



**UNIVERSITAS
PANCASILA**
"A PLACE TO CREATE YOUR SUCCESS"



MATA KULIAH KIMIA



LARUTAN DAN SIFAT KOLIGATIF



Dosen Pengampu :
Dr. apt. Liliek Nurhidayati, M.Si.

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pancasila
Semester
Gasal 2025/2026

A. Sifat dasar larutan

Larutan adalah suatu campuran homogen dari molekul, atom ataupun ion dari dua zat atau lebih.

- Larutan biner = sistem terdiri dari dua komponen
- Pelarut (solvent) :
adalah salah satu komponen (penyusun) larutan, suatu cairan sebelum larutan dibuat atau zat yang ada dalam jumlah lebih besar.
- Zat terlarut (solute) :
adalah komponen lain dapat berbentuk gas,cairan,zat padat atau zat yang kuantitasnya lebih kecil

Misalnya : alkohol – air = 50 : 50

air – alkohol = 85 : 15

gula – air = 80 : 20

Solvent atau solute dapat berupa : zat padat, cair atau gas, sehingga dengan demikian ada 9 sistem larutan :

	SOLUTE	SOLVENT	CONTOH
1.	gas	gas	udara (larutan O ₂ dalam N ₂)
2.	cair	gas	uap air dalam udara
3.	padat	gas	naftalen dalam udara (asap)
4.	gas	cair	CO ₂ dalam air
5.	cair	cair	alkohol dalam air
6.	padat	cair	gula dalam air
7.	gas	padat	H ₂ dalam Pd
8.	cair	padat	H ₂ O dalam CuSO ₄
9.	padat	padat	C dalam Fe (baja)

-Melarutkan suatu zat dasarnya adalah : *sejenis melarutkan sejenis*
contohnya :

- senyawa non polar larut ke dalam pelarut non polar
- senyawa kovalen polar/ senyawa ion larut ke dalam pelarut polar

Dua cairan non polar : - Heptan C_7H_{16} rapatan 0,689 mg/ml

- Heksan C_6H_6 rapatan 0,659 mg/ml

Pelan-pelan bercampur → molekul menyebar acak, bila dipanaskan kecepatan difusi meningkat → campuran homogen.

Dua cairan yang bercampur homogen dikatakan dapat campur = MISCIBLE
SOLVASI :

adalah antar aksi molekul-molekul pelarut dengan partikel zat terlarut untuk membentuk agregat (gugusan)

-Beberapa agregat tertentu mempunyai partikel pelarut yang jumlahnya tertentu dan beberapa agregat lain tidak tertentu.

Bila air merupakan pelarut maka proses ini disebut : HIDRASI atau AKUASI

KONSENTRASI LARUTAN :

Konsentrasi larutan merujuk ke bobot atau volume zat terlarut yang berada dalam pelarut ataupun larutan yang banyaknya ditentukan.

Terdapat beberapa metode untuk menyatakan kuantitas ini :

1. PERSEN BOBOT :

persen yang diberikan merujuk ke zat terlarut

mis : larutan 5% NaCl dalam air → NaCl = 5% bobot dengan sisanya 95%
air

2. PERSEN VOLUME :

Anggur mengandung 12% alkohol → 12 ml alkohol dalam 100 ml anggur

3. FRAKSI MOL

Fraksi mol merupakan suatu cara yang sederhana dalam menyatakan komposisi larutan, karena semua komponen dinyatakan dalam satuan mol.

Misalnya : Suatu larutan terdiri dari komponen A n_A mol dan komponen B n_B mol dst nya

maka fraksi mol komponen A (X_A) adalah :

$$\frac{n_A}{n_A + n_B + n_C + \dots}$$

Fraksi mol $\times 100$ = PERSEN MOL

Contoh soal : Hitung fraksi mol etilalkohol, C_2H_5OH dan air dalam suatu larutan yang terbuat dengan melarutkan C_2H_5OH 13,8 gram ke dalam 27,0 gram air.

4. MOLARITAS (M)

Cara menyatakan konsentrasi yang banyak digunakan yaitu nisbah antara jumlah mol zat terlarut dengan jumlah liter larutan.

Contoh : Hitung Molaritas suatu larutan yang dibuat dengan melarutkan 4,0 gram CaBr_2 dalam air secukupnya untuk memperoleh 200 ml larutan. ($M_r \text{ CaBr}_2 = 200 \text{ g/mol}$)

Penyelesaian :

$$M = \frac{\text{Mol zat terlarut}}{\text{Liter larutan}} = \frac{\text{g zat terlarut/g mol}^{-1}}{\text{Liter larutan}}$$

5. MOLALITAS (m)

Untuk mengatasi kelemahan molaritas yang tergantung pada suhu $\rightarrow$ volume larutan sedikit berubah bila suhu berubah.

$$\text{molalitas (m)} = \frac{\text{Jumlah mol zat terlarut}}{\text{Jumlah kg pelarut}}$$

Contoh : Hitung molalitas suatu larutan yang dibuat dengan melarutkan

262 gram etilen glikol ($C_2H_6O_2$) dalam 8000 gram pelarut.

Penyelesaian :

Mr etilen glikol = 62 gram / mol.

molalitas = mol zat terlarut/kg pelarut

$$\begin{aligned} & \frac{262 \text{ g} / 62 \text{ g mol}^{-1}}{8000 \text{ g} \times 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g}} \\ & = 0,528 \text{ mol kg}^{-1} = 0,528 \text{ m} \end{aligned}$$

6. NORMALITAS (N)

Banyaknya ekivalen zat terlarut per liter larutan.

B. Sifat Koligatif Larutan nonelektrolit

Sifat koligatif:

Sekumpulan sifat umum yg berhubungan dg lart encer yg tergantung pd jumlah zat terlarut yg ada dan tidak tergantung pd jenis zat terlarut.

Sifat umum tsb:

- a. penurunan tekanan uap
- b. kenaikan titik didih
- c. penurunan titik beku
- d. tekanan osmotik

Kegunaan :

- menentukan bobot molekul zat terlarut (M_r)
- pengembangan teori larutan

a. Penurunan tekanan uap

Campuran dari:

Pelarut = A

Zat terlarut = B (nonvolatil)

Tekanan uap zat terlarut diabaikan.

Bila larutan encer : $\rightarrow$ hukum Raoult

$$P_A = X_A \cdot P_A^*$$

Karena $X_A = 1 - X_B$

$$P_A = (1 - X_B) P_A^*$$

$$P_A = P_A^* - X_B P_A^*$$

$$P_A^* - P_A = X_B P_A^*$$

$P_A^* - P_A$ = penurunan tekanan uap pelarut

X_B = fraksi mol zat terlarut

$$= \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

Pada larutan yg sangat encer, $n_A \gg n_B$ maka

$$P_A^* - P_A = (n_B/n_A) P_A^*$$

Contoh soal:

Pada 25°C tek uap benzena murni adalah 0,1252 atm. Andaikan 6,40 g naftalena (Mr 128,17 g mol⁻¹), dilarutkan dalam 78,0 g benzena (Mr 78,0 g mol⁻¹), hitung tek uap benzena di atas larutan, dg asumsi perilaku ideal

Penyelesaian:

Jumlah mol pelarut (n_1) = 1 mol

Jumlah mol zat terlarut (n_2) = 6,40 g / 128,17 g mol⁻¹ = 0,0499 mol

$$\text{fraksi mol } (X_1) = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{1,00 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol} + 0,0499 \text{ mol}} \\ = 0,9525$$

$$\text{Tekanan uap benzena} = X_1 P^* = 0,9525 \times 0,1252 \text{ atm} \\ = 0,119 \text{ atm}$$

LATIHAN

Suatu larutan terdiri dari 8,5 g urea dalam 100 g air. Larutan ini memiliki tekanan uap jenuh 89,2 mmHg pada 50°C. Bila tekanan uap jenuh air pada 50°C = 91,5 mmHg, hitung berat molekul urea!

b. Kenaikan titik didih

Kesetimbangan heterogen yg diperhatikan ketika membahas pendidihan adalah:

antara uap pelarut dan pelarut dalam larutan.

Pelarut murni akan mendidih bila tek uap jenuh pd permukaan cairan = tekanan luar

Untuk sistem terbuka tekanan udara luar = tek 1 atm

Karena zat terlarut nonvolatil mengurangi tek uap → diharapkan tjd peningkatan t.d , bila ke dlm pelarut murni dimasukkan zat terlarut tadi.

Persamaan untuk kenaikan t d:

$$\Delta T = \frac{RT^{*2}}{\Delta H_{\text{vap}}} X_B$$

ΔH_{vap} = panas penguapan molar pelarut

R = konstanta gas

T^* = temp didih pelarut murni

X_B = fraksi mol zat terlarut

- Fraksi mol dpt diubah menjadi besaran konsentrasi umumnya dlm molalitas (m), sehingga persamaan dapat ditulis:

$$\Delta T_b = K_b \cdot m_B$$

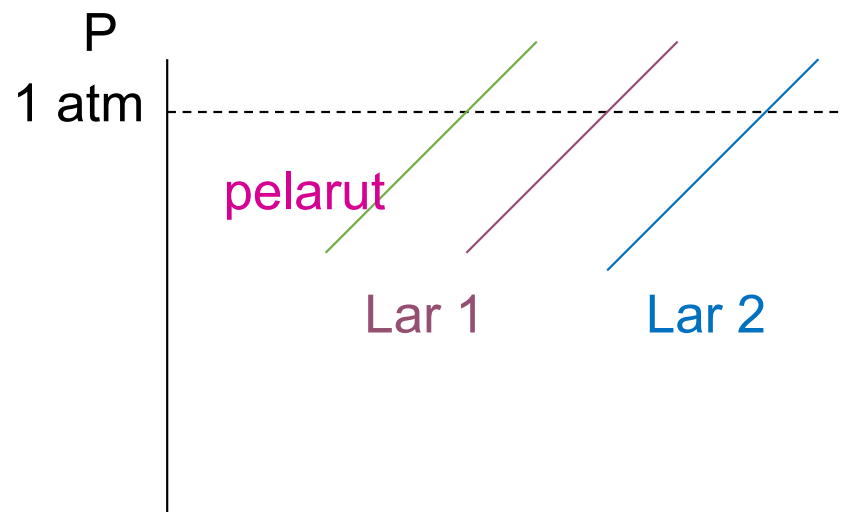
K_b = konstanta ebulioskopi

$$K_b = \frac{RT^{*2}M_A}{\Delta H_{\text{vap}}1000}$$

$$m_B = \frac{w_B/M_B}{1 \text{ kg pelarut}} = \frac{w_B/M_B}{W_A/1000}$$

Jadi

$$\Delta T_b = \frac{K_b \cdot W_B \cdot 1000}{W_A \cdot M_B} \quad \Delta T_b = \frac{RT^{*2}M_A}{\Delta H_{\text{vap}}1000} \times m_B$$



t.d pelarut murni

Gambar Hub. Jumlah zat terlarut dg titik didih

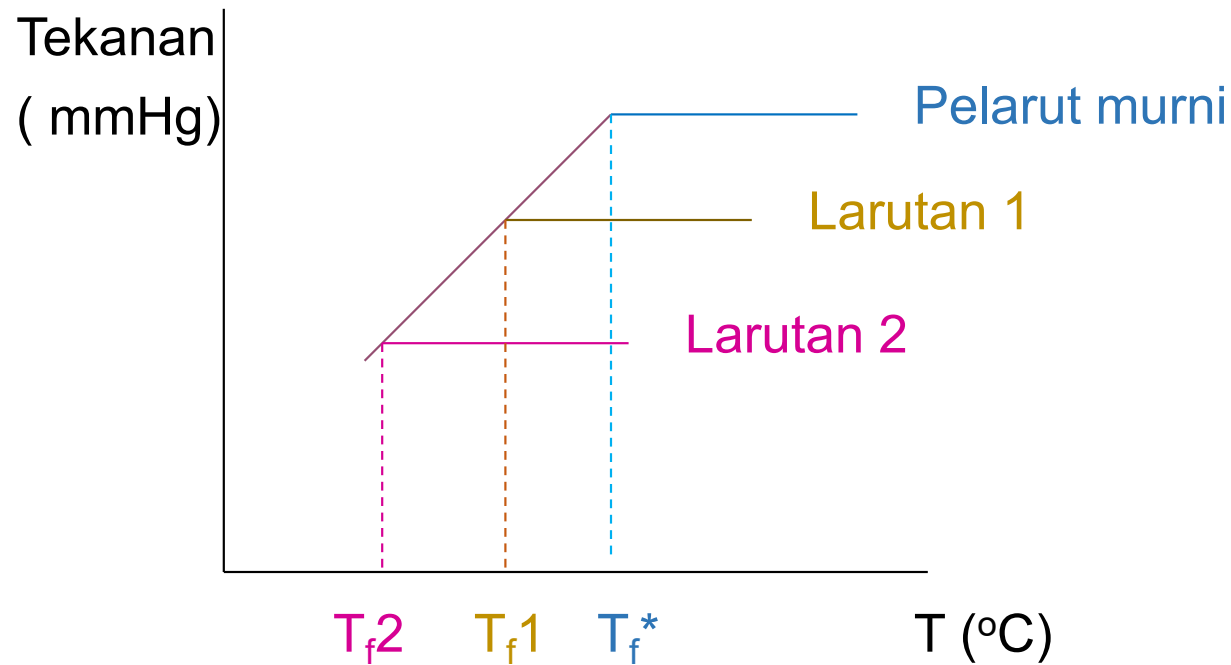
Contoh soal :

A. Bila 5,50 g bifenil ($C_{12}H_{10}$) dilarutkan dalam 100,0 g benzena, titik didihnya meningkat sebanyak $0,903^{\circ}C$. Hitunglah K_b benzena

B. Bila 6,30 g hidrokarbon yg tak diketahui dilarutkan dalam 150,0 g benzena, titik didihnya naik sebesar $0,597^{\circ}C$. Berapa massa molar zat yg tak diketahui tersebut?

C. Hitung titik didih suatu larutan yg mengandung gliserin 2 gram dalam 30 gram air. Diketahui: $K_b = 0,512^{\circ}C m^{-1}$
 M_r gliserin = $92 g mol^{-1}$

c. Penurunan titik beku



Gbr Tek uap jenuh sbg fungsi suhu dg zat terlarut

$$\Delta T_f = - \frac{RT_f^{*2} M_A}{\Delta H_{\text{lebur}} \cdot 1000} \times m_B$$

$$\Delta T_f = - K_f \cdot m_B$$

K_f = konstanta krioskopik

$$\Delta T_f = - \frac{K_f \cdot w_B \cdot 1000}{w_A \cdot M_B}$$

Contoh soal

1. 100 g urea dilarutkan dalam 200 g air.

Hitung:

a. Kenaikan titik didih larutan bila diketahui ΔH uap $40,67 \text{ kJ mol}^{-1}$

b. Penurunan titik beku larutan bila diketahui:

$R = 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $M_r \text{ air} = 18 \text{ g mol}^{-1}$

Titik didih air = $373,15 \text{ K}$, Titik beku air = $273,15 \text{ K}$

$\Delta H \text{ lebur} = 6 \text{ kJ mol}^{-1}$, $M_r \text{ urea} = 60 \text{ g mol}^{-1}$

2. Tekanan uap etanol pada 20°C adalah 45 mmHg . Bila 16 gram senyawa B yang tidak menguap dilarutkan dalam 500 gram etanol, tekanan uapnya adalah 43 mmHg . Hitung M_r senyawa B.

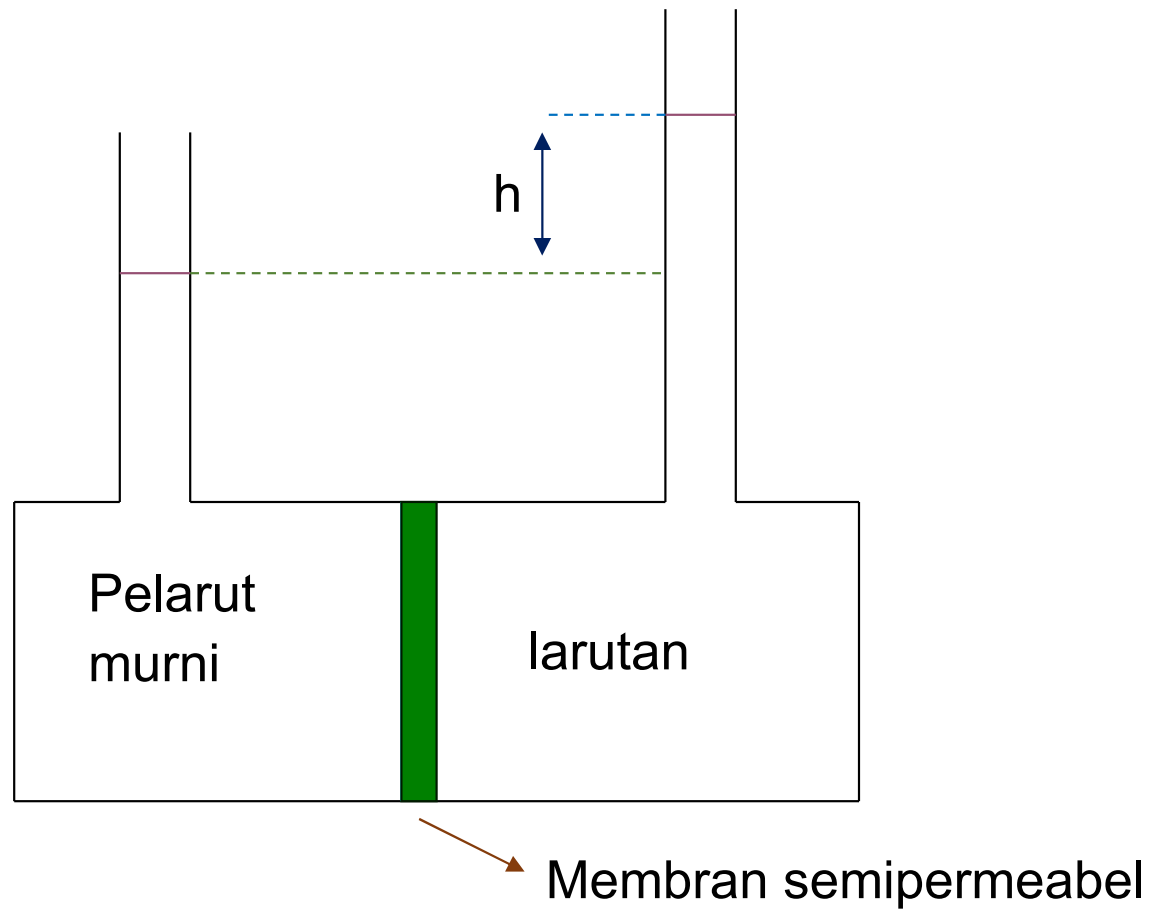
Penyelesaian ; karena larutan encer berlaku Hukum Raoult

$$P_{\text{etanol}} = (1 - X_B) \cdot P_{\text{etanol}}^*$$

d. Tekanan Osmosis

Osmosis

- Gejala osmosis (dari kata Yunani “mendorong”)
Adalah proses spontan di mana pelarut mengalir melalui membran semipermeabel ke larutan lain yg lebih pekat sampai kedua larutan sama konsentrasinya.
- Tekanan osmosis:
adalah tekanan yg harus diberikan kepada larutan agar alirannya berhenti
- Membran semipermeabel:
Membran yg dapat diresapi oleh pelarut, tetapi tidak oleh zat terlarut.
Istilah yg berkaitan dg besar tekanan osmosis:
 - isotonis, hipotonis, hipertonis



Gambar: pengukuran tekanan osmosis

Bila osmosis mencapai keseimbangan: tinggi larutan di sebelah kanan lebih tinggi h cm dari yg kiri

- Tekanan osmosis (π) = gaya / luas

$$= A h \rho g / A$$

$$= h \rho g$$

A = luas kolom gelas

h = tinggi cairan dalam kolom

G = konstanta gravitasi (980,7 cm det⁻²)

ρ = massa jenis larutan

Jacobus van't Hoff menemukan hubungan penting

$$\pi = cRT \quad \pi = \text{tekanan osmosis (atm)}$$

c = konsentrasi (mol per liter)

R = tetapan gas (0,08206 L atm mol⁻¹K⁻¹)

T = suhu absolut

- Karena $c \equiv n/V$, $n \equiv$ jumlah mol zat terlarut dan V adalah volume larutan, maka persamaan van't Hoff dapat ditulis

$$\pi V \equiv nRT \quad \longrightarrow \quad \pi \equiv cRT$$

$$= \frac{W_B}{M_B} RT$$

→ Massa molar zat terlarut dapat ditentukan dari tekanan osmotiknya.

→ Kegunaan lain osmosis:

Memperoleh air bersih dengan desalinasi air asin melalui osmosis balik (reverse osmosis). Bila larutan ionik yg bersentuhan dg membran semi permeabel diberi tekanan yg melebihi tek osmotik, air yg sangat murni akan melewati membran.

• Soal:

1. Seorang kimiawan melarutkan 2,00 g protein dalam 100 ml air. Pada 25°C tekanan osmotiknya adalah 0,021 atm. Berapa perkiraan massa molar protein?
2. Suatu larutan dibuat dg melarutkan 1,08 g protein, yaitu serum albumin manusia yg diperoleh dari plasma darah, dalam 50,0 cm³ air. Larutan menunjukkan tekanan osmotik 5,85 mmHg pada 298 K. Hitung bobot molekul relatif albumin.

C. Sifat Koligatif Larutan elektrolit

Elektrolit adalah :

suatu senyawa yang bila dilarutkan dalam pelarut (misalnya air) akan menghasilkan larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Elektrolit seringkali diklasifikasikan berdasarkan kemampuannya dalam menghantarkan arus listrik.

1. elektrolit kuat :

daya hantar tinggi walaupun konsentrasi zat terlarutnya rendah

Contoh : NaCl , HNO_3

2. elektrolit lemah :

daya hantar listrik tetap rendah walaupun konsentrasi zat terlarutnya tinggi.

Contoh : NH_3 , HNO_2

Suatu elektrolit dapat berupa asam, basa atau garam.

Teori Ionisasi ARRHENIUS

Sifat-sifat koligatif pada larutan non elektrolit tidak berlaku terhadap larutan elektrolit. Larutan elektrolit memperlihatkan adanya penyimpangan. Penyimpangan ini dapat dilihat pada :

Tabel : Penyimpangan sifat ideal pada larutan elektrolit

Sifat Koligatif	Zat Terlarut		
n, Tekanan osmotik Konsentrasi = 0,01 molar	Nonelektrolit	elektrolit	
	$C_{12}H_{22}O_{11}$	KCl	$BaCl_2$
n Teoritis (0°C)	0,224 atm	0,224 atm	0,224 atm
n Hasil Pengukuran (0°C)	0,224 atm	0,435 atm	0,610 atm

- penyimpangan yang serupa juga ditemui pada sifat koligatif lain.
- yang menyebabkan penyimpangan adalah zat terlarut dalam larutan → ion-ion (partikel kecil)
- Pengaruh ion terhadap sifat koligatif sama seperti pengaruh molekul

Sifat koligatif larutan elektrolit

Menyimpang dari sifat koligatif larutan non elektrolit

- Bila elektrolit bersifat tidak volatil, ΔT_f ; ΔT_b ; π lebih besar daripada yang diharapkan.
- Besarnya penyimpangan dari sifat ideal $\rightarrow$ digunakan faktor van Hoff (i)
- Faktor van't Hoff (i)

$$i = \frac{\text{Nilai terukur untuk zat terlarut}}{\text{Nilai harapan untuk senyawa nonelektrolit}}$$

$$i = \frac{\Delta T_f}{(\Delta T_f)_0} = \frac{\Delta T_b}{(\Delta T_b)_0} = \frac{\Delta P}{(\Delta P)_0} = \frac{\pi}{(\pi)_0}$$

Untuk non elektrolit : $i = 1$

elektrolit ; $i > 1 \Rightarrow$ tergantung dari elektrolit yang digunakan

BaCl_2 dan $\text{KCl} \Rightarrow i_{\text{BaCl}_2} > i_{\text{KCl}}$

Semakin encer $\rightarrow i \gg (\alpha \text{ juga semakin } >)$; i maksimum pada pengenceran tak terhingga

- $i_{\text{BaCl}_2} \rightarrow$ nilai maksimumnya 3

- $i_{\text{KCl}} \rightarrow$ nilai maksimumnya 2

Nilai i semakin besar bila T semakin tinggi, jadi sifat koligatif berdasarkan i hanya berlaku pada suhu i diukur.

Karena sifat koligatif hanya tergantung pada jumlah partikel zat terlarut dalam larutan, maka

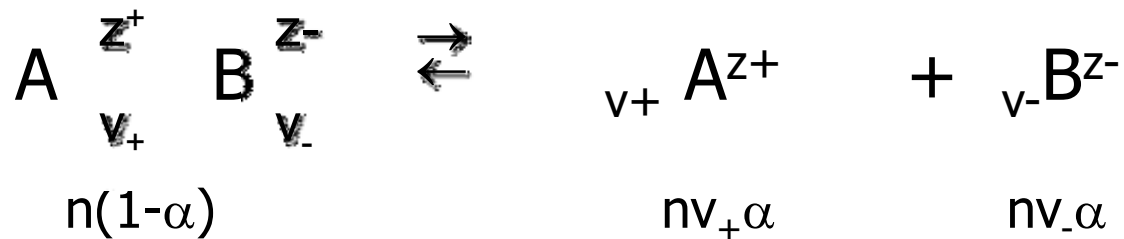
$$i = \frac{\text{Jumlah partikel sebenarnya dalam larutan}}{\text{Jumlah partikel sebelum dissosiasi}}$$

Kegunaan sifat-sifat koligatif larutan elektrolit:

-menghitung faktor van't Hoff

-menentukan derajat dissosiasi lar elektrolit kuat dan lemah

Hubungan antara i dengan derajat dissosiasi (α)



$$i = \frac{n(1-\alpha) + nv_+\alpha + nv_-\alpha}{n} = \frac{n - n\alpha + nv_+\alpha + nv_-\alpha}{n}$$

Bila $v = v_+ + v_-$, maka $nv\alpha =$ jumlah total partikel dalam larutan.

Jadi:

$$i = \frac{n - n\alpha + nv\alpha}{n}$$

$$i = 1 - \alpha + v\alpha$$

$\rightarrow$

$$\alpha = \frac{i - 1}{v - 1}$$

1. Sebuah larutan yg terdiri dari 2 g NaOH dalam 100 g air membeku pd suhu $-1,7^{\circ}\text{C}$. Berapa faktor van't Hoff untuk larutan ini? (K_f air = $1,86$). Konsentrasi larutan $0,05$ m. Titik beku untuk larutan nonelektrolit dengan konsentrasi $0,05$ adalah $-0,93^{\circ}\text{C}$.

Jawab $i = 1,7^{\circ}\text{C}/0,93^{\circ}\text{C} = 1,8$

2. Penurunan titik beku larutan $0,1$ m CH_3COOH adalah $-0,188^{\circ}\text{C}$. Hitung α untuk larutan asam asetat tersebut ($K_f \text{H}_2\text{O} = 1,86$).

- Bila diasumsikan bahwa asam asetat tidak berdissosiasi, maka penurunan titik bekunya adalah=

$$- m \times K_f = - 0,1 \times 1,86 = - 0,186^{\circ}\text{C}$$

$$i = 0,188/0,186 = 1,01$$

- Asam asetat akan berdissosiasi menghasilkan 2 ion per molekul maka nilai $v = 2$

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{1,01 - 1}{2 - 1} \\ &= 0,01\end{aligned}$$

LATIHAN:

1. Larutan BaCl_2 0,001 molar mempunyai tekanan osmotik 0,0648 atm. Hitung besarnya faktor van't Hoff larutan tersebut pada suhu 273 K.
2. Tekanan osmosis larutan 0,001 molal gula dan 0,001 molal CaCl_2 pada 273 K adalah 0,0024 atm dan 0,0610. Hitung faktor van'T Hoff dan derajat dissosiasi lar CaCl_2 tsb

Selamat belajar