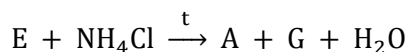
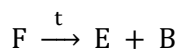
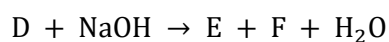
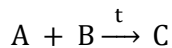




მე-10 კლასი

ამოცანა 1. ნაერთთა გაშიფვრა (20 ქულა)

მოცემულია რეაქციათა ტოლობები:



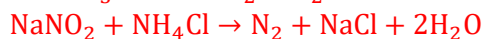
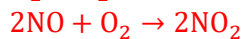
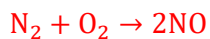
ცნობილია, რომ:

- A, B, C და D აირებია, მათ შორის A და B მარტივი ნივთიერებებია;
- E, F და G მარილებია.

დაადგინეთ A, B, C, D, E, F, და G ნივთიერებათა ქიმიური ფორმულები და დაწერეთ თითოეული ქიმიური რეაქციის ტოლობა გათანაბრებული სახით.

სწორი პასუხი:

A	B	C	D	E	F	G
N_2	O_2	NO	NO_2	NaNO_2	NaNO_3	NaCl

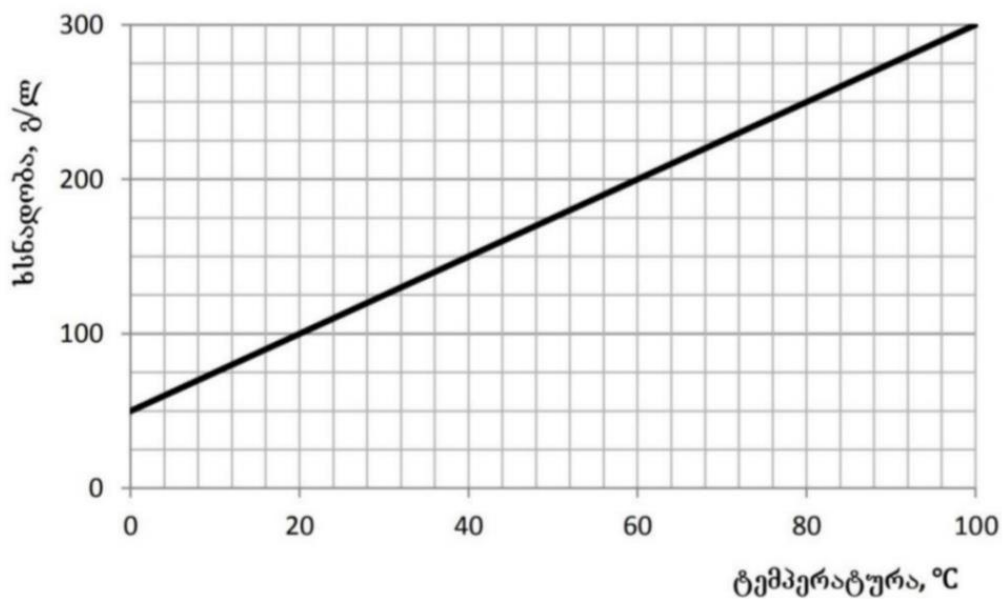




ამოცანა 2. X ნივთიერების ხსნადობა (15 ქულა)

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 $m_1(\text{X})$ გ გახსნილ ნივთიერებას. რადგან 60 °C-ზე ნივთიერების ხსნადობაა 200 გ/ლ, გვაქვს პროპორცია:

1000 გ წყალი შეიცავს 200 გ გახსნილ ნივთიერებას
 $m(\text{H}_2\text{O})$ ————— $m_1(\text{X})$

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

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

1000 გ წყალი შეიცავს 150 გ გახსნილ ნივთიერებას
 $m(\text{H}_2\text{O})$ ————— $m_2(\text{X})$

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

პირობის მიხედვით გამოკრისტალდა 5 გრამი ნივთიერება. შესაბამისად:



მოსწავლეთა რესპუბლიკური
ქიმიის ოლიმპიადა "ზურგანთა"

<https://chemistry.ge/school/olympiada>

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

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

მაშასადამე, 60°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. ჰეტეროგენული რეაქციის კინეტიკა (20 ქულა)

მაგნიუმის კარბონატის ერთნაირი მასისა და ზედაპირის ფართობის მქონე 3 ნიმუში დაამუშავეს მარილმჟავას ხსნარებით:

პირველი ნიმუში - 100 მლ C_1 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარით (ხსნარი N1) - ნიმუშის სრულად გახსნას დასჭირდა 1 წთ;

მეორე ნიმუში - 100 მლ C_2 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარით (ხსნარი N2) - ნიმუშის სრულად გახსნას დასჭირდა 4 წთ;

მესამე ნიმუში - 100 მლ ხსნარი N1-ისა და 100 მლ ხსნარი N2-ის ნარევით.

დაადგინეთ, რა დრო დასჭირდება მესამე ნიმუშის სრულად გახსნას.

სწორი პასუხი:

მაგნიუმის კარბონატის მარილმჟავაში გახსნის რეაქცია:



ამ რეაქციის სიჩქარის განტოლება შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$v = kS C_{\text{HCl}}^2$$

სადაც k რეაქციის სიჩქარის მუდმივაა, C_{HCl} მარილმჟავას კონცენტრაცია, ხოლო S მაგნიუმის კარბონატის ნიმუშის ზედაპირის ფართობი.

სამივე ექსპერიმენტში ნიმუშის ფართობი და რეაქციის სიჩქარე ერთნაირია. შესაბამისად პირველი ნიმუშის გახსნის სიჩქარის განტოლებაა:

$$v_1 = kS C_1^2$$

ანალოგიურად, მეორე ნიმუშისთვის:

$$v_2 = kS C_2^2$$

ნიმუშის გახსნის დროები და სიჩქარე უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია, შესაბამისად:

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

ჩავსვათ სიჩქარეები:

$$\frac{kS C_1^2}{kS C_2^2} = \frac{C_1^2}{C_2^2} = \frac{t_2}{t_1} = 4$$

$$\frac{C_1}{C_2} = 2 \Rightarrow C_1 = 2C_2$$



მესამე ნიმუშზე იმოქმედეს C_1 და C_2 კონცენტრაციის ხსნარებით, რის შედეგადაც, ცხადია, მიიღება ახალი C_3 კონცენტრაციის მარილმუყავს ხსნარი.

მესამე ნიმუშის გახსნის სიჩქარის განტოლება:

$$V_3 = kSC_3^2$$

ხოლო C_3 კონცენტრაცია:

$$C_3 = \frac{C_1V + C_2V}{V + V} = \frac{2C_2V + C_2V}{2V} = \frac{3C_2V}{2V} = 1.5C_2$$

მაშასადამე:

$$V_3 = kS \cdot (1.5C_2)^2 = 2.25kSC_2^2$$

ხოლო მეორე და მესამე ნიმუშის გახსნის დროების თანაფარდობა:

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{2.25kSC_2^2}{kSC_2^2} = 2.25 = \frac{t_2}{t_3}$$

$$t_3 = \frac{t_2}{2.25} = \frac{4}{2.25} \approx 1.78 \text{ წთ}$$

მაშასადამე, მესამე ნიმუშის გახსნას დასჭირდება 1.78 წთ.



ამოცანა 4. 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:

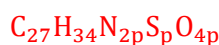
$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 6.048 : 22.4 = 0.27 \text{ მოლი}$$

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

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

$$\text{პირობის მიხედვით: } z : p : q = 2 : 1 : 4, \text{ შესაბამისად, } z = 2p, \text{ ხოლო } q = 4p.$$

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:

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

ამ მონაცემით შეგვიძლია დავადგინოთ p.



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

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

$$m = 1$$

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.

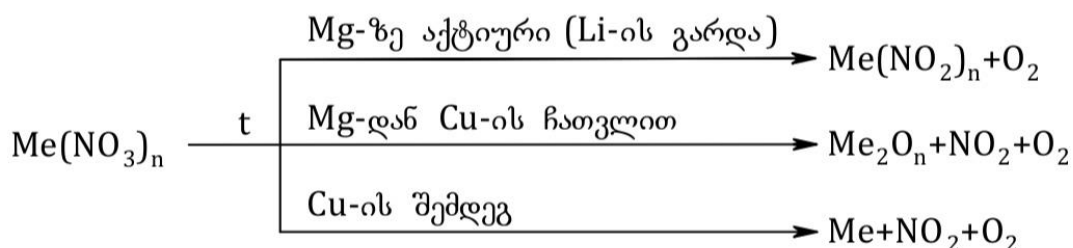
$$N(C_{27}H_{36}N_2SO_4) = N_A \cdot \frac{m}{M} = 6.022 \cdot 10^{23} \cdot \frac{0.0004}{482} \approx 5 \cdot 10^{17}$$

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



ამოცანა 5. ნიტრატების დაშლის სამი გზა (30 ქულა)

ცნობილია, რომ ნიტრატების დაშლა განსხვავებულად მიმდინარეობს. წარმოქმნილი პროდუქტების შედგენილობა მეტალის (Me) აქტიურობაზეა დამოკიდებული, რაც შემდეგი სქემით შეიძლება გამოისახოს:



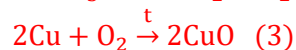
43.6 გ ნარევი, რომელიც შეიცავდა ვერცხლ(I)-ის ნიტრატს, კალიუმის ნიტრატსა და სპილენძს, გაახურეს დახშულ, უჰაერო ჭურჭელში.

რეაქციების დასრულების შემდეგ მიღებული მყარი ნაშთი არცერთ საწყის ნივთიერებას აღარ შეიცავს, მათგან ერთი ოქსიდია, ერთი მარილი, ერთიც - მარტივი ნივთიერება. ნაშთის მასა აღმოჩნდა 35.8 გ, ხოლო აირის მოცულობა 4.48 ლ (ნ. პ.).

დაადგინეთ საწყის ნარევიში თითოეული კომპონენტის მასური წილი.

სწორი პასუხი:

ნარევის გახურებისას წარიმართება შემდეგი ქიმიური რეაქციები:



რეაქციების დასრულების შემდეგ მიღებული აირი შეიძლება იყოს ჟანგბადისა და აზოტის დიოქსიდის ნარევი, ან შესაძლოა იყოს მხოლოდ აზოტის დიოქსიდი. საწყის ეტაპზე დავადგინოთ აირის თვისობრივი შედგენილობა:

$$m(\text{აირი}) = m(\text{ნარევი}) - m(\text{მყარი ნაშთი}) = 43.6 - 36.5 = 7.8 \text{ გ}$$

გამოყოფილი აირის/აირთა ნარევის რაოდენობა: $n(\text{აირი}) = 4.48 : 22.4 = 0.2$ მოლი. თუ დავუშვებთ, რომ აირი შედგება $m' = M(\text{NO}_2) \cdot n(\text{აირი}) = 46 \cdot 0.2 = 9.2$ გ. რადგან აირის მასაა 7.2 გ, ამიტომ იგი წარმოადგენს ჟანგბადის და აზოტის დიოქსიდის ნარევს.



საწყის ნარევი კომპონენტების რაოდენობები აღვნიშნოთ x , y და z სიმბოლოებით:

$$n(\text{AgNO}_3) = x \text{ მოლი} \Rightarrow m(\text{AgNO}_3) = 170x \text{ გ}$$

$$n(\text{KNO}_3) = y \text{ მოლი} \Rightarrow m(\text{KNO}_3) = 101y \text{ გ}$$

$$n(\text{Cu}) = z \text{ მოლი} \Rightarrow m(\text{Cu}) = 64z \text{ გ}$$

საწყისი ნარევის მასა შეადგენს 43.6 გ-ს, შესაბამისად, შედგება განტოლება:

$$170x + 101y + 64z = 43.6 \quad (\text{I})$$

(1), (2) და (3) რეაქციების მიხედვით:

$$n(\text{Ag}) = n(\text{AgNO}_3) = x \text{ მოლი} \Rightarrow m(\text{Ag}) = 108x \text{ გ}$$

$$n(\text{KNO}_2) = n(\text{KNO}_3) = y \text{ მოლი} \Rightarrow m(\text{KNO}_2) = 85y \text{ გ}$$

$$n(\text{CuO}) = n(\text{Cu}) = z \text{ მოლი} \Rightarrow m(\text{CuO}) = 80z \text{ გ}$$

$$n(\text{NO}_2) = n(\text{AgNO}_3) = x \text{ მოლი}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{კარბი}}(\text{O}_2) &= n_1(\text{O}_2) + n_2(\text{O}_2) - n_3(\text{O}_2) = 0.5n(\text{AgNO}_3) + 0.5n(\text{KNO}_3) - 0.5n(\text{Cu}) \\ &= 0.5(x + y - z) \end{aligned}$$

ნარევის გახურების შემდეგ მყარი ნაშთის სახით დარჩებოდა Ag , KNO_2 და CuO . რადგან მათი მასათა ჯამია 35.8 გ შეგვიძლია შევადგინოთ მეორე განტოლება:

$$108x + 85y + 80z = 35.8 \quad (\text{II})$$

ხოლო აირთა ჯამური რაოდენობაა 0.2 მოლი, რის საფუძველზეც შედგება მესამე განტოლება:

$$x + 0.5x + 0.5y - 0.5z = 0.2 \quad (\text{III})$$

I, II, III განტოლებებით მივიღეთ სამუცნობიან განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{cases} 170x + 101y + 64z = 43.6 \\ 108x + 85y + 80z = 35.8 \\ 1.5x + 0.5y - 0.5z = 0.2 \end{cases}$$

ამ სისტემის ამოხსნით მივიღებთ:

$$\begin{cases} x = 0.1 \text{ მოლი} \\ y = 0.2 \text{ მოლი} \\ z = 0.1 \text{ მოლი} \end{cases}$$

მაშასადამე:

$$n(\text{AgNO}_3) = 0.1 \text{ მოლი} \Rightarrow m(\text{AgNO}_3) = 170 \cdot 0.1 = 17 \text{ გ}$$

$$n(\text{KNO}_3) = 0.2 \text{ მოლი} \Rightarrow m(\text{KNO}_3) = 101 \cdot 0.2 = 20.2 \text{ გ}$$

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

ნარევი კომპონენტთა მასური წილებია:



$$\omega\%(\text{AgNO}_3) = \frac{17}{43.6} \cdot 100\% = 38.99\%$$

$$\omega\%(\text{KNO}_3) = \frac{20.2}{43.6} \cdot 100\% = 46.33\%$$

$$\omega\%(\text{Cu}) = \frac{6.4}{43.6} \cdot 100\% = 14.68\%$$