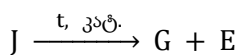
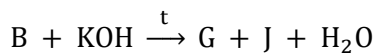
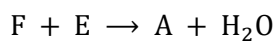
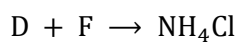
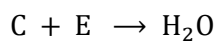
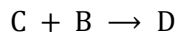
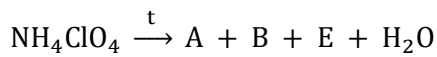




ამოცანა 1. ამოიცანით 4 მარტივი და 4 რთული ნივთიერება (20 ქულა)

მოცემულია თანმიმდევრული ქიმიური გარდაქმნები:



დაადგინეთ A, B, C, D, E, F, J და G ნივთიერებათა ფორმულები, თუ ცნობილია, რომ A, B, C და E მარტივი ნივთიერებებია.

სწორი პასუხი:

A – N₂

B – Cl₂

C – H₂

D – HCl

E – O₂

F – NH₃

G – KCl

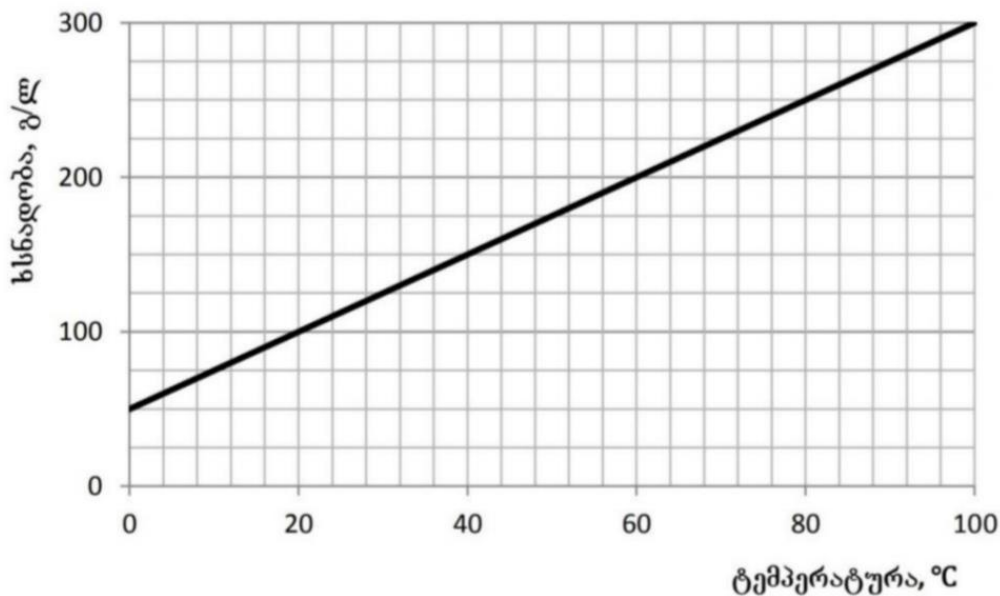
J – KClO₃



ამოცანა 2. X ნივთიერების ხსნადობა (15 ქულა)

ნივთიერების წყალში ხსნადობა გვიჩვენებს, 1 ლ წყალში რა მასის ნივთიერება იხსნება მოცემულ ტემპერატურაზე.

მოცემულია X ნივთიერების წყალში ხსნადობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკი:



ა) გრაფიკის მიხედვით რომელ ტემპერატურულ ინტერვალშია შესაძლებელი X ნივთიერების 20%-იანი ხსნარის დამზადება?

ბ) ხელთ გაქვთ 7 გ X ნივთიერება და 50 გ წყალი. რომელ ტემპერატურულ ინტერვალში შეიძლება ამ რესურსით ნაჯერი ხსნარის დამზადება? გაითვალისწინეთ, რომ ხსნარის დამზადების პროცესში წყალი სრულად უნდა იქნეს გამოყენებული, ხოლო X-ის სრულად დახარჯვა არ არის აუცილებელი.

გ) 60 °C-ზე დაამზადეს X ნივთიერების ნაჯერი ხსნარი. ხსნარის 40 °C-მდე გაცივებისას გამოკრისტალდა 5 გ X ნივთიერება. დაადგინეთ 60 °C -ზე დამზადებული ნაჯერი ხსნარის მასა.

სწორი პასუხები:

ა) 100 გ 20%-იანი ხსნარი შეიცავს 20 გ გახსნილ ნივთიერებას და 80 გ წყალს. გამოვიანგარიშოთ რა მასის ნივთიერება იქნება გახსნილი 1000 გ წყალში:



80 გრამი წყალი შეიცავს 20 გ გახსნილ ნივთიერებას

1000 ————— X

$$\text{საიდანაც, } X = \frac{1000 \cdot 20}{80} = 250 \text{ გ}$$

X ნივთიერების 20%-იანი ხსნარის არსებობა შეიძლება მხოლოდ იმ ტემპერატურებზე, რომლებზეც მისი ხსნადობა მეტია ან ტოლია 250 გ/ლ-ის.

გრაფიკზე მოცემული ტემპერატურებიდან ამ პირობას აკმაყოფილებს შემდეგი ინტერვალი: 80 °C – 100 °C.

ბ) ნაჯერი ხსნარის დამზადება შეიძლება იმ ტემპერატურებზე, რომლებზეც 50 გ წყალში X ნივთიერების ხსნადობა ნაკლები ან ტოლია 7 გ-ის. შესაბამისად, გამოვიანგარიშოთ ხსნადობის ზედა ზღვარი:

50 გ წყალი შეიცავს 7 გ გახსნილ ნივთიერებას

1000 გ ————— Y

$$\text{საიდანაც, } Y = \frac{1000 \cdot 7}{50} = 140 \text{ გ.}$$

ნივთიერების წყალში ხსნადობა ნაკლები ან ტოლია 140 გ/ლ-ის შემდეგ **ტემპერატურულ ინტერვალში: 0 °C – 36 °C.**

გ) ვთქვათ 60 °C -ზე დამზადებული ნაჯერი ხსნარი შეიცავს $m(\text{H}_2\text{O})$ გ წყალს და $m_1(X)$ გ გახსნილ ნივთიერებას. რადგან 60 °C-ზე ნივთიერების ხსნადობაა 200 გ/ლ, გვაქვს პროპორცია:

1000 გ წყალი შეიცავს 200 გ გახსნილ ნივთიერებას

$m(\text{H}_2\text{O})$ ————— $m_1(X)$

$$\text{საიდანაც, } m_1(X) = 0.2m(\text{H}_2\text{O})$$

40 °C -ზე გაცივების შემდეგ ხსნარში იქნებოდა იგივე მასის წყალი და $m_2(X)$ გ გახსნილი ნივთიერება. რადგან 40 °C-ზე ნივთიერების ხსნადობაა 150 გ/ლ, გვაქვს პროპორცია:

1000 გ წყალი შეიცავს 150 გ გახსნილ ნივთიერებას

$m(\text{H}_2\text{O})$ ————— $m_2(X)$

$$\text{საიდანაც, } m_2(X) = 0.15m(\text{H}_2\text{O}).$$

პირობის მიხედვით გამოკრისტალდა 5 გრამი ნივთიერება. შესაბამისად:

$$0.2m(\text{H}_2\text{O}) - 0.15m(\text{H}_2\text{O}) = 5$$

$$\text{საიდანაც, } m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ გ.}$$



მაშასადამე, $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ზე დამზადებული ნაჯერი ხსნარი შეიცავდა 100 გ წყალს და $m_1(X) = 0.2 \cdot 100 = 20$ გ გახსნილ ნივთიერებას. შესაბამისად, ხსნარის მასა $m(\text{ხსნარი}) = 100 + 20 = 120$ გ



ამოცანა 3. მწვანე ფერის ანტისეპტიკური საშუალება (15 ქულა)

ბავშვობაში ყველას გვახსოვს მწვანე ფერის ხსნარი, რომელსაც ანტისეპტიკურ საშუალებად ვიყენებდით. იგი წარმოადგენს ტრიფენილმეთანის სერიის, სინთეზური ანილინის ნაწარმს და გამოიყენება წყალხსნარების ან სპირტხსნარების სახით.

ცნობილია, რომ ამ ნაერთის 0.01 მოლის წვის შედეგად წარმოიქმნება 0.17 მოლი წყალი და გამოიყოფა 6.048 ლ (ნ. პ.) ნახშირორჟანგი. აზოტის, გოგირდის და ჟანგბადის საერთო მასური წილი ამ ნაერთში არის 25.72%, ხოლო მოლური თანაფარდობა:

$$n(\text{N}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 2 : 1 : 4.$$

რა რაოდენობის მწვანე საღებავის მოლეკულას შეიცავს ამ ნივთიერების 1%-იანი ხსნარის 1 წვეთი? ჩათვალოთ, რომ 1 წვეთის მოცულობა 0.04 მლ-ია, ხოლო ხსნარის სიმკვრივე წყლის სიმკვრივის ტოლია.

სწორი პასუხი:

ვთქვათ უცნობი ნივთიერების ფორმულაა: $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z\text{S}_p\text{O}_q$.

გამოვთვალოთ 0.01 მოლ უცნობ ნივთიერებაში ნახშირბადის და წყალბადის მოლთა რიცხვი:

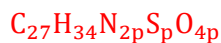
$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 6.048 : 22.4 = 0.27 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0.17 = 0.34 \text{ მოლი.}$$

$$\text{შესაბამისად: } x = 0.27 : 0.01 = 27; \quad y = 0.34 : 0.01 = 34.$$

პირობის მიხედვით: $z : p : q = 2 : 1 : 4$, შესაბამისად, $z = 2p$, ხოლო $q = 4p$.

ნაერთის ფორმულა ჩავწეროთ შემდეგნაირად:



ვინაიდან N, S და O ელემენტების ჯამური მასური წილია 25.72%, C და H ელემენტების მასური წილი იქნება $100 - 25.72 = 74.28\%$.

შესაბამისად, გამოვთვალოთ ნაერთის მოლური მასა:

$$\begin{aligned} \omega(\text{C, H}) &= \frac{27M(\text{C}) + 34M(\text{H})}{M(\text{C}_{27}\text{H}_{34}\text{N}_{2p}\text{S}_p\text{O}_{4p})} \Rightarrow M(\text{C}_{27}\text{H}_{34}\text{N}_{2p}\text{S}_p\text{O}_{4p}) = \frac{27M(\text{C}) + 34M(\text{H})}{\omega(\text{C, H})} \\ &= \frac{27 \cdot 12 + 34 \cdot 1}{0.7428} = 482 \text{ გ/მოლი} \end{aligned}$$

ამ მონაცემით შეგვიძლია დავადგინოთ p.

$$27M(\text{C}) + 36M(\text{H}) + 2pM(\text{N}) + pM(\text{S}) + 4pM(\text{O}) = 482$$



$$358 + 2p \cdot 14 + p \cdot 32 + 4p \cdot 16 = 482$$

$$p = 1$$

მაშასადამე, უცნობი ნაერთის ფორმულაა $C_{27}H_{36}N_2SO_4$

რადგან 1%-იანი ხსნარის სიმკვრივე წყლის სიმკვრივის ტოლია, 0.04 მლ ხსნარის მასა იქნება 0.04 გ, ხოლო მასში გახსნილი ნივთიერების მასა: $m(C_{27}H_{36}N_2SO_4) = 0.04 \cdot 0.01 = 0.0004$ გ.

$$N(C_{27}H_{36}N_2SO_4) = N_A \cdot \frac{m}{M} = 6.022 \cdot 10^{23} \cdot \frac{0.0004}{482} \approx 5 \cdot 10^{17}$$

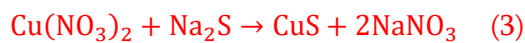
მაშასადამე 1%-იანი ხსნარის 1 წვეთში არის მწვანე ნივთიერების $5 \cdot 10^{17}$ მოლეკულა.



ამოცანა 4. უცნობი მეტალი (20 ქულა)

სპილენძის ფირფიტა მოათავსეს უცნობი ორვალენტიანი მეტალის ნიტრატის წყალხსნარში. მეტალის ნიტრატი სრულად შევიდა რეაქციაში, რის შედეგადაც ფირფიტის მასამ 13.7 გ-ით მოიმატა. მიღებული ხსნარიდან სპილენძ(II)-ის სულფიდის სრულად გამოსალექად დაიხარჯა ნატრიუმის სულფიდი, რომელიც მიიღეს 4.6 გ ნატრიუმის და 6.4 გ გოგირდის შეღებვით. დაადგინეთ, რომელი მეტალის ნიტრატს შეიცავდა საწყისი ხსნარი.

სწორი პასუხი:



$$n(\text{Na}) = 4.6 : 23 = 0.2 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{S}) = 6.4 : 32 = 0.2 \text{ მოლი}$$

$$(3)\text{-ის მიხედვით } n(\text{Na}) : n(\text{S}) = 2 : 1$$

ე. ი. გოგირდი აღებულია ჭარბად, ამიტომ გამოთვლებს ვაწარმოებთ ნატრიუმის მიხედვით.

$$n(\text{Na}_2\text{S}) = 0.5n(\text{Na}) = 0.5 \cdot 0.2 = 0.1 \text{ მოლი}$$

(2)-დან:

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Na}_2\text{S}) = 0.1 \text{ მოლი}$$

(1)-დან:

$$n(\text{Cu}) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0.1 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot 64 = 0.1 \cdot 64 = 6.4 \text{ გ}$$

ფირფიტის მასის ცვლილება გამოწვეულია მეტალისა და სპილენძის მოლურ მასათა შორის სხვაობით:

$$\Delta m = m(\text{Me}) - m(\text{Cu})$$

$$m(\text{Me}) = \Delta m + m(\text{Cu}) = 13.7 + 6.4 = 20.1 \text{ გ}$$

(1)-დან:

$$n(\text{Me}) = n(\text{Cu}) = 0.1 \text{ მოლი}$$

$$M(\text{Me}) = m(\text{Me}) : n(\text{Me}) = 20.1 : 0.1 = 201 \text{ გ/მოლი}$$

ეს ელემენტია ვერცხლისწყალი. ე. ი. საწყისი ხსნარი შეიცავდა $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ -ს.

პასუხი: $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

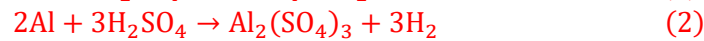


ამოცანა 5. რას შეიცავს ფილტრატი? (30 ქულა)

ნარევი, რომელიც შეიცავს 5.4 გ ალუმინს, 12.15 გ თუთიის ოქსიდსა და 69.6 გ რკინის ხენჯს (რკინა(II, III)-ის ოქსიდი, Fe_3O_4 , რომელიც შეიცავს როგორც ორ-, სამვალენტობიან რკინას) გახსნეს ჭარბად აღებულ 2 ლ 9.8%-იან გოგირდმჟავას ხსნარში ($\rho = 1.065$ გ/მლ). მიღებულ ხსნარს დაამატეს ბარიუმის ნიტრატის 810 გ ხსნარი ($\rho = 1.35$ გ/მლ), რომელშიც მარილის მოლური კონცენტრაციაა 5 მოლი/ლ. მიღებული ნარევი გაფილტრეს. დაადგინეთ ფილტრატში ნივთიერებათა მასური წილები.

სწორი პასუხი:

ნარევის გოგირდმჟავას ხსნარში გახსნის შედეგად მიმდინარე რეაქციებია:



გამოვთვალოთ რეაგენტთა საწყისი რაოდენობები:

$$n(\text{ZnO}) = \frac{12.15}{81} = 0.15 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{Al}) = \frac{5.4}{27} = 0.2 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{69.6}{232} = 0.3 \text{ მოლი}$$

$$m_{\text{ხს}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2000 \cdot 1.065 = 2130 \text{ გ}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2130 \cdot \frac{9.8}{100} = 208.74 \text{ გ}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{208.74}{98} = 2.13 \text{ მოლი}$$

გამოვთვალოთ თითოეული რეაქციისთვის საჭირო გოგირდმჟავას რაოდენობები:

$$n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{ZnO}) = 0.15 \text{ მოლი}$$

$$n_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{Al}) = 0.3 \text{ მოლი}$$

$$n_3(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4 \cdot n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1.2 \text{ მოლი}$$

ანუ, ჯამში სამივე რეაქციისთვის საჭირო გოგირდმჟავას რაოდენობაა:

$$n_4(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) + n_2(\text{H}_2\text{SO}_4) + n_3(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.15 + 0.3 + 1.2 = 1.65 \text{ მოლი}$$



რადგან გოგირდმჟავა ჭარბად იყო აღებული, პროდუქტები ნარევის კომპონენტების მიხედვით უნდა ვიანგარიშოთ:

$$\begin{aligned}n(\text{Zn}(\text{SO}_4)) &= n(\text{ZnO}) = 0.15 \text{ მოლი} \\n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) &= \frac{1}{2} n(\text{Al}) = 0.1 \text{ მოლი} \\n(\text{H}_2) &= \frac{3}{2} n(\text{Al}) = 0.3 \text{ მოლი} \\n(\text{FeSO}_4) &= n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0.3 \text{ მოლი} \\n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) &= n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0.3 \text{ მოლი}\end{aligned}$$

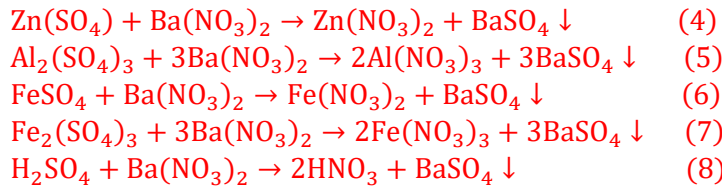
გამოვთვალოთ ჭარბად დარჩენილი გოგირდმჟავას რაოდენობა:

$$n_{\text{ჭარ}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) - n_4(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2.13 - 1.65 = 0.48 \text{ მოლი}$$

გამოვთვალოთ მიღებული ხსნარის მასა:

$$\begin{aligned}m_{1\text{ხს}} &= m_{\text{ხს}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{ZnO}) + m(\text{Al}) + m(\text{Fe}_3\text{O}_4) - m(\text{H}_2) \\&= 2130 + 12.15 + 5.4 + 69.6 - 0.3 \cdot 2 = 2216.55 \text{ გ}\end{aligned}$$

ბარიუმის ნიტრატის ხსნარის დამატების შემდეგ მიმდინარე რეაქციებია:



გამოვთვალოთ დამატებული ბარიუმის ნიტრატის რაოდენობა:

$$\begin{aligned}V_{\text{ხს}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= \frac{m_{\text{ხს}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)}{\rho_{\text{ხს}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{810}{1.35} = 600 \text{ მლ} \\n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= 600 \cdot \frac{5}{1000} = 3 \text{ მოლი}\end{aligned}$$

გამოვთვალოთ (5), (6), (7), (8) და (9) რეაქციებში საჭირო ბარიუმის ნიტრატის რაოდენობები:

$$\begin{aligned}n_1(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= n(\text{Zn}(\text{SO}_4)) = 0.15 \text{ მოლი} \\n_2(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= 3n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 0.3 \text{ მოლი} \\n_3(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= n(\text{FeSO}_4) = 0.3 \text{ მოლი} \\n_4(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= 3n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 0.9 \text{ მოლი} \\n_5(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= n_{\text{ჭარ}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.48 \text{ მოლი}\end{aligned}$$

ანუ, ჯამში ხუთივე რეაქციისთვის საჭირო ბარიუმის ნიტრატის რაოდენობაა:

$$\begin{aligned}n_6(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= n_1(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) + n_2(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) + n_3(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) + n_4(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) \\&\quad + n_5(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0.15 + 0.3 + 0.3 + 0.9 + 0.48 = 2.13 \text{ მოლი}\end{aligned}$$



ე.ი. ბარიუმის ნიტრატის ჭარბადაა აღებული.

შესაბამისად, მიღებული პროდუქტების რაოდენობების დათვლა უნდა მოხდეს ამის გათვალისწინებით:

ხსნადი პროდუქტები:

$$\begin{aligned}n(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) &= n(\text{Zn}(\text{SO}_4)) = 0.15 \text{ მოლი} \\n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) &= 2n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 0.2 \text{ მოლი} \\n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) &= n(\text{FeSO}_4) = 0.3 \text{ მოლი} \\n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) &= 2n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 0.6 \text{ მოლი} \\n(\text{HNO}_3) &= 2n_{\text{ჭარ}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.96 \text{ მოლი}\end{aligned}$$

ნალექი:

$$\begin{aligned}n_1(\text{BaSO}_4) &= n(\text{Zn}(\text{SO}_4)) = 0.15 \text{ მოლი} \\n_2(\text{BaSO}_4) &= 3n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 0.3 \text{ მოლი} \\n_3(\text{BaSO}_4) &= n(\text{FeSO}_4) = 0.3 \text{ მოლი} \\n_4(\text{BaSO}_4) &= 3n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 0.9 \text{ მოლი} \\n_5(\text{BaSO}_4) &= n_{\text{ჭარ}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.48 \text{ მოლი}\end{aligned}$$

ჯამში ნალექის რაოდენობა:

$$\begin{aligned}n(\text{BaSO}_4) &= n_1(\text{BaSO}_4) + n_2(\text{BaSO}_4) + n_3(\text{BaSO}_4) + n_4(\text{BaSO}_4) + n_5(\text{BaSO}_4) \\&= 0.15 + 0.3 + 0.3 + 0.9 + 0.48 = 2.13 \text{ მოლი}\end{aligned}$$

წარმოქმნილი ნალექის მასა:

$$m(\text{BaSO}_4) = 2.13 \cdot 233 = 496.29 \text{ გ}$$

გამოვთვალოთ ჭარბად დარჩენილი ბარიუმის ნიტრატის რაოდენობა:

$$n_{\text{ჭარ}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) - n_6(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 3 - 2.13 = 0.87 \text{ მოლი}$$

გამოვთვალოთ მიღებულ ხსნარში ნივთიერებების მასები:

$$\begin{aligned}m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) &= 0.15 \cdot 189 = 28.35 \text{ გ} \\m(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) &= 0.2 \cdot 213 = 42.6 \text{ გ} \\m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) &= 0.3 \cdot 180 = 54 \text{ გ} \\m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) &= 0.6 \cdot 242 = 145.2 \text{ გ} \\m(\text{HNO}_3) &= 0.96 \cdot 63 = 60.48 \text{ გ} \\m_{\text{ჭარ}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= 0.87 \cdot 261 = 227.07 \text{ გ}\end{aligned}$$

გამოვთვალოთ საბოლოო ხსნარის მასა:

$$m_{2\text{ხს}} = m_{1\text{ხს}} + m_{\text{ხს}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) - m(\text{BaSO}_4) = 2216.55 + 810 - 496.29 = 2530.26 \text{ გ}$$

გამოვთვალოთ საბოლოო ხსნარში ნივთიერებათა მასური წილები:

$$\omega(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = \frac{28.35}{2530.26} \cdot 100\% = 1.12\%$$



$$\omega(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = \frac{42.6}{2530.26} \cdot 100\% = 1.68\%$$

$$\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = \frac{54}{2530.26} \cdot 100\% = 2.13\%$$

$$\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{145.2}{2530.26} \cdot 100\% = 5.73\%$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{60.48}{2530.26} \cdot 100\% = 2.39\%$$

$$\omega(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = \frac{227.07}{2530.26} \cdot 100\% = 8.97\%$$