



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020

Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XII

Daftar Isi

Daftar Isi.....	ii
Penyusun	iii
Peta Konsep	1
Glosarium.....	2
Pendahuluan	3
A. Identitas Modul.....	3
B. Kompetensi Dasar	3
C. Deskripsi	3
D. Petunjuk Penggunaan Modul	3
E. Materi Pembelajaran.....	4
Kegiatan Pembelajaran 1	5
A. Tujuan Pembelajaran.....	5
B. Uraian Materi.....	5
C. Rangkuman.....	10
D. Penugasan Mandiri	10
E. Latihan Soal	11
F. Penilaian Diri	13
Kegiatan Pembelajaran 2	14
A. Tujuan Pembelajaran.....	14
B. Uraian Materi.....	14
C. Rangkuman.....	18
D. Penugasan Mandiri	18
E. Latihan Soal	19
F. Penilaian Diri	20
EVALUASI	21
DAFTAR PUSTAKA	25



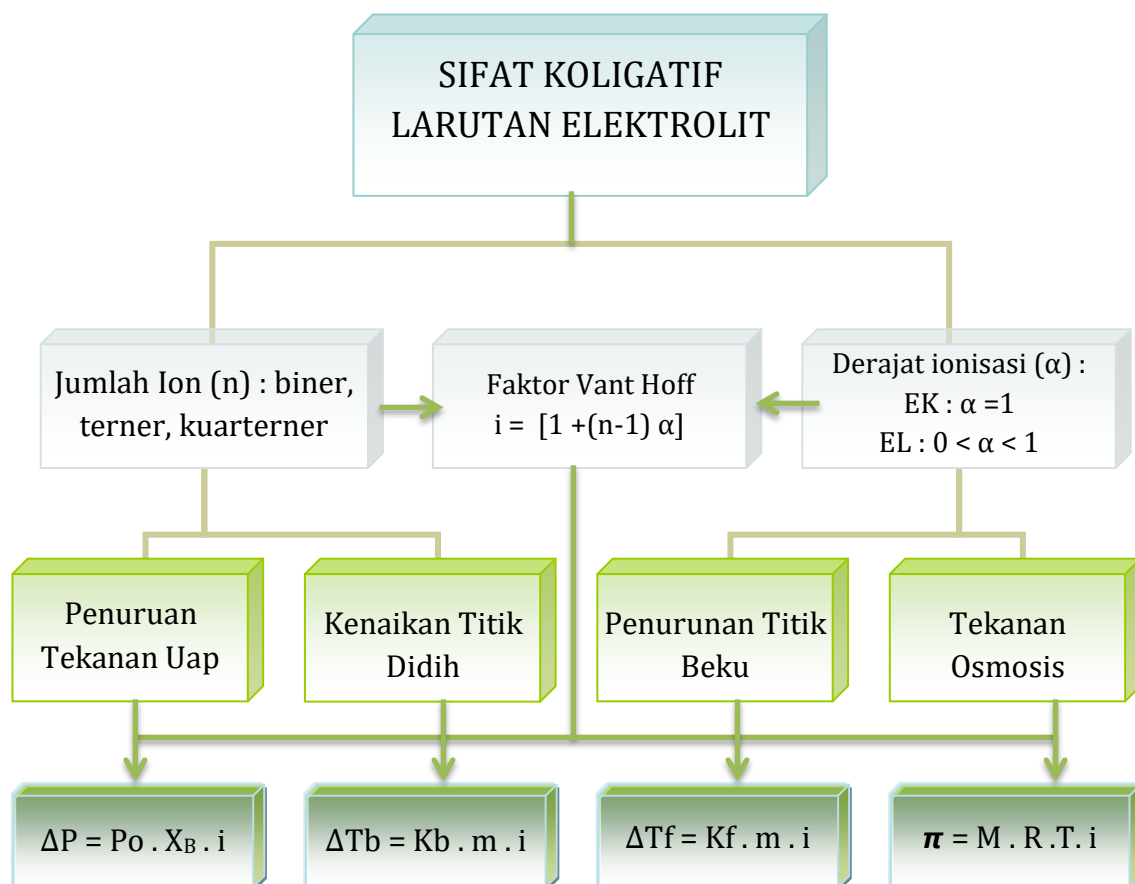
SIFAT KOLIGATIF
LARUTAN ELEKTROLIT DAN NON ELEKTROLIT
KELAS XII

Penyusun

Drs. H. I Gede Mendera, M.T.
SMA Plus Negeri 17 Palembang

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PAUD, DIKDAS DAN DIKMEN
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020

Peta Konsep



Glosarium

Elektrolit	: Zat dalam larutannya dapat mengalami ionisasi
Elektrolit kuat	: Zat dalam larutannya dapat mengalami ionisasi sempurna
Elektrolit lemah	: Zat dalam larutannya dapat mengalami ionisasi sebagian
Derajat ionisasi	: Perbandingan antara jumlah molekul zat yang terionisasi dengan jumlah molekul zat mula -mula
Elektrolit biner	: Elektrolit pada ionisasinya menghasilkan dua buah ion
Elektrolit terner	: Elektrolit pada ionisasinya menghasilkan tiga buah ion
Elektrolit kuarternar	: Elektrolit pada ionisasinya menghasilkan empat buah ion
Faktor Van't Hoff	: Pertambahan jumlah partikel pada ionisasi suatu elektrolit setelah mengalami ionisasi, $i = [1+(n-1)\alpha]$

Pendahuluan

A. Identitas Modul

Nama Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII/ semester 1
Alokasi waktu	: 4 jam pelajaran (2x pertemuan)
Judul Modul	: Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

B. Kompetensi Dasar

- 3.2 Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit
- 4.2 Menganalisis data percobaan untuk menentukan derajat pengionan

C. Deskripsi

Tahukah kalian, membuat es krim tradisional itu tidak menggunakan freezer. Es krim tradisional dibuat dengan memasukkan adonan es krim ke dalam wadah yang di sekitarnya diberi es batu untuk membekukan. Selain itu, bukan hanya es batu saja, tapi juga ditambahkan garam. Kenapa ditambah garam ya? Dari berbagai sumber diketahui titik beku es 0°C , suhu ini tidak cukup untuk membekukan es krim, temperatur yang dibutuhkan 3°C dibawah titik beku es. Nah untuk menurunkan suhu di bawah nol, salah satu zat yang digunakan adalah garam. Mengapa garam yang digunakan? Bisakah zat lain digunakan untuk menurunkan suhu es pendingin pada pembuatan es krim? Sebenarnya ada bahan kimia lain yang juga bisa digunakan, namun garam relatif mudah ditemukan serta harga yang jauh lebih murah dan menghasilkan jumlah partikel yang lebih banyak dibandingkan zat non elektrolit misalnya urea.

Pada modul ini akan dipelajari perbandingan jumlah partikel yang dihasilkan dari larutan elektrolit dan larutan non elektrolit kaitannya dengan sifat koligatif larutan yaitu penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini terbagi menjadi dua topik yaitu:

Pertama : Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit

Kedua : Faktor Vant Hoff

Untuk mempelajari materi sifat koligatif larutan elektrolit pada modul ini, kalian harus sudah memahami materi prasyarat yaitu : 1) derajat ionisasi; 2) pengelompokan larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah

Agar modul dapat digunakan secara maksimal maka kalian diharapkan melakukan langkah- langkah sebagai berikut :

1. Pelajari dan pahami peta materi yang disajikan dalam setiap modul
2. Pelajari dan pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran
3. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
4. Lakukan uji kompetensi di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk menguasai tingkat penguasaan materi.

5. Diskusikan dengan guru atau teman jika mengalami kesulitan dalam pemahaman materi. Lanjutkan pada modul berikutnya jika sudah mencapai ketuntasan yang diharapkan.

E. Materi Pembelajaran

Materi yang akan dibahas pada modul ini meliputi :

1. Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit
2. Merumuskan faktor Vant Hoff
3. Menggunakan faktor Vant Hoff dalam perhitungan sifat koligatif larutan elektrolit
4. Penggunaan sifat koligatif dalam kehidupan sehari-hari

Kegiatan Pembelajaran 1

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran secara mandiri pada modul ini, siswa dapat :

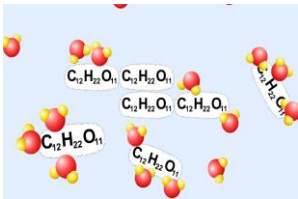
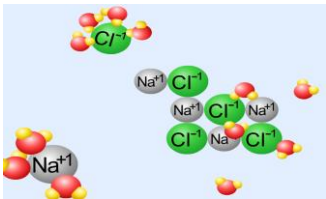
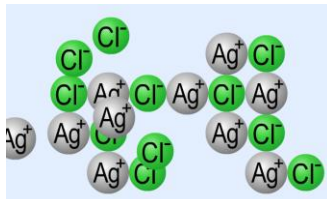
1. Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit
2. Merumuskan faktor Vant Hoff
3. Menggunakan faktor Vant Hoff pada sifat koligatif larutan Penurunan Tekanan Uap dan Kenaikan Titik Didih.

B. Uraian Materi

1. Pengelompokan Larutan dan Derajat Ionisasi (Apersepsi)

- a. Elektrolit kuat dapat berasal dari :
 - 1) Asam kuat, contoh : HCl, H₂SO₄, HNO₃
 - 2) Basa kuat, contoh : NaOH, KOH, Ba(OH)₂
 - 3) Garam, contoh : NaCl, KCl, BaCl₂, Ca(NO₃)₂
- b. Elektrolit lemah dapat berasal dari :
 - 1) Asam lemah : CH₃COOH, HF, HCN
 - 2) Basa lemah : NH₄OH, Al(OH)₃
 - 3) Sebagian garam : AgCl, PbCl₂
- c. Derajat ionisasi :
 - 1) Elektrolit kuat, $\alpha = 1$
 - 2) Elektrolit lemah : $0 < \alpha < 1$

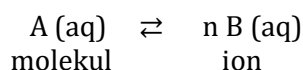
Perbandingan pelarutan senyawa non elektrolit, elektrolit kuat dan elektrolit lemah sebagai berikut :

Non elektrolit Contoh : gula	Elektrolit kuat Contoh : NaCl	Elektrolit lemah Contoh : AgCl
Ilustrasi : 	Ilustrasi : 	Ilustrasi : 
Persamaan reaksi : -	Persamaan reaksi : $\text{NaCl(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$	Persamaan reaksi : $\text{AgCl(aq)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
Ket. : tidak terion	Ket. : terion sempurna	Ket. : terion sebagian

2. Faktor Van't Hoff

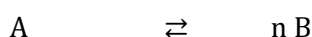
Zat elektrolit dalam air akan terionisasi menjadi ion-ion penyusunnya. Peruraian itu akan menyebabkan penambahan jumlah partikel, sedangkan sifat koligatif tergantung pada banyaknya partikel dalam larutan. Hal itulah yang menyebabkan pada konsentrasi yang sama sifat koligatif larutan elektrolit lebih besar dari larutan non elektrolit.

Untuk mengetahui banyaknya penambahan partikel zat elektrolit dalam larutan, kita misalkan elektrolit A terionisasi membentuk sejumlah n ion B (kumpulan ion positif dan ion negatif) menurut reaksi :



Jika kita misalkan : A mula-mula yang terion = a mol dengan derajat ionisasi = α , maka dapat dituliskan :

$$\alpha = \frac{\text{jumlah yang mengion}}{\text{Jumlah mula - mula}}$$



Mula-mula	:	a mol	
Bereaksi	:	$a \alpha$ mol	$n a \alpha$ mol
Setelah reaksi	:	$a - a \alpha$	$n a \alpha$ mol

Banyaknya partikel dalam larutan adalah = partikel zat A yang tidak terion + jumlah partikel B yang terbentuk, yaitu :

$$\begin{aligned} &= (a - a \alpha + n a \alpha) \text{ mol} \\ &= a (1 + n \alpha - \alpha) \text{ mol} \\ &= a [1 + (n - 1) \alpha] \text{ mol} \end{aligned}$$

Jika dibandingkan, antara partikel zat setelah reaksi ionisasi dengan partikel zat sebelum reaksi ionisasi, akan diperoleh:

$$= \frac{a [1 + (n - 1) \alpha]}{a}$$

terjadi penambahan jumlah partikel sebesar $[1 + (n - 1) \alpha]$ kali. Penambahan itu dinamakan faktor *Van't Hoff* atau faktor i .

Jadi : $i = [1 + (n - 1) \alpha]$,

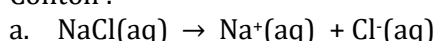
Dimana :

n = jumlah ion yang dihasilkan hasil ionisasi suatu elektrolit ($n = 2$, disebut biner, $n = 3$, disebut terner, $n = 4$ disebut kuarternar)

α = derajat ionisasi larutan elektrolit
(elektrolit kuat, $\alpha = 1$, elektrolit lemah : $0 < \alpha < 1$)

Dari rumusan faktor Van't Hoff, dapat disimpulkan bahwa $i = n$, jika elektrolit kuat ($\alpha = 1$).

Contoh :



Dari persamaan reaksi ionisasi NaCl, dapat dinyatakan : jumlah ion yang dihasilkan = satu ion Na^+ dan satu ion Cl^- = 2 ($n = 2$) dan NaCl mengalami ionisasi sempurna ($\alpha = 1$), sehingga :

$$\begin{aligned}
 i &= [1 + (n - 1) \alpha] \\
 i &= [1 + (2 - 1) 1], \\
 i &= [1 + (1) 1], \\
 &= 2
 \end{aligned}$$



Dari persamaan reaksi ionisasi MgCl_2 , dapat dinyatakan : jumlah ion yang dihasilkan satu ion Mg^{2+} dan dua ion $\text{Cl}^- = 3$ ($n = 3$) dan MgCl_2 mengalami ionisasi sempurna ($\alpha = 1$), sehingga :

$$\begin{aligned}
 i &= [1 + (n - 1) \alpha] \\
 i &= [1 + (3 - 1) 1] \\
 i &= [1 + (2) 1] \\
 i &= [1 + 2] \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya sifat koligatif larutan elektrolit dirumuskan sebagai berikut :

1. Penurunan Tekanan Uap (ΔP), dirumuskan :

$$\Delta P = P^o \cdot X_B \cdot i$$

2. Kenaikan Titik Didih (ΔT_b), dirumuskan :

$$\Delta T_b = m \cdot K_b \cdot i$$

3. Penurunan Titik Beku (ΔT_f), dirumuskan :

$$\Delta T_f = m \cdot K_f \cdot i$$

4. Tekanan Osmosis (π), dirumuskan :

$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

3. Penggunaan Faktor Van't Hoff pada Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

- a. Penurunan Tekanan Uap Larutan

Faktor Van't Hoff melekat pada mol zat terlarut (n_t) atau pada fraksi mol zat terlarut (X_B), sehingga rumus untuk menghitung penurunan tekanan uap larutan dirumuskan :

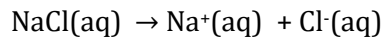
$$\Delta P = P^o \cdot X_B \cdot i, \text{ dimana : } X_B = \frac{nB}{nA + nB}$$

Contoh soal :

Larutan garam dapur, NaCl ($M_r = 58,5$) dengan kadar 10% masa pada suhu $t^\circ\text{C}$, bila tekanan uap air pada suhu yang sama = 24 mmHg, berapakah tekanan uap larutan?

Pembahasan :

Zat terlarutnya adalah garam yang mengalami ionisasi sempurna, yaitu :



Jumlah ion (n) = 2, α = 1, karena elektrolit kuat maka : $i = n = 2$

Misal : masa larutan = 100 gram, kadar NaCl = 10%

$$\begin{aligned}\text{Masa NaCl} &= \frac{10}{100} \times 100 \text{ gram} \\ &= 10 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Masa H}_2\text{O} &= (100 - 10) \text{ gram} \\ &= 90 \text{ gram}\end{aligned}$$

Hitung mol masing-masing zat dalam larutan, yaitu :

$$\text{Mol NaCl} = \frac{\text{masa}}{\text{Mr}} = \frac{10}{58,5} = 0,17 \text{ mol}$$

$$\text{Mol H}_2\text{O} = \frac{\text{masa}}{\text{Mr}} = \frac{90}{18} = 5 \text{ mol}$$

$$X_B = \frac{nB}{nA + nB} = \frac{0,17}{5 + 0,15} = \frac{0,17}{5,32} = 0,032$$

$$\begin{aligned}\Delta P &= P^\circ \cdot X_B \cdot i \\ &= 24 \text{ mmHg} \cdot 0,032 \\ &= 0,767 \text{ mmHg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= P^\circ - \Delta P \\ &= 24 - 0,767 \text{ mmHg} \\ &= 23,233 \text{ mmHg}\end{aligned}$$

b. Kenaikan Titik Didih dan Penurunan Titik Beku

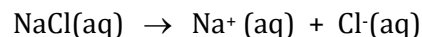
Pada penggunaan hukum Van't Hoff dalam menghitung sifat koligatif larutan, perlu diperhatikan :

- Tentukan jenis zat terlarutnya (non elektrolit/elektrolit kuat/elektrolit lemah) untuk menentukan harga derajat ionisasinya
- Tuliskan persamaan ionisasinya untuk menentukan jumlah ion yang dihasilkan

Contoh soal :

- 1) Sebanyak 5,85 gram NaCl ($\text{Mr} = 58,5$) dilarutkan dalam 500 gram air, hirunglah titik didih larutan

Pembahasan :



Dari persamaan reaksi ionisasi NaCl (elektrolit kuat) dapat dinyatakan :

$n = 2$, $\alpha = 1$, maka : $i = n$

$$\Delta T_b = m \cdot K_b \cdot i$$

Hitung molalitas larutan :

$$\begin{aligned}m &= \frac{gr}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{P} \\ &= \frac{5,85}{58,5} \times \frac{1000}{500} \\ &= 0,2 \text{ molal}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta T_b &= m \times K_b \times i \\ &= 0,2 \text{ molal} \times 0,52 \text{ }^\circ\text{C/molal} \times 2 \\ &= 0,208 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_b \text{ lar.} &= T_b \text{ pel.} + \Delta T_b \\
T_b \text{ lar.} &= 100 + 0,208 \\
&= 100,208 \text{ } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

- 2) Larutan 4 gram suatu basa berasam satu (LOH) dalam 100 gram air membeku pada temperatur $-3,72 \text{ } ^\circ\text{C}$. jika penurunan titik beku molal air $1,86 \text{ } ^\circ\text{C}$, hitunglah masa atom relatif logam L bila diketahui Ar : H = 1, O = 16.

Pembahasan :

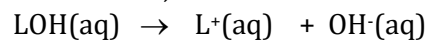
Suatu asam berasam satu artinya menghasilkan satu buah ion OH^- , reaksi ionisasinya :



Jumlah ion yang dihasilkan (n) = 2, larutan dianggap elektrolit kuat, sehingga harga : $\alpha = 1$.

$$\Delta T_f = T_f \text{ pelarut} - T_f \text{ larutan}$$

$$\begin{aligned}
\Delta T_f &= 0 - (-3,72) \\
&= +3,72 \text{ } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$



Jumlah ion (n) = 2, $\alpha = 1$, maka

$$\Delta T_f = \frac{\text{gram}}{Mr} \times \frac{1000}{P} \times K_f \times i$$

$$3,72 = \frac{4}{Mr} \times \frac{1000}{100} \times 1,86 \times 2$$

$$\begin{aligned}
Mr &= \frac{74,4}{3,72} \times 2 \\
&= 40
\end{aligned}$$

$$Mr \text{ LOH} = Ar \text{ L} + Ar \text{ O} + Ar \text{ H}$$

$$Ar \text{ L} = Mr \text{ LOH} - (Ar \text{ O} + Ar \text{ H})$$

$$\begin{aligned}
Ar \text{ L} &= 40 - (Ar \text{ O} + Ar \text{ H}) \\
&= 40 - 17 \\
&= 23
\end{aligned}$$

- 3) Larutan dibuat dengan melarutkan 7,5 gram suatu elektrolit biner ($Mr = 60$) kedalam 100 gram air, larutan mendidih pada suhu $101,04 \text{ } ^\circ\text{C}$, maka hitunglah derajat ionisasi senyawa elektrolit biner tersebut, $K_b \text{ air} = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C/molal}$.

Pembahasan :

Diketahui elektrolit biner, berarti harga $n = 2$

$$\begin{aligned}
\Delta T_b &= T_b \text{ pelarut} + T_b \text{ larutan} \\
&= 101,04 - 100 \\
&= 1,04 \text{ } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

$$m = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{P}$$

$$= \frac{7,5}{60} \times \frac{1000}{100}$$

$$= 1,25 \text{ molal}$$

$$\Delta T_b = m \times K_b \times i$$

$$i = \frac{\Delta T_b}{m \times K_b}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,04}{1,25 \times 0,52} \\
 &= 1,6 \\
 i &= [1 + (n - 1) \alpha] \\
 1,6 &= [1 + (2-1) \alpha] \\
 1,6 &= (1 + \alpha) \\
 \alpha &= 1,6 - 1 \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

C. Rangkuman

1. Banyaknya partikel dalam larutan elektrolit dan non-elektrolit tidak sama meskipun konsentrasinya sama, karena larutan elektrolit terurai menjadi ion-ionnya, sedangkan larutan nonelektrolit tidak terionisasi, sehingga pada konsentrasi yang sama sifat koligatif larutan elektrolit lebih besar dari sifat koligatif larutan non elektrolit.
2. Pertambahan jumlah partikel larutan elektrolit setelah mengalami ionisasi dinyatakan dengan faktor Van't Hoff, $i = [1 + (n - 1)\alpha]$, dimana n = jumlah ion yang dihasilkan hasil ionisasi suatu elektrolit ($n = 2$, disebut biner, $n = 3$, disebut terner, $n = 4$ disebut kuarternar), α = derajat ionisasi larutan elektrolit (elektrolit kuat, $\alpha = 1$, elektrolit lemah : $0 < \alpha < 1$)
3. Rumus sifat koligatif larutan elektrolit dituliskan sebagai berikut :
 - a. Penurunan Tekanan Uap (ΔP), dirumuskan :

$$\Delta P = P^o . X_B . i$$

- b. Kenaikan Titik Didih (ΔT_b), dirumuskan :

$$\Delta T_b = m . K_b . i$$

- c. Penurunan Titik Beku (ΔT_f), dirumuskan :

$$\Delta T_f = m . K_f . i$$

- d. Tekanan Osmosis (π), dirumuskan :

$$\pi = M . R . T . i$$

D. Penugasan Mandiri

1. Larutan elektrolit biner pada suhu tertentu memiliki fraksi mol terlarut 0,2, tekanan uap air murni pada suhu tersebut = 30 mmHg dan bila mengalami ionisasi sempurna dalam larutannya, berapakah tekanan uap larutannya?
2. Dalam suatu percobaan di laboratorium, dua orang siswa, Andi dan Budi mengukur titik didih larutan, Andi melarutkan 18 gram glukosa ($M_r = 180$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan, Andi melarutkan 5,35 gram NaCl ($M_r =$

- 53,5) dalam 500 gram air lalu dipanaskan. Suhu larutan diukur dengan menggunakan termometer. Bila K_b air = $0,52\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$.
- Bandingkan larutan Andi dan Budi, pada termometer larutan siapakah menunjukkan angka lebih tinggi?
 - Jelaskan mengapa hal ini terjadi
- Bila ke dalam 250 gram air dilarutkan 12 gram asam asetat ($M_r = 60$) dengan derajat ionisasi 0,75, hitunglah titik beku larutan.
 - Diketahui 5 buah wadah yang berisi larutan sebagai berikut
 - AlCl_3 0,1 m
 - Glukosa 0,2 m
 - Urea 0,1 m
 - MgCl_2 0,1 m
 Susunlah urutan larutan-larutan tersebut berdasarkan titik didihnya dari yang paling rendah ke yang paling tinggi
 - Sebanyak 11,7 gram NaCl dan 34,2 gram suatu zat non elektrolit dilarutkan dalam 500 gram air. Larutan tersebut membeku pada $-1,86\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tentukanlah massa molekul relatif (M_r) zat non elektrolit tersebut ($M_r \text{ NaCl} = 58,5$).

E. Latihan Soal

- Dalam suatu percobaan di laboratorium, dua orang siswa, Andi dan Budi mengukur titik didih larutan, Andi melarutkan 18 gram glukosa ($M_r = 180$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan, Andi melarutkan 5,35 gram NaCl ($M_r = 53,5$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan. Suhu larutan diukur dengan menggunakan termometer.
Beberapa pernyataan berikut berkaitan dengan percobaan di atas :
 - kedua larutan pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ belum mendidih
 - larutan yang dibuat Andi lebih dulu mendidih
 - titik didih kedua larutan sama besarnya
 - jumlah partikel kedua larutan sama banyak
 - kenaikan titik didih larutan Andi < kenaikan titik didih larutan Budi
 Pernyataan yang benar adalah...
 - (1), (2) dan (3)
 - (1), (2) dan (4)
 - (2), (3) dan (5)
 - (1), (2) dan (5)
 - (3), (4) dan (5)
- Seorang guru kimia menugaskan siswa melakukan percobaan penentuan titik beku larutan non elektrolit dan larutan elektrolit. Larutan yang tersedia yaitu : larutan urea 0,1 molal dan larutan KCl 0,1 molal. Setelah melakukan percobaan, 5 kelompok memberikan kesimpulan sebagai berikut :
 - Kelompok A : titik beku larutan urea 0,1 molal > titik beku larutan KCl 0,1 molal
 - Kelompok B : titik beku larutan urea 0,1 molal < titik beku larutan KCl 0,1 molal
 - Kelompok C : titik beku larutan urea 0,1 molal = titik beku larutan KCl 0,1 molal

- Kelompok D : penurunan titik beku larutan urea 0,1 molal < penurunan titik beku larutan KCl 0,1 molal
- Kelompok E : penurunan titik beku larutan urea 0,1 molal > penurunan titik beku larutan KCl 0,1 molal

Jika kalian yang melakukan percobaan di atas, maka kalian setuju dengan kesimpulan kelompok....

- A dan B
 - B dan C
 - B dan E
 - A dan D
 - A dan E
3. Larutan 6 gram suatu elektrolit biner ($M_r = 60$) dilarutkan dalam 100 gram air, larutan membeku pada suhu $-3,348^\circ\text{C}$, maka derajat ionisasi senyawa elektrolit tersebut adalah...
- 0,075
 - 0,60
 - 0,70
 - 0,80
 - 0,90
4. Data percobaan tentang titik didih 4 larutan pada suhu 27°C dan tekanan 1 atm tercantum pada tabel berikut.

No	Zat terlarut	Larutan	
		Konsentrasi (m)	Titik Didih ($^\circ\text{C}$)
1	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	1	100,52
2	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	2	101,04
3	NaCl	1	101,04
4	NaCl	2	102,08

Pada konsentrasi yang sama, larutan urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ dan garam dapur, NaCl memiliki titik didih yang berbeda. Hal ini disebabkan

- kedua larutan menghasilkan jumlah partikel yang berbeda
 - larutan NaCl tidak mengalami ionisasi
 - larutan urea mengalami ionisasi
 - kedua larutan merupakan larutan elektrolit
 - kedua larutan merupakan larutan non elektrolit
5. Untuk mengetahui massa molekul relatif suatu senyawa elektrolit biner yang belum diketahui rumus molekulnya, seorang kimiawan melakukan percobaan di laboratorium dengan melarutkan 4 gram senyawa elektrolit tersebut kedalam 250 gram air. Suhu pada termometer menunjukkan $100,26^\circ\text{C}$ pada tekanan 1 atm. Bila diketahui $K_b \text{ air} = 0,52^\circ\text{C}/m$, maka M_r zat tersebut diperkirakan....
- 16
 - 32
 - 64
 - 103
 - 128

F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Saya telah memahami perbedaan jumlah partikel yang dihasilkan oleh larutan non elektrolit, elektrolit kuat dan elektrolit lemah		
2	Saya sudah memahami faktor Van't Hoff, $i = [1 + (n-1)\alpha]$, dimana n = jumlah ion yang dihasilkan dan α = derajat ionisasi		
3	Saya sudah memahami bahwa larutan elektrolit ada yang biner ($n=2$), terner ($n=3$), kuartern ($n=4$)		
4	Saya dapat membedakan antara larutan elektrolit kuat (memiliki $\alpha=1$), elektrolit lemah ($0 < \alpha < 1$) dan non elektrolit ($\alpha=0$)		
5	Saya dapat menggunakan faktor Van't Hoff pada penghitungan sifat koligatif : 1) penurunan tekanan uap, 2) kenaikan titik didih; dan 3) penurunan titik beku		

Kegiatan Pembelajaran 2

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran secara mandiri pada modul ini, siswa dapat :

- A. Menggunakan faktor Van't Hoff pada sifat koligatif larutan tekanan osmosis.
- B. Menganalisis penggunaan sifat-sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.

B. Uraian Materi

1. Menggunakan Faktor Van't Hoff pada Sifat Koligatif Tekanan Osmosis

Proses osmosis terjadi jika kedua larutan yang dipisahkan oleh membran semipermeabel mempunyai tekanan osmotik yang berbeda. Untuk larutan yang terdiri atas zat nonelektrolit, maka tekanan osmotik berbanding lurus dengan konsentrasi (kemolaran) zat terlarut. Untuk larutan elektrolit dengan memperhitungkan faktor Van't Hoff, $i = [1+(n-1)\alpha]$, sehingga rumus untuk menghitung tekanan osmosis larutan elektrolit adalah:

$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

Keterangan :

π = tekanan osmosis (atm), 1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg

M = molaritas larutan (mol/L)

R = tetapan umum gas
= 0,082 L . atm/mol K

T = suhu mutlak = ($^{\circ}\text{C} + 273$) K

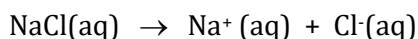
i = faktor Van't Hoff

Contoh soal :

- a. Tentukanlah tekanan osmotik larutan elektrolit kuat yang mengandung 5,85 gram NaCl ($M_r \text{ NaCl} = 58,5$) dalam 1 liter larutan pada suhu 27°C !

Pembahasan :

NaCl adalah elektrolit kuat, dalam larutannya mengalami ionisasi sempurna, menurut reaksi :



Dari reaksi ionisasi NaCl, dapat ditentukan jumlah ion yang dihasilkan, $n = 2$ dan derajat ionisasinya, $\alpha = 1$, sehingga : $i = n = 2$.

Untuk menghitung tekanan osmotik dari larutan NaCl, menggunakan rumus berikut:

$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

kita bisa menghitung harga M terlebih dahulu dengan rumus :

$$M = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{vol}$$

$$M = \frac{5,85}{58,5} \times \frac{1000}{1000}$$

$$= 0,1 \text{ mol/L}$$

Setelah kita hitung molaritas larutan, lalu masukkan ke dalam rumus tekanan osmosis larutan elektrolit, dimana harga i sudah kita tentukan besarnya = 2.

$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

$$= 0,1 \frac{\cancel{\text{mol}}}{\cancel{\text{L}}} \times 0,082 \frac{\cancel{\text{L}} \cdot \cancel{\text{atm}}}{\cancel{\text{mol}} \cdot \cancel{\text{K}}} \times 300 \cancel{\text{K}} \times 2$$

$$= 4,923 \text{ atm}$$

- b. Larutan H_3PO_4 1 M isotonis dengan larutan urea 2 M pada suhu yang sama. Hitunglah berapa persen larutan H_3PO_4 yang terionisasi dalam larutan?

Pembahasan :

Konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4 = 1 \text{ M}$

Konsentrasi urea = 2 M

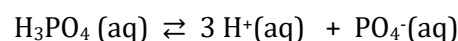
Kedua larutan isotonis, artinya mempunyai tekanan osmosis yang sama, sehingga berlaku : $\pi_1 = \pi_2$ atau $\pi_{\text{urea}} = \pi_{\text{H}_3\text{PO}_4}$

Urea termasuk zat non elektrolit, rumus yang digunakan : $\pi = M \cdot R \cdot T$

H_3PO_4 termasuk elektrolit lemah, rumus yang digunakan : $\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$

$$i = [1 + (n - 1) \alpha]$$

H_3PO_4 mengalami reaksi ionisasi sebagian menurut reaksi :



Jumlah ion yang dihasilkan dari reaksi ionisasi, $n = 4$

$$\pi_{\text{urea}} = \pi_{\text{H}_3\text{PO}_4}$$

$M_{\text{urea}} \cdot \cancel{R} \cdot \cancel{T} = M_{\text{H}_3\text{PO}_4} \cdot \cancel{R} \cdot \cancel{T} \cdot i$, variabel yang sama sebelah kiri dan kanan dicoret, sehingga menjadi :

$$M_{\text{urea}} = M_{\text{H}_3\text{PO}_4} \cdot [1 + (n - 1) \alpha]$$

$$2 = 1 [1 + (4 - 1) \alpha]$$

$$2 = (1 + 3\alpha)$$

$$3\alpha = 2 - 1$$

$$3\alpha = 1$$

$$\alpha = \frac{1}{3}$$

$$= 33,33 \%$$

2. Penggunaan Sifat-sifat Koligatif Larutan dalam Kehidupan

a. Penerapan Penurunan Tekanan Uap (ΔP)

Laut mati adalah contoh dari terjadinya penurunan tekanan uap pelarut oleh zat terlarut yang tidak mudah menguap. Air berkadar garam sangat tinggi ini terletak di daerah gurun yang sangat panas dan kering, serta tidak berhubungan dengan laut bebas, sehingga konsentrasi zat terlarutnya semakin tinggi. Contoh : Kolam apung Atlantis Water Adventure yang berada di Taman Impian Jaya Ancol Jakarta dimana Air yang berada di kolam apung ini memiliki kadar garam yang sangat tinggi, bahkan 10 kali lipat tingginya dibandingkan kadar garam rata-rata dilautan. Air atau pelarut yang ada di kolam apung ini sulit menguap karena tekanan uap pelarut menurun disebabkan karena konsentrasi kadar garam yang sangat tinggi. Semakin banyak jumlah zat terlarut, maka pelarut semakin sukar menguap.

b. Penerapan Penurunan Titik Beku (ΔT_f)

1) Membuat Campuran Pendingin

Cairan pendingin adalah larutan berair yang memiliki titik beku jauh di bawah 0°C. Cairan pendingin digunakan pada pabrik es, juga digunakan untuk membuat es putar. Cairan pendingin dibuat dengan melarutkan berbagai jenis garam ke dalam air. Contoh : Pada pembuatan es putar cairan pendingin dibuat dengan mencampurkan garam dapur dengan kepingan es batu dalam sebuah bejana berlapis kayu. Pada pencampuran itu, es batu akan mencair sedangkan suhu campuran turun. Sementara itu, campuran bahan pembuat es putar dimasukkan dalam bejana lain yang terbuat dari bahan stainless steel. Bejana ini kemudian dimasukkan ke dalam cairan pendingin, sambil terus-menerus diaduk sehingga campuran membeku.

2) Membuat Zat Anti Beku pada Radiator Mobil

Hal ini sangat berguna bagi negara yang memiliki musim salju, yakni dimana air radiator mobil tidak akan membeku yang apabila membeku maka akan merusak komponen mobil tersebut. Contoh : Untuk mengatasi agar air radiator tidak mudah membeku, maka ditambahkan cairan yang sulit membeku yakni etilen glikol. Dengan penambahan cairan ini, nantinya air radiator tidak mudah membeku karena terjadi penurunan titik beku cairan radiator.

3) Penambahan Anti Beku pada Minyak Kelapa

Ketika membuat minyak kelapa tradisional tentunya minyak yang dihasilkan akan cepat membeku terutama pada pagi hari yang dimana memiliki titik beku yang tinggi.

Contoh: Untuk mengatasi masalah tersebut maka, pada minyak kelapa ditambahkan garam-garaman atau vitamin E agar terjadi penurunan titik beku, sehingga minyak kelapa tidak mudah membeku pada suhu rendah.

c. Penerapan Kenaikan Titik Didih (ΔT_b)

1) Penggunaan Panci Presto

Panci Presto biasanya digunakan untuk memasak daging dengan tujuan mendapatkan daging yang empuk ataupun daging dengan tulang lunak dalam waktu yang relatif singkat. Hal itu dapat terjadi karena pada Panci Presto digunakan prinsip dasar kenaikan titik didih yakni air akan mendidih pada suhu 100 derajat Celsius pada tekanan 1 atmosfer. Karena panci presto terbuat dari bahan stainless yang tebal dan kuat serta mempunyai tutup yang rapat, maka uap air yang dihasilkan saat proses pendidihan tidak mungkin keluar dan hanya terkumpul dalam panci presto. Air yang terkumpul inilah yang membuat tekanan air dalam panci presto naik, yang menyebabkan temperatur didihnya juga naik menjadi >100 derajat Celsius.

2) Distilasi

Distilasi adalah proses pemisahan senyawa dalam suatu larutan dengan cara pendidihan. Larutan yang akan dipisahkan dengan zat terlarutnya, suhunya dinaikkan secara perlahan agar zat terlarut menguap dan dapat dipisahkan dengan pelarutnya.

d. Penerapan Tekanan Osmotik (II)

1) Mesin Cuci Darah

Pasien penderita gagal ginjal harus menjalani terapi cuci darah. Terapi menggunakan metode dialisis, yaitu proses perpindahan molekul kecil-kecil seperti urea melalui membran semipermeabel dan masuk ke cairan lain, kemudian dibuang. Membran tak dapat ditembus oleh molekul besar seperti protein sehingga akan tetap berada di dalam darah.

2) Penyerapan Air oleh Akar Tanaman

Tanaman membutuhkan air dari dalam tanah. Air tersebut diserap oleh tanaman melalui akar. Tanaman mengandung zat-zat terlarut sehingga konsentrasinya lebih tinggi daripada air di sekitar tanaman sehingga air dalam tanah dapat diserap oleh tanaman.

3) Desalinasi Air Laut Melalui Osmosis Balik

Osmosis balik adalah perembesan pelarut dari larutan ke pelarut, atau dari larutan yang lebih pekat ke larutan yang lebih encer. Osmosis balik terjadi jika kepada larutan diberikan tekanan yang lebih besar dari tekanan osmotiknya.

Contoh: Osmosis balik digunakan untuk membuat air murni dari air laut. Dengan memberi tekanan pada permukaan air laut yang lebih besar daripada tekanan osmotiknya, air dipaksa untuk merembes dari air asin ke dalam air murni melalui selaput yang permeabel untuk air tetapi tidak untuk ion-ion dalam air laut. Tanpa tekanan yang cukup besar, air secara spontan akan merembes dari air murni ke dalam air asin.

C. Rangkuman

1. Untuk larutan yang terdiri atas zat nonelektrolit, maka tekanan osmotik berbanding lurus dengan konsentrasi (kemolaran) zat terlarut. Untuk larutan elektrolit dengan memperhitungkan faktor Van't Hoff, $i = [1+(n-1)\alpha]$, sehingga rumus untuk menghitung tekanan osmosis larutan elektrolit adalah:

$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

Keterangan :

π = tekanan osmosis (atm), 1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg

M = molaritas larutan (mol/L)

R = tetapan umum gas
= 0,082 L . atm/mol K

T = suhu mutlak = ($^{\circ}\text{C} + 273$) K

i = faktor Van't Hoff

2. Penerapan Sifat Koligatif Larutan, yaitu :
 - a. Penerapan Penurunan Tekanan Uap (ΔP) pada pembuatan kolam apung
 - b. Penerapan Penurunan Titik Beku (ΔT_f), yaitu :
 - 1) Membuat Campuran Pendingin
 - 2) Membuat Zat Anti Beku pada Radiator Mobil
 - 3) Penambahan Anti Beku pada Minyak Kelapa
 - c. Penerapan Kenaikan Titik Didih (ΔT_b), yaitu :
 - 1) Penggunaan Panci Presto
 - 2) Distilasi bertingkat
 - d. Penerapan Tekanan Osmotik (Π), yaitu :
 - 1) Mesin Cuci Darah
 - 2) Penyerapan Air oleh Akar Tanaman
 - 3) Desalinasi Air Laut Melalui Osmosis Balik

D. Penugasan Mandiri

1. Tekanan osmotik darah manusia pada 37°C adalah 7,7 atm. Berapa gram NaCl harus dilarutkan dalam 1 liter larutan sehingga pada suhu yang sama isotonic dengan darah manusia ($M_r \text{ NaCl} = 58,5$).
2. Hitung tekanan osmosis larutan bila ke dalam 500 mL larutan dimasukkan 6 gram urea ($M_r = 60$) dan 11,1 gram CaCl_2 ($M_r = 111$) dan 5,85 gram NaCl ($M_r = 58,5$) pada suhu 27°C ($K_b \text{ air} = 0,52$, $K_f \text{ air} = 1,86$)
3. Tuliskan beberapa penggunaan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.
4. Pada proses pembuatan es krim/es puter secara tradisional tidak menggunakan freezer, melainkan hanya menggunakan pendingin yang terbuat dari batu es yang dicampur dengan garam. Apa yang terjadi pada es krim jika batu es tidak dicampur dengan garam? Beri penjelasan!

E. Latihan Soal

- Beberapa contoh penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari:
(1) Desalinasi air laut menjadi air tawar;
(2) Etilena glikol yang ditambahkan ke dalam cairan radiator;
(3) Membuat cairan infus yang akan dimasukkan dalam tubuh manusia;
(4) Garam dapur yang digunakan pada pembuatan es putar; dan
(5) Pemusnahan lintah dengan menaburkan garam
Penerapan sifat koligatif tekanan osmosis larutan terdapat pada nomor....
A. (1) dan (2)
B. (2) dan (3)
C. (2) dan (4)
D. (3) dan (4)
E. (3) dan (5)
- Larutan yang isotonis dengan asam nitrat 0,2 M adalah
A. aluminium sulfat 0,08 M
B. feri bromida 0,2 M
C. asam klorida 0,3 M
D. magnesium sulfat 0,4 M
E. urea 0,5 M
- Jika diketahui tekanan osmosis larutan 10 gram asam benzoat, C_6H_5COOH , dalam bezana adalah 2 atm pada suhu tertentu, maka larutan 20 gram senyawa dimernya, $(C_6H_5COOH)_2$, dalam pelarut yang sama, mempunyai tekanan osmosis sebesar
A. 0,5 atm
B. 1,0 atm
C. 2,0 atm
D. 4,0 atm
E. 8,0 atm
- Sebanyak 13,35 gram $LiCl_3$ dilarutkan dalam air hingga 250 mL, derajat ionisasi = 0,25; dan suhu 27 °C; tekanan osmotik larutan 17,22 atm. Jika $Ar\ Cl = 35,5$; maka $Ar\ L$ adalah
A. 18
B. 27
C. 36
D. 52
E. 60
- Disajikan beberapa sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari berikut.
(1) Penggunaan cairan tetes mata
(2) Penggunaan garam dapur untuk membunuh lintah
(3) Penggunaan garam dapur dalam pembuatan es putar
(4) Penggunaan garam dapur untuk mencairkan salju
(5) Pembuatan kolam apung
Penerapan sifat koligatif larutan yang berhubungan dengan penurunan titik beku larutan ditunjukkan oleh angka
A. (1) dan (2)
B. (1) dan (5)
C. (2) dan (4)
D. (3) dan (4)
E. (4) dan (5)

F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Saya memahami penggunaan faktor Van't Hoff pada tekanan osmosis larutan lektrolit		
2	Saya dapat menghitung tekanan osmosis larutan elektrolit bila diketahui parameter lainnya		
3	Saya dapat membandingkan tekanan osmosis larutan elektrolit dan non elektrolit		
4	Saya memahami penggunaan sifat-sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari		
5	Saya dapat menerapkan penggunaan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari misalnya pembuatan es krim		

EVALUASI

1. Dalam suatu percobaan di laboratorium, dua orang siswa, Andi dan Budi mengukur titik didih larutan, Andi melarutkan 6 gram urea ($M_r = 60$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan, Andi melarutkan 7,45 gram KCl ($M_r = 74,5$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan. Suhu larutan diukur dengan menggunakan termometer.

Beberapa pernyataan berikut berkaitan dengan percobaan di atas :

- (1) kedua larutan pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ belum mendidih
- (2) larutan yang dibuat Andi lebih dulu mendidih
- (3) titik didih kedua larutan sama besarnya
- (4) jumlah partikel kedua larutan sama banyak
- (5) kenaikan titik didih larutan Andi $<$ kenaikan titik didih larutan Budi

Pernyataan yang benar adalah...

- A. (1), (2) dan (3)
 - B. (1), (2) dan (4)
 - C. (1), (2) dan (5)
 - D. (2), (3) dan (5)
 - E. (3), (4) dan (5)
2. Seorang guru kimia menugaskan siswa melakukan percobaan penentuan titik beku larutan non elektrolit dan larutan elektrolit. Larutan yang tersedia yaitu : larutan glukosa 0,1 molal dan larutan NaCl 0,1 molal. Setelah melakukan percobaan, 5 kelompok memberikan kesimpulan sebagai berikut :
- Kelompok A : titik beku larutan glukosa 0,1 molal $>$ titik beku larutan NaCl 0,1 molal
 - Kelompok B : titik beku larutan glukosa 0,1 molal $<$ titik beku larutan NaCl 0,1 molal
 - Kelompok C : titik beku larutan glukosa 0,1 molal = titik beku larutan NaCl 0,1 molal
 - Kelompok D : penurunan titik beku larutan glukosa 0,1 molal $>$ penurunan titik beku larutan NaCl 0,1 molal
 - Kelompok E : penurunan titik beku larutan glukosa 0,1 molal $<$ penurunan titik beku larutan NaCl 0,1 molal
- Jika kalian yang melakukan percobaan di atas, maka kalian setuju dengan kesimpulan kelompok....
- A. A dan B
 - B. B dan C
 - C. B dan E
 - D. A dan D
 - E. A dan E
3. Larutan 12 gram suatu elektrolit biner ($M_r = 60$) dilarutkan dalam 500 gram air, larutan membeku pada suhu $-1,19\text{ }^{\circ}\text{C}$, maka derajat ionisasi senyawa elektrolit tersebut adalah...
- A. 0,075
 - B. 0,60
 - C. 0,70
 - D. 0,80
 - E. 0,90

4. Data percobaan tentang titik didih 4 larutan pada suhu 27°C dan tekanan 1 atm tercantum pada tabel berikut.

No	Zat terlarut	Larutan	
		Konsentrasi (m)	Titik Didih (°C)
1	CO(NH ₂) ₂	1	100,52
2	CO(NH ₂) ₂	2	101,04
3	NH ₄ NO ₃	1	101,04
4	NH ₄ NO ₃	2	102,08

Pada konsentrasi yang sama, larutan urea, CO(NH₂)₂ dan amonium nitrat, NH₄NO₃ memiliki titik didih yang berbeda. Hal ini disebabkan

- pada konsentrasi yang sama jumlah partikel urea < amonium nitrat
 - larutan NaCl tidak mengalami ionisasi
 - larutan urea mengalami ionisasi
 - kedua larutan merupakan larutan elektrolit
 - kedua larutan merupakan larutan non elektrolit
5. Untuk mengetahui massa molekul relatif suatu senyawa elektrolit biner yang belum diketahui rumus molekulnya, seorang kimiawan melakukan percobaan di laboratorium dengan melarutkan 8 gram senyawa elektrolit tersebut kedalam 500 gram air. Suhu pada termometer menunjukkan 100,26°C pada tekanan 1 atm. Bila diketahui Kb air=0,52°C/m, maka Mr zat tersebut diperkirakan....
- 16
 - 32
 - 64
 - 103
 - 128
6. Beberapa contoh penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari:
- Desalinasi air laut menjadi air tawar;
 - Etilena glikol yang ditambahkan ke dalam cairan radiator;
 - Membuat cairan infus yang akan dimasukkan dalam tubuh manusia;
 - Garam dapur yang digunakan pada pembuatan es putar; dan
 - Pemusnahan lintah dengan menaburkan garam
- Penerapan sifat koligatif penurunan titik beku larutan terdapat pada nomor....
 - (1) dan (2)
 - (2) dan (3)
 - (2) dan (4)
 - (3) dan (4)
 - (3) dan (5)
7. Larutan yang isotonis dengan kalium nitrat 0,2 M adalah
- Aluminum sulfat 0,08 M
 - Glukosa 0,3 M
 - Asam klorida 0,3 M
 - Magnesium sulfat 0,4 M
 - Urea 0,5 M

8. Jika diketahui tekanan osmosis larutan 10 gram asam benzoat, C_6H_5COOH , dalam bejana adalah 2 atm pada suhu tertentu, maka larutan 20 gram senyawa dimernya, $(C_6H_5COOH)_2$, dalam pelarut yang sama, mempunyai tekanan osmosis sebesar
- 0,5 atm
 - 1,0 atm
 - 1,5 atm
 - 2,0 atm
 - 4,0 atm
9. Sebanyak 26,7 gram $LiCl_3$ dilarutkan dalam air hingga 500 mL, derajat ionisasi = 0,25; dan suhu $27^\circ C$; tekanan osmotik larutan 17,22 atm. Jika $A_r Cl = 35,5$; maka $A_r L$ adalah
- 18
 - 27
 - 36
 - 52
 - 60
10. Disajikan beberapa sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari berikut.
- (1) Penggunaan garam dapur untuk membunuh lintah
 - (2) Penggunaan garam dapur untuk mencairkan salju
 - (3) Pembuatan kolam apung
 - (4) Penggunaan panci presto untuk masak daging
 - (5) Pemisahan sampuran dengan cara destilasi
- Penerapan sifat koligatif larutan yang berhubungan dengan kenaikan titik didih larutan ditunjukkan oleh angka
- (1) dan (2)
 - (1) dan (5)
 - (2) dan (4)
 - (3) dan (4)
 - (4) dan (5)

KUNCI JAWABAN EVALUASI

No. Soal	Kunci Jawaban
1.	C
2.	E
3.	B
4.	A
5.	C
6.	D
7.	A
8.	D
9.	B
10.	E

DAFTAR PUSTAKA

Haris Watoni. Kimia untuk Siswa SMA/MA Kelas X. Yrama Widya. Bandung. 2016

Unggul Sudarmo. Kimia untuk SMA/MA Kelas X. Erlangga. Jakarta. 2016.

I Gede Mendera. Modul Kimia Kelas XII. SMA Plus Negeri 17 Palembang. 2019.
Palembang

<http://indrinurazizah1.blogspot.com/2019/09/penerapan-sifat-koligatif-larutan-dalam.html/> diunduh pada tanggal 18 Agustus 2020