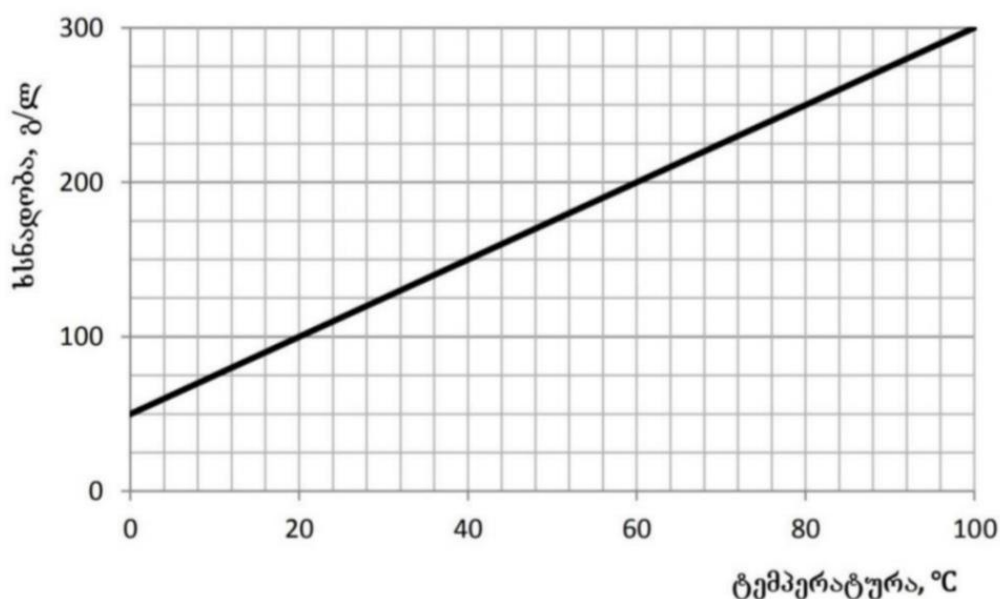




ამოცანა 1. X ნივთიერების ხსნადობა (22 ქულა)

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 2. ფოლადზე ნაკლებად მაგარი, თუმცა მეტად გამძლე მინერალი (15 ქულა)

ნეფრიტი საუკუნეების განმავლობაში წარმოადგენდა ძვირფას ქვას, რომლისგანაც მზადდებოდა იარაღი, სამკაულები და სხვადასხვა დეკორის ატრიბუტები. მიუხედავად იმისა, რომ არც თუ ისე მაგარია (5.5-6 მოოსის სკალაზე), უნიკალური სტრუქტურიდან გამომდინარე ის ფოლადზეც გამძლეა. ეს მინერალი განსაკუთრებით ფასობდა ჩინეთში, სადაც ეროვნულ ქვადაც კი ითვლებოდა. აგრეთვე, აღსანიშნავია, რომ სწორედ ნეფრიტისგან არის დამზადებული თემურ ლენგის სარკოფაგი.

დღეისათვის მეცნიერები ნეფრიტს ცვალებადი შედგენილობის მქონე ქანს უწოდებენ. მისი ერთ-ერთი ფორმის შედგენილობაში შედის ელემენტები შემდეგი მასური წილებით:

$$\omega(\mathbf{A})\% = 8.25\%$$

$$\omega(\mathbf{B})\% = 28.87\%$$

$$\omega(\mathbf{D})\% = 23.09\%$$

$$\omega(\mathbf{E})\% = 39.58\%$$

$$\omega(\mathbf{G})\% = 0.21\%$$

ცნობილია, რომ:

- ელემენტი **A** არის მეტალი, რომელიც ცარცის, კირქვისა და მარმარილოს შედგენილობაში შედის;
- ელემენტი **B** 26 პროტონს შეიცავს;
- ელემენტი **D**-ს ატომური მასა აზოტის მოლეკულური მასის ტოლია;
- ელემენტი **E**-ს ორატომანი მოლეკულა აუცილებელია სუნთქვისათვის;
- ელემენტი **G** შედის ყველა მჟავას შედგენილობაში.

დაადგინეთ ნეფრიტის მოლეკულური ფორმულა. გაითვალისწინეთ, რომ **A** ელემენტი ერთ მოლეკულაში 2 ატომით არის წარმოდგენილი.

სწორი პასუხები:

A	B	D	E	G
Ca	Fe	Si	O	H

დავუშვათ ნეფრიტის ქიმიური ფორმულაა: $\text{Ca}_x\text{Fe}_y\text{Si}_z\text{O}_t\text{H}_w$

$$\begin{aligned}x : y : z : t : w &= \frac{8.25}{40} : \frac{28.87}{56} : \frac{23.09}{28} : \frac{39.58}{16} : \frac{0.21}{1} = 0.206 : 0.516 : 0.825 : 2.474 : 0.21 \\ &= \frac{0.206}{0.206} : \frac{0.516}{0.206} : \frac{0.825}{0.206} : \frac{2.474}{0.206} : \frac{0.21}{0.206} = 1 : 2.5 : 4 : 12 : 1\end{aligned}$$



მოსწავლეთა რესპუბლიკური
ქიმიის ოლიმპიადა "ზურგანთა"

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

რადგან მოლეკულაში კალციუმი 2 ატომითაა წარმოდგენილი, ნეფრიტის ემპირიული ფორმულაა: $\text{Ca}_2\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{24}\text{H}_2$



ამოცანა 3. დავითვალოთ ზღვაში გაბნეული მოლეკულები (23 ქულა)

შავი ზღვის წყლის მოცულობა დაახლოებით უდრის $555\,000\text{ კმ}^3$ -ს. წარმოიდგინე, რომ შავ ზღვაში გახსენი 3 ჩაის კოვზი შაქარი, რომლის მოლეკულებიც მთელ ზღვაში თანაბრად გადანაწილდა. შემდეგ ჭიქით ზღვიდან აავსე წყალი. შაქრის რამდენი მოლეკულა მოხვდება ჭიქაში?

ჩათვალეთ, რომ:

- 1 ჩაის კოვზი შაქრის მასა 4 გრამია;
- 1 მოლეკულა შაქრის მასაა $5.684 \cdot 10^{-22}$ გ;
- ჭიქის მოცულობაა 250 მლ.

სწორი პასუხი:

შემოვიღოთ აღნიშვნები:

ზღვის წყლის მოცულობა: $V_{\text{ზღ}} = 5.55 \cdot 10^5\text{ კმ}^3 = 5.55 \cdot 10^{20}\text{ მლ}$;

ჭიქით ზღვიდან ამოღებული წყლის მოცულობა: $V_{\text{ჭ}} = 250\text{ მლ}$;

შაქრის მოლეკულათა რაოდენობა: $n(\text{შ})$

რადგან 1 ჩ/კ შაქრის მასა 4 გრამია, ზღვაში გაიხსნა $m_{\text{შ}} = 4 \cdot 3 = 12\text{ გ}$ შაქარი, რომლის მასური წილიც ზღვაში იქნება:

$$\omega(\text{შ}) = \frac{m_{\text{შ}}}{m_{\text{შ}} + m_{\text{ზღ}}} = \frac{m_{\text{შ}}}{m_{\text{შ}} + \rho_{\text{ზღ}} \cdot V_{\text{ზღ}}}$$

რადგან $m_{\text{შ}} \ll \rho_{\text{ზღ}} \cdot V_{\text{ზღ}}$ ფორმულა გავამარტივოთ:

$$\omega(\text{შ}) = \frac{m_{\text{შ}}}{\rho_{\text{ზღ}} \cdot V_{\text{ზღ}}}$$

შესაბამისად, ჭიქით ამოღებულ ზღვის წყალში შაქრის მასა იქნება:

$$m_x = \omega(\text{შ}) \cdot m_{\text{ჭ}} = \frac{m_{\text{შ}}}{\rho_{\text{ზღ}} \cdot V_{\text{ზღ}}} \cdot \rho_{\text{ზღ}} V_{\text{ჭ}} = \frac{m_{\text{შ}} V_{\text{ჭ}}}{V_{\text{ზღ}}} = \frac{12 \cdot 250}{5.55 \cdot 10^{20}} \approx 5.405 \cdot 10^{-18}\text{ გ}$$

შესაბამისად, შაქრის მოლეკულების რაოდენობა:

$$n(\text{შ}) = \frac{5.405 \cdot 10^{-18}}{5.684 \cdot 10^{-22}} \approx 9509$$

მაშასადამე, ჭიქაში მოხვდებოდა დაახლოებით 9509 შაქრის მოლეკულა.



ამოცანა 4. უცნობი აზოტშემცველი ნაერთი (20 ქულა)

უცნობი ნივთიერება, რომლის მოლეკულური მასაა 219 მ. ა. ე., შეიცავს ნახშირბადს, წყალბადს და აზოტს:

$$\omega(\text{C})\% = 65.69\%; \quad \omega(\text{H})\% = 15.16\%; \quad \omega(\text{N})\% = 19.15\%.$$

ა) დაადგინეთ უცნობი ნაერთის ფორმულა;

ბ) შეადგინეთ ამ ნაერთის სრული წვის რეაქციის ტოლობა, თუ ცნობილია, რომ ამ დროს მიიღება ორი ოქსიდი და ერთი მარტივი ნივთიერება.

სწორი პასუხი:

ა) ვთქვათ, უცნობი ნაერთის ფორმულაა $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z$. ელემენტთა მასური წილების გათვალისწინებით:

$$x:y:z = \frac{65.69}{12} : \frac{15.16}{1} : \frac{19.15}{14} = 5.47:15.16:1.37 = \frac{5.47}{1.37} : \frac{15.16}{1.37} : \frac{1.37}{1.37} = 4:11:1$$

მაშასადამე, ნაერთის ემპირიული ფორმულაა: $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$

მოლეკულური ფორმულის დასადგენად შევადგინოთ განტოლება მოლეკულური მასის გათვალისწინებით:

$$12 \cdot 4n + 11 \cdot n + 1 \cdot 14n = 219$$

საიდანაც, $n = 3$. მაშასადამე, ნაერთის მოლეკულური ფორმულაა: $\text{C}_{12}\text{H}_{33}\text{N}_3$

ბ) $4\text{C}_{12}\text{H}_{33}\text{N}_3 + 81\text{O}_2 \rightarrow 48\text{CO}_2 + 66\text{H}_2\text{O} + 6\text{N}_2$



ამოცანა 5. კარგი ორგანული გამხსნელი და თანაც რეაგენტი (20 ქულა)

უცნობ ბინარულ ნაერთში გოგირდის მასური წილია 84.22%. ეს ნივთიერება ორგანულ სინთეზში ხშირად გამოიყენება ხოლმე რეაგენტად და გამხსნელად.

ა) ამ ნაერთის მიღების ერთ-ერთი მეთოდია გოგირდის და ნახშირის ნარევის გახურება 800-1000 °C-ზე. შეადგინეთ რეაქციის ტოლობა.

ბ) მისი მიღება ასევე შესაძლებელია უფრო დაბალტემპერატურული მეთოდით, კერძოდ, 600 °C-ზე ბუნებრივი აირის (CH₄) გოგირდზე გატარებით, რაც სათანადო პირობებს საჭიროებს. შეადგინეთ რეაქციის ტოლობა, თუ ცნობილია, რომ ორივე პროდუქტი ბინარული ნაერთია.

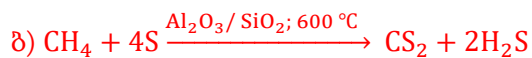
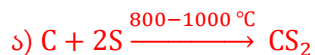
გ) შეადგინეთ ამ ნაერთის წვის რეაქციის ტოლობა, თუ ცნობილია, რომ წვის შედეგად მიღებულ პროდუქტებში შემავალი ცვალეზადვალენტური ელემენტები ერთნაირ ვალენტობას ამჟღავნებენ.

გ) დაწერეთ ამ ნაერთის ქლორთან ურთიერთქმედების რეაქციის ტოლობა, თუ რეაქციის შედეგად მიიღება ნახშირბადის ტეტრაქლორიდი და გოგირდის დიქლორიდი.

სწორი პასუხი:

აღწერიდან ჩანს, რომ ბინარული ნაერთი შეიცავს ნახშირბადს და გოგირდს. ნივთიერების ფორმულის დადგენა რამდენიმე გზით შეიძლება. 1. შევადგინოთ გოგირდის და ნახშირბადის ნაერთების ყველა შესაძლო ფორმულა: CS; C₂S; C₃S; CS₂; CS; C₃S₂ და შევადაროთ გოგირდის მასურ წილს. ამ გზით დგინდება, რომ მოლეკულური ფორმულაა CS₂. თუმცა უფრო სწრაფი მეთოდია გამოვთვალოთ ელემენტების თანაფარდობა მასური წილით: ნახშირბადის მასური წილია 100 – 84.22 = 15.78%. დავუშვათ, ამ ნაერთის ფორმულაა C_xS_y.

მაშინ $x:y = \frac{15.75}{12} : \frac{84.22}{32} = 1.31:2.63 = 1:2$, რაც შეესაბამება ფორმულას: CS₂.



გ) ჟანგბადი მუდმივვალენტურია, ხოლო გოგირდი და ნახშირბადი იზიარებენ IV-ის ტოლ ვალენტობას, რომლებიც ოქსიდებს წარმოქმნის. შესაბამისად: **CS₂ + 3O₂ → CO₂ + 2SO₂**

