

كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الاولى



١



المادة : كيمياء عامة ٢

المحاضرة : الاولى / نظري /

{{{ A to Z مكتبة }}}}

Maktabat 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



ପ୍ରକାଶକ

卷之二

MIXTURES AND SOLUTIONS

Solution Classification

سلطوح فصل فيها، أي أنها مؤلفة من طور واحد. مثل الكحول والماء، الصلبة والملاء.
تعد المحلول أساسية وأضحت عن العزى في التجانسة.
- 3- المزيج الفروي: وهو المزيج الناتج عن تبعي جزيئات مكونين أو أكثر مع بعضهم، ينتجه جملة تنتشر فيها جزيئات كبيرة لأحد المكونات معطية ليها صفة فيزائية غير متجانسة، مثل الشاه ماء.

A 2 Z مكتبة
للمطالعة. معارضات كلية العلوم
طه طوسى. جانب كتبية، إسپاحة
٠٩٣٥٧٨٦٦٩٠١٤٠٦٠٩٣٥٠٧٨٦٦٩

Introduction 1 - 1

ظهور الموجات الحديمية في اضواها للليل الصبيحة، والمساء والعريبة، إمكانية تشكيل أفرع مؤلفة من حربات مرتكبين أو أكثر موجودين مع بعضهم البعض، لذلك يعرف المزيج بأنه الجملة المؤلفة من مكونين أو أكثر ينسب معينه. تدعى مركبات المزيج بالمركبات، ويقصد بالجملة الجسم أو مجموعة الأجسام المرتبطة مع بعضها.

Mixtures Classification

يتم الحصول على ثلاثة انواع من المزائج تتبع عن خطط جريئات مرتقبين او

أكثُر بعضاً لهم مع بعض، هي:

أكثـر مـع بـضمـيم يـنتـج عـنـه جـملـة لـهـا صـفـاتـ مـخـتلفـة فـي أـجزـاءـ كـائـنـاـ.

المربي المتعالّس: وهو المربي الذي على تبعيّه حزب يائٍ مكروهٍ أو أكثر من بعضهم، يتّبع عده جماعة لها صفات واحدة في جميع أنحاء كوكبها بخواست لا ينطهر

أ. محلاليل كهربائية: وهي المحلاليل المتشكلة من الأحلال الحموض والأسس والأملال، أي المواد الكهربائية في الماء، تتميز هذه المحلاليل بوجود شوارد ناتجة عن تفكك المواد الكهربائية في الماء، التي بواسطتها يمكن التيار الكهربائي أن يعبر من خلالها.

ب. محلاليل غير كهربائية: وهي المحلاليل المتشكلة من الأحلال ببعض المواد الخصوصية واللااضعوية غير المتشردة في المحلول السائلة، وتتميز هذه المحلاليل، بأنها غير ناقلة للتيار الكهربائي، نظراً لعدم وجود شوارد فيها.
3 - المحلاليل الصلبة (Solids Solutions): وهي المحلاليل التي تشكلت غالباً بالإضافة على طور المحل الصلب، ناتجة عن الأحلال مواد عازية أو سائلة أو صلبة في المحل الصلب، مثل البيروجين في الكلاديوم، والزنبق في المعدن، والخاس في الذهب.

تدعي المحلاليل المشكّلة من الأحلال معدن في معدن آخر، بال محلاليل المعدنية أو السائل، تتميز هذه المحلاليل بناقلية جيدة الحرارة والتيار الكهربائي.
يشكل المحلول، من عملية الحل محل مذكرة في محل، وتعتبر عملية الانحلال، إلى حد ما، بأنها حادثة كيميائية، تتم بين جزيئات المادة المذكرة والمادة محليل مقاومة الكمية. لذلك تدعى أكبر كمية ممكنة من المادة المذكرة، التي تدخل في محليل طبيعية المادة المذكرة، والمادة المذكرة ودرجة الحرارة والضغط، تسمى جمجمة كمية معينة من المادة المذكرة بقابلية الانحلال. تتعلق عملية الانحلال بعوامل عديدة أهمها: طبيعة المادة المذكرة، والمادة المذكرة ودرجة الحرارة والضغط، تتم صرطعه جوبياً نظامي، وغالباً تزداد الانحلالية مع ارتفاع درجة حرارة، تواجد نتيجة عملية الانحلال، جزيئات مود مختلفة في حجم واحد، تتأثر بعضها، حيث تتحاذب مع بعضها تحت تأثير قوى الاستقطاب، وقوى فاندر فالس وقوى غيرها، تؤثر على نوعية المحلول الناتج، مؤدية إلى إعطاء محلاليل مختلفة، نسبة إلى عملية الانحلال، والى التأثير تغير محلاليل بين جزيئات مكونات محلاليل، وهذا تصنف أنواع المحلاليل السابقة بالصفات الآتية، التي تكمّل التعبير عن نوعيتها.

أ. محلاليل غير المشبع: وهو محلاليل الذي يمكن أن يحل فيه كمية أخرى من المادة المذكرة، في درجة حرارة معينة.
ب. محلاليل المشبع: وهو محلاليل الذي لا يمكن أن يحل فيه كمية أخرى من المادة المذكرة، في درجة حرارة معينة.

ج. محلاليل فوق المشبع: وهو محلاليل الحاوي على كمية أكبر من المادة المذكرة، منه في حالة الإشباع في نفس درجة الحرارة.
د. محلاليل الكامل: وهو محلاليل الذي تظهر فيه التأثيرات المتبادلة بين جزيئات مكوناته وكأنها نفس التأثيرات المتبادلة بين جزيئات كل مكون على حدة، ويتميز هذا محلاليل بأن حجمه الكلي، ناتج عن مجموع حجوم مكوناته، ولا يرقى تشكّله تغيرات حرارية، مثل: كحول البنيل مع كحول البنيل، الذي إذا مزج من كل منها 50 cm^3 ، فإن الحجم الكلي يساوي 100 cm^3 .

هـ. محلاليل غير الكامل: وهو محلاليل الذي تشارك فيه التأثيرات المتبادلة بين جزيئات مكوناته، إذ تختلف التأثيرات المتبادلة الجديدة عن التأثيرات المتبادلة بين جزيئات كل مكون على حدة، ويتميز هذا محلاليل بأن حجمه الكلي، لا ينتهي عن مجموع حجوم مكوناته، ولذلك تشكّله تغيرات حرارية.
مثال: حمض الكبريت مع الماء، الذي إذا مزج من كل منها 50 cm^3 ، فإن الحجم الكلي يساوي 91 cm^3 . غير أن أهم صفة من صفات محلاليل هو تركيبه الذي يغيره عن غيره من الناحية الكمية واللوغية، وذلك عدا طرائق وزنية وجهمية يمكن من خلالها تحديد تركيز المادة في محلاليل ذكر منها في الفقرات الآتية.

(Normality) أو العيارية (Normality)
تمثل العيارية (N) عدد المكافئات الغرامية أو عدد الأوزان المكافئة من المادة (g.eq/L) في ليتر من محلاليل واحد أنها بالكافئ الغرامي في الليتر (L).
المذكرة في ليتر من محلاليل واحد أنها بالكافئ الغرامي في الليتر (L).
وتتطابق بالعلاقة:

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

لأ بطرقة أخرى: الوزني، ويساوي وزن المادة مقدراً بالغرام المنخل في ليتر من

ال محلول (L /g)، و E المكافئ للغرامي أو الوزن المكافئ، ويساوي وزن المادة

مقدراً بالغرام الناتج عن حاصل قسمة الوزن الجزيئي (m) للمركب على عدد

المثبلات:

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

إن عدد المثبلات (n) في تفاعل ما يتألق بتوسيعه للمواد المتفاعلة وبالتفاعل الحالى،

فقد يكون مساوياً للتغير في رقم الأكسدة، أو عدد الوظائف الحمضية أو الأساسية.

3-3 التركيز الجزيئي الوزني أو المولالية (Molality)

يُمثل التركيز الجزيئي الوزني أو المولالية (L) عدد الجزيئات الفرامية الموجودة في كيلوغرام واحد (أو 1000 غرام) من الذتب، وتعطى بالعلاقة:

$$L = \frac{m_1}{m_2 \times m_3}$$

3-3 التركيز الجزيئي الجهمي أو المولالية (Molarity)

يُمثل التركيز الجزيئي الجهمي أو المولارية (M): وهو عدد الجزيئات الفرامية

(عدد المولات) من المادة المنتحلة في ليتر من محلول، وواحداته المول (ليتر/mol)

ويعبر عنه بالعلاقة الآتية:

$$M(\text{mol/L}) = \frac{C}{m}$$

لأن C وزن المادة مقدراً بالغرام المنخل في ليتر من محلول (L /g)، و m وزن المادة المنتحلة (g).

مثال (1): لحساب التركيز الجزيئي الجهمي ونظامية محلول يحتوى 8,3,5% من

كريودات الصوديوم (g) في 250 mL من محلول. مثل (2): لحساب التركيز الجزيئي الجهمي (المولاريه) عند إذابة 8 g من

السكروز $C_6H_{12}O_6$ في 100 g من الماء، على أن الوزن الجزيئي للسكروز

الحل: نعرض في العلاقة السابقة فيتنتج:

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

والرئيسي المحيط أو مدراء ماء = $\frac{80}{100}$

مثال (3): احسب النسبة المئوية الجكمية (%

تشمل النسبة المئوية الكحولية (%) وزن المادة مقدرة بالغرام المنخل في

100 mL من محلول. الجكمية

الحل: احسب النسبة المئوية الججمية لكريونات الصوديوم

$$M = \frac{C}{m} = \frac{21,2}{106} = 0,2 \text{ mol/L}$$

أما نظامية محلول فتكون:

$$N = n \times M = 2 \times 0,2 = 0,4 \text{ g.eq/L}$$

وبالتالي فإن النسبة المئوية الججمية لكريونات الصوديوم في محلول تكون 5,3%.
النسبة المئوية الججمية هي مجموع معدى من سائل على صيغة معدى من محلول ويسليه بـ 100
مثال: لدينا 200 mL من كحول ويسليه بـ 200 mL من محلول ويسليه بمقدار

٥ - ٣ - ١ الشبيبة المئوية الوزنية (P%)

هي كمية المادة المذابة مقدرة بالغرام في 100 غرام من المحلول، فمثلاً محلول يحتوي 10% وزناً من هيدروكسيد الصوديوم، أي أن هذا المحلول يحتوي 10 غرام NaOH على 90 غرام من الماء؛ ثم احسب نظامية المحلول على أن كثافة المحلول هي $d = 1,1 \text{ g/mL}$.

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

إن 10 غرام من كربونات الصوديوم تتوارد في 50 غرام من المحلول وبالتالي يوجد 20 من الملح في 50 غرام من المحلول وهذا فإن النسبة المئوية الوزنية للبازوكسيد الصوديوم NaOH مسؤلية 10 غرام وزن المحلول تكون 20%. إن وزن المحلول P يساوي حجمه 7 مضروباً بكلائه d ، أي:

$$P = 7 \cdot d$$

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 $20 \times 1100 / 100 = 220 \text{ g}$. وبالتالي فإن نظامية المحلول تكون:

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

٦ - ٣ - ١ الكسر المولى أو الجزيئي (Mole Fraction)

يمثل الكسر المولى أو الجزيئي نسبة عدد الجزيئات الفردية الموجودة في المحلول، فإذا كان n_1 عدد مولات المادة المذابة و n_2 عدد مولات المادة المذابة فغير عن الكسر المولى للمادة المذابة $X_1 = n_1 / (n_1 + n_2)$ وللمادة المذابة $X_2 = n_2 / (n_1 + n_2)$ حيث:

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

لمجموع عدد الجزيئات الفردية الموجودة في المحلول، فإذا كان n عدد مولات أي $1 = n_1 + n_2$... $+ X_1 + X_2 + \dots$

مثال (5): احسب الكسر المولى لكل من هيدروكسيد الصوديوم NaOH والماء في محلول يتكون من P 10% NaOH و $d = 1,1 \text{ g/mL}$.

الحل: نفرض لدينا كتلة معينة من المحلول مقدارها $g = 100 \text{ g}$ ، فيكون وزن هيدروكسيد الصوديوم NaOH مسؤلية 10 غرام وزن الماء $g = 90 \text{ g}$ ، وبالتالي فإن عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم:

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

عدد مولات الماء:

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

الكسر المولى لهيدروكسيد الصوديوم:

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

الكسر المولى 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 الكربونيك 20% هي 1,14

فاحسب تنظيمية هذا محلول، ومن ثم مolarيته.

الحل: نحسب أولاً حجم محلول الحمض في g 100:

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

وتكون كمية الحمض الموجودة في ليتر واحد:

$$\text{كل } 9 \text{ g موجودة في } 1 \text{ ml}$$

$$1000 \text{ ml}$$

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

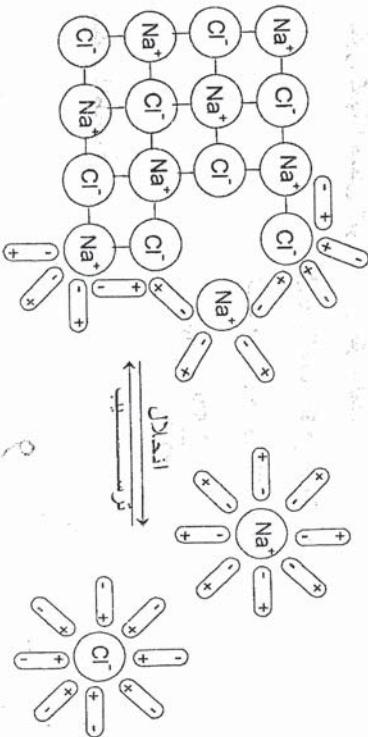
و تكون النظالية:

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

ويكون المolarية:

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

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



ويوضح مما سبق أن محللات القطبية لا تحل المركيبات غير القطبية التي لا تتميّز جزيئاتها بطرف موجب وطرف سالب، أي لا يناسب الماء الربوسي والبنزرن ورباعي كلوريد الكربون وغيرها من المركيبات العضوية وبالذات البنزرن والأقطبية مثل البنزرن ورباعي كلوريد الكربون يمكن أن تذيب المواد أو المركيبات غير القطبية ولا تذيب المركيبات القطبية (وجود روابط مسليين الجزيئات مثل روبيط فالدر فالس والروبيط الپيرورجينيـة) وبذلك تخلص إلى القول: إن الشبيه يحب الشبيه.

١-٤ دور الماء كمذكرة محللة

لقد وجد أن الماء المقطر ناقل سبيـه للكمربـاء، ولكن ذاتـيه تـزداد بـصـورة عظـيمـة عندما تـحلـلـ فيـهـ مـادـةـ شـارـدـيـةـ مثلـ مـلحـ الصـعـامـ أوـ مـلـادـةـ قـطـبـيـةـ مثلـ HClـ،ـ وقدـ إـنـهـ أـصـيـحـ فوقـ الشـيـعـ وـالـسـالـيـلـ فوقـ الشـيـعـةـ غيرـ ثـابـيـةـ عـادـةـ،ـ فإـلاـ رـجـتـ لـأـضـيـفـ إـلـيـهاـ بـلـوـرـةـ منـ المـادـةـ الـمـنـخـلـةـ،ـ أوـ تـرـكـ المـحـلـولـ لـفـتـرـةـ طـوـلـيـةـ،ـ فإنـ الـكـيـمـيـةـ الـفـاضـيـةـ مـنـ

المـادـةـ الـمـنـخـلـةـ تـبـلـوـرـ،ـ وـيـعودـ المـحـلـولـ لـلـحـالـةـ الـمـشـبـعـةـ.

تتأثر الأندالالية بعوامل عدة أحصيها طبيعة المادة المذكورة وكذلك درجة الحرارة والضغط، وتؤدي طبيعة الجسم المذكورة بالغاً في تعريف الملائمة العواد، فالملاذيات القطبية مثل الماء والكحول والتي تتشتت جزيئاتها بقطب موجب وأخر سالب تتيـبـ المرـكـباتـ الشـارـدـيـةـ ذاتـ القـطـلـ المـوـجـبـ وـالـسـالـبـ إـيـضاـ كـمـاـ فـيـ الـأـنـدـالـيـةـ كلـورـيدـ الصـوـدـيـومـ فـيـ المـاءـ وـفـيـ التـعـيلـ المـوـضـحـ بالـشـكـلـ (1-1).

الجزيئات التي تنقل التيار في هذه الحالة هي الشوارد المشحونة الناتجة عن اتحاد الماء 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 يفك بالتألي بلورة كلور الصوديوم إلى شوارد بسيطة توزع في المحلول.

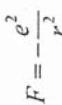
وبحضور عامة فعندها توضع بلورة شاردية في الماء فإن سطح هذه البلورة يصبح مغطى بجزيئات الماء التي تتدخل وتترابط مع شوارد البلورة، ذلك أن الشوارد الموجودة داخل البلورة، فالشوارد السطحية ليست محاطة بالشوارد الأخرى من حيث الجهات مما يفسح المجال لجزيئات الماء القطبية أن تترابط كهربياً مع هذه الشوارد السطحية، ويؤدي ذلك إلى إضعاف ترابط هذه الشوارد مع الشوارد الأخرى المجاورة وينتهي بها الأمر إلى أن تترك سطح البلورة وقد أحاط بها عدد من جزيئات الماء، ففي حالة كلور الصوديوم مثل تحيط ستة جزيئات ماء بكل شاردة كلور أو شاردة صوديوم لترى البلورة وتدخل المحلول [شكل (1-1)].

وتشوجه جزيئات الماء بالشكل المناسب طبعاً، فتخي حالة شاردة الصوديوم الموجبة مثل توجه جزيئات الماء بحيث يكون الطرف الأكسجيني هو القريب من الشاردة، فالماء يودي بدورين أساسين في اتحاد المواد الشاردية:

آ- يضعف الرابطة القوية الموجودة بين شوارد البلورة.

ب- ترتبط جزيئاته مع شوارد البلورة مكونة شوارد محببة.
ومعطية بذلك كمية من الطاقة ضرورية لفك شوارد البلورة عن بعضها.

وهاتان الصفتان تعودان إلى الغم القطبى المرتفع للماء، والكتى فهو ذلك انتصراً أن لدينا شاردين متلاقيين بالشدة ومتلاقيتين بالإشارة ومحاذيتين في الفراغ بحيث يفصل بين مركبتيها مسافة قدرها 2 Å ، فالقوة الجاذبة بين هاتين الشخختين هي:



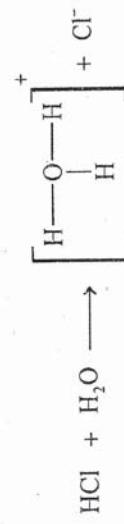
29

أما عندها توجد هاتان الشخختان في وسط غير الفراغ ثابت عزله الكهربائي وعلى نفس العدد فإن التجانب بينهما يصبح أقل ويعبر عنه بالعلاقة:

$$F = \frac{C^2}{r^2}$$

أي أن التجانب أقل $\rightarrow 4$ مرات منه في الفراغ، وبما أن ثابت العزل الكهربائي للماء مرتفع ويتسوي 81 M عندها توجد هاتان الشخختان على بعد نفسه عن بعضها ولكن يوجد الماء بينهما، يعود ذلك طبعاً إلى أن جزء الماء القطبى يعطي حفلاً كهربائياً معاكساً في الاتجاه للحقائق الناتج عن الشاردين مما يضعف تجانبهما، لكل سائل ثابت عزل كهربائي معين تتوقف قيمته إلى حد كبير على قطبية السائل، فكلما أزادت القطبية أزاد ثابت العزل وبالتالي أزادت قدرة السائل على حل الماء الشاردية، تبلغ قيمة ثابت العزل الكهربائي للكلور الأيتيلي 25.7 ، والكلور الميثيلي 33.1 ، والبلزن 2.28 وأخيراً الرابع كلور الفحم 2.34 وجميعها مقاسة في درجة 20°C .

هذا بالنسبة لاتحاد المركبات الشاردية في الماء، أما المركبات القطبية فإن كثيراً منها قابل للاتحاد في الماء نتيجة تكون روابط قطبية أو هيدروجينية مع الماء، ومثال ذلك اتحاد كلور الهيدروجين في الماء الذي يؤدي إلى تشكيل شاردة الهيدروجين:



وكذلك فإن اتحاد السكر الشديد في الماء (1740 g/g) هو نتيجة الروابط الهيدروجينية الكثيرة التي تحصل بين جزيء السكر وجزيئات الماء، على بل إن هذا الاتحاد لا يؤدي إلى تكون شوارد بل هو عبارة عن مجرد ارتباط جزيئات السكر بجزيئات الماء غير الحسور الهيدروجينية.

30

٥-١ مماليل الغازات في السوائل

The Gases Solution in Liquids

تحلل الغازات في السوائل، حسب تقسيم المماليل لประเภท محلاله من المحلول، وتحت التحالب التي أجرتها العالم راؤول Raoult في هذا المضمamar إلى التوصل إلى القانون الثاني الذي دعى باسمه وينص:

يتناقض الضغط الجزئي لبخار كل مكون فوق المحلول طرداً مع تسبة في الماء، ويغير عده رياضياً بالشكل الآتي:

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

أدت التجارب إلى استنتاج علاقة تربط بين كمية الغاز المنحل في محلل السوائل، والضغط فوق سطح المحلول الناتج، وتتناسبها مع درجة الحرارة، عرفت بقانون هنري الذي ينص: يتناقض اتحلال كمية غاز ما في محلل سائل طرداً مع ضغطه فوق سطح المحلول السائل، في درجة حرارة معينة، ويغير عن هذا القانون رياضياً بالعلاقة الآتية:

$$C = K_P \quad (1.1)$$

إن يمثل P_i الضغط البخاري الجزئي للمكون (i)، و P_i^0 : الضغط البخاري الجزئي للمكون (i) في حالة الغ فيه، و X_i الكسر الجزئي للمكون (i). لدرس حالة محلل مؤلف من مكونين A و B ، حيث الضغط الكلي للبخار المشبع فوق هذا المحلول، يساوي بالإضافة على قانون دالتون إلى مجموع الضغوط الجزئية لمكوناته، أي:

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

فإذا استبدل قيمة كل ضغط جزئي بخاري، بما يعادلها، بالأعتماد على العلاقة (3.1) نحصل على النتيجة الآتية:

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

وعلموم أن مجموع الكسور الجزئية في مزيج واحد يساوي الواحد أني: $X_A + X_B = 1 \Rightarrow X_A = 1 - X_B$

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

$$P = P_A^0 (1 - X_B) + P_B^0 \cdot X_B \quad (6.1)$$

٦-١ مماليل السوائل في السوائل

The Solution of Liquids in Liquids

تحلل الكثير من السوائل في سوائل أخرى مشكلة محلاله منبعة أو غير منبعة محلاله كاملاً أو غير كاملاً، حسب نوع وكمية جزيئات المكونات في المزيج الناتج. تتعلق عملية اتحلال السوائل بعضها مع بعض، بنوع وطبيعة المكونات ودرجة الحرارة

والاضغط. يظهر العديد من المماليل، صفة تبشر متساوية في مكوناتها، بحيث يتم تبشر المادة المنحلة والمادة المحللة من المحلول.

وقد أدت التجارب التي أجرتها العالم راؤول Raoult في هذا المضمamar إلى التوصل إلى القانون الثاني الذي دعى باسمه وينص: يتناقض الضغط الجزئي لبخار كل مكون فوق المحلول طرداً مع تسبة في الماء، ويغير عده رياضياً بالشكل الآتي:

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

أدت التجارب إلى استنتاج علاقة تربط بين كمية الغاز المنحل في محلل السوائل، والضغط فوق سطح المحلول الناتج، وتتناسبها مع درجة الحرارة، عرفت بقانون هنري الذي ينص: يتناقض اتحلال كمية غاز ما في محلل سائل طرداً مع ضغطه فوق سطح المحلول السائل، في درجة حرارة معينة، ويغير عن هذا القانون رياضياً بالعلاقة الآتية:

$$C = K_P \quad (1.1)$$

إن يمثل H ثابت هنري، و C تركيز الغاز في المحلول، و K_P ثابت تنسبي، و ضغط

الغاز فوق سطح سائل المحلول. يستنتج من هذه العلاقة (1.1)، أن اتحلال الغاز في محل سائل يزيد مع ازيد الضغط فوق سطح السائل. يعبر المعجل عن قانون هنري للسوائل بواسطة العلاقة التالية:

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

المشبع فوق هذا المحلول، يساوي بالإضافة على قانون دالتون إلى مجموع الضغوط الجزئية لمكوناته، أي: $P = P_A^0 \cdot X_A + P_B^0 \cdot X_B$

فإذا استبدل قيمة كل ضغط جزئي بخاري، بما يعادلها، بالأعتماد على العلاقة (3.1) نحصل على النتيجة الآتية:

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

وعلموم أن مجموع الكسور الجزئية في مزيج واحد يساوي الواحد أني: $X_A + X_B = 1 \Rightarrow X_A = 1 - X_B$

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

$$P = P_A^0 (1 - X_B) + P_B^0 \cdot X_B \quad (6.1)$$

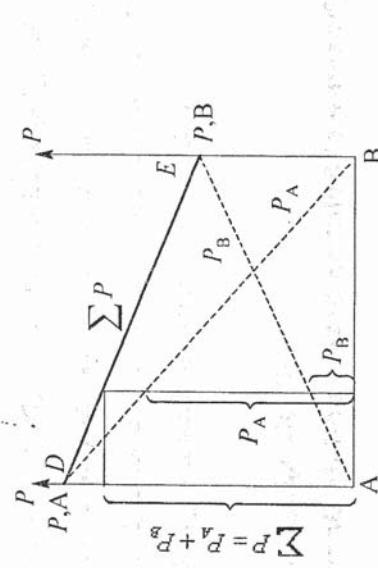
ترتبط العلاقة السالبة على النحو التالي:

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

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

$$y = ax + b \quad (7.1)$$

تؤدي مقارنة العلائقين (6.1) و (7.1) إلى تبيان ارتباط X_B كثابع $\frac{P}{P_A}$ كثابع $P_B^0 - P_A^0$ كثابع a و b ، ويعد عن هذا الارتباط بواسطة الخط البياني الممثل بالشكل (1-2):



الشكل (1-2): علاقة الضغط البخاري المشبع فوق محلول بحتوي على مادة

يلاحظ من هذا الخط البياني، أن الضغط البخاري الكلي للمزيج، الممثل بالخط بين التقاطعين D و E يتغير بالتغيير التدرجى للضغط البخاري الجزئي للمكون الثاني في الحالة الندية، إلى الضغط البخاري الجزئي للمكون الثاني في الحالة الندية، ED، المتغير في الحالة الندية، إلى الضغط البخاري المذكور أحادى مكونى المزيج، والمميز بالعلاقة الخطية، مع تغير تركيب المزيج، ويدى على مثل هذا محلول، المميز بالعلاقة الخطية، بالمحظى الكامل، الذي يتميز بغير التأثير المتبادل بين جزيئات المكونات، هناك محلول شد عن الخط البياني للمحلول الكامل، لن تكون محور اهتمامنا في هذا الفصل.

1 - 7 - محلول الأجسام الصلبة في السوائل

The Solution of Solid Substance in Liquids

تحل الكثيرون من الأجسام الصلبة في السوائل، مشكلة محلول مشبعة وغير مشبعة، وفوق المشبعة، وهي أكثر محلولاته انتشاراً، تحمل جزيئات الأجسام الصلبة في محلول يتساوى ضغط بخار محلول، لأن المادة المشبعة غير الكهربائية غير الطيار، وإنما بعد جزيئاتها ليس لها ضغط بخار، ويعبر عن هذا رياضياً:

في حجم السائل المحلول بشكل منتظم، وتتم في نفس الوقت نفسه عملية تبضع الجزيئات المتصالحة مع بعضها البعض، لتشكل الجسم الصلب من جديد، ولذلك تدعى هذه العملية بالتلور، وتشترى هاتان العلائقان بالجريبان إلى أن تتسلق سرعاً، وعندما يحصل على حالة توازن ديناميكي، ويصبح محلول مشبعاً، يلاحظ، ثانياً، عملية الانحلال، أن كثيبة الجسم الصلب الذائبة في المحلول السائل تترايد في درجة حرارة معينة، حتى تصل إلى كمية محددة، تقول عندها أن المادة الصالبة قد وصلت إلى درجة الذوبان، أو مرحلة الانحلالية، لذلك تعرف الانحلالية بأنها عدد الغرامات من المادة المذكورة في 100 g محلول في درجة حرارة معينة.

1 - 8 - ضغط بخار محلولاته وانفاصه

The Pressure of Solution Steam and Its Decrees

تحل الأجسام الصلبة في محلولاته المناسبة وتؤلف محلولات متكونة من محل سائل، ويمكن أن يؤلف بخاراً في درجة حرارة عادية نظراً لتطابق جزيئاته، ومن جسم صلب محلول لا يمكن أن يشك بخاراً نظراً لصعوبة تطايره من الطور السائل. يزدوج عن ذلك انخفاض في ضغط بخار محلول، وعبر عنه العالم راؤول بقانونه للذين توصل إليها:

القانون الأول: يكون الضغط البخاري المشبع فوق محلول بحتوي على مادة غير متطابقة دائمًا أصغر من الضغط البخاري المشبع فوق محلول التقى في منطقة الحرارة نفسها، ويدعى الفرق بينهما بانخفاض ضغط بخار محلول طرداً من القانون الثاني: يناسب انخفاض ضغط البخار المشبع فوق محلول طرداً من عدد غرامات المادة المذكورة غير الطيار، ويتغير هذا الانخفاض بأنه لا ينبع من المادة غير الكهربائية غير الطيار المذكورة وإنما بعد جزيئاتها.

فإذا كانت لدينا جملة مؤلفة من محلول طيار، لم يتم له $-A$ ، ومادة مناسبة غير الكهربائية غير طيار، تمثل لها $-B$ ، فإن الضغط الكلي للبخار المشبع فوق محلول يتساوى ضغط بخار محلول، لأن المادة المنفذة غير الكهربائية غير الطيار، 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 استبدلنا قيمة X_A من هذه العلاقة في (8.1) فإنه يصل على النتيجة التالية:

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

ترتيب 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:

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

لذلك يدعى الحد $P_A^0 - P_A$ بانخفاض ضغط بخار محلول، ويرمز له ΔP .

تسلسح هذه العلاقة من أجل المحاليل الممددة، وهي تووضح علاقة انخفاض ضغط البخار المشبع فوق محلول بالكسر الجزيئي للمادة المنحلاء غير الكهربائيه وغير المقطورة.

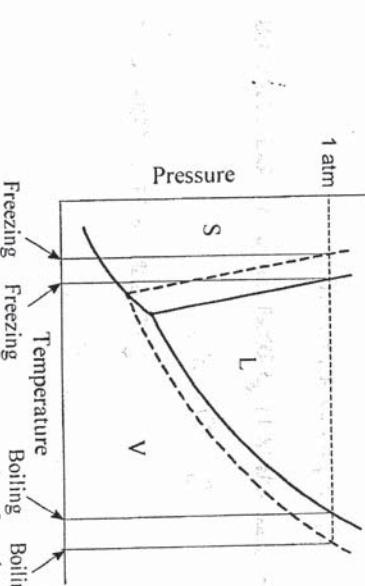
1- 9 درجة غليان المحاليل

تصلح هذه العلاقة للمحاليل الداولية على مواد منحلة غير متقدرة غير طيرلة.

تستعمل العلاقة (10.1) في حساب الوزن الجزيئي الغرامي للمادة المنحلاء غير الطيرلة غير الكهربائيه، وذلك بعد استبدال قيمة التركيز المولاي بما يعادلها، إذ إن:

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

إذ تمثل ΔT_b ازدياد درجة الغليان للمحلول، و T_2 درجة غليان المحلول، و T_A درجة غليان محل التقى، و K_b ثابت تناسبي، يدعى ثابت ارتفاع الغليان، و C_m التركيز المولاي.



الشكل (3-1): مخطط ازدياد درجة غليان محلول، والانخفاض درجة تجمده.

ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة الآتية:

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

حيث m_B وزن المادة المنحلاء غير المقطورة غير الكهربائيه، و M_B السوزن الجزيئي الغرامي للمادة المنحلاء غير الكهربائيه، و m_A وزن محلول. وبذلك

تصبح العلاقة (10.1) على الشكل الآتي:

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

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

Freezing Point of Solutions

يتحدد كل سائل في درجة حرارة معينة، حيث يتضاعف الضغط البخاري للطهور السائل مع الطور الصلب، تحت ضغط جوي واحد، أي حين يحصل على حالة توازن بين الطورين السائل والصلب، فإذا أضيفت، إلى سائل ما، كمية من مادة غير كهربائية غير طيارة، فإن ذلك سيؤدي إلى انخفاض ضغط بخار المحلول، كما علمنا سابقاً، ولكي يتجمد هذا المحلول الناشق، يجب أن تنخفض درجة حرارته، نسبة إلى درجة التجمد المثلثي، إلى درجة معينة حتى يتضاعف الضغط بخاره أن يتضاعف مع الطور الصلب. ويتضاعف الانخفاض درجة تجمد المحلول، بعد إضافة (التركيز) للمادة المنحلة غير الطيارة غير الكهربائية، ولا يتوقف على طبيعتها، ويوضح ذلك الخط البياني الممثل في الشكل (11-1)، ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة الآتية:

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

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

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

11-1 التنشاء الاحادي (التسوونيز) للمحاليل

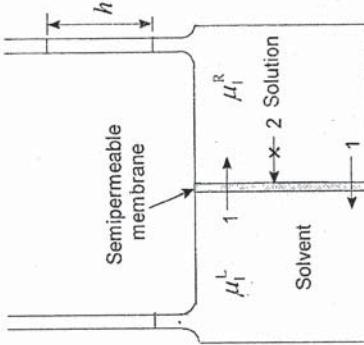
Osmosis Pressure of Solutions

تحل معظم المواد المذابة في المحلول المذيبة، لتشكل محلال، تتباه سلوك المحلول المنحلات في محلالاتها، أثناء عملية الانحلال، سلوك المادة في الحالة الغازية التي تتميز ببنائها للانتشار وملء الحجم الذي شغلته، وتنتشر في حجم المحلول.

كذلك يعرف عن سلوك الغاز، أن جزيئاته تؤثر على جدران الوعاء الموجدة، فيه معطية صفات، وهناك أيضاً سلوك مشابه من قبل جزيئات المحلول المنحل والذئب أكثر تعقيداً.

يتألف سطح المحلول حدود فصل بين طورين هما: الطور السائل والطور الغازي، ويعطي هذا السطح الفاصل صفة مميزة وهي أنه يسمح لجزيئات المادة غير الطيارة بالعبور من خلاله بالإتجاهين، ولكنه لا يسمح لجزيئات المادة غير الطيارة بالعبور. وتدعم هذه الصفة بنصف النوذنة.

تعطى بعض الأغشية الطبيعية والاصطناعية، كسطوح فصل، مثل هذه الصفة نصف النوذنة، وتدعم بالأشعة نصف النوذنة. فإذا فصل محلول السكر المتواجد في وعاء، كما في الشكل (4-1) بقشر نصف نوذني، وغدر في وعاء آخر بحتوي على محل نقي - الماء، فانتابنا بالنظر أن جزيئات الماء قد نفذت إلى وعاء محلول السكر، غير الغشاء نصف النوذني، مؤدية إلى ارتفاع سوية المحلول، نتيجة العملية الخلولية هذه، ويريد هذا الارتفاع ضغطاً إضافياً هيذروستاتيكياً، يعكس ويقاوم نفاذ كميات جديدة من محلول، وعندما يصل هذا الارتفاع جداً معيناً، يبلغ فيه قيمة الضغط الإضافي الهيدروستاتيكي الناشئ قيمة محددة، تتوقف العملية الخلولية، ويحصل على حالة توازن بين محلول والمحلول، يوافق هنا التوازن ضغطاً سالكاً في الواء الحراري على محلول، ويساوي بالفائدة المطلقة الضغط الخلولي.



ذلك يعرف الضغط الحلوى بأنه الضغط الذي يجب تطبيقه على المحلول، لمنع عبور جزيئات محلول منه وإليه، غير إنشاء نصف نفودي. وقد ثبت أن جميع المحاليل تتميز بضغط حلوى، عندما تزول عن محلول بواسطة عشاء نصف نفودي، ويتاسب الضغط الحلوى للسائل طرداً مع تركيز المادة المنحللة، ومع درجة الحرارة ولا يتوقف على صبيعها. وقد أثبتت التجارب، أنه يمكن استخدام معادلة المادة للفشارات الكاملة في حساب قيمة الضغط الحلوى، على النحو الآتي:

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

$$M = \frac{n_{H_2SO_4}}{V} = \frac{0,005 \text{ mol}}{0,25 \text{ dm}^3} = 0,02 \text{ mol/L}$$

لأن $L = 250 \text{ cm}^3 = 0,25 \text{ dm}^3$

كم $\times \frac{100}{500} \times \frac{100}{100} \times \frac{100}{100} \times \frac{100}{100} \times \frac{100}{100}$

تمرين (2): احسب التركيز الجزيئي الوزني (التركيز المولاي): الناتج عن مزج g 20 ماءات الصوديوم مع g 100 ماء، إذا علمت أن الوزن الجزيئي الفرامي لماءات الصوديوم يساوي mol/g 40.

تصلح هذه العلاقة من أجل المحاليل المدورة، ويستخدم في حساب الوزن الجزيئي الغرامي للمادة المنحللة، إذ:

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

لتصبح العلاقة (14.1) على الشكل الآتي:

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

1 - 12 تمارين حول معلومات الفعل الأول المزائمه والمحاليل:

تمرين (1): احسب التركيز الجزيئي الحجريي (التركيز المولاي) لمحلول حجمه 250 cm^3 يحتوي على g 0,49 من حمض الكبريت الفقسي، إذا علمت أن الوزن الجزيئي الغرامي لحمض الكبريت يساوي mol/g 98,08.

الحل: التركيز الجزيئي الحجريي هو عدد الجزيئات الغرامية المنحللة في L محلول، أي:

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

ويحسب عدد الجزيئات الغرامية لماءات الصوديوم من العلاقة:

$$n_{NaOH} = \frac{m_{NaOH}}{M_{NaOH}} = \frac{20 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol}$$

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

ويحسب عدد الجزيئات الغرامية لماءات الصوديوم من العلاقة:

و بالتعريض في العلاقة السابقة نجد:

$$L = \frac{0,5 \text{ mol}}{100 \text{ g}} \times 1000 = 5 \text{ mol/kg}$$

تمرين (3): تحسب كم غراماً يجب أن تزن من حمض كلور الماء المركز الذي يبقى كثافة $1,19 \text{ g/cm}^3$ ، الداوي على % 37,23% وزناً من حمض كلور الماء الفقي، لكي يحصل على L 2 محلول تركيزه 0,5 mol/L، علماً أن الوزن الجزيئي الغرامي لحمض كلور الماء يساوي mol/g 36,46، احسب أيضاً حجم كلور الماء الموزون.
الحل: من العلاقة الآتية:

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

نجد أن:

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

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

من السكر، وأن الضغط البخاري للماء النقى في درجة حرارة 20 °C بتساوي 18,02 g/mol.

الحل: يحسب ضغط البخار المنشىء فوق محلول حلو على مادة غير طينية - السكر من العلاقة:

معلوم من نص المسألة أن:

كل 100 g حمض يحتوى على 37,23 g حمض نقى

وكل g x حمض يحتوى على 36,46 g حمض نقى

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

أما 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 للمحلول حجمه 5 l يحتوى على 24,5 g من حمض الكبريت النقى، إذا علمت أن الوزن الجزيئي الغرامي لحمض الكبريت 98,08 g/mol.

الحل: نعلم أن:

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{e,\text{H}_2\text{SO}_4}}{V} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times E_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{e_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot V} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times E_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V}$$

إيمثل n_e: عدد المكافئات الغرامية، و n_w: الوزن المكافئ الغرامي، وبالتعويض نجد:

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{24,5 \text{ g} \times 2}{98,08 \text{ g/mol} \times 5 \text{ L}} = 0,1 \text{ n}_e / \text{L}$$

تمرين (5): احسب ضغط البخار المنشىء فوق محلول في درجة حرارة 20 °C، إذا علمت أن هذا محلول مؤلف من 500 g ماء الذي أتحل فيه 0,1 g جزيء غرامي

يشير الرمز B إلى المادة غير الطينية، بينما يشير الرمز A إلى المحلل، أي للأسيتون.

41

أمثلة وتمارين

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

ولكن الكسر الجزيئي للمادة غير البخارية يساوي:

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

يمكن إعادة كتابة هذه العلاقة بعد تعويض X_B بقيتها 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

تقرين (7): احسب قيمة ثابت الغليان للماء في محلول، إذا علمت أن هذا محلول مؤلف من 29,6 g ماء، و 0,62 g بولت، وأن هذا محلول ينال درجة حرارة 25 °C ، ثم احسب الضغط الكلي البخاري الشبيه فوق المزيج الداوى على وزناً بيترن و وزناً تولوين.

وبإجراء الحل من أجل M_B نجد أن

$$\Delta f_B = K_B \times \frac{m_B}{M_B \times m_A} \times 1000$$

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

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

- 6-1 ما نظامية محلول لحمض الكربيريت إذا لزم 50 mL منه لتعديل ما هيدروكسيد الصوديوم، يفرض أن نظامية محلولهما يساوي 7-1 في محلول يتألف من البنزن C_6H_6 والكلوروفورم CHCl_3 يحتوى على البنزن بمقدار جزئي مولى قدره 0,450 . ما النسبة المئوية الوزنية للبنزن في المزيج.

1-1

احسب كم غراماً من حمض الكربيريت يحتوى ml 25 محلول حمض الكربيريت الذي تركيزه النظامي يساوي 0,98 ، إذا علمت أن الوزن الجزيئي الغرامي

لحمض الكربيريت يساوي 98,08 g/mol 1-1

احسب الضغط البخاري الشبيه للبنزن النقى يساوي Hg 74,7 mm Hg ، وأن الضغط البخاري الشبيه للتلولين النقى يساوي Hg 23,3 mm Hg ، في درجة حرارة 25 °C ، ثم احسب الضغط الكلى البخاري الشبيه فوق المزيج الداوى على وزناً بيترن و وزناً تولوين.

3-1 احسب الضغط البخاري الشبيه لمحلول يحتوى على 0,5 جزئية غرامية من مادة في 500 g ماء في درجة حرارة 25 °C ، علماً بأن الضغط البخاري للماء النقى يساوي Hg 17,51 mm Hg في درجة الحرارة نفسها.

4-1 احسب الوزن الجزيئي الغرامي لمادة في محلول إذا علمت أن هذا محلول مؤلف من 0,75 g من هذه المادة مذ吁لة في 50 g ماء، وأن هذا محلول ينال درجة حرارة 25 °C ، وأن ثابت التجمد للماء يساوي 1,86 °C/mol/Kg

5-1 في محلول ممدد يتألف من 20% وزناً من كبريات المغذريوم MgSO_4 ، وما مولالية محلول وما الكسر الجزيئي لكل من MgSO_4 والماء H_2O عندئذ؟

6-1 ما نظامية محلول لحمض الكربيريت إذا لزم 50 mL منه لتعديل ما هيدروكسيد الصوديوم، يفرض أن نظامية محلولهما يساوي 0,1492 وما مولالية محلول حمض الكربيريت؟

8-1 أذيب 9 g من سكر الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$ في 900 ml من الماء، احسب التركيز

الجزئي الوزني (المولاري) المطلول الشائع.

أذيب 2 g من هيدروكسيد الصوديوم في كمية من الماء ثم أكمل محلول إلى 9-1 أذيب 2 g من هيدروكسيد الصوديوم في كمية من الماء ثم أكمل محلول إلى 500 cm³ احسب من ذلك التركيز الجزئي الحجمي (المولارية).

10-1 إذا كانت كثافة حمض الكبريت $1,8 \text{ g/cm}^3$ وهو يحتوي على 98% من وزنه حمضًا والباقي ماء، احسب التركيز المولاري على اعتبار أن الكتلة الموليسية لحمض الكبريت (m=98 g) (m=98 g).



A to Z مكتبة