

## CHƯƠNG VII

# DUNG DỊCH

Dung dịch là một hệ đồng nhất gồm chất tan và dung môi mà thành phần có thể biến đổi trong một giới hạn rộng

Các phản ứng hóa học thường xảy ra trong dung dịch lỏng với dung môi là nước. Vì vậy việc tìm hiểu các quy luật chi phối các phản ứng xảy ra trong dung dịch nước là điều rất cần thiết.

### I. Nồng độ và độ tan của dung dịch

#### 1. Nồng độ

Để biểu thị thành phần của một dung dịch, người ta dùng nồng độ dung dịch. Vậy nồng độ dung dịch là lượng chất tan có trong một lượng xác định dung dịch hoặc dung môi, lượng chất tan lớn tạo dung dịch đặc, ngược lại là dung dịch loãng.

##### 1.1. Nồng độ %

##### 1.1.1. Nồng độ % theo khối lượng

Biểu thị số gam chất tan có trong 100g dung dịch.

$m_{ct}$ : khối lượng chất tan(g)

$$C\% = \frac{m_{ct}}{m_{dd}} \cdot 100 \quad m_{dd}: \text{khối lượng dung dịch (g)}$$

Ví dụ: dung dịch saccaroza 5% nghĩa là trong 100g dung dịch có 5g saccaroza và 95g H<sub>2</sub>O.

##### 1.1.2. Nồng độ % theo thể tích

Biểu thị số ml chất tan có trong 100ml dung dịch.

Ví dụ: ancol etylic 70% nghĩa là trong 100ml dung dịch rượu này cần có 70ml C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH nguyên chất và 30ml H<sub>2</sub>O.

#### 1.2. Nồng độ mol / l(M).

Biểu thị số mol chất tan có trong một lít dung dịch.

$$C_M = \frac{n_{ct}}{V_{dd}} \quad V: \text{thể tích (l)}$$

n: số mol

#### 1.3. Nồng độ molan

Biểu thị số mol chất tan có trong 1000g dung môi.

Ví dụ: dung dịch NaCl 0,2 molan: dung dịch chứa 2 mol (=11,7g) NaCl trong 1000 gam nước.

#### 1.4. Nồng độ phần mol (hoặc phân số mol)

Nồng độ phần mol của một chất là tỉ số giữa số mol của chất đó và tổng số mol các chất có trong dung dịch.

$$\chi_A = \frac{n_A}{\sum n} = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

\* *Chú ý :*

Tổng nồng độ phân mol của các chất có trong dung dịch bằng 1.

### 1.5. Nồng độ đương lượng gam ( $N$ )

Biểu thị số đương lượng gam chất tan có trong một lượng dung dịch.

$$N = \frac{n'}{V}$$

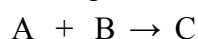
$n'$ : số đương lượng gam chất tan có trong dung dịch.

$V$ : thể tích (l)

Ví dụ: dung dịch HCl 2N: là dung dịch có chứa 2 đương lượng gam hoặc 2x36,5g HCl nguyên chất.

\* *Áp dụng định luật đương lượng cho các phản ứng trong dung dịch*

Giả sử phản ứng :



Gọi:

$N_A, N_B$  : Nồng độ đương lượng gam của 2 dung dịch A và B

$V_A, V_B$ : Thể tích của 2 dung dịch A và B phản ứng vừa đủ với nhau

Theo định luật đương lượng ta có:

$$N_A \cdot V_A = N_B \cdot V_B$$

Đây là biểu thức toán học áp dụng định luật đương lượng cho dung dịch.

### 1.6. Mối quan hệ giữa các nồng độ

#### 1.6.1. Giữa nồng độ phân tử gam và nồng độ %

$$C_M = \frac{10dC\%}{M}$$

$M$  : khối lượng phân tử chất tan

$C_M$  : nồng độ mol của dung dịch

$D$  : khối lượng riêng của dung dịch

$C\%$  : nồng độ % của dung dịch

#### 1.6.2. Giữa nồng độ đương lượng và nồng độ % của dung dịch

$$C_N = \frac{10dC}{\% \cdot Đ}$$

$C\%$  : nồng độ % của dung dịch

$Đ$ : đương lượng gam

6.3. Giữa  $C_M$  và  $C_N$ 

$$C_N = n.C_M$$

$n =$  Số điện tích mà 1 ptg chất trao đổi  
 hoặc  $n =$  Số e mà 1 ptg chất trao đổi

## 2. Độ tan và các yếu tố ảnh hưởng đến độ tan

## 2.1. Khái niệm về độ tan

Ở một nhiệt độ nhất định độ tan của một chất trong một dung môi xác định bằng nồng độ của dung dịch bão hòa chất đó.

Thông thường độ tan của chất rắn trong một chất lỏng được biểu thị bằng số mol chất tan có trong một lít dung dịch.

Đối với chất khí tan trong chất lỏng thì độ tan được biểu diễn bằng thể tích chất khí bão hòa trong một thể tích xác định của dung môi.

Độ tan thường được kí hiệu là S

- Khi dung dịch có nồng độ nhỏ hơn độ tan ta có dung dịch chưa bão hòa, chất tan có thể tan thêm.

- Khi dung dịch có nồng độ lớn hơn độ tan ở cùng nhiệt độ thì ta có dung dịch quá bão hòa.

Các dung dịch quá bão hòa không bền, nếu khuấy, lắc hoặc thêm vào dung dịch một vài tinh thể chất rắn đó sẽ có sự kết tinh chất tan từ dung dịch và dung dịch sẽ trở về trạng thái bão hòa.

## 2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ tan

- Bản chất chất tan và bản chất dung môi:

Cùng một chất tan nhưng có thể tan nhiều hay ít khác nhau trong những dung môi khác nhau.

Thường các chất phân cực hoặc hợp chất ion tan trong các dung môi phân cực, còn dung môi không phân cực hòa tan các chất không phân cực.

- Nhiệt độ :

Độ tan của một chất tăng khi nhiệt độ tăng, nếu quá trình hòa tan đó thu nhiệt.

Ví dụ :  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KNO}_3$  ... tan nhiều khi đun nóng

Độ tan của chất khí giảm khi nhiệt độ tăng vì quá trình hòa tan của các chất khí phát nhiệt.

Độ tan của các chất khí tỉ lệ với áp suất riêng phần của chất khí đó.

$$S = K.P_i$$

K : hằng số tỉ lệ

$P_i$  : áp suất riêng phần của chất khí

S : độ tan của chất khí trong chất lỏng ( g/100g dung môi)

Đây là nội dung của *định luật Henry* về độ tan của chất khí trong chất lỏng .

## II. Áp suất hơi bão hòa của dung dịch chứa chất tan không điện li và không bay hơi. Định luật Raoult I

Dung dịch không điện li là dung dịch mà trong đó chứa chất tan tồn tại dưới dạng phân tử. Đây là các dung dịch thực có dung môi lỏng, chất tan có thể là chất rắn, lỏng hoặc khí.

### 1. Khái niệm về áp suất hơi bão hòa

Do chuyển động nhiệt, các phân tử chất lỏng tinh khiết đựng trong bình kín sẽ tách khỏi bề mặt chất lỏng và biến thành hơi. Quá trình này gọi là quá trình bay hơi. Mặt khác, các phân tử chất lỏng tinh khiết A ở trạng thái hơi cũng chuyển động hỗn loạn, va vào bề mặt chất lỏng và một số phân tử có thể ngưng tụ trở lại, quá trình này gọi là quá trình ngưng tụ. Khi vận tốc hai quá trình này bằng nhau thì tồn tại cân bằng:



Hơi nằm cân bằng với trạng thái lỏng gọi là hơi bão hoà, nó gây ra áp suất hơi bão hoà của chất nguyên chất.

Tại một nhiệt độ xác định, mỗi chất có một giá trị áp suất hơi bão hoà khác nhau, phụ thuộc bản chất của chất.

Quá trình bay hơi là quá trình thu nhiệt, khi tăng nhiệt độ thì áp suất hơi bão hoà của các chất tăng.

### 2. Áp suất hơi bão hoà của dung dịch chứa chất tan không bay hơi, không điện li

Khi hoà tan một chất tan không điện li và không bay hơi vào một dung môi thì các phân tử chất tan sẽ phân bố đồng đều trong toàn bộ thể tích của dung môi. Một số phân tử dung môi có trên mặt thoáng được thay thế bởi các phân tử chất tan không bay hơi, một số phân tử dung môi bay hơi giảm và do đó áp suất hơi bão hoà của dung môi trong dung dịch bé hơn so với áp suất hơi bão hoà của dung môi nguyên chất. Số phân tử chất tan càng tăng thì số phân tử dung môi thoát ra càng ít, do đó áp suất hơi bão hoà của dung dịch ( $P_1$ ) luôn luôn nhỏ hơn áp suất hơi bão hoà của dung môi nguyên chất ( $P_0$ ).

Sự giảm áp suất hơi bão hoà của dung dịch tuân theo định luật Raoult I.

"Áp suất hơi bão hoà của dung dịch bằng áp suất hơi bão hoà của dung môi nguyên chất nhân với phần mol của dung môi trong dung dịch".

$$P_1 = P_0 N_{dm} = P_0 \frac{n_{dm}}{n_{dm} + n_{ct}}$$

$P_1$  : áp suất hơi bão hoà của dung dịch

$P_0$  : áp suất hơi bão hoà của dung môi nguyên chất

$N_{dm}$  : phần mol của dung môi trong dung dịch

Nếu gọi  $N_{\text{chất tan}}$  là nồng độ phần mol của chất tan trong dung dịch thì:

$$N_{dm} + N_{ct} = 1$$

$\Delta P$  : độ giảm áp suất hơi bão hoà của dung dịch

$\Delta P/P_0$  : độ giảm tương đối áp suất hơi bão hoà của dung dịch

$$\Rightarrow N_{ct} = \frac{P_0 - P_1}{P_0} = \frac{\Delta P}{P_0}$$

Do đó, định luật Raoult I có thể phát biểu cách khác:

" Tại một nhiệt độ xác định, độ giảm tương đối áp suất hơi bão hoà của dung dịch chứa chất tan không bay hơi và không điện li bằng nồng độ phần mol của chất tan trong dung dịch ".

### III. Nhiệt độ sôi và nhiệt độ đông đặc của dung dịch định luật Raoult II

Nhiệt độ của chất lỏng là nhiệt độ mà tại đó áp suất hơi bão hoà của chất lỏng bằng áp suất hơi bão hoà của khí quyển .

- Nhiệt độ đông đặc (kết tinh) của chất lỏng là nhiệt độ mà tại đó áp suất hơi bão hoà của pha lỏng bằng áp suất hơi bão hoà của pha rắn.

- Do dung dịch có áp suất hơi bão hoà nhỏ hơn áp suất hơi bão hoà của dung môi nguyên chất nên muốn cho áp suất hơi bão hoà của dung dịch bằng áp suất khí quyển cần phải tăng nhiệt độ của dung dịch lên nên nhiệt độ sôi của dung dịch lớn hơn nhiệt độ sôi của dung môi nguyên chất .

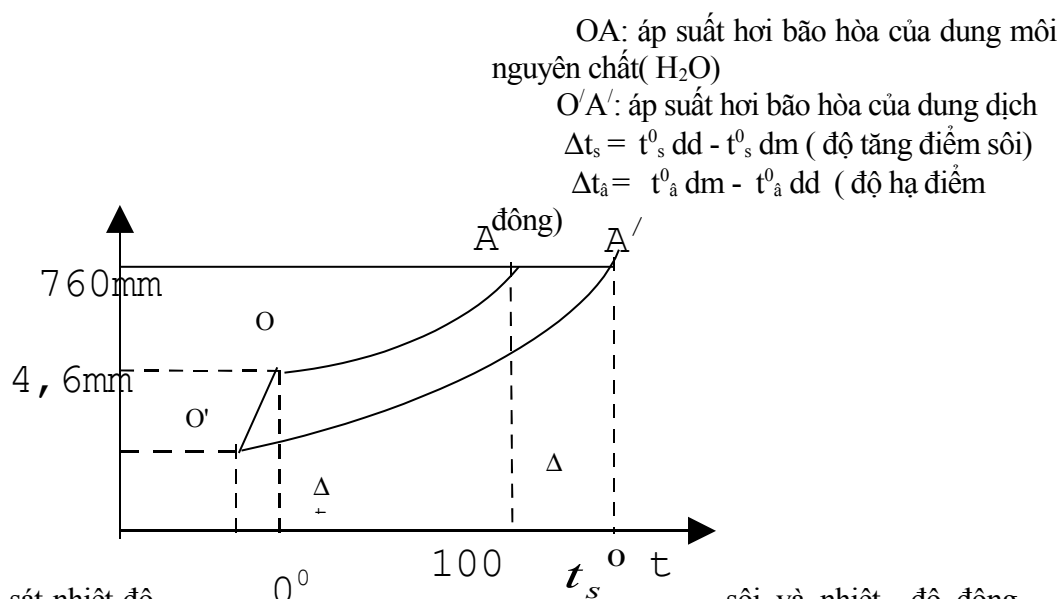
- Do áp suất hơi bão hoà của dung dịch nhỏ hơn áp suất hơi bão hoà của dung môi nguyên chất nên để cho áp suất hơi bão hoà trên pha rắn bằng áp suất hơi bão hoà trên pha lỏng (của dung dịch) cần phải hạ nhiệt độ đông của dung dịch xuống, nghĩa là: nhiệt độ đông của dung dịch nhỏ hơn nhiệt độ đông của dung môi nguyên chất.

Ví dụ:

- Nước sôi ở  $100^{\circ}\text{C}$ , dung dịch sôi ở  $t_s^0 > 100^{\circ}\text{C}$

- Nước đông ở  $0^{\circ}\text{C}$ , dung dịch đông ở  $t_d^0 < 0^{\circ}\text{C}$

Giản đồ về áp suất hơi bão hoà của dung dịch và dung môi  $\text{H}_2\text{O}$  như sau:



Khi khảo sát nhiệt độ của dung môi và dung dịch,

Raoult đã đưa ra định luật II như sau:

" Độ tăng điểm sôi và độ hạ điểm đông của dung dịch tỉ lệ với nồng độ molan của chất tan trong dung dịch".

Định luật này được hệ thức hoá như sau:

$$\Delta t_s = K_s \cdot C_m$$

$$\Delta t_d = K_d \cdot C_m$$

Trong đó

$\Delta t_s$ ,  $\Delta t_d$  (độ tăng điểm sôi, độ hạ điểm đông của dung dịch so với dung môi nguyên chất

$C_m$  : nồng độ molan của chất tan trong dung dịch

$K_s$ ,  $K_d$  : hằng số nghiệm sôi và hằng số nghiệm đông của dung môi nguyên chất

Giá trị  $K_s$ ,  $K_d$  chỉ phụ thuộc vào bản chất của dung môi.

Đây là một trong những phương pháp xác định phân tử lượng của chất tan bằng thực nghiệm.

Bảng giá trị  $K_s$ ,  $K_d$  của một số chất:

Chất	$K_d$ ( độ / mol)	$K_s$ ( độ / mol)
H <sub>2</sub> O	1,86	0,516
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	5,12	2,67
Dietylete	1,79	2,11
Phenol	7,27	3,04
Anilin	5,78	3,22

Ví dụ:

Tính  $t_s$ ,  $t_d$  của dung dịch chứa 9g glucoza trong 100g H<sub>2</sub>O. Cho  $K_s(\text{H}_2\text{O}) = 0,516$  ;  $K_d(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$

Giải:

$$C_m = \frac{9 \cdot 1000}{100 \cdot M_{\text{glucoza}}} = \frac{9 \cdot 1000}{100 \cdot 180} = 0,5$$

$$\Delta t_s = 0,516 \cdot 0,5 = 0,26$$

$$\Delta t_d = 1,86 \cdot 0,5 = 0,930$$

$$\text{Vậy } t_0 \text{ sôi của dung dịch đó là: } t_s = 100 + 0,26 = 100,26^\circ\text{C}$$

$$t_0 \text{ đông của dung dịch đó là: } t_d = 0 - 0,93 = - 0,93^\circ\text{C}$$

#### IV. Áp suất thẩm thấu của dung dịch

##### 1. Hiện tượng thẩm thấu

Hiện tượng thẩm thấu xuất hiện khi cho dung dịch tiếp xúc với dung môi qua một màng bán thấm - là màng chỉ cho các phân tử dung môi đi qua mà không cho các phân tử chất tan đi qua (do kích thước lỗ của màng nhỏ). Đa số các màng tế bào đều có tính chất bán thấm.

- Thí nghiệm:

Dùng một phễu có cuống dài, miệng phễu được bịt kín bằng một màng bán thấm. Cho nước đường bão hoà vào trong phễu, sau đó nhúng phễu vào trong chậu nước, mức nước của phễu và chậu ngang nhau. Sau vài giờ, dung dịch dâng lên trong cuống phễu vì màng bán thấm đã cho các phân tử dung môi đi qua. Khi đạt đến độ cao h nào đó thì nước không dâng lên được nữa, và lượng nước đi qua màng bán thấm từ hai phía là như nhau trong cùng một đơn vị thời gian, lúc này hiện tượng thẩm thấu dừng lại.

- Vậy :

Lực cản tác dụng lên một đơn vị diện tích của màng bán thấm để làm triệt tiêu hiện tượng thẩm thấu gọi là áp suất thẩm thấu (kí hiệu  $\pi$ ). Áp suất này bằng áp suất thuỷ tĩnh của cột chất lỏng có chiều cao h gây ra.

### 2. Định luật Van't Hoff về áp suất thẩm thấu

Năm 1887 Van't Hoff xác định áp suất thẩm thấu của dung dịch thoả mãn phương trình

$$\pi V = nRT$$

$$V \text{ và } C = n / V \quad \text{nên ta có} \quad \pi = CRT$$

C: nồng độ mol/l

V: thể tích dung dịch

R: hằng số khí

T: nhiệt độ tuyệt đối

" Áp suất thẩm thấu của chất tan trong dung dịch loãng có độ lớn bằng áp suất gây bởi chất đó nếu như ở cùng nhiệt độ đó nó ở trạng thái khí và chiếm thể tích bằng thể tích dung dịch ".

Định luật này chỉ áp dụng cho dung dịch loãng chứa chất tan không bay hơi vì khi đó không có sự tương tác giữa các chất. Áp suất thẩm thấu chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ và nồng độ chất tan.

Ứng dụng: Việc đo áp suất thẩm thấu cũng được sử dụng để xác định khối lượng phân tử chất tan.

$$\pi = CRT = \frac{m}{MV} RT \Rightarrow M = \frac{mRT}{\pi V}$$

Ví dụ: Cho áp suất thẩm thấu của một dung dịch chứa  $\pi$  0,66g urê  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  trong 250ml dung dịch đó ở 330C bằng 836mmHg. Tính phân tử lượng của urê.

Giải:

$$\pi V = \frac{m}{M} RT \Rightarrow M = \frac{mRT}{\pi V} = \frac{0.66 \cdot 62400 \cdot 306}{836 \cdot 250} = 60,3 \text{ đvC}$$

### 3. Ứng dụng hiện tượng thẩm thấu và áp suất thẩm thấu

Hiện tượng thẩm thấu và áp suất thẩm thấu có ý nghĩa lớn trong một số quá trình sinh học. Thẩm thấu là nguyên nhân trực tiếp của quá trình hút nước từ môi trường và quá trình vận chuyển nước trong cơ thể sinh vật.

Dịch tế bào của mỗi cơ thể sống có nồng độ các chất dinh dưỡng xác định nên có áp suất thẩm thấu xác định. Khi áp suất thẩm thấu của dịch tế bào lớn hơn của môi trường sẽ gây ra sự thẩm thấu nước ở môi trường vào tế bào và làm cho nước di chuyển từ tế bào nọ sang tế bào kia.

Ví dụ:

Đối với cây trồng, sự thoát hơi nước từ lá làm cho quá trình thẩm thấu nước từ môi trường đến ngọn và lá cây tăng. Ngược lại, khi môi trường có nồng độ chất cao hơn dung dịch tế bào, gây ra sự thẩm thấu nước từ tế bào ra môi trường, tế bào co lại và có thể chết. Mỗi sinh vật chỉ phát triển