⁹ In ინდიუმი 114.82	⁵⁰ Sn პლუმი 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 ტანგსტი 180.95	⁷⁴ W ვოლფრამი 183.84	⁷⁵ Re რენიუმი 186.21	⁷⁶ Os ოსმიუმი 190.23	⁷⁷ Ir ირიდიუმი 192.22	⁷⁸ Pt პლტინა 195.08	⁷⁹ Au ოქრო 196.97	⁸⁰ Hg ვერცხვისწყალი 200.59	⁸¹ Tl თალიუმი 204.38	⁸² Pb ბიზმუტი 207.2	⁸³ Bi ბისმუტი 208.98	⁸⁴ Po პოლონიუმი 208.98	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 რეზერფორდიუმი 267.12	¹⁰⁵ Db დუბნიუმი 270.13	¹⁰⁶ Sg სიგზგუმი 269.13	¹⁰⁷ Bh ბოჰრიუმი 270.13	¹⁰⁸ Hs ჰასიუმი 269.13	¹⁰⁹ Mt მიტანედიუმი 278.16	¹¹⁰ Ds დავზგათიუმი 281.17	¹¹¹ Rg რგბედიუმი 281.17	¹¹² Cn კოპერნიციუმი 285.18	¹¹³ Nh ნიჰოიუმი 286.18	¹¹⁴ Fl ფლევოვიუმი 289.19	¹¹⁵ Mc მოცკოვიუმი 289.20	¹¹⁶ Lv ლუვენიუმი 293.20	¹¹⁷ Ts ტანესინი 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 ნეოდიმი 144.24	61 Pm პრომიტიუმი 144.91	62 Sm სამარიუმი 150.36	63 Eu ევროპიუმი 151.96	64 Gd გადოლინიუმი 157.25	65 Tb ტერბიუმი 158.93	66 Dy დისპროზიუმი 162.50	67 Ho ჰოლიმიუმი 164.93	68 Er ერბიუმი 167.26	69 Tm თულუმი 168.93	70 Yb იტერბიუმი 173.05	71 Lu ლუთეციუმი 175.0		
აქტინოიდები			89 Ac აქტინიუმი 227.03	90 Th თორიუმი 232.04	91 Pa პროტაქტინიუმი 231.04	92 U ურანი 238.03	93 Np ნეპტუნიუმი 237.05	94 Pu პლუტონიუმი 244.06	95 Am ამერიციუმი 243.06	96 Cm კურნიუმი 247.07	97 Bk ბერკელიუმი 247.07	98 Cf კალეფორნიუმი 251.08	99 Es აინსტაინიუმი 252.08	100 Fm ფერმიუმი 257.10	101 Md მენდელევიუმი 258.10	102 No ნოვაკოვიუმი 259.10	103 Lr ლორენსიუმი 262		



საქართველოს პროფესიონალ
ქიმიკოსთა ასოციაცია



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

მარილების, მჟავებისა 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
F^-	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	უ	უ	მხ	მხ	ხ	უ	მხ	ხ	მხ
Cl^-	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	ხს	ხს	ხს
Br^-	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	მხ	ხს	ხს	ხს
I^-	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	უ	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
CH_3COO^-	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	–	–

მეტალთა დაბვის ელექტროქიმიური მწკრივი

Li K Ba Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H_2) Cu Ag Hg Pt Au

ამოცანა 1. თხამ ვენახი შეჭამა (20%)

დავალემა	1.1	1.2	ჯამი
ქულა	8	14	22

ხალხურ ლექსში “თხა და ვენახი” ჩათვალეთ, რომ პერსონაჟები (მაგ: თხა, თოფი, მიწა, კატა) ქიმიური ნივთიერებებია, “შეჭმა” კი მათ შორის მიმდინარე ქიმიურ რეაქციებს ასახავს.

თხამ – ვენახი,
მგელმა – თხა,
თოფმა – მგელი
ქანგმა – თოფი,
მიწამ – ქანგი,
თაგვმა – მიწა,
კატამ – თაგვი.

1.1. დაადგინეთ, რომელი ქიმიური ნივთიერება შეესაბამება თითოეულ პერსონაჟს:

ვენახი	თხა	მგელი	თოფი	ქანგი	მიწა	თაგვი	კატა
C_2H_4	Cl_2	P	HNO_3	Na_2O	SiO_2	C	S

1.2. დაწერეთ ლექსის ტექსტის მიხედვით მათ შორის მიმდინარე ქიმიურ რეაქციათა ტოლობები.

თხამ ვენახი:	$Cl_2 + C_2H_4 \rightarrow C_2H_4 Cl_2$
მგელმა თხა:	$2P + 5Cl_2 \rightarrow 2PCl_5$
თოფმა მგელი:	$5HNO_3 + P \rightarrow H_3PO_4 + 5NO_2 + H_2O$
ქანგმა თოფი:	$Na_2O + 2HNO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + H_2O$
მიწამ ქანგი:	$SiO_2 + Na_2O \rightarrow Na_2SiO_3$
თაგვმა მიწა:	$2C + SiO_2 \rightarrow Si + 2CO$
კატამ თაგვი:	$C + 2S \rightarrow CS_2$

შეფასება:

ნივთიერებები: $1 \times 8 = 8$ ქულა

რეაქციები: $2 \times 7 = 14$ ქულა

სულ: $8 + 14 = 22$ ქულა

ცნობილია, რომ:

- პირველი რეაქცია შეერთებისა;
- ცხოველები მარტივი ნივთიერებები – არამეტალებია. ამათგან მხოლოდ ერთია აირი;
- დანარჩენი რთული ნივთიერებებია;
- არცერთი მათგანი არ არის ჟანგბადი, წყალბადი ან წყალი;
- “ქანგი” ნამდვილად ოქსიდია;
- “მიწა” ნამდვილად დედამიწის ქერქის შემადგენელი ნაწილია;

7. ბოლო რეაქციის პროდუქტი სითხეა, რომლის შემადგენელი ელემენტების ფარდობითი ატომური მასების თანაფარდობაა $A_r(\text{თავი}) : A_r(\text{კატა}) = 3 : 8$, ხოლო ნაერთში ელემენტების მასების თანაფარდობაა $m(\text{თავი}) : m(\text{კატა}) = 3 : 16$.

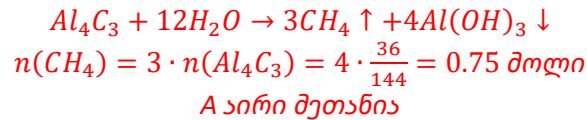
ამოცანა 2. სინთეზირი (20%)

დავალება	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	ჯამი
ქულა	3	3	2	3	4	2	6	2	25

36 გ ალუმინის კარბიდის (Al_4C_3) ჰიდროლიზით მიიღეს **A** აირი.

2.1. დაწერეთ ამ დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციის ტოლობა და დაადგინეთ მიღებული აირის შედგენილობა და რაოდენობა (მოლებში):

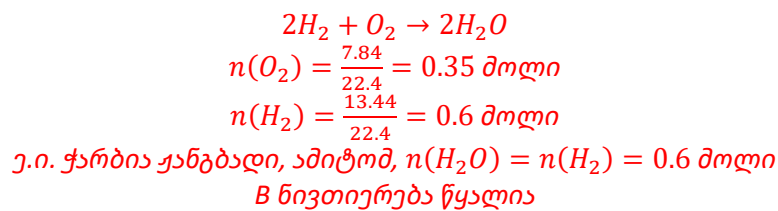
3 ქულა



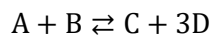
ერთმანეთს შეურიეს 7.84 ლ ჟანგბადი და 13.44 ლ წყალბადი (ნ.პ.). ნარევი ააფეთქეს და დაიყვანეს საწყის ტემპერატურაზე. კონდენსირდა **B** ნივთიერება.

2.2. დაწერეთ ამ დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციის ტოლობა და დაადგინეთ **B** ნივთიერების შედგენილობა და რაოდენობა (მოლებში):

3 ქულა



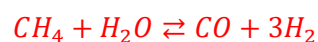
A და **B** ნივთიერებების ურთიერთქმედებას კონვერსიის რეაქციას უწოდებენ და მას დიდი საყოფაცხოვრებო მნიშვნელობა აქვს. 1000 °C ტემპერატურაზე ერთმანეთს შეურიეს მიღებული **A** და **B** ნივთიერება (სრული რაოდენობებით), გარკვეული დროის შემდეგ დამყარდა ქიმიური წონასწორობა (**დრო წონასწორობამდე - 0.2 წუთი**):



ცნობილია, რომ **C** ნივთიერება ბინარული ნაერთია, რომელშიც ელემენტთა მოლური თანაფარდობაა 1:1, ხოლო **D** ნაერთი ორატომიან მარტივ ნივთიერებას წარმოადგენს.

2.3. დაწერეთ კონვერსიის ამსახველი რეაქციის ტოლობა:

2 ქულა



ცხრილში მოცემულია ქიმიური წონასწორობის დამყარების მომენტში A ნივთიერების კონცენტრაცია მოცულობის ერთეულში, მოლი/ლ (ჩათვალეთ, რომ სისტემის მთლიანი მოცულობა 1 ლიტრია):

A	B	C	D
0.5	?	?	?

2.4. დაადგინეთ B, C და D ნივთიერებათა წონასწორობის კონცენტრაციები და შეავსეთ ცხრილის ცარიელი უჯრები:

A	B	C	D
0.5	0.35	0.25	0.75

2.5. დაადგინეთ, როგორ შეიცვლება პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე რეაქციის დაწყებიდან (რეაქციის საწყისი სიჩქარე) წონასწორობის დამყარებამდე (რეაქციის სიჩქარე წონასწორობის მომენტში):

4 ქულა

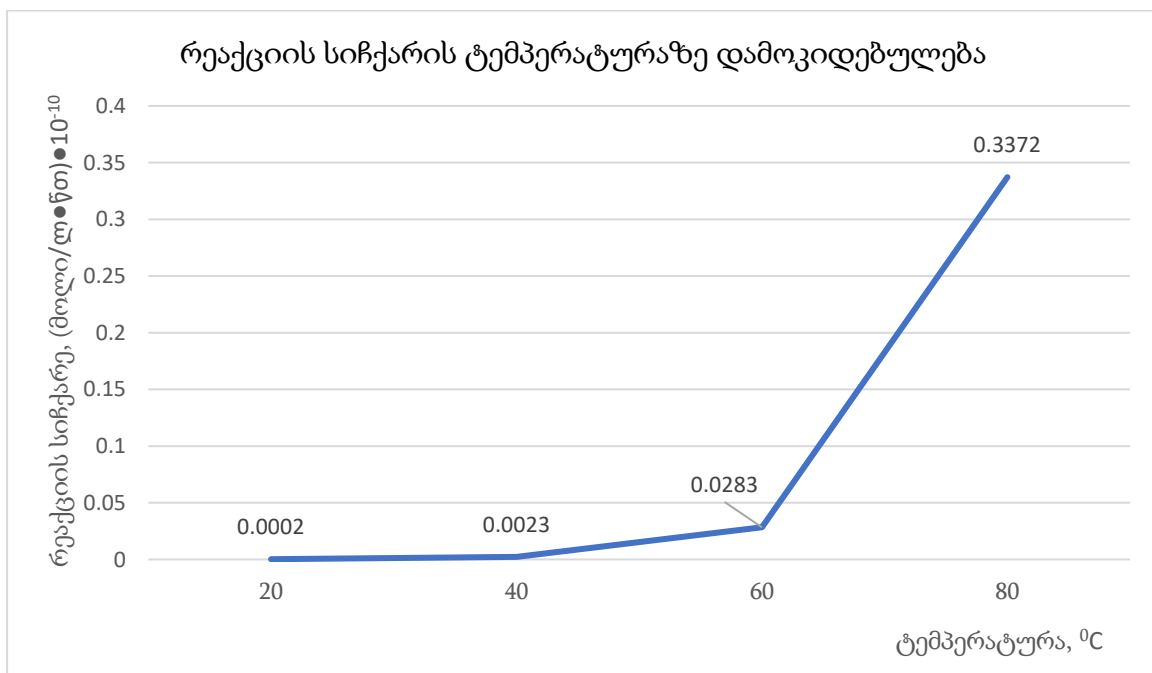
$$V_1 = k[CH_4]_{\text{საწყისი}} \cdot [H_2O]_{\text{საწყისი}} = 0.75 \cdot 0.6 \cdot k = 0.45k$$

$$V_2 = k[CH_4]_{\text{წონასწორობის}} \cdot [H_2O]_{\text{წონასწორობის}} = 0.5 \cdot 0.35 \cdot k = 0.175k$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{0.45k}{0.175k} = 2.57$$

რეაქციის სიჩქარე შემცირდება 2.57-ჯერ

დააკვირდით გრაფიკს, რომელზეც ნაჩვენებია კონვერსიული პროცესის საშუალო სიჩქარის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება:



2.6. დაადგინეთ რეაქციის სიჩქარის ტემპერატურული კოეფიციენტი:

2 ქულა

$$\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

გრაფიკის მიხედვით, როცა $t_2 = 80^\circ\text{C}$, $V_{t_2} = 0.3372 \cdot 10^{-10}$ მოლი/ლ·წთ

როცა $t_1 = 60^\circ\text{C}$, $V_{t_1} = 0.0283 \cdot 10^{-10}$ მოლი/ლ·წთ

შევიტანოთ ეს მონაცემები განტოლებაში: $\frac{0.3372 \cdot 10^{-10}}{0.0283 \cdot 10^{-10}} = \gamma^2 \rightarrow \gamma = 3.45$

კონვერსიული პროცესი იგივე რაოდენობის მორეაგირე ნივთიერებებით ცალ-ცალკე ჩაატარეს ორ განსხვავებულ პირობებში, პირველ შემთხვევაში 2 ატმ წნევასა და 1000°C ტემპერატურაზე:

A აირის წონასწორული კონცენტრაცია ამ პირობებში $C(A) = 0.006$ მოლი/ლ

დრო წონასწორობამდე (საწყის პირობებში) - 0.2 წთ

დრო წონასწორობამდე წნევის ცვლილების შემდეგ - 0.125 წთ

2.7. დაადგინეთ, როგორ შეიცვლება პირდაპირი რეაქციის საშუალო სიჩქარე 2 ატმ წნევასა და 1000°C ტემპერატურაზე ჩატარებისას საწყის პირობებთან შედარებით:

6 ქულა

$$V_{2 \text{ ატმ წნევაზე}} = \frac{nRT}{P} = 1.6 \cdot 0.082 \cdot 1273 : 2 = 83.5 \text{ ლ}$$

$$C(\text{CH}_4) = \frac{n}{V} = \frac{1}{83.5} = 0.012 \text{ მოლი/ლ}$$

$$C(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n}{V} = \frac{0.6}{83.5} = 0.0072 \text{ მოლი/ლ}$$

$$V_{\text{საწყისი}} = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{0.25}{0.2} = 1.25 \text{ მოლი/ლ·წთ}$$

$$V_2 = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{0.006}{0.125} = 0.048 \text{ მოლი/ლ·წთ}$$

$$\frac{V_{\text{საწყისი}}}{V_{2 \text{ ატმ}}} = \frac{1.25}{0.048} \approx 26$$

რეაქციის სიჩქარე შემცირდება 26-ჯერ

2.8. მეორე შემთხვევაში, იგივე რაოდენობის ნივთიერებებით სინთეზი 950°C ტემპერატურაზე ჩატარეს. გამოთვალეთ ამ პირობებში მიმდინარე პირდაპირი რეაქციის საშუალო სიჩქარე:

2 ქულა

$$V_{\text{საწყისო}} = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{0.25}{0.2} = 1.25 \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წთ}$$
$$\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$
$$V_{t_2} = 3.45^{-5} \cdot 1.25 = 2.53 \cdot 10^{-3} \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წთ}$$

ამოცანა 3. ნიტინოლი – გონიერი შენადნობი (20%)

დავალება	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	ჯამი
ქულა	1	2	2	7	5	4	3	24

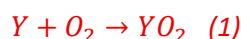
1959 წელს ამერიკელმა მეცნიერმა, უილიამ ბიულერმა სრულიად შემთხვევით აღმოაჩინა შენადნობი, რომელსაც ფორმის დამახსოვრებისა და სუპერელასტიკური თვისებები გააჩნდა. კერძოდ, თუ ამ შენადნობის რაიმე სახის ნაშაღს გავაცხელებთ და ფორმას შევუცვლით, გაცივების შემდეგ იგი კვლავ პირვანდელ ფორმას იბრუნებს. გარდა ამისა, შენადნობი ძლიერ კოროზიამდეგია. ამ და სხვა თვისებების გამო იგი აქტიურად გამოიყენება რობოტების, გულის სტენდების, ქირურგიული აპარატურის წარმოებაში, საჰაერო ინჟინერიაში და ნიტინოლის სახელით არის ცნობილი.

ნიტინოლი წარმოადგენს ორი **X** და **Y** მეტალის შენადნობს. ამასთან, **X** მეტალი ორვალენტია, ხოლო **Y** მეტალი - ოთხვალენტია.

ნიტინოლის კოროზიამდეგობას **Y** მეტალის ჰაერთან ურთიერთქმედებით მიღებული ოქსიდი განაპირობებს, რომელიც აფერხებს შენადნობის შემდგომ ჟანგვას.

3.1. დაწერეთ ამ დროს მიმდინარე რეაქციის ამსახველი ზოგადი ტოლობა:

1 ქულა



სამედიცინო თვალსაზრისით საინტერესოა ის ფაქტი, რომ შენადნობი ქიმიურად მდგრადია სისხლის pH-ზე (ზოგადად, ნეიტრალურ და ტუტე გარემოში), მაშინ როცა იგი სრულად იხსნება განზავებულ და კონცენტრირებულ მჟავებში. აქედან გამომდინარე, ნიტინოლის გამოყენება კუჭის კედლის იმპლანტად შეუძლებელია.

3.2. გაითვალისწინეთ, რომ კუჭის წვენის ძირითადი კომპონენტი მარილმჟავაა და დაწერეთ ნიტინოლსა და კუჭის წვენს შორის მიმდინარე რეაქციათა ზოგადი ტოლობები:

2 ქულა



თუ 10.7 გ ნიტინოლის ($M = 53.5 \frac{g}{mol}$) ნიმუშს ჟარბ სპილენძ(II)-ის სულფატის ხსნარში დავაყოვნებთ, მას შემდეგ, რაც ნიტინოლი სრულად გაიხსნება, ხსნარის მასა 8.5 გრამით შემცირდება.

3.3. დაწერეთ ნიტინოლსა და სპილენძ(II)-ის ქლორიდის ხსნარს შორის მიმდინარე ქიმიურ რეაქციათა ზოგადი ტოლობები:

2 ქულა



3.4. დაადგინეთ ნიტინოლის შედგენილობა და შენადნობში მეტალთა მოლური თანაფარდობა:

7 ქულა

$$\text{შენადნობში მეტალთა ატომების რაოდენობა } n = \frac{m}{M} = \frac{10.7}{53.5} = 0.2 \text{ მოლი}$$

ამოცანის პირობიდან გამომდინარე, ხსნარის მასის ცვლილება

$$-\Delta m_{\text{ხსნ}} = m_{\text{ნიტინოლი}} - m(\text{Cu}) \rightarrow m(\text{Cu}) = 8.5 + 10.7 = 19.2 \text{ გ}$$

$$n(\text{Cu}) = \frac{19.2}{64} = 0.3 \text{ მოლი}$$

დავუშვათ, 10.7 გ ნიტინოლი შეიცავს x მოლ E მეტალსა და y მოლ F მეტალს.

მაშინ, მე-4 და მე-5 რეაქციების შედეგად წარმოქმნილი სპილენძის რაოდენობები იქნება, შესაბამისად, x მოლი და $2y$ მოლი.

აქედან გამომდინარე, სწორი იქნება ტოლობა:

$$\{x + y = 0.2 \quad x + 2y = 0.3 \rightarrow \{x = 0.1 \quad y = 0.1$$

შენადნობში მეტალთა რაოდენობრივი თანაფარდობაა 1:1

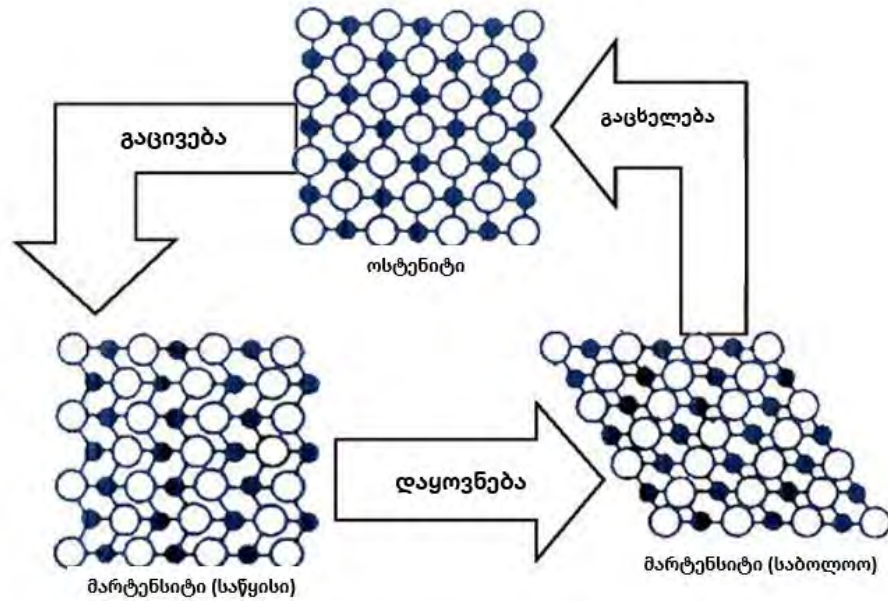
$$\text{ე.ი. } \frac{M(E) + M(F)}{2} = \underline{M} \rightarrow M(E) + M(F) = 2 \cdot \underline{M} = 107 \text{ გ/მოლი}$$

მე-4 პერიოდის ელემენტებიდან ამ პირობას მხოლოდ ორის - ნიკელისა და ტიტანის წყვილი ამაყოფილებს. ე.ი. ნიტინოლი შეიცავს ნიკელსა და ტიტანს.

ფორმის მახსოვრობის ეფექტი

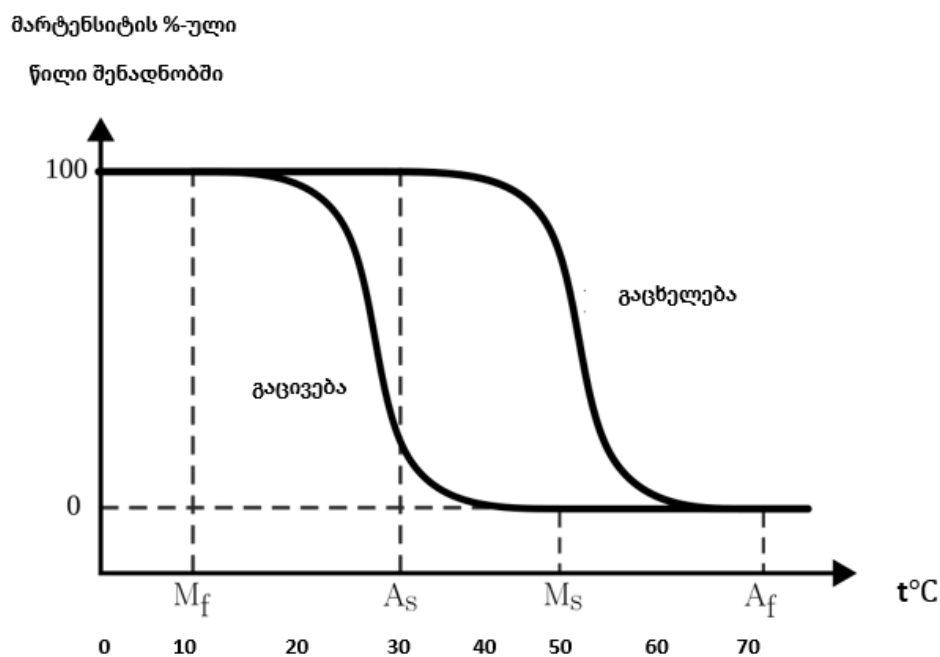
როგორც ზემოთ ითქვა, ნიტინოლს ახასიათებს ე.წ. ფორმის მახსოვრობის ეფექტი - ტემპერატურის ცვლილებისას ფორმის შეცვლა (გაცხელება), საწყის ტემპერატურაზე დაბრუნებისას კი პირვანდელი ფორმის აღდგენა. ამ თვისების გამო მას „გონიერ შენადნობსაც“ უწოდებენ.

ეს თვისება განპირობებულია ორ მეტალურ კრისტალურ სტრუქტურათა - ოსტენიტისა და მარტენსიტის ურთიერთგარდაქმნით ტემპერატურის ცვლილების გავლენით.



გრაფიკზე ნაჩვენებია ამ პროცესის, კერძოდ, კრისტალში მარტენსიტის პროცენტული წილის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება, სადაც:

- M_f ტემპერატურაა, რომელზეც ოსტენიტი მთლიანადაა გარდაქმნილი მარტენსიტად;
- M_s ტემპერატურაა, რომელზეც - ოსტენიტი → მარტენსიტი - გარდაქმნა იწყება;
- A_f ტემპერატურაა, რომელზეც მარტენსიტი მთლიანადაა გარდაქმნილი ოსტენიტად;
- A_s ტემპერატურაა, რომელზეც - მარტენსიტი → ოსტენიტი - გარდაქმნა იწყება;



3.5. გრაფიკის მიხედვით განსაზღვრეთ, ჭეშმარიტია, თუ მცდარია ქვემოთ მოცემული დებულებები. ცხრილის შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი X.

5 ქულა

#	დებულება	ჭეშმარიტია	მცდარია
1.	მარტენსიტის წარმოქმნის საწყისი ტემპერატურა აღემატება ოსტენიტის წარმოქმნის საწყის ტემპერატურას.	X	
2.	-ოსტენიტი → მარტენსიტი- გარდაქმნისას ენერგია შთაინთქმება.		X
3.	ოსტენიტის წარმოქმნის საწყისი ტემპერატურა აღემატება მარტენსიტის წარმოქმნის საწყის ტემპერატურას.		X
4.	ოსტენიტის წარმოქმნა ენდოთერმული პროცესია	X	
5.	ნიტინოლის გულის სტენტის ტარებისას შენადნობის ფორმის ცვლილებაზე ადამიანის ენერგია იხარჯება (იგულისხმება კრისტალურ სტრუქტურათა ციკლური გარდაქმნის ჯამური ენერგეტიკული ეფექტი).		X

3.6. დაადგინეთ და ცხრილის შესაბამის უჯრებში ჩაწერეთ ტემპერატურები, რომლებზეც:

4 ქულა

ა) კრისტალში ოსტენიტის პროცენტული შემცველობა მაქსიმალურია	>70°C
ბ) კრისტალში ოსტენიტის პროცენტული შემცველობა მინიმალურია	<30°C
გ) კრისტალში მარტენსიტის პროცენტული შემცველობა მაქსიმალურია	<10°C
დ) კრისტალში მარტენსიტის პროცენტული შემცველობა მინიმალურია	>50°C

3.7. გამოთვალეთ საწყისი ნიმუშის (10.7 გ ნიტინოლი) ოსტენიტად გარდაქმნის ენერგეტიკული ეფექტი, თუ ცნობილია, რომ ნიტინოლის კუთრი სითბოტევადობაა 0.46 ჯ/გ·K

3 ქულა

$$Q = mc\Delta T$$

გრაფიკიდან ჩანს, რომ ოსტენიტად გარდაქმნისას ენერგია შთაინთქმება,

$$\text{ხოლო } \Delta T = 70 - 30 = 40^\circ\text{C}$$

$$Q = 10.7 \cdot 0.46 \cdot -40 = -196.88 \text{ ჯ}$$

ამოცანა 4. შენადნობის ანალიზი (20%)

დავალება	4.1	4.2	4.3	4.4	ჯამი
ქულა	6	3	3	8	20

X და Y მეტალებით მიიღეს ორი განსხვავებული შედგენილობის შენადნობი:

A შენადნობი შეიცავს 36% X მეტალს და 64% Y მეტალს;

B შენადნობი შეიცავს 64% X მეტალს და 36% Y მეტალს;

ანალიზისათვის აიღეს თითოეული შენადნობის 7.5 გ მასის ნიმუში. თითოეული დაამუშავეს ჭარბი მარილმჟავით. A შენადნობის გამოყენებისას გამოიყო 7.84 ლ წყალბადი (ნ. პ.), ხოლო B შენადნობის შემთხვევაში - 8.4672 ლ წყალბადი (ნ. პ.).

4.1. დაადგინეთ, რომელი მეტალებია X და Y.

6 ქულა

ამოხსნის საწყის ეტაპზე აუცილებელია დავადგინოთ, რომელი მეტალი რეაგირებს მჟავასთან, მხოლოდ X, მხოლოდ Y, თუ ორივე.

პირობის მიხედვით ნარევეში X ნივთიერების წილის გაზრდით რეაქციის შედეგად გამოყოფილი წყალბადის რაოდენობა გაიზარდა, შესაბამისად X მეტალი ნამდვილად იხსნება მჟავაში.

შევამოწმოთ, იხსნება თუ არა Y მეტალი მჟავაში:

იმ შემთხვევაში, თუ გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა ნარევეში X ნივთიერების მასის პროპორციულად იზრდება, მაშინ მჟავასთან რეაგირებს მხოლოდ X, წინააღმდეგ შემთხვევაში კი - ორივე.

$$\frac{64}{36} = 1.78, \text{ ხოლო } \frac{8.4672}{7.84} = 1.08, \text{ ე. ი. მჟავაში გახსნილა ორივე მეტალი.}$$

თითოეულ შემთხვევაში გამოყოფილი აირის რაოდენობებია:

$$n_1(H_2) = \frac{7.84}{22.4} = 0.35 \text{ მოლი}, n_2(H_2) = \frac{8.4672}{22.4} = 0.378 \text{ მოლი}$$

თუ პირველი ნარევის მჟავაში გახსნისას X მეტალის მიერ გამოყოფილი წყალბადის რაოდენობა აღვნიშნოთ x -ით, ხოლო B მეტალის მიერ - $(0.35 - x)$ -ით.

მაშინ მეორე ნარევიდან მიღებული წყალბადის რაოდენობა იქნება:

$$n_2(H_2) = \frac{64}{36}x + \frac{36}{64}(0.35 - x)$$

$$\frac{64}{36}x + \frac{36}{64}(0.35 - x) = 0.378$$

$$x = 0.15$$

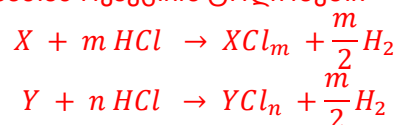
პირველ ნარევეში სარეაქციოდ აღებული მეტალთა მასები იყო:

$$m(X) = 7.5 \cdot 0.36 = 2.7 \text{ გ}$$

$$m(Y) = 7.5 - 2.7 = 4.8 \text{ გ.}$$

ამრიგად, 2.7 გ X მეტალი გამოყოფს 0.15 მოლ, ხოლო 4.8 გ Y მეტალი - $0.35 - 0.15 = 0.2$ მოლ წყალბადს.

დავწეროთ ამ მეტალთა მჟავასთან რეაქციის ტოლობები:



მოლური მასები გამოისახება შემდეგნაირად:

$$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)}, \quad n(X) = n(H_2) \frac{2}{m} \Rightarrow M(X) = 2.7 \frac{m}{0.3} = 9m$$

ანალოგიურად:

$$M(Y) = \frac{4.8n}{0.4} = 12n$$

როცა $m=1$, $M(X)=9$ გ/მოლი, ასეთი მოლური მასის მქონე მეტალი არის ბერილიუმი, მაგრამ იგი არ არის ერთვალენტანი;

როცა $m=2$, $M(X)=18$ გ/მოლი, ასეთი მოლური მასის მქონე მეტალი არ არსებობს;

როცა $m=3$, $M(X)=27$ გ/მოლი, ასეთი მოლური მასის მეტალი არის ალუმინი (Al);

ე. ი. X მეტალი არის ალუმინი.

როცა $n=1$, $M(Y)=12$ გ/მოლი, ასეთი მოლური მასის მქონე ელემენტია ნახშირბადი (C), მაგრამ იგი არ არის მეტალი და არც მარილმჟავაში იხსნება

როცა $n=2$, $M(Y)=24$ გ/მოლი, ასეთი მოლური მასის მეტალია მაგნიუმი (Mg)

ე. ი. Y მეტალი არის მაგნიუმი.

4.2. ცნობილია, რომ Y მეტალი იხსნება კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში, რის შედეგადაც ხსნარში მიიღება მარილი და გამოიყოფა აირი, რომლის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 32-ის ტოლია. შეადგინეთ Y მეტალის გოგირდმჟავაში გახსნის რეაქციის ტოლობა.

3 ქულა



4.3. X მეტალი გახსნეს მარილმჟავაში და მიღებულ ხსნარს დაუმატეს ნატრიუმის კარბონატის ხსნარი, რის შედეგადაც წარმოიქმნა ნალექი და შეინიშნებოდა აირის ბუშტუკების გამოყოფა. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.

3 ქულა



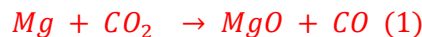
4.4. A შენადნობში არსებული Y მეტალი გარკვეული დროით გაახურეს აზოტის და ნახშირორჟანგის 0.2 მოლი რაოდენობის ნარევის (ნარევის მოცულობითი შემცველობაა 80% CO_2 , 20% N_2) არეში, რის შედეგადაც მისი ნაწილი დაიჟანგა და წარმოიქმნა მყარი ნაშთი და აირადი ნარევი.

ცნობილია, რომ:

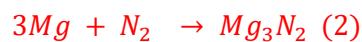
- მყარ ნაშთში სულ 3 ქიმიური ელემენტია და მასში ჟანგბადის მასური წილია 27.428 %.
- აირთა ნარევაში $n(CO_2) : n(N_2) = 4:3$

დაადგინეთ მყარ ნაშთში თითოეული კომპონენტის რაოდენობა მოლებში.

8 ქულა



პირობის მიხედვით მყარი ნაშთი შეიცავს 3 ელემენტს, აქედან გამომდინარე, მაგნიუმი აზოტთანაც შესულა რეაქციაში:



აირთა საწყის ნარევაში კომპონენტთა მოლები იყო:

$$n_0(CO_2) = 0.2 \cdot 80 = 0.16 \text{ მოლი}$$

$$n_0(N_2) = 0.2 - 0.16 = 0.04 \text{ მოლი}$$

ვთქვათ (1) რეაქციაში შევიდა n მოლი CO_2 , ხოლო (2) რეაქციაში m მოლი N_2 , მაშინ მყარი ნაშთის მასა იქნება:

$$m(\text{ნაშთი}) = m_0(Mg) + 44n - 28n + 28m$$

$$m(\text{ნაშთი}) = (4.8 + 16n + 28m) \text{ გ}$$

ხოლო ელემენტ ჟანგბადის მასა MgO -ში

$$m(O) = 16n \text{ გ}$$

მივიღებთ განტოლებას:

$$0.27428 = \frac{16n}{4.8 + 16n + 28m} \quad (I)$$

რეაქციის შემდეგ წარმოქმნილ აირთა ნარევი კომპონენტთა რაოდენობები იქნება :

$$n(CO_2) = n_0(CO_2) - n = 0.16 - n$$

$$n(N_2) = n_0(N_2) - m = 0.04 - m$$

პირობის მიხედვით:

$$n(CO_2) : n(N_2) = 4 : 3$$

მივიღებთ განტოლებას:

$$\frac{0.16 - n}{0.04 - m} = \frac{4}{3} \quad (II)$$

(I) და (II) განტოლებებით შევადგინოთ სისტემა:

$$\begin{cases} \frac{16n}{4.8 + 16n + 28m} = 0.27428 \\ \frac{0.16 - n}{0.04 - m} = \frac{4}{3} \end{cases}$$

$$n = 0.12, \quad m = 0.01.$$

ამრიგად, (1) რეაქციაში დასარჩული მაგნიუმის რაოდენობა არის :

$$n_1(Mg) = 0.12 \text{ მოლი}$$

ამავე რეაქციაში მიღებული MgO -ს რაოდენობაც იქნება $n(MgO) = 0.12$ მოლი

(2) რეაქციაში დასარჩული მაგნიუმის რაოდენობაა:

$$n_2(Mg) = 3 \cdot 0.01 = 0.03 \text{ მოლი}$$

ამავე რეაქციაში მიღებული ნიტრიდის რაოდენობაა:

$$n(Mg_3N_2) = 0.03 \text{ მოლი}$$

რეაქციაში შეუსვლელი მაგნიუმი იქნება რაოდენობით:

$$n(Mg) = n_0(Mg) - n_1(Mg) - n_2(Mg) = 0.2 - 0.12 - 0.03 = 0.05 \text{ მოლი.}$$

ამრიგად, მყარ ნაშთში ნივთიერებათა რაოდენობებია:

$$n(MgO) = 0.12 \text{ მოლი}$$

$$n(Mg_3N_2) = 0.03 \text{ მოლი}$$

$$n(Mg) = 0.05 \text{ მოლი}$$

ამოცანა 5. უცნობი მარილი (20%)

დავალება	5.1	5.2	5.3	5.4	ნედლი ქულა
ქულა	4	3	2	5	14

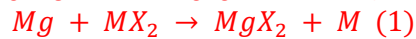
ჩაატარეს უცნობი ორვალენტიანი მეტალის მარილის შემცველი A ხსნარის ანალიზი. ამისათვის 800 გ ხსნარი ტოლ ნაწილებად გადაანაწილეს 4 ჭიქაში. თითოეულ ჭიქას დაამატეს წინასწარ აწონილი მაგნიუმის ფხვნილი. გარკვეული დროის შემდეგ ოთხივე ჭიქაში მიღებული ნალექები გარეცხეს, გააშრეს და აწონეს. ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში:

ჭიქის ნომერი	დამატებული მაგნიუმის მასა, გ	ნალექის მასა, გ
1	4.80	8.00
2	3.60	6.80
3	1.92	4.48
4	1.44	3.36

5.1. დაადგინეთ, რომელ ჭიქაში შევიდა რეაქციაში სრულად მაგნიუმი.

4 ქულა

უცნობი მარილის ხსნარში მაგნიუმის მოთავსებისას მიმდინარეობს შემდეგი რეაქცია:



აქედან გამომდინარე, იმ შემთხვევაში თუ (1) რეაქციაში მაგნიუმი ჭარბია, მაშინ ნალექს წარმოადგენს რეაქციაში შეუსვლელი მაგნიუმი და რეაქციის შედეგად მიღებული უცნობი მეტალის ნარევი, ხოლო თუ მოცემულ რეაქციაში მაგნიუმი სრულად იხარჯება, ნალექში იქნება მხოლოდ უცნობი მეტალი.

იმის დასადგენად, თუ რომელი ცდის/ცდების დროს დაიხარჯა მაგნიუმი სრულად, გამოვიყენოთ შემდეგი მიდგომა:

ცხრილის მონაცემების მიხედვით ყოველ მომდევნო ცდის დროს გამოიყენეს წინა ცდასთან შედარებით ნაკლები რაოდენობის მაგნიუმი, შესაბამისად თუ რომელიმე ცდის დროს მაგნიუმი სრულად გაიხსნა, მომდევნო ცდის შემთხვევაშიც სრულად გაიხსნებოდა და შესაბამისად გამოყოფილი მეტალის (ნალექის) მასა სარეაქციოდ აღებული მაგნიუმის მასის პროპორციულად შემცირდებოდა.

ე. ი., თუ სრულდება შემდეგი პირობა:

$$\frac{m_{\text{მომდევნო ცდის}}(\text{Mg})}{m_{\text{წინა ცდის}}(\text{Mg})} = \frac{m_{\text{მომდევნო ცდის}}(\text{ნალექის})}{m_{\text{წინა ცდის}}(\text{ნალექის})}$$

მაშინ მოცემული ორი თანმიმდევრული ცდის პირობებში მაგნიუმი სრულად დაიხარჯულა.

შევამოწმოთ რომელ შემთხვევაში სრულდება მოცემული პირობა:

$$\begin{aligned} \frac{m_2(\text{Mg})}{m_1(\text{Mg})} &= \frac{3.6}{4.8} = 0.75; & \text{ხოლო} & \frac{m_2(\text{ნალექის})}{m_1(\text{ნალექის})} = \frac{6.8}{8} = 0.85 \\ \frac{m_3(\text{Mg})}{m_2(\text{Mg})} &= \frac{1.92}{3.6} = 0.53; & \text{ხოლო} & \frac{m_3(\text{ნალექის})}{m_2(\text{ნალექის})} = \frac{4.48}{6.8} = 0.66 \\ \frac{m_4(\text{Mg})}{m_3(\text{Mg})} &= \frac{1.44}{1.92} = 0.75; & \text{ხოლო} & \frac{m_4(\text{ნალექის})}{m_3(\text{ნალექის})} = \frac{3.36}{4.48} = 0.75 \end{aligned}$$

ე. ი. მაგნიუმი სრულად დაიხარჯა მესამე და მეოთხე ცდის დროს.

5.2. დაადგინეთ, რომელია უცნობი მეტალი.

3 ქულა

გამოვიყენოთ, მაგალითად მეოთხე ცდის მონაცემები:

რეაქციაში შესული მაგნიუმის რაოდენობა იქნება :

$$n(Mg) = \frac{m(Mg)}{M(Mg)} = \frac{1.44}{24} = 0.06 \text{ მოლი}$$

რადგან მაგნიუმი ამ დროს სრულად დაიხარჯა, ნალექში იქნება მხოლოდ რეაქციის შედეგად გამოყოფილი უცნობი მეტალი:

(1) რეაქციის მიხედვით $n(Mg) = n(Me) = 0.06$ მოლი

$$M(Me) = \frac{m(Me)}{n(Me)} = \frac{3.36}{0.06} = 56 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}}$$

ე. ი. უცნობი მეტალი არის რკინა (Fe).

5.3. დაადგინეთ უცნობი მეტალის მარილის ქიმიური ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ მარილი ჰალოგენიდია და მასში მეტალის მასური წილია 44.1%.

2 ქულა

$$Mr(FeHal_2) = \frac{Ar(Fe)}{\omega(Fe)} = \frac{56}{0.441} = 127$$

$$M_r(FeHal_2) = A_r(Fe) + 2 \cdot A_r(Hal)$$

$$127 = 56 + 2 \cdot A_r(Hal)$$

$$A_r(Hal) = 35.5$$

ე. ი. უცნობი ჰალოგენია ქლორი, ხოლო მარილის ფორმულაა $FeCl_2$

5.4. მე-4 ჭიქიდან მიღებულ ფილტრატს დაამატეს ჭარბი ტუტის ხსნარით, ვიდრე ნალექს გამოყოფა არ შეწყდა. აღმოჩნდა, რომ წარმოიქმნა 7.08 გ ნალექი. დაადგინეთ მეტალის მარილის პროცენტული შემცველობა საწყის A ხსნარში.

5 ქულა

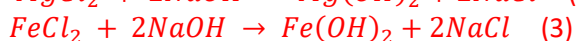
მაგნიუმის გახსნისას წარიმართებოდა რეაქცია:



რეაქციის მიხედვით მიღებული მაგნიუმის ქლორიდის რაოდენობაა:

$$n(MgCl_2) = n(Mg) = 0.06 \text{ მოლი.}$$

მიღებულ ხსნარში ასევე იქნება რეაქციაში შეუსვლელი (ჭარბი) რკინის ქლორიდიც. ხსნარის ტუტით დამუშავებისას დაილექებოდა შესაბამისი ჰიდროქსიდები:



$$m(Mg(OH)_2) = 0.06 \cdot 58 = 3.48 \text{ გ}$$

$$m(Fe(OH)_2) = 7.08 - 3.48 = 3.6 \text{ გ}$$

$$n(Fe(OH)_2) = \frac{3.6}{90} = 0.04 \text{ მოლი}$$

(3) რეაქციაში შესული რკინის ქლორიდის რაოდენობაა

$$n_1(FeCl_2) = n(Fe(OH)_2) = 0.04 \text{ მოლი}$$

(1) რეაქციაში შესული რკინის ქლორიდის რაოდენობაა

$$n_1(FeCl_2) = n(Mg) = 0.06 \text{ მოლი}$$

რკინის ქლორიდის საწყისი რაოდენობა იქნებოდა:

$$n(FeCl_2) = n_1(FeCl_2) + n_2(FeCl_2) = 0.06 + 0.04 = 0.1 \text{ მოლი}$$

შესაბამისად, მარილის მასა იქნება:

$$m(FeCl_2) = 0.1 \cdot 127 = 12.7 \text{ გ}$$

$$\omega\%(FeCl_2) = \frac{12.7 \cdot 100}{200} = 6.35\%$$