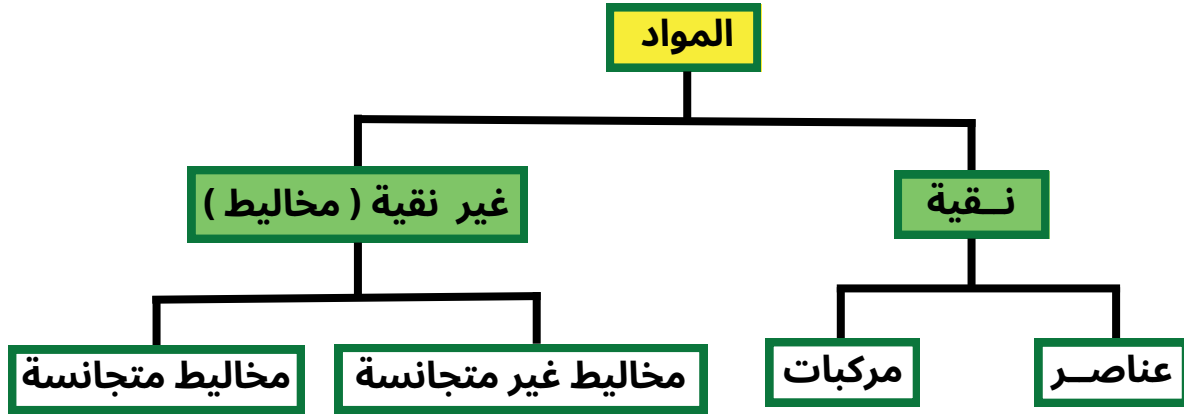


مقدمة في الوحدة



المواد النقية: تتكوّن من نوع واحد من الجسيمات، ويكون لها تركيب ثابت ومنتظم، مثل العناصر والمركّبات

◀ **العنصر:** يتكوّن من نوع واحد من الذرات - مثل ذرات الحديد فقط أو ذرات الأكسجين فقط .

مثل: حديد Fe ، كربون C ، نيتروجين N_2 ، أكسجين O_2 ، هيدروجين H_2

◀ **المركب:** يتكوّن من نوع واحد من الجسيمات - (ذرتين مختلفات أو أكثر) لكن بنسبة ثابتة .

مثل: H_2O ، CO_2 ، NH_3 ، Fe_2O_3 ، CH_4

المواد غير النقية (المخاليط): تتكوّن من مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر. تبقى كل منها محتفظة بخواصها الكيميائية، وقد تكون المخاليط غير متجانسة (يمكن تمييز مكوناتها) أو مخاليط متجانسة (كانها واحدة) .

◀ **المخاليط غير المتجانسة:** تتكوّن من مادتين أو أكثر من المواد النقية لا تمتزج مكوناتها امتزاجاً تاماً؛ إذ تحتفظ كلٌّ منها بخواصها الكيميائية، وتبقى في المخلوط متميزة (يمكن تمييز مكوناتها بسهولة) عن غيرها من المكونات.

(تسمى هذه المخاليط ← محاليل غير حقيقية)

ماء + تراب + زيت



◀ **المخاليط المتجانسة:** يتكوّن من مادتين أو أكثر لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي، ويُسمى المخلوط المتجانس محلول Solution، تنتشر فيه جسيمات المذاب على نحوٍ منتظمٍ ومتماثلٍ في جميع أنحاء المذيب؛ لذلك يكون المحلول متجانساً في التركيب والخواص .

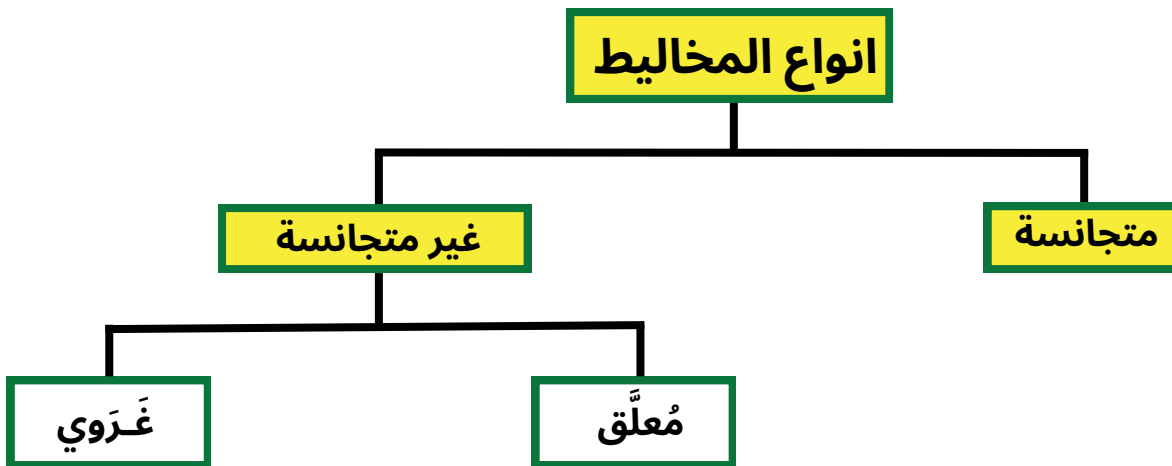
(تسمى هذه المخاليط ← محاليل حقيقية)



ماء + سكر

- ◆ توجد المواد من حولنا على شكل مخاليط؛ فالماء الذي نشربه والعصائر الصناعية والعقاقير الطبية وغيرها ما هي إلا أمثلة على المخاليط.
- ◆ تُصنّف المواد تبعاً لتركيبها إلى موادّ نقية ومخاليط. فالمواد النقية تتكوّن من نوع واحد من الجسيمات، ويكون لها تركيب ثابت ومنتظم، مثل العناصر والمركّبات.
- ◆ غالباً يصعب بقاء المواد في الطبيعة بصورة نقية؛ فتختلط مع المواد المحيطة بها، ونشأ نتيجةً لذلك ما يُعرف بالمخاليط Mixtures، التي تتكوّن من مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر. تبقى كل منها محتفظة بخواصها الكيميائية.
- ◆ يختلف تركيب المخلوط تبعاً لاختلاف نسب المواد المكوّنة له، وكيفية توزيع مكوّناته؛ فبعضها يمكن تمييز مكوّناتها، مثل مخلوط الماء والتراب أو مخلوط الخلّ والزيت، وبعضها الآخر يصعب تمييز مكوّناته، مثل محلول ملح الطعام أو كبريتات النحاس.

المخلوط غير المتجانس	المخلوط المتجانس
يتكون من مادتين أو أكثر من المواد النقية	يتكون من مادتين أو أكثر من المواد النقية
لا يحدث تفاعل كيميائي بين مكوناته	لا يحدث تفاعل كيميائي بين مكوناته
لا يمكن تمييز مكوناته بسهولة	يمكن تمييز مكوناته بسهولة
لا تمتزج مكوناته امتزاجاً تاماً	لا تمتزج مكوناته امتزاجاً تاماً
يسمى محلول	لا يسمى محلول حقيقي



أولاً: المخلوطين المعلقين



- ❖ عبارة عن مخلوط غير متجانس
- ❖ لا تمتزج مكوناته مع بعضها بعضاً، وتوزع على نحو غير منتظم في أجزائه
- ❖ يمكن فصل مكوناته بعملية الترشيح؛ بسبب كبر حجم جسيماته التي يزيد قطرها على (1000nm).
- ❖ تترسب جسيماته في أسفل الوعاء بفعل الجاذبية إذا تركت من غير تحريك مدة من الزمن (إسم هذه العملية الترويق)
- ❖ يمكن أن تنفصل مكونات المخلوطين المعلقين إلى طبقتين واضحتين أو أكثر يمكن رؤيتها بالعين المجردة
- ❖ ومثال ذلك مخلوط التراب والماء والزيت أنظر للشكل ، الطباشير في الماء ، الرمل في الماء .
- ❖ بعض المخاليط المعلقة تعمل على تشتيت الضوء المار ، لكن بصورة اقل من المحلول الغروي .

ثانياً: المخلوطين الغروية

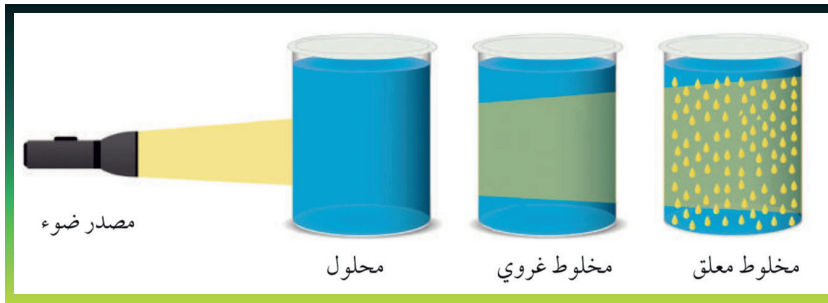


- ❖ عبارة عن مخلوط غير متجانس
- ❖ يتكوّن من جسيمات تنتشر أو تنتشت خلال مادة أخرى تُسمى وسط الانتشار
- ❖ يتراوح قطرها بين (1nm – 1000nm) ! لذلك لا يمكن فصلها بالترشيح، ولا تترسب كما في المخاليط المعلقة.
- ❖ ومثال ذلك الضباب؛ حيث يتكوّن من قطرات ماءٍ صغيرة جداً منتشرة في الهواء .
- ❖ ويمكن تصنيف المخاليط الغروية، تبعاً لحالة الجسيمات المنتشرة ووسط الانتشار، إلى صلب، وسائل، وغاز .
- ❖ يعمل على تشتيت الضوء المار من خلاله وبصورة اكبر من المخلوطين المعلقين .
- ❖ امثلة إضافية: الضباب ، الحليب ، الدم، الغيوم ، الغبار ، الدهان .

المخلوط الغروي	المخلوط المعلق
لا يمكن فصله بالترشيح	يمكن الفصل بالترشيح
لا تترسب جسيماته	ترسب جسيماته
يمكنه تشتيت الضوء (بصورة اكبر من المعلق)	بعضها يمكنه تشتيت الضوء (بصورة اقل من الغروي)
قطر جسيماته 1nm - 1000nm	قطر جسيماته 1000nm فأكثر

◆ أمثلة على مخاليط غروية (حيث يمكن تصنيفها تبعًا لحالة الجسيمات المنتشرة ، ووسط الانتشار)

حالة وسط الانتشار	حالة الجسيمات المنتشرة	مثال
غاز	سائل	الضباب
غاز	صلب	الغبار في الهواء
سائل	سائل	الحليب
صلب	غاز	حجر الخفاف



◆ تمتاز جسيمات المخاليط الغروية بالحركة البراونية، حيث تتحرك في السائل حركة عشوائية في الاتجاهات كافة، وتتصادم مع جسيماته مما يمنع ترسبها.

◆ تظهر المخاليط الغروية المركزة عكسة أما المخففة منها فتظهر شفافةً.

◆ ظاهرة تندال : تشتت الضوء عند مرور حزمة ضوئية خلال المخاليط الغروية وبعض المخاليط المعلقة .

◆ انظر للشكل حيث يلاحظ بوضوح تشتت حزمة الضوء عند مرورها في المخلوط الغروي وبعض المخاليط المعلقة، في حين لا يلاحظ ذلك الأثر عند مرور حزمة من الضوء عبر محلول كلوريد الصوديوم (محلول) .

النوع	ظاهرة تndال	السبب
المعلق	أحياناً ✓	الجزئيات كبيرة جدا فتعكس الضوء جزئياً
الغروي	نعم ✓	الجزئيات متوسطة الحجم فتشتت الضوء
المحلول الحقيقي	لا ✗	حجم الجزئيات صغير جدا وبالتالي لا يشتت الضوء

الربط بالحياة



ظاهرة تndال في الطبيعة

يُعدُّ الضبابُ مخلوطاً غروياً، تُشَتُّ الأشعةُ الضوئيةُ عندَ مرورِ الضوءِ خلالَ جسيماته، ويمكنُ ملاحظةُ هذه الظاهرةِ بوضوحٍ في بعضِ الغاباتِ، كما يظهرُ في الصورةِ

ثالثاً المخلوط المتجانس (المحلول)

- ◆ يتكوّن المخلوط المتجانس Homogeneous Mixture من مادتين أو أكثر لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي.
- ◆ يسمى المخلوط المتجانس محلول Solution
- ◆ تنتشر فيه جسيمات المذاب على نحو منتظم ومتماثل في جميع أنحاء المذيب! لذلك يكون المحلول متجانساً في التركيب والخواص.
- ◆ ويتراوح قطر جسيمات المذاب في المحلول 0.1nm-1nm! لذلك لا تُرى بالعين المجردة .
- ◆ لا يمكن فصل مكونات المحلول بالترشيح! وذلك لصغر حجم جسيماته.
- ◆ من أمثلة المحاليل المحلول الناتج من إذابة السكر في الماء، وكذلك الكثير من المحاليل التي تُستخدم في المختبرات الكيميائية
- ◆ لا يعمل على تشتيت الضوء (لا يتأثر بظاهرة تndال)، بسبب صغر جسيماته .

المحلول الحقيقي (سكر وماء)	الغروي (الحليب)	المعلق (تراب وماء)
متجانس ✓	غير متجانس ✗	غير متجانس ✗
الترشيح ، أو الترسيب ✗	الترشيح ، أو الترسيب ✗	الترشيح ، أو الترسيب ✓
قطر جسيماته 0.1nm-1nm	قطر جسيماته 1nm-1000nm	قطر جسيماته 1000nm فأكثر
ظاهرة تndال (تشتيت الضوء) ✗	ظاهرة تndال (تشتيت الضوء) ✓	ظاهرة تndال (تشتيت الضوء) ✓ أحياناً
لا يمكن تمييز مكوناته ✗ (ولا حتى بالمجهر)	يمكن تمييز مكوناته ✓ (بالمجهر)	يمكن تمييز مكوناته ✓ (بالعين المجردة)
لا يمكن رؤية الضوء المار خلاله ✗	يمكن رؤية الضوء المار خلاله ✓	يمكن رؤية الضوء المار خلاله ✓

عزيزي الطالب لا تغادر هذه الصفحة حتى تحفظ وتفهم هذا الجدول بصممم

تصنيف المحاليل

◆ يمكن تصنيف المخاليل المتجانسة (المحاليل) وفقاً لـ ...

(1) وفق قابليتها للتوصيل الكهربائي ...

- ◀ محاليل كهربية : المحاليل التي توصل التيار الكهربائي ، سواء كان التوصيل بدرجة قوية أو ضعيفة.
- ◀ محاليل اللاكهرليّة : عبارة عن محاليل غير موصلة للتيار الكهربائي .

(2) وفق حالة الإشباع ..

- ◀ محاليل غير مشبعة : هو المحلول الذي يستوعب زيادة من المذاب عند درجة الحرارة نفسها (لسا جوعان ، لو أعطيته زيادة بيقدر يذوبه) .
- ◀ محاليل مشبعة : هو المحلول الذي لا يستوعب زيادة من المذاب عند درجة الحرارة نفسها (شبعان ، بيقدرش يذوب ولا تتفه زيادة خلص) .
- ◀ محاليل فوق الاشباع : هو المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب أكثر مما يمكن إذابته عند درجة حرارة معينة (أعطيته زيادة عن قدرته) .

(3) وفق حالة المذيب الفيزيائية (الوسط)

- ◀ محاليل صلبة : تكون الحالة الفيزيائية للمذيب صلبة .
- ◀ محاليل سائلة : تكون الحالة الفيزيائية للمذيب سائل .
- ◀ محاليل غازية : تكون الحالة الفيزيائية للمذيب غازية .

مثال (محلول صلب)

سبيكة الفولاذ : محلول صلب يتكوّن من الحديد والكربون وبعض العناصر الأخرى ، يكون فيه الحديد هو المذيب ، فهو يُشكّل النسبة الأكبر بين المكوّنات .



يلي نسبته اكثر هو يلي بيكون مذيب (وسط للانتشار)

مثال (محلول غازي)

الهواء : محلول غازي يكون المذيب فيه غاز النيتروجين! فهو الوسط الذي تنتشر فيه مكوّنات الهواء المختلفة.



النيتروجين في الهاء نسبته (78%) ، الاكسجين في الهاء نسبته (21%) ، المكوّنات الأخرى نسبتها (1%)

لييس للحفظ ، فقط فهم

◆◆ جدول من الكتاب يجب التقيد فيه وحفظه حرفياً حرفياً حرفياً ...

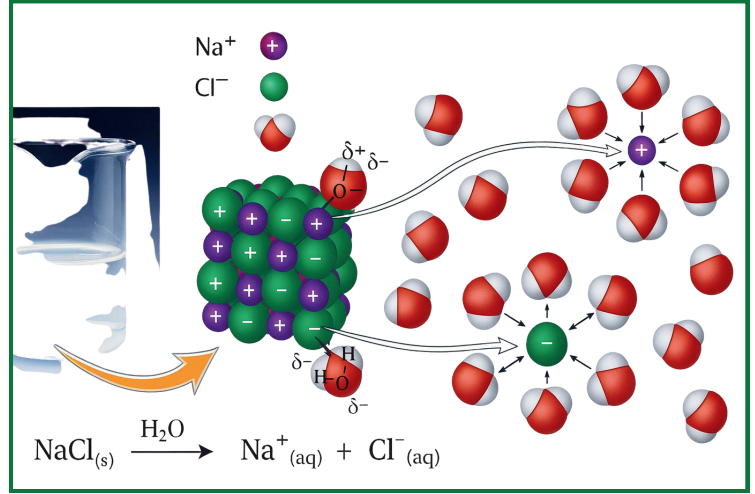
حالة المحلول	المُذاب	المُذيب	مثال
صُّلب	صُّلب	صُّلب	النُّحاس في الذهب
	سائل	صُّلب	الزُّبُق في الفضة
	غاز	صُّلب	الهيدروجين في البلاطين
سائل	صُّلب	سائل	الملح في الماء
	سائل	سائل	الحلّ في الماء
	غاز	سائل	ثاني أكسيد الكربون في الماء
غاز	غاز	غاز	الأكسجين في النيتروجين

◆◆ كيف يتكون المخلوط المتجانس (المحلول) ؟

- ◀ يتكوّن المحلول عندما تنتشر جُسيمات المذاب (جزيئات أو أيونات) بشكلٍ منتظم بين جُسيمات المذيب .
- ◀ تذيب المذيبات القطبية المركّبات الأيونية والجزيئات القطبية، أمّا المذيبات غير القطبية فتذيب المركّبات غير القطبية ، ويمكن تلخيص ذلك بالعبارة الآتية: (الشبيه يذيب شبيهه).
- ◀ وتحدث عملية الذوبان عندما تكون قوى التجاذب بين جُسيمات المذيب وجُسيمات المذاب كافية للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب فتُحاط هذه الجسيمات بجزيئات المذيب وتسمى هذه العملية الإذابة (Solvation).
- ◀ فمثلاً: في المركب كلوريد الصوديوم NaCl ترتبط أيونات Na^+ و Cl^- برابطة أيونية، وعند وضع بلورات NaCl في الماء، وهو مذيب قطبي، تصطدم جزيئات الماء بالبلورة، بحيث تتجه جزيئات الماء من طرف ذرة الأكسجين التي تحمل شحنة جزئية سالبة نحو أيونات Na^+ وتحيط بها .
- ◀ بينما تتجه جزيئات الماء من طرف ذرات الهيدروجين التي تحمل شحنة جزئية موجبة باتجاه أيونات Cl^- وتحيط بها .

وينتج من ذلك قوة تجاذب بين جزيئات الماء القطبية والأيونات وتتغلب على قوى التجاذب بين الأيونات في البلورة، فتتحرر الأيونات الموجبة والسالبة من البلورة، وتحاط بجزيئات الماء وتكون محلولاً. كما في الشكل في الاسفل .

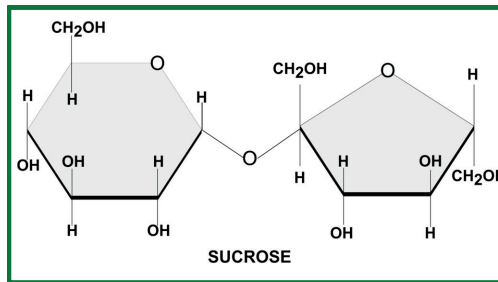
مساحة شرح للمعلم



هذه المعادلة توضح تفكك ملح نترات الرصاص في الماء $Pb(NO_3)_2(s) \xrightarrow{H_2O} Pb^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq)$

عندما تكون قوى التجاذب بين الأيونات في البلورة أقوى من قوى التجاذب بين الأيونات وجزيئات الماء لا تحدث عملية الإذابة.

أما سكر المائدة (السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$) فيذوب في الماء رغم أنه مركب جزيئي! وذلك لاحتوائه على مجموعات هيدروكسيل في تركيبه -انظر للشكل في الاسفل - حيث يؤدي ذلك إلى تكوّن روابط هيدروجينية بين جزيئات السكر وجزيئات الماء؛ مما يعمل على تفكيك بلورة السكر وتداخلها بين جزيئات الماء وتكوّن المحلول.



وكذلك يذوب الزيت في البنزين؛ فكلاهما جزيئات غير قطبية ترتابط بقوى لندن، لذلك يختلطان بسهولة ويكونان محلولاً

الربط بالطب

محلول كلوريد الصوديوم NaCl

يُستخدم محلول كلوريد الصوديوم NaCl بتركيز معيّن في تعقيم الجروح الموضعية والحروق، ويدخل في تركيب بعض العقاقير الطبية، كقطرات العيون ومعقمات مجرى التنفس، كما يُستخدم باسم (Normal Saline) بتركيز 0.9% بالكتلة في تعويض نقص السوائل في الجسم الناتج عن بعض المشكلات الصحية

ورقة عمل على كل ما سبق

سؤال (1) أي من العبارات الآتية يعبر عن عملية إذابة ملح كلوريد الصوديوم KCl في الماء؟

- (أ) تكوّن روابط جديدة بين أيونات البوتاسيوم والكلور داخل البلورة.
 (ب) انجذاب جزيئات الماء إلى الأيونات على سطح البلورة مما يؤدي إلى تفككها.
 (ج) تفاعل الماء كيميائيًا مع الملح لتكوين مركب جديد.
 (د) تحيط ذرات الهيدروجين التي تحمل شحنة جزئية موجبة بأيون البوتاسيوم.

سؤال (2): جميع المركبات الآتية غير قطبية ما عدا:

- (أ) CO_2 (ب) O_2 (ج) NH_3 (د) CH_4

سؤال (3) جميع المركبات الآتية قطبية ما عدا:

- (أ) NH_3 (ب) HCl (ج) CO_2 (د) H_2O

سؤال (4) جميع المركبات الآتية غير قطبية ما عدا (احفظ الخيارات)

- (أ) البنزين (ب) الدهن (ج) الزيت (د) الماء النقي

سؤال (5) المادة التي تذوب في الماء من بين المركبات الآتية هي:

- (أ) CH_3OH (ب) CCl_4 (ج) $.CH_4$ (د) C_6H_6

سؤال (6) المادة التي تذوب في الدهن من بين المركبات الآتية هي:

- (أ) CH_3OH (ب) $NaCl$ (ج) CCl_4 (د) NH_3

سؤال (7) المادة التي لا تذوب في الهكسان (C_6H_{14}) هي:


- (أ) الزيت (ب) KBr (ج) CCl_4 (د) البنزين

سؤال (8) المادة التي لا تكون محلولًا متجانسًا مع الماء هي:


- (أ) HF (ب) $C_{12}H_{22}O_{11}$ (ج) CCl_4 (د) KF

سؤال (9) المادة التي لا تكون محلولًا متجانسًا مع الماء هي:


- (أ) HF (ب) $C_{12}H_{22}O_{11}$ (ج) CCl_4 (د) KF

سؤال (10): أي من الآتي يُمثّل محلولاً سائلاً: 

(أ) الفولاذ (ب) الزئبق في الفضة (ج) الزيت في الماء (د) الملح بالماء

سؤال (11): أي من المخاليط الآتية يُمثّل مخلوطاً غير متجانس في الحالة السائلة. 


(أ) الطباشير في الماء (ب) CO₂ في الماء (ج) الخل في الماء (د) الملح بالماء

سؤال (12): المادة التي لا تكوّن محلولاً متجانساً مع الزيت هي: 

(أ) الدهن (ب) البنزين (ج) CH₃OH (د) CCl₄

سؤال (13): احد المحاليل التالية تمثل محلولاً صلباً: 

(أ) الكحول في الماء (ب) حجر الخفاف (ج) الغبار في الهواء (د) الهيدروجين في البلاتين

سؤال (14): الغيوم يعد مثلاً على مخلوط: 

(أ) متجانس (سائل في غاز)
(ب) غير متجانس (سائل في غاز)
(ج) متجانس (غاز في سائل)
(د) غير متجانس (غاز في سائل)

سؤال (15): المادة غير النقية هي 


(أ) ماء الشرب H₂O (ب) KCl (ج) الكربون C (د) الماء المقطر H₂O

سؤال (16): أي التالي يمثل محلولاً سائلاً في صلب 

(أ) السكر في الماء (ب) الزئبق في الفضة (ج) الفولاذ (د) الهواء

سؤال (17): كل الصفات التالية تنطبق على المخلوط المعلق ما عدا 

(أ) يمكن فصل مكوناته بالترشيح
(ب) جميعها قادرة على تشتيت الضوء
(ج) قطر جسيماتها 1000nm فأكثر
(د) الرمل في الماء من الأمثلة عليها

سؤال (18): ظاهرة تندال تبرز بشكل واضح في كل الخيارات ما عدا 

(أ) الحليب (ب) الدم (ج) الغيوم (د) الملح في الماء

الإجابات مع المعلم (0779603992)

المحاليل السائلة

◆ تقسم المحاليل السائلة إلى ثلاثة أقسام هي :

◀ صلب في سائل ◀ سائل في سائل ◀ غاز في سائل

أولاً: صلب في سائل

◆ يُذيب الماء كثيرًا من المواد الصلبة، ويعتمد ذوبانها على عاملين أساسيين، هما:

- ◀ طبيعة المادة : وتعتمد طبيعة المادة على نوع قوى الترابط بين جسيماتها ما يؤثر في ذائبيتها في الماء.
- ◀ درجة الحرارة : تزداد ذائبة معظم الأملاح بزيادة درجة الحرارة كما تختلف ذائبة المواد الصلبة الأيونية في الماء باختلاف درجة حرارة المحلول.

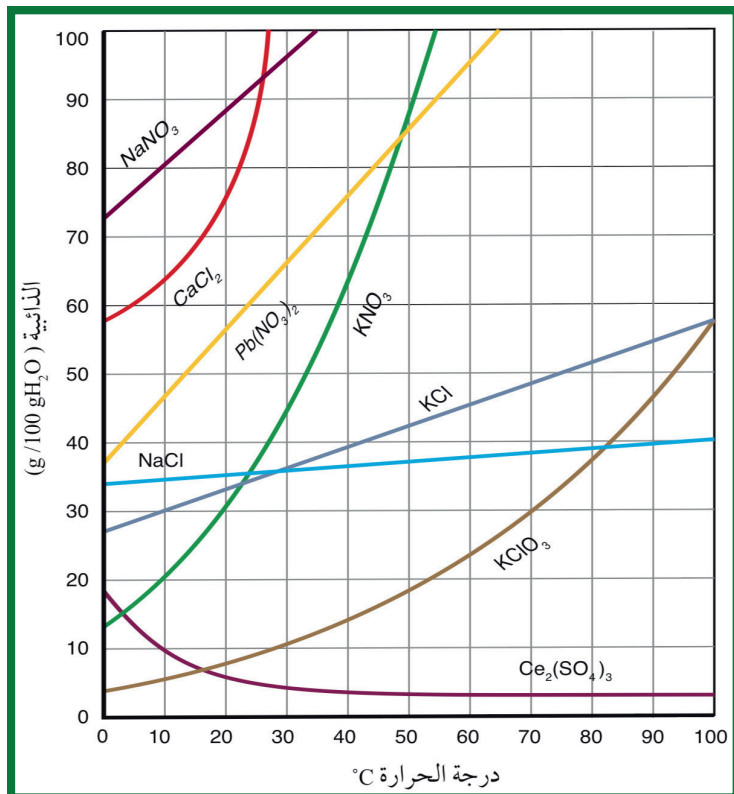
◆ وتُعرف الذائبة Solubility : بأنها

- (1) أكبر كتلة من المُذاب التي يمكن أن تذوب في 100g من المُذيب عند درجة حرارة معينة أو
- (2) كمية المُذاب اللازمة لعمل محلول مُشبّع في 100g من المُذيب عند درجة حرارة معينة.

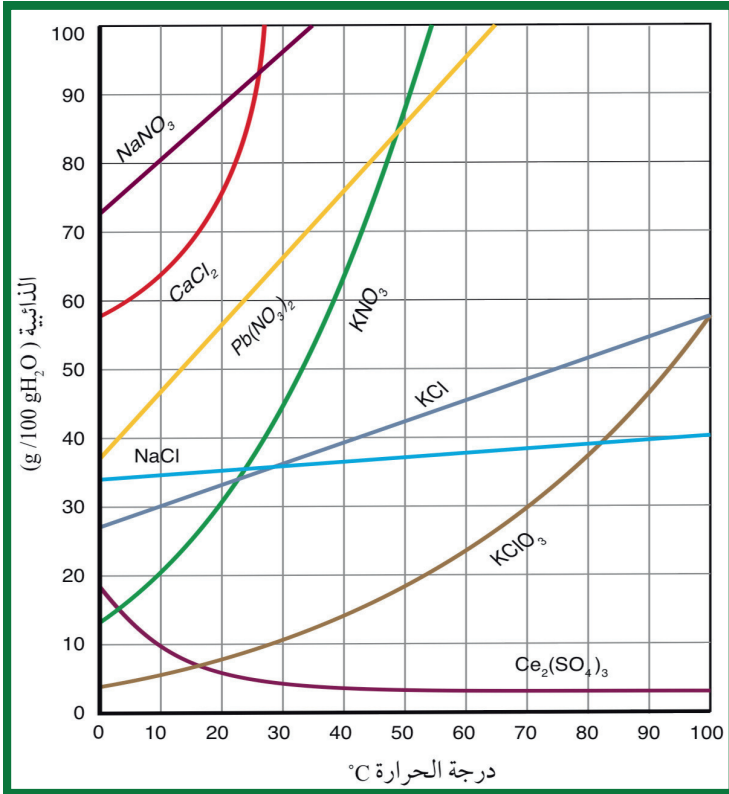
ملاحظات هامة على الجدول التالي :

- ◆ ذائبة غالبية الأملاح في الماء تزداد بزيادة درجة حرارة المحلول، وتفاوت هذه الزيادة من ملح لآخر.
- ◆ الملح الذي نلاحظ زيادة ذائبيته مع ازدياد الحرارة على نحو كبير هو KNO_3
- ◆ الملح الذي نلاحظ زيادة ذائبيته مع ازدياد الحرارة على نحو طفيف هو كلوريد الصوديوم $NaCl$ ،
- ◆ ذائبة بعض الأملاح تقل مع ازدياد الحرارة مثل ملح كبريتات السيريوم $Ce_2(SO_4)_3$

سؤال : حدد الملح الأعلى ذائبة والأقل ذائبة عند الحرارة $10^\circ C$ وعند الحرارة $20^\circ C$



سؤال: ادرس الشكل المجاور الذي يمثل اثر تغير درجة الحرارة على ذائبية بعض الأملاح ثم اجب عن الاسئلة التالية:



- ◆ ما ذائبية كلوريد الكالسيوم CaCl_2 عند درجة حرارة 20°C ؟
- ◆ عند أيّ درجة حرارة تتساوى ذائبية نترات البوتاسيوم KNO_3 ونترات الرصاص $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ؟
- ◆ ما درجة الحرارة اللازمة لتحضير محلول ذائبته 25g من كلورات البوتاسيوم KClO_3 في 100g من الماء؟
- ◆ ما مقدار ذائبية ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الماء عند درجة 50°C ؟
- ◆ ما أكبر كمية من كلوريد البوتاسيوم (KCl) يمكن أن تذوب في 250g ماءً عند درجة حرارة 80°C ؟

◆ عند اضافة 55g من الملح KCl في 100g من الماء عند درجة الحرارة 90°C ، كم كتلة الـ KCl المترسبة ؟

◆ كم غرام يجب إذابته من ملح الـ KNO_3 في 350g ماء عند درجة الحرارة 20°C حتى يكون المحلول مشبع تماماً ؟

◆ إذا تم خفض درجة الحرارة في المحلول السابق إلى 10°C ، ثم حرّك جيداً ، فكم كتلة الملح المترسبة ؟

◆ سؤال إضافي مع المعلم (رفع درجة الحرارة إلى 30°C ، كم غرام يجب إضافته حتى يبقى المحلول مشبع ؟

سؤال متقدم: تم تحضير محلول من المادة الصلبة X بإذابة 60g منها في 150g من الماء عند درجة حرارة 40°C بالاعتماد على جدول الذائبية الآتي:

درجة الحرارة $^{\circ}\text{C}$	الذائبة g/100g H ₂ O
40°C	30
80°C	70


(1) ما أكبر كمية يمكن أن تذوب من المادة X في 150 g من الماء عند درجة حرارة 40°C ؟

(2) ما طبيعة المحلول عند درجة حرارة 40°C (مشبع، غير مشبع، فوق الإشباع)؟

(3) كم غرامًا من المادة ستترسب عند الحرارة 40°C ؟

(4) كم غرامًا يجب إضافتها إلى المحلول ليصبح مشبعًا عند 80°C ؟

(5) إذا تم تبريد المحلول في الفرع السابق من درجة الحرارة 80°C إلى 70°C ببطء ودون تحريكه ... ما طبيعة المحلول (مشبع، غير مشبع، فوق الإشباع)؟

سؤال متقدم: تمّ تحضير محلول من كلوريد البوتاسيوم KCl بإذابة 100g منه في 200g من الماء عند درجة حرارة 20 C°، بالاعتماد على جدول الذائبية الآتي 

درجة الحرارة °C	الذائبة g/100g H2O
20 C°	34.0
60 C°	45.8
80 C°	52.8

(1) ما أكبر كتلة من KCl يمكن أن تذوب في 120 g ماء عند 60 C° ؟

(2) ما طبيعة المحلول عند 60 C° (مشبع، غير مشبع، فوق الإشباع)؟ وهل يوجد راسب

(3) كم غرامًا من الملح تكون سيترسب؟ ، وكم غرام مجموع الراسب؟ ، إذا تم تبريد المحلول إلى 20 C° ؟

(4) كم غرامًا يجب إضافتها إلى المحلول ليصبح مشبعًا عند 80 C°؟

سؤال متقدم: محلول مشبع حضر بإذابة كتلة مجهولة من الـ KCl في 50g ماء عند درجة حرارة 60 C بدون راسب، حيث ذائبية KCl عند 60 °C تساوي (45.8g/100H₂O). ثم بُرد المحلول إلى 30 °C حيث أصبحت الذائبية عند هذه الدرجة (36.6g/100g H₂O). فإن كتلة الملح المترسبة عند 30 °C هي

(د) 2.3g

(ج) صفر

(ب) 4.51g

(أ) 5g

سؤال متقدم: إذا علمت أن ذائبية نترات البوتاسيوم KNO₃ هي:
عند درجة الحرارة 20 °C تكون الذائبية 32g/100H₂O
عند درجة الحرارة 80 °C تكون الذائبية 165g/100H₂O

تمت إذابة 60g من KNO₃ في 100g من الماء عند درجة حرارة 20 °C، ثم تم تسخين المحلول تدريجيًا حتى درجة حرارة 80 °C. فإن أكبر كمية إضافية يمكن إذابتها للحصول على محلول مشبع عند درجة حرارة 80 °C هي:

(د) 120g

(ج) 105g

(ب) 90g

(أ) 60g

قواعد ذائبية المركبات الأيونية في الماء

(1) مركبات فلزات المجموعة الأولى تذوب في الماء (وين ما شفتها خالص ذائبة)

(الليثيوم Li، الصوديوم Na، البوتاسيوم K، الروبيديوم Rb، السيزيوم Cs، والفرانسيوم Fr)

امثلة

NaCl, KCl, NaNO₃, KNO₃, Na₂SO₄, K₂SO₄, CH₃COONa, CH₃COOK, NaHCO₃

RbNO₃, FrNO₃, CsCl

(2) الأملاح المحتوية على أيونات: النترات NO₃⁻, الإيثانات CH₃COO⁻, الأمونيوم NH₄⁺

امثلة

NaNO₃, KNO₃, RbNO₃, CsNO₃, NH₄NO₃, CH₃COONa, CH₃COOK, CH₃COONH₄

NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄

(3) الاملاح المحتوية على: الكلوريد Cl⁻, البروميد Br⁻, اليوديد I⁻.

الاستثناء: إذا ارتبطت مع وحدة من الأيونات التالية (Hg²⁺, Ag⁺, Pb²⁺)

امثلة

NaCl, AgCl, KBr, Hg₂Br₂, KI, PbI₂

NH₄Cl, AgI, NaI, CsBr

(3) الاملاح المحتوية على أيون الكبريتات SO₄²⁻

الاستثناء: إذا ارتبطت مع وحدة من الأيونات التالية (Sr²⁺, Ba²⁺, Ca²⁺, Ag⁺, Pb²⁺)

امثلة

Na₂SO₄, K₂SO₄, (NH₄)₂SO₄, MgSO₄, CuSO₄, ZnSO₄

BaSO₄, SrSO₄, PbSO₄, Ag₂SO₄

(4) الاملاح المحتوية على أيون الكربونات CO₃²⁻ (غير ذائبة)

الاستثناء: إذا ارتبطت مع فلزات عناصر المجموعة الأولى أو الامونيوم

امثلة

CaCO₃, Na₂CO₃, MgCO₃, K₂CO₃, BaCO₃, (NH₄)₂CO₃, SrCO₃,
Rb₂CO₃, PbCO₃, Cs₂CO₃

(5) المركبات المحتوية على أيون الهيدروكسيد OH^- . (غير ذائبة)

⚠️ الاستثناء (1) : إذا ارتبطت مع فلزات عناصر المجموعة الأولى

⚠️ الاستثناء (2) : إذا ارتبطت مع بعض الفلزات مثل مركبات $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ، $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ذائبات لكن $\text{Ca}(\text{OH})_2$ اقل ذائبة

امثلة

NaOH . ، $\text{Mg}(\text{OH})_2$. ، KOH . ، $\text{Fe}(\text{OH})_3$. ، $\text{Ba}(\text{OH})_2$. ، $\text{Al}(\text{OH})_3$. ، $\text{Sr}(\text{OH})_2$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$. ، LiOH . ، $\text{Cu}(\text{OH})_2$

الجدول (3): قواعد ذائبة بعض المركبات الأيونية في الماء.

الرقم	المركبات	الذوبان	الاستثناءات
1	مركبات فلزات عناصر المجموعة 1A ومركبات الأمونيوم NH_4^+ .	ذائبة	-
2	الأملاح المحتوية على الأيونات: النترات NO_3^- ، الإيثانوات CH_3COO^- .	ذائبة	-
3	الأملاح المحتوية على الأيونات: الكلوريد Cl^- ، البروميد Br^- ، اليوديد I^- .	معظمها ذائبة	ما عدا إذا ارتبطت بأحد الأيونات الآتية: Hg^{2+} ، Ag^+ ، Pb^{2+} .
4	الأملاح المحتوية على أيون الكبريتات SO_4^{2-} .	معظمها ذائبة	ما عدا إذا ارتبطت بأحد الأيونات الآتية: Ba^{2+} ، Ca^{2+} ، Ag^+ ، Pb^{2+} ، Sr^{2+} .
5	الأملاح المحتوية على أيون الكربونات CO_3^{2-} .	معظمها غير ذائبة	ما عدا مركبات فلزات عناصر المجموعة 1A ومركبات الأمونيوم.
6	المركبات المحتوية على أيون الهيدروكسيد OH^- .	معظمها غير ذائبة	ما عدا هيدروكسيدات فلزات عناصر المجموعة 1A و $\text{Ba}(\text{OH})_2$ و $\text{Sr}(\text{OH})_2$ تذوب، أما $\text{Ca}(\text{OH})_2$ فهو أقل ذائبة منها.

✓ **أنحَقِّق:** أصنف المركبات الآتية إلى ذائبة وغير ذائبة:

AgCl ، BaSO_4 ، CH_3COONa ، AgNO_3

سؤال : صنف المواد التالية إلى ذائبة وغير ذائبة . 

NaNO_3 , K_2SO_4 , NH_4Cl , AgCl , PbI_2 , Na_2CO_3

CaCO_3 , BaSO_4 , MgSO_4 , CsBr

RbNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, SrSO_4 , Ag_2SO_4 , CuSO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ZnSO_4 , NaOH , KCl , Hg_2Br_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, PbCO_3

ثانيًا : سائل في سائل

- ◆ تذوبُ بعضُ السوائلِ في الماءِ، في حين لا تذوبُ فيه سوائِلُ أُخرى
- ◆ مثلاً يذوبُ فيهِ الإيثانولُ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ؛ لأنَّ جُزيئاته تملكُ خصائصَ قُطبيَّةً فتكونُ روابطُ هيدروجينيَّةً قويَّةً مع جُزيئاتِ الماءِ القُطبيَّة؛ ممَّا يُوَدِّي إلى امتزاجهما وتكوُّنهما محلولًا متجانسًا.
- ◆ وفي المقابل لا يذوبُ البنزينُ C_6H_6 في الماءِ؛ لأنَّ جُزيئاته لا تملكُ خصائصَ قُطبيَّةً، فلا يحدثُ تجاذبٌ بينها وبينَ جُزيئاتِ الماءِ؛ لذا يكونان طبقتينِ منفصلتينِ ولا يمتزجان.

سؤال أيُّ الكحولات الآتية أكثر ذائبية في الماء؟



(أ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
(د) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

(ب) CH_3OH
(ج) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

ملاحظة مع المعلم:

ثالثًا : غاز في سائل

- ◆ بوجه عام؛ ذائبية الغازات منخفضة في الماء
- ◆ تتفاوت الغازات في ذائبيتها في الماء، ويعتمد ذلك على :
 - ◀ طبيعة الغاز المذاب : تزداد بزيادة الكتلة المولية للغاز؛ ويعود ذلك إلى زيادة قوى التجاذب بين جسيمات الغاز وجزيئات الماء. (طردياً مع الكتلة المولية) .
 - ◀ درجة الحرارة : حيث تقل ذائبية الغازات في الماء بزيادة درجة الحرارة؛ إذ تزداد الطاقة الحركية لجسيمات الغاز وتتغلب على قوى التجاذب بينها وبين جزيئات الماء؛ فيؤدي ذلك إلى انفلاتها ومغادرتها المحلول (عكسيًا) .
 - ◀ وضغط الغاز : توضح لاحقاً ، لكن بشكل عام العلاقة (طردياً) .

سؤال: يوضح الجدول الكتلة المولية لبعض الغازات وذائبيتها في الماء عند درجة حرارة وضغط ثابتين ... ادرسه جيدا ثم اجب عن الاسئلة .

الذائبة g Gas \ 100 g H ₂ O	الكتلة المولية Mr (g/mol)	الغاز
0.018	28	N ₂
0.040	32	O ₂
0.140	44	CO ₂

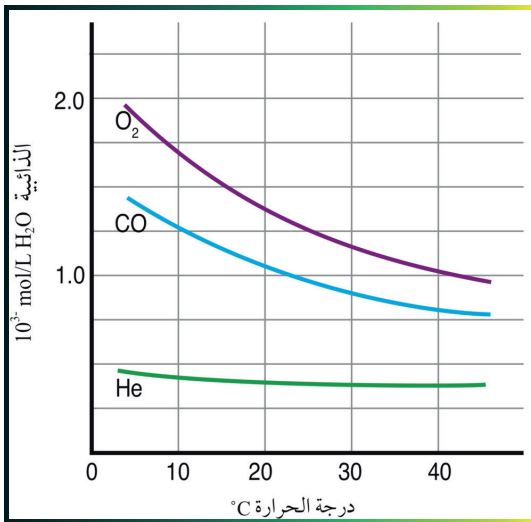
(1) أي الغازات لها اعلى ذائبية في الماء ؟

(2) أي الغازات لها اقل ذائبية في الماء ؟

(3) فسر لماذا تزداد الذائبة بزيادة الكتلة المولية ؟

سؤال: إذا علمت ان الغاز A يذوب اكثر من الغاز B عند نفس درجة الحرارة والضغط ، من له اعلى كتلة مولية A أم B ؟

سؤال: يبين الشكل اثر تغير درجة الحرارة في ذائبية بعض الغازات ، ادرسه جيدا ثم اجب عن الاسئلة .



(1) رتب الغازات في الشكل وفق ذائبيتها في الماء عند درجة الحرارة 20 °C .

(2) ماذا يحدث لذوبان غاز CO عند رفع درجة الحرارة ؟

(3) ما مقدار ذائبية الأكسجين عند درجة الحرارة 40 °C ؟

ملاحظة: عند إذابة صلب في سائل تزداد الذائبية بزيادة الحرارة ، لكن عند إذابة غاز في سائل تقل الذائبية

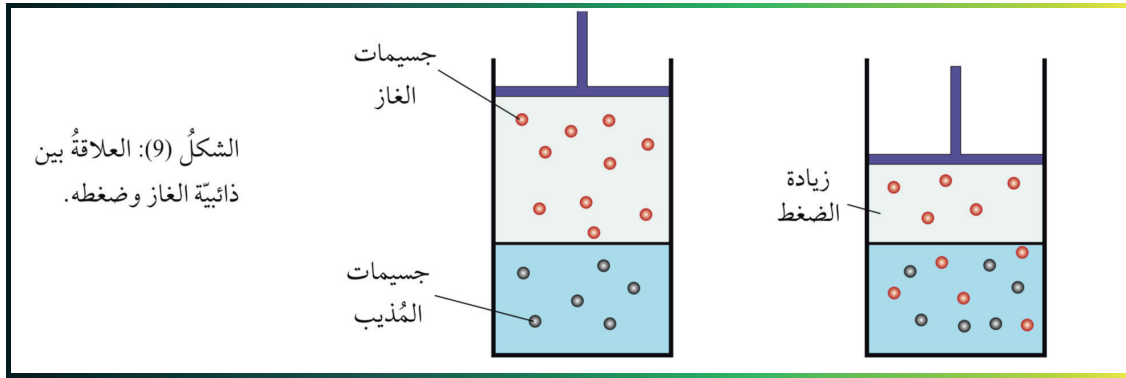
سؤال: لماذا يختلف طعم ماء الشرب عن تسخينه؟



الجواب حسب دليل المعلم: يعود الطعم المستساغ لماء الشرب بسبب احتواء الماء على كمية من غاز الأوكسجين المذاب فيه. وبارتفاع درجة حرارة الماء تقل ذائبية غاز الأوكسجين ويغادر الماء مسبباً تغييراً في الطعم

ضغط الغاز والذائبية

◆ تزداد ذائبية الغازات في الماء بزيادة الضغط الجزئي للغاز.



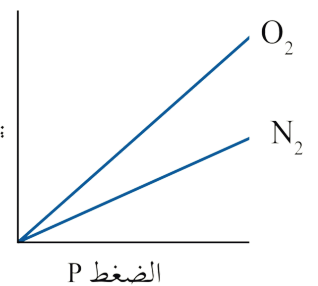
◆ وقد تمكن العالم هنري من إيجاد علاقة بين ذائبية الغاز وضغطه المؤثر في سطح السائل في ما يُعرف بقانون هنري **Henry's Law**؛ إذ ينص أن «ذائبية الغاز في سائل ما تتناسب طردياً مع الضغط الجزئي المؤثر في سطح السائل عند ثابت درجة الحرارة». انظر الشكل في الأعلى، حيث يوضح العلاقة بين ذائبية الغاز وضغطه



◆ **مثال:** تحتوي عبوة المشروب الغازي على كمية من غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 المذاب في الماء تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي، وعندما تكون العبوة مغلقة، فإن ضغط جسيمات الغاز فوق المحلول يعمل على إبقاء الغاز ذائباً فيه، وفي المقابل عند فتحها يقل ضغط غاز CO2 المذاب، وتقل ذائبته، وتتصاعد فقاعاته من المحلول إلى السطح وتطايره، وتستمر العملية حتى يفقد المحلول غاز CO2، فيتغير طعمه

فسر حسب الشكل المجاور:

ذائبية الأوكسجين اعلى من ذائبية النيتروجين عند الضغط نفسه؟





قانون هنري

القانون كتابيًا : ذائبية الغاز = ثابت هنري × الضغط الجزئي للغاز

القانون بالرموز (مع المعلم) :

تعتمد قيمة ثابت هنري على درجة الحرارة و نوع الغاز

سؤال : إذا كانت ذائبية غاز ما في الماء عند درجة حرارة 25 °C وضغط جزئي للغاز 1.5atm هي 0.65g/L، فما ذائبية عندما يصبح ضغطه الجزئي 0.5atm عند درجة الحرارة نفسها ؟ 

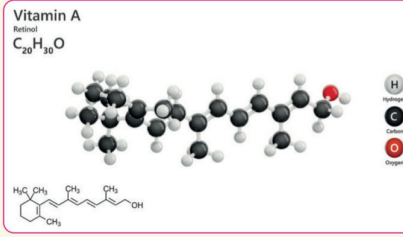
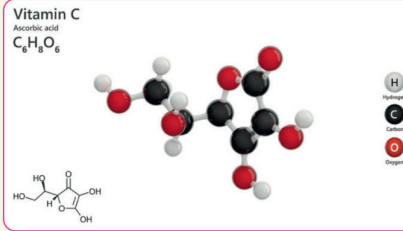
سؤال : إذا كانت ذائبية غاز ما 0.15g/L عندما يكون ضغطه الجزئي 1.02atm، فكم تصبح ذائبية عند ضغط جزئي 2.10atm علمًا أن درجة الحرارة ثابتة؟ 

سؤال: ذائبيّة غاز ما في الماء عند درجة حرارة 25 C° هي 0.040g/L عندما يكون ضغطه الجزئي 90.7kPa؛ فكم تصبح ذائبيّته عندما يصبح ضغطه الجزئي 90.7kPa عند درجة الحرارة نفسها.

سؤال: عند درجة حرارة 25 C° إذا كانت قيمة ثابت هنري لغاز الأكسجين O₂ تساوي 0.032g/L·atm، فما مقدار ذائبيّته في الماء عندما يكون ضغطه الجزئي 0.95atm عند الدرجة نفسها.

ذائبيّة الفيتامينات في الماء

يحتاج جسم الإنسان إلى الفيتامينات للمحافظة على صحته وحمايته من الأمراض، وتُصنّف الفيتامينات بحسب قابليّتها للذوبان في الماء أو الدهن؛ فالذائبة في الماء، مثل فيتامينات (C، B)، لا يستطيع الجسم تخزينها والاحتفاظ بها لوقت طويل؛ لذلك من الضروري تناول الوجبات اليومية المحتوية عليها، في حين أن الفيتامينات الذائبة في الدهون، مثل (A، D، K، E)، تمتصها الأمعاء بمساعدة الدهون، وهي تُخزن في الجسم فترة طويلة؛ ولذلك يُفضّل تناول فيتامين D -مثلاً- خلال وجبة تحتوي على الدهنيات.



الربط في الاحياء

مساحة شرح للمعلم

جميع التعريفات الموجودة هذا الدرس

- **المخلوط المُعلّق (Suspension Mixture):** مخلوط غير متجانس تتفرّق مكوناته مع بعضها بعضاً، وتوزّع على نحو غير منتظم في أجزائه، وتمتاز بكبر حجم جسيماته التي يزيد قطرها على 1000 nm.
- **المخلوط الغروي (Colloidal Mixture):** مخلوط غير متجانس يتكوّن من جسيمات تنتشر خلال مادة أخرى تُسمّى وسط الانتشار، ويتراوح قطر الجسيمات بين 1 nm - 1000 nm.
- **الإذابة (Solvation):** التجاذب بين جزيئات المذيب وجسيمات المذاب الذي يؤدي إلى التغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب؛ فتحاط هذه الجسيمات بجزيئات المذيب مُكوّنة المحلول.
- **الذائبيّة (Solubility):** أكبر كتلة من المذاب يمكن أن تذوب في 100 g من المذيب عند درجة حرارة معيّنة، أو كمية المذاب اللازمة لعمل محلول مُشبع في 100 g من المذيب عند درجة حرارة معيّنة.
- **قانون هنري (Henry's Law):** ذائبيّة الغاز في سائل تتناسب طردياً مع ضغط الغاز المؤثر على سطح السائل عند ثبوت درجة الحرارة

مراجعة الدرس

- الفكرة الرئيسة: أوضِّح الفرق بين المخاليل المتجانسة وغير المتجانسة.
- أوضِّح المقصود بكلٍّ من الآتي: المخلوط الغروي، المخلوط المعلق، الذائبة.

الغاز	Ar	Cl ₂	He	N ₂
الكتلة المولية g/mol	40	71	4	28

- بيِّن الجدول الآتي أربعة غازات وكُتلتها المولية عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة. أهدِّد الغاز الذي له أعلى ذائبة في الماء. أبرر إجابتك.

- أستخدم الأرقام. بالرجوع إلى الشكل (7) أحسب كتلة Pb(NO₃)₂ اللازمة لتحضير محلول مشبع منه في 250 g H₂O عند درجة حرارة 20 °C.

- أستخدم الأرقام. ذائبة غاز ما في الماء عند 0 °C وضغط جزئي 1 atm تساوي 3.6 g/L، أحسب الضغط اللازم للحصول على محلول يحتوي 9.5 g/L من الغاز نفسه عند درجة الحرارة نفسها.

- أختار الإجابة الصحيحة لكلِّ فقرة من الفقرات الآتية:

- إحدى العبارات الآتية يعبر عن عملية إذابة ملح كلوريد البوتاسيوم KCl في الماء:
 - انفصال الأيونات عن بلورة الملح وإحاطتها بجزيئات الماء.

ب. تفاعل أيونات الملح مع الماء.

ج. تجاذب جزيئات الماء مع الأيونات في بلورة الملح دون أن تتسبب في انفصالها.

د. انصهار أيونات الملح في المحلول.

- المادة التي تعدّ مثلاً على المخلوط الغروي:

أ. الهواء. ب. الدهان. ج. السبائك. د. الكحول الطبي.

- أحد المواد الآتية أكثر ذائبة في البنزين C₆H₆:

أ. CH₃OH. ب. HCOOH. ج. C₆H₁₄. د. CH₂OHCH₂OH.

- أحد المحاليل المائية متساوية التركيز الآتية أكثر توصيلاً للتيار الكهربائي:

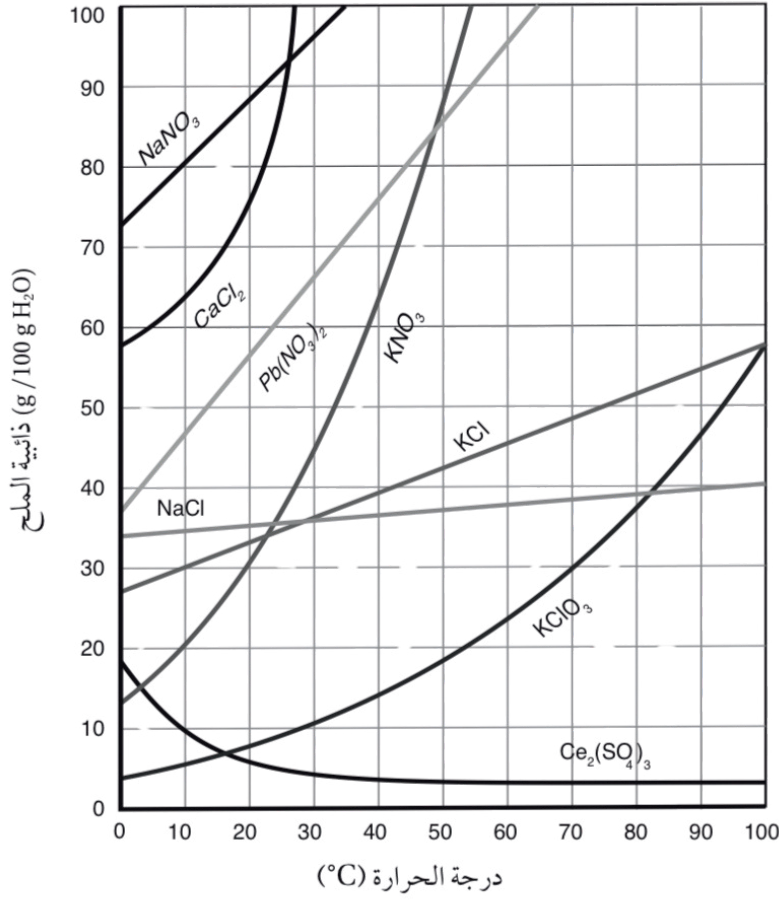
أ. CH₃COONa. ب. Al(NO₃)₃. ج. AgCl. د. CH₃CH₂OH.

- أضيف 50 g من ملح كلوريد الصوديوم NaCl إلى 100 g H₂O عند درجة حرارة 50 °C، وبعد تحريك المحلول جيداً ترسبت كمية من الملح في قاع الوعاء، تم ترشيح المحلول وتجفيف الملح المترسب وكانت كتلته 13 g، فإن ذائبة NaCl عند 50 °C في 100g H₂O تساوي (g):

أ. 13. ب. 37. ج. 50. د. 63.

أسئلة تفكير

السؤال الأول:



1. ما درجة الحرارة التي تتساوى عندها ذائبية $Pb(NO_3)_2$ و KNO_3 ؟

.....

.....

2. ما مقدار ذائبية KCl عند درجة حرارة $60^\circ C$ ؟

.....

.....

3. ما أكبر كمية من $CaCl_2$ يمكن أن تذوب في 1kg من

الماء عند درجة $22^\circ C$ ؟

.....

.....

السؤال الخامس:

أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. المادة التي لا تُكوّن محلولاً مُتجانساً مع الماء:

- أ . CCl_4 . ب . KBr . ج . NaI . د . CH_3OH

2. أحد المحاليل الآتية يمثل محلولاً صلباً:

- أ . الإيثانول في الماء . ب . السكر في الماء .
ج . كلوريد الصوديوم في الماء . د . النحاس في الذهب .

3. تُعدُّ الغيوم مثلاً على مخلوط:

- أ . غاز في سائل . ب . سائل في سائل .
ج . غاز في غاز . د . سائل في غاز .

4. العبارات الآتية المتعلقة بالمخاليط الغروية جميعها صحيحة ما عدا:

- أ . تسمح بنفاذ شعاع ضوئي من خلالها دون تشتت .
ب . لا يمكن فصل مكوناتها بالترشيح .
ج . قطر دقائق المذاب فيها من (1 nm – 1000 nm) .
د . تبدو ضبابية عند تمرير أشعة ضوئية خلالها .

5. العوامل الآتية جميعها تؤثر في ذائبية المواد الصلبة ما عدا:

- أ . طبيعة المذاب . ب . طبيعة المذيب . ج . درجة الحرارة . د . الضغط .

7. أحد الغازات الآتية أكثر ذائبية في الماء عند الظروف نفسها:

- أ . CO_2 ($M_r = 44 \text{ g/mol}$) . ب . N_2 ($M_r = 28 \text{ g/mol}$) .
ج . H_2 ($M_r = 2 \text{ g/mol}$) . د . Ar ($M_r = 40 \text{ g/mol}$) .

8. حُضِرَ محلول مشبع من نترات البوتاسيوم KNO_3 بإذابة 40 g منه في 50 g من الماء عند درجة حرارة $48^\circ C$ ، ثم برد المحلول إلى $27^\circ C$ حيث ذائبية KNO_3 عند هذه الدرجة تساوي $40 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$ ؛ فإن كتلة الملح المترسبة (g) في المحلول تساوي:

أ 40 ب. صفر ج. 10 د. 20

9. ذائبية غاز ما في الماء عند $25^\circ C$ وضغط جزئي 3.5 atm تساوي $0.77 \text{ g}/L$ ، للحصول على محلول يحتوي $0.22 \text{ g}/L$ من الغاز نفسه عند درجة الحرارة نفسها؛ فإن الضغط اللازم (atm) يساوي:

أ 0.59 ب. 1 ج. 0.286 د. 1.167

10. المحاليل الآتية متساوية في التركيز:

(1). Br_2 في CCl_4 ، (2). $NaCl$ في الماء ، (3). $MgCl_2$ في الماء.

الترتيب الصحيح لها وفق توصيلها للتيار الكهربائي:

أ . $1 > 2 > 3$ ب. $1 > 2 > 3$ ج. $2 > 3 > 1$ د. $2 > 1 > 3$

13. ذائبية نترات الفضة $AgNO_3$ عند درجة الحرارة $20^\circ C$ تساوي $216 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$ ، فإن كتلة نترات الفضة $AgNO_3$ بالغرام اللازمة لتحضير محلول مشبع منها في 25 g في الماء عند درجة حرارة نفسها تساوي:

أ . 216 ب. 108 ج. 100 د. 54

السؤال الثاني:

أذيبَ 27 g من غاز الأستيلين C_2H_2 في 1L من الأستيون CH_3COCH_3 عند ضغط 1atm، ودرجة حرارة $25^\circ C$ فكم يذوب من الأستيلين عند زيادة الضغط الجزئي له إلى 10 atm عند درجة الحرارة نفسها.

.....
.....

الخصائص الجامعة للمحاليل

◆ عرفت فيما سبق أنّ المحاليل تتكوّن من المذاب والمذيب، وقد وُجد أنّ بعض خصائص المذيب الفيزيائية تتأثر بعدد الجسيمات المذابة فيه، ولا تعتمد على طبيعة المذاب.

◆ ويُطلق على هذه الخصائص التي تتأثر بعدد جسيمات المذاب اسمُ الخصائص الجامعة للمحاليل (Colligative Properties of Solutions)

◆ فما هي الخصائص الجامعة للمحاليل ؟

(1) الانخفاض في الضغط البخاري (2) الارتفاع في درجة الغليان

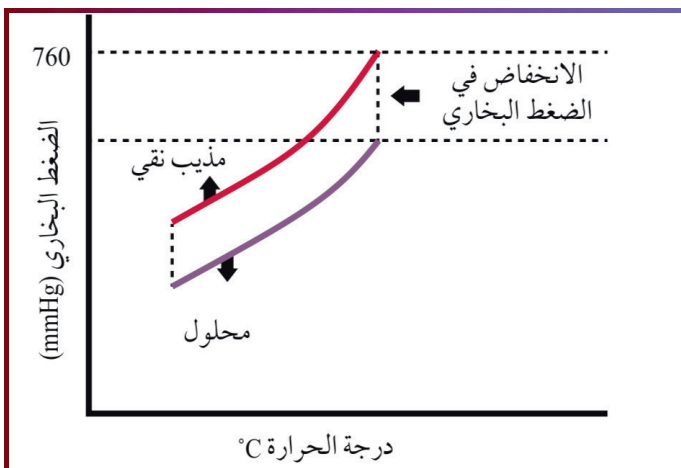
(3) الانخفاض في درجة التجمد (4) الضغط الاسموزي

أولاً: الانخفاض في الضغط البخاري

◆ السائل يتبخّر عند أيّ درجة حرارة، والبخار الناتج يولّد ضغطًا على سطح السائل يُسمّى الضغط البخاريّ للسائل.

◆ وقد يَنتِج التجاربُ أنّه عند إضافة مذابٍ إلى مُذيبٍ ينخفضُ الضغط البخاريّ للمحلول مقارنةً بالمذيب النقيّ، وهذا ما يُسمّى الانخفاض في الضغط البخاري Vapor Pressure Lowering.

◆ ويُقاس مقدارُ هذا الانخفاض بحساب الفرق بين الضغط البخاريّ للمذيب النقيّ والضغط البخاريّ للمحلول عند درجة حرارةٍ معيّنة. يوضح الشكل (في الاسفل) مقارنةً بين الضغط البخاريّ لمحلولٍ ومذيبٍ نقيّ.



مساحة شرح للمعلم

◆ يعتمدُ الضغطُ البخاريُّ للمحلول على عددِ جسيماتِ المذابِ فيه! فانخفاضُ الضغطِ البخاريِّ للمحلول يزدادُ بزيادةِ تركيزِ المحلول. (علاقة عكسية)

◆ ويمكن تفسيرُ ذلك بأنه :

1) عند إذابة مادةٍ غير متطايرة (وهي الموادُّ التي لها درجة انصهارٍ وغيانٍ مرتفعة) فإنَّ جزيئاتِ المذابِ سوف تحتلُّ جزءاً من سطحِ الماءِ (المُذيب). فيقلُّ عددُ جزيئاتِ الماءِ عند السطحِ ويقلُّ تبخرها

2) نشوءُ تجاذبٍ بين بعضِ جسيماتِ المُذيبِ وجسيماتِ المُذابِ - وهذا أيضاً يقلُّ عددَ جسيماتِ المُذيبِ التي يُمكنها أن تفلتَ من السطحِ لتتحوّلَ إلى الحالةِ الغازيةِ .

◆ كلما ازداد عددُ جسيماتِ المُذابِ في حجمٍ مُعيّنٍ من المحلول يزداد تركيزه ويقلُّ ضغطه البخاريّ .

◆ المحلولُ المُركّزُ أقلُّ ضغطاً بخاريّاً ثم المحلولُ المُخفّفُ ثم المُذيبُ النقيُّ الذي له أعلى ضغط بخاري من كليهما

سؤال : أيّ مما يلي لا يُعدّ من الخصائص الجامعة للمحاليل؟

(ب) الانخفاض في الضغط البخاري

(أ) الارتفاع في درجة الغليان

(د) الانخفاض في درجة التجمد

(ج) الارتفاع في درجة الحرارة

سؤال : عند 25 C° كان الضغط البخاري للمذيب النقي = 760mmHg. أذيب فيه مذاب غير متطاير فكان مقدار الانخفاض = 35mmHg. ما الضغط البخاري للمحلول

(أ) 725mmHg (ب) 760mmHg (ج) 35mmHg (د) 795mmHg

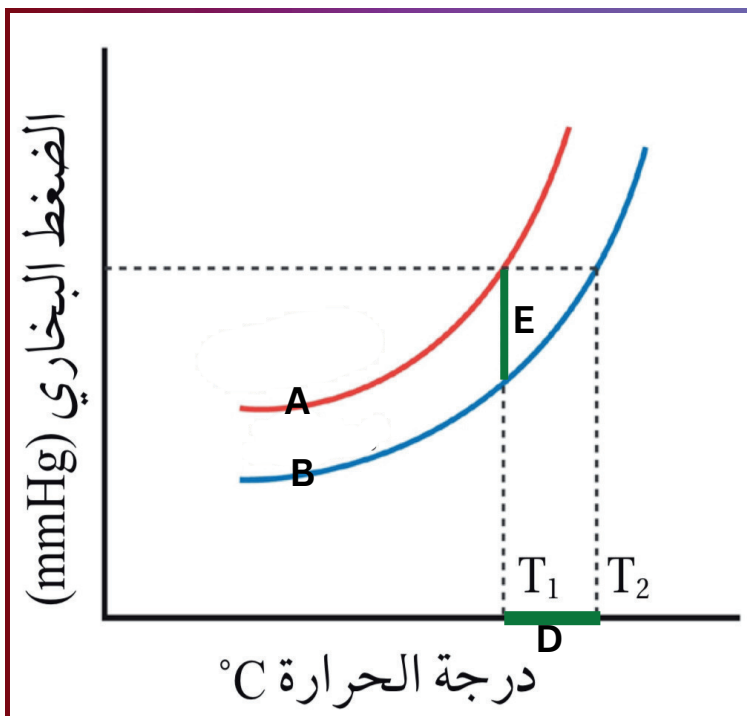
سؤال : عند درجة حرارة ثابتة، أيّ ترتيب صحيح لقيم الضغط البخاري (من الأقل إلى الأعلى).

(أ) المذيب النقي > المحلول المخفّف > المحلول المركّز
(ب) المحلول المركّز > المحلول المخفّف > المذيب النقي
(ج) المحلول المخفّف > المحلول المركّز > المذيب النقي
(د) المذيب النقي = المحلول المركّز = المحلول المخفّف

ثانيًا : الارتفاع في درجة الغليان

- ◆ يتميز المذيب النقي بدرجة غليانٍ محدَّدةٍ عند ضغطٍ جويٍّ محدَّد، ويغلي السائلُ عندما يصبح ضغطُه البخاريُّ مساويًا للضغط الجويِّ.
- ◆ الماء النقيُّ يبدأ بالغليان عند درجة حرارة 100 °C، ثم تثبت درجة غليانه عند هذه الدرجة.
- ◆ عند إذابة مادةٍ (غير متأيّنة أو متأيّنة) وغير متطايرة في الماء، فإنّ المحلول يبدأ بالغليان على درجة أعلى من 100 °C، وبذلك فإنّ درجة غليان المحلول أعلى من درجة غليان المذيب النقيِّ . (ولا تثبت درجة غليانه بل تستمر بالارتفاع)
- ◆ عند وصول المحلول إلى درجة غليان المذيب يكون الضغط البخاريُّ أقلَّ من الضغط الجويِّ، ممّا يتطلّب زيادة درجة الحرارة؛ للتغلب على قوى التجاذب الناشئة بين جسيمات المذيب والمذاب كي يصل الضغط البخاريُّ إلى الضغط الجويِّ، فتزداد درجة الغليان.
- ◆ يُسمّى الفرق بين درجة غليان المذيب النقيِّ والمحلول الارتفاع في درجة الغليان Boiling Point Elevation. انظر الشكل في الاسفل .
- ◆ يتناسب مقدار الارتفاع في درجة غليان المحلول طرديًا مع التركيز المولالي للمحلول . (كلما زاد التركيز يقل الضغط البخاري وبالتالي تقل درجة الغليان)

سؤال : ادرس الشكل المجاور ثم اجب عن الاسئلة .



ماذا يمثل الرمز A ؟

ماذا يمثل الرمز B ؟

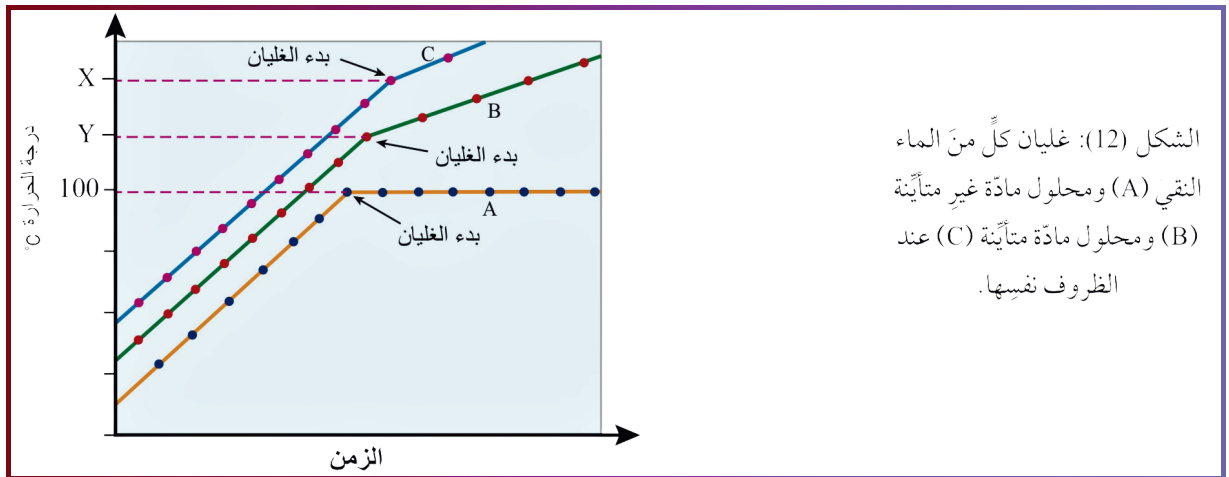
ماذا يمثل الرمز E ؟

ماذا يمثل الرمز D ؟

سؤال مع المعلم عن مقدار الانخفاض...

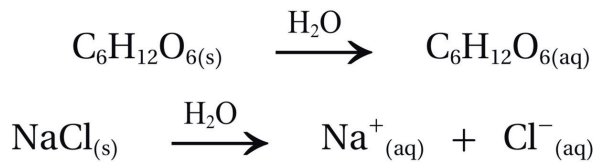
◆ درجة غليان المحلول لا تثبت أثناء الغليان، بل تستمر في الارتفاع.

◆ عند المقارنة بين درجات غليان محلولي مادتين غير المتطايرتين المتأينة وغير المتأينة والمذيب النقي عند التركيز نفسه، نجد أن درجة غليان محلول المادة المتأينة (C) أعلى من درجة الغليان لمحلول المادة غير المتأينة (B) بينما المذيب النقي (A) تثبت درجة غليانه.



لماذا تكون درجة غليان المادة المتأينة أعلى من درجة غليان المادة غير المتأينة؟

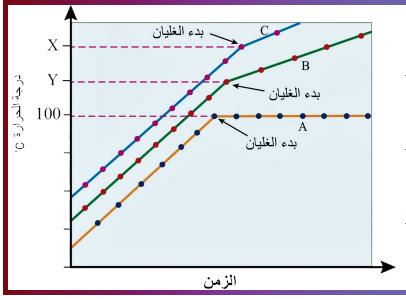
يمكن تفسير ذلك من خلال المعادلتين الآتيتين لمادة غير متأينة ($C_6H_{12}O_6$) ومادة متأينة ($NaCl$) ...



إذ يتضح من المعادلتين أن عدد الجسيمات في محلول الملح $NaCl$ أكثر منه في محلول السكر $C_6H_{12}O_6$ ، وبما أن خواص المحاليل تعتمد على عدد الجسيمات، فإن الارتفاع في درجة غليان محلول المادة المتأينة أعلى منه لمحلول المادة غير المتأينة.

أيهما له أعلى درجة غليان: محلول KBr أم محلول $MgBr_2$ ، لهما التركيز نفسه؟

أيهما له أعلى ضغط بخاري: محلول KBr أم محلول $MgBr_2$ ، لهما التركيز نفسه؟



أي مادة لها أعلى ضغط بخاري عند نفس الحرارة؟ 

A (أ) B (ب) C (ج) D (د) X

◆ ملاحظات (مع المعلم)

- 1) المحلول له أعلى درجة غليان وأقل ضغط بخاري من المذيب النقي .
- 2) المحلول المركز له أعلى درجة غليان وأقل ضغط بخاري من المحلول المخفف .
- 3) المادة المتأينة لها أعلى درجة غليان وأقل ضغط بخاري من الغير متأينة .

سؤال : المحلول المائي الذي له أعلى درجة غليان، جميعها بتركيز 0.20 mol/kg 

LiBr (أ) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (ب) AlCl_3 (ج) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (د)

سؤال : المحلول المائي الذي له أعلى درجة غليان هو 

أ) التركيز 0.40 ، NaCl (أ) التركيز 0.30 ، CaCl_2 (ب)
ج) التركيز 0.40 ، CaCl_2 (ج) التركيز 0.30 ، NaCl (د)

المحلول المائي الذي له أعلى ضغط بخاري، جميعها بتركيز 0.05 mol/kg : 

NH_4Cl (أ) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (ب) MgCl_2 (ج) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (د)

قانون الارتفاع في درجة الغليان

$$\frac{\text{التركيز المولالي (m) = عدد مولات المُذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

الارتفاع في درجة الغليان = ثابت \times المولالية

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

ΔT_b الارتفاع في درجة الغليان.

K_b ثابت الارتفاع في درجة غليان المذيب.

m التركيز المولالي للمحلول.

$$\Delta T_b = T_2 - T_1$$

حيث T_2 درجة غليان المحلول و T_1 درجة غليان المذيب

❖ ويوضح الجدول في الاسفل قيم ثابت الارتفاع في درجة الغليان لبعض المذيبات السائلة. ويُسمى ثابت الارتفاع في درجة غليان المذيب السائل (K_b)، وهو يساوي مقدار الارتفاع في درجة غليان المذيب عند إذابة 1mol من المذاب في 1kg من المذيب النقي، وتعتمد قيمته على طبيعة المذيب

قيم ثابت الارتفاع في درجة الغليان لبعض المذيبات السائلة.

المُذيب	درجة الغليان °C عند ضغط جويّ 1 atm	ثابت الارتفاع في درجة غليان المُذيب K_b °C.kg/mol
الماء	100	0.512
الإيثانول	78.3	1.07
البنزين	80.2	2.61

❓ إذا عَلِمَ أَنَّ 18g من السُّكَّر $C_6H_{12}O_6$ أُذيب في 500g من الماء النقي، فاحسب درجة غليان المحلول الناتج. علمًا بأن ثابت الارتفاع في درجة غليان الماء $K_b = 0.512$ °C.kg/mol، والكتلة المولية للسُّكَّر (للمذاب) $Mr = 180$ g/mol

إذا عَلِمَ أن 5.85g من NaCl أُذيبت في 0.5kg من الماء؛ فاحسب درجة غليان المحلول. علمًا أن الكتلة المولية للمذاب ($M_r = 58.5 \text{ g/mol}$)، وثابت الارتفاع في درجة غليان الماء ($0.512 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$)



احسب مقدار الارتفاع في درجة غليان محلول تكوّن بإذابة 12g من حمض الميثانويك HCOOH ($M_r = 46 \text{ g/mol}$) في 2kg من الإيثانول. علمًا أن ثابت الارتفاع في درجة غليان الإيثانول $1.07 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$



احسب درجة الغليان لمحلول مائي تركيزه 0.30mol/kg من المادة المتأينة CaCl_2 ، علمًا بأن ثابت الارتفاع في درجة غليان الماء $K_b = 0.512 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$



عند إذابة 11.1g من الملح CaCl_2 في 300g من الماء النقي، أصبحت درجة غليان المحلول 100.512°C . إذا علمت أن ثابت الارتفاع في درجة غليان الماء $K_b = 0.512^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ (وافترض التفكك التام)، فما هي الكتلة المولية للملح CaCl_2



عند إذابة 4.50g من الملح MgCl_2 في 150g من الإيثانول النقي كان الارتفاع في درجة غليان المحلول 0.321°C . إذا علم أن ثابت الارتفاع في درجة غليان الإيثانول $K_b = 1.07^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ (وافترض التفكك التام)، فاحسب الكتلة المولية للملح MgCl_2



ثالثاً : الانخفاض في درجة التجمد

- ◆ تنتشر جسيمات المذاب بين جسيمات المذيب في المحلول وتحتل حيزاً بينها، مما يعيق تقاربها وتجاذبها.
- ◆ إضافةً إلى أن التجاذب الناشئ بين جسيمات المذاب والمذيب يعمل على التقليل من فرص التجاذب بين جسيمات المذيب نفسها.
- ◆ ومن ثمَّ فإن جسيمات المذاب تعيق تقارب الجسيمات من بعضها وانجذابها نحو بعضها بعضاً للوصول إلى الحالة الصلبة عند درجة التجمد؛ فيلزم حينئذٍ انخفاض أكبر في درجة الحرارة، فتصبح أقلّ من درجة تجمد المذيب النقي حتى تتقارب جسيمات المذيب وتتجاذب وتصل إلى حالة التجمد.
- ◆ ويُسمّى الفرق بين درجة تجمد المحلول ودرجة تجمد المذيب النقي الانخفاض في درجة التجمد (ΔT_f).
- ◆ وبهذا نجد أن درجة تجمد المحلول أقلّ من درجة تجمد المذيب النقي .
- ◆ يتناسب مقدار الانخفاض في درجة تجمد المحلول طردياً مع التركيز المولالي للمحلول،

قانون الانخفاض في درجة التجمد

مساحة شرح للمعلم

الانخفاض في درجة التجمد = ثابت \times المولالية

$$\Delta T_f = K_f \times m$$

ΔT_f الانخفاض في درجة التجمد.

$$\Delta T_f = T_1 - T_2$$

حيث T_2 درجة تجمد المحلول و T_1 درجة تجمد المذيب

K_f ثابت الانخفاض في درجة تجمد المذيب.

m التركيز المولالي للمحلول.

- ◆ ويُقاس ثابت الانخفاض في درجة تجمد المذيب بإذابة 1mol من المذاب في 1kg من المذيب النقي، وتعتمد قيمة ثابت الانخفاض على طبيعة المذيب.
- ◆ ويوضح الجدول في رأس الصفحة القادمة ، قيم ثابت الانخفاض في درجة تجمد بعض المذيبات السائلة .

الجدول (6): قِيمُ ثابتِ الانخفاض في درجة تجمد بعض المُذيبات السائلة.

المُذيب	درجةُ التجمد °C	ثابتُ الانخفاض في درجة تجمد المُذيب K_f °C.kg/mol
الماء	0.0	1.86
الإيثانول	-114.1	1.99
البنزين	5.5	5.07

سؤال : احسب درجة التجمد لمحلول كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ يحتوي على 0.95g من المادة المذابة في 0.1kg من الماء المقطر. علماً أن $Mr = 95 \text{ g/mol}$ ، و ثابت الانخفاض في درجة التجمد يساوي 1.86 .



سؤال : احسب مقدار الانخفاض في درجة التجمد لمحلول تكوّن بإذابة 0.1mol من مادة غير متأيّنة في 400g من البنزين. علماً أن ثابت الانخفاض في درجة تجمد البنزين 5.07 .



الربط بالحياة



الانخفاض في درجة التجمد

في البلدان التي يهطل فيها الثلج في أثناء فصل الشتاء، تُرش بعض المواد الكيميائية -مثل ملح كلوريد الصوديوم- على الطرقات حتى تقل درجة تجمد الماء؛ فيؤدّي ذلك إلى منع تراكم الثلوج على الطريق، فيقل خطر انزلاق المركبات التي تسير عليه.

أفكر:

أيهما أكثر فعالية في منع تراكم الثلوج كلوريد الصوديوم $NaCl$ أم كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ ؟





سؤال : في نظام تبريد الألواح الشمسية شتاءً، يُستعمل الجلسرين كمضادّ تجمّد. احسب كتلة الجلسرين التي يجب إضافتها إلى 3.0kg من الماء حتى تنخفض درجة تجمّد المحلول إلى $-8.0\text{ }^{\circ}\text{C}$. علماً بأن ثابت الانخفاض في درجة تجمّد الماء $K_f = 1.86\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ ، والكتلة المولية للجلسرين $Mr = 92\text{ g}/\text{mol}$ ، وافترض أن الجلسرين غير متأيّن $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$



سؤال : كم غراماً يجب إذابته من حمض الإيثانويك المتأين (CH_3COOH) في 600g من الإيثانول $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$ للحصول على محلول درجة تجمّده $-118.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ، علماً بأن درجة تجمّد الإيثانول النقي $-114.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ؟
 $Mr(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60\text{ g}/\text{mol}$
 $K_f(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 1.99\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$
 $\text{mass}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 600\text{ g}$



سؤال : محلولان لكبريتات الصوديوم Na_2SO_4 في الماء؛ أحدهما مخفّف A والآخر مركز B. أجب عمّا يلي:

• أيّهما يغلي عند درجة حرارة أعلى؟

• أيّهما يتجمّد عند درجة حرارة أقل؟

• أيّهما له أقل ضغط بخاري عند نفس درجة الحرارة؟



سؤال : لمنع تجمّد ماء خزّان الرشاشات في ليلة باردة، أذيبت كتلة مجهولة من الملح المتأين CaCl_2 في 0.40kg من الماء، فأصبحت درجة تجمّد المحلول 2.8°C - . إذا كان ثابت الانخفاض في درجة تجمّد الماء $K_f = 1.86^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ والكتلة المولية للملح $\text{Mr}(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ g/mol}$ (وافترض التفكك التام)، احسب كتلة CaCl_2 المضافة (g)



سؤال : قيم ثابت الارتفاع للتولين C_7H_8 في درجة الغليان 3.40 وثابت الانخفاض في درجة التجمّد 7.00 :
إذا عُلِم أنه عند إذابة اليوريا ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) - وهي مادة غير متأينة- في التولين كان الانخفاض في درجة التجمّد للمحلول 50°C ، احسب مقدار الارتفاع في درجة غليان المحلول عند إذابة نفس الكمية من اليوريا في التولين.



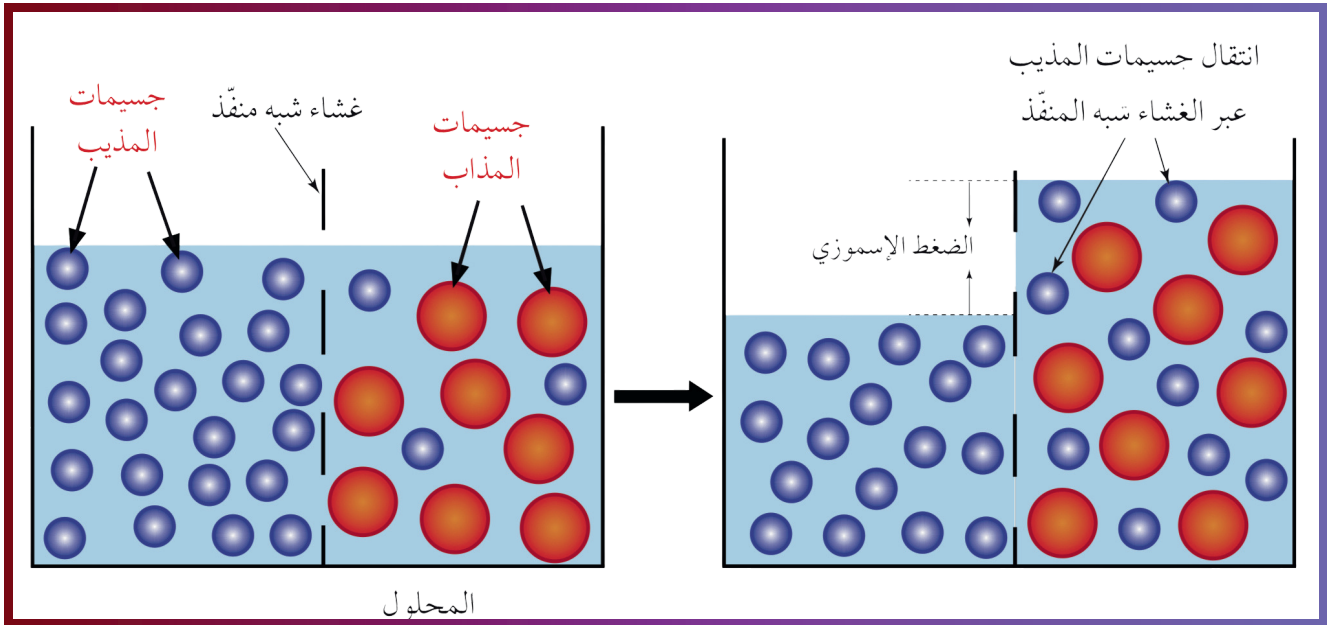
لديك أربعة محاليل في نفس المذيب وكانت درجات تجمّدها:
A: -0.8°C ، B: -1.6°C ، C: -0.3°C ، D: -1.2°C
أيّ المحاليل له أعلى درجة غليان؟



أربعة محاليل مائية، وكانت قيم الانخفاض في درجة التجمّد ΔT_f :
A: 0.90°C ، B: 0.40°C ، C: 1.20°C ، D: 0.70°C
أيّ المحاليل يتجمّد عند درجة حرارة أقل؟



رابعًا: الضغط الاسموزي



◆ **الأسموزية: عملية انتشار المذيب من الوسط الأقل تركيزًا إلى الوسط الأعلى تركيزًا عبر أغشية شبه منفذة.**

◆ تسمح الأغشية شبه المنفذة بمرور جسيمات المذيب وتمنع مرور جسيمات المذاب كبيرة الحجم. وكما يوضح الشكل (في الأعلى)

◆ يرتفع سطح السائل فوق المحلول المركز، وعندما يصبح الضغط الناتج عن اختلاف ارتفاع مستوى السائل بين المحلولين كافيًا لمنع الأسموزية يثبت ارتفاع السائلين مع استمرار انتقال المذيب بين المحلولين ولكن بشكلٍ متساوٍ.

◆ وتسمى كمية الضغط اللازمة لمنع الأسموزية **الضغط الأسموزي (Osmotic Pressure)**، وهو من الخواص الجامعة للمحاليل إذ يعتمد على عدد جسيمات المذاب في كمية محددة من المحلول.

◆ تؤدي الأسموزية دورًا حيويًا في كثير من العمليات الحيوية في النباتات، مثل امتصاص الماء والغذاء من التربة.

◆ **ملاحظة:** كل ما زاد تركيز المحلول يزداد انتقال الماء اليه فيزداد الضغط الاسموزي فوقه.

سؤال : محلولان لكلوريد الصوديوم NaCl؛ المحلول A مخفف (تركيزه 0.10mol/L) والمحلول B مركز (تركيزه 0.50mol/L). وُضع المحلولان في وعاء يفصل بينهما غشاء شبه منفذ يسمح بمرور الماء فقط.



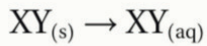
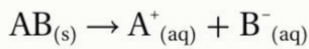
- 1) بين اتجاه انتقال الماء بين المحلولين.
- 2) أي المحلولين يُتوقع أن يزداد تركيز NaCl فيه مع الزمن

جميع التعريفات في الدرس الثاني

- **الانخفاض في الضغط البخاري (Vapor Pressure Lowering):** انخفاض الضغط البخاري لمذيبٍ نقيٍّ متطاير عند إذابة مادةٍ غير متطايرةٍ فيه.
- **الارتفاع في درجة الغليان (Boiling Point Elevation):** الفرق بين درجة غليان المحلول ودرجة غليان المذيب النقي عند إذابة 1 mol من المذاب في 1 kg من المذيب النقي.
- **الانخفاض في درجة التجمّد (Freezing Point Depression):** الفرق بين درجة تجمّد المحلول ودرجة تجمّد المذيب النقي عند إذابة 1 mol من المذاب في 1 kg من المذيب النقي.
- **الضغط الأسموزي (Osmotic Pressure):** كمية الضغط اللازمة لمنع الأسموزية
- **الأسموزية (Osmosis):** عملية انتشار المذيب من الوسط الأقل تركيزًا إلى الوسط الأعلى تركيزًا عبر أغشية شبه منفذة

مراجعة الدرس

- 1 . الفكرة الرئيسة: أوضِّح العلاقة بين كل من الضغط البخاري للمحلول ودرجة غليانه مقارنة مع المذيب النقي.
- 2 . أوضِّح المقصود بكلٍّ من: الانخفاض في درجة التجمّد، الانخفاض في الضغط البخاري للمحلول.
- 3 . **أستخدم الأرقام.** أحسب درجة غليان المحلول الناتج من إذابة 3.33 g من CaCl_2 في 600 g من الماء النقي. علماً أنّ الكتلة المولية للمذاب ($M_r = 111 \text{ g/mol}$) وثابت الارتفاع في درجة غليان الماء ($0.512 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$).
- 4 . **أستخدم الأرقام.** أحسب مقدار الانخفاض في درجة التجمّد لمحلول حُضِرَ بإذابة 2 mol من مادة غير متأيّنة في 250 g من الإيثانول. علماً أنّ ثابت الانخفاض في درجة تجمّد الإيثانول $1.99 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$.
- 5 . **أميّز** بين ثابت الارتفاع في درجة الغليان وثابت الانخفاض في درجة التجمّد.
- 6 . **أستنتج** مادتان نقيتان أعطيتا الرموز الافتراضية الآتية: $\text{AB}_{(s)}$ و $\text{XY}_{(s)}$ أضيف 1 mol من كل مادة من هاتين المادتين إلى دورق يحتوي 500 mL من الماء، وتبين المعادلتان الآتيتان إذابة كل منهما في الماء، أستعين بهما في الإجابة عن السؤالين الآتيين:



- أ . أيّ المحلولين له درجة غليان أعلى؟ ولماذا؟
- ب . أيّ المحلولين له أعلى ضغط بخاري؟

- 7 . **أستخدم الأرقام:** مشع (روديتير) سيارة يحتوي على 5 kg ماء، أحسب كتلة جلايكول الإيثيلين $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ اللازم إضافتها لضمان عدم تجمد الماء في المشع حتى درجة حرارة ($-5.022 \text{ }^\circ\text{C}$) علماً أنّ:

$$K_f = 1.86 \text{ }^\circ\text{C kg/mol} , M_r \text{ C}_2\text{H}_6\text{O}_2 = 62 \text{ g/mol}$$

- 8 . **أستخدم الأرقام:** كحول يستخلص من زيت جوز الهند، ويدخل في صناعة منظفات الشعر والصابون، يتجمد محلول يحتوي على 5 g من الكحول في 0.1 kg من البنزين C_6H_6 عند درجة حرارة $4.1 \text{ }^\circ\text{C}$ ، أحسب الكتلة المولية للكحول. علماً أنّ $K_f \text{ C}_6\text{H}_6 = 5.07 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$ ، ودرجة تجمد البنزين $5.5 \text{ }^\circ\text{C}$.

- 9 . أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية

1 . تعتمد الخصائص الجامعة للمحاليل على:

- أ . الطبيعة الكيميائية للجسيمات.
- ب . حجم الجسيمات.
- ج . عدد الجسيمات.
- د . درجة حرارة المحلول.

2. أُذيت عينة كتلتها 5.1 g من كلوريد الكالسيوم CaCl_2 في كأس يحتوي ماءً. أيُّ من العبارات الآتية صحيحة بالنسبة لهذا المحلول؟

- أ . يتجمد المحلول عند درجة حرارة أقل من درجة تجمد الماء النقي.
- ب . يكون ضغط البخار للمحلول أعلى من ضغط البخار للماء النقي.
- ج . يغلي المحلول عند درجة حرارة أقل من درجة غليان الماء النقي.
- د . يتجمد المحلول عند درجة حرارة أكبر من درجة تجمد الماء النقي.

3. قيم ثابت الارتفاع في درجة الغليان وثابت الانخفاض في درجة التجمد للماء هما $0.512 \text{ }^\circ\text{C kg/mol}$ و $1.86 \text{ }^\circ\text{C kg/mol}$ على التوالي. إذا كان مقدار الارتفاع في درجة غليان محلول مادة مذابة هو $0.2 \text{ }^\circ\text{C}$ ؛ فإن مقدار الانخفاض في درجة تجمد المحلول يساوي:

- أ . $0.72 \text{ }^\circ\text{C}$
- ب . $0.75 \text{ }^\circ\text{C}$
- ج . $1.2 \text{ }^\circ\text{C}$
- د . $0.8 \text{ }^\circ\text{C}$

4. درجة تجمد المحلول المائي لكلوريد الألمنيوم AlCl_3 الذي تركيزه 0.1 m تساوي: (بافتراض التآين التام للملح، $K_f \text{ H}_2\text{O} = 1.86 \text{ }^\circ\text{C kg/mol}$)

- أ . $-0.74 \text{ }^\circ\text{C}$
- ب . $-0.71 \text{ }^\circ\text{C}$
- ج . $-1.2 \text{ }^\circ\text{C}$
- د . $-0.8 \text{ }^\circ\text{C}$

5. أحد المحاليل الآتية له أعلى درجة غليان:

- أ . محلول كلوريد البوتاسيوم KCl تركيزه 0.02 mol/kg
- ب . محلول نترات المغنيسيوم $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ تركيزه 0.02 mol/kg
- ج . محلول السكر $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ تركيزه 0.02 mol/kg
- د . محلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 تركيزه 0.01 mol/kg

اسئلة كتاب الانشطة

السؤال الثالث:

أُذيبَ 14 g من مادة صلبة متأيّنة صيغتها العامة XA_3 في 500 g من الماء، فوجد أن درجة تجمد المحلول -0.78°C ،
أحسب الكتلة المولية للمركب XA_3 ، علماً أن $K_f = 1.86^\circ\text{C kg/mol}$.

.....
.....

السؤال الرابع:

أُذيبت عينة من مادة صلبة أيونية في 1.00 kg من الماء؛ فكانت درجة تجمد الماء -0.01°C . إذا أُذيب ثلاثة أضعاف
كتلة المادة الصلبة الأيونية في 1.0 kg من الماء وكانت درجة تجمد المحلول الناتج -0.09°C ، أيّ من الصيغ التالية
يمكن أن تكون صيغة المادة الصلبة: MX ، MX_2 ، أو MX_3 ، حيث M تمثل أيوناً موجباً و X أيوناً سالباً بشحنة -1
 $?K_f = 1.86^\circ\text{C kg/mol}$

.....
.....

6. الخصائص الآتية تزداد بزيادة تركيز مادة غير متطايرة في المحلول ما عدا:

- أ. الضغط الأسموزي. ب. الارتفاع في درجة الغليان.
ج. الضغط البخاري. د. الانخفاض في درجة التجمد.

11. محلول مكون من 12.5 g من مادة مذابة غير مُتأيّنة في 170 g من الماء، فارتفعت درجة غليان المحلول بمقدار 0.63°C ،
فإنّ الكُتلة الموليّة للمادة المذابة تساوي ($K_b \text{ H}_2\text{O} = 0.512^\circ\text{C kg mol}^{-1}$):

- أ . 88.5 ب. 77.2 ج. 59.5 د. 40.7

12. الترتيب الصحيح للمحاليل المائية الآتية (0.15 m KCl ، 0.05 m CaCl_2 ، $0.2 \text{ m C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) وفق درجة الغليان
المتوقعة لها هو:

- أ . $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} > \text{KCl} > \text{CaCl}_2$ ب. $\text{KCl} > \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} > \text{CaCl}_2$
ج. $\text{KCl} > \text{CaCl}_2 > \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ د. $\text{CaCl}_2 > \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} > \text{KCl}$

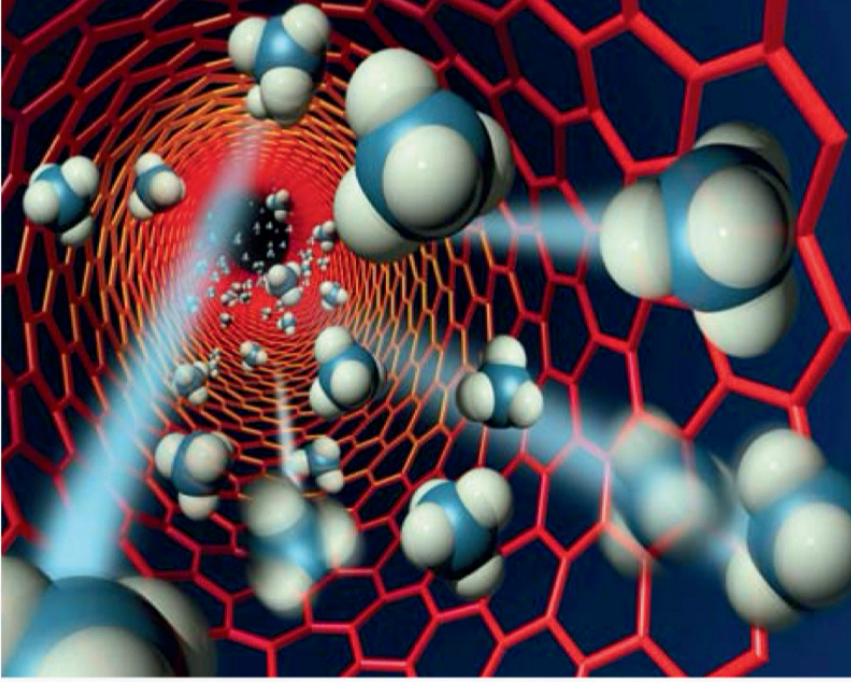
14. أحد الآتية له أقل ضغط بخاري عند الظروف نفسها:

- أ. الماء المقطر. ب. مياه الشرب. ج. مياه البحر. د. مياه البحر الميت.

الإثراء والتوسع

أغشية الأنابيب النانوية

Carbon nano tubes



دفعت ندرة المياه الباحثين إلى تطوير تقنيات فعالة ومستدامة لتحلية المياه. ويزداد الاهتمام بالطرائق القائمة على الأغشية بين الباحثين نظرًا لمزاياها الفائقة والتميزة، مثل جودة المياه العالية وانخفاض التكلفة. قام باحثون بإنشاء غشاء مصنوع من أنابيب الكربون النانوية وهي أنابيب مصنوعة من ذرات الكربون في ترتيب فريد، مجوفة من الداخل وتعمل مليارات من هذه

الأنابيب كمسام في الغشاء، وتسمح هذه الأنابيب فائقة الصغر للسوائل والغازات بالتدفق بسرعة، في حين يمنع حجم المسام الصغير الجزيئات الأكبر حجمًا من النفاذ، وبهذا يمكن استخدام الأنابيب النانوية كمسام في تحلية المياه وإزالة الملح منها؛ إذ كانت تُنفذ عادةً عن طريق الأسموزية المعاكسة حيث يتم فيها التأثير بضغط أكبر من الضغط الأسموزي فينعكس اتجاه حركة جسيمات المذيب (الماء) من المحلول إلى المذيب النقي عبر غشاء شبه منفذ إلا أن هذه الأغشية أقل نفاذية، وتتطلب كميات كبيرة من الضغط، وهي مكلفة للغاية. لذلك فإن الأغشية النانوية الأكثر نفاذية تقلل من تكاليف الطاقة اللازمة لتحلية المياه بنسبة عالية مقارنة بالأغشية التقليدية المستخدمة في الأسموزية المعاكسة. وسيفتح استخدام أغشية الأنابيب النانوية مجموعة واسعة من التطبيقات في المستقبل.

7. الأدرنالين هو الهرمون الذي يحفز الجسم للاستجابة في أوقات التوتر والطوارئ، عند إذابة 0.64 g من الأدرنالين في 36.0 g من CCl_4 ؛ وجد أن مقدار الارتفاع في درجة غليانه تساوي $0.49^\circ C$ ، أحسب الكتلة المولية للأدرنالين، علماً أن $K_b CCl_4 = 5.02^\circ C \cdot kg/mol$.

8. **أستخدم الأرقام.** أحسب الكتلة المولية لمادة غير متآينة وغير متطايرة كتلتها 0.64 g أذيت في 100 g من البنزين. علماً أن درجة غليان المحلول الناتج $80.33^\circ C$ ودرجة غليان البنزين النقي $80.2^\circ C$.

9. أستنتج قيمة (X) في الصيغة الجزيئية للكبريت S_x من المعلومات في الجدول الآتي:

المعلومات	القيّم
كتلة الكبريت S_x المُذاب	0.24 g
كتلة المُذيب CCl_4	100 g
الكتلة المولية للكبريت S	32.1 g/mol
الانخفاض في درجة تجمّد CCl_4	$0.2^\circ C$
ثابت انخفاض درجة تجمّد CCl_4	$29.8^\circ C \cdot kg/mol$

10. **أستخدم الأرقام.** أحسب درجة الغليان لمحلول تركيزه $0.06 mol/kg$ من كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 .

11. **أستنتج** المحلول المائي الذي له أعلى درجة غليان من المحاليل الآتية:

$0.1 mol/kg NaCl$, $0.1 mol/kg C_6H_{12}O_6$,

$0.1 mol/kg Na_2SO_4$

12. **أفسر:** درجة غليان محلول المادة المتآينة أعلى من درجة غليان محلول المادة غير المتآينة، علماً أنهما متساويتان في التركيز.

1. أوضّح المقصود بكلّ من الآتية: الارتفاع في درجة غليان المحلول، الأسموزية.

2. أحدد العوامل التي تؤثر في ذائبية كل من: مادة صلبة في سائل، غاز في سائل.

3. محلولان لكلوريد الصوديوم أحدهما مخفف A والآخر مُركّز B، أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. أيّ منهما يغلي عند درجة حرارة أعلى؟

ب. أيّ منهما يتجمد عند درجة حرارة أقل؟

ج. إذا وُضع المحلولان في وعاءٍ واحدٍ يفصل بينهما غشاء شبه نافذ يسمح بمرور الماء فقط، أيّ محلول تتوقع أن يظهر زيادة في تركيز كلوريد الصوديوم؟

4. أحدد المادة الأكثر ذائبية في الماء من كل زوج من أزواج المركبات الآتية:

أ. CH_3CH_2OH , $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

ب. HCl , CH_3CH_2Cl

ج. $PbSO_4$, $(NH_4)_2SO_4$

5. **أستخدم الأرقام.** ذائبية غاز النيتروجين N_2 في الماء

$0.0152 g/L$ عند درجة حرارة $20^\circ C$ ، وضغطه الجزئي

$585 mmHg$ ، ما مقدار ذائبيته في الماء عندما يكون

ضغطه الجزئي $823 mmHg$ وعند درجة الحرارة نفسها.

6. **أستخدم الأرقام.** محلول كلوريد البوتاسيوم KCl درجة

حرارته $50^\circ C$ ، يتكون من $50 g KCl$ في $130 g$ من الماء،

يُبرد المحلول إلى $20^\circ C$ ، بالرجوع إلى الشكل (7)؛

أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. هل المحلول مشبع أم غير مشبع عند درجة

حرارة $50^\circ C$ ؟

ب. أحسب كتلة المادة المترسّبة عند تبريد المحلول.

4. العبارة الصحيحة في ما يتعلق بأقطار الجسيمات المنتشرة في المخلوطين الغروي، هي:

أ. أقل من 1 nm

ب. أكبر من 1000 nm

ج. 1 nm – 1000 nm

د. 1 mm – 1000 mm

5. يصنف محلول الزئبق في الفضة أنه:

أ. صلب في سائل. ب. سائل في سائل.

ج. صلب في غاز. د. سائل في صلب.

6. العبارة الصحيحة من العبارات الآتية، هي:

أ. الإيثانول C_2H_5OH السائل والماء يُكوّنان طبقتين منفصلتين.

ب. لا يذوب حمض الإيثانويك في الماء.

ج. يمتزج سائل رابع كلوريد الكربون CCl_4 مع الماء ويُشكّلان طبقة واحدة.

د. يُكوّن سائلا البنزين والماء طبقتين منفصلتين.

7. يُرش الملح على الطرقات بعد تساقط الثلوج، حيث يُخفّض درجة انصهار الثلج، أحد الأملاح الآتية أكثر فاعلية في منع تراكم الثلوج:

أ. $MgCO_3$ ب. KCl

ج. $AgBr$ د. $BaSO_4$

8. سائلان لا يمتزجان معاً إذا كان:

أ. كلاهما جزيئاته تمتلك خصائص قطبية.

ب. كلاهما جزيئاته لا تمتلك خصائص قطبية.

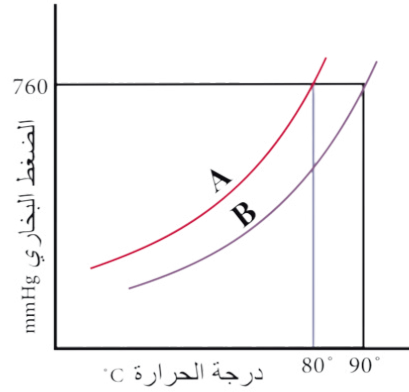
ج. جزيئات أحدهما قطبية والآخر غير قطبية.

د. أحدهما الماء والآخر ميثانول CH_3OH .

13. أرتب المواد ذات الرموز الافتراضية (A, B, C) وفق تزايد الارتفاع في درجة غليان محاليلها، علماً أنّ الانخفاض في درجة تجمدها ($^{\circ}C$) هي:

A: 2.4, B: 1.3, C: 3.55

14. أستنتج من الشكل الآتي:



أ. الرمز الذي يشير إلى المذيب النقي.

ب. الرمز الذي يشير إلى المحلول.

ج. درجة الغليان لكل من A و B.

15. أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. أحد الآتية يُعدّ محلولاً حقيقياً:

أ. الحليب. ب. السُّكَّر في الماء.

ج. الطباشير في الماء. د. التراب في الماء.

2. المحلول الأقل درجة تجمّد عند التركيز نفسه هو: 0.1 mol/kg

أ. $NaCl$ ب. K_2SO_4

ج. $CaCl_2$ د. $Al(NO_3)_3$

3. أحد الآتي يُعدّ مثلاً على المخلوطين المُعلَّق:

أ. الطباشير في الماء.

ب. الدّم.

ج. محلول كبريتات البوتاسيوم.

د. الماء المُقطّر.

- المادة B لم تذب في الماء.
- المادة C ذائبة في الماء ومحلولها لم يوصل التيار الكهربائي.

فإن :

- أ . A : سكر، B : KNO_3 ، C : $BaSO_4$
- ب . C : سكر، A : KNO_3 ، B : $BaSO_4$
- ج . C : سكر، B : KNO_3 ، A : $BaSO_4$
- د . B : سكر، A : KNO_3 ، C : $BaSO_4$

14. باستخدام المعلومات الواردة في الجدول؛ فإن ترتيب الأملاح التي أعطيت الرموز الإفتراضية A, B, C, D وفق ذائبيتها في الماء:

الملاح	كتلة المذاب عند $60^\circ C$
A	35 g/50 g H_2O
B	20 g/60 g H_2O
C	30 g/120 g H_2O
D	40 g/80 g H_2O

- أ . $D > A > C > B$
- ب . $A > B > D > C$
- ج . $A > D > B > C$
- د . $C > D > A > B$

15. محلول X مُتأين ومحلول Y غير مُتأين، لهما التركيز نفسه، إحدى العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بهما:

- أ . درجة غليان محلول X أعلى من درجة غليان محلول Y.
- ب . درجة غليان محلول X تساوي درجة غليان محلول Y.
- ج . ضغط محلول X البخاري يساوي ضغط محلول Y البخاري.
- د . درجة تجمد محلول X أعلى من درجة تجمد محلول Y.

9. تكون حالة الجسيمات المنتشرة صلبة وحالة وسط الانتشار غازاً في:

- أ . الضباب . ب . الدخان . ج . حجر الخفاف . د . الحليب .

10. أحد المركبات الآتية يُكوّن محلولاً متجانساً في الماء:

- أ . $CaCO_3$. ب . I_2

- ج . C_4H_{10} . د . CH_3CH_2OH

11. تكون ذائبة غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الماء أكبر ما يمكن عند درجة حرارة وضغط:

- أ . $20^\circ C$ ، 0.988 atm

- ب . $20^\circ C$ ، 1.2 atm

- ج . $25^\circ C$ ، 1 atm

- د . $25^\circ C$ ، 1.2 atm

12. محلول مكوّن من 8.585 g نترات الصوديوم $NaNO_3$ مذابة في 100 g من الماء، يتجمد عند درجة حرارة $-3.75^\circ C$ - أحسب الكتلة المولية لترات الصوديوم، علماً أن $K_f H_2O = 1.86^\circ C \text{ kg/mol}$:

- أ . 52 . ب . 85

- ج . 100 . د . 105

13. ثلاثة مواد صلبة بيضاء اللون، أعطيت الرموز الافتراضية A, B, C إحدى هذه المواد سكر، والثانية ملح نترات البوتاسيوم KNO_3 ، والثالثة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ ، وضعت كميات متساوية منها في ثلاث كؤوس زجاجية، وأضيف إلى كل منها 100 mL من الماء، وسُجّلت الملاحظات الآتية:

- المادة A ذائبة في الماء ومحلولها موصل للكهرباء.

