



كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الاولى

المادة : كيمياء عامة ٢

المحاضرة : الاولى / نظري /

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z : Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960



# المختبر الأول

## المزائج والمحاليل

### MIXTURES AND SOLUTIONS

مكتبة  
A Z Z  
فرطانية، معارضات كلية العلوم  
طردوس، جانب كلية الهندسة  
0931497960-0935078669

#### Introduction

#### 1- مقدمة

تظهر المركبات الكيميائية في أحوالها الثلاثة الصلبة، والسائلة والغازية، إمكانية تشكل أزواج مؤلفة من جزيئات مركبين أو أكثر موجودين مع بعضهم البعض، لذلك يعرف المزيج بأنه الجملة المؤلفة من مكونين أو أكثر بنسب معينة.

تدعى مركبات المزيج بالمكونات، ويقصد بالجملة الجسم أو مجموعة الأجسام المرتبطة مع بعضها.

#### Mixtures Classification

#### 1- تصنيف المزائج

يتم الحصول على ثلاثة أنواع من المزائج تنتج عن خلط جزيئات مركبين أو أكثر بعضهم مع بعض، هي:

- 1- المزيج غير المتجانس: وهو المزيج الناتج عن تجمع جزيئات مكونين أو أكثر مع بعضهم ينتج عنه جملة لها صفات مختلفة في أجزاء كتلتها. وتنتج بسطح فصل بين أقسامها، مثل الرمل والماء، الزيت والماء.

2- المزيج المتجانس: وهو المزيج الناتج عن تجمع جزيئات مكونين أو أكثر

مع بعضهم. ينتج عنه جملة لها صفات واحدة في جميع أنحاء كتلتها بحيث لا تظهر

سطوح فصل فيها، أي أنها مؤلفة من طور واحد. مثال الكحول والماء، الملح والماء. نعد المحاليل أمثلة واضحة عن المزائج المتجانسة.

3- المزيج الغروي: وهو المزيج الناتج عن تجمع جزيئات مكونين أو أكثر مع بعضهم، ينتج عنه جملة تنتشر فيها جزيئات كبيرة لأحد المكونات معطية إياها صفة فيزيائية غير متجانسة، مثل النشاء مع الماء.

#### Solution Classification

#### 1- 3 تصنيف المحاليل

يستنتج من تعريف المزيج المتجانس، أن الجملة تتمتع بصفة واحدة في جميع أنحاء كتلتها، وهذا ينطبق على تعريف المحلول الذي ينص: على أن المحلول هو المزيج المتجانس المؤلف من مكونين أو أكثر بنسب معينة.

يشكل المحلول من انحلال (ذوبان) مادة ما في محل (مذيب)، لذلك يدعى المكون الذي يوزع في المحل بالمادة المذحلة أو المذاب، بينما تعتبر المادة الأكثر وفراً في المزيج بالمحل، أو بالمذيب.

تشبه المحاليل، المركبات الكيميائية، نظراً لوجود الصفة الجانسية فيها، ولكنها تختلفان عن بعضهما بصفة التركيب، حيث تتصف المركبات الكيميائية بتركيب ثابت، بينما توجد المحاليل بتركيب متغير، نسبة إلى كمية المادة المذحلة في المحل، لذلك يعتبر تركيب المحلول نوعاً وكماً، من الصفات المميزة، حيث يعرف التركيب النوعي للمحاليل عن المركبات الداخلة في تشكيل المحلول، بينما يحدد التركيب الكمي نسبة كميات المواد التي ساهمت في تشكيل المحلول.

تقسم المحاليل إلى ثلاثة أنواع طورية، هي:

1- المحاليل الغازية (Gases Solutions): وهي المحاليل التي تشكلت من انحلال مواد غازية بعضها، كما في انحلال غاز الأزوت في الهواء.

2- المحاليل السائلة (Liquids Solutions): وهي المحاليل التي تشكلت بالاعتماد على طور المحل السائل ناتجة عن انحلال مواد غازية أو سائلة أو صلبة في محلات سائلة، مثل الأوكسين في الماء، والكحول في الماء، والسكر في الماء. تقسم هذه المحاليل السائلة بدورها إلى:



أ. المحلول غير المشبع: وهو المحلول الذي يمكن أن يحل فيه كمية أخرى من المادة المنحلة، في درجة حرارة معينة.

ب. المحلول المشبع: وهو المحلول الذي لا يمكن أن يحل فيه كمية أخرى من المادة المنحلة، في درجة حرارة معينة.

ج. المحلول فوق المشبع: وهو المحلول الحاوي على كمية أكبر من المادة المنحلة، منه في حالة الإشباع في نفس درجة الحرارة.

د. المحلول الكامل: وهو المحلول الذي تظهر فيه التأثيرات المتبادلة بين جزيئات مكوناته وكأنها نفس التأثيرات المتبادلة بين جزيئات كل مكون على حدة، ويتميز هذا المحلول بأن حجمه الكلي، ناتج عن مجموع حجوم مكوناته، ولا يرافق شكله تغيرات حرارية، مثال: كحول الميثيل مع كحول الإيثيل، الذي إذا مزج من كل منهما بـ  $50 \text{ cm}^3$ ، فإن الحجم الكلي يساوي  $100 \text{ cm}^3$ .

هـ. المحلول غير الكامل: وهو المحلول الذي تشارك فيه التأثيرات المتبادلة بين جزيئات مكوناته، إذ تختلف التأثيرات المتبادلة الجديدة عن التأثيرات المتبادلة بين جزيئات كل مكون على حدة، ويتميز هذا المحلول بأن حجمه الكلي، لا ينتج عن مجموع حجوم مكوناته، ويرافق شكله تغيرات حرارية.

مثال: حمض الكبريت مع الماء، الذي إذا مزج من كل منهما  $50 \text{ cm}^3$ ، فإن الحجم الكلي يساوي  $91 \text{ cm}^3$ . غير أن أهم صفة من صفات المحلول هو تركيبه الذي يميزه عن غيره من الناحية الكمية والنوعية، وهناك عدة طرق وزنية وحجمية يمكن من خلالها تحديد تركيز المادة في المحلول نذكر منها في الفقرات الآتية.

### 1-3-1 النظامية (N) أو العيارية (Normality)

تمثل النظامية (N) عدد المكافئات الغرامية أو عدد الأوزان المكافئة من المادة المنحلة في لتر من المحلول ووحداتها بالمكافء الغرامي في اللتر (g.eq/L) وتعطى بالعلاقة:

$$N(\text{g.eq/L}) = \frac{C}{E}$$

أ. محاليل كهربية: وهي المحاليل المشكلة من انحلال الحموض والأسس والأملاح، أي المواد الكهربية في الماء، تتميز هذه المحاليل بوجود شوارد ناتجة عن تفكك المواد الكهربية في الماء، التي بواسطتها يمكن للتيار الكهربائي أن يعبر من خلالها.

ب. محاليل غير كهربية: وهي المحاليل المشكلة من انحلال بعض المواد العضوية واللاعضوية غير المتشردة في المحلات السائلة، وتتميز هذه المحاليل، بأنها غير ناقلة للتيار الكهربائي، نظراً لعدم وجود شوارد فيها.

3- المحاليل الصلبة (Solids Solutions): وهي المحاليل التي تشكلت غالباً بالاعتماد على طور المحل الصلب، ناتجة عن انحلال مواد غازية أو سائلة أو صلبة في المحل الصلب، مثل الهيدروجين في الكاديوم، والزئبق في المعدن، والنحاس في الذهب.

تدعى المحاليل المشكلة من انحلال معدن في معدن آخر، بالمحاليل المعدنية أو السبائك، تتميز هذه المحاليل بناقلية جيدة الحرارة والتيار الكهربائي.

يشكل المحلول، من عملية انحلال مادة منحلّة في محل، وتعتبر عملية الانحلال، إلى حد ما، بأنها حادثة كيميائية، تتم بين جزيئات المادة المنحلّة والمادة المحلّة. ويحصل نتيجة لانحلال كميات معينة من المادة المنحلّة في المحل الذي على محاليل متفاوتة الكمية. لذلك تدعى أكبر كمية ممكنة من المادة المنحلّة، التي تحل في كمية معينة من المادة المحلّة بناقلية الانحلال. تتعلق عملية الانحلال بعوامل عديدة أهمها: طبيعة المادة المنحلّة، والمادة المحلّة ودرجة الحرارة والضغط، تتم جميع عمليات الانحلال تحت ضغط جوي نظامي، وغالباً تزداد الانحلالية مع ازدياد درجة الحرارة. توجد نتيجة لعملية الانحلال، جزيئات مواد مختلفة في حجم واحد، تتأثر ببعضها، حيث تتجاذب مع بعضها تحت تأثير قوى الاستقطاب، وقوى فان دير فالس وقوى غيرها، تؤثر على نوعية المحلول الناتج، مؤدية إلى إعطاء محاليل مختلفة. لذلك تتميز المحاليل بين جزيئات مكونات مختلفة، نسبة إلى عملية الانحلال، والى التأثير المتبادل بين جزيئات مكونات المحلول، وهكذا تصنف أنواع المحاليل السابقة بالصفات الآتية، التي تكمل التعبير عن نوعيتها.

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

1-3-2 التركيز الجزيئي الحجمي أو المولارية (Molarity)

$$M(\text{mol/L}) = \frac{C}{m}$$
$$M = \frac{C}{m} = \frac{21,2}{106} = 0,2 \text{ mol/L}$$
$$N = n \times M = 2 \times 0.2 = 0.4 \text{ g.eq/L}$$
$$N = \frac{C}{E} = \frac{21,2}{106/2} = 0,4 \text{ g.eq/L}$$
$$L = \frac{m_1}{m_2 \times m_3}$$

الحل: نعرض في العلاقة السابقة فينتج:

$$L = \frac{9 \text{ (g)}}{0,1 \text{ (kg)} \times 180 \text{ (g/mol)}} = 0,5 \text{ mol/kg}$$

تمثل النسبة المئوية  $\frac{W}{W}$  وزن المادة مقدرة بالعنبر المعدل في 100 m من المحلول.

الحل: نحسب أولاً التركيز الوزني للمحلول من العلاقة  $C = m \cdot M$ :

$$C = 106 \times 0,5 = 53 \text{ g/L}$$

وبالنسبة فإن نسبة السوية الحبيبية لأكريلات الصوديوم في المحلول تكون  $\leq 53\%$ .

-24-

هـ ج م ص من س ا ل على ص ح ع ن ص ا على و ذ ي ا ت ه  
مثال : لدينا 20 من كحول ويضاف مع 100 من كحول استير  
120



### 1-3-5 النسبة المئوية الوزنية (P%)

هي كمية المادة المنحلة مقطرة بالغرام في 100 غرام من المحلول، فمثلاً محلول يحتوي 10% وزناً من هيدروكسيد الصوديوم، أي أن هذا المحلول يحتوي 10 غرام هيدروكسيد الصوديوم، أما المحلول الذي يحتوي 2 غرام من نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  في محلول وزنه 20 غرام، فإن النسبة المئوية الوزنية لنترات الفضة في المحلول تكون 10% P.

مثال (4): ما النسبة المئوية الوزنية لمحلول كربونات الصوديوم لدى إذابة 10 غرام من  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  في 40 غرام من الماء؟ ثم احسب نظامية المحلول علماً أن كثافة المحلول هي  $d = 1,1 \text{ g/mL}$ .

الحل: إن وزن المحلول يساوي وزن المذيب والمذاب، وبالتالي فإن وزن المحلول هو 50 غراماً.

إن 10 غرام من كربونات الصوديوم تتواجد في 50 غرام من المحلول وبالتالي يوجد 20 غرام من الملح في 100 غرام من المحلول وهكذا فإن النسبة المئوية الوزنية لـ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  في المحلول تكون 20% P. إن وزن المحلول  $P$  يساوي حجمه  $V$  مضروباً بكثافته  $d$ ، أي:

$$P = V \cdot d$$

لذلك فإن وزن 1 ليتر من المحلول يكون:

$$P = 1000 \times 1,1 = 1100 \text{ g}$$

إن كل 100 غرام من المحلول تحوي 20 غراماً من كربونات الصوديوم، وبالتالي 1100 غرام من المحلول (أي 1 ليتر) تحوي 220 غرام/ل. وبالتالي فإن نظامية المحلول تكون:

$$N = \frac{C}{E} = \frac{220}{106/2} = 4,15 \text{ g.eq/L}$$

### 1-3-6 الكسر المولي أو الجزيئي (Mole Fraction)

يمثل الكسر المولي أو الجزيئي نسبة عدد الجزيئات الغرامية من المادة المنحلة إلى مجموع عدد الجزيئات الغرامية الموجودة في المحلول، فإذا كان  $n_1$  عدد مولات المادة المنحلة و  $n_2$  عدد مولات المادة المحلة فيعبر عن الكسر المولي للمادة المنحلة بـ  $X_1$  وللمادة المحلة بـ  $X_2$  حيث:

$$X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \text{ و } X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

إن مجموع الكسور المولية دائماً يساوي الواحد (حتى إذا كان هناك مادة مذيية وحيدة)، أي أن  $1 = X_1 + X_2 + \dots$ ، والكسر المولي عبارة عن عدد ليس له واحدة.

مثال (5): احسب الكسر المولي لكل من هيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$  والماء في محلول يتكون من 10% P هيدروكسيد الصوديوم النقي والباقي ماء.

الحل: نفرض لدينا كتلة معينة من المحلول مقدارها 100 غ، فيكون وزن هيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$  مساوياً لـ 10 غ ووزن الماء 90 غ، وبالتالي فإن عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم:

$$n_1 = 10 / 40 = 0,25 \text{ mol}$$

عدد مولات الماء:

$$n_2 = 90 / 18 = 5 \text{ mol}$$

لكسر المولي لهيدروكسيد الصوديوم:

$$X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{0,25}{0,25 + 5} = 0,048$$

لكسر المولي للماء:

$$X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{5}{0,25 + 5} = 0,952$$

أو بالشكل:

$$X_2 = 1 - X_1 = 1 - 0,048 = 0,952$$

مثال (6): إذا علمت أن كثافة محلول حمض الكبريت 20% هي 1,14،

فاحسب نظامية هذا المحلول، ومن ثم مولاريته.

الحل: نحسب أولاً حجم محلول الحمض في 100:

$$V = \frac{100}{1,14} = 87,7 \text{ mL}$$

وتكون كمية الحمض الموجودة في ليتر واحد:

كل 20 g موجودة في 87,7 ml

كل x g موجودة في 1000 ml

$$x = \frac{20 \times 1000}{87,7} = 228 \text{ g/L}$$

وتكون النظامية:

$$N = \frac{228}{49} = 4,65 \text{ g.eq/L}$$

وتكون المولارية:

$$M = \frac{228}{98} = 2,326 \text{ mol/L}$$

#### 1-4 الانحلالية والعوامل المؤثرة فيها

تعرف الانحلالية بأنها أكبر تركيز من المادة المنحلة يمكن الحصول عليه في

المادة المنحلة عند درجة حرارة ثابتة. فمثلاً يمكن أن يذوب 36 غراماً من ملح كلوريد

الصوديوم في 100 غرام من الماء عند درجة حرارة ثابتة، عندها نقول إن المحلول

هو محلول مشبع وعند تحضير محاليل أخرى من هذا الملح، سوف تُترسب الزيادة عن

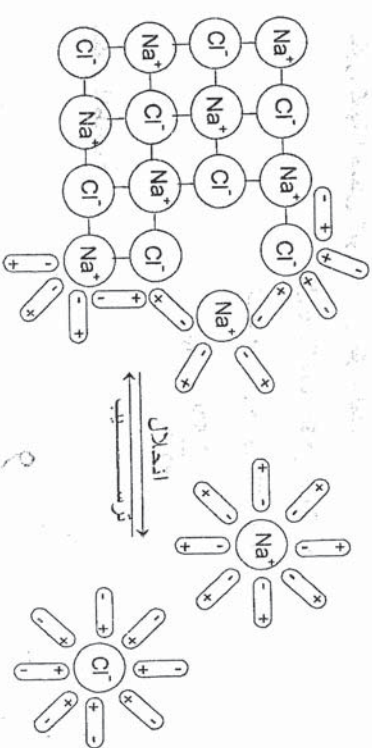
36 غرام، وارتفاع درجة الحرارة يزداد الانحلالية بصورة عامة، ونقول عن المحلول

إنه أصبح فوق المشبع والمحاليل فوق المشبعة غير ثابتة عادة، فإذا رجّت أو أضيف

ليها بلورة من المادة المنحلة، أو ترك المحلول لفترة طويلة، فإن الكمية الفائضة من

المادة المنحلة تتبلور، ويعود المحلول للحالة المشبعة.

تتأثر الانحلالية بعوامل عدة أهمها طبيعة المادة المحلة والمادة المنحلة وكذلك درجة الحرارة والضغط، وتؤدي طبيعة الجسم المحل أهمية بالغة في تعيين انحلالية المولد. فالملحيات القطبية مثل الماء والكحول والتي تتمتع جزيئاتها بقطب موجب وآخر سالب تنيب المركبات الشاردية ذات القطب الموجب والسالب أيضاً كما في انحلالية كلوريد الصوديوم في الماء وفق التفاعل الموضح بالشكل (1-1).



الشكل (1-1): انحلال مركب كلوريد الصوديوم NaCl في الماء.

ويوضح مما سبق أن المحاليل القطبية لا تحل المركبات غير القطبية التي لا تتمتع جزيئاتها بطرف موجب وطرف سالب، أي لا يذوب الماء الزيوت والبنزين ورباعي كلوريد الكربون وغيرها من المركبات العضوية وبالمقابل فإن المنيئات اللاقطبية مثل البنزين ورباعي كلوريد الكربون يمكن أن تنيب المواد أو المركبات غير القطبية ولا تنيب المركبات القطبية (لوجود روابط مسابين الجزيئات مثل روابط فلندرالس والروابط الهيدروجينية) وذلك نخلص إلى القول: إن الشبيه يحل الشبيه.

#### 1-4-1 دور الماء كمادة محلة

لقد وجد أن الماء المقطر ناقل سيء للكهرباء، ولكن ناقليته تزداد بصورة عظيمة عندما تحل فيه مادة شاردية مثل ملح الطعام أو مادة قطبية مثل HCl، وقد سر ذلك العالم السويدي أرنهوس (Arrhenius) منذ عام 1887 عندما اقترح أن



الجزئيات التي تنقل التيار في هذه الحالة هي الشوارد المشحونة الناتجة عن انحلال المادة الشاردية أو القطبية في الماء. فهذا السائل إذن يستطيع بكل سهولة أن يكسر الروابط الشاردية القوية الموجودة بين شوارد الصوديوم من جهة وشوارد الكلور من جهة أخرى، وأن يفكك بالتالي بلورة كلور الصوديوم إلى شوارد بسيطة توزع في المحلول.

وبصورة عامة فعندما نوضع بلورة شاردية في الماء فإن سطح هذه البلورة يصبح مغطى بجزئيات الماء التي تتداخل وتتربط مع شوارد البلورة. ذلك أن الشوارد الموجودة داخل البلورة، فالشوارد السطحية ليست محاطة بالشوارد الأخرى من جميع الجهات مما يفسح المجال لجزئيات الماء القطبية أن تتربط كهربائياً مع هذه الشوارد السطحية، ويؤدي ذلك إلى إضعاف ترابط هذه الشوارد مع الشوارد الأخرى المجاورة وينتهي بها الأمر إلى أن تترك سطح البلورة وقد أحاط بها عدد من جزئيات الماء، ففي حالة كلور الصوديوم مثلاً تحيط ستة جزئيات ماء بكل شاردة كلور أو شاردة صوديوم لتترك البلورة وتدخل المحلول [شكل (1-1)].

وتتوجه جزئيات الماء بالشكل المناسب طبعاً، ففي حالة شاردة الصوديوم الموجبة مثلاً تتوجه جزئيات الماء بحيث يكون الطرف الأكسجيني هو القريب من الشاردة. فالماء يؤدي دورين أساسيين في انحلال المواد الشاردية:

أ- يضعف الرابطة القوية الموجودة بين شوارد البلورة.

ب- ترتبط جزئياته مع شوارد البلورة مكونة شوارد ممهبة Hydrated Ions ومعطية بذلك كمية من الطاقة ضرورية لفك شوارد البلورة عن بعضها.

وهاتان الصفتان تعودان إلى العزم القطبي المرتفع للماء. ولكي نفهم ذلك لنتصور أن لدينا شاردتين متساويتين بالشحنة  $e$  ومتعاكستين بالإشارة وموجودتين في الفراغ بحيث يفصل بين مركزيها مسافة قدرها  $r$ ، فالقوة الجاذبة بين هاتين الشحنتين هي:

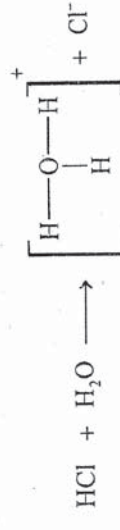
$$F = -\frac{e^2}{r^2}$$

أما عندما توجد هاتان الشحنتان في وسط غير الفراغ ثابت عزله الكهربائي  $\epsilon$  وعلى نفس البعد فإن التجاذب بينهما يصبح أقل ويعبر عنه بالعلاقة:

$$F = -\frac{e^2}{\epsilon \cdot r^2}$$

أي أن التجاذب أقل بـ 4 مرات منه في الفراغ، وبما أن ثابت العزل الكهربائي للماء مرتفع ويساوي 81 مرة عندما توجد هاتان الشاردتان على البعد نفسه عن بعضهما ولكن بوجود الماء بينهما. يعود ذلك طبعاً إلى أن جزئ الماء القطبي يعطي حقلاً كهربائياً معاكساً في الاتجاه للحقل الناتج عن الشاردتين مما يضعف تجاذبهما. لكل سائل ثابت عزل كهربائي معين تتوقف قيمته إلى حد كبير على قطبية السائل، فكلما ازدادت القطبية ازداد ثابت العزل وبالتالي ازدادت قدرة السائل على حل المواد الشاردية. تبلغ قيمة ثابت العزل الكهربائي للكحول الإيثيلي 25.7، وللكتحول الميتيلي 33.1، وللبنزين 2.28 وأخيراً لرابع كلور الفحم 2.34. وجميعها مقاسة في الدرجة  $20^\circ \text{C}$ .

هذا بالنسبة لانحلال المركبات الشاردية في الماء، أما المركبات القطبية فإن كثيراً منها قابل للانحلال في الماء نتيجة تكون روابط قطبية أو هيدروجينية مع الماء. ومثال ذلك انحلال كلور الهيدروجين في الماء الذي يؤدي إلى تشكيل شاردة الهيدرونيوم:



وكذلك فإن انحلال السكر الشديد في الماء (1740 غ/لتر ماء) هو نتيجة الروابط الهيدروجينية الكثيرة التي تحصل بين جزئ السكر وجزئيات الماء، علماً بأن هذا الانحلال لا يؤدي إلى تكوين شوارد بل هو عبارة عن مجرد ارتباط جزئيات السكر بجزئيات الماء عبر الجسور الهيدروجينية.

## 5-1 محاليل الغازات في السوائل

### The Gases Solution in Liquids

تحل الغازات في السوائل، حسب تقسيم المحاليل تعطى محاليل مشبعة أو غير مشبعة فقط، وتتعلق عملية انحلال الغازات في السوائل، بعوامل أربعة وهي: طبيعة الغاز ونوع المحل، ودرجة الحرارة، والضغط فوق سطح المحلول.

أدت التجارب إلى استنتاج علاقة تربط بين كمية الغاز المنحل في المحل السائل، والضغط فوق سطح المحلول الناتج، وتتأسيهما مع درجة الحرارة، عرفت بقانون هنري الذي ينص: يتناسب انحلال كمية غاز ما في محل سائل طرداً مع ضغطه فوق سطح المحلول السائل، في درجة حرارة معينة، ويعبر عن هذا القانون رياضياً بالعلاقة الآتية:

$$C = K \cdot P \quad (1.1)$$

إذ يمثل  $H$  ثابت هنري، و  $C$  تركيز الغاز في المحلول، و  $K$  ثابت تناسبي، و  $P$  ضغط الغاز فوق سطح سائل المحلول. يستنتج من هذه العلاقة (1.1)، أن انحلال الغاز في محل سائل يزداد مع ازدياد الضغط فوق سطح السائل. يعبر أحياناً عن قانون هنري السابق، بواسطة العلاقة التالية:

$$P = H \cdot X \quad (2.1)$$

إذ يمثل  $X$  الكسر الجزيئي للغاز المنحل.

فيما تشكل فوق سطح سائل، طور غازي مؤلف من عدة غازات، فإن انحلال كل غاز من هذا المزيج الغازي في هذا السائل يتناسب طرداً مع ضغطه الجزيئي، تصلح هذه العلاقة من أجل المحاليل الممددة.

## 6-1 محاليل السوائل في السوائل

### The Solution of Liquids in Liquids

تتحل الكثير من السوائل في سوائل أخرى مشكلة محاليل مشبعة أو غير مشبعة، محاليل كاملة أو غير كاملة، حسب نوع وكمية جزيئات المكونات في المزيج الناتج.

تتعلق عملية انحلال السوائل بعضها مع بعض، بنوع وطبيعة المكونات ودرجة الحرارة

والضغط. يظهر العديد من المحاليل، صفة تختص متساوية في مكوناتها، بحيث يتم تبخر المادة المنحلة والمادة المحلة من المحلول، وقد أدت التجارب التي أجراها العالم راؤول في هذا المضمار إلى التوصل إلى القانون التالي الذي دعى باسمه وينص: يتناسب الضغط الجزئي لبخار كل مكون فوق المحلول طرداً مع نسبته في الطور السائل، ويعبر عنه رياضياً بالشكل الآتي:

$$P_i = P_i^0 \cdot X_i \quad (3.1)$$

إذ يمثل  $P_i$  الضغط البخاري الجزئي للمكون (i)، و  $P_i^0$ : الضغط البخاري للمكون (i) في حالته النقية، و  $X_i$  الكسر الجزيئي للمكون (i).

لندرس حالة محلول مؤلف من مكونين  $A$  و  $B$ ، حيث الضغط الكلي للبخار المشبع فوق هذا المحلول، يساوي بالاعتماد على قانون دالتون إلى مجموع الضغوط الجزئية لمكوناته، أي:

$$P = P_A + P_B \quad (4.1)$$

فيما استبدلت قيمة كل ضغط جزئي بخاري، بما يعادلها، بالاعتماد على العلاقة (3.1) نحصل على النتيجة الآتي:

$$P = P_A^0 \cdot X_A + P_B^0 \cdot X_B \quad (5.1)$$

ومعلوم أن مجموع الكسور الجزيئية في مزيج واحد يساوي الواحد أي:

$$X_A + X_B = 1 \Rightarrow X_A = 1 - X_B$$

بؤدي استبدال قيمة  $X_A$  في العلاقة (5.1) إلى النتيجة التالية:

$$P = P_A^0 (1 - X_B) + P_B^0 \cdot X_B$$

نرتب العلاقة السابقة على النحو التالي:

$$\begin{aligned} P &= P_A^0 - P_A^0 \cdot X_B + P_B^0 \cdot X_B \\ P &= P_A^0 + (P_B^0 - P_A^0) X_B \end{aligned} \quad (6.1)$$

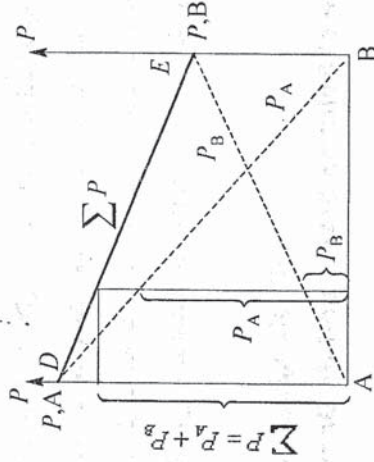
تغير هذه العلاقة (6.1) عن معادلة خط مستقيم من نوع:



$$(7.1)$$

$$y = ax + b$$

تؤدي مقارنة العلاقتين (6.1) و (7.1) إلى تبيان ارتباط  $X_B$  كتابع لـ  $P$  ووجود  $P_B^0 - P_A^0$  كثابت  $a$  و  $P_A^0$  كثابت  $b$ ، ويعبر عن هذا الارتباط بواسطة الخط البياني الممثل بالشكل (2-1):



الشكل (2-1): علاقة الضغط الكلي بالكسر الجزيئي للمكونات.

يلاحظ من هذا الخط البياني، أن الضغط البخاري الكلي للمزيج، الممثل بالخط بين النقطتين D و E يتميز بالتغير التدريجي للضغط البخاري الجزيئي لأحد مكوني المزيج في الحالة تنقية، إلى الضغط البخاري الجزيئي للمكون الثاني في الحالة النقية، مع تغير تركيب المزيج. ويدعى مثل هذا المحلول، المميز بالعلاقة الخطية ED، بالمحلول الكامل، الذي يتميز بغياب التأثير المتبادل بين جزيئات المكونات. هناك محاليل تشذ عن الخط البياني للمحلول الكامل، لن تكون محور اهتمامنا في هذا الفصل.

## 7-1 محاليل الأجسام الصلبة في السوائل

### The Solution of Solid Substance in Liquids

تتحل الكثير من الأجسام الصلبة في السوائل، مشكلة محاليل مشبعة وغير مشبعة، وفروق المشبعة، وهي أكثر المحاليل انتشاراً. تتحلل جزيئات الأجسام الصلبة في محاليل سائلة مناسبة، بعد أن تبدأ جزيئاتها السطحية بالانفصال عن الجسم، وتوزع

في حجم السائل المحل بشكل منظم، وتتم في نفس الوقت نفسه عملية معاكسة، وهي عملية تجمع الجزيئات المنفصلة مع بعضها البعض، لتشكل الجسم الصلب من جديد، وتدعى هذه العملية بالتبلور، وتستمر هاتان العمليتان بالجريان إلى أن تتساوى سرعاتها، وعند هذا يحصل على حالة توازن ديناميكي، ويصبح المحلول مشبعاً.

يلاحظ، أثناء عملية الانحلال، أن كمية الجسم الصلب الذائبة في المحل السائل تزداد في درجة حرارة معينة، حتى تصل إلى كمية محددة. نقول عندها أن المادة الصلبة قد وصلت إلى درجة الذوبان، أو مرحلة الانحلالية، لذلك نعرف الانحلالية بأنها عدد الغرامات من المادة المنحلة في 100 g محل في درجة حرارة معينة.

## 8-1 ضغط بخار المحاليل وانخفاضه

### The Pressure of Solution Steem and Its Decreases

تتحل الأجسام الصلبة في المحاليل السائلة المناسبة وتتألف محاليل متكونة من محل سائل، ويمكن أن يؤلف بخاراً في درجة حرارة عادية نظراً لتطاير جزيئاته، ومن جسم صلب منحل لا يمكن أن يشكل بخاراً نظراً لصعوبة تطايره من الطور السائل. وينتج عن ذلك انخفاض في ضغط بخار المحلول، وعبر عنه العالم راؤول بقانونيه اللذين توصل إليهما:

القانون الأول: يكون الضغط البخاري المشبع فوق محلول يحتوي على مادة منحلة غير متطايرة دائماً أصغر من الضغط البخاري المشبع فوق المحل النقي، في درجة الحرارة نفسها، ويدعى الفرق بينهما بانخفاض ضغط بخار المحلول.

القانون الثاني: يتناسب انخفاض ضغط البخار المشبع فوق محلول طردياً مع عدد غرامات المادة المنحلة غير الطيارة، ويتميز هذا الانخفاض بأنه لا يتعلق بنوع المادة غير الكهرليئية غير الطيارة المنحلة وإنما بعدد جزيئاتها.

فإذا كانت لدينا جملة مؤلفة من محل طيار، ليرمز له بـ A ، ومادة منحلة غير كهرليئية غير طيارة بـ B ، فإن الضغط الكلي للبخار المشبع P فوق المحلول يساوي ضغط بخار المحل، لأن المادة المنحلة غير الكهرليئية غير الطيارة، ليس لها ضغط بخار، ويعبر عن هذا رياضياً:

$$P = P_A = P_A^0 \cdot X_A \quad (8.1)$$

معلوم أن مجموع الكسور الجزئية في مزيج يساوي الواحد، أي:

$$X_A + X_B = 1 \Rightarrow X_A = 1 - X_B$$

فإذا استبدلت قيمة  $X_B$  من هذه العلاقة في (8.1) فإنه يحصل على النتيجة التالية:

$$P_A = P_A^0(1 - X_B)$$

ترتب العلاقة السابقة على النحو التالي:

$$\frac{P_A}{P_A^0} = 1 - X_B \Rightarrow 1 - \frac{P_A}{P_A^0} = X_B$$

$$\frac{P_A^0 - P_A}{P_A^0} = X_B \Rightarrow \frac{\Delta P}{P_A^0} = X_B$$

أي أن:

$$P_A^0 - P_A = \Delta P = P_A^0 X_B \quad (9.1)$$

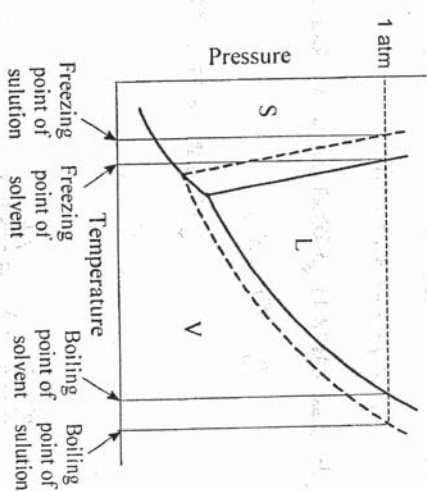
لذلك يدعى الحد  $P_A^0 - P_A$  بانخفاض ضغط بخار المحل، ويرمز له بـ  $\Delta P$ .

تصلح هذه العلاقة من أجل المحاليل الممددة، وهي توضح علاقة انخفاض ضغط البخار المشبع فوق المحلول بالكسر الجزيئي للمادة المذابة غير المتطايرة.

## 1- 9 درجة غليان المحاليل Boiling Point of Solution

يغلي السائل في درجة حرارة معينة، عندما يتساوى ضغط بخاره مع الضغط الجوي الخارجي، فإذا أضيفت إلى سائل ما كمية من مادة غير متطايرة غير كهرليتيّة، فإن ذلك يؤدي إلى انخفاض ضغط بخار المحلول، كما علمنا من الفقرة السابقة، ولكي يغلي هذا المحلول الناتج، يجب أن تزداد درجة حرارة المحلول نسبة إلى درجة غليان المحل النقي، حتى يتساوى لضعط بخاره بالتساوي مع الضغط الخارجي. ويتعلق ازدياد

درجة غليان المحلول، بعد جزيئات (التركيز) المادة المذابة غير المتطايرة، ولا يتوقف على طبيعتها، ويوضح ذلك الخط البياني الممثل في الشكل (1-3):



الشكل (1-3): مخطط ازدياد درجة غليان المحلول، وانخفاض درجة تجمده.

ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة الآتية:

$$\Delta T_b = T_2 - T_A = K_b \cdot C_m \quad (10.1)$$

إن تمثل  $\Delta T_b$  ازدياد درجة الغليان للمحلول، و  $T_2$  درجة غليان المحلول، و  $T_A$  درجة غليان المحل النقي، و  $K_b$  ثابت تناسبي، يدعى ثابت ارتفاع الغليان، و  $C_m$  التركيز المولي.

تصلح هذه العلاقة للمحاليل الحاوية على مواد مذابة غير متشردة غير متطايرة.

تستعمل العلاقة (10.1) في حساب الوزن الجزيئي الغرامي للمادة المذابة غير المتطايرة غير الكهرليتيّة، وذلك بعد استبدال قيمة التركيز المولي بما يعادلها، إذ أن:

$$C_m = \frac{m_B}{M_B} \times 1000$$

تمثل  $m_B$  وزن المادة المذابة غير المتطايرة غير الكهرليتيّة، و  $M_B$  الوزن الجزيئي الغرامي للمادة المذابة غير المتطايرة غير الكهرليتيّة، و  $m_B$  وزن المحل. وبذلك تصبح العلاقة (10.1) على الشكل الآتي:



$$\Delta T_b = K_b \cdot \frac{m_B}{M_B} \cdot m_A \times 1000 \quad (11.1)$$

## 10 - درجة تجمد المحاليل Freezing Point of Solutions

يتجمد كل سائل في درجة حرارة معينة، حيث يتساوى الضغط البخاري للطور السائل مع الطور الصلب، تحت ضغط جوي واحد، أي حين يحصل على حالة تساوي بين الطورين السائل والصلب، فإذا أضيفت، إلى سائل ماء، كمية من مادة غير كهربائية غير طيارة، فإن ذلك سيؤدي إلى انخفاض ضغط بخار المحلول، كما علمنا سابقاً، ولكي يتجمد هذا المحلول الناتج، يجب أن تنخفض درجة حرارته، نسبة إلى درجة تجمد المحل النقي، إلى درجة معينة حتى يتسنى لضغط بخاره أن يتساوى مع الطور الصلب. ويتعلق انخفاض درجة تجمد المحلول، بعدد الجزيئات الغرامية (التركيز) للمادة المنحلة غير الطيارة غير الكهربائية، ولا يتوقف على طبيعتها، ويوضح ذلك الخط البياني الممثل في الشكل (3-1)، ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة الآتي:

$$\Delta T_f = T_A - T_2 = K_f \cdot C_m \quad (12.1)$$

إذ يمثل  $K_f$  ثابت انخفاض درجة التجمد. تصلح هذه العلاقة، للمحاليل الحاوية على مواد منحلة غير كهربائية غير طيارة. تستغل هذه العلاقة (12.1) في حساب الوزن الجزيئي الغرامي للمادة المنحلة غير الكهربائية غير الطيارة، بعد استبدال قيمة التركيز المولالي، بما يعادلها، إذ إن:

$$\Delta T_f = K_f \cdot \frac{m_B}{M_B} \cdot m_A \cdot 1000$$

## 11 - الضغط الحلولي (الأسموزي) للمحاليل

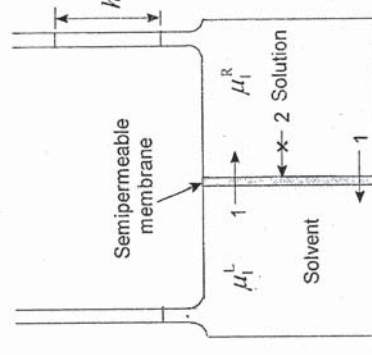
### Osmosis Pressure of Solutions

تتحل معظم المواد المذابة في المواد المذيبة، لتشكل محاليل، تشبه سلوك المواد المنحلة في محاليلها، أثناء عملية الانحلال، سلوك المادة في الحالة الغازية التي تتميز بميوئها للانتشار وملء الحجم الذي تشغله، وتنتشر في حجم المحلول.

كذلك يعرف عن سلوك الغاز، أن جزيئاته تؤثر على جدران الوعاء الموجودة فيه معطية ضغطاً، وهناك أيضاً سلوك مشابه من قبل جزيئات المواد المنحلة ولكنه أكثر تعقيداً.

يؤلف سطح المحلول حدود فصل بين طورين هما: الطور السائل والطور الغازي، ويغطي هذا السطح الفاصل صفة مميزة وهي أنه يسمح لجزيئات المادة الطيارة بالعبور من خلاله بالاتجاهين، ولكنه لا يسمح لجزيئات المادة غير الطيارة بالعبور. وتدعى هذه الصفة بنصف النفوذية.

تغطي بعض الأغشية الطبيعية والاصطناعية، كسطوح فصل، مثل هذه الصفة نصف النفوذية، وتدعى بالأغشية نصف النفوذية. فإذا فصل محلول السكر المتواجد في وعاء، كما في الشكل (4-1) بغشاء نصف نفوذ، وغمر في وعاء آخر يحتوي على محل نقي - الماء، فإننا نلاحظ أن جزيئات الماء قد نفذت إلى وعاء محلول السكر، عبر الغشاء نصف النفوذ، مودية إلى ارتفاع سوية المحلول، نتيجة العملية الحلولية هذه. ويولد هذا الارتفاع ضغطاً إضافياً هيدروستاتيكياً، يعاكس ويقاوم نفوذ كميات جديدة من المحل، وعندما يصل هذا الارتفاع حداً معيناً، يبلغ فيه قيمة الضغط الإضافي الهيدروستاتيكي الناتج قيمة محددة، تتوقف العملية الحلولية، ويحصل على حالة توازن بين المحل والمحلل، يوافق هذا التوازن ضغطاً سائلياً في الوعاء الحاوي على المحلول، ويساوي بالقيمة المطلقة الضغط الحلولي.



الشكل (4-1): مخطط جهاز لقياس الضغط الحلولي.

لأنك تعرف الضغط الحولي بأنه الضغط الذي يجب تطبيقه على المحلول، لينجح عبور جزيئات المحل، منه وإليه، عبر غشاء نصف نفوذى، وقد تبين أن جميع المحاليل تتميز بضغط حولي، عندما تعزل عن المحل بواسطة غشاء نصف نفوذى، ويتناسب الضغط الحولي الناتج طرأً مع تركيز المادة المنحلة، ومع درجة الحرارة ولا يتوقف على طبيعتها. وقد أثبتت التجارب، أنه يمكن استخدام معادلة الحالة للغازات الكاملة، في حساب قيمة الضغط الحولي، على النحو الآتي:

$$\pi = C \cdot R \cdot T \quad (14.1)$$

إذ يمثل  $\pi$  الضغط الحولي، و  $C$  التركيز الجزيئي الحجمي ( $n/V$ ).

تصلح هذه العلاقة من أجل المحاليل الممددة، وتستخدم في حساب الوزن الجزيئي للغرامية للمادة المنحلة، إذ إن:

$$C = \frac{m}{M \cdot V}$$

لتصبح العلاقة (14.1) على الشكل الآتي:

$$\pi = \frac{m}{M \cdot V} \cdot R \cdot T \quad (15.1)$$

### 12-1 تمارين حول معلومات الفصل الأول الموائج والمحاليل:

تمرين (1): احسب التركيز الجزيئي الحجمي (التركيز المولي) لمحلول حجمه  $250 \text{ cm}^3$  يحتوي على  $0.49 \text{ g}$  من حمض الكبريت اللقي، إذا علمت أن الوزن الجزيئي للغرامية لحمض الكبريت يساوي  $98.08 \text{ g/mol}$ .

الحل: التركيز الجزيئي الحجمي هو عدد الجزيئات الغرامية المنحلة في  $1 \text{ L}$  محلول، أي:

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

ويحسب عدد الجزيئات الغرامية لحمض الكبريت من العلاقة:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{0.49 \text{ g}}{98.08 \text{ g/mol}} = 0.005 \text{ mol}$$

$$\text{إذ إن } 250 \text{ cm}^3 = 0.25 \text{ dm}^3 = 0.25 \text{ L} \text{ وبذلك فإن:}$$

$$M = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V} = \frac{0.005 \text{ mol}}{0.25} = 0.02 \text{ mol/L}$$

$$X = \frac{100 \times 0.02}{100 + 0.02} = 0.2\%$$

مزوج  $20 \text{ g}$  مياه الصوديوم مع  $100 \text{ g}$  ماء، إذا علمت أن الوزن الجزيئي للغرامية لمياه الصوديوم يساوي  $40 \text{ g/mol}$ .

الحل: التركيز الجزيئي الوزني هو عدد الجزيئات الغرامية المنحلة في  $1 \text{ Kg}$  محل، أي:

$$L = \frac{n}{m} \times 1000$$

ويحسب عدد الجزيئات الغرامية لمياه الصوديوم من العلاقة:

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{20 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0.5 \text{ mol}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نجد:

$$L = \frac{0.5 \text{ mol}}{100 \text{ g}} \times 1000 = 5 \text{ mol/kg}$$

تمرين (3): احسب كم غراماً يجب أن تزن من حمض كلور الماء المركز الذي

بقي كثافته  $1.19 \text{ g/cm}^3$ ، الحوي على  $37.23\%$  وزناً من حمض كلور الماء اللقي، لكي يحصل على  $2 \text{ L}$  محلول تركيزه  $0.5 \text{ mol/L}$ ، علماً أن الوزن الجزيئي للغرامية لحمض كلور الماء يساوي  $36.46 \text{ g/mol}$ ، احسب أيضاً حجم كلور الماء الموزون.

الحل: من العلاقة الآتية:

$$M = \frac{n_{\text{HCl}}}{V} = \frac{m_{\text{HCl}}}{M_{\text{HCl}} \cdot V}$$



نجد أن:

$$m_{HCl} = M \times M_{HCl} \times V$$

$$m_{HCl} = 0,5 \frac{mol}{L} \times 36,46 \frac{g}{mol} \times 2 L = 36,46 g$$

معلوم من نص المسألة أن:

كل 100 g حمض يحتوي على 37,23 g حمض نقي

وكل x g حمض يحتوي على 36,46 g حمض نقي

وبذلك فإن وزن الحمض يساوي:

$$x = \frac{36,46 \cdot 100}{37,23} = 97,93 g$$

لما حجم هذا الحمض فيحسب من العلاقة:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{97,93}{1,19} = 82,3 \text{ cm}^3$$

تمرين (4): احسب التركيز النظامي لمحلول حجمه 5 L يحتوي على 24,5 g من حمض الكبريت النقي، إذا علمت أن الوزن الجزيئي للغراملي لحمض الكبريت 98,08 g/mol.

الحل: نعلم أن:

$$N_{H_2SO_4} = \frac{n_{e, H_2SO_4}}{V} = \frac{m_{H_2SO_4} \times E_{H_2SO_4}}{e_{H_2SO_4} \cdot V}$$

إذا يمثل  $n_e$ : عدد المكافئات الغرامية، و  $e$  الوزن المكافئ الغرامي، وبالتعويض نجد:

$$N_{H_2SO_4} = \frac{24,5 \times 2}{98,08 \text{ g/mol} \times 5 L} = 0,1 \text{ n/L}$$

تمرين (5): احسب ضغط البخار المشبع فوق محلول في درجة حرارة  $20^\circ C$ ، إذا علمت أن هذا المحلول مؤلف من 500 g ماء الذي انحله فيه 0,1 جزئي غرامي

من السكر، وأن الضغط البخاري للماء النقي في درجة حرارة  $20^\circ C$  يساوي 17,51 mmHg وأن الوزن الجزيئي الغرامي للماء يساوي 18,02 g/mol.

الحل: بحسب ضغط البخار المشبع فوق محلول حاو على مادة غير طيارة - السكر من العلاقة:

$$P \doteq P_{H_2O} = P_{H_2O}^0 \times X_{H_2O}$$

إذا يساوي P للسكر الصفر، و  $X_{H_2O} = n_{H_2O} / \sum n$ ، وبحسب  $n_{H_2O}$  من العلاقة:

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{500 \text{ g}}{18,02 \text{ g/mol}} = 27,75 \text{ mol}$$

وبما أن  $n = 0,1 \text{ mol}$  للسكر، فإن:

$$X_{H_2O} = \frac{27,75 \text{ mol}}{(27,75 + 0,1) \text{ mol}} = 0,996$$

وبالتعويض في علاقة الضغط السابقة نجد:

$$P = 17,51 \text{ mmHg} \times 0,996 = 17,45 \text{ mmHg}$$

تمرين (6): احسب الوزن الجزيئي الغرامي للمادة غير الطيارة الموجودة في محلول، إذا علمت أن هذا المحلول مؤلف من 150 g أسيتون، الذي انحله فيه 10 g مادة غير طيارة، وأن ضغط البخار المشبع فوق المحلول يساوي 222,1 mmHg في درجة حرارة  $25^\circ C$ . وأن الضغط البخاري المشبع للأسيتون النقي يساوي 229,2 mmHg في درجة الحرارة تلك، وأن الوزن الجزيئي الغرامي للأسيتون يساوي 58,1 g/mol.

الحل: بحسب الوزن الجزيئي الغرامي للمادة غير الطيارة من العلاقة:

$$X_H = \frac{P_A^0 - P}{P_A^0}$$

يشير الرمز B إلى المادة غير الطيارة، بينما يشير الرمز A إلى المحل، أي الأسيتون.

$$X_B = \frac{229,2 \text{ mm Hg} - 222,1 \text{ mm Hg}}{229,2 \text{ mm Hg}} = 0,0309$$

ولكن الكسر الجزيئي للمادة غير الطيارة يساوي:

$$X_B = \frac{n_B}{\sum n} = \frac{n_B}{n_B + n_A} = \frac{m_B / M_B}{(m_B / M_B) + (m_A / M_A)} = \frac{10 / M_B}{(10 / M_B) + (150 / 58,1)}$$

يمكن إعادة كتابة هذه العلاقة بعد تعويض  $X_B$  بقيمتها بالشكل الآتي:

$$\left( \frac{10}{M_B} + \frac{150}{58,1} \right) \times 0,0309 = \frac{10}{M_B}$$

وبإجراء الحل من أجل  $M_B$  نجد أن  $M_B = 121,5 \text{ g/mol}$

تعيين (7): احسب قيمة ثابت الغليان للماء في محلول، إذا علمت أن هذا

المحلول مؤلف من 29,6 g ماء، و 0,62 g يولة، وأن هذا المحلول ينكس بدرجة حرارة أعلى بـ  $0,18^\circ\text{C}$  من درجة غليان الماء النقي، وأن الوزن الجزيئي الغرامي لليولة يساوي 60,06 g/mol.

الحل: يحسب ثابت ارتفاع درجة الغليان من العلاقة:

$$\Delta T_b = K_b \times \frac{m_B}{M_B \times m_A} \times 1000$$

$$0,18^\circ\text{C} = K_b \cdot \frac{0,62 \text{ g}}{60,06 \text{ g/mol} \cdot 29,69 \text{ g}}$$

$$K_b = 0,519 \frac{^\circ\text{C}}{\text{mol/Kg}}$$

## أسئلة وتمارين

1-1 احسب كم غراماً من حمض الكبريت يحتوي 25 ml محلول حمض الكبريت الذي تركيزه النظامي يساوي 0,98 ، إذا علمت أن الوزن الجزيئي الغرامي

لحمض الكبريت يساوي 98,08 g/mol.

2-1 احسب الضغط الجزئي لبخار مكونات مزيج مؤلف من بنزن وتولوين إذا

علمت أن الضغط البخاري للمزيج للبنزن الذي يساوي 23,3 mm Hg ، وفي درجة

الضغط البخاري للمزيج للتولوين الذي يساوي 74,7 mm Hg ، وأن حرارة  $25^\circ\text{C}$  ، ثم احسب الضغط الكلي البخاري للمزيج فوق المزيج الحاوي على 60% وزناً بنزن و 40% وزناً تولوين.

3-1 احسب الضغط البخاري للمزيج لمحلول يحتوي على 0,5 جزيئة غرامية من

مادة في 500 ماء في درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  ، علماً بأن الضغط البخاري للماء النقي يساوي 17,51 mm Hg في درجة الحرارة نفسها.

4-1 احسب الوزن الجزيئي الغرامي لمادة في محلول إذا علمت أن هذا المحلول مؤلف من 0,75 من هذه المادة منحل في 50 ماء، وأن هذا المحلول يتجمد في درجة حرارة  $0,15^\circ\text{C}$  ، وأن ثابت التجمد للماء يساوي  $1,86^\circ\text{C/mol/Kg}$ .

5-1 في محلول مدد يتألف من 20% وزناً من كبريتات المغنيزوم  $\text{MgSO}_4$  ، ما مولية المحلول وما الكسر الجزيئي لكل من  $\text{MgSO}_4$  والماء  $\text{H}_2\text{O}$  عندئذ؟

6-1 ما نظامية محلول لحمض الكبريت إذا لزم 50 ml منه لتعديل 27,52 ml من هيدروكسيد الصوديوم، بفرض أن نظامية محلولها يساوي 0,1492 وما مولية محلول حمض الكبريت؟

7-1 في محلول يتألف من البنزن  $\text{C}_6\text{H}_6$  والكلوروفورم  $\text{CHCl}_3$  يحتوي على البنزن بكسر جزيئي مولي قدره 0,450. ما النسبة المئوية الوزنية للبنزن في المزيج.



8-1 أذيب 9 g من سكر الغلوكوز  $C_6H_{12}O_6$  في 100 g من الماء. احسب التركيز الجزيئي الوزني (المولاري) للمحلول الناتج.

9-1 أذيب 2 g من هيدروكسيد الصوديوم في كمية من الماء ثم أكمل المحلول إلى  $500 \text{ cm}^3$  احسب من ذلك التركيز الجزيئي الحجمي (المولارية).

10-1 إذا كانت كثافة حمض الكبريت  $1.8 \text{ g/cm}^3$  وهو يحتوي على 98% من وزنه حمضاً والباقي ماء، احسب التركيز المولاري على اعتبار أن الكتلة المولية لحمض الكبريت ( $m=98$ ).

8-1 أذيب 9 g من سكر الغلوكوز  $C_6H_{12}O_6$  في 100 g من الماء. احسب التركيز الجزيئي الوزني (المولاري) للمحلول الناتج.

9-1 أذيب 2 g من هيدروكسيد الصوديوم في كمية من الماء ثم أكمل المحلول إلى  $500 \text{ cm}^3$  احسب من ذلك التركيز الجزيئي الحجمي (المولارية).

10-1 إذا كانت كثافة حمض الكبريت  $1.8 \text{ g/cm}^3$  وهو يحتوي على 98% من وزنه حمضاً والباقي ماء، احسب التركيز المولاري على اعتبار أن الكتلة المولية لحمض الكبريت ( $m=98$ ).



مكتبة  
A to Z