

ნათია არაბული

ხსნარების კოლიგატური თვისებები

I ნაწილი

კოლიგატური თვისებებია:

* ხსნარის ნაჯერი ორთქლის წნევის შემცირება (რაულის კანონი);

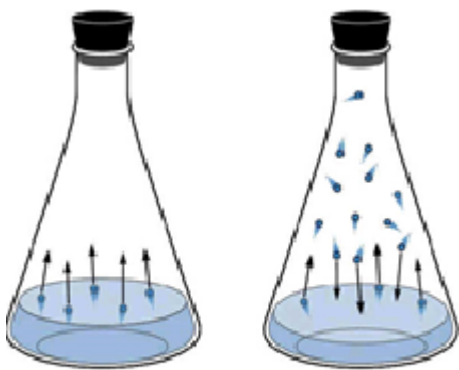
* ხსნარის გაყინვის ტემპერატურის დაწევა;

* ხსნარის დუღილის ტემპერატურის აწევა;

* ოსმოსი;

* ხსნარის ნაჯერი ორთქლის წნევის შემცირება(რაულის კანონი).

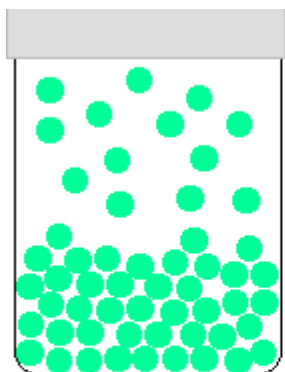
წყლით ნაწილობრივ შევსებულ დახშულ ჭურჭელში (იზოლირებულ სისტემაში) სითხის ნაწილი ორთქლდება. როდესაც აორთქლებული ნაწილაკები ეჯახებიან ჭურჭლის კედლებს, სითხის ზედაპირზე იქმნება ორთქლის წნევა. გარკვეული ხნის შემდეგ ჭურჭელში მყარდება დინამიკური წონასწორობა სითხისა და ორთქლის ფაზებს შორის, რაც იმას ნიშნავს, რომ დროის ერთეულში აორთქლებული ნაწილაკების რაოდენობა კონდენსირებული ნაწილაკებისას გაუტოლდება: $H^2O_{(სითხე)} = H^2O_{(ორთქლი)}$ (სურ.1).



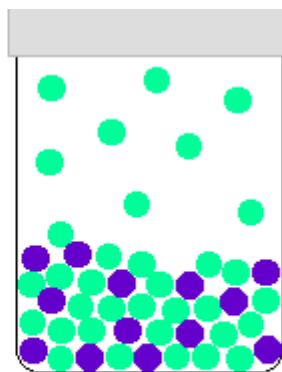
სურ.1

ორთქლს, რომელიც წონასწორობაშია სითხესთან, ნაჯერი ორთქლი ეწოდება, მის მიერ შექმნილ წნევას კი - ნაჯერი ორთქლის წნევა. ასეთ წონასწორობულ სისტემაში არააქროლადი ნივთიერების დამატებით გამხსნელის (მაგალითად, წყლის) კონცენტრაცია შემცირდება. ეს გამოიწვევს სისტემის წონასწორობის დარღვევას. ლე-შატელიეს პრინციპის თანახმად,

წონასწორობა გადაიხრება წყლის ორთქლის კონდენსაციისკენ ანუ ორთქლის წნევის შემცირებისკენ. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, სუფთა გამხსნელის ორთქლის წნევა (სურ. 2ა) ყოველთვის მეტი იქნება ხსნარის ორთქლის წნევაზე (სურ. 2ბ).



ა)



ბ) სურ.2

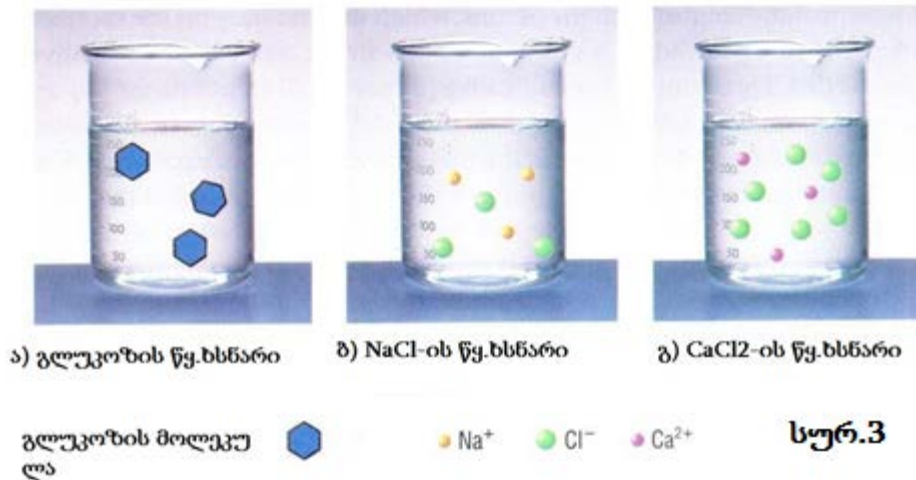
მივედით **რაულის კანონამდე**, რომელიც სიტყვიერად ასე ჩამოყალიბდება:

ხსნარის ზედაპირზე გამხსნელის მიერ შექმნილი წნევა (P_A) ტოლია სუფთა გამხსნელის ორთქლის წნევის (P_A^0) ნამრავლისა გამხსნელის მოლურ წილზე (X_A).

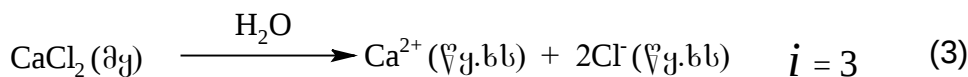
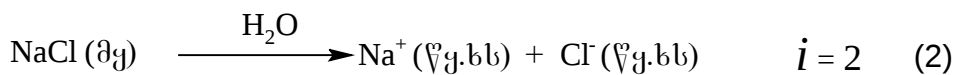
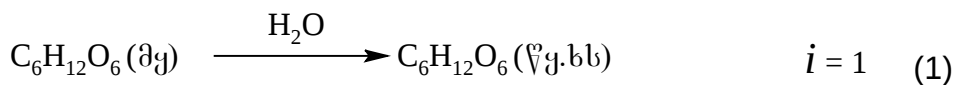
გთავაზობთ ამ კანონის მათემატიკურ ფორმულირებას:

$$P_A = X_A \times P_A^0 \quad (1)$$

აქ მნიშვნელოვანია იმის გათვალისწინება, ნაერთი მოლეკულურია თუ იონური. მაგალითად, შევადაროთ ერთმანეთს გლუკოზის, ნატრიუმის ქლორიდისა და კალციუმის ქლორიდის წყალხსნარები (ნახ. 3).



გლუკოზა მოლეკულური ნაერთია, რაც იმას ნიშნავს, რომ 1 მოლი გლუკოზის წყალში გახსნისას მიიღება გლუკოზის მოლეკულების 1 მოლი (1). რაც შეეხება სუფრის მარილს, წყალში გახსნისას 1 მოლი NaCl დისოცირდება 2 მოლ იონად (2), ხოლო 1 მოლი CaCl₂ - 3 მოლ იონად (3):



დისოცირებული ნაწილაკების რაოდენობა გამოისახება ე.წ. ვანდ-ჰოფის ფაქტორით (*i* - იონებად დისოცირებული მოლეკულების რაოდენობა). ხსნარში ნივთიერების საერთო რაოდენობა ტოლია ნივთიერების მოლების რიცხვის ნამრავლისა ვანდ-ჰოფის ფაქტორზე.

რაც მეტია *i* - ს მნიშვნელობა, მით მეტია გახსნილი ნივთიერების ნაწილაკების რაოდენობა ხსნარში და ნაკლებია ხსნარის ორთქლის წნევა სუფთა გამხსნელის ორთქლის წნევასთან შედარებით.

რაულის კანონის საილუსტრაციოდ განვიხილოთ მაგალითი. ვთქვათ, სურ. 3-ზე მოცემული თითო მოლი გლუკოზა, სუფრის მარილი და კალციუმის ქლორიდი გახსნეს 500მლ წყალში (თითოეული). გამოვთვალოთ ხსნარის ორთქლის წნევა სამივე შემთხვევაში, თუ სუფთა წყლის ორთქლის წნევა 25°C -ზე არის 3,2 კპა, ხოლო წყლის სიმკვრივე - 1 გ/მლ.

ამოხსნა:

ა) გამოვთვალოთ წყლის მასა:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 500 \text{ მლ} \times 1 \text{ გ/მლ} = 500 \text{ გ}$$

გამოვთვალოთ წყლის რაოდენობა:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{500 \text{ გ}}{18 \text{ გ/მოლი}} = 27,7777 = 27,8 \text{ მოლი}$$

ამოცანის პირობის თანახმად

$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1$ მოლი; გლუკოზა მოლეკულური ნაერთია და წყალში გახსნისას არსებობს მოლეკულების სახით, ამიტომ მოლეკულური ნაერთებისთვის $i=1$.

გამოვთვალოთ გამხსნელის (ამ შემთხვევაში - წყლის) მოლური წილი ხსნარში:

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}$$

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{27,8 \text{ მოლი}}{(27,8 + 1) \text{ მოლი}} = \frac{27,8}{28,8} = 0,965$$

ამოცანის პირობის თანახმად, სუფთა წყლის ორთქლის წნევა $P_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 3,2$ კპა,

მაშინ

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = X_{\text{H}_2\text{O}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}^0 \quad (2)$$

(2) ფორმულაში რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ გლუკოზის წყალხსნარის ნაჯერი ორთქლის წნევას:

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 0,965 \cdot 3,2 \text{ კპა} = 3,088 \text{ კპა}$$

ანალოგიური გამოთვლები ჩავატაროთ ბ) და გ) შემთხვევებშიც.

ბ) $n(\text{NaCl}) = 1$ მოლი; 1 მოლი NaCl წყალში გახსნისას დისოცირდება 2 მოლ იონად ანუ $i=2$

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{27,8 \text{ მოლი}}{(27,8 + 1 \cdot 2) \text{ მოლი}} = \frac{27,8}{29,8} = 0,933$$

ხსნარის ნაჯერი ორთქლის წნევა სუფრის მარილის წყალხსნარის შემთხვევაში იქნება:

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 0,933 \cdot 3,2 \text{ კპა} = 2,9856 \text{ კპა}$$

გ) $n(\text{CaCl}_2) = 1$ მოლი; 1 მოლი CaCl_2 წყალში გახსნისას დისოცირდება 3 მოლ იონად ანუ $i=3$, მაშინ

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{27,8 \text{ მოლი}}{(27,8 + 1 \cdot 3) \text{ მოლი}} = \frac{27,8}{30,8} = 0,9026$$

ნაჯერი ორთქლის წნევა კალციუმის ქლორიდის წყალხსნარის შემთხვევაში იქნება:

$$P_{H_2O} = 0.9026 \cdot 3,2 \text{ კპა} = \mathbf{2,8832 \text{ კპა}}$$

როგორც ვხედავთ, ხსნარში გახსნილი ნივთიერების ნაწილაკების რაოდენობის ზრდასთან ერთად იზრდება ნივთიერების მოლური წილი და მცირდება ხსნარის ნაჯერი ორთქლის წნევა. რაულის კანონიდან გამომდინარეობს ორი შედეგი - ხსნარის გაყინვის ტემპერატურის დაწევა და დუღილის ტემპერატურის აწევა სუფთა გამხსნელთან შედარებით. ამ საკითხებზე მომდევნო სტატიებში ვისაუბრებთ.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. A.C.Wilbraham, D.D.Staley, M.S.Matta, E.L.Waterman, "Chemistry", 5-th edition, ISBN 0-201-32142-4
2. T.L. Brown, H.E. LeMay, Jr, B.E.Bursten, C.J.Murphy, "Chemistry: the central science", 11-th edition, ISBN 0-13-600617-5
3. G.W.Daub, W. S.Seese, "Basic Chemistry", seventh edition, ISBN 0-13-373630-X