المخاليط المتجانسة (المحاليل)

ثابتة التركيب ومكوناته ممتزجة بانتظام (طور واحد) فلا يمكن تمييزها بالعين المجردة

تتكون من مذيب ومادة مذابة

الجدول 2-2 أنواع المحاليل وأمثلة عليها			
أنواع المحاليل	مثال	المذيب	المذاب
غاز	الهواء	النيتروجين (غاز)	الأكسجين (غاز)
سائل	ماء غازي	الماء (سائل)	ثاني أكسيد الكربون (غاز)
سائل	ماء البحر	الماء (سائل)	الأكسجين (غاز)
سائل	مانع التجمد	الماء (سائل)	الإثيلين جلايكول (سائل)
سائل	الخل	الماء (سائل)	حمض الإيثانويك (سائل)
سائل	ماء البحر	الماء (سائل)	كلوريد الصوديوم (صلب)
صلب	ملغم الأسنان	الفضة (صلب)	الزئبق (سائل)
صلب	الفولاذ	الحديد (صلب)	الكربون (صلب)

تركيز المحلول : مقياس يعبر عن كمية المادة الذائبة في كمية محددة من المذيب أو المحلول

النسبة الحجمية	نسبة حجم المذاب إلى حجم المحلول حجم المحلول = حجم المذيب + حجم المذاب	$\frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100$
النسبة الكتلية	نسبة كتلة المذاب إلى كتلة المحلول كتلة المحلول = كتلة المذيب + كتلة المذاب	$\frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$
المولارية M المحلول	عدد مولات المذاب في لتر من	$M = \frac{n}{V_L}$ الوحدة : M أو mol/L
المولالية m المذيب	عدد مولات المذاب في 1 kg من	$m = \frac{n}{\text{كتلة المذيب}_{kg}}$ الوحدة : m أو mol/Kg
الكسر المولي X	نسبة عدد مولات المذاب أو المذيب إلى عدد مولات المحلول عدد مولات المحلول = عدد مولات المذاب + عدد مولات المذيب	$X_{\text{مذاب}} = \frac{n_{\text{مذاب}}}{n_{\text{محلول}}}$ $X_{\text{مذيب}} = \frac{n_{\text{مذيب}}}{n_{\text{محلول}}}$

32. وضِّح التشابه والاختلاف بين 1M من محلول NaOH و $1m$ من محلول NaOH.

- المحلول المولاري عندما يكون 1 mol مذاب في لتر من المحلول تركيزه دائم 1 M
- المحلول المولالي محلول 1mol مذاب في 1 kg مذيب تركيزه دائم 1 m

الكتلة اللازمة لتحضيرهما = الكتلة المولية للمذاب

النسبة الحجمية والمولارية يتأثران بدرجة الحرارة لأنها تعتمد على الحجوم والحجم يتغير بتغير الحرارة

لذلك في الحسابات التي تتعلق بدرجات الحرارة يستخدم التركيز المولالي وليس المولاري

تحويل الوحدات

$1\ ml = 10^{-3}\ L$, $1\ g = 10^{-3}\ kg$

حساب النسبة المئوية بالكتلة للمحافظة على تركيز كلوريد الصوديوم NaCl في حوض الأسماك، كما هو في ماء البحر، يجب أن يحتوي حوض الأسماك على 3.6 g NaCl لكل 100 g ماء. ما النسبة المئوية بدلالة الكتلة لكلوريد الصوديوم NaCl في المحلول؟

المذاب هو كلوريد الصوديوم وكتلته 3.6g ، والمذيب هو الماء وكتلته 100 g

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب (100 + 3.6 = 103.6g)

$$\frac{3.6}{103.6} \times 100 = 3.5\% .$$

9. ما النسبة المئوية بدلالة الكتلة لمحلول يحتوي على 20.0 g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ مذابة في 600.0 mL من الماء H_2O؟

نقطة استثنائية للماء فقط أحيانا يأتي في المعطيات الحجم والقانون بالكتلة

معلوم أن كثافة الماء = 1g/ml أي أن كتلة الماء = حجمه بالملل

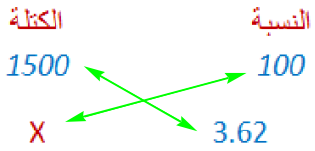
كتلة المحلول = 620g = 600 + 20

$$\frac{20}{620} \times 100 = 3.22\%$$

10. إذا كانت النسبة المئوية بدلالة الكتلة لهيبوكلوريت الصوديوم NaOCl في محلول مبيض الملابس هي 3.62%، وكان لديك 1500.0 g من المحلول فما كتلة NaOCl في المحلول؟

11. ما كتلة المذيب في المحلول المذكور في السؤال 10؟

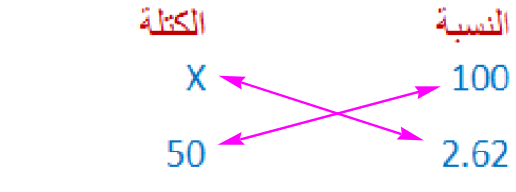
لدينا نسبة التركيز والمطلوب كتلة كلا من المذيب والمذاب ،



$$X = \frac{1500 \times 3.62}{100} = 54.3\ g\ NaOCL$$ طرفين× وسطين

كتلة المذيب = كتلة المحلول – كتلة المذاب ← 1500 – 54.3 = 1445.7 g

12.تحفيز النسبة المئوية لكتلة كلوريد الكالسيوم في محلول هي 2.62%، فإذا كانت كتلة كلوريد الكالسيوم المذابة في المحلول 50.0 g فما كتلة المحلول ؟



$$X = \frac{50 \times 100}{2.62} = 1908.3\ g$$

طرفين × وسطين
كتلة المحلول

مسائل تدريبية

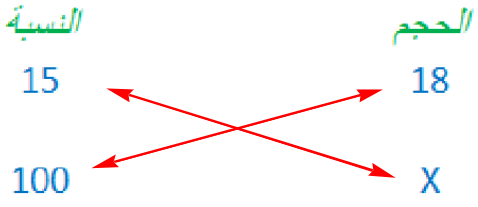
13. ما النسبة المئوية بدلالة الحجم للإيثانول في محلول يحتوي على 35 mL إيثانول مذاب في 155 mL ماء؟

حجم المحلول = حجم المذاب + حجم المذيب

35+155 = 190 ml

$$\frac{35}{190} \times 100 = 18.4\%\ C_2H_5OH$$

15.تحفيز إذا استعمل 18 mL من الميثانول لعمل محلول مائي منه تركيزه 15% بالحجم، فما حجم المحلول الناتج بالملليتر؟



$$X = \frac{100 \times 18}{15} = 120\ ml$$

حجم المحلول

عندما يكون المعطى نسبة التركيز والمطلوب الحجم أو الكتلة نعمل ضرب المقص X وخانة نسبة المحلول دائما تكون 100٪

حساب المولارية يحتوي 100.5 mL من محلول حقن الوريد على 5.10 g من سكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$. ما مولارية هذا المحلول، إذا علمت أن الكتلة المولية للجلوكوز هي 180.16g /mol؟

حرك الفاصلة في البسط والمقام بنفس المقدار إلى أن تتخلص من فاصلة المقام

$$\frac{0.03}{0.1} = \frac{0.3}{1} = 0.3$$

عدد المولات $n = \frac{\text{m الكتلة}}{\text{M الكتلة المولية}}$ $\quad \frac{5}{180} = 0.03\ mol$

$$M = \frac{0.03}{0.1} = 0.3\ mol/L$$

19. تحفيز ما كتلة هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ بوحدة g التي تلزم لتحضير محلول مائي منها حجمه 1.5 L وتركيزه 0.25 M؟

$M = \frac{n}{V_L} \gg n = M.V_L$ $\quad n = 0.25 \times 1.5 = 0.37\ mol$ الكتلة المولية $Ca(OH)_2$

40+2(16+1) = 74

$0.37 \times 74 = 27.6\ g$

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية

23. تحفيز ما حجم الإيثانول في 100.0 mL من محلول تركيزه 0.15 M، إذا علمت أن كثافة الإيثانول هي 0.7893 g /mL؟

الكتلة المولية للإيثانول C_2H_5OH: $12(2) + 5 + 16 + 1 = 46$

عدد المولات $n = M \times V_L = 0.15 \times 0.1 = 0.015\ mol$

الكتلة $0.015 \times 46 \approx 0.7\ g$

$$V_{\text{الحجم}} = \frac{m_{\text{الكتلة}}}{D_{\text{الكثافة}}} = \frac{0.7}{0.77} = 0.9\ ml$$

Ca = 40

O = 16

H = 1

C = 12

Ba = 137

Na = 23

S = 32

N = 14

تحضير المحاليل القياسية :

١- تقاس كتلة المذاب وتوضع في قارورة حجمية مناسبة
٢- يذاب المذاب في أقل كمية ممكنة من الماء المقطر
٣- يضاف الماء المقطر إلى المذاب حتى يصل المحلول إلى العلامة المحددة على القارورة

عادة ما يتم استخدام تعبير التركيز المولاري (حجوم) للمحاليل القياسية لأن استخداماتها فورية وليست معرضة لتغير درجات الحرارة

تخفيف المحاليل

$C_1 V_1 = C_2 V_2$

ممكن نكتب بدل C تركيز مولالي m أو مولاري M

تخفيف المحلول القياسي إذا كنت تعرف حجم وتركيز المحلول المطلوب تحضيره يمكنك حساب حجم المحلول القياسي الذي تحتاج إليه. ما الحجم اللازم بالملليترات لتحضير محلول من كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ تركيزه 0.300 M وحجمه 0.5 L إذا كان تركيز محلوله القياسي 2.00 M؟

$M_1 = 2$, $V1 = ?$, $M_2 = 0.3$, $V_2 = 0.5\ L$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1} = \frac{0.3 \times 0.5}{2} = 0.075\ L$$

$0.075 \times 10^3 = 75ml$ ← التحويل إلى ml

مسائل تدريبية

27. ما مولالية محلول يحتوي على 10.0 g من كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 ذائبة في 1000.0 g ماء؟

$$m = \frac{10}{1} = 10\ mol/kg$$

28. تحفيز ما كتلة $Ba(OH)_2$ بالجرامات، اللازمة لتحضير محلول مائي تركيزه 1.00 m؟

- كتلة المذاب غير معطى لكن أعطي التركيز وهو 1m يعني **محلول مولالي** 1 مول مذاب في 1kg مذيب

الكتلة اللازمة لتحضير محلول مولالي = الكتلة المولية

$Ba(OH)_2$ $137 + 2(16+1) = 171$ g

مسائل تدريبية

29. ما الكسر المولي لهيدروكسيد الصوديوم NaOH في محلول مائي منه يحتوي على 22.8% بالكتلة من NaOH؟

المذيب هو الماء وكتلته المولية = 18
المذاب NaOH وكتلته المولية = 40
طالما لم تعطى أي كتلة سنفترض أن كتلة المحلول = 100g بالتالي ستكون كتلة
22.8g = NaOH
كتلة الماء = كتلة المحلول – كتلة المذاب ← 100-22.8 = 77.2g

عدد المولات = الكتلة ÷ الكتلة المولية

$n_{Na} = \frac{22.8}{40} = 0.75\ mol$ $n_{H_2O} = \frac{77}{18} = 4.28\ mol$

عدد مولات المحلول : $0.75+4.28 \approx 5$ mol

$X_{NaOH} = \frac{0.75}{5} = 0.15$

87. ما التركيز المولاري لمحلول تم تحضيره بإذابة 25.0 g من ثيوسيانات الصوديوم (NaSCN) في كمية كافية من الماء لعمل 500 mL من المحلول؟

عدد المولات $n_{NaSCN} = \frac{25}{23+32+12+14} = 0.31\ mol$

المولارية = عدد المولات ÷ حجم المذيب باللتر $M = \frac{n}{V} = \frac{0.31}{0.5} = 0.62$

تكون المحلول

- **الذوبان** : عملية إحاطة جسيمات المذاب بجسيمات المذيب
- يتأثر تكون المحلول بعوامل الضغط والحرارة والقطبية .

١- القطبية : المذيبات تذيب أشباهها

لذا المركبات التساهمية القطبية تذوب في الماء

بعض المركبات الأيونية تذوب في الماء وبعضا منها لا تذوب في الماء لأن قوة الرابطة الأيونية أكبر من قوة التجاذب الجزيئية للماء مثل الجبس $Ca(OH)_2$

٢- حرارة الذوبان : التغير الكلي للطاقة الذي يحدث أثناء تكون المحلول

- محاليل طاردة للطاقة أثناء تكونها مثل محلول كلوريد الكالسيوم
- محاليل ماصة للحرارة عند تكونها مثل محلول نترات الأمونيوم

العوامل المؤثرة في الذوبان

١- **التحريك** : تسرع عملية الذوبان لأنه يبعد جزيئات المذاب عم سطوح التماس أسرع من تركه دون تحريك

٢- **مساحة السطح** : تكسير المذاب إلى قطع صغيرة يزيد من مساحة السطح المعرض للمذيب فيزيد الذوبان

٣- **الحرارة** : بالنسبة لذوبان المواد الصلبة والسائلة تتأثر إيجابيا ، لكن ذوبان الغازات تتأثر عكسيا بارتفاع دجة الحرارة

الذائبية

- أقصى كمية من المذاب يمكن أن تذوب في كمية محددة من المذيب عند درجة حرارة معينة
- تعتمد ذائبية المذاب على طبيعة المذاب والمذيب
- عملية الذوبان عمليه عكسية تقابله عملية التبلور
- تزداد سرعة التبلور مع استمرار عملية الذوبان بسرعة ثابتة
- ويستمر الذوبان ما دامت سرعته أعلى من سرعة التبلور
- قد تتساوى سرعة الذوبان وسرعة التبلور ويصل إلى حالة اتزان ديناميكي إذا بقيت دجة الحرارة ثابتة

أنواع المحاليل حسب كمية المذاب

١- **المحلول غير المشبع :** يحتوي كمية مذاب أقل من كميته في المحلول المشبع ، يمكن إضافة المزيد من المذاب

٢- **المحلول المشبع :** يحتوي على أكبر كمية من المذاب (في حالة اتزان ديناميكي)

٣- **المحلول فوق المشبع :** يحتوي على أكبر كمية من المذاب مقارنة بالمحلول المشبع

الحصول على المحلول فوق المشبع : يتم تحضير محلول مشبع عند درجات حرارة عالية ثم يبرد تدريجيا ببطء

المحلول فوق المشبع غير ثابت بمجرد إضافة نواة التبلور سيترسب المذاب بسرعة

من الأمثلة نوى التبلور أو التكثف

استمطار الغيوم : في حال المحلول غازي مثل بخار الماء في الهواء : يتم استخدام نواة تكثف مثل يوديد الفضة AgI حيث يتم إطلاقه في الهواء فوق المشبع ببخار الماء فيتكثف ويسقط مطراً

٣- تكون سكر النبات ، الرواسب المعدنية على حواف الينابيع

ذائبية الغازات في السوائل : تقل بارتفاع درجة الحرارة والضغط

قانون هنري : كمية الغاز المذابة في السائل تتناسب مع ضغط الغاز الواقع على السائل

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$$ S كمية المذاب

صنع المشروبات الغازية يعتمد على مبدأ هنري

قانون هنري إذا ذاب 0.85 g من غاز ما عند ضغط مقداره 4.0 atm في 1.0 L من الماء عند درجة حرارة 25 °C، فكم يذوب منه في 1.0 L من الماء عند ضغط مقداره 1.0 atm ودرجة الحرارة نفسها؟

$S_1 = 0.85$, $S_2 = ?$, $P_1 = 4$ atm , $P_2 = 1$ atm

$\frac{0.85}{4} = \frac{S_2}{1}$ ➔ $S_2 = 0.21$ g/L

36. إذا ذاب 0.55 g من غاز ما في 1.0 L من الماء عند ضغط 20.0 kPa، فما كمية الغاز نفسه التي تذوب عند ضغط 110 kPa؟

$S_1 = 0.55$, $S_2 = ?$, $P_1 = 20$ kPa , $P_2 = 110$ kPa

$\frac{0.55}{20} = \frac{S_2}{110}$ ➔ $0.0275 = \frac{S_2}{110}$ ➔ $S_2 = 0.0275 \times 110 = 3.025$ g/L

37. ذائبية غاز عند ضغط 10 atm هي 0.66 g/L. ما مقدار الضغط الواقع على محلول حجمه 1.0 L ويحتوي على 1.5 g من الغاز نفسه؟

$S_1 = 0.66$, $S_2 = 1.5$, $P_1 = 10$ atm , $P_2 = ?$

$\frac{0.66}{10} = \frac{1.5}{P_2}$ ➔ $0.066 = \frac{1.5}{P_2}$ ➔ $P_2 = \frac{1.5}{0.066} = 22.72\ atm.$

38. تحفيز ذائبية غاز عند ضغط 7 atm تساوي 0.52 g/L. ما كتلة الغاز بالجرامات التي تذوب في لتر واحد إذا زاد الضغط إلى 10 atm؟

$S_1 = 0.52$, $S_2 = ?$, $P_1 = 7$ atm , $P_2 = 10$ atm

$\frac{0.52}{7} = \frac{S_2}{10}$ ➔ $0.074 = \frac{S_2}{10}$ ➔ $S_2 = 0.074 \times 10 = 0.74$ g/L

الخواص الجامعة للمحاليل :

- الخواص الجامعة هي الخواص الفيزيائية للمحاليل التي تتأثر بكمية جسيمات المذاب وليس بطبيعتها
- تشمل : الانخفاض في الضغط البخاري ، الانخفاض في درجة التجمد ، ارتفاع درجة الغليان ، الضغط الأسموزي .

المواد المتأينة في المحلول :

- محاليل المواد الأيونية عبارة عن إلكتروليت لأنها توصل التيار الكهربائي
- المواد المتأينة القوية : مواد تنتج أيونات كثيرة في المحلول لذا أثرها على الخواص الجامعة أكبر من أثر المحاليل ضعيفة التأين
- والمواد ضعيفة التأين أثرها أكبر من أثر المواد التي لا تعطي أيونات (المركبات العضوية)

١- الانخفاض في الضغط البخاري :

- الضغط البخاري : الضغط الناتج عن بخار السائل عندما يكون في حالة اتزان ديناميكي مع سائله في وعاء مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين
- إضافة جسيمات مذاب غير متطاير إلى المذيب **يقلل** من الضغط البخاري للسائل
- تأثير المذاب الأيوني على الضغط البخاري **أقوى** من تأثير المذاب غير الأيوني

4. إذا أذيب 1mol من كل من المواد التالية في 1 L من الماء فأيها يكون له الأثر الأكبر في الضغط البخاري لمحلولها؟

a. KBr
b. $C_6H_{12}O_6$
c. $MgCl_2$
d. $CaSO_4$

استبعد b لأنه غير أيوني

$KBr \rightarrow K^+ + Br^-$, $CaSO_4 \rightarrow Ca^+ + SO_4^-$

استبعد a , d لأن التفكك يعطي جسيمين مذابين فقط

$MgCl_2 \rightarrow Mg^+ + 2Cl^-$ ، التفكك يعطي 3 جسيمات مذابة (أيون Mg وأيونين Cl) لذا الاجابة c

٢- الضغط الأسموزي

- الخاصية الأسموزية : انتشار المذيب خلال غشاء شبه منفذ من المحلول الأقل تركيزاً إلى المحلول الأكثر تركيزاً
- الأغشية شبه المنفذة حواجز تسمح بمرور بعض الجسيمات دون الأخرى الخاصية الأسموزية مهمة جدا في العمليات الحيوية كامتصاص الغذاء في النباتات كما أن جميع الخلايا الحيوية محاطة بأغشية شبه منفذة
- الضغط الأسموزي : كمية الضغط الإضافي الناتج عن انتقال جزيئات الماء إلى المحلول المركز **ويعتمد على كمية جسيمات المذاب**

٣- الارتفاع في درجة الغليان ΔT_b

- درجة الغليان : هي الدرجة التي يتساوى فيها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي
- إضافة جسيمات مذاب غير متطاير إلى المذيب **يرفع** درجة الغليان
- الفرق بين درجة غليان المحلول ودرجة غليان المذيب النقي يسمى **الارتفاع في درجة الغليان**
  - الارتفاع في درجة الغليان **يتناسب طرديا** مع **مولالية** المحلول $\Delta T_b = K_b\, m$
- ثابت الارتفاع في درجة الغليان المولالي K_b هو الفرق بين درجة غليان محلول تركيزه 1mol/kg من مذاب غير طائر وغير متأين ودرجة غليان المذيب النقي . ((($m = 1 \Rightarrow \Delta T_b = K_b$)))

٤- الانخفاض في درجة التجمد ΔT_f

- إضافة جسيمات مذاب غير متطاير إلى المذيب **يقلل** درجة التجمد $\Delta T_b = K_b\, m$

- الفرق بين درجة تجمد المحلول ودرجة تجمد المذيب النقي يسمى **الانخفاض في درجة التجمد**
- ثابت الانخفاض في درجة التجمد المولالي K_f هو الفرق بين درجة تجمد محلول تركيزه 1mol/kg من مذاب غير طائر وغير متأين ودرجة تجمد المذيب النقي . ((($m = 1 \Rightarrow \Delta T_f = K_f$)))

تطبيقات :

- **الجليسيرول** : مذاب غير متأين ينتجه الكثير من الأسماك والحشرات لحماية دمائها من التجمد في الشتاء .
- **جليكول الإيثيلين** : يستخدم كمانع لتجمد الوقود في الطائرات والسيارات
تم استخدام التركيز المولالي بدل المولاري لأن المولارية تتأثر بدرجة الحرارة
- **الملح** يضاف على الطرقات عند دخول الشتاء لمنع تكون الجليد

✓ في معادلتي ΔT_b و ΔT_f تحدد مولالية المواد الغير متأينة $(\Delta T = K\ m)$

✓ في حالة المواد المتأينة يستعمل المولالية الفاعلة للمحلول (ضرب التركيز المولالي في عدد الجسيمات المتأينة n) $(\Delta T = K\ nm)$

✓ عموما تأثير المذاب الأيوني أقوى من تأثير المذاب التساهمي

✓ وحدة K_b و K_f هي $^oC/m$ ، ولكل مادة قيمة ثابتة لـهما :

المذيب	درجة التجمد °C	K_f (°C/m)	درجة الغليان °C	K_b °C/m
الماء	0.0	1.86	100.0	0.512
البنزين	5.5	5.12	80.1	2.53
رابع كلوريد الكربون	−23.0	29.8	76.7	5.03
الإيثانول	−114.1	1.99	78.5	1.22
الكلوروفورم	−63.5	4.68	61.7	3.63

التغيرات في درجات التجمد والغليان يستعمل كلوريد الصوديوم NaCl عادة لمنع تكون الجليد على الطرق وتجميد المثلجات (الآيس كريم). ما درجتا غليان وتجمد محلول مائي من كلوريد الصوديوم تركيزه $0.029\ m$؟

ثابت ارتفاع درجة غليان الماء = $0.512^oC/m$ و ثابت انخفاض درجة تجمده = $18.6^oC/m$

درجة غليان الماء = 100 ودرجة تجمده = صفر

الحل :

كلوريد الصوديوم مادة متأينة لذا نحسب المولالية الفاعلة له عندما يذوب في الماء يعطي جسيمين متأينة لذا نضرب المولالية في 2

$$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$$

الارتفاع في درجة غليان المحلول

$\Delta T_b = K_b\ 2m$

$0.5 \times 2 \times 0.03 = 0.03^{o}\ C$

×

درجة غليان المحلول = درجة غليان المذيب النقي + الارتفاع في درجة الغليان

$100 + 0.03 = 100.03^{o}C$

الانخفاض في درجة التجمد

$\Delta T_f = K_f\ 2m$

$18.6 \times 2 \times 0.03 = 1.11^{o}C$

درجة تجمد المحلول = درجة غليان المذيب النقي - الارتفاع في درجة الغليان

$0 - 1.11 = -1.11^{o}C$

47. تحفيز تم اختبار محلول تركيزه $0.045\ m$ يحتوي على مذاب غير متطاير وغير متأين، ووجد أن الانخفاض في درجة تجمده بلغ 0.084 °C. ما قيمة ثابت الانخفاض في درجة تجمده K_f ؟

$$K_f = \frac{\Delta T}{m} = \frac{0.084}{0.045} = \frac{84}{45} = 1.86°C/m$$

51. حلّ يغلي محلول مائي من كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ عند درجة حرارة 101.3 °C. ما كتلة كلوريد الكالسيوم بالكيلوجرام التي تذوب في 1000 g من المذيب؟

$K_b = 0.512$ للماء ودرجة غليانه 100

الحل:

كلوريد الكالسيوم مادة متأينة يذوب في الماء يعطي 3 جسيمات ذائبة

$$CaCl_2 \rightarrow Ca^{+} + 2Cl^{-}$$

درجة غليان المحلول 101.3

الارتفاع في درجة الغليان = درجة غليان المحلول – درجة غليان المذيب النقي

$$\Delta T_b = 101.3 - 100 = 1.3\ ^{o}C$$

المولالية : $3m = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{1.3}{0.5} = \frac{2.6}{3} = 0.86$

عدد المولات = المولالية × كتلة المذيب (kg) ← $n = 0.86 \times 1 = 0.86\ mol$

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية ← $0.86 \times 111 = 95.46\ g$

تحويل الوحدة إلى كيلوجرام ← $95.46 \times 10^{-3} = 0.9546\ Kg$

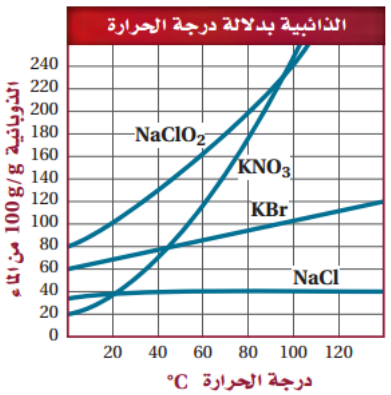
53. تحقق إذا علمت أنّ الأرتفاع في درجة غليان محلول مائي لمذاب غير متأين وغير متطاير تساوي 1.12 °C، فما مولالية المحلول؟

$$m = \frac{\Delta T}{K_b} = \frac{1.12}{0.512} = 2.18\ mol$$

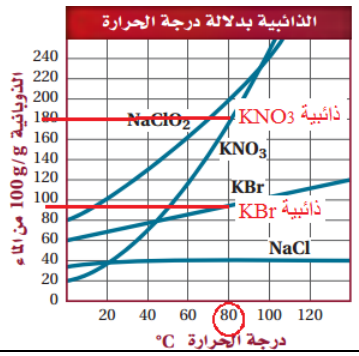
7. أي مما يأتي لا يعد خاصية جامعة؟

a. رفع درجة الغليان.
b. زيادة الضغط البخاري.
c. الضغط الأسموزي.
d. حرارة المحلول .

91. استعن بالشكل **2–25** لمقارنة ذائبية بروميد البوتاسيوم KBr ونترات البوتاسيوم KNO_3 عند درجة حرارة 80°C .



ذائبية بروميد البوتاسيوم تقريبا 98g
أقل من ذائبية نترات البوتاسيوم 180g



3. ما حجم الماء الذي يجب إضافته إلى 6.0 ml من محلول قياسي تركيزه 0.050 M لتخفيفه إلى محلول تركيزه 0.020 M؟

a. 15 mL
b. 9.0 mL
c. 6.0 mL
d. 2.4 mL

الحل :

حجم الماء = الفرق بين حجمي المحلول قبل وبعد التخفيف

$$V_2 = \frac{M_1V_1}{M_2} = \frac{0.05\times6}{0.02} = 15ml$$

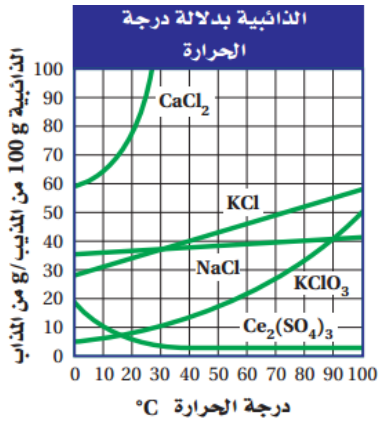
$$V_{H_2O} = V_2 - V_1 \quad V_{H_2O} = 15 - 6 = 9ml$$

ثابت قانون هنري لغاز CO_2 في الماء عند 25°C هو 3.1 x 10^{-2} M/atm. ، ولغاز N_2 عند 25°C هو 6.8 x 10^{-4} M/atm. . إذا وجد الغازين عند ضغط 5.0 atm ، أحسب ذائبية كلا منهما ؟

a. 1.6 x 10^{-1} *M* CO_2 , 3.4 x 10^{-3} *M* N_2 √
b. 6.2 x 10^{-3} *M* CO_2 , 1.4 x 10^{-4} *M* N_2
c. 3.1 x 10^{-3} *M* CO_2 , 6.8 x 10^{-5} *M* N_2
d. 3.2 x 10^{-1} *M* CO_2 , 6.8 x 10^{-3} *M* N_2
e. 1.6 x 10^{2} *M* CO_2 , 7.4 x 10^{3} *M* N_2

$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$ $CO_2 \frac{S_1}{P_1} = 3.1 \times 10^{-2} \rightarrow S_2 = 3.1 \times 10^{-2} \times 5 = 15.5 \times 10^{-2}$

$N_2 \frac{S_1}{P_1} = 6.8 \times 10^{-4} \rightarrow S_2 = 6.8 \times 10^{-4} \times 5 = 34 \times 10^{-4}$



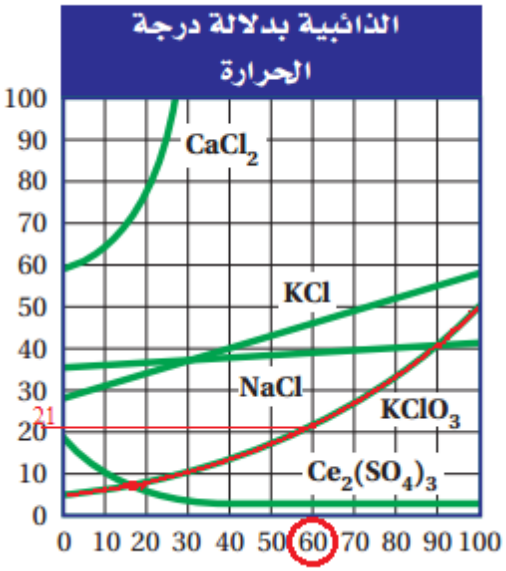
استعن بالرسم البياني الآتي للإجابة عن الأسئلة 8 – 10.

8. ما عدد مولات $KClO_3$ التي يمكن أن تذوب في 100 g من الماء عند درجة حرارة 60 °C؟

الذائبية تقريبا 21g

عدد المولات = الكتلة ÷ الكتلة المولية

$$n = \frac{21}{39 + 35.5 + (3 \times 16)} = 0.17\ mol$$



K = 39

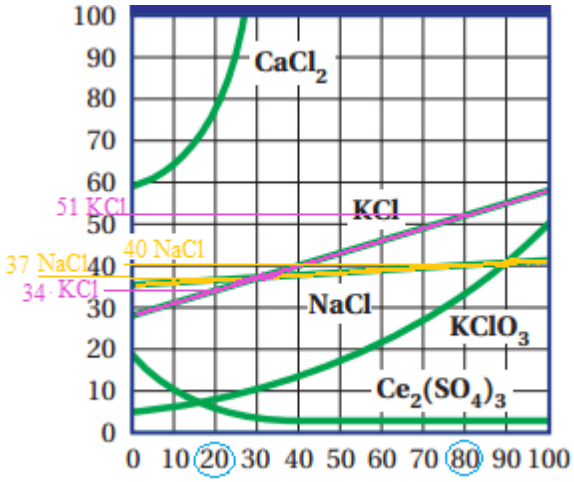
Cl = 35.5

O = 16

9. أي محاليل الأملاح يمكنه استيعاب المزيد من المذاب عند درجة حرارة 20 °C: NaCl أم KCl؟ كيف يمكن مقارنة ذلك بذائبية كل منهما عند درجة حرارة 80 °C؟

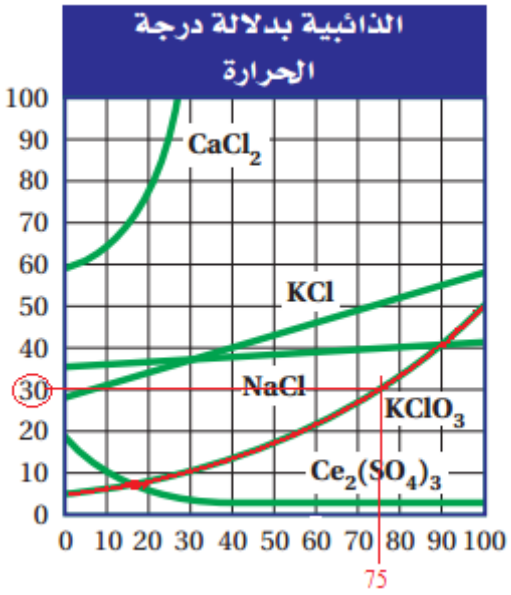
عند 20°C: ذائبية NaCl تقريبا 37g ، أكثر قليلا من ذائبية KCl تقريبا 34 (NaCl يمكن استيعاب اكثر من KCl)

عند 80°C : ذائبية NaCl = 40 أقل بكثير من ذائبية KCl تقريبا 51 (KCl يمكن استيعاب اكثر من NaCl)



10. ما عدد مـولات $KClO_3$ اللازمة لتحضـير محلول مائي حجمه 1.0 L عند درجة حرارة 75 °C؟

الذائبية 30 g



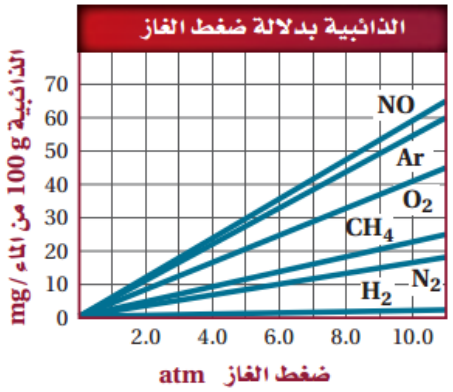
$$n = \frac{30}{39+35.5+(3\times16)} = 0.24\ mol$$

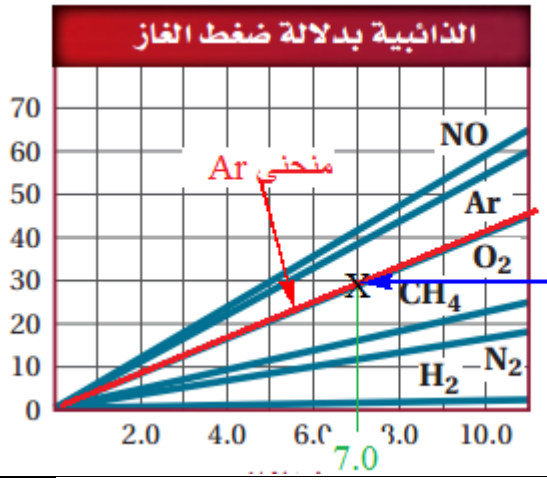
ثابت قانون هنري لغاز CO_2 في الماء عند 25°C هو 3.1×10^{-2} M/atm. ، ما الضغط اللازم للحصول على محلول تركيزه 0.25 M

a. 0.081 atm
b. 7.8×10^{-3} atm
c. 0.12 atm
√ d. 8.1 atm

$$\frac{S_1}{P_1} = 3.1 \times 10^{-2} \rightarrow P_2 = \frac{0.25}{3.1\times10^{-2}} = 0.08 \times 10^2 = 8$$

109. توسّع يبين الشكل 27–2 ذائبية الأرجون في الماء عند ضغوط مختلفة. استعمل قانون هنري للتحقق من الذائبية عند (15atm).





نختار هذه النقطة
الذائبية 30
الضغط 7.0

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$$

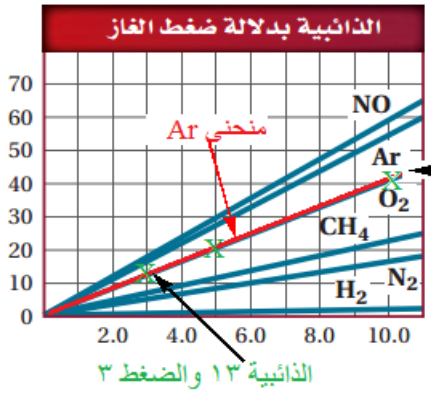
$P_2 = 15$, $S_2 = ??$

نختار أي نقطة في منحنى الآرغون ونعين عنده الذائبية والضغط وسيكونان S_1 , P_1

الان نطبق قانون هنري :

$$\frac{30}{7} = \frac{S_2}{15} \Longrightarrow S_2 = \frac{30\times15}{7} = 64.28$$

إذا اخترت أي نقطة على المنحنى وطبقت قانون هنري ستكون النتائج تتروح بين 60-68



الذائبية ٤٠ والضغط ١٠

$$S_2 = \frac{40\times15}{10} = 60$$

$$S_2 = \frac{13\times15}{3} = 65$$

110. لديك محلول يحتوي على 135.2 g من KBr مذابة في 2.3 L من الماء. كم (mL) منه يلزم لتحضير محلول مخفف حجمه 1.5 L وتركيزه 0.1 M ؟ وما درجة غليان المحلول المخفف الجديد؟

KBr 39 + 79 = 118 g/mol

$$n = \frac{135.2}{118} = 1.14\ mol$$

K = 39

Br = 79

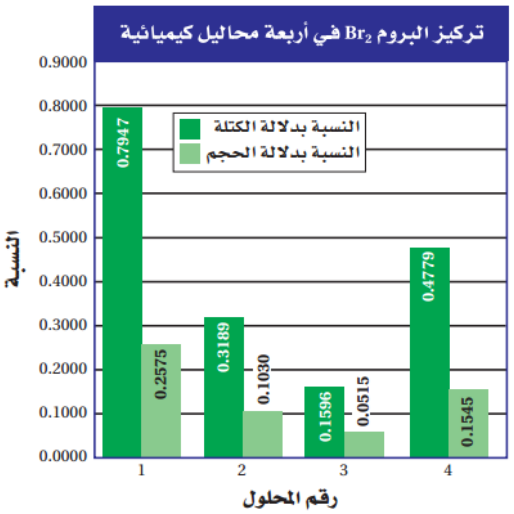
Cl = 35.5

Ca = 40

$$M_1 = \frac{n}{V_1} = \frac{1.14}{2.3} = 0.5\ M$$

$$V_2 = \frac{M_1 V_1}{M_2} = \frac{0.5 \times 2.3}{0.1} = 11.5\ L \quad \rightarrow \quad 11.5 \times 10^{-3} = 0.0115\ ml$$

استعمل الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤالين 1 و2.



2. ما كمية البروم (بالجرام) في 55.00 g من المحلول 4؟

a. 3.560 g
b. 3.560 g
c. 1.151 g
d. 0.2628 g

من الرسم في محلول 4
نسبة البروم 0.4779%
الحل : نفرض كتلة المحلول 100 g بالتالي كتلة البروم = 0.4779 g ≈ 0.5

كتلة البروم ← كتلة المحلول 4
100 → 0.5
55 → ?

$$\frac{0.5 \times 55}{100} = 0.27\ g$$

1. ما حجم البروم Br_2 الذائب في 7.00 L من المحلول 1

a. 55.63 mL
b. 8.808 mL
c. 18.03 mL
d. 27.18 mL

من الرسم محلول ١ :
نسبة حجم البروم 0.2575%
الحل : نفرض حجم المحلول 100 L بالتالي حجم البروم = 0.2575 L

حجم Br_2	حجم المحلول
0.257	100
؟	7

$$V_{Br_2} = \frac{0.257 \times 7}{100} \approx 0.018\ L$$

الخيارات بـ ml لذا نحول
$0.018 \times 10^{-3} = 18\ ml$

6. ما حجم محلول كلوريد النيكل $NiCl_2$ 0.125 M الذي يحتوي على 3.25 g من $NiCl_2$ ؟

Ni = 58
Cl = 35.5

a. 406 mL
b. 3.25 mL
c. 38.5 mL
d. 201 mL

الكتلة المولية $58+(2\times35.5) = 129$

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

عدد المولات

$$n = \frac{3.25}{129} = 0.0252\ mol$$

$$V = \frac{0.025}{0.125} = 0.2\ L$$

نحول الوحدة

$$0.2 \times 10^3 = 200\ ml$$

استخدم القائمة الآتية للإجابة عن الأسئلة من 90 إلى 93.

تحتوي خمس كـؤوس على 500 mL من محلول مـائي تـركيـزه 0.250 M على المواد الكيميائية الآتية:

A. KCl

B. CH_3OH

C. $Ba(OH)_2$

D. CH_3COOH

E. NaOH

90. أي المـواد سـتتفكك إلى أكبر عـدد من الجسـيمات عندما تكون في المحلول؟

نكتب معادلة تميؤ المواد

A. $KCl \rightarrow K^+ + Cl^-$ جسيمين

B. CH_3OH جزيء تساهمي قطبي (لكنه ليس حمض) يذوب في الماء لكن لا يعطي أيونات

C. $Ba(OH)_2 \leftrightharpoons Ba^{2+} + 2OH^-$ ثلاث جسيمات

D. $CH_3COOH \leftrightharpoons CH_3COO^- + H^+$ حمض يعطي جسيمين

E. $NaOH \rightarrow Na^+ + OH$

الجواب $Ba(OH)_2$

91. أي المواد لها أكبر كتلة مولية؟

H=1

O = 16

C = 12

Na = 23

Ba = 137

K = 39

Cl = 35.5

A. $KCl : 39 + 35.5 = 74.5$

B. $CH_3OH : 12 + 3 + 16 + 1 = 32$

C. $Ba(OH)_2 : 137 + 2(16+1) = 171$

D. $CH_3COOH : 12 + 3 + 12 + 16 + 16 + 1 = 60$

E. $NaOH : 23 + 16 + 1 = 40$

الجواب $Ba(OH)_2$

92. أي الكـؤوس يمكـن أن تحتـوي عـلى 9.32g مـن المادة الكيميائية؟

نحول كل المواد السابقة إلى عدد مولات ونحسب مولارية كلا منها

الحجم : $500x10^{-3} = 0.5L$

الإجابة يجب أن تكون المولارية 0.250 M أو قريب

المادة الكيميائية	عدد المولات n = الكتلة / الكتلة المولية	$M = \frac{n}{\text{حجم المحلول باللتر}}$
KCl	$\frac{9.32}{74.5} = 0.125$	$\frac{0.125}{0.5} = 0.25$
CH_3OH	$\frac{9.32}{32} = 0.3$	$\frac{0.3}{0.5} = 0.6$
$Ba(OH)_2$	$\frac{9.32}{171} = 0.05$	$\frac{0.05}{0.5} = 0.1$

CH_3COOH	$\frac{9.32}{60} = 0.15$	$\frac{0.15}{0.5} = 0.3$
NaOH	$\frac{9.32}{40} = 0.23$	$\frac{0.23}{0.5} = 0.46$
		الجواب هو a (KCl)

93. أي الكؤوس تتكون محتوياته من 18.6% أكسجين؟

نسبة العنصر $= \frac{\text{كتلة العنصر المولية} \times \text{عدد ذراته}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$ نستبعد KCl ليس فيه أكسجين

$CH_3COOH: \frac{16\times2}{60} \times 100 = 53\%$, $NaOH: \frac{16}{40} \times 100 = 40\%$

$CH_3OH: \frac{16}{32}x100 = 50\%$, $Ba(OH)_2: \frac{16\times2}{171} = 18.7\%$

الجواب $Ba(OH)_2$

3. ما مولالية محلول يحتوي على 0.25 g من ثنائي الكلوروبنزين $C_6H_4Cl_2$ المذاب في 10.0 g من الهكسان الحلقي (C_6H_{12}) ؟

C = 12
H = 1
Cl = 35.5

a. 0.17 mol /kg
b. 0.00017 mol /kg
c. 0.025 mol /kg
d. 0.014 mol /kg

المولالية = عدد مولات المذاب ÷ كتلة المذيب بـ (kg)

$10 \times 10^{-3} = 10^{-2} kg \ \ C_6H_6$

عدد المولات = الكتلة ÷ الكتلة المولية

$n_{C_6H_4Cl_2} = \frac{0.25}{147} = 1.7 \times 10^{-3} mol$

$m = \frac{1.7\times10^{-3}}{10^{-2}} = 1.7 \times 10^{-1} = 0.17\ mol/kg$

7. عند ضغط 1.00 atm ودرجة حرارة 20 °C، يذوب 1.72 g CO_2 في 1L ماء. فما كمية CO_2 الذائبة إذا ارتفع الضغط إلى 1.35 atm مع بقاء درجة الحرارة نفسها؟

قانون هنري $\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{p_2}$

$S_2 = \frac{S_1 P_2}{S_2} = \frac{1.72\times1.35}{1} = 2.3\ g/l$

a. 2.32 g /L
b. 1.27 g /L
c. 0.785 g /L
d. 0.431 g /L

ذائبية $Cr(NO_3)_3.9H_2O$ في الماء عند 15°C تبلغ 208 g لكل 100 ml من المحلول . هل محلول 1.22 M من $Cr(NO_3)_3.9H_2O$ في الماء عند 15°C مشبع أم غير مشبع أم فوق مشبع ؟؟ (الكتلة المولية لـ $Cr(NO_3)_3.9H_2O$ = 400 g/mol)

نحسب التركيز المولاري للذائبية ونقارنها بالتركيز 1.22

عدد المولات = الكتلة ÷ الكتلة المولية $\frac{208}{400} = 0.25\ mol$

التركيز المولاري = عدد المولات ÷ حجم المحلول باللتر $\frac{0.25}{0.1} = 5.2\ M$

1.22 أقل من 5.2 إذا المحلول غير مشبع

أي المخاليط التالية غير ممتزجة (طورين)

a. الميثانول في الماء
b. الهكسان في الأوكتان
c. الأيود I_2
d. حمض الأسيتيك في الماء
e. كلوريد البوتاسيوم في رابع كلوريد الكربون √

أي العبارات التالية غير صحيحة ؟

a. كلما زاد عدد مجموعة الهيدروكسيل على الكحول زادت الذائبية في الماء
b. دائما تقل ذائبية الغازات في الماء كلما ارتفعت درجة الحرارة
c. كلما ارتفعت حرارة البحيرات ، تقل ذائبية الأكسجين مما يؤثر سلبا على الأسماك
d. المواد الصلبة أحيانا – وليس دائما – تزيد ذائبيتها في الماء كلما ارتفعت درجة الحرارة
e. ذائبية الكحول في الماء تزداد كلما زاد عدد ذرات الكربون √