كلية الصيدلة
Faculty of Pharmacy

الجامعة السورية الخاصة
SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY

# General and Inorganic Chemistry

## Chapter 9

# المخاليط والمحاليل

# solutions and mixtures

د . زهير فواخرجي / الجامعة السورية الخاصة / كلية الصيدلة

(2020/2021)

Syrian private university / Faculty of Pharmacy

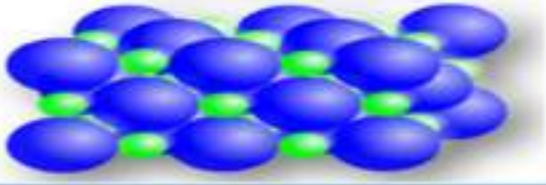
# تصنيف المخاليط من حيث التجانس

## المخاليط

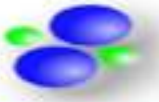
- **متجانسة** — true solution
  - محاليل حقيقية
- **غير متجانسة**
  - معلقة — suspension
  - غروية — colloid

solution

suspension



colloid



# ما هو المـول؟

**كمية من المادة تقدر بالغرام يساوي الوزن الذري أو الجزيئي**
**و المول الواحد من أي مادة يحتوي على عدد أفوغادرو من هذه المادة ويساوي عدديا**

$$6.02 \times 10^{23} \ mol^{-1}$$

**الكتلة المولية (الوزن الجزيئي)** M **كتلة مـول واحـد وتسـاوي مجمـوع الكتـل ( الأوزان ) الذريـة للعناصـر المكونة للصيغة الكيميائية. عدد المولات يساوي :**

$$n = \frac{m}{M}$$

n **عدد المولات** ، m **كتلة المادة** (g) ، M **الكتلة المولية**

## طرق التعبير عن التركيز

### 1- النسبة المئوية الوزنية $C_{(W/W)}$ % أو جزء من مائة pph :

كتلة المذاب solute $(m_2\ g)$، أو المذيب solvent $(m_1\ g)$ ( بالغرام) في 100 g من المحلول .

$$C_{solvet}\ \% = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100$$

حيث كتلة المحلول = $m_2 + m_1$

$$C_{solute}\ \% = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times 100$$

- عبر عن التركيز بالنسبة المئوية الوزنية لمحلول يزن 250g ويحتوي على 25g من كبريتات الصوديوم

$$C_{NaSO4}\ \% = \frac{25}{250} \times 100 = 10\%$$

## 2- النسبة المئوية الحجمية $C_{(V/V)}$ % أو جزء من مائة pph :

**تعرف بحجم المادة المذابة بـ mL في 100 mL من المحلول**

$$C_{(V/V)}\% = \frac{V\,(mL)_{(solute)}}{V\,(mL)_{(solution)}} \times 100$$

**- احسب النسبة المئوية الحجمية لمحلول تم تحضيره بإضافة 50mL ميتانول إلى 200mL ماء.**

$$V_{mL} = 50 + 200 = 250mL$$

$$C_{(V/V)}\% = \frac{50}{250} \times 100 = 20\%$$

## 3- النسبة المئوية $C_{(w/v)}$ % أو جزء من مائة pph :

**ويعبر عنها بوزن المادة Solute بـ g المذابة في100mL من المحلول Solution**

$$C_{(w/v)}\% = \frac{m\,(g)_{(solute)}}{V\,(mL)_{(solution)}} \times 100$$

**- احسب النسبة المئوية الوزنية الحجمية لمحلول يحتوي 80 mL منه 20 g من سكر العنب.**

$$C_{(w/v)}\% = \frac{20}{80} \times 100 = 25\%$$

## 4- التعبير عن التركيز بـ ( C g/L) أو جزء من بالألف ppt :بالعلاقة الآتية:

$$C_{(g/L)} = \frac{m\,(g)}{V\,(L)}$$

## التعبير عن التركيز بـ Cmg/L أو ماتعرف بـ جزء من مليون ppm :

$$(ppm) \rightarrow C_{(mg/L)} = \frac{m\ (mg)}{V\ (L)} \quad \text{or } (ppm) \rightarrow C_{(mg/L)} = C_{(g/L)} \times 10^{+3}$$

## التعبير عن التركيز بـ Cμg/L أو ماتعرف بـ جزء من بليون ppb : :

$$(ppb) \rightarrow C_{(\mu g/L)} = \frac{m\ (\mu g)}{V_{(L)}} \quad \text{or } (ppb) \rightarrow C_{(\mu g/L)} = C_{(g/L)} \times 10^{+6}$$

$$PPm = PPh \times 10^{+4} \Rightarrow PPh = PPm \times 10^{-4}$$
$$PPb = PPh \times 10^{+7} \Rightarrow PPh = PPb \times 10^{-7}$$
$$PPt = PPh \times 10^{+1} \Rightarrow PPh = PPt \times 10^{-1}$$

- نحضر محلول حجمه 0.6 L و يحتوي 6 g من كلوريد الصوديوم ،فيكون تركيز المحلول بـ
ppb و ppm , ppt= g/L

$$1 - \ C_{(g/L)} = \frac{m_{(g)}}{V_{(L)}} = \frac{6}{0.6} = 10 \quad g/L$$

$$2 - \ C_{(mg/L)} = \frac{m_{(mg)}}{V_{(L)}} = 10000\ mg/L = 10000 ppm$$

$$3 - \ C_{(\mu g/L)} = \frac{m_{(\mu g)}}{V_{(L)}} = 10^{7}\ g/L = 10^{7}\ ppb$$

## النسبة المئوية الوزنية لعنصر في مركب $C_{element}$ %

- عدد الذرات العنصر مضروب بالوزن الذري له مقسوم على الوزن الجزيئي للمركب و الناتج نضربه ب 100

$$C_{element}\ \% = \frac{a \times M_{element}}{M_{compond}} \times 100$$

- ما هي النسبة الوزنية المئوية للكربون والأكسجين في جزئ ثاني أكسيد الكربون $CO_2$ ؟

% كربون

$$C_{arbon}\ \% = \frac{12 \times 1}{44} \times 100 = 27.3\%$$

% أكسجين

$$Oxygen\ \% = \frac{16 \times 2}{44} \times 100 = 72.7\%$$

## الكسر الجزيئي الجرامي ( الكسر المولي)

**نسبة عدد مولات أحد مكونات المحلول إلى المجموع الكلي لعدد مولات المحلول:**

$$X_1 = \frac{n_1}{n_t} \qquad X_2 = \frac{n_2}{n_t}$$

**$X_1$ , $X_2$ الكسر المولي للمذيب و المذاب على التوالي ، $n_1$ عدد مولات المذيب، $n_2$ عدد مولات المذاب... $n_t = n_1 + n_2$ ... ( المجموع الكلي لمولات المحلول )**

$$\chi_1 + \chi_2 = 1$$

**مجموع الكسور المولية للمكونات يساوي الواحد**

## المولارية ( Molarity ) ( mol/L or M)

وتُعرف بأنها عدد مولات المادة المذابة في في لتر (1L) من المحلول ويرمز لها بالرمز M:

$$\text{المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

واحدة المولارية هي M أو mol/L

$$C_{(M)} = \frac{n_{(mol)}}{V_{(L)}} = \frac{\frac{m_{(g)}}{M}}{V_{(L)}}$$

$$m_{(g)} = C_{(M)} \times V_{(L)} \times M$$

- احسب التركيز المولاري لـمحلول مكون من 6g ( NaOH) مذاب في 500mL ماء علما ان
$M_{NaOH} = 40\ g\ mole^{-1}$

$$C(M) = \frac{n(mol)}{V(L)}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{6}{40} = 0.15mol$$

$$C(M) = \frac{0.15}{0.5} = 0.3mol/L$$

- احسب كتلة ملح الطعام اللازمة لتحضير محلول منه حجمه 250 mL و تركيزه المولاري 0.6M علما أن $M_{NaCl} = 58.5\ g\ mole^{-1}$

- احسب مولارية محلول من حمض الكبريت $H_2SO_4$ حجمه 500mL و يحتوي على 49 g من الحمض ؟ علما ان : $M_{H2SO4} = 98\ g\ mole^{-1}$

عدد مولات $H_2SO_4$ = كتلة المادة / الوزن ألجزيئي

$$n = \frac{49}{98} = 0.5\ mol$$

المولارية = عدد مولات المادة المذابة / حجم المحلول باللتر

$$C_{mol/L} = \frac{0.5}{0.5} = 1.0\ mol/L$$

## المولالية molality (mol/kg or m)

وتُعرف بأنها عدد مولات المادة المذابة n في كيلوغرام (kg) من المذيب النقي solvent (m) ويرمز لها بالرمز m:

$$m_{(mol/kg)} = \frac{n_{(mol)}}{m_{(kg)}}$$

- احسب مولالية محلول من هيدروكسيد الصوديوم يحتوي على 8g من NaOH في 500g من الماء.

$$n = \frac{8}{40} = 0.2 \text{ mol}$$

$$m_{(mol/kg)} = \frac{0.2}{0.5} = 0.4 \ m \ or \ (mol/kg)$$

- احسب مولالية محلول يحتوي 6.27g من الايتانول في 100 g من الماء
علما ان $M_{C_2H_5OH}$=46 g/mol

- احسب مولالية محلول يتكون من إذابة 40 g هيدروكسيد الصوديوم مذابة في (2 kg) من الماء ؟ علما ان $M_{NaOH}$ = 40 g $mole^{-1}$

- محلول يتكون من 4.6 g من الايتانول ($C_2H_5OH$) مع 50 g من الماء ($H_2O$) وكان حجم المحلول 53.4 mL احسب التركيز المولالي و المولاري للمحلول والنسبة المئوية الوزنية للايتانول له ثم احسب الكسر المولي للايتانول . $M_{C_2H_5OH}$=46 g/mol $M_{H_2O}$ =18 g/mol

التركيز المولالي = 2 m

$C_2H_5OH\%$ =8.42 %

التركيز المولاري = 1.873 M

$X_{C_2H_5OH}$ = 0.035

# الخواص التجميعية أو الترابطية للمحاليل

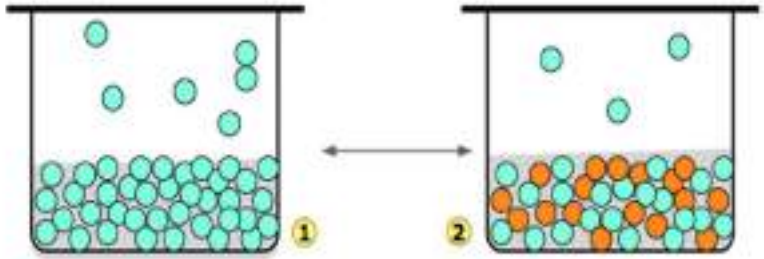
## Colligative properties of solutions

**الخواص الفيزيائية للسائل النقي تختلف عن الخواص الفيزيائية للمحاليل فمثلاً إضافة أي مادة إلى الماء ترفع من درجة غليانه لتصبح أعلى من 100 °C ارتفاع درجة الغليان وغيرها من الخواص الفيزيائية تسمى الخواص التجميعية أو المترابطة وهي تعتمد على عدد جزيئات المذاب وليس نوعها وهذه الخواص هي :**

- **انخفاض الضغط البخاري**
- **ارتفاع درجة الغليان**
- **الانخفاض في درجة التجمد**
- **الضغط الحلولي (الاسموزي)**

## انخفاض ضغط بخار المحلول وقانون راؤول: Lowering Vapor Pressure

**لوحظ أن الضغط البخاري للمحلول أقل من الضغط البخاري للسائل النقي A و أن الضغط البخاري للمحلول يتناسب طردياً مع الكسر المولي للمذيب A في المحلول**




$$P_s = P^o_A \times \chi_A$$

**حيث** : $\chi_A$ **الكسر المولي للمذيب**

$P_A$ **الضغط البخاري للمحلول**

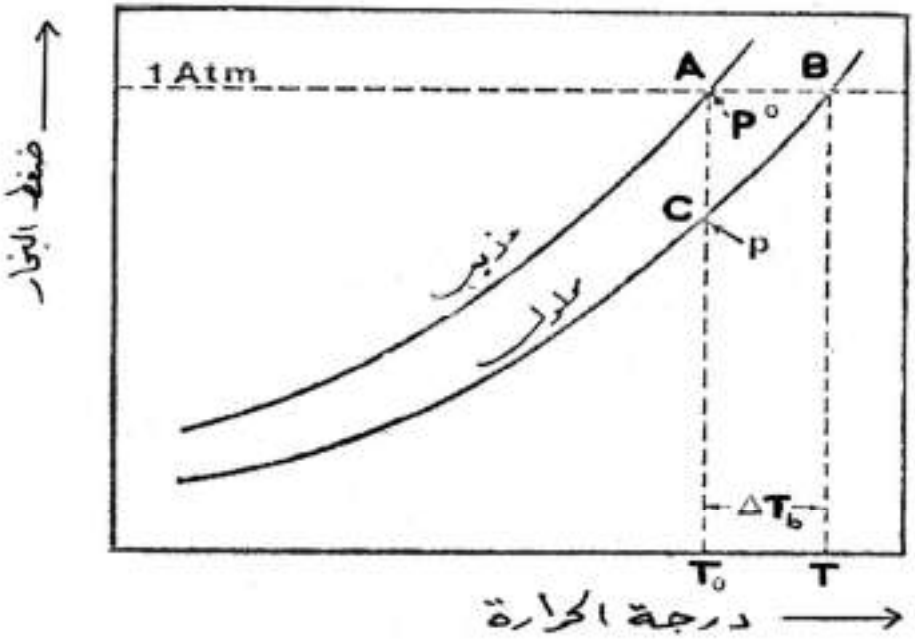
$P_A^\circ$ **الضغط البخاري للمذيب النقي**

**الانخفاض بالضغط البخاري للمحلول يتناسب طردياً مع الكسر المولي للمذاب B في المحلول**

**يفسر الإنخفاض في ضغط البخار عند إضافة مادة منحلة إلى السائل، بأن سطح المحلول الناتج عن إضافة المادة للمذيب النقي يصبح مشغولاً ببعض الجزيئات من المادة المنحلة المضافة، مما يمنع جزءاً من جزيئات المذيب من الانتقال عبر سطح المحلول من الطور السائل إلى الطور الغازي، حيث تصطدم بدقائق المادة المنحلة غير الطيارة الموجودة على سطح المحلول**

$$\Delta p_s = P^o_A - P_s = P^o_A \times \chi_B$$

# ارتفاع درجة الغليان Boiling-Point Elevation




تغلي السوائل عندما يتساوى ضغطها البخاري مع الضغط الجوي وينطبق ذلك على المحاليل أيضاً

الماء النقي يغلي عند 100 °C وغالباً يكون الماء هو المذيب

بما أن الضغط البخاري للمحلول المائي أقل من ضغط بخار الماء النقي لذلك لا يستطيع المحلول أن يغلي عند 100 °C ولا بد من الاستمرار في التسخين حتى تصل قيمة بخار المحلول إلى قيمة الضغط الجوي وهذا يفسر ارتفاع درجة غليان المحلول عن درجة غليان السائل النقي.

إذا كانت درجة غليان السائل النقي $T_\circ$ ودرجة غليان المحلول هي T والفرق بينهما $\Delta T$ فنجد أن $\Delta T$ تتناسب طردياً مع التركيز المولالي m للمحلول

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

حيث $K_b$ ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي

| ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي | | |
|---|---|---|
| المذيب | درجة الغليان , °C | $K_b$ , °C $m^{-1}$ |
| water | 100 | 0.514 |
| ethanol | 79 | 1.19 |
| acetic acid | 118 | 2.93 |
| carbon tetrachloride | 76.5 | 5.03 |

ما هي درجة غليان محلول ناتج من إذابة 2.85 g من السكر $(C_{12}H_{22}O_{11})$ في 25g من الماء ؟

$K_{b(H2O)} = 0.513$ °C /m

A- 100.171 °C  B- 0.171 °C  C- 0.238 °C  D- 99.829 °C

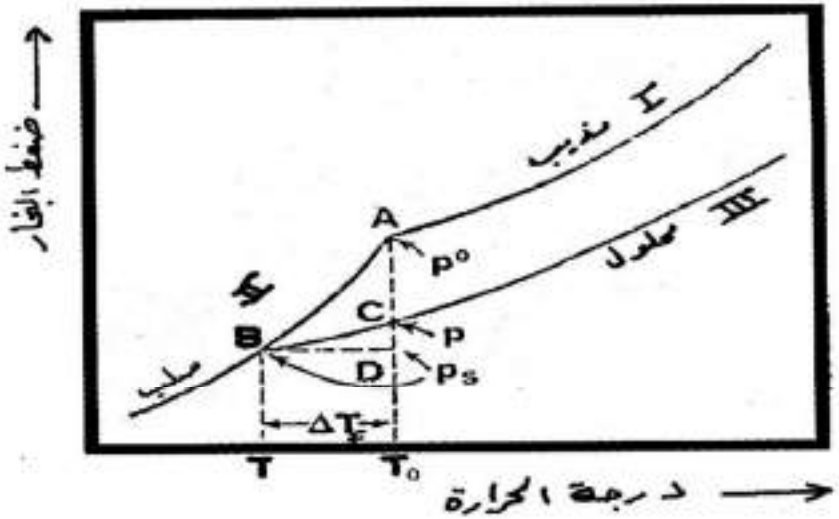
تم عمل محلول بإذابة 18.0 g من الغلوكوز في 150.0 g من الماء. فكانت درجة غليان المحلول الناتج 100.34 °C. احسب الوزن الجزيئي للغلوكوز.

## الانخفاض في درجة التجمد : Freezing point depression

**إن درجة تجمد المحاليل أقل من درجة تجمد السوائل النقية و أن الانخفاض في درجة التجمد يتناسب طردياً مع التركيز المولالي $C_m$**

**حيث $K_f$ ثابت انخفاض درجة التجمد المولالي**

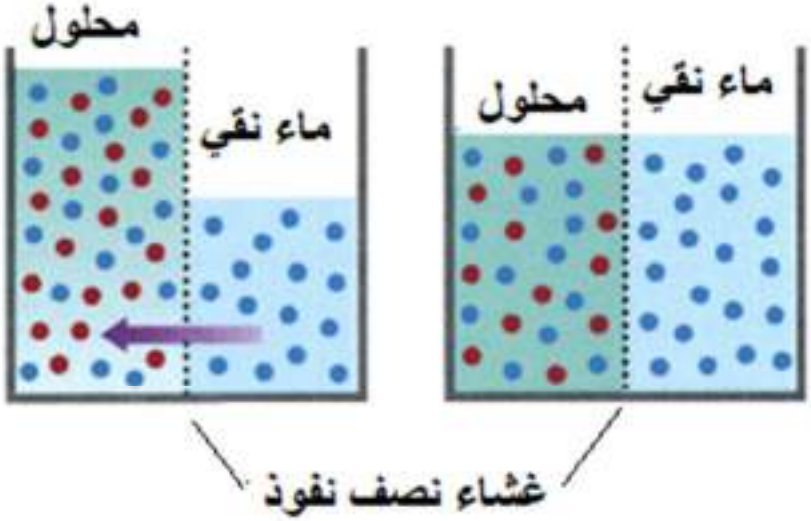
$$\Delta T_f = K_f \cdot Cm$$

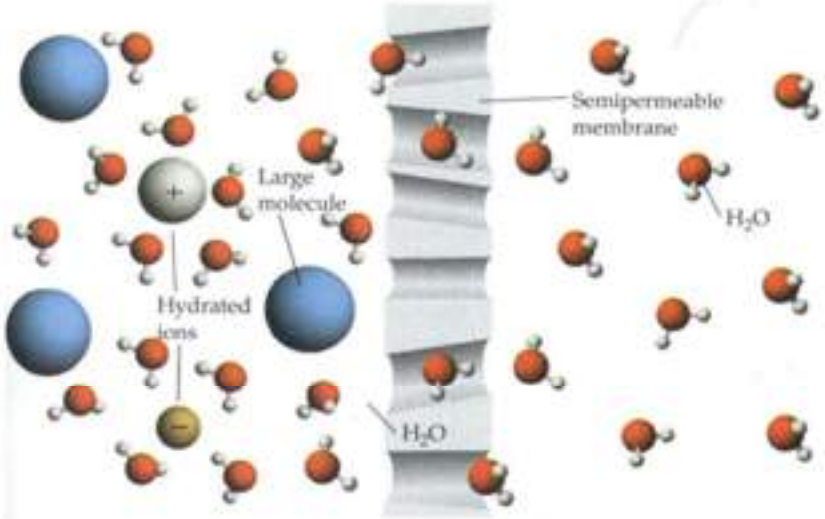



| ثابت انخفاض درجة التجمد المولالي | | |
|---|---|---|
| المذيب | درجة التجمد , °C | $K_f$ , °C m$^{-1}$ |
| water | 0.0 | 1.86 |
| acetic acid | 16.7 | 3.90 |
| benzene | 5.5 | 5.10 |
| camphor | 180 | 40.0 |
| cyclohexane | 6.5 | 20.2 |
| phenol | 40 | 7.3 |

## الضغط الحلولي( الاسموزي) Osmotic pressure

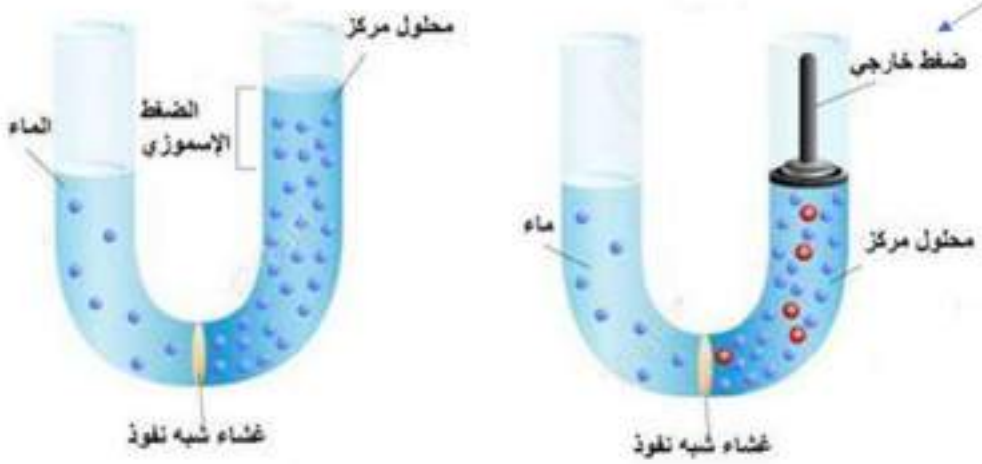
**الأسموز** : هو الانتقال التلقائي لجزيئات المذيب(الماء) من المحلول الأقل تركيز إلى المحلول الأعلى تركيز أو هو انتقال تلقائي لجزيئات المذيب(الماء) من المحلول الأعلى تركيز بجزيئات الماء إلى المحلول الأقل تركيز بجزيئات الماء ويرمز له بالرمز $\pi$ هو يتناسب طردياً مع تركيز المحلول ومع درجة




غشاء نصف نفوذ

**لضغط اللازم لإيقاف الأسموز هو الضغط الأسموزي**




$$\pi \times v = n \times R \times T$$

$$\pi = (n / v) R \times T$$

$$\pi = C_M \times R \times T$$

$\pi$: **الضغط الأسموزي** , $v$: **حجم المحلول**

$T$: **درجة الحرارة** , $n$: **عدد مولات المادة المنحلة**

$C_M$: **التركيز المولاري**

**-احسب الضغط الحلولي ( الاسموزي) لمحلول عدد مولات المادة المذابة 0. 01 mol و حجم المحلول 200 mL و درجة حرارته 25°C** R=0.082 L.atm/mol.K **الجواب** $\pi = 1.22$ atm