

ხსნარის შედგენილობის გამოსახვის ხერხები

ხსნარები ნაწილი II

მომზადა ნათია არაბულმა

ხსნარის შედგენილობა შეიძლება გამოვსახოთ როგორც **უგანზომილებო** სიდიდეებით (ნივთიერების მოლური, მოცულობითი და მასური წილებით წილადებში ან %-ებში), ისე **განზომილების** მექონე სიდიდეებით - კონცენტრაციებით. ეს სიდიდეებია:

- მასური წილი
- მოცულობითი წილი
- მოლური წილი
- მოლური კონცენტრაცია/მოლარობა
- მოლალობა
- წყალბად-იონების კონცენტრაციის განსაზღვრა pH სკალით

განვიხილოთ თითოეული მათგანი.

➤ ნივთიერების მასური წილი

მასური წილი (ω) უგანზომილებო სიდიდეა და ტოლია გახსნილი ნივთიერების მასის შეფარდებისა ხსნარის მასასთან (%-ებში გამოსახვისათვის მრავლდება 100% -ზე):

$$\omega = \frac{m_{\text{ნივთ}}}{m_{\text{ხს}}}$$

$$\omega = \frac{m_{\text{ნივთ}}}{m_{\text{ხს}}} \times 100\%$$

გახსნილი ნივთიერების ω მასურ წილსა და S ხსნადობას შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება:

$$\omega = \frac{S}{S+100} \cdot 100\% \quad (1)$$

მაგალითი

გამოთვალეთ კალიუმის სულფატის ხსნადობა 10°C-ზე, თუ მარილის მასური წილი წყალხსნარში არის 8,44%.

ამოხსნა

$$\omega = \frac{s}{s+100}$$

$$\omega = 0,0844$$

$$s = ?$$

$$\frac{s}{s+100} = 0,0844$$

$$s = 0,0844 (s + 100) = 0,0844 s + 8,44$$

$$0,9156 s = 8,44$$

$$s = 9,228$$

$$\text{პასუხი: } S_{K_2SO_4}^{10^\circ C} = 9,228$$

➤ ნივთიერების მოცულობითი წილი

ნივთიერების მოცულობითი წილი φ არის გახსნილი ნივთიერების მოცულობის ფარდობა ხსნარის მოცულობასთან:

$$\varphi = \frac{V_{\text{ნივთ}}}{V_{\text{ხს}}} \quad (2)$$

მაგალითი

10მლ აცეტონი განაზავეს წყლით 200მლ-მდე. გამოთვალეთ აცეტონის მოცულობითი წილი მიღებულ ხსნარში.

ამოხსნა

$$V_{\text{ნივთ}} = 10\text{მლ} \quad V_{\text{ხს}} = 200\text{მლ} \quad \varphi = \frac{10\text{მლ}}{200\text{მლ}} = 0,05 \quad (5\%)$$

პასუხი: 0,05 ან 5%

➤ ნივთიერების მოლური წილი

ნივთიერების მოლური წილი λ არის გახსნილი ნივთიერების n მოლების რიცხვის ფარდობა ხსნარის ყველა კომპონენტის მოლების ჯამურ რიცხვთან.

ორკომპონენტიანი ხსნარისთვის (გახსნილი ნივთიერება და გამხსნელი) მოლური წილი გამოითვლება ფორმულით:

$$\lambda_{\text{ნივთ}} = \frac{n_{\text{ნივთ}}}{n_{\text{ნივთ}} + n_{\text{გამხს}}} \quad (3)$$

მაგალითი

300გ ეთანოლი გახსნეს 500გ წყალში. გამოთვალეთ ეთანოლის მოლური წილი მიღებულ ხსნარში.

ამოხსნა

ვიანგარიშოთ ეთანოლისა და წყლის მოლური მასები და მოლების რიცხვი:

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 24 + 6 + 16 = 46 \text{ გ/მოლი}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18\text{გ/მოლი}$$

$$n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = \frac{300\text{გ}}{46 \text{ გ/მოლი}} = 6,52 \text{ მოლი } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{500\text{გ}}{18\text{გ/მოლი}} = 27,7 \text{ მოლი } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

(3) ფორმულის თანახმად

$$\lambda_{C_2H_5OH} = \frac{n_{C_2H_5OH}}{n_{C_2H_5OH} + n_{H_2O}}$$

საიდანაც

$$\lambda_{C_2H_5OH} = \frac{6,52 \text{ მოლი}}{6,52 \text{ მოლი} + 27,7 \text{ მოლი}} = \frac{6,52 \text{ მოლი}}{34,22 \text{ მოლი}} = 0,19$$

პასუხი: 0,19

➤ მოლური კონცენტრაცია/მოლარობა

ნივთიერების მოლური კონცენტრაცია (M ან C_M) ტოლია გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის (n მოლების რიცხვის) შეფარდების ხსნარის მოცულობასთან (ლიტრებში):

$$M = \frac{n_{\text{ნივთ}}}{V_{\text{ხს}}} \quad (4)$$

ანუ მოლარობის ერთეულია მოლი/ლ.

მაგალითი

გამოთვალეთ იმ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, რომლის 2,2ლ შეიცავს 284გ ნატრიუმის ქლორიდს.

ამოხსნა

$$m_{NaCl} = 284\text{გ} \quad M_{NaCl} = 58,5 \text{ გ/მოლი} \quad n_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{M_{NaCl}}$$

$$n_{NaCl} = \frac{284\text{გ}}{58,5\text{გ/მოლი}} = 4,87 \text{ მოლი}$$

$$M = \frac{4,87 \text{ მოლი}}{2,2\text{ლ}} = 2,21 \text{ მოლი/ლ} = 2,21M$$

პასუხი: 2,21M

➤ მოლალობა

მოლალობა, m , ტოლია გახსნილი ნივთიერებების რაოდენობის (მოლების რიცხვის) შეფარდებისა გამხსნელის მასასთან (კგ-ში). მოლალობის ერთეულია მოლი/კგ.

$$m = \frac{n_{\text{ნივთ}}}{m_{\text{გამხს}}}$$
 (5)

მაგალითი

გამოთვალეთ წყლის მასა, რომელიც უნდა დაემატოს 5,8გ გლიცერინს ($C_3H_8O_3$), რომ დამზადდეს 0,1მ მოლალობის ხსნარი.

ამოხსნა

$$M_{C_3H_8O_3} = 92 \text{ გ/მოლი} \quad m_{C_3H_8O_3} = 5,8\text{გ} \quad n_{C_3H_8O_3} = \frac{5,8\text{გ}}{92 \text{ გ/მოლი}} = 0,063 \text{ მოლი}$$

(7) ფორმულიდან ვიანგარიშოთ გამხსნელის მასა:

$$m_{\text{გამხს}} = \frac{n_{\text{ნივთ}}}{m}$$
 (6)

$$m_{\text{გამხს}} = \frac{0,063 \text{ მოლი}}{0,1 \text{ მოლი/კგ}} = 0,63 \text{ კგ} = 630 \text{ გ } H_2O$$

პასუხი. 630გ H_2O

ხსნარის pH-ის განსაზღვრა

წყალბად-იონების კონცენტრაციის განსაზღვრა შესაძლებელია pH სკალის გამოყენებით. pH -ის მნიშვნელობა იცვლება 0-დან 14-მდე. ნეიტრალური ხსნარებისათვის $pH = 7$, თუ $pH < 7$, ხსნარს ექნება მჟავა არე, ხოლო თუ $pH > 7$, ხსნარს ექნება ტუტე არე.

ხსნარის pH არის წყალბად-იონების კონცენტრაციის ლოგარითმის უარყოფითი მნიშვნელობა:

$$pH = -\log[H^+]$$
 (7)

ანალოგიურად, ჰიდროქსიდ-იონების შემთხვევაში გვექნება:

$$pOH = -\log[OH^-]$$
 (8)

pH-სა და pOH-ს შორის არსებობს დამოკიდებულება:

$$pH + pOH = 14 \quad (9)$$

ახლა გავიხსენოთ, რომ წყლის დისოციაციის კონსტანტა (K_w , water - წყალი) გამოითვლება ფორმულით:

$$K_w = [H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \quad (10)$$

მჟავა არე	$pH < 7$	$[H^+] > 1 \times 10^{-7} M$
ნეიტრალური არე	$pH = 7$	$[H^+] = 1 \times 10^{-7} M$
ტუტე არე	$pH > 7$	$[H^+] < 1 \times 10^{-7} M$

მაგალითი

გამოთვალეთ ხსნარის pH, თუ მასში ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაციაა $[OH^-] = 1 \times 10^{-11} M$.

ამოხსნა

ამოცანის პირობის თანახმად, $[OH^-] = 1 \times 10^{-11} M$. ვიანგარიშოთ წყალბად-იონების კონცენტრაცია $[H^+]$:

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} M^2$$

$$[H^+] = \frac{1 \cdot 10^{-14} M^2}{1 \cdot 10^{-11} M} = 10^{-3} M$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log[10^{-3}] = 3$$

პასუხი: pH=3