

الفصل 1

1

الفكرة العامة

المحاليل في الحياة اليومية قبل البدء بتقديم الفكرة العامة للفصل، اطلب إلى الطلاب عمل قائمة بالمحاليل الموجودة في منازلهم. ستتنوع الأمثلة وقد يكون بعض منها الشاي، والقهوة، والمشروبات الغازية. اطلب إلى الطلاب تحديد مكونات هذه المحاليل. يمكن أن يوضح الطلاب أن الشاي يتكوّن من الماء والسكر، وتتكوّن المشروبات الغازية في الأساس من ماء، وسكر، وملونات صناعية. وضح للطلاب أن هذه الأصناف محاليل لأنها تتكوّن من مادتين أو أكثر تحتفظ بصفاتها الخاصة.

الربط مع المعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل.

المحاليل والسبائك والمخاليط المتجانسة وغير المتجانسة.

المركبات الأيونية

المركبات التساهمية

تحديد عدد المولات والكتلة المولية

المخاليط والمحاليل

Mixtures and Solutions

1 الفصل

الفكرة العامة معظم السوائل والغازات والمواد الصلبة التي تكوّن عالمنا مخلوط.

1.1 أنواع المخاليط

الفكرة الرئيسية المخاليط إما متجانسة أو غير متجانسة.

1.2 تركيز المحلول

الفكرة الرئيسية يمكن التعبير عن التركيز بدلالة النسبة المئوية أو المولات.

1.3 العوامل المؤثرة في الذوبان

الفكرة الرئيسية يتأثر تكوّن المحلول بعوامل، منها الحرارة والضغط والقطبية.

1.4 الخواص الجامعة للمحاليل

الفكرة الرئيسية تعتمد الخواص الجامعة على عدد جسيمات المذاب في المحلول.

حقائق كيميائية

- ينتج حوالي 42.3% من الفولاذ سنويًا عن إعادة التدوير.
- الحديد هو المكون الأساسي للفولاذ، لكن يمكن إضافة عناصر - منها النيكل والمنجنيز والكروم والنيوبيوم والتنجستون - بحسب المواصفات المطلوبة.
- يستعمل الأسمنت في صناعة الخلطات الأسمنتية ومواد البناء لتقويتها، وجعلها تتحمل العوامل البيئية العادية.
- ينتج نحو 6 بلايين متر مكعب من الخلطات الأسمنتية سنويًا، أي ما يعادل 1 متر مكعب (1m³) لكل شخص سنويًا.

10



تجربة استهلاكية

الهدف يقوم الطلاب بالتحقق فيما إذا كانت عملية ذوبان مادتين صلبتين مختلفتين في الماء طاردة للطاقة أم ماصة لها.

احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل. راجع مع الطلاب مخاطر المواد الكيميائية المستعملة في هذا النشاط.

التخلص من النفايات يتم التخلص من المحاليل بوضعها في زجاجات التخلص من النفايات.

استراتيجيات التدريس

- قد يرغب الطلاب في اختبار مواد صلبة أخرى عند الانتهاء من هذا النشاط، ومن المواد الأخرى المقترح تجربتها، ملح إيسوم (كبريتات الماغنسيوم المائية) وبورات الصوديوم اللامائية. (لا تستعمل البورات المائية).
- يمكن للطلاب استعمال ساق تحريك زجاجية، ومقياس حرارة (ثيرمومتر)؛ وذلك من أجل الحصول على نتائج أكثر دقة.

النتائج المتوقعة

- ترتفع درجة حرارة كلوريد الكالسيوم.
- تنخفض درجة حرارة كلوريد الأمونيوم.
- تنخفض درجة حرارة ملح أبسوم.
- ترتفع درجة حرارة البورات.

تجربة استهلاكية

كيف تتغير الطاقة عند تكوين المحاليل؟

تتغير الطاقة عند تكوين المحلول نتيجة تأثير قوتين: قوى التجاذب بين الجسيمات الذائبة في المحلول، وقوة التجاذب بين جسيمات المذاب والمذيب معاً. كيف يمكن ملاحظة هذا التغير؟



خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. زن 10 g من كلوريد الأمونيوم NH_4Cl ، ثم ضعها في كأس سعته 100 mL.
3. قس 30 mL من الماء بمخبار مدرج سعته 50 mL، ثم أضف الماء إلى NH_4Cl في الكأس، وحرك المحلول بساق التحريك.
4. تحسس أسفل الكأس من الخارج، وسجل ملاحظتك.
5. كرر الخطوات 2-4 مستعملاً كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ بدلاً من NH_4Cl .
6. تخلص من المحاليل بسكبها في المغسلة.

التحليل

1. قارن أي العمليتين السابقتين كانت طاردة للحرارة، وأيها كانت ماصة لها؟
 2. استنتج اكتب أمثلة من واقع حياتك على عمليات ذوبان طاردة للحرارة، وأخرى ماصة لها.
- استقصاء** إذا أردت زيادة التغير في درجة الحرارة، فأيهما يجب إضافته بكمية أكبر: المذاب أم المذيب؟ فسر إجابتك.

التحليل

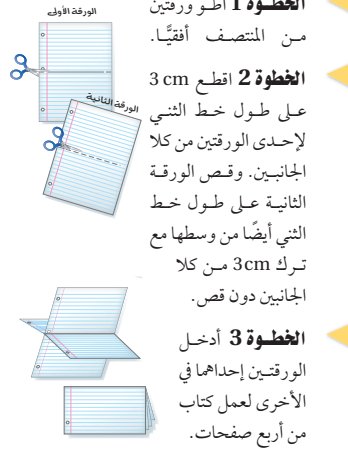
1. يذوب كلوريد الكالسيوم معطيًا طاقة ويذوب كلوريد الأمونيوم ماصًا طاقة.
2. تتنوع الإجابات، وقد تتضمن الكمادات الباردة والحارة المستعملة للأغراض الطبية.

استقصاء

تتنوع الإجابات. ستؤدي إضافة المذاب، إلى حدٍّ معين، إلى تغييرٍ أكبر في درجات حرارة المحلول.

المطويات

التركيز اعلم المطوية الآتية لتساعدك على تنظيم المعلومات حول تراكيز المحاليل.



المطويات استعمل هذه المطوية مع القسم 2-1 في أثناء قراءتك لهذا القسم، استعمل المطوية لتسجيل ما تعلمته عن طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل، مستعينًا بأمثلة حسابية.

المعلماء
عبر المواقع الإلكترونية
لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع:
www.obeikaneducation.com

أنواع المخاليط Types of Mixtures

الأهداف

الفكرة الرئيسية المخاليط إما متجانسة أو غير متجانسة.

الربط مع الحياة إذا ملأت كأسًا زجاجية بهاء البحر فسوف تلاحظ أن بعض المواد تترسب في قاع الكأس، ويظل الماء مالحًا مَهْمَا مر من الوقت. لماذا تترسب بعض المواد دون غيرها؟

المخاليط غير المتجانسة Heterogeneous Mixtures

لا بد أنك تتذكر أن المخلوط مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر، تحتفظ فيه كل مادة بخصائصها الكيميائية، وأن المخاليط غير المتجانسة لا تتمزج مكوناتها تمامًا معًا؛ أي يمكن تمييز كل منها. هناك نوعان من المخاليط غير المتجانسة، هما المعلق والغروي.

المخلوط المعلق مخلوط يحتوي على جسيمات يمكن أن تترسب بالترويق؛ وذلك بتركه فترة دون تحريك. انظر الشكل 1-1؛ فالوحل الذي تشاهده مخلوط معلق. وعند تمزيق المخلوط المعلق السائل خلال ورقة ترشيح تُفصل الجسيمات المعلقة. وقد تنفصل بعض المخاليط المعلقة إلى طبقتين واضحتين إذا تركت فترة دون تحريك؛ حيث تتكون مادة شبيهة صلبة في القاع، وسائل فوقها، ولكن عند تحريك المخلوط المعلق سرعان ما تبدأ المادة شبيهة الصلبة في الانسياب، وكأنها سائل. وهناك أنواع من الطين تتحول إلى مادة شبيهة صلبة بسرعة؛ استجابة للهز أو الحركة، وهي تستخدم في مناطق الزلازل الأرضية، فتشيد المباني فوقها.

تعرف أنواع المخاليط غير المتجانسة والمخاليط المتجانسة (المحاليل).

تقارن بين خصائص المخاليط المعلقة والمخاليط الغروية والمحاليل.

تصف القوى الكهروستاتيكية في المخاليط الغروية.

مراجعة المفردات

المذاب : مادة تذوب في المذيب لتكوين المحلول.

المفردات الجديدة

المخلوط المعلق

المخلوط الغروي

الحركة البراونية

تأثير تندال

المادة الذاتية

المادة غير الذاتية



الشكل 1-1 يمكن فصل المخلوط المعلق إذا ترك دون تحريك فترة من الزمن، أو فصله بالترشيح.

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (1) الواردة في مصادر التعلم للفصول (1-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسية

أنواع المخاليط اطلب إلى الطلاب الرجوع إلى الجدول 1-1. واسألهم: ما أنواع المخاليط المبينة في الجدول؟ يعطي الجدول أمثلة على المحاليل وهي عبارة عن مخاليط متجانسة. ثم اطلب إليهم اختيار أحد المحاليل من الجدول واقترح طريقة لتحويله إلى مخلوط غير متجانس (معلق أو غروي). **ستتنوع الإجابات، ولكنها قد تتضمن إضافة الزيت إلى الخل ليصبح معلقًا، وقد يكون المثال الآخر الضباب (وهو مخلوط غروي يتكون من قطرات الماء في الهواء).** اسأل الطلاب: كيف يعرفون أن المحاليل التي اختاروها هي أمثلة على المخاليط غير المتجانسة؟ **ستتنوع الإجابات، وقد تشتمل على أن مخلوط الزيت والخل سينفصل إلى طبقتين مع مرور الزمن، في حين يظهر الضباب تأثير تندال.** **ضم م**

2. التدريس

تطوير المفهوم

المخاليط والمحاليل بعد تطوير المفهوم لدى الطلاب بأن الكثير من المخاليط هي محاليل، من المهم تذكيرهم أن المخاليط ليست كلها محاليل؛ فالكثير من المخاليط هي مخاليط معلقة أو مخاليط غروية. **ضم م**

طرائق تدريس متنوعة

ضعاف البصر حضّر عدة محاليل مائية من نشا الذرة، واطرها فترة من الزمن دون تحريك حتى يستقر النشا في قعر كل وعاء مكونًا طبقة سميكة، وضع في كل محلول ملعقة معدنية، أو أي أداة تحريك غير قابلة للكسر. اطلب إلى الطلاب الضعاف البصر استخدام المعلقة لاستكشاف قعر الإناء والإحساس بتماسك طبقة النشا الصلبة المترسبة. ثم اطلب إليهم تحريك طبقة النشا، وملاحظة كيف تتفكك بسرعة، وكيف يصبح المحلول سهل التحريك. ثم ناقش معهم سلوك نشا الذرة المتغير الانسيابية **دم**

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة



يعتقد كثير من الطلاب أن المخاليط جميعها محاليل.

الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلاب أن يصنفوا المخاليط التالية: الدم، الضباب، الدهان، المايونيز.

عرض المفهوم

اطلب إلى الطلاب وضع قائمة بالخصائص التي تظهرها المخاليط التالية: مشروب غازي بطعم البرتقال، ووحل، وزيت محرك. نجد أن المشروب الغازي مثلاً له لون ولكنه شفاف، أما الطين معتم، وكذلك زيت المحرك عكر ومعتم. كما أن جسيمات المذاب في الوحل تترسب إذا ترك فترة من الزمن دون تحريك، ولكنها لا تترسب في المشروب الغازي أو زيت المحرك، لذا وضح لهم أنه يمكن فصل مكونات الوحل فقط بالترشيح. ثم ناقشهم كيف يؤثر حجم جسيم المذاب في تصنيف المخاليط.

تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى الطلاب رسم ثلاثة كؤوس يحتوي كل منها على مخلوط مختلف، ثم اطلب إليهم توضيح كيف يمكن أن يؤثر حجم جسيم المذاب في خاصية أو أكثر من خصائص المحلول أو المخلوط الغروي أو المخلوط المعلق. واطلب إليهم أيضاً أن يعرضوا رسوماتهم على زملائهم في الصف. **ض م**

عرض سريع

ضع قليلاً من الماء في كأس، ثم أضف إليه عدة مللترات من الحليب وحركه جيداً، ثم عتم الغرفة. استخدم مؤشر ليزر أو مصباحاً يدوياً كمصدر للضوء، ووجهه نحو المخلوط، على أن تمر الحزمة الضوئية من خلال المخلوط. اطلب إلى الطلاب النظر إلى الكأس من أحد الجوانب لملاحظة المخروط الضوئي الذي يعرف بتأثير تندال. تحذير: ذكر الطلاب أنه يحظر توجيه مؤشر الليزر نحو العين.

التصنيف	أمثلة	الجسيمات المنتشرة	وسط الانتشار
صلب في صلب	الأحجار الكريمة الملونة	صلب	صلب
صلب في سائل	الدم، الجيلاتين	صلب	سائل
مستحلب صلب	الزبد، الجبن	سائل	صلب
مستحلب	الحليب، المايونيز	سائل	سائل
رغوة صلبة	الصابون الذي يطفو، حلوى الخيطي	غاز	صلب
* الهباء الجوي الصلب	الدخان، الغبار في الهواء	صلب	غاز
* الهباء الجوي السائل	الغيوم، الضباب، رذاذ مزبل العرق	سائل	غاز

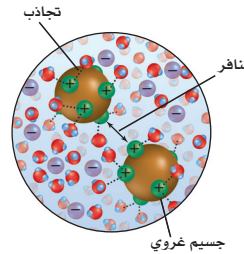
المخاليط الغروية لأن أحجام جسيمات المخلوط المعلق أكبر كثيراً من أحجام جسيمات الوسط فإنها قد تترسب في المخلوط. ويسمى المخلوط غير المتجانس الذي يتكون من جسيمات متوسطة الحجم **المخلوط الغروي**. وتتراوح أقطار الجسيمات في المخلوط الغروي بين 1 nm و 1000 nm، ولا تترسب. فعلى سبيل المثال، يعد الحليب مخلوطاً غروبياً لا يمكن فصل مكوناته المتجانسة بالترويق أو الترشيح.

تسمى المادة الأكثر توافراً في المخلوط وسط الانتشار. وتصنف المخاليط الغروية تبعاً للحالة الفيزيائية لكل من الجسيمات المنتشرة ووسط الانتشار. فالحليب مستحلب غروي؛ لأن الجسيمات المنتشرة السائلة تنتشر بين جسيمات وسط الانتشار السائل. ويظهر الجدول 1-1 وصف أنواع أخرى من المخاليط الغروية.

تُمنع الجسيمات المنتشرة من الترسب في المخاليط الغروية؛ وذلك لوجود مجموعات ذرية أو قطبية مشحونة على سطحها، تقوم بجذب المناطق الموجبة أو السالبة لجسيمات وسط الانتشار، فتتكون طبقات كهروستاتيكية حول الجسيمات، كما هو موضح في الشكل 1-2، مما يجعل الطبقات يتنافر بعضها مع بعض عندما تصطدم الجسيمات المنتشرة معاً، لذا تبقى الجسيمات في المخلوط الغروي ولا تترسب.

وإذا تدخلنا في الطبقات الكهروستاتيكية فسوف تترسب الجسيمات المنتشرة من المخلوط الغروي. فعند تحريك مادة متأيئة (إلكترونيّة) في مخلوط غروي مثلاً تتجمع الجسيمات المنتشرة معاً، وتلتف المخلوط الغروي. كما أن التسخين أيضاً يثقل المخلوط الغروي؛ لأن الحرارة تعطي الجسيمات المتصادمة طاقة حركية كافية للتغلب على القوى الكهروستاتيكية، ثم ترسبها في المخلوط.

الشكل 1-2: تُكوّن جسيمات الوسط طبقات مشحونة حول الجسيمات المنتشرة، حيث تتنافر هذه الطبقات بعضها مع بعض، وتمنع الجسيمات المنتشرة من الترسب.



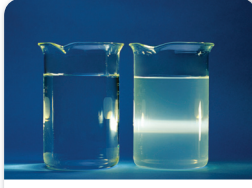
13

* الهباء: مخلوط غروي يتكون من جسيمات دقيقة صلبة أو سائلة منتشرة في الهواء أو غاز آخر

دفتر الكيمياء

الكيمياء في المطبخ اطلب إلى الطلاب البحث عن طرائق الطبخ، ثم ناقش كيف يمكن تطبيق كيمياء المحاليل في المطبخ. ما المكونات التي تضاف إلى الأطعمة في صورة مستحلبات لمساعدتها على البقاء في صورة مخاليط؟ وما المكونات التي تستخدم لجعل الأطعمة أكثر تماسكاً وتمازجاً؟ وما آلية عمل هذه المواد؟ ثم اطلب إليهم تسجيل ما توصلوا إليه في دفاترهم. **ض م**

■ **إجابة سؤال الشكل 1-3 المخلوط الذي يظهر في الكأس الأيمن في الصورة والذي تظهر فيه الحزمة الضوئية، هو المخلوط الغروي.**



الشكل 1-3 تشتت الجسيمات في المخلوط الغروي الضوء، ولا يحدث ذلك في المحلول. ويسمى تأثير تشتت الحزمة الضوئية في المخلوط الغروي. حدد أي المخلوط الظاهرة في الصورة غروي؟

الحركة البراونية تتحرك الجسيمات المنتشرة في المخاليط الغروية السائلة حركة عشوائية عنيفة تسمى **الحركة البراونية**. لاحظ عالم النبات الإسكتلندي روبرت براون (1858 - 1773) هذه الحركة أول مرة؛ حيث لاحظ الحركة العشوائية لجيوب اللقاح المتناثرة في الماء، فسُميت باسمه.

تنتج الحركة البراونية عن تصادم جسيمات الوسط مع الجسيمات المنتشرة؛ بحيث تمنع هذه التصادمات الجسيمات المنتشرة من الترسب في المخلوط.

✓ **ماذا قرأت؟ اشرح** سبب لعدم ترسب جسيمات المخلوط الغروي.

تأثير تندال يظهر المخلوط الغروي المركز عادةً معتماً أو معكراً، ولكن المخلوط الغروي المخفف يظهر أحياناً صافياً كالمحاليل. وتبدو المخاليط الغروية المخففة كالمحاليل المتجانسة؛ لأن عدد الجسيمات المنتشرة فيها صغير جداً، إلا أنها تعمل على تشتيت الضوء، وتسمى هذه الظاهرة **تأثير تندال**. يُظهر الشكل 1-3 مرور حزمة من الضوء في خلال مخلوطين مجهولين، ويمكنك ملاحظة كيف تعمل الجسيمات المنتشرة في المخلوط الغروي على تشتيت الضوء.

وتُظهر المخاليط المعلقة أيضاً تأثير تندال، أما المحاليل فلا يمكن أن تظهر هذه الظاهرة. كما يمكنك ملاحظة تأثير تندال عندما تشاهد مرور أشعة الشمس خلال الهواء المشبع بالدخان، أو مرور ضوء خلال الضباب. ويستخدم تأثير تندال في تحديد كمية الجسيمات المنتشرة في المخلوط المعلق.

المخاليط المتجانسة Homogeneous Mixtures

لقد تعلمت سابقاً أن المحاليل مخاليط متجانسة تحتوي على مادتين أو أكثر، تسمى المذاب والمذيب. والمذاب هو المادة التي تذوب. أما المذيب فهو الوسط الذي يذيب المذاب. ولا يمكنك التمييز بين المذاب والمذيب عند النظر إلى المحلول.

أنواع المحاليل لقد تعلمت أن معظم التفاعلات الكيميائية تحدث في المحاليل المائية، وهي المحاليل التي يكون فيها الماء مذيباً. فالماء أكثر المذيبات شيوعاً في المحاليل السائلة. وقد توجد المحاليل في أشكال مختلفة، وقد تكون المواد الذائبة في المحاليل غازية أو سائلة أو صلبة، اعتماداً على الحالة الفيزيائية للمذيب، كما هو موضح في الجدول 1-2. الهواء محلول غازي والمذيب فيه هو غاز النيتروجين. وقد تكون أسلاك تقويم الأسنان التي تضعها على أسنانك مصنوعة من النيتينول، وهو محلول صلب يتكون من التيتانيوم المذاب في النيكل، إلا أن معظم المحاليل تكون في الحالة السائلة.

تكوين المحاليل تسمى المادة التي تذوب في المذيب **المادة الذائبة**. فمثلاً ذوبان السكر في الماء حقيقة يمكن أن تكون قد تعلمتها من إذابة السكر في الماء لعمل

الكيمياء في واقع الحياة

ظاهرة تندال



تشكل أشعة الشمس عند مرورها داخل الغيوم لوحة فنية رائعة الجمال بقدرة الله عز وجل. ويمكنك ملاحظة ظاهرة تندال عند مرور أشعة الشمس من خلال الهواء المشبع بالدخان أو من خلال الضباب أو الغيوم.

14

3. التقويم

التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يقارنوا بين الصفات المختلفة للمخاليط المتجانسة والمخاليط الغروية؟ وكيف يمكنهم التمييز بينها؟ يمكن التمييز بين المخاليط المتجانسة والمخاليط الغروية بتوجيه حزمة ضوئية من خلالها (تأثير تندال). **ض م**

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب تجميع صور المخاليط الشائعة الاستخدام في المنازل والمذكورة في الجدول 1-2 وإصاقها على لوحة حائط، وكتابة اسم المذيب والمذاب المكوّنين للمخلوط أسفل كل صورة، ثم عنون كل صورة: محلول، أو مستحلب، أو هباء جوي. **د م**

التوسع

اطلب إلى الطلاب تصنيف المنتجات الطبية والتجميلية مثل أدوات التجميل، ومنتجات الاستحمام السائلة (الشامبو)، ومعجون الحلاقة، اعتماداً على نوع المخلوط الغروي المكوّن لها. **ض م**

التقويم

الأداء عيّن لكل طالب أو مجموعة من الطلاب مخلوطاً، واطلب إليهم أن يصمّموا تجربة تساعد على تصنيفه إلى محلول أو مخلوط غروي أو مخلوط معلق.

مختبر تحليل البيانات

الهدف يصمّم الطلاب تجربة لقياس العلاقة بين التعكّر ووضوح الرؤية.

المهارات العملية تصميم التجربة، وتحديد المتغيرات، والتفكير الناقد، والتحليل والاستنتاج.

استراتيجيات التدريس

- ناقش تفاصيل إجراء التجربة التي تمّ تصميمها لإيجاد العلاقة بين العامل المستقل (الذي يغيّره الباحث)، والعامل التابع (الذي يتغير تبعاً لتغير العامل المستقل). اسأل الطلاب: ما العوامل الأخرى التي يمكن أن تؤثر في نتائج التجربة؟ وكيف يمكن التحكم فيها؟ يجب أن تبقى شدة الضوء ثابتة، كما يجب أن يكون المخلوّط الغروي منتظماً، وأن تستخدم الطريقة نفسها لكل قياس.
- عند استخدام تأثير تبدال لمراقبة درجة صفاء الماء يعبر عن ذلك بالتعكّر؛ حيث تقاس نفاذية الضوء خلال عمق معين من الماء، وتُقارن بنفاذية الضوء بالعمق نفسه من الماء النقي.
- اقترح على الطلاب استخدام نسب مختلفة من محاليل الحليب والماء لقياس تعكّر كل منها. وناقش معهم كيف يرتبط عدد جسيمات البروتين في الحليب بتعكّر المخلوّط.

التفكير الناقد

1. ستتنوع الإجابات، إلا أنّ كمية التعكّر تتساوى مع عدد نقاط الحليب المستخدمة في تكوين المخلوّط الغروي، ومن ثمّ يكون المتغير المستقل هو تركيز الحليب في مخلوط الماء والحليب. كما يمكن أن تكون المسافة التي يمكن رؤية العلامة عندها أسفل المخبار المدرج هي المتغير التابع، أما العامل الضابط فهو الماء النقي.
2. يستطيع الطلاب من خلال البحث تقدير عدد جزيئات البروتين في عينة حليب معيارية بالاعتماد على تركيبها، ويمكن بعد ذلك استقراء عدد جسيمات المخلوّط الغروي عند كل تركيز من العينة.
3. ستتنوع الإجابات، وقد يذكر الطلاب سلامة الماء، كما يمكن أن تتضمن الإجابات احتياطات السلامة، منها القفازات والنظارات لتجنب التعرض للملوثات المحتملة.
4. قد تتضمن المواد الممكنة: الحليب، والماء، والمسطرة، والقطارة، والمخبار المدرج الذي في أسفله علامة (لتحديد العمق الذي ينعدم عنده رؤية هذه العلامة).

مختبر تحليل البيانات

تصميم تجربة

- كيف يمكنك قياس التعكّر؟ وضعت هيئة المواصفات والمقاييس ماء الشرب مجموعة من المعايير والمواصفات لضمان سلامته. ومن المواصفات التي يتم مراقبتها التعكّر، وهو مقياس لدرجة الضبابية في الماء، الناتجة عن المواد الصلبة العالقة في الماء، والتي تكون مرتبطة غالباً مع التلوث ومع الفيروسات والطفيليات والبكتيريا. تأتي معظم هذه الجسيمات الغروية من التعرية، والنشاط الصناعي، وفضلات الإنسان، ونمو الطحالب، ومن الأسمدة، وتحلل المواد العضوية.**

البيانات والملاحظات

يمكن استخدام تأثير تبدال في قياس تعكّر الماء. والهدف تصميم تجربة وتطوير مقياس لتفسير البيانات.

شرب محلّى كالشاي أو عصير الليمون. وتسمى المادتان السائلتان اللتان تذوب إحداهما في الأخرى بأي نسبة المواد القابلة للامتزاج، ومنها مانع التجمد المذكور في الجدول 1-2. وتسمى المادة التي لا تذوب في المذيب مادة غير ذائبة. فالرمل مثلاً لا يذوب في الماء. وتسمى السوائل التي تمتزج معاً فترة قصيرة عند خلطها، ثم تنفصل بعدها - السوائل غير الممتزجة. فالزيت مثلاً لا يمتزج مع الخل؛ أي أنّ الزيت لا يذوب في الخل.

أنواع المحاليل وأمثلة عليها			الجدول 1-2
المذاب	المذيب	مثال	أنواع المحاليل
الأكسجين (غاز)	النيتروجين (غاز)	الهواء	غاز
ثاني أكسيد الكربون (غاز)	الماء (سائل)	ماء غازي	سائل
الأكسجين (غاز)	الماء (سائل)	ماء البحر	سائل
الإيثيلين جلايكول (سائل)	الماء (سائل)	مادة مخففة لدرجة التجمد	سائل
حمض الإيثانويك (سائل)	الماء (سائل)	الخل	سائل
كلوريد الصوديوم (صلب)	الماء (سائل)	ماء البحر	سائل
الزئبق (سائل)	الفضة (صلب)	ملمغم الأسنان	صلب
الكربون (صلب)	الحديد (صلب)	الفولاذ	صلب

التقويم 1-1

الخلاصة

1. يمكن تمييز مكونات المخلوط غير المتجانس.
2. هناك نوعان من المخاليط غير المتجانسة، هما المعلق والغروي.
3. الحركة البراونية حركة عشوائية لجسيمات المخلوط الغروي.
4. تُظهر المخاليط الغروية والمعلقة تأثير تندال.
5. قد يوجد المحلول في إحدى الحالات الفيزيائية الثلاث: السائلة أو الغازية أو الصلبة، اعتماداً على الحالة الفيزيائية للمذيب.
6. يمكن أن يكون المذاب في المحلول غازاً أو سائلاً أو صلباً.
7. الفكرة الرئيسية: صف خصائص المخاليط مستخدماً ماء البحر كمثال.
8. ميّز بين المخلوط الغروي والمخلوط المعلق.
9. حدّد الأنواع المختلفة للمحاليل.
10. فسر مستخدماً تأثير تندال، لماذا تكون قيادة السيارات خلال أجواء الضباب باستخدام الأنوار العالية أصعب من القيادة باستخدام الأنوار المنخفضة؟
11. اذكر الأنواع المختلفة للمخاليط الغروية.
12. فسر لماذا تبقى جسيمات المذاب في المخلوط الغروي منتشرة فيه؟
13. لخص ما الذي يسبب الحركة البراونية؟
14. قارن كوّن جدولاً تقارن فيه بين خصائص المخلوط المعلق والمخلوط الغروي والمحلول.

التقويم 1-1

1. أقل من الضوء الناتج عن الحزم الضوئية المنخفضة. بالإضافة إلى أن الحزم الضوئية العالية تدخل مباشرة في الضباب، ومن ثمّ ينعكس معظمها في اتجاه السائق مما يزيد من صعوبة الرؤية.
2. ارجع إلى الجدول 1-1 للاطلاع على أوصاف أنواع المخاليط الغروية.
3. لا ترسب الجسيمات لأنها قطبية أو تحيط بها طبقات مشحونة؛ مما يؤدي إلى تنافر هذه الطبقات معاً مانعة الجسيمات من الترسيب أو الانفصال.
4. تنتج الحركة البراونية عن تصادم جسيمات المذاب والمذيب معاً.
5. ستتنوع جداول الطلاب. ولكن يجب أن يتضمن كل منها حجم الجسيمات، واحتمال ترسيبها، وهل تُظهر هذه الجسيمات تأثير تندال أم لا.

1. ستتنوع الإجابات. ولكنها قد تتضمن أن ماء البحر يعد مخلوطاً غير متجانس لوجود جسيمات الطين والأوساخ فيه، ويعد مخلوطاً متجانساً لوجود المواد الذائبة.
2. جسيمات المخلوط المعلق أكبر من جسيمات المخلوط الغروي، وترسب جسيمات المخلوط المعلق، في حين لا ترسب جسيمات المخلوط الغروي.
3. المحاليل جميعها مخاليط متجانسة تحتوي على مادتين أو أكثر. ويمكن أن يكون المحلول سائلاً أو صلباً أو غازاً. وأنواع المحاليل المذكورة في الجدول 1-2.
4. تعطي الحزم الضوئية العالية مجالاً للرؤية أبعد على الطريق من الحزم الضوئية المنخفضة. ولأن الضباب يشتت الضوء تكون كمية الضوء الناتج عن الحزم الضوئية العالية لإنارة الطريق

1-2

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (2) الواردة في مصادر التعلم للفصول (1-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسية

النسبة المئوية والمول أسأل الطلاب، ما الذي تعنيه درجة الطلاب بالنسبة المئوية؟ **يجب أن يشير الطلاب إلى أن النسبة المئوية توضح نسبة الإجابات الصحيحة التي كتبها الطالب في الامتحان.** وضح للطلاب أن النسبة المئوية للمحلول تعكس بالطريقة نفسها نسبة المذاب الموجودة في المحلول ككل. أرجع الطلاب إلى الشكل 1-4 ثم اسألهم أيًا من الصورتين تمثل محلولًا يحتوي على نسبة مئوية أعلى من المذاب؟ **يحتوي الشاي ذو اللون الغامق على نسبة مئوية أعلى من المذاب، ومن ثمّ تركيزه يكون أعلى.** اكتب صيغة النسبة المئوية للكتلة والحجم، ثم اسأل الطلاب أن يحدّدوا لماذا يعتبر استعمال المولارية للتعبير عن تركيز المحلول مثل تركيز الشاي، أو السكر في الماء أفضل؟ **تحتوي المولارية على وحدات قياس تستعمل بسهولة مع مذاب صلب ومذيب سائل.** ناقش مع الطلاب الحاجة إلى استخدام أكثر من طريقة للتعبير عن التركيز من أجل استيعاب الحسابات الكيميائية بدقة ومقارنة المواد في المختبر. **فم**

2. التدريس

تطوير المفهوم

النسب المئوية عرّف الطلاب أن الوحدات المختلفة لتركيز المحاليل عبارة عن نسب. اطلب إلى الطلاب تعريف معنى الكثافة السكانية، وناقش الاختلاف بين أعداد الناس في المدن الكبيرة، والمجتمعات الريفية وذكرهم بأنّه من غير الكافي، معرفة العدد الكلي للناس فقط، ولكن من المهمّ أيضًا معرفة المساحة المتوفرة لديهم. ثم اقترح تشابه نسب التركيز مع هذا الوصف، حيث من غير الكافي معرفة كمية المذاب فقط، ولكن من المهمّ أيضًا معرفة كمية المذيب الموجودة. **دم**

1-2

الأهداف

- تصف التركيز باستعمال وحدات مختلفة.
- تحدّد تراكيز المحاليل.
- تحسب مولارية المحلول.

مراجعة المفردات

المذيب؛ المادة التي تذيب المذاب لتكوين محلول.

المفردات الجديدة

التركيز

المولارية

المولالية

الكسر المولي

الشكل 1-4 تمكّن شدة اللون تركيز الشاي، فتركيز الشاي ذو اللون الغامق أعلى من تركيز الشاي ذي اللون الفاتح.



Solution Concentration

تركيز المحلول

الفكرة الرئيسية يمكن التعبير عن التركيز بدلالة النسبة المئوية أو بالمولات.

الربط مع الحياة هل تذوقت يومًا كأس شاي فوجدته مُرًا؟ إنك لكي تعدل طعمه سوف تقوم بإضافة السكر لتحليلته، أو تضيف الماء لتخفيفه. وما تقوم به في كلتا الحالتين هو تغيير تركيز الجسيمات المذابة في الماء.

التعبير عن التركيز Expressing Concentration

يعد **تركيز** المحلول مقياسًا يعبر عن كمية المذاب الذائبة في كمية محددة من المذيب أو المحلول. ويمكن التعبير عن التركيز وصفيًا باستعمال كلمة "مركّز" أو "مخفّف". لاحظ إبريقَي الشاي في الشكل 1-4؛ فأحد الإبريقين يحوي شايًا أكثر تركيزًا من الآخر. وعمومًا يحتوي المحلول المركز على كمية كبيرة من المذاب. فالشاي الغامق يحتوي على جسيمات شاي أكثر من الشاي الفاتح، والعكس صحيح؛ إذ يحتوي المحلول المخفّف على كمية أقل من المذاب؛ فالشاي الفاتح في الشكل 1-4 محلول مخفّف يحتوي على جسيمات شاي أقل من الشاي الغامق.

وعلى الرغم من أن التعبير الوصفي عن التركيز مفيد، إلا أنه غالبًا ما يتم التعبير عن التركيز كميًا. ومن أكثر التعابير الكمية عن التركيز شيوعًا النسبة المئوية بالكتلة أو النسبة المئوية بالحجم أو المولارية أو المولالية. وكل هذه الطرائق تعبر عن التركيز بوصفه نسبة بين كمية المذاب وبين كمية المذيب أو المحلول كله. ويشمل الجدول 1-3 وصفًا لكل طريقة.

كيف يمكن تحديد الطريقة المستخدمة للتعبير عن تركيز المحلول؟ يعتمد استعمال الطريقة على نوع المحلول الذي يتم تحليله، فإذا كان أحد الكيمائيين مثلاً يعمل على تفاعل في محلول مائي فسوف يستعمل المولارية غالبًا للتعبير عن تركيز المحلول؛ لأنه يحتاج إلى معرفة عدد الجسيمات المشاركة في التفاعل.

الجدول 1-3	
وصف التركيز	نسب التركيز
النسبة المئوية بدلالة الكتلة	$100 \times \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}}$
النسبة المئوية بدلالة الحجم	$100 \times \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}}$
المولارية (التركيز المولاري)	$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول (بالتر)}} \times 1000$
المولالية (التركيز المولالي)	$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$
الكسر المولي	$\frac{\text{عدد مولات المذاب أو المذيب}}{\text{عدد مولات المذاب + عدد مولات المذيب}}$

مثال في الصف

سؤال تحتوي عينة من الفيتامينات المركبة، كتلتها 650 mg، على 1.0 mg من حمض الفوليك. ما النسبة المئوية لكتلة حمض الفوليك في الفيتامين؟

الإجابة

$$\begin{aligned} \% &= \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100 \\ &= \frac{1.0 \text{ mg}}{650 \text{ mg}} \times 100 \\ &= 0.15\% \end{aligned}$$

مسائل تدريبية

9. 3%

10. 54.3 g

11. 1445.7g

12. 1908.4 g

المطلوب

أدخل معلومات من هذا المثال في مطويتك. والنسبة المئوية بدلالة الكتلة هي نسبة كتلة المذاب إلى كتلة المحلول، ويعبر عنها بنسبة مئوية. وكتلة المحلول هي مجموع كتل المذاب والمذيب.

$$\text{النسبة المئوية بدلالة الكتلة} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$$

مثال 1-1

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؟

1 تحليل المسألة

إن كتلة كلوريد الصوديوم في 100 g ماء معروفة. والنسبة المئوية بدلالة الكتلة هي نسبة كتلة المذاب إلى كتلة المحلول (التي هي مجموع كتل المذاب والمذيب معًا).

المطلوب
النسبة المئوية = ؟

المعطيات

$$\begin{aligned} \text{كتلة المذاب} &= 3.6 \text{ g NaCl} \\ \text{كتلة المذيب} &= 100 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

2 حساب المطلوب

أوجد كتلة المحلول

$$\text{كتلة المحلول} = \text{كتلة المذاب} + \text{كتلة المذاب}$$

$$3.6 \text{ g} + 100.0 \text{ g} = 103.6 \text{ g}$$

$$\text{عوض عن كتلة المذاب} = 3.6 \text{ g}، \text{ وكتلة المذيب} = 100.0 \text{ g}$$

احسب النسبة المئوية بدلالة الكتلة

اكتب معادلة النسبة المئوية بالكتلة

$$\text{النسبة المئوية بدلالة الكتلة} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$$

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

$$\text{عوض عن كتلة المذاب} = 3.6 \text{ g}، \text{ وكتلة المحلول} = 103.6 \text{ g}$$

3 تقويم الإجابة

تكون النسبة المئوية بدلالة الكتلة صغيرة؛ لأن كتلة كلوريد الصوديوم الذائبة في 100 g ماء صغيرة.

مسائل تدريبية

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 ؟

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

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

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؟

18

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى دع الطلاب يقوموا بلعب أدوار تركيز المحلول، وقم بوضع شريط لاصق على شكل مربع كبير على الأرض يمثل كمية المذيب. اطلب إلى ثلاثة طلاب الوقوف داخل المربع، ثم اسمح لثلاثة آخرين بالدخول إلى المربع، واطلب إلى الطلاب وصف ما حدث للقيمة العددية لتركيز المحلول. كرر المقارنة مع ثلاثة آخرين، ولكن مع تصغير مساحة المربع ثم اسأل الطلاب ماذا حدث لقيمة التركيز؟ **دم**

تطوير المفهوم

النسب المئوية راجع المعادلتين المتعلقتين بالنسب المئوية لكل من الحجم والكتلة في كتاب الطالب. ذكّر الطلاب في أثناء حل مسائل النسب المئوية للكتلة والحجم بالاختلاف المهم في كون الوحدات المستعملة للتعبير عن كميات المحلول مختلفة. **دم**

ماذا قرأت؟ النسبة المئوية بالكتلة هي مقارنة بين كتلة المذاب إلى الكتلة الكلية للمحلول، بينما النسبة المئوية بالحجم هي مقارنة بين حجم المذاب والحجم الكلي للمحلول.

مسائل تدريبية

13. 18%

14. 2.1%

15. 120 ml

عرض سريع

الحجم بين الطلاب أن الحجم الكلي للمحلول لا يساوي حاصل جمع حجمي السائلين المنفصلين عند مزجها معا. امزج 50.0mL من كحول مع 50.0mL من الماء في مخبار مدرج سعته 100mL، ودع الطلاب يلاحظوا حجم المحلول الناتج. ستلاحظ أن الحجم الكلي الناتج أقل من 100mL. اطلب إلى الطلاب حساب النسبة المئوية لحجم المحلول اعتماداً على حجم المحلول المقاس عملياً. يمكن التخلص من المحلول بوضعه في ماء جار عند الانتهاء من العرض. **ض م**

ماذا قرأت؟ التركيز المولاري هو 0.5M

الكيمياء في واقع الحياة

الديزل الحيوي



يعد الديزل الحيوي وقوداً بديلاً نظيف الاحتراق، وهو ينتج عن موارد متجددة، ويستعمل في محركات الديزل مع القليل من التحسينات أو دونها. والديزل الحيوي سهل الاستعمال وقابل للتحلل الحيوي، وغير سام، ولا يحتوي على الكبريت أو المركبات الأروماتية (العطرية)، كما أنه لا يحتوي على النفط، ولكن يمكن مزجه مع ديزل "النفط" لتكوين الديزل الحيوي الممزوج؛ الذي يتكون من 20% بالحجم ديزل حيوي و 80% بالحجم ديزل من النفط.

النسبة المئوية بدلالة الحجم تصف عادة المحاليل التي يكون فيها المذاب والمذاب في الحالة السائلة. والنسبة المئوية بدلالة الحجم هي النسبة بين حجم المذاب إلى حجم المحلول، ويعبر عنها بنسبة مئوية. وحجم المحلول هو مجموع حجم المذاب وحجم المذيب. إن حسابات النسبة المئوية بدلالة الحجم تشبه حسابات النسبة المئوية بدلالة الكتلة.

$$\text{النسبة المئوية بدلالة الحجم} = \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100$$

ماذا قرأت؟ قارن بين النسبة المئوية بدلالة الكتلة والحجم.

مسائل تدريبية

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

14. ما النسبة المئوية بدلالة الحجم لكحول أيزوبروبيل في محلول يحتوي على 24 mL من كحول الأيزوبروبيل مذاب في 1.1 L من الماء؟

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

المولارية (التركيز المولاري) (M) إن النسبة المئوية بدلالة الكتلة وبدلالة الحجم طريقتان من طرائق التعبير الكمي عن تركيز المحلول. ومن أكثر الوحدات شيوعاً المولارية Molarity. **المولارية (M)** هي عدد مولات المذاب الذائبة في لتر من المحلول، وتعرف أيضاً بالتركيز المولاري. فتركيز لتر من محلول يحتوي على مول من المذاب هو 1.0 M، كما أن تركيز لتر من المحلول يحتوي على 0.1 mol من المذاب هو 0.1 M. ولحساب مولارية المحلول يجب معرفة حجم المحلول بالتر وعدد مولات المذاب.

$$\text{المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} = M$$

ماذا قرأت؟ احسب التركيز المولاري لمحلول حجمه 1.0 L، يحتوي على 0.5 mol من المذاب.

دفتر الكيمياء

مقارنة التركيز اطلب إلى الطلاب إعداد قائمة بوحدات التركيز المرتبطة بالمواقف المنزلية واليومية. قد تتضمن جرعات الدواء مثلاً وحدات mg / kg (قارن جرعات الأطفال مع جرعات الكبار من أدوية السعال)، والنسبة المئوية لفوق أكسيد الهيدروجين (قارن المطهر مع فوق أكسيد الهيدروجين المستعمل في مبيضات الشعر)، وعصير البرتقال المركز، أو المبيدات الحشرية، (قارن الأشكال المركزة والمخففة منها). **ض م**

مثال في الصف

سؤال أذاب طالب 2.75 g من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في الماء لتحضير محلول حجمه 250 mL ، ما مولارية هذا المحلول إذا علمت أن الكتلة المولية لـ NaOH هي 40g /mol ؟

الإجابة

$$\text{mol NaOH} = 2.75 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}}$$

$$= 0.07 \text{ mol NaOH}$$

$$\text{حجم المحلول باللتر} = 250 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{100 \text{ mL}}$$

$$= 0.25 \text{ L}$$

$$\text{Molarity (M)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول (L)}} = \frac{0.07 \text{ mol NaOH}}{0.25 \text{ L}}$$

$$= 0.28 \text{ M}$$

الرياضيات في الكيمياء

عدد المولات مقابل الحجم اطلب إلى الطلاب حساب القيم

المفقودة في الجدول الآتي لمحلول Na_2SO_4 تركيزه 0.149M

الحجم (mL)	عدد المولات	الكتلة (g)
250	0.0373	5.29
525	0.0782	11.1
675	0.101	14.3
837	0.125	17.7
2850	0.425	60.4

استعمل حاسبة الرسوم البيانية ، وأدخل قيم عدد المولات في قائمة واحدة ، وقيم حجم المحلول باللتر في قائمة أخرى. ارسـم بيانياً عدد المولات مقابل الحجم باللتر وصل النقاط ؛ للحصول على أفضل خط مستقيم ، واستعمل دالة الانحدار الخطي في الحاسبة ؛ لتحديد معادلة الخط المستقيم الناتج. اسأل الطلاب ، ماذا يعني ميل الخط المستقيم؟ **الميل يساوي المولارية. ض م**

مسائل تدريبية

16. 0.148 M

17. $8.13 \times 10^{-3} \text{ M}$

18. 0.128 M

19. 28 g

مهـن في الكيمياء

فنيو الصيدلة يستعين الكثير من الصيادلة بالفنيين لتحضير الأدوية المناسبة للوصفات الطبية. يقرأ هؤلاء الفنيون تحاليل وتقارير المريض والوصفات الطبية من أجل تحضير التركيز المناسب أو الجرعة المناسبة من الأدوية التي ستعطى للمريض.

مثال 1-2

حساب المولارية يحتوي 100.5 mL من محلول حقن الوريد على 5.10 g من سكر الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. ما مولارية هذا المحلول، إذا علمت أن الكتلة المولية للجلوكوز هي 180.16g/mol ؟

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت كتلة الجلوكوز الذائبة في حجم من الماء، ومولارية المحلول هي النسبة بين عدد مولات المذاب إلى حجم المحلول باللتر.

المطلوب

تركيز المحلول = M ؟

$$\text{كتلة المذاب} = 5.10 \text{ g } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$\text{الكتلة المولية للجلوكوز} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 180.16 \text{ g/mol}$$

$$\text{حجم المحلول} = 100.5 \text{ mL}$$

2 حساب المطلوب

احسب عدد مولات $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

$$= 5.10 \text{ g } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \left(\frac{1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180.16 \text{ g } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \right)$$

$$= 0.0283 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

وحول حجم المحلول إلى وحدة لتر

$$= 100.5 \text{ mL} \left(\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \right) = 0.1005 \text{ L}$$

اكتب معادلة المولارية

$$\text{م عوض عن عدد مولات المذاب} = 0.0283 \text{ mol} = \text{M} \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

وحجم المحلول = 0.1005 L

$$\text{M} = \frac{0.0283 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{0.1005 \text{ L}} = 0.282 \text{ M}$$

اقسم الأرقام والوحدات

3 تقويم الإجابة

ستكون قيمة المولارية صغيرة؛ لأن كتلة الجلوكوز الذائبة في المحلول صغيرة.

مسائل تدريبية

16. ما مولارية محلول مائي يحتوي على 40.0 g من الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ في 1.5 L من المحلول ؟

17. احسب مولارية محلول حجمه 1.60 L مذاب فيه 1.5g من بروميد البوتاسيوم KBr .

18. ما مولارية محلول مبيض ملابس يحتوي على 9.5 g NaOCl لكل لتر من المحلول ؟

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

دفتر الكيمياء

المحاليل الوريدية محاليل الحقن عن طريق الوريد مهمة في الطب لمساعدة استقرار مستوى السوائل ومحاليل المواد المتأينة للمريض. ويعد محلول كلوريد الصوديوم ومحلول الجلوكوز من المحاليل الأكثر استعمالاً. اطلب إلى الطلاب البحث عن أسباب استعمال المؤسسات الطبية النسبة المئوية ، لبيان التركيز بدلاً من المولارية، ثم اطلب إليهم تحديد مولارية الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ذي التركيز 5% بالكتلة. وإذا كان تركيز كيس من محلول ملحي NaCl كتلته 500.0 g يساوي 0.85% بالكتلة، ما مولارية المحلول؟ يجب وضع طريقة الحل في دفتر الطالب. **ض م**

■ إجابة سؤال الشكل 5-1 لأنها تؤدي إلى زيادة حجم المحلول عن الحجم المطلوب.

مسائل تدريبية

20. 11g

21. 11g

22. 3.0×10^1 g

23. 0.87mL

عرض سريع



التخفيف قبل البدء في تقديم الدرس، استعمل محلول قياسي ملون من محاليل مائية مثل كبريتات النحاس II، أو نترات النيكل II، أو ملون الطعام، وقم بتحضير أربعة محاليل بتركيز معروفة. أضف من 15 mL إلى 20 mL تقريباً من كل محلول إلى أربعة أنابيب اختبار، ورتبها على حامل الأنابيب تنازلياً حسب التركيز.

تحذير: كبريتات النحاس II سامة. اعرض المحاليل أمام الطلاب، واسألهم: ماذا سيحدث لونها عندما يقل التركيز. ضع كمية مماثلة من محلول مجهول التركيز، واطلب إلى الطلاب تحديد التركيز التقريبي لهذا المحلول باستعمال الأنابيب المعروفة التركيز، وذلك بمقارنة لون المحلول بألوان الأنابيب. فسّر للطلاب أن الكيميائيين قاموا بصناعة أجهزة لقياس الألوان، مثل مقياس الألوان ومقياس الطيف الضوئي، التي تعتمد على اللون لقياس التركيز. وعند الانتهاء من العرض بخّر الماء، واحتفظ بالبلورات لاستعمالها مرة أخرى. **ضم م**



خطوة 1 تقاس كتلة المذاب وتضاف إلى قارورة حجمية مناسبة.



خطوة 2 يذاب المذاب في قارورة حجمية مناسبة في أقل كمية من المذيب.



خطوة 3 يضاف الماء المقطر إلى المذاب حتى يصل مستوى المحلول إلى العلامة المحددة على القارورة.

الشكل 5-1 يبين خطوات تحضير محلول كبريتات النحاس.

فسّر لماذا لا يمكنك وضع 375 g من كبريتات النحاس مباشرة في 1.0 L من الماء لتحضير محلول تركيزه 1.5 M؟

تحضير المحاليل القياسية تستعمل في المختبر محاليل لها تراكيز محددة تسمى المحاليل القياسية، ومنها محلول حمض الهيدروكلوريك HCl الذي تركيزه 12 M.

كيف يمكنك تحضير محلول مائي حجمه 1 L وتركيزه 1.50 M من كبريتات النحاس المائية II $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ؟ يحتوي محلول $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ الذي تركيزه 1.5 M على 1.5 mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ مذابة في 1 L من المحلول. فإذا عرفت أن الكتلة المولية للمركب $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ هي 249.70 g/mol، وأن المحلول يحتوي على 1.50 mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ، فتكون كتلته 375 g، وهي كتلة يمكن قياسها بالميزان.

$$\frac{1.50 \text{ mol } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ L من المحلول}} \times \frac{249.7 \text{ g } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = \frac{375 \text{ g } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ L من المحلول}}$$

ولكن لا يمكنك إضافة 375 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ إلى 1.0 L من الماء للحصول على محلول تركيزه 1.5 M بهذه البساطة؛ تعمل $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ مثل المواد الأخرى، على زيادة حجم المحلول عن الحجم المطلوب. لذلك يجب استعمال كمية من الماء تقل عن 1.0 L للحصول على 1.0 L من المحلول، كما هو موضح في الشكل 5-1.

أحياناً تجري تجارب تتطلب استعمال كميات صغيرة من المحلول. فعلى سبيل المثال، قد تحتاج إلى 100 mL من 1.50 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ لإجراء إحدى التجارب. بالرجوع إلى تعريف المولارية، ومن خلال الحسابات السابقة نجد أن محلول $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ الذي تركيزه 1.50 M يحتوي على 1.5 mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ لكل لتر من المحلول. لذلك يحتوي 1 L من المحلول على 375 g من كبريتات النحاس المائية $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

يمكن استعمال هذه العلاقة بوصفها معامل تحويل لحساب كمية المذاب اللازمة لتجربتك.

$$100 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{375 \text{ g } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ L}} = 37.5 \text{ g } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$$

لذلك تحتاج إلى قياس 37.5 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ لعمل 100 mL من محلول تركيزه 1.5 M.

مسائل تدريبية

20. ما كتلة CaCl_2 الذائبة في 1 L من محلول تركيزه 0.10 M؟

21. ما كتلة CaCl_2 اللازمة لتحضير 500.0 mL من محلول تركيزه 0.20 M؟

22. ما كتلة NaOH في محلول مائي حجمه 250 mL وتركيزه 3.0 M؟

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؟

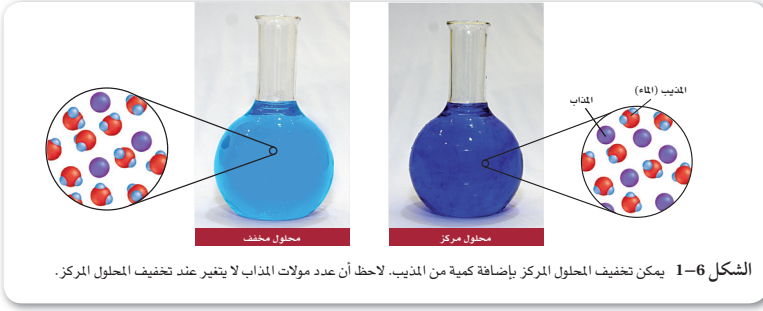


الأداء اطلب من كل طالب أو طالبين تخفيف محلول قياسي، وأعطهم ملف بطاقات يحتوي المعلومات الآتية:

اسم المحلول، تركيز المحلول القياسي، التركيز النهائي، الحجم النهائي.

دع الطلاب يستعملوا محاليل مخضرة من ملونات الطعام والماء تطابق المحلول القياسي، مثل: محلول اللون الأصفر يطابق محلول كرومات البوتاسيوم الذي تركيزه 0.250M، ومحلول اللون الأخضر ليطابق نترات النيكل II وتركيزها 0.355M، ومحلول اللون الأزرق ليطابق إيثانوات النحاس II وتركيزها 0.175M، ومحلول اللون الأزرق والأحمر ليطابق نترات الكروم III، وتركيزها 0.865M.

يستطيع الطلاب استعمال الدوارق الحجمية أو المخبار المدرج؛ اعتماداً على مستوى مهاراتهم المخبرية. زود الطلاب بالأدوات، والأوعية المناسبة لتحضير المحاليل، ثم اطلب إليهم تقديم وصف كامل للحسابات والخطوات التي اتبعوها في عملية تحضير المحاليل. **ضم م**



الشكل 6-1 يمكن تخفيف المحلول المركز بإضافة كمية من المذيب. لاحظ أن عدد مولات المذاب لا يتغير عند تخفيف المحلول المركز.

تخفيف المحاليل المولارية تذكر أن المحاليل المركزة تحتوي على كمية كبيرة من المذاب. ويمكنك تحضير محلول أقل تركيزاً عن طريق تخفيف كمية من المحلول القياسي بإضافة المزيد من المذيب، إذ يزيد عدد الجسيمات التي تتحرك خلالها جسيمات المذاب، كما هو موضح في الشكل 6-1، ومن ثم يقل تركيز المحلول.

كيف يمكنك تحديد حجم المحلول القياسي اللازم تخفيفه؟

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول (باللتر)}} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{V} = M$$

عدد مولات المذاب = المولارية × حجم المحلول باللتر.

ولأن عدد مولات المذاب لا يتغير بالتخفيف فإن عدد مولات المذاب في المحلول قبل التخفيف يساوي عدد مولات المذاب بعد التخفيف.

وبالتعويض عن عدد مولات المذاب بالمولارية مضروبة في حجم المحلول بالتر يمكن التعبير عن هذه العلاقة في معادلة التخفيف الآتية:

معادلة التخفيف

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

M = المولارية

V = الحجم

حيث أن M_1 : المولارية قبل التخفيف، و V_1 : الحجم قبل التخفيف، و M_2 : المولارية بعد التخفيف، و V_2 : الحجم بعد التخفيف.

تمثل M_1 و V_1 المولارية وحجم المحلول القياسي. وتمثل M_2 و V_2 مولارية وحجم المحلول المخفف. يحتوي المحلول المركز قبل التخفيف على نسبة عالية من جسيمات المذاب بالنسبة إلى جسيمات المذيب، لاحظ أن هذه النسبة تقل بعد إضافة كمية أخرى من المذيب.

مشروع الكيمياء

الملوثات المسموحة دع مجموعات من الطلاب يبحثوا عن الحدود المسموح بها من قبل هيئة الغذاء والدواء لمختلف أنواع الملوثات الموجودة في ماء الشرب. قد لا تتشابه الحدود المحليّة، والحدود الدوليّة. دع الطلاب يقارنوا بين المناطق المختلفة من حيث القوانين، ويخمنوا أسباب اختلافها. **ضم م**

مثال في الصف

سؤال إذا استعمل طالب 75 mL من محلول قياسي مركز من HCl لتحضير محلول تركيزه 0.50 M وحجمه 1.5 L. فما تركيز المحلول القياسي؟

الإجابة

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$M_1 = 0.50M \left(\frac{1.5 L}{0.075 L} \right)$$

$$= 10.0 M$$

مسائل تدريبية

.24 125 mL

.25 50.0 mL

.26 91.15 g

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

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت مولارية محلول قياسي من كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ والمولارية والحجم للمحلول بعد التخفيف، وباستعمال العلاقة بين المولارية والحجم يمكن إيجاد حجم المحلول القياسي اللازم بالتر ثم تحويله إلى ملتر.

المطلوب
 $V_1 = ? \text{ mL}$

المعطيات

$$M_1 = 2.00 M \text{ CaCl}_2$$

$$M_2 = 0.300 M$$

$$V_2 = 0.50 L$$

2 حساب المطلوب

حل المعادلة لإيجاد حجم المحلول القياسي V_1

اكتب معادلة التخفيف

حل لإيجاد V_1

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$V_1 = V_2 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)$$

$$V_1 = (0.50 L) \left(\frac{0.300 M}{2.00 M} \right)$$

$$V_1 = (0.50 L) \left(\frac{0.300 M}{2.00 M} \right) = 0.075 L$$

$$V_1 = (0.075 L) \left(\frac{1000 \text{ mL}}{1 L} \right) = 75 \text{ mL}$$

$$V_2 = 0.50 L, M_2 = 0.300 M, M_1 = 2.00 M$$

اضرب واقسم الأرقام والوحدات

حول إلى ملتر باستعمال معامل التحويل 1000 mL/1L

قس 75 mL من المحلول القياسي، ثم خففه بكمية الماء اللازمة للحصول على الحجم النهائي 0.5 L.

3 تقويم الإجابة

تم حساب الحجم V_1 وتحويله إلى ملترات، ويجب أن يكون أقل من الحجم النهائي للمحلول المخفف V_2 ، وهو من معطيات المسألة.

مسائل تدريبية

.24 ما حجم المحلول القياسي 3.00 M KI اللازم لتحضير محلول مخفف منه تركيزه 1.25 M وحجمه 0.300 L؟

.25 ما حجم المحلول القياسي 0.50 M H_2SO_4 بالملترات اللازم لتحضير محلول مخفف منه حجمه 100 mL وتركيزه 0.25 M؟

.26 تحفيز إذا خفف 0.5 L من المحلول القياسي 5 M HCl ليصبح 2 L فما كتلة HCl في المحلول؟

التعزيز

وحدات التركيز يخلط الطلاب بين مفهوم المولارية والمولالية في العادة، لذا اطلب إلى الطلاب إعداد جدول بعمودين، ووضع المفهومين عناوين للأعمدة، ثم القيام بكتابة تعريف كل مفهوم، والمعادلة المستعملة لحساب كل منهما، وأسباب استعمال كل من التعبيرين. **ف م**

التقويم

المهارة عين لكل طالب سؤالاً من أسئلة نهاية الفصل، أو من المسائل التدريبية. **ض م**

مثال في الصف

سؤال في إحدى التجارب تم إضافة 3.2 g من هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 إلى 1.0 kg من الماء. ما مولالية المحلول الناتج؟ إذا علمت أن الكتلة المولية ل Ca(OH)_2 تساوي 74.093 g/mol.

الإجابة

$$\begin{aligned} \text{moles (عدد المولات)} &= \frac{3.2 \text{ g}}{74.093 \text{ g/mol}} \\ &= 0.043 \text{ mol} \\ (m) \text{ المولالية} &= \frac{\text{مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب}} \\ &= \frac{0.043 \text{ mol Ca(OH)}_2}{1.0 \text{ kg H}_2\text{O}} \\ &= 0.043 \text{ mol/kg} \end{aligned}$$

مسائل تدريبية

27. 0.0704 m

28. 171 g

المولالية (التركيز المولي) (m) يتغير حجم المحلول عند تغير درجة الحرارة؛ فقد يتمدد أو يتقلص، مما يؤثر في مولارية المحلول. لكن لا تتأثر كتل المواد في المحلول بدرجات الحرارة، لذا من المفيد أحياناً وصف المحاليل بعدد مولات المذاب في كتلة معينة من المذيب. ويسمى مثل هذا الوصف **المولالية**، ويرمز إليه بالرمز m . ويكون تركيز المحلول الذي يحتوي على 1 mol من المذاب في 1 kg من المذيب m (1 محلول مولالي).

$$\text{المولالية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

مثال 1-4

حساب المولالية أضف طالب في إحدى التجارب 4.5 g من كلوريد الصوديوم إلى 100.0 g من الماء. احسب مولالية المحلول.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت كتلة المذيب والمذاب. حدد عدد مولات المذاب، ثم احسب المولالية.

المعطيات	كتلة الماء $\text{H}_2\text{O} = 100.0 \text{ g}$
المطلوب	كتلة كلوريد الصوديوم $\text{NaCl} = 4.5 \text{ g}$
	$m = ? \text{ mol/kg}$

2 حساب المطلوب

احسب عدد مولات NaCl	$4.5 \text{ g NaCl} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.44 \text{ g NaCl}} = 0.077 \text{ mol NaCl}$
حول كتلة H_2O من جرامات إلى كيلوجرامات باستعمال معامل التحويل 1kg / 1000 g H_2O	$100.0 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ kg H}_2\text{O}}{1000 \text{ g H}_2\text{O}} = 0.1000 \text{ kg H}_2\text{O}$

عوض بالمعطيات في معادلة المولالية.

اكتب معادلة المولالية	$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب (kg)}} = \text{المولالية (m)}$
عوض عن عدد مولات المذاب 0.077 mol NaCl وكتلة المذيب $0.1000 \text{ kg H}_2\text{O}$	$m = \frac{0.077 \text{ mol NaCl}}{0.1000 \text{ kg H}_2\text{O}} = 0.77 \text{ mol/kg}$

3 تقويم الإجابة

هناك أقل من 1/10 mol من المذاب في 1/10 Kg من الماء، لذا ستكون المولالية أقل من واحد، وهي كذلك.

مسائل تدريبية

27. ما مولالية محلول يحتوي على 10.0 g من كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 ذائبة في 1000.0 g ماء؟
28. تحفيز ما كتلة Ba(OH)_2 بالجرامات، اللازمة لتحضير محلول مائي تركيزه $m = 1.00$ ؟

24

التنوع الثقافي

تمنع تآكل مينا الأسنان. وتحتوي مياه الشرب في بعض المناطق من العالم على هذا المستوى من الفلوريد بصورة طبيعية، إلا أن كمية كبيرة من الفلور غير صحيحة؛ حيث إن زيادة كمية الفلوريد في مياه الشرب قد تجعل الأسنان أكثر بياضاً. اسأل الطلاب لماذا تحدث هذه العملية بصورة أكبر في المناطق الحارة، أو المناطق التي يستهلك فيها الناس المياه بكميات كبيرة؟

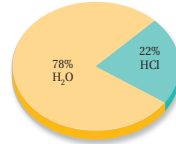
الفلور في الماء أثبتت الأبحاث وجود علاقة بين توفر أيونات الفلوريد في مياه الشرب، وقلة تسوس الأسنان. تتكون التجاويف في الأسنان عندما تتخمر السكريات في الفم مكونة حمض اللاكتيك الذي يتفاعل مع مينا السن مسبباً ذوبانها. وقد وجد أن إضافة كمية أقل من 5mg من الفلوريد لكل kg من ماء الشرب، أو ما يعادل 5ppm (5 أجزاء من المليون) في مياه الشرب

مسائل تدريبية

0.1173 .29

12.15g .30

محلول حمض الهيدروكلوريك



$$X_{\text{HCl}} + X_{\text{H}_2\text{O}} = 1.00$$

$$0.22 + 0.78 = 1.00$$

الشكل 7-1 يشير الكسر المولي إلى عدد مولات المذاب والمذيب بالنسبة إلى عدد المولات الكلي في المحلول. ويمكن النظر إلى الكسر المولي على أنه نسبة مئوية، فمثلاً إذا كان الكسر المولي للماء (X_{H₂O}) يساوي 0.78: فهذا يعني أن المحلول يحوي 78% من الماء.

الكسر المولي إذا عرفت عدد مولات المذاب والمذيب أمكنك التعبير عن تركيز المحلول بما يعرف **بالكسر المولي**، وهو نسبة عدد مولات المذاب أو المذيب في المحلول إلى عدد المولات الكلية للمذيب والمذاب. يستعمل الرمز X عادة للكسر المولي مع الإشارة إلى المذيب أو المذاب. ويمكن التعبير عن الكسر المولي للمذيب X_A والكسر المولي للمذاب X_B كما يأتي:

الكسر المولي

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \quad X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

ن_A و X_A يمثلان الكسر المولي لكل مادة.
ن_B و X_B يمثلان عدد مولات كل مادة.

فعل سبيل المثال: يحتوي 100 g من محلول حمض الهيدروكلوريك على 36 g HCl و 64 g H₂O، كما هو موضح في الشكل 7-1. ولتحويل هذه الكتل إلى مولات عليك استعمال الكتل المولية بوصفها عوامل تحويل.

$$n_{\text{HCl}} = 36 \text{ g HCl} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36.5 \text{ g HCl}} = 0.99 \text{ mol HCl}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 64 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.0 \text{ g H}_2\text{O}} = 3.6 \text{ mol H}_2\text{O}$$

يُعبّر عن الكسر المولي لكل من الماء وحمض الهيدروكلوريك كما يأتي:

$$X_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{n_{\text{HCl}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0.99 \text{ mol HCl}}{0.99 \text{ mol HCl} + 3.6 \text{ mol H}_2\text{O}} = 0.22$$

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{HCl}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{3.6 \text{ mol H}_2\text{O}}{0.99 \text{ mol HCl} + 3.6 \text{ mol H}_2\text{O}} = 0.78$$

مسائل تدريبية

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

30. تحفيز إذا كان الكسر المولي لحمض الكبريتيك H₂SO₄ في محلول مائي يساوي 0.325 فما كتلة الماء بالجرامات الموجودة في 100 mL من المحلول؟

الناس على إضافة الفلوريد على الرغم من فوائده في تقليل تآكل الأسنان. قد تتضمن بعض الأسباب الجرعات الزائدة، وحالات التسمم، أو حساسية التعرض للفلوريد من خلال معجون، أو غسول الفم.

تتفاوت كميات الفلوريد المضافة لمياه الشرب من منطقة إلى أخرى ومن بلد إلى آخر. ولا تزال الآراء تختلف في موضوع إضافة مستويات منخفضة من الفلوريد إلى مياه الشرب في كثير من الدول. كما يرى كثير من الناس أن إضافة أيونات الفلوريد إلى مياه الشرب العامة أمرًا إجباريًا من الناحية الطبيّة. ناقش أسباب اعتراض

3. التقويم

التحقق من الفهم

وزّع طلاب الصف إلى مجموعات خماسية وحدد لكل طالب في المجموعة مهمة إيجاد الآتي: المولارية، والمولالية، والكسر المولي، والنسبة المئوية للمحلول. على كل طالب حل المسألة المعطاة، ثم شرح الحل لبقية أعضاء المجموعة. **ض م تعلم تعاوني**

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب إعداد مخطط يدرج الخطوات اللازمة؛ لتحديد التركيز باستعمال كل وحدة من وحدات هذا الفصل، ثم حل المسائل الآتية باستعمال وحدتين على الأقل: إذابة 115.g من حمض الأستيك $HC_2H_3O_2$ في 1500 mL من الماء. تذكر أنّ كتلة كل mL من الماء تساوي 1g، لذا ذكر الطلاب بضرورة الانتباه الشديد للوحدات. **ض م**

التوسع

أجزاء المليون قارن وحدات تركيز المحلول بالوحدات البيئية المستعملة، جزء من مليون (ppm) والتي تعادل 1mg /L، ثم احسب مولارية، ومولالية محلول من البنزين C_6H_6 تركيزه 5ppm

ض م ف م $6.4 \times 10^{-5} M$; $0.064 m$

التقويم 1-2

الخلاصة

31. الفترة الرئيسية قارن بين خمس طرائق للتعبير عن تراكيز المحاليل كمياً.
32. وضح التشابه والاختلاف بين 1M من محلول NaOH و 1m من محلول NaOH.
33. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلوريد الصوديوم في علبه حساء الدجاج إذا احتوت على 450 mg كلوريد صوديوم في 240.0 g من الحساء.
34. أوجد كتلة كلوريد الأمونيوم NH_4Cl بالجرامات اللازمة لتحضير محلول مائي حجمه 2.5 L وتركيزه 0.5 M.
35. لخص الخطوات العملية لتحضير محلول مخفف بحجم معين من المحلول التخفيف. القياسي المركز.
- يعبر عن التركيز كمياً ونوعاً.
- المولارية هي عدد مولات المذاب في 1.0 L من المحلول.
- المولالية هي نسبة عدد مولات المذاب في 1.0 kg من المذيب.
- لا يتغير عدد مولات المذاب خلال التخفيف.

26

التقويم 1-2

31. تعتمد المولارية والمولالية والكسر المولي على عدد مولات المذاب بالنسبة لكمية أخرى، وتعرف كل من النسبة المئوية والمولارية للحجم على أساس حجم المحلول. في حين تعتمد المولالية، والكسر المولي على كمية المذيب. وتبقى النسبة المئوية للحجم، والكتلة هما الوحيدتان اللتان تتضمنان النسبة المئوية.
32. يحتوي كلا المحلولين على مذاب هو NaOH، ومذيب هو الماء، ويحتوي المحلول الذي تركيزه 1m على 1mol من NaOH لكل 1Kg ماء، ويحتوي المحلول الذي تركيزه 1M على 1 mol من NaOH لكل لتر (L) من المحلول.
33. 0.19%
34. 66.86 g من NH_4Cl
35. احسب حجم المحلول القياسي اللازم، وأضفه إلى الدورق القياسي، ثم أضف الماء إلى أن تصل إلى العلامة المطلوبة على الدورق القياسي.

1-3

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (3) الواردة في مصادر التعلم للفصول (1-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسية

اطلب إلى الطلاب الاطلاع على الشكل (1-8) ثم اسألهم، ما الذي يحدث؟ **يذوب الملح في الماء.** اطلب إلى الطلاب تحديد المذاب والمذيب. **يجب على الطلاب أن يحدّدوا جزيئات الملح، وجزيئات الماء في الشكل، ويميّزوا أنّ الماء هو المذيب، والملح هو المذاب.** اطلب إلى الطلاب العودة إلى الشكل؛ ليفسروا ما يحدث للمذاب. **يُسحب المذاب ويحاط بالمذيب.** اشرح للطلاب أنّ هذه هي عملية الذوبان، وأنّ هناك ثلاثة عوامل رئيسية تؤثر في الذوبان: الحرارة، والضغط (للغازات)، والقطبية. ذكّر الطلاب أنّ حدوث الذوبان يستوجب سحب جسيمات المذاب بواسطة جسيمات المذيب، واطلب إليهم توقع كيفية تأثير كل عامل في الذوبان. **يجب على الطلاب أن يستعملوا هذه التوقعات كمرجعية في قراءاتهم.** **ضم م**

2. التدريس

تطوير المفهوم

المحايل الشائعة اطلب إلى الطلاب إعداد قائمة بالمحايل التي يستعملونها بشكل دائم، ثم راجع القائمة في الصف؛ للتأكد من أنّ الطلاب اختاروا محاليلًا فقط. **ف م**

التقويم

المعرفة دع الطلاب يكتبوا تفسيرًا للقاعدة التي تقول (المثلُ يذيب المثل) بكلماتهم الخاصة، واستعمال أمثلة من تجاربهم الخاصة. **ضم م**

1-3

الأهداف

العوامل المؤثرة في الذوبان Factors Affecting Solvation

تصف تأثير قوى التجاذب بين الجزيئات في الذوبان.

تعرف الذائبية.

تستنتج العوامل المؤثرة في الذوبان.

مراجعة المفردات

طاردة للحرارة، التفاعل الكيميائي الذي يطلق طاقة أكثر مما يحتاج لكسر روابط المواد المتفاعلة.

المفردات الجديدة

الذوبان

حرارة الذوبان

المحلول غير المشبع

المحلول المشبع

المحلول فوق المشبع

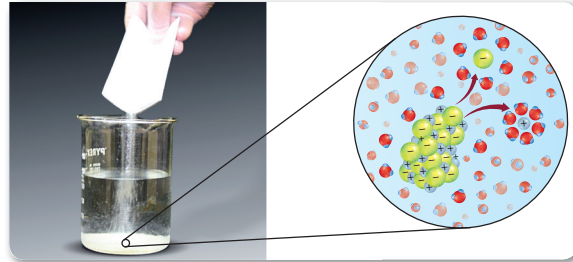
قانون هنري

الفكرة الرئيسية يتأثر تكون المحلول بعوامل، منها الحرارة والضغط والقطبية. **الرابط مع الحياة** عند تحضير حساء من خليط جاف فإنك تضيف الماء البارد إلى الخليط، ثم تحركه، وسوف تلاحظ أن كمية قليلة من المسحوق ذابت في البداية، وبعد تسخينه وتحريكه مرة أخرى تجد أن المسحوق قد ذاب، وأصبح لديك حساء متماسك.

عملية الذوبان The Solvation Process

عند وضع مذاب صلب في مذيب، تحيط جسيمات المذيب بسطح المذاب الصلب تمامًا. فإذا كانت قوى التجاذب المتكونة بين جسيمات المذاب والمذيب أكبر من قوى التجاذب بين جسيمات المذاب نفسه فسوف تجذب جسيمات المذيب جسيمات المذاب، وتفصل بعضها عن بعض وتحيط بها، ثم تتعد جسيمات المذاب المحاطة بجسيمات المذيب عن المذاب الصلب، وتنتج نحو المحلول.

وتسمى عملية إحاطة جسيمات المذاب بجسيمات المذيب **الذوبان**، كما هو موضح في الشكل 1-8، فالملح يذوب شبيهه "like dissolves like"، قاعدة عامة تستعمل لتحديد ما إذا كانت عملية الذوبان تحدث في مذيب معين. ولتحديد ما إذا كان المذيب والمذاب متماثلين يجب دراسة قطبية المركبات ونوع الروابط بين الجزيئية فيها.



الشكل 1-8 يأخذ الملح في الاتصال عندما يوضع في الماء؛ إذ تسحب جسيمات المذاب وتحاط بجسيمات المذيب.

27

طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى اطلب إلى الطلاب أن يصمّموا إعلانًا، أو رسماً توضيحيًا لعملية الذوبان، مع تسمية الأيونات الموجبة والسالبة، والأطراف القطبية لجزيئات الماء، ثم يتبادلوا تصاميمهم أو رسوماتهم التوضيحية مع بقية الصف، وتفسير عملية الذوبان. **ف م**



المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

غالباً ما يعتقد الطلاب أن الماء هو المذيب في المحاليل جميعها.

الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

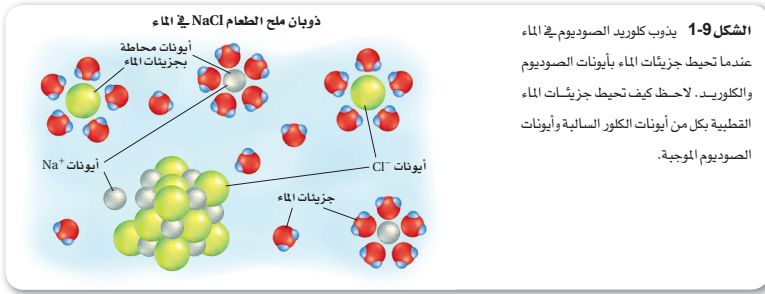
زود الصفّ بأكبر عددٍ من المحاليل الشائعة مثل: منظفات الزجاج، وسييكة النحاس، والفولاذ، وسييكة القصدير الأسود، والكحول الطبيّ، وصبغة اليود، ومياه غازية في وعاء مغلق، ومشروب الطاقة. اطلب إلى مجموعاتٍ من الطلاب تحديد مكونات كلِّ محلول. وإذا أمكن تحديد المذيب والمذاب، والحالات الفيزيائية للموادّ المكونة للمحلول.

عرض المفهوم

ارسم جدولاً على السبورة، وضع الكلمات الآتية عناوين في أعمدته: مخلوط، ومذاب، ومذيب، واجعل مجموعات الطلاب تعدُّ قائمةً بمكونات المخلوط، وساعدهم على تصنيف المكونات إلى سائل، وصلب، وغاز. سيتوصل الطلاب إلى أنّ المحلول ليس عبارة عن صلب ذائب في سائل فقط، وأنّ الماء ليس المذيب دائماً.

تقويم المعرفة الجديدة

دع الطلاب يذكروا أمثلة على الأنواع المختلفة للمحاليل.



محاليل المركبات الأيونية تعلم أن جزيئات الماء قطبية، وأنها في حركة مستمرة، بحسب نظرية الحركة الجزيئية. فعند وضع بلورة من مركب أيوني مثل كلوريد الصوديوم (NaCl) في الماء تصطدم جزيئات الماء بسطح البلورة. وعندها تجذب أقطاب جزيئات الماء المشحونة أيونات الصوديوم الموجبة وأيونات الكلوريد السالبة. وهذا التجاذب بين الأقطاب والأيونات أكبر من التجاذب بين الأيونات في البلورة. لذلك تنزلق الأيونات مبتعدة عن سطح البلورة. وتحيط جزيئات الماء بالأيونات وتسحبها نحو المحلول، معرّضة أيونات أخرى على سطح البلورة للذوبان، وهكذا تستمر عملية الذوبان حتى تذوب البلورة كلها، انظر الشكل 1-9. لا يمكن إذابة جميع المركبات الأيونية في الماء؛ فالجيس مثلاً لا يذوب في الماء؛ لأن قوى التجاذب بين أيونات الجيس قوية؛ بحيث لا تستطيع قوى التجاذب بين جزيئات الماء والأيونات التغلب عليها. ولقد أسهمت اكتشافات محاليل ومخاليط معينة - ومنها الجيرة الطبيعية المحضرة من الجبس - في تطوير الكثير من المنتجات والعمليات، كما هو موضح في الشكل 1-10.

الشكل 1-10 كيمياء المحاليل

أسهم العلماء العاملون في مجال المحاليل الكيميائية في تطوير منتجات وعمليات تتضمن مجالات التقنية الطبية، وتحضير الطعام وحفظه، والصحة العامة والسلامة.

1916م طوّر الأطباء محلول الجلوسول الذي يسمح بتخزين الدم عدة أسابيع بعد سحبه.



1883م أول نجاح لعملية طرد مركزي تستعمل الدوران السريع لفصل مكونات المخلوط.

1890

1890

1870

1899م سجلت براءة اختراع جديدة لأحدث تقنية تستخدم في التقليل من حجم حبيبات الدهن الذاتية في الحليب؛ لمنع تكوّن طبقة زبد، في عملية تسمى التجانس.

1866م كان اختراع السلولويد -وهو محلول من الكافور والسليلوز- إشارة إلى بدايات صناعة البلاستيك.



28

مشروع الكيمياء

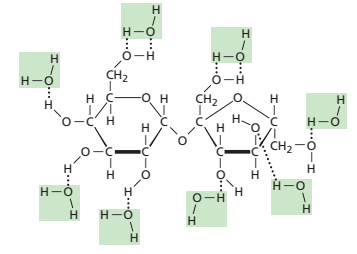
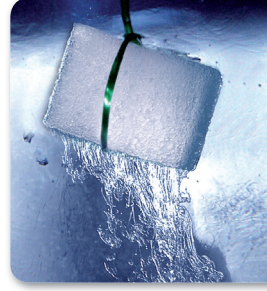
مشروبات الطاقة اطلب إلى الطلاب البحث عن مشروبات الطاقة، ومقارنة المكونات الغذائية والمكونات العامة للأنواع المختلفة. هل من المفيد تناول مشروبات الطاقة إذا كنت رياضياً أو عند انتهائك من نشاط مُجهّد؟ هل يختلف مشروب الطاقة عن باقي المشروبات ذات النكهة غير الغازية بشكل كبير؟ دع الطلاب يقارنوا تكلفة الأنواع المختلفة لمشروبات الطاقة مع المشروبات ذات النكهة غير الغازية. **ض م**

الخلفية النظرية للمحتوى

مياه شرب صالحة قد تؤثر الكوارث الطبيعية، ومنها الأعاصير والفيضانات والزلازل على أنظمة مياه الشرب، وقد تصبح المياه ملوثة بمياه المجاري والنفايات الزراعية، أو الصناعية مما ينتج عن ذلك إصابة الناس بعدوى الأمراض البكتيرية مثل: الكوليرا، والتيفوئيد. وقد طورت في عام 2003م أجهزة تنقية المياه، والتي تحتوي على هيبوكلورات الكالسيوم، التي تقتل العديد من المخلوقات المجهرية إضافة إلى مواد كيميائية، تعمل على ترسيب الفلزات الثقيلة، والمبيدات الحشرية. تذاب هذه المواد في الماء من مصادر محلية، وترشح خلال قطعة قماش لإزالة الشوائب وإنتاج ماء صالح للشرب.

تطبيقات في الكيمياء

المنظفات الصابون، والمنظفات تطبق على "المذيب يذيب شبيهه" فهي تتكون من سلاسل هيدروكربونية طويلة غير قطبية باستثناء طرف المجموعة الكربوكسيلية. حيث ينجذب الطرف الهيدروكربوني غير القطبي نحو الدهن، والزيت الموجود على قطع القماش، ويميل إلى الإحاطة بجسيمات البقعة. وترتبط الأطراف القطبية للصابون بجزيئات الماء، ونتيجة لذلك يمكن غسل البقعة غير القطبية المحاطة بجزيئات الصابون بعيداً عن قطعة القماش.



الشكل 11-1 يحتوي جزيء السكرز على 8 روابط O - H قطبية، وتكون جزيئات الماء القطبية روابط هيدروجينية مع الروابط O - H في السكرز، وتسحب جزيئات السكرز نحو المحلول.

محايل المركبات الجزيئية يعد الماء مذيباً جيداً للكثير من المركبات الجزيئية. فسكر المائدة عبارة عن المركب الجزيئي السكرز، ويحتوي جزيئاته القطبية على عدة روابط من O - H، كما هو موضح في الشكل 11-1. وبمجرد ملاصقة بلورات السكر الماء، تصطدم جزيئات الماء بالسطح الخارجي للبلورات، وتصبح كل رابطة O - H في السكرز موقفاً لتكوين روابط هيدروجينية مع الماء، لذا يتم التغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السكرز بقوى التجاذب التي تتكون بين جزيئاته وجزيئات الماء القطبية، فتترك جزيئات السكرز البلورة، وتصبح ذائبة في الماء.

يتكون الزيت من الكربون والهيدروجين، ولا يكون محلولاً مع الماء؛ وذلك لأن قوى التجاذب التي تتكون بين جزيئات الماء القطبية وجزيئات الزيت غير القطبية ضعيفة. لذا يذوب الزيت في مذيب غير قطبي؛ لأن المذاب غير القطبي يذوب بسهولة أكبر في المذيب غير القطبي.



دفتر الكيمياء

الاكتشافات اطلب إلى الطلاب مناقشة الأشخاص الأكثر تأثيراً بكل اكتشاف أو تطور مذكور على خط الزمن. وكيف يمكن لمجتمعنا أن يكون مختلفاً هذه الأيام إذا لم تحدث هذه الاكتشافات؟ وما هي الفئات الأكثر تأثيراً؟ وكيف؟ اطلب إلى الطلاب تسجيل إجاباتهم في دفاترهم.

✓ **ماذا قرأت؟** يجب توفر الطاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذاب، وكذلك بين جزيئات المذيب. وتنتج الطاقة عند تجاذب كل من جسيمات المذاب والمذيب معاً. وتحدد محصلة التغير في الطاقة لهاتين العمليتين ما إذا كان المحلول ماصاً للطاقة، أو طارداً لها.

تطوير المفهوم

عملية الذوبان بين أنه يمكن التفكير في آلية الذوبان على أنها مجموع ثلاث عمليات:

1. تكسير الروابط بين جسيمات المذاب لتصبح جسيمات منفصلة.
2. توسيع المسافات بين جسيمات المذيب لتسمح لجسيمات المذاب بالدخول بينها.
3. التداخل بين جسيمات المذاب والمذيب لتكوين المحلول.

ضم



مكعب من السكر يذوب مكعب السكر في الشاي المثلج ببطء، وتزداد سرعة الذوبان عند تحريكه.



يذوب السكر المطحون بسرعة أكبر من مكعب السكر في الشاي المثلج، كما يزيد التحريك من سرعة ذوبان السكر المطحون.



يذوب السكر المطحون بسرعة كبيرة جداً في الشاي الساخن.

الشكل 1-12 يؤثر كل من التحريك، ومساحة السطح، ودرجة الحرارة في سرعة الذوبان.

30

حرارة الذوبان تنفصل جسيمات المذاب بعضها عن بعض خلال عملية الذوبان، وتتبادل جسيمات المذيب لتسمح لجسيمات المذاب بالدخول بينها. ويلزم طاقة للتغلب على قوى التجاذب التي بين جسيمات المذاب والتي بين جسيمات المذيب، لذلك فكلتا الحطوتين ماصّة للطاقة. وعند خلط جسيمات المذيب مع جسيمات المذاب تتجاذب جسيماتها وتنطلق الطاقة لذا فإن هذه الخطوة في عملية الذوبان طاردة للطاقة. ويسمى التغير الكلي للطاقة الذي يحدث خلال عملية تكون المحلول **حرارة الذوبان**.

وكما لاحظت في التجربة الاستهلالية أن بعض المحاليل تنتج طاقة في أثناء تكونها (طاردة للطاقة)، وبعضها الآخر يمتص طاقة في أثناء تكونه (ماصة للطاقة). فمثلاً بعد ذوبان نترات الأمونيوم في وعاء يحوي ماء يصبح الوعاء بارداً، أما بعد ذوبان كلوريد الكالسيوم في وعاء يحوي ماء فيصبح الوعاء ساخناً.

✓ **ماذا قرأت؟** فسّر لماذا تنتج بعض المحاليل طاقة في أثناء تكونها بينما يمتص بعضها الآخر طاقة في أثناء تكونه؟

العوامل المؤثرة في الذوبان

Factors That Affect Solvation

يحدث الذوبان عند تصادم جسيمات المذاب والمذيب معاً. وبين الشكل 1-12 ثلاث طرائق شائعة لزيادة التصادمات بين جسيمات المذاب والمذيب وزيادة سرعة الذوبان، وهي: التحريك، وزيادة مساحة سطح المذاب، ورفع درجة حرارة المذيب.

التحريك يجعل تحريك المحلول على إبعاد جسيمات المذاب عن سطوح التماس بسرعة أكبر، وبذلك يسمح بحدوث تصادمات أخرى بين جسيمات المذاب والمذيب. ومن دون تحريك المحلول تتحرك الجسيمات الذائبة بعيداً عن مناطق التماس ببطء.

مساحة السطح إن تكسير المذاب إلى قطع صغيرة يزيد من مساحة سطحه. وتساعد الزيادة في مساحة السطح على زيادة عدد التصادمات التي تحدث بين جسيماته وجسيمات المذيب. لذا فإن ملعقة من السكر المطحون تذوب أسرع من الكمية نفسها التي تكون في صورة مكعبات.

الحرارة تتأثر سرعة الذوبان بدرجة الحرارة؛ فالمذيب الساخن يذيب كمية أكبر من المذاب مقارنة بالمذيب البارد. لذلك يستوعب الشاي الساخن سكرًا ذائبًا أكثر من الشاي المثلج، كما أن السكر يذوب فيه أسرع. ومع زيادة درجة الحرارة تسلك معظم المواد الصلبة سلوك السكر عند الذوبان. إلا أن ذوبان بعض المواد الأخرى، ومنها الغازات، يقل بزيادة درجة الحرارة، وهذا يجعل المشروبات الغازية تفقد طعمها اللاذع أسرع عند درجة حرارة الغرفة، مما لو كانت باردة.

عرض توضيحي

الحرارة والذائبية

الهدف توضيح تأثير الحرارة على الذائبية.

المواد والأدوات

دورق مخروطي سعة 125 mL عدد (2)، سخان كهربائي، ساق زجاجية عدد (2)، 20 g من $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ، 20 g من KNO_3 ، ماء.

احتياطات السلامة

التخلص من النفايات تحلّص من الكيماويات جميعها بسكبها في المغسلة مع كميات كبيرة من الماء تعادل 100 ضعف قدر حجمها.

الخطوات

زن 20 g من إيثانوات الكالسيوم $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ، و20g من نترات البوتاسيوم KNO_3 ، وضع كل مادة منها في دورق منفصل سعته 125 mL، ويحتوي على 50 mL ماء. اطلب إلى الطلاب ملاحظة أنّ إيثانوات الكالسيوم تذوب في الماء، بينما تذوب نترات البوتاسيوم جزئياً في الماء.

دع الطلاب يتوقعوا ما سيحدث عند تسخين المحاليل. ضع الدورقين على السخان الكهربائي، وسخن المحلولين مع التحريك.

النتائج

ستتبلور إيثانوات الكالسيوم الذائبة، بينما تذوب نترات البوتاسيوم غير الذائبة.

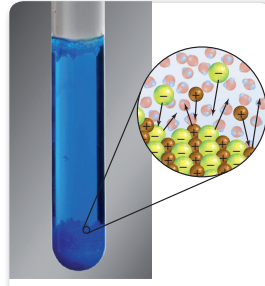
إجابة سؤال الرسم البياني 40 g لكل 100 g H₂O

تطوير المفاهيم

المحاليل فوق المشبعة استعمل التشبيه الآتي لمساعدة الطلاب على فهم المفردات: المشبع، وغير المشبع، وفوق المشبع. اقترح أن يمثل عدد المقاعد في الصف كمية المذيب، وأن يمثل الطلاب جسيمات المذاب، فإذا كان لدينا 20 طالباً، و 25 مقعداً؛ سيكون هنالك متسعٌ لاستقبال خمسة طلاب آخرين، وبصورة مشابهة يمكن إضافة كمية أخرى من المذاب إلى المحلول غير المشبع. أما إذا كان لدينا 25 مقعداً، و 25 طالباً عندها يكون الصف قد احتوى العدد الأقصى الذي يمكن استيعابه، وبشكل مشابه نجد أن المحلول المشبع لا يمكن أن يستوعب كمية إضافية من المذاب. وبوجود 30 طالباً و 25 مقعداً في الصف، يصبح عدد الطلاب أكثر مما يمكن استيعابه، وبشكل مشابه يحتوي المحلول فوق المشبع على كمية من المذاب أكثر مما يمكن للمحلول استيعابه. دع الطلاب يلاحظوا أن الطلاب في صفٍ فوق مشبع لا يشعرون بالراحة، وبالمقارنة يكون المحلول فوق المشبع غير مستقر. وعندما يتعب الطلاب الإضافيون من الانضغاط سوف يقفون ويتخلون عن بعض المقاعد، وهذا يشابه ما يحدث في المحلول فوق المشبع، حيث تتبلر الكمية الزائدة من المذاب تاركة المحلول.

دم

مختبر الكيمياء يمكن استعمال مختبر الكيمياء الموجود في نهاية الفصل عند هذه المرحلة من الدرس.



الشكل 1-13 تُساوي سرعة الذوبان في المحلول المشبع سرعة التبلور، لذلك لا تتغير كمية المذاب.



الذائبية Solubility

تعرف الذائبية على أنها أقصى كمية من المذاب يمكن أن تذوب في كمية محددة من المذيب عند درجة حرارة معينة. وكما يمكن فهم الذوبان على مستوى الجسيمات، يمكن كذلك فهم الذائبية على مستوى الجسيمات. تعتمد ذائبية المذاب على طبيعة كل من المذاب والمذيب؛ فعند إضافة المذاب إلى المذيب تتصادم جسيمات المذيب مع جسيمات سطح المذاب، وتبدأ جسيمات المذاب الذائبة في الاختلاط خلال جسيمات المذيب عشوائياً. إلا أنه مع زيادة عدد جسيمات المذاب الذائبة يزداد عدد تصادماتها مع بقية البلورة، مما يجعل بعضها يلتصق بسطح البلورة، أو يتبلور مرة أخرى، كما هو موضح في الشكل 1-13. ومع استمرار عملية الذوبان تزداد سرعة التبلور، بينما تبقى سرعة الذوبان ثابتة. ويستمر الذوبان ما دامت سرعة الذوبان أعلى من سرعة التبلور.

واعتاداً على كمية المذاب، قد تتساوى سرعة الذوبان والتبلور في النهاية. وعند هذه النقطة لا يذوب المزيد من المذاب، ويصل المحلول إلى حالة من الاتزان الديناميكي بين التبلور والذوبان إذا بقيت درجة الحرارة ثابتة.

المحلول غير المشبع يحتوي المحلول غير المشبع على كمية مذاب أقل مما في المحلول المشبع عند درجة حرارة وضغط معينين. أي أنه يمكن إضافة كميات أكبر من المذاب إلى المحلول غير المشبع.

المحلول المشبع رغم استمرار ذوبان جسيمات المذاب وتبلورها في المحلول الذي وصل إلى حالة الاتزان إلا أن كمية المذاب الذائبة في المحلول تبقى ثابتة. ويعرف مثل هذا المحلول الموضح في الشكل 1-13 بالمحلول المشبع، وهو يحتوي على أكبر كمية من المذاب ذائبة في كمية محددة من المذيب عند درجة حرارة وضغط معينين.

درجة الحرارة والمحاليل فوق المشبعة تتأثر الذائبية بارتفاع درجة حرارة المذيب؛ حيث تزداد طاقة حركة جسيماته، فتزداد التصادمات ذات الطاقة الكبيرة مقارنة بالتصادمات عند درجة حرارة منخفضة. إن ذائبية الكثير من المواد أكبر عند درجات الحرارة المرتفعة، كما في الشكل 1-14. فذائبية كلوريد الكالسيوم CaCl₂ مثلاً تساوي 64 g لكل 100 g H₂O عند درجة حرارة 10 °C، وعند زيادة درجة الحرارة إلى 27 °C تزداد الذائبية بنسبة 50% تقريباً؛ أي CaCl₂ 100 g لكل 100 g H₂O تقريباً.

تقل ذائبية بعض المواد - ومنها كبريتات السيريوم - عند زيادة درجة الحرارة، ولكنها تبقى ثابتة بعد الوصول إلى درجة حرارة معينة.

31

2. أيّ المادتين لها حرارة محلول موجبة؟ KNO₃

3. هل ميل المنحني لذائبية إيثانوات الكالسيوم موجب أم سالب؟

سالب

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب استعمال هذا العرض لمراجعة مبدأ لوتشاتيليه كونه يرتبط باتزان المحلول.

حرارة محلول نترات البوتاسيوم موجبة (ماص للطاقة)، وميل منحناها للذائبية مقابل درجة الحرارة موجب، ولكن العكس

صحيح بالنسبة لإيثانوات الكالسيوم. **ضم** **فم**

الذائبية بـ g / 100mL H ₂ O		
الصلب	0 °C	100 °C
Ca(CH ₃ COO) ₂	37.4	29.7
KNO ₃	13.3	24.7

تبدأ إيثانوات الكالسيوم بالتبلور في أثناء تسخين المحلول لأن ذائبيتها تقل بزيادة درجة الحرارة. بينما تزداد ذائبية نترات البوتاسيوم بصورة كبيرة عند زيادة درجة الحرارة.

التحليل

1. هل تتفق مشاهداتك مع توقعاتك؟ سوف يتوقع معظم الطلاب أن ذائبية كلا المادتين سترداد بزيادة درجة الحرارة.

التعلم البصري

الذائبية في الماء عند درجات حرارة مختلفة				الجدول 1-4	
الذائبية (g/100 g H ₂ O)*				الصيغة الكيميائية	المادة
100°C	60°C	20°C	0°C		
89.0	59.2	36.4	31.2	Al ₂ (SO ₄) ₃	كبريتات الألمنيوم
--	20.94	3.89	1.67	Ba(OH) ₂	هيدروكسيد الباريوم
0.076	0.121	0.173	0.189	Ca(OH) ₂	هيدروكسيد الكالسيوم
--	32.6	34.8	36.1	Li ₂ SO ₄	كبريتات الليثيوم
56.3	45.8	34.2	28.0	KCl	كلوريد البوتاسيوم
39.2	37.1	35.9	35.7	NaCl	كلوريد الصوديوم
733	440	216	122	AgNO ₃	نترات الفضة
487.2	287.3	203.9	179.2	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	السكروز
--	200	680	1130	NH ₃	الأمونيا*
--	0.359	0.878	1.713	CO ₂	ثاني أكسيد الكربون*
--	0.019	0.031	0.048	O ₂	الأكسجين*

* L/L H₂O في حالة الغاز عند الضغط الجوي القياسي 101 kPa.

يمكن توضيح تأثير درجة الحرارة في ذائبية المواد من خلال البيانات الموجودة في الجدول 1-4. تلاحظ أن 203.9 g من السكر C₁₂H₂₂O₁₁ تذوب في 100 g من الماء عند درجة حرارة 20°C. بينما يذوب 487.2 g من السكر في 100 g من الماء عند درجة حرارة 100°C، وهذا يعني زيادة قابلية الذوبان 140% تقريباً. وحقيقة أن الذائبية تتغير عند تغير درجة الحرارة وأن بعض المواد تصبح أكثر قابلية للذوبان عند زيادة درجة الحرارة، هي المفتاح الأساسي لتكوين المحاليل فوق المشبعة. يحتوي المحلول فوق المشبع على كمية أكبر من المادة المذابة مقارنة بمحلول مشبع عند درجة الحرارة نفسها. ولعمل محلول فوق مشبع يتم تحضير محلول مشبع عند درجة حرارة عالية، ثم يبرد تدريجياً وبطيء؛ إذ يسمح التبريد البطيء للمادة المذابة الزائدة أن تبقى مذابة في المحلول عند درجات حرارة منخفضة، كما هو موضح في الشكل 1-15.

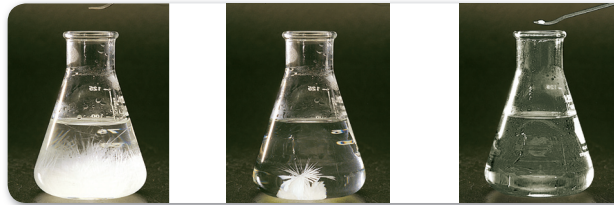
المفردات

أصل الكلمة

Saturated والتي تعني مُشبَّعة

مشترقة من الكلمة اللاتينية

(Saturatus) وتعني يُشبع أو يملأ.



الشكل 1-15 عند

إضافة نواة التبلور إلى

محلول فوق مشبع من

السكروز تتبلور المادة

المذابة الزائدة.

32

الجدول 1-4 اطرح على الطلاب أسئلة مبنية على المعلومات الموجودة في الجدول مثلاً: ماذا يحدث لذائبية كبريتات الألمنيوم عند ارتفاع درجة الحرارة؟ وكذلك لكلوريد الصوديوم؟ لكلوريد الكالسيوم؟ **تزداد ذائبيتها.** هل هناك اتجاه، أو نمط معين يمكن أن يقترح فيما يتعلق بذائبية المواد عند ارتفاع درجة الحرارة؟ **تزداد ذائبية معظم المواد غير الغازية بارتفاع درجة الحرارة.** هل هناك استثناءات؟ **هيدروكسيد الكالسيوم، الأمونيا، ثاني أكسيد الكربون، والأكسجين.** دع الطلاب يلاحظوا أنه باستثناء هيدروكسيد الكالسيوم فإن الغازات الثلاثة الأخرى تتبع قانون هنري.

عرض سريع

فوق المشبع قم بتحضير محلول فوق مشبع قبل بدء الحصّة، وللقيام بذلك قم بتسخين 15 g تقريباً من إيثانوات الصوديوم ببطء مع 8mL من الماء المقطر في دورق إلى أن يتم ذوبان المادة الصلبة كلياً. اترك المحلول يبرد إلى أن يصبح بدرجة حرارة الغرفة، لكن لا تحاول تحريكه في أثناء تبريده، ثم قم بإضافة بلورة، أو بلورتين من إيثانوات الصوديوم إلى المحلول ودع الطلاب يلاحظوا تكوّن بلورات إيثانوات الصوديوم. وللعلم يمكن إعادة استعمال إيثانوات الصوديوم عندما يتبخر الماء.

دفتر الكيمياء

تحضير المحاليل دع الطلاب يكتبوا فقرة يشرحون فيها كيفية استعمال منحني الذائبية في تحضير محلول مشبع، ومحلول غير مشبع، ومحلول فوق مشبع، ثم يتبادلون كتاباتهم؛ لاستعمالها في تحضير كل نوع من المحاليل. **ض م**

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب كتابة فقرة تصف توقعاتهم عما سيحدث عند إضافة بلورة، أو اثنتين من المذاب إلى محاليل غير مشبعة، ومشبعة، وفوق مشبعة. **ض م ف م**

عرض سريع

بلورات السكر قم بغلي 250 mL من الماء في دورق، وأضف السكر إلى الماء حتى يتوقف السكر عن الذوبان في الماء، ثم اسكب المحلول في كأس. اربط قطعة من خيط، أو سلك سميك بأحد أطراف قطعة خشبية، وضعها على فوهة كأس ليتدلى الخيط منها إلى داخل المحلول. ضع الكأس في أحد أركان الغرفة، بحيث يبقى بعيداً عن الحركة لعدة أيام. دع الطلاب يلاحظوا تكوّن بلورات السكر الموجودة على الخيط. **ض م**

إثراء

العنصر الغازي اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات من 3 إلى 4 طلاب؛ للبحث عن خواص عنصر يوجد في الحالة الغازية تحت الضغط الجوي العادي، وعند درجة حرارة الغرفة. ثم دع المجموعات تقوم بتقديم العروض عن نتائج أبحاثها أمام الصف. **د م**

التعلم البصري

الشكل 1-16 اطلب إلى الطلاب القيام بعملية عصف ذهنيّ لأمثلة أخرى متعلقة بالمحاليل فوق المشبعة. أشر إلى شكل ووصف عملية استمطار الغيوم الموجودة في الكتاب؛ لتحفيز هطول المطر. **د م**

الشكل 1-16 الرواسب المعدنية في الينابيع الحارة مثال على تكون البلورات من المحاليل فوق المشبعة.



الكيمياء في واقع الحياة الاستمطار في السعودية

تعتمد تجارب الاستمطار في المملكة العربية السعودية واحدة من تجارب عدة قامت في دول عربية مختلفة، حيث أجريت لأول مرة عام 1988م في منطقة عسير، بينما أجريت التجربة الثانية عام 2006م في ثلاث مناطق وسط المملكة (الرياض، والقصيم، وحائل).

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

الضغط Pressure

الاستعمال العلمي: القوة المبذولة على وحدة المساحة.

خلال تسرب غاز ثاني أكسيد الكربون من المحلول يزداد الضغط داخل القارورة المغلقة.

الاستعمال الشائع: الجهد الفيزيائي أو الاجتهاد الذهني.

يقع على الطلاب الكثير من الضغط في أثناء الاختبارات.

المحاليل فوق المشبعة غير ثابتة؛ فعند إضافة قطعة صغيرة جداً من مذاب - تسمى نواة التبلور - إلى محلول فوق مشبع تترسب المادة المذابة الزائدة بسرعة، كما هو موضح في الشكل 1-15.

ويمكن أن يحدث التبلور عند كشط (Scratch) الجزء الداخلي من الكأس الزجاجية أو الوعاء الزجاجي المحتوي على المحلول بساق تحريك زجاجية بلطف أو تعرّض المحلول فوق المشبع للحركة أو الرجّ.

وباستعمال يوديد الفضة AgI بوصفه نوى تكثف في الهواء فوق المشبع ببخار الماء تتجمع جزيئات الماء في صورة قطرات قد تسقط على الأرض على هيئة مطر. تسمى هذه الآلية استمطار الغيوم. كما يتكون سكر النبات Rock Candy والرواسب المعدنية على حواف الينابيع المعدنية - كالتالي يظهر في الشكل 1-16 - من محاليل فوق مشبعة.

ذائبة الغازات تقل ذائبة غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون عند درجات الحرارة المرتفعة مقارنة بدرجات الحرارة المنخفضة. وهذا سلوك متوقع لجميع المواد الغازية المذابة في المذيبات السائلة. هل تستطيع تفسير هذا السلوك؟ تذكر أن الطاقة الحركية لجسيمات الغاز تسمح للجسيمات بالتحرك أو النفاذ من المحلول بسهولة أكبر عند درجات الحرارة المرتفعة. ولذلك كلما زادت درجة حرارة المحلول قلت ذائبة المذاب الغازي.

الضغط وقانون هنري يؤثر الضغط في ذائبة المواد الغازية المذابة في المحاليل؛ فكلما ازداد الضغط فوق المحلول زادت ذائبة الغاز في أي مذيب. تعتمد المشروبات الغازية على هذا المبدأ؛ فهي تحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب في محلول مائي تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي، وعند فتح علب المشروبات الغازية يكون ضغط غاز ثاني أكسيد الكربون داخل العلب أعلى من الضغط الواقع خارج العلب. ونتيجة لذلك تتصاعد فقاعات غاز ثاني أكسيد الكربون من المحلول إلى السطح وتتطاير. وتستمر هذه العملية حتى يفقد المحلول غاز ثاني أكسيد الكربون كله تقريباً، ويصبح المحلول بلا طعم. ويمكن وصف انخفاض ذائبة غاز ثاني أكسيد الكربون في المشروبات الغازية بعد فتح العبوة بقانون هنري.



المعرفة اطلب إلى الطلاب تفسير سبب فقدان زجاجة المشروب الغازي لطعمها عند فتحها عند درجة حرارة الغرفة بسرعة أكبر مما لو وُضعت في الثلاجة؟ سبب ذلك هو كون ذائبة ثاني أكسيد الكربون أكبر عند درجات الحرارة المنخفضة، ولذلك سوف تتطاير كمية أقل من CO₂ من المحلول عند وضعه في الثلاجة.

ض م

■ **إجابة سؤال الشكل 1-17** عند إزالة الغطاء، يقل مقدار الضغط فوق المحلول، مما ينتج عنه انخفاض ذائبة ثاني أكسيد الكربون.

التوسع

الأكسجين المذاب اطلب إلى الطلاب وضع فرضية حول كميات الأكسجين التي تحتاج إليها سمكة في مناطق مختلفة من العالم، وعند درجات حرارة مختلفة. ناقش مع الطلاب المفردات الآتية: الأكسجين المذاب، والأكسجين الحيوي المستهلك، وفسّر ما يحدث لكمية الأكسجين المذاب كلما ازدادت الحرارة. دع الطلاب يرسموا منحنى الذائبة لكمية الأكسجين المذاب؛ اعتمادًا على درجة حرارة مياه المحيط. **ض م**

ينص **قانون هنري** على أن "تناسب ذائبة الغاز في سائل (S) تناسبًا طرديًا مع ضغط الغاز (P) الموجود فوق السائل عند ثبوت درجة الحرارة". فعندما تكون قارورة المشروب الغازي مغلقة، كما هو موضح في الشكل 1-17، يعمل الضغط الواقع فوق المحلول على إبقاء غاز ثاني أكسيد الكربون ذائبًا في المحلول. ويمكن تمثيل هذه العلاقة كما يلي:

قانون هنري

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

S يمثل الذائبة

P يمثل الضغط

يبقى ناتج قسمة الذائبة على الضغط ثابتًا عند درجة حرارة معينة.

غالبًا ما يستعمل قانون هنري لتحديد الذائبة S₂ عند ضغط جديد P₂، حيث P₂ معروف. ويمكن استعمال قواعد الجبر الأساسية لحل معادلة قانون هنري لإيجاد أي من المتغيرات. وإيجاد S₂ يبدأ باستعمال قانون هنري الأساسي.

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

بالضرب التبادلي نحصل على المعادلة:

$$P_1 S_2 = S_1 P_2$$

وبقسمة الطرفين على P₁:

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

الشكل 1-17 ثاني أكسيد الكربون CO₂ مذاب في الصودا، كما يوجد بعضه فوق السائل.

فسر لماذا يتصاعد غاز CO₂ من المحلول عند نزع الغطاء؟



يقال للضغط الذي فوق السائل عند فتح غطاء القارورة، لذا تقل ذائبة ثاني أكسيد الكربون.

يحافظ الضغط الذي فوق السائل في قارورة المشروب الغازي المغلقة على بقاء CO₂ الذائب ذائبًا في المحلول ويمنعه من التطاير.

34

دفتر الكيمياء

الهواء والصحة دع الطلاب يبحثوا عن التطور التاريخي لمكونات الهواء المستعمل في أجهزة التنفس تحت الماء، على أن يشتمل البحث على معلومات حول تخفيف الضغط، ومناقشة الأسباب، وطرائق العلاج. والموضوع الآخر للبحث هو استعمال غرفة الضغط العالي في المستشفيات التي تستعمل تقنية زيادة تركيز الأكسجين في الهواء، وذلك لرفع كمية الأكسجين التي تصل إلى دم المريض ودماغه. تستعمل هذه الغرفة بشكل مألوف ودارج؛ للمساعدة في علاج ضحايا الحروق، حيث تعمل زيادة كمية الأكسجين على سرعة إعادة بناء الخلايا. **ض م**

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؟

1 تحليل المسألة

أعطيت ذائبية الغاز عند الضغط الابتدائي، وثبات درجة حرارة الغاز مع تغير الضغط. ولأن تقليل الضغط يؤدي إلى تقليل ذائبية الغاز فإن كتلة أقل من الغاز تذوب عند ضغط أقل.

المطلوب
S₂ = ? g/L

المعطيات
S₁ = 0.85 g/L
P₁ = 4.0 atm
P₂ = 1.0 atm

2 حساب المطلوب

اكتب قانون هنري

حل قانون هنري لإيجاد S₂

عوض P₂ = 1.0 atm، P₁ = 4.0 atm، S₁ = 0.85 g/L

ثم اضرب واقسم الأرقام والوحدات.

3 تقويم الإجابة

قلت الذائبية، كما هو متوقع؛ فقد قل الضغط فوق المحلول من 4.0 atm إلى 1.0 atm، لذا يجب أن تنخفض الذائبية إلى ربع قيمتها الأصلية. الوحدة g/L هي وحدة الذائبية.

مسائل تدريبية

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؟

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؟

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؟

التقويم 1-3

الخلاصة

- تتضمن عملية الذوبان إحاطة جسيمات المذيب لجسيمات المذاب.
- يكون المحلول غير مشبع أو مشبعاً أو فوق مشبع.
- ينص قانون هنري على أن ذائبية الغاز في سائل تتناسب طردياً مع ضغط الغاز فوق السائل عند درجة حرارة معينة.
- 39. **الغرة الرئيسية** عدد العوامل المؤثرة في الذائبية.
- 40. عرف الذائبية.
- 41. اشرح كيف تؤثر قوى التجاذب بين الجزيئات في الذوبان؟
- 42. قارن كيف تشابه طريقة تحضير محلول مائي من ملح الطعام، ومحلول مائي من السكر؟
- 43. لخص ماذا يحدث إذا أضيف نواة تبلور إلى محلول فوق مشبع؟ وبم نصف المحلول الناتج؟
- 44. الرسوم البيانية استعمال المعلومات الموجودة في الجدول 1-4 لعمل رسوم بيانية لذائبية كبريتات الألومنيوم، وكبريتات الليثيوم، وكلوريد البوتاسيوم عند درجات حرارة 0°C و 20°C و 60°C و 100°C. أي المواد السابقة تتأثر ذائبيتها أكثر بزيادة درجة الحرارة؟

35

3. التقويم

التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب تحديد، مذاب صلب واحد على الأقل ومذاب غازي واحد في مياه المحيط. دعهم يقارنوا بين درجة ذائبية الأكسجين أو ثاني أكسيد الكربون (غازين شائعين ذائبين في مياه المحيط) في مناطق دافئة (قرب خط الاستواء)، وفي مناطق باردة في العالم، ودعهم يصفوا الاختلاف في الذائبية باستعمال قانون هنري. **ف م**

إعادة التدريس

دع الطلاب يكتبوا معادلة قانون هنري ويفسروها بكلماتهم، أو لغتهم الخاصة.

مثال في الصف

سؤال إذا ذاب 1.2 g من غاز تحت ضغط 3.5 atm في 1.0 L من الماء عند درجة حرارة تساوي 25°C، ما كمية الضغط اللازم لإذابة 2.4 g من الغاز نفسه في 1.0 L من الماء عند درجة الحرارة نفسها؟

الإجابة

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

$$P_2 = \left(\frac{S_2}{S_1} \right) P_1 = \left(\frac{2.4 \text{ g/L}}{1.2 \text{ g/L}} \right) 3.5 \text{ atm} = 7.0 \text{ atm}$$

مسائل تدريبية

36. 3.0 g/L

37. 23 atm

38. 0.73 g/L

التقويم 1-3

- 39. تؤثر عوامل كل من مساحة السطح، ودرجة الحرارة، والضغط، في تكوّن المحاليل.
- 40. أكبر كتلة من المذاب، تذوب في كمية معطاة من المذيب عند درجة حرارة وضغط محددين.
- 41. تتغلب قوة التجاذب بين جزيئات المذاب، والمذيب على قوى التجاذب بين جزيئات المذاب معاً، مما يؤدي إلى سحب جزيئات المذاب عن بعضها البعض.
- 42. في كلتا الحالتين، نقوم أولاً بتحديد كمية المذاب وإذابتها في الكمية المطلوبة من المذيب في دورق حجمي، ثم تحريك المحلول جيداً لمتزج مكوناته معاً.
- 43. يصبح المحلول مشبعاً، بعد أن تتبلور جسيمات المذاب الزائدة خارج المحلول.
- 44. تظهر كبريتات الألومنيوم أكبر تغير في الذائبية على مدى التغير في درجات الحرارة.

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (4) الواردة في مصادر التعلم للفصول (1-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسية

ما الذي يعتمد عليه المذاب؟

اطلب إلى الطلاب كتابة صيغة معادلة المولالية. **يجب أن يتذكر الطلاب أن المولالية هي عدد مولات المذاب لكل كيلو جرام من المذيب.** ذكّر الطلاب بمعادلات الارتفاع في درجة الغليان، والانخفاض في درجة التجمّد. اسأل الطلاب عما يلاحظونه من تشابه في كل معادلة. **وجود قيم المولالية.** اكتب المعادلتين على السبورة متجاورتين، وقم باخفاء المتغيّر (K_f)، واسأل الطلاب عن العلاقة بين الارتفاع في درجة الغليان والمولالية. **يجب أن يدرك الطلاب أن هناك علاقة مباشرة بين الاثنتين.** من ثمّ قم بتغطية المتغيّر (K_b)، وأعد طرح السؤال نفسه على الطلاب. **يجب أن يدرك الطلاب أن هناك علاقة مباشرة أيضاً.** ذكّر الطلاب بأنّ المولالية تحدّد بعدد مولات المذاب لكل كيلو جرام من المذيب، ولذلك نستطيع أن نقول: إنّ الخواص الجامعة مثل الارتفاع في درجة الغليان، والانخفاض في درجة التجمّد ترتبط بشكل مباشر بكمية جسيمات المذاب الموجودة في المحلول. **ضم م**

2. التدريس

اثره

المحاليل المتأينة اطلب إلى الطلاب البحث عن دور المحاليل المتأينة في جسم الإنسان. يجب أن يشمل البحث دور هذه المحاليل في وظائف الأعصاب والعضلات، كما يجب أن يشمل البحث على معلومات متعلقة بأمور، أو مشكلات تظهر عندما تكون المحاليل المتأينة غير متوازنة في الجسم. **ضم م**

الخواص الجامعة للمحاليل

Colligative Properties of Solutions

الأهداف

- تصف الخواص الجامعة.
- تعرف أربع خواص جامعة للمحاليل.
- تحدد الارتفاع في درجة الغليان، والانخفاض في درجة التجمّد للمحلول.

المواد المتأينة والخواص الجامعة

Electrolytes and Colligative Properties

تؤثر المواد المذابة في بعض الخواص الفيزيائية للمذيبات؛ فقد وجد الباحثون الأوائل أن تأثير المذاب في المذيب يعتمد فقط على كمية جسيمات المذاب في المحلول، لا على طبيعة المادة المذابة نفسها. وتسمى الخواص الفيزيائية للمحاليل التي تتأثر بعدد جسيمات المذاب وليس بطبيعتها **الخواص الجامعة**. وتشمل الخواص الجامعة الانخفاض في الضغط البخاري، والارتفاع في درجة الغليان، والانخفاض في درجة التجمّد، والضغط الأسموزي.

مراجعة المفردات

الأيون: ذرة مشحونة كهربائياً.

المفردات الجديدة

الخواص الجامعة

الانخفاض في الضغط البخاري

الارتفاع في درجة الغليان

الانخفاض في درجة التجمّد

الخاصية الأسموزية

الضغط الأسموزي

المواد المتأينة في محلول مائي درست سابقاً أنّ المركبات الأيونية مواد توصل محاليلها التيار الكهربائي، لذا تسمى مواد إلكتروليتيّة؛ وذلك لأنها تنفك في الماء إلى أيونات، كما هو موضح في الشكل 1-18. كما تتأين بعض المركبات الجزيئية في الماء وتكون أيضاً محلولاً متأيناً. وتسمى المواد المتأينة التي تنتج أيونات كثيرة في المحلول مواد متأينة قوية. أما التي تنتج عدداً قليلاً من الأيونات في المحلول فتسمى المواد المتأينة الضعيفة.

الشكل 1-18 محلول كلوريد الصوديوم موصل جيد للكهرباء؛ وذلك لأنه محلول لمادة متأينة. في حين لا يوصل محلول السكر التيار الكهربائي؛ لأنه محلول لمادة غير متأينة.



المفاهيم الشائعة غير الصحيحة



يعتقد معظم الطلاب أن إضافة مذاب لن تغيّر درجة الغليان، أو درجة التجمّد العادية للمحلول. ذكّر الطلاب بأن درجات الغليان، والتكاثف تحدث عند درجة الحرارة نفسها في المذيب النقي، وأيضاً درجات تجمّد وانصهار المذيب النقي تحدث عند درجة الحرارة نفسها.

الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلاب القيام بعملية عصف ذهنيّ لأمثلة يحدث فيها ارتفاع درجة الغليان، أو انخفاض درجة التجمّد. قد تتضمن الأمثلة إضافة الملح إلى الماء عند الطبخ، وإضافة الملح إلى الجليد للطرق في الشتاء. وأيضاً إضافة الملح للماء عند صنع الثلجات (الآيس كريم)، ورشّ سائل إيثيلين جليكول الإيثيلين على الطائرة لإذابة الجليد عنها قبل إقلاعها.

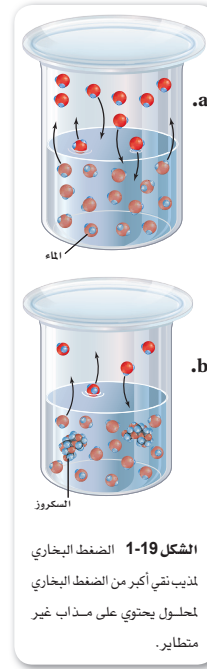
عرض المفهوم

ضع 100mL من الماء في زجاجة بلاستيكية شفافة فارغة لها غطاء، وأحكم إغلاقها. كرّر ما سبق باستعمال الكحول الطبيّ (يحتوي 70% كحول، و 30% ماء). ضع ملصقاً على كلّ زجاجة يوضّح محتواها، ثم ضع الزجاجتين في وضع أفقيّ في المجمّد عند بداية الحصّة، وقم بإخراجها في نهاية الحصّة، وقارن بين المحلولين. يظهر الماء دليلاً واضحاً على التجمّد، دع الطلاب يفسروا لماذا تجمّد الماء بسرعة أكبر؟

تقويم المعرفة الجديدة

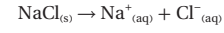
دع الطلاب يقوموا بوصف أثر الضغط البخاريّ على درجتَي الغليان والتجمّد للمذيب عند إضافة المذاب. **ض م**

✓ **ماذا قرأت؟** سيكون لكلوريد الصوديوم الأثر الأكبر؛ وذلك لأنّه يتفكك مكوناً ضعف عدد الجسيمات.



الشكل 19-1 الضغط البخاري لمذيب نقي أكبر من الضغط البخاري لمحلول يحتوي على مذاب غير متطاير.

وكلوريد الصوديوم مادة متأينة قوية؛ حيث يتفكك في المحلول وينتج أيونات Na^+ و Cl^- .



فإذابة 1 mol من كلوريد الصوديوم في 1 kg من الماء لا تنتج محلولاً تركيز أيوناته 1 m، بل تنتج 2 mol من جسيمات المذاب في المحلول، أي 1 mol لكل من أيونيّ Na^+ و Cl^- .

المواد غير المتأينة في المحلول المائي تذوب الكثير من المركبات الجزيئية في المذيبات، ولكنها لا تتأين. ومثل هذه المحاليل لا توصل التيار الكهربائي، كما هو موضح في الشكل 18-1. وتسمى المواد المذابة مواد غير متأينة. والسكروز مثال على المواد غير المتأينة؛ حيث يحتوي محلول السكروز الذي تركيزه 1 m على 1 mol فقط من جزيئات السكروز. ✓ **ماذا قرأت؟** استنتج أي المركبين له تأثير أكبر في الخواص الجامعة: كلوريد الصوديوم أم السكروز؟

الانخفاض في الضغط البخاري Vapor Pressure Lowering

الضغط البخاري هو الضغط الناتج عن بخار السائل عندما يكون في حالة اتزان ديناميكي مع سائله في وعاء مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين، وعند هذه النقطة تتساوى سرعتي التبخر والتكاثف.

تظهر التجارب أن إضافة مذاب غير متطاير - له ميل قليل إلى التحول إلى غاز - إلى مذيب يقلل الضغط البخاري للمذيب. كما أن الجسيمات التي تحدث الضغط البخاري تتبخر من سطح السائل. فعندما يكون المذيب نقياً كما في الشكل 19a-1 تشغل جسيماته مساحة السطح كلها. أما عندما يحتوي المذيب على مذاب، كما في الشكل 19b-1، فإن خليط جسيمات المذاب والمذيب يحتل مساحة سطح المحلول. وبسبب وجود كمية قليلة من جسيمات المذيب على السطح يتحول القليل منها إلى الحالة الغازية، ومن ثم ينخفض الضغط البخاري. وكلما ازداد عدد جسيمات المذاب في المذيب قل الضغط البخاري الناتج، لذا فإن **الانخفاض في الضغط البخاري** يعتمد على عدد جسيمات المذاب في المحلول، ولذلك فهو من الخواص الجامعة للمحاليل.

تستطيع توقع التأثير النسبي للمذاب في الضغط البخاري اعتماداً على كون المذاب متأيناً أو غير متأين. فمثلاً يكون التأثير النسبي لـ 1 mol من كل من المواد المذابة غير المتأينة - ومنها الجلوكوز والسكروز والإيثانول - هو نفسه في الضغط البخاري، إلا أن تأثير 1 mol من كل من المواد المذابة المتأينة - ومنها كلوريد الصوديوم NaCl، وكبريتات الصوديوم Na_2SO_4 ، وكلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ - يزداد في الضغط البخاري؛ بسبب تزايد أعداد الأيونات التي ينتجها كل منها في محلولها.

طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى دع الطلاب يشرحوا لماذا يجب أن تكون درجة حرارة المحلولين متساوية؛ لتتمكن من مقارنة الضغط البخاري لهما؟ **يمكن** للجزيئات أن تتطاير من السائل بمعدل أسرع عند درجات الحرارة العالية. **ف م**

الارتفاع في درجة الغليان Boiling Point Elevation

يؤثر المذاب غير المتطاير في درجة غليان المذيب لأنه يقلل الضغط البخاري له. تذكر أن السائل يغلي عندما يعادل ضغطه البخاري الضغط الجوي. وعندما ترتفع درجة حرارة المحلول المحتوي على مذاب غير متطاير إلى درجة غليان المذيب النقي فإن ضغط البخار الناتج يبقى أقل من الضغط الجوي، لذا لا يغلي المحلول. ولذلك يجب تسخين المحلول إلى درجة حرارة أعلى لتزويده بالطاقة الحرارية الإضافية اللازمة لرفع الضغط البخاري له إلى ما يعادل الضغط الجوي. ويسمى الفرق بين درجة حرارة غليان المحلول ودرجة غليان المذيب النقي **الارتفاع في درجة الغليان**. وفي المواد غير المتأينة تتناسب قيمة ارتفاع درجة الغليان - التي يرمز إليها بالرمز ΔT_b - تناسباً طردياً مع مولالية المحلول.

الارتفاع في درجة الغليان

$$\Delta T_b = K_b m$$

ΔT_b ارتفاع درجة الغليان
 K_b ثابت الارتفاع في درجة الغليان المولالي
 m مولالية المحلول

كما أن ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي K_b هو الفرق بين درجة غليان محلول يحتوي على 1 m من مذاب غير متطاير وغير متأين ودرجة غليان المذيب النقي. والوحدة المستعملة للتعبير عن ارتفاع درجة الغليان هي $^\circ\text{C} / m$ ، وتختلف قيمة الثابت K_b باختلاف المذيب. بين الجدول 1-5 قيم K_b لعدد من المذيبات الشائعة. لاحظ أن قيمة K_b للماء هي $0.512\text{ }^\circ\text{C} / m$ ؛ وهذا يعني أن 1 m من محلول مائي يحتوي على مذاب غير متطاير وغير متأين يغلي عند درجة حرارة $100.512\text{ }^\circ\text{C}$ ، وهذه الدرجة تزيد $0.512\text{ }^\circ\text{C}$ على درجة غليان الماء النقي $100.0\text{ }^\circ\text{C}$.

وكما أن الانخفاض في الضغط البخاري خاصة جامعة فإن الارتفاع في درجة الغليان خاصة جامعة أيضاً. وتتناسب قيمة الارتفاع في درجة الغليان تناسباً طردياً مع مولالية المذاب في المحلول، أي أنه كلما زاد عدد جسيمات المذاب في المحلول زاد الارتفاع في درجة الغليان. ولأن المولالية مرتبطة مع الكسر المولي الذي يتضمن عدد جسيمات المذاب، لذا فهي تستعمل للدلالة على التركيز. ويعبر عن المذيب في المولالية بالكتلة بدلاً من الحجم. ولذلك لا تتأثر المولالية بتغير درجة الحرارة.

ثابت الارتفاع في درجة الغليان المولالي K_b		الجدول 1-5
$K_b\text{ }^\circ\text{C}/m$	درجة الغليان $^\circ\text{C}$	المذيب
0.512	100.0	الماء
2.53	80.1	البنزين
5.03	76.7	رابع كلوريد الكربون
1.22	78.5	الإيثانول
3.63	61.7	الكلوروفورم

38

التقويم

المعرفة دع الطلاب يطبقوا ما تعلموه عن ارتفاع درجة الغليان، وانخفاض درجة التجمد؛ لتفسير لماذا يكون مضاف التجمد مادة مبردة في الصيف، وواقياً للمحرك من التجمد في الشتاء؟ **ض م**

تطبيقات في الكيمياء

مضاد التجمد لدى بعض الحيوانات خواص تكيف، تسمح لها بالعيش في درجات حرارة دون درجات التجمد؛ فالسّمك الذي يعيش في منطقة القطب الجنوبي، ينتج البروتينات والجلايكوبروتينات التي تعمل مضادات للتجمد، كما تستعمل بعض الحيوانات الزاحفة الجلوكوز، والجليسيرول للغرض نفسه.

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب حل المسألة الآتية مضمّنين حلولهم تفسيراً مكتوباً عن الخطوات التي استعملوها للوصول إلى الحل. ما كتلة الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ، التي تسبب ارتفاعاً في درجة الغليان مساوياً للارتفاع الناتج عن وجود 171 g من السكروز $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ؟ 90.0 g من الجلوكوز. **ض م**

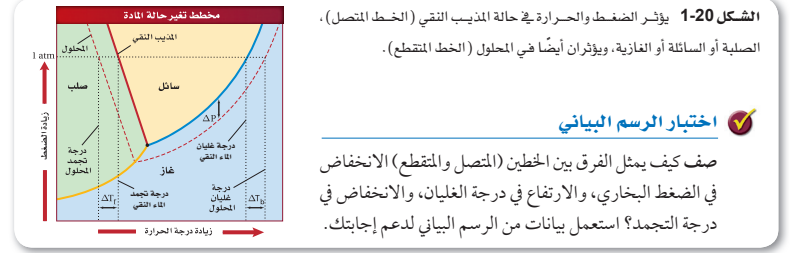
مشروع الكيمياء

انصهار الجليد اطلب إلى الطلاب تصميم خطة لاستقصاء انصهار الجليد في الماء النقي، وفي الماء المالح. هل يمكن أن يكون معدل الانصهار واحداً في كلا المحلولين؟ ويمكن للطلاب البحث أيضاً في أثر اختلاف تركيز الملح في محاليل المياه المالحة في انصهار الجليد. دعهم يفسروا آية اختلافات قد يحصلون عليها من التجارب. **ض م**

■ **إجابة سؤال الرسم البياني** انخفاض الضغط البخاري (ΔP)،
يمثل الفرق بين الخطّ الكامل، والمتقطع، عند حدود (السائل -
الغاز)، كما يمثل الارتفاع في درجة الغليان (ΔT_b) الفرق
بين درجة الغليان الاعتياديّة على الخطّ الكامل، ونقطة التماثل
على الخطّ المتقطع. وبالمثل يمثل الانخفاض في درجة التجمّد
(ΔT_f) الفرق في درجة التجمّد الاعتياديّة للماء.

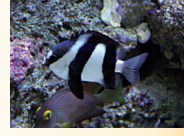
التعلّم البصريّ

مخطط الحالة اطلب إلى الطلاب شرح مخطط الحالة باستعمال
كل محور بصورة منفردة، وعند اعتماد محور درجة الحرارة في
شرحهم دعهم يوضحوا المخطط من حيث خواص الماء. يمثل
الجزء الأيسر للمخطط الحالة الصلبة ويمثل الجزء الأوسط
الحالة السائلة ويمثل الجزء الأيمن الحالة الغازية. وعند اعتماد
محور الضغط، دع الطلاب يوضحوا المخطط من حيث ماذا
يحدث للمواد عند تعرضها لضغوط عالية جداً. يمثل جزء
المخطط عند نقطة الضغط العالي الحالة الصلبة، ويمثل الجزء
الأخر الحالة السائلة، ويمثل الجزء عند أخفض نقطة ضغط
الحالة الغازية. **ض م**



الكيمياء في واقع الحياة

الانخفاض في درجة التجمّد



الأسماك التي تعيش في المياه المالحة
إن المحافظة على التركيز الملحي
المناسب في غاية الأهمية للأسماك التي
تعيش في المياه المالحة؛ فوجود الملح في
المناطق القطبية من المحيط ضروري
للمحافظة على المياه من التجمّد، مما
يسمح بالمحافظة على الحياة البحرية.

انظر إلى الشكل 20-1 ولاحظ أن المنحنى الذي يمثل المحلول يقع أسفل
المنحنى الذي يمثل المذيب النقي عند أي درجة حرارة.

الانخفاض في درجة التجمّد Freezing Point Depression

ترتب الجسيمات في بنية أكثر تنظيماً في الحالة الصلبة؛ أما في المحلول فتعمل
جسيمات المذاب على إضعاف قوى التجاذب بين جسيمات المذيب، مما يمنع المذيب
من الوصول إلى الحالة الصلبة عند درجة التجمّد.

وتكون درجة تجمّد المحلول دائماً أقل من درجة تجمّد المذيب النقي. وبين
الشكل 20-1 الفرق بين درجات الغليان والتجمّد للماء النقي والمحلول المائي.
وعند مقارنة الخطوط المتصلة مع المتقطعة في الرسم سوف تلاحظ أن نطاق درجة
الحرارة للمحلول المائي في الحالة السائلة أكبر ممّا للماء النقي. وبين الشكل 21-1
تطبيقين شائعين لاستعمال الملح لتقليل درجة تجمّد المحلول المائي.

الانخفاض في درجة تجمّد المحلول ΔT_f هو الفرق بين درجة تجمّد المحلول
ودرجة تجمّد المذيب النقي الموجود في المحلول.

الشكل 21-1 تعمل إضافة الأملاح إلى الجليد على
تقليل درجة تجمّد الجليد، مما يؤدي إلى انصهار الجليد
على الطرق. وتعمل إضافة الملح إلى الجليد عند صنع
الآيس كريم على تقليل درجة التجمّد، مما يسمح للماء
النتاج بتجميد الآيس كريم.



دفتّر الكيمياء

رش الطرقات بالملح يستعمل الملح الصخريّ بكثرة؛ لصهر الجليد من
الطرقات شتاءً. دع الطلاب يقارنوا بين العوامل الإيجابية لاستخدام
الملح (تقليل حوادث الطرق)، والعوامل السلبية له مثل: (صدأ
السيارات والجسور، والتلف السريع للطرقات، وقتل النباتات النامية
على جوانب الطرّق). **ض م**

تجربة

الهدف يستكشف الطلاب أثر المذيب على درجة تجمّد المحلول.

مهارات عملية القياس، والمقارنة، والتوقع.

احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل. ارتد معطف المختبر، والنظارات الواقية خلال العمل في المختبر.

استراتيجيات التدريس

- يجب أن يقرأ الطلاب القسم 4-2 قبل البدء في التجربة.
- استعمل نتائج هذه التجربة لبدء مناقشة مفصلة لدور الكيمياء في صنع الثلجات المنزلية.
- ذكّر الطلاب بعدم استعمال الثرمومتر كساق تحريك.

النتائج المتوقعة

يعمل الملح على خفض درجة التجمّد للماء من 4°C إلى 6°C .

التحليل

1. يجب أن تنخفض درجة تجمّد الماء ما بين $4^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C}$ عند إضافة الملح، وذلك لتداخل الأيونات مع قوى التجاذب بين جزيئات الماء، ومن ثمّ تمنع الماء من التجمّد عند درجة تجمّده الاعتيادية 0°C .
2. يعمل الدورق الذي يحتوي على جليد فقط كمتغيّر ضابط.
3. يؤثر عدد الجسيمات في المحلول على الخواصّ الجامعة للمحلول، وذلك لأنّ 1 mol من كلوريد الصوديوم ينتج 2 mol من الأيونات في المحلول؛ لذا يكون أثره أكبر على درجتى التجمّد والغليان من المذاب الذي يُنتج 1 mol من الجسيمات في المحلول.
4. ملح المائدة الناعم هو الخيار الأفضل؛ لأنّه يذوب بسرعة أكبر في المياه الباردة من الملح الصخريّ الخشن، ومن ثمّ ينتج انخفاض في درجة التجمّد أكبر، وبطريقة أسرع.

يبين الجدول 1-6 ثابت الانخفاض في درجة التجمّد المولالي (K_f) لكثير من المذيبات. هذا وتناسب قيم الانخفاض في درجة التجمّد للمواد غير المتأينة تناسباً طردياً مع مولالية المحلول.

الجدول 1-6	ثابت الانخفاض في درجة التجمّد المولالي K_f	درجة التجمّد $^{\circ}\text{C}$	المذيب
	$K_f (^{\circ}\text{C}/m)$		
	1.86	0.0	الماء
	5.12	5.5	البنزين
	29.8	-23.0	رابع كلوريد الكربون
	1.99	-114.1	الإيثانول
	4.68	-63.5	الكلوروفورم

الانخفاض في درجة التجمّد

$$\Delta T_f = K_f m$$

ΔT_f درجة الحرارة
 K_f ثابت الانخفاض في درجة التجمّد المولالية
 m

وكما هو الحال مع قيم K_b فإن قيم K_f تعتمد على طبيعة المذيب. ولأن ثابت انخفاض درجة التجمّد للماء (K_f) يساوي $1.86^{\circ}\text{C}/m$ فإن المحلول المائي الذي تركيزه 1 m يتجمّد، ويحتوي على مذاب غير متطابق وغير متأين عند درجة 1.86°C - وهي أقل من درجة تجمّد الماء النقي (0.0°C). ويعد الجليسرول أحد المذابات غير المتأينة، ويتجه الكثير من الأسماك والحشرات لحماية دماها من التجمّد في الشتاء القارس. كذلك فإن مقاوم التجمّد أو مانع تكوين الجليد يحتوي على مذاب غير متأين، هو جليكول الإثيلين.

لاحظ أن معادلات الارتفاع في درجة الغليان والانخفاض في درجة التجمّد تحمّد مولالية المواد غير المتأينة. أما في حالات المواد المتأينة فيجب استعمال المولالية الفاعلة للمحلول، كما يوضحها المثال 1-6.

تجربة

الانخفاض في درجة التجمّد

كيف يمكنك قياس الانخفاض في درجة التجمّد؟

الخطوات

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

2. املا كأسين سعة كل منهما 400 mL بالجليد المجروش، وأضف 50 mL من مياه الصنبور البارد إلى كل من الكأسين.

3. قس درجة حرارة كل من الكأسين بقياس حرارة (ثرمومتر) غير زيتي.

4. حرك محتويات كل كأس بساق مدة دقيقة واحدة، حتى تصبح درجتا حرارة الكأسين متماثلتين، وسجل درجة الحرارة.

5. أضف 75 g من ملح الطعام الخشن NaCl إلى إحدى الكأسين، وتابع التحريك في الكأسين، سوف يذوب بعض الملح.

6. عندما تثبت درجة الحرارة في كل كأس سجل كلا منهما.
7. اسكب محتويات الكأسين في المغسلة، واشطفها بكمية من ماء الصنبور.

التحليل

1. قارن درجة حرارة الماء والثلج بدرجة حرارة الماء والثلج المضاف إليهما الملح، بم تفسير تغير درجة الحرارة؟

2. فسّر لماذا أضيف الملح إلى إحدى الكأسين دون الأخرى؟

3. فسّر الملح مادة متأينة قوية تنتج أيوني الصوديوم Na^+ والكلور Cl^- عندما تتفكك في الماء. فسّر لماذا يعد هذا التفكك مهماً عند حساب الانخفاض في درجة التجمّد؟

4. توقع هل من الأفضل استعمال الملح الخشن، أم ملح المائدة الناعم، عند صنع الآيس كريم المنزلي؟ فسّر إجابتك.

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب حساب درجة التجمّد لمحلول الجلو كوز المائيّ (محلول غير متأين) بتركيز 2.5 m . الإجابة: 4.68°C

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

1 تحليل المسألة

أعطيت مولالية المحلول المائي لكلوريد الصوديوم. احسب ΔT_b و ΔT_f اعتماداً على عدد الجسيمات في المحلول، ثم حدد الارتفاع في درجة الغليان والانخفاض في درجة التجمد. أضف ΔT_b إلى درجة الغليان، واطرح ΔT_f من درجة التجمد.

المعطيات

المذاب = كلوريد الصوديوم NaCl
المولالية = $0.029 m$

المطلوب

درجة الغليان = $^{\circ}C$ ؟
درجة التجمد = $^{\circ}C$ ؟

2 حساب المطلوب

احسب مولالية الجسيمات

$$m = 0.029 m \times 2 = 0.058 m$$

$$\Delta T_b = K_b m$$

$$\Delta T_f = K_f m$$

ضع العلاقات الرياضية للارتفاع في درجة الغليان والانخفاض في درجة التجمد

$$\Delta T_b = (0.512^{\circ}C/m)(0.058 m) = 0.030^{\circ}C \quad K_b = 0.512^{\circ}C/m, K_f = 1.86^{\circ}C/m$$

$$\Delta T_f = (1.86^{\circ}C/m)(0.058 m) = 0.11^{\circ}C$$

$$m = 0.058 m$$

احسب درجة الغليان بعد الارتفاع ودرجة التجمد بعد الانخفاض للمحلول.

$$T_b = 0.30^{\circ}C + 100.000^{\circ}C = 100.030^{\circ}C$$

$$T_f = 0.00^{\circ}C - 0.11^{\circ}C = -0.11^{\circ}C$$

أضف ΔT_b إلى درجة الغليان

واطرح ΔT_f من درجة التجمد

3 تقويم الإجابة

تكون درجة الغليان أعلى، ودرجة التجمد أقل، كما هو متوقع.

مسائل تدريبية

45. احسب درجة الغليان ودرجة التجمد لمحلول مائي تركيزه $0.625 m$ من أي مذاب غير متطاير وغير متآين.

46. ما درجة غليان محلول السكر في الإيثانول، الذي تركيزه $0.40 m$ ؟ وما درجة تجمده؟

47. تحفيز تم اختبار محلول تركيزه $0.045 m$ يحتوي على مذاب غير متطاير وغير متآين، ووجد أن الانخفاض في درجة تجمده بلغ $0.084^{\circ}C$. ما قيمة ثابت الانخفاض في درجة تجمده K_f ؟ وهل المذيب المكوّن منه المحلول في هذه الحالة هو الماء أو الإيثانول أو الكلوروفورم؟

مثال في الصف

سؤال ما درجات التجمد والغليان لمحلول كلوريد الكالسيوم

CaCl₂ تركيزه $0.16 m$ ؟

الإجابة

درجة الغليان = $100.25^{\circ}C$

درجة التجمد = $-0.89^{\circ}C$

مولالية الجسيمات = $0.48 m = 0.16 \times 3$

$$\Delta T_b = K_b m$$

$$= (0.512^{\circ}C/m)(0.48 m)$$

$$= 0.25^{\circ}C$$

درجة الغليان = $100.0^{\circ}C + 0.25^{\circ}C$

$$= 100.25^{\circ}C$$

$$\Delta T_f = K_f m$$

$$= (1.86^{\circ}C/m)(0.48 m)$$

$$= 0.89^{\circ}C$$

درجة التجمد = $0.0^{\circ}C - 0.89^{\circ}C$

$$= -0.89^{\circ}C$$

مسائل تدريبية

45. $-1.16^{\circ}C$ ، $100.320^{\circ}C$

46. $-114.9^{\circ}C$ ، $79.0^{\circ}C$

47. $1.86^{\circ}C/m$ ، الماء

طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى اطلب إلى الطلاب القيام بالبحث عن دور الكليتين في جسم الإنسان، وأيضاً عن العملية الطبيّة المعروفة بغسل الدم. دعهم يفسّروا كيفية استعمال الخاصيّة الأسموزيّة - وهي خاصيّة جامعة - في هذه العملية الطبيّة.

ف م

3. التقويم

التحقق من الفهم

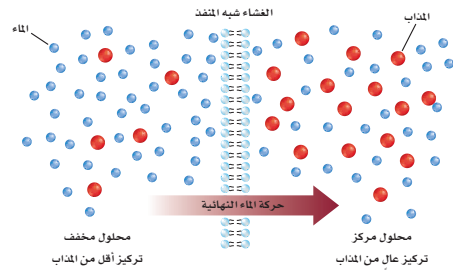
اطلب إلى الطلاب إعداد قائمة بالخواص الجامعة الأربع، وتفسيرها بالاعتقاد على الضغط البخاري. **ض م**

إعادة التدريس

دع الطلاب يعملوا في مجموعات ثنائية، وأن يختبر بعضهم معلومات بعض، فيما يتعلّق بالخواص الجامعة، وتعريفاتها وتطبيقاتها العمليّة. **ض م**

التوسّع

اطلب إلى الطلاب كتابة رسالة إلى دائرة الطرق في منطقتهم أو في بلدهم؛ يسألونهم عن الموادّ المستعملة لرشّ الطرق في فترة الشتاء. ابحث إذا ما تغيّرت، الموادّ والطرق المستعملة عبر الزمن، وما أسباب التغيير إن وجد. **ض م**



الشكل 1-22 تنتشر المذيبات بسبب الخاصية الأسموزية من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى خلال أغشية شبه منفذة.

الضغط الأسموزي Osmotic Pressure

عرفت أنّ الانتشار هو اختلاط الغازات أو السوائل، والنتيجة عن حركتها العشوائية. أما الخاصية الأسموزية فهي انتشار المذيب خلال غشاء شبه منفذ من المحلول الأقل تركيزاً إلى المحلول الأكثر تركيزاً. والأغشية شبه المنفذة حواجز تسمح لبعض الجسيمات بالعبور. والأغشية التي تحيط بالخلايا الحية جميعها عبارة عن أغشية شبه منفذة، وتلعب الخاصية الأسموزية دوراً مهماً في الكثير من العمليات الحيوية، ومنها امتصاص الغذاء في النباتات.

يبين الشكل 1-22 نظاماً يكون فيه المحلول المخفف مفصلاً عن المحلول المركز بغشاء شبه منفذ. تتحرك جزيئات الماء خلال العملية الأسموزية في الاتجاهين عبر الغشاء، ولكن جزيئات المذاب لا تستطيع العبور. وتنتشر جزيئات الماء عبر الغشاء من المحلول المخفف إلى المحلول المركز. وتسمى كمية الضغط الإضافي الناتج عن انتقال جزيئات الماء إلى المحلول المركز **الضغط الأسموزي**. ويعتمد الضغط الأسموزي على عدد جسيمات المذاب في كمية محددة من المحلول، وهو خاصية جامعة للمحاليل.

التقويم 1-4

الخلاصة

- 48. **الفقرة الرئيسية** اشرح ما المقصود بالخواص الجامعة؟
- 49. صف الخواص الجامعة الأربع للمحاليل.
- 50. فسر لماذا يكون للمحلول درجة غليان أعلى من درجة غليان المذيب النقي؟
- 51. حلّ يغي 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؟
- 52. احسب الارتفاع في درجة الغليان لمحلول يحتوي على 50 g من الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ مذابة في 500.0 g من الماء، ثم احسب الانخفاض في درجة التجمد للمحلول نفسه.
- 53. تحقق إذا علمت أنّ الارتفاع في درجة غليان محلول مائي المذاب غير متأين وغير متطاير تساوي 1.12°C ، فما مولالية المحلول؟

التقويم 1-4

- 48. تعتمد الخواص الجامعة على عدد جسيمات المذاب في المحلول.
- 49. الانخفاض في الضغط البخاري: الانخفاض في ضغط البخار مع زيادة جسيمات المذاب في المحلول.
- الارتفاع في درجة الغليان: زيادة درجة الحرارة مع زيادة جسيمات المذاب في المحلول.
- الانخفاض في درجة التجمد: انخفاض درجة التجمد مع نقصان جسيمات المذاب في المحلول.
- الضغط الأسموزي: تغيّر الضغط الأسموزي مع زيادة

جسيمات المذاب في المحلول.

- 50. قلل جسيمات المذاب في المحلول الضغط البخاري فوق المحلول؛ وذلك لأن المحلول يغي عندما يتساوى ضغطه البخاري مع الضغط الخارجي، ومن ثمّ ينتج عن هذا الانخفاض في البخار الحاجة إلى درجة حرارة أعلى؛ لكي يتمكن المحلول من الغليان.

51. 0.0936Kg

52. $\Delta T_b = 0.285^\circ\text{C}$; $\Delta T_f = 1.03^\circ\text{C}$

53. 2.19 m

في المياه

الهدف

على الطلاب تحديد مواقع محيطات العالم التي يذوب فيها أكبر كمية من CO₂، ووصف عملية الحجز في أعماق البحار، ثم تقويم الأسئلة المتعلقة بالفكرة، والتي تحتاج إلى بحث أعمق.

الخلفية النظرية

تتضمن عملية البحث والاطلاع عن "الحجز في أعماق البحار" مدخلين أساسيين، ولكن لا تزال هنالك تساؤلات تتعلق بكلا المدخلين؛ يشتمل المدخل الأول على استعمال تقنية حقن CO₂ المتاحة بشكل مباشر في مواقع أعماق البحار، إلا أن البيانات المتوفرة غير كافية لتقويم فعالية المنهج، والآثار البيئية المتوقعة، والتي تشمل زيادة الحمضية في البيئة البحرية. ويشمل المدخل الثاني تعزيز حجز الكربون الطبيعي بإضافة المغذيات إلى سطح مياه المحيط، والتي من شأنها أن تشجع نمو النباتات المغمورة، أو المعلقة (عوالق نباتية)؛ وذلك لزيادة أعداد العوالق النباتية، واستهلاك كميات أكبر من CO₂، مما يساعد على سحب كميات أكبر من CO₂ من الغلاف الجوي إلى الماء. ولكن لم يتم تحديد الآثار البيئية المحتملة إلى الآن.

استراتيجيات التدريس

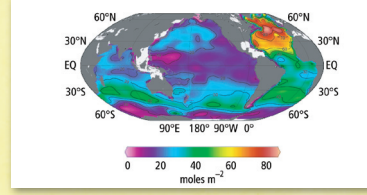
- اطلب إلى الطلاب دراسة الشكل 1 وذلك لتصنيف ترتيب مواقع المحيطات اعتماداً على تركيز CO₂، واطلب إليهم البحث عن أنماط في البيانات، ويجب على الطلاب الأخذ في الحسبان كيفية ارتباط الأنماط التي تمت ملاحظتها بعوامل محددة مؤثرة في معدل ذوبان CO₂ في مياه المحيط.
- بعد اتمام النشاط، اطلب إلى الطلاب تكوين رأي حول مزايا حجز CO₂ في أعماق المحيطات بكميات كبيرة مقابل المشكلات البيئية المحتملة التي قد تظهر بسبب هذه العملية.

في المياه

مهن: كيميائي البيئة

ملف CO₂

تشير السجلات الجيولوجية إلى أن مستويات ثاني أكسيد الكربون CO₂ في الغلاف الجوي أعلى كثيراً في الوقت الحاضر مقارنة بعشرين مليون سنة مضت. وقد أسهمت صناعات الإنسان في هذه الزيادة. إلا أن CO₂ لا يبقى في الغلاف الجوي إلى أجل غير مسمى؛ إذ تحتوي المحيطات بشكل طبيعي على CO₂ الذي يأتي من الغلاف الجوي، ومن المخلوقات الحية. وتقوم المحيطات بامتصاص 50% من CO₂ المنبعث من صناعات الإنسان. ويعتقد بعض العلماء أنه خلال ألف سنة قادمة سيذوب 90% منه في المحيطات.



شكل 1 ترمز الألوان الحمراء والصفراء والخضراء إلى المناطق التي فيها مستويات عالية من CO₂ الذائب في الماء.

الحجز في أعماق البحار Deep ocean sequestration

هناك اقتراح قد يقلل من كمية CO₂ الجوي، ويحمي الحياة في الجزء العلوي من المحيط، وهو تسيل غاز CO₂، ثم ضخه إلى طبقات المياه السفلى، وتسمى هذه العملية الحجز في أعماق البحار. وهناك تصور أن الضغط الشديد في الأعماق (أكبر من 3000 m) من شأنه أن يحول CO₂ إلى هيدرات تذب في أعماق مياه المحيطات، ولكن سيبقى CO₂ عالقاً مئات السنين بعيداً عن الجزء العلوي للمحيط والغلاف الجوي.

بحوث مستمرة Ongoing research

يعمل العلماء على إيجاد إجابات عن كثير من الأسئلة حول أثر CO₂ في المخلوقات التي تعيش في الأعماق. ولا يزال هناك الكثير من المشاكل التقنية المتعلقة بعملية جمع CO₂ وتخزينه ونقل كميات كبيرة منه. وإذا تم حل هذه المشكلات التقنية فإن على الرأي العام والمسؤولين الأخذ في الحسبان الأخطار المتعلقة بانبعاث CO₂ في الهواء وفي المحيطات.

جمع البيانات عن CO₂ Collecting CO₂ data

تتأثر سرعة ذوبان CO₂ في المحيطات بعدة عوامل، منها درجة الحرارة، وتركيز CO₂ في الهواء والماء، واختلاط الماء مع الهواء بسبب الرياح، وحركة الأمواج. لقد قضى فريق من الباحثين عدة سنوات لجمع وتحليل البيانات حول CO₂، وذلك من آلاف نقاط الجمع في المحيطات حول العالم. وتوضح بيانات الشكل 1 أن شمال المحيط الأطلسي يحتوي على أكبر كمية من CO₂ لكل متر مربع من سطح المحيط؛ لأن عوامل درجة الحرارة والعمق والتيارات البحرية تجعل من شمال المحيط الأطلسي ماصاً فعالاً لغاز CO₂ المنبعث من صناعات الإنسان.

جمع وتخزين CO₂ CO₂ capture and storage

هناك طريقة واحدة لتقليل كمية CO₂ المنطلقة إلى الغلاف الجوي، وهي جمع وتخزين CO₂ الناتج عن حرق الوقود الأحفوري. يقوم العلماء بالبحث عن احتمالية حقن CO₂ الذي تم جمعه مباشرة في المحيط؛ وذلك لتسريع عملية ذوبانه؛ حيث تقلل هذه العملية من أثر الدفينة التي يسببها غاز CO₂. ومع ذلك فقد يؤدي اختلال التوازن الطبيعي لثاني أكسيد الكربون CO₂ الذائب إلى آثار بالغة في كيميائية

الكتابة في الكيمياء

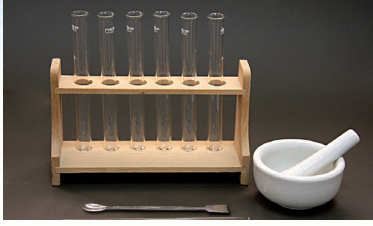
عصف ذهني إعداد مجموعة من الأسئلة للإجابة عنها بالبحث حول حجز ثاني أكسيد الكربون في أعماق البحار.

الكتابة في الكيمياء

العصف الذهني تنوع الإجابات، وقد تتضمن الأسئلة الآتية: ما التأثيرات القصيرة والطويلة المدى الناتجة عن تعرّض المخلوقات الحية، ونظام البيئة البحرية المرتفع في أعماق المحيط لتركيز عالٍ من CO₂ لفترات طويلة؟ ما الفترة التي يمكن حجز CO₂ السائل خلالها؟ وما العواقب المحتملة إذا لم تبقى المستويات المرتفعة من CO₂ عند أعماق تزيد عن 3000 m لفترات طويلة جداً؟ كيف يؤثر نقصان مستويات CO₂ في الغلاف الجوي على المناخ العالمي؟ كيف تؤثر الأحداث الجيولوجية (الزلازل وحركة الصفائح) على مناطق حجز CO₂؟

مختبر الكيمياء

استقصاء العوامل المؤثرة في الذائبية



الخلفية: تتضمن عملية تحضير محلول تصادم جسيمات المذيب والمذاب. فعند إضافة مركب قابل للذوبان إلى الماء تؤثر عدة عوامل في سرعة تكوين المحلول.
سؤال: كيف تؤثر هذه العوامل في سرعة تكوين المحلول؟

المواد والأدوات اللازمة

كبريتات النحاس II المائية	حامل أنابيب اختبار
ماء مقطر	هاون (مدق)
6 أنابيب اختبار	ملعقة
مخبر مدرج سعته 25 mL	ساعة
ساق تحريك زجاجية	
ماسك أنابيب	

إجراءات السلامة

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. صمم جدولاً لتسجيل البيانات.
3. اكتب فرضية حول ما تعرفه عن سرعة التفاعل لتفسير ما يمكن ملاحظته في خطوات العمل.
4. ضع الأنابيب الستة على حامل الأنابيب.
5. ضع بلورة من كبريتات النحاس II المائية في كل من الأنبوب الأول والأنبوب الثاني.
6. استعمل الهاون والمدق لطحن بلورة أخرى، ثم اكشط المسحوق الناتج بالملعقة، وضعه في الأنبوب الثالث، وكرر ذلك للأنابيب المتبقية.
7. قس 15 mL من الماء المقطر عند درجة حرارة الغرفة، ثم اسكبه في أنبوبي الاختبار الأول والثاني، ثم سجل الزمن.
8. لاحظ المحلول في الأنبوب الأول بعد إضافة الماء مباشرة وبعد 15 دقيقة.
9. اترك الأنبوب الأول دون أي حركة على حامل الأنابيب.
10. كرر الخطوات 7 و8 مع الأنبوبين الثالث والرابع.
11. استعمل ساق التحريك الزجاجية لتحريك أنبوب الاختبار الثاني مدة دقيقة أو اثنتين.
12. اترك الأنبوب الثالث دون تحريك.

44

مختبر الكيمياء

استقصاء العوامل المؤثرة في الذائبية

الزمن 30 دقيقة.

المهارات العملية: الملاحظة والاستنتاج، والمقارنة، والإدراك، والتمييز بين السبب والنتيجة، والتفكير الناقد، وجمع وتنظيم البيانات، وتفسير البيانات، والقياس، والاختبار، والتحليل والاستنتاج.

احتياطات السلامة: مراجعة احتياطات السلامة عند التعامل مع كبريتات النحاس II المائية قبل إجراء التجربة.

التخلص من النفايات: تُعدّ الكميات القليلة من محلول كبريتات النحاس II المائية آمنة لغسلها؛ إذا تمّ ربطها بنظام الصرف الصحيّ. راجع النظم المحليّة.

طريقة بديلة للتخلص من النفايات: قم بتبخير الماء، وتخلص من البقايا الجافّة في المكان المخصص لذلك.

تحضير المواد

بلورات كبريتات النحاس II المائية بكتلة 0.2 g هي الخيار الأفضل للتحضير.

خطوات العمل

- يمكن استعمال مادة صلبة أيونية أخرى مثل الملح الصخريّ.
- تأكد من تحضير بلورات متشابهة في الحجم تقريباً.
- دع الطلاب يلاحظوا التغيرات في المادة الصلبة والمحلول.
- يساعد وضع ورقة بيضاء خلف أنابيب الفحص على إظهار الفروق البسيطة في اللون.
- معالجة المشكلات من المهم جداً ألاّ يعكّر الطلاب أنابيب الاختبار خلال رجّ الأنبوب الثاني والرابع.

التحليل والاستنتاج

1. احتوت أنابيب الاختبار التي تمّ تحريكها على محاليل أعمق بشكل أوضح من الأنبوب الأول والثالث اللذين بقيا صافيين لأنها لم يتحرّكا، وقد احتوى الأنبوب الرابع على أعمق محلول.

13. حرك المحلول في الأنبوب الرابع بالساق مدة دقيقة أو اثنتين.
14. كرر الخطوات 7 و8 مع الأنبوب الخامس باستعمال ماء أكثر برودة، واترك الأنبوب بلا تحريك.
15. كرر الخطوات 7 و8 مع الأنبوب السادس باستعمال ماء ساخن، واترك الأنبوب بلا تحريك.
16. **التنظيف والتخلص من النفايات:** تخلص من بقايا المواد الصلبة والمحاليل باتباع إرشادات معلمك. ونظف أدوات المختبر جميعها، وأعدّها إلى أماكنها.

التحليل والاستنتاج

1. **المقارنة:** ما التأثير الذي لاحظته عند تحريك الأنبوب الثاني والرابع مقارنة بالأنبوب الأول والثالث؟
2. **الملاحظة والاستنتاج:** ما العامل الذي أدى إلى تكوين المحلول بسرعة في الأنبوب الرابع مقارنة بالأنبوب الثاني؟
3. **إدراك النتيجة والسبب:** لماذا اختلفت النتائج بين الأنابيب الثالث والرابع والسادس؟
4. **ناقش:** ما إذا كانت بياناتك قد دعمت فرضيتك.
5. **تحليل الخطأ:** اعرف مصدر الخطأ الرئيس المحتمل في التجربة، واقترح طريقة سهلة لتصحيحه.

الاستقصاء

التفكير الناقد: إذا أمكن رؤية نتائج هذه التجربة بالعين المجردة، فاقترح تفسيراً تحت مجهر (لا يمكن ملاحظته) لأثر هذه العوامل في سرعة تكوين المحلول. ماذا يحدث على مستوى الجزيئات لتسريع تكوين المحلول في كل حالة؟

2. كان معدل سرعة الذوبان في أنبوب الاختبار الرابع أكبر ما يمكن، وذلك بسبب طحن البلورات؛ لأنّ طحن المادة الصلبة يزيد المساحة السطحيّة لها، ممّا يسبّب ذوبانها بسرعة أكبر.
3. كان ذوبان المادة الصلبة في الأنبوب السادس هو الأسرع، بسبب ازدياد درجة الحرارة، بينما قلّ الماء البارد في الأنبوب الخامس من سرعة ذوبان المادة الصلبة.
4. ستتنوع الإجابات
5. المصدر الأساسي المحتمل للخطأ هو حجم البلورات، فإذا كان حجم البلورات كثير التباين فإن النتيجة ستتغير.

الاستقصاء

تعتمد عمليّة تكوّن المحلول على تفاعل المذاب والمذيب. وأيّة عمليّة من شأنها زيادة هذه التفاعلات، ستؤدي بدورها إلى زيادة معدّل تكوين المحلول.

1-1 أنواع المخاليط

الفقرة الرئيسية	المفردات
<p>الأفكار الرئيسية</p> <ul style="list-style-type: none"> يمكن تمييز مكونات المخلول غير المتجانس. هناك نوعان من المخاليط غير المتجانسة، هما المعلق والغروي. الحركة البراونية حركة عشوائية لجسيمات المخلول الغروي. تظهر المخاليط الغروية تأثير تندال. قد يوجد المحلول في إحدى الحالات الفيزيائية الثلاث: الغازية أو السائلة أو الصلبة؛ اعتماداً على الحالة الفيزيائية للمذيب. يمكن أن يكون المذاب في المحلول غازاً أو سائلاً أو صلباً. 	<p>الفقرة الرئيسية المخاليط إما متجانسة أو غير متجانسة.</p> <ul style="list-style-type: none"> المخلوط المعلق المخلوط الغروي الحركة البراونية تأثير تندال المادة الذائبة المادة غير الذائبة

1-2 تركيز المحلول

الفقرة الرئيسية	المفردات
<p>الأفكار الرئيسية</p> <ul style="list-style-type: none"> يقاس التركيز كما ونوعاً. المولارية هي عدد مولات المذاب في 1L من المحلول. المولالية هي نسبة عدد مولات المذاب في 1 kg من المذيب. عدد المولات قبل التخفيف = عدد المولات بعد التخفيف 	<p>الفقرة الرئيسية يمكن التعبير عن التركيز بدلالة النسبة المئوية أو المولات.</p> <ul style="list-style-type: none"> التركيز المولارية المولالية الكسر المولي

1-3 العوامل المؤثرة في الذوبان

الفقرة الرئيسية	المفردات
<p>الأفكار الرئيسية</p> <ul style="list-style-type: none"> تتضمن عملية الذوبان إحاطة جسيمات المذيب لجسيمات المذاب. يكون المحلول غير مشبع أو مشبعاً أو فوق مشبع. ينص قانون هنري على أن ذائبية الغاز في سائل تتناسب طردياً مع ضغط الغاز فوق السائل عند درجة حرارة معينة. 	<p>الفقرة الرئيسية يتأثر تكون المحلول بعوامل، منها الحرارة والضغط والقطبية.</p> <ul style="list-style-type: none"> الذوبان حرارة الذوبان المحلول غير المشبع المحلول فوق المشبع قانون هنري

1-4 الخواص الجامعة للمخاليط

الفقرة الرئيسية	المفردات
<p>الأفكار الرئيسية</p> <ul style="list-style-type: none"> تقلل المواد المذابة غير المتطايرة الضغط البخاري للمحلول. يرتبط الارتفاع في درجة الغليان مباشرة بمولالية المحلول. يكون الانخفاض في درجة التجمد للمحلول أقل من درجة تجمد المذيب النقي. يعتمد الضغط الأسموزي على عدد جسيمات المذاب في حجم معين. 	<p>الفقرة الرئيسية تعتمد الخواص الجامعة على عدد جسيمات المذاب في المحلول.</p> <ul style="list-style-type: none"> الخواص الجامعة الانخفاض في الضغط البخاري الارتفاع في درجة الغليان الانخفاض في درجة التجمد الخاصية الأسموزية الضغط الأسموزي

دليل الدراسة

استعمال المفردات

لتعزيز معرفة الطلاب بمفردات هذا الفصل اطلب إليهم كتابة جملة واحدة لكل مصطلح في الفصل. **ضم م**

استراتيجيات المراجعة

• اطلب إلى الطلاب تنظيم مصطلحات هذا الفصل في مجموعات: محلول فوق المشبع، ومحلول مشبع، ومحلول غير مشبع؛ محلول مخفف ومحلول مركز؛ المولالية والمولارية؛ النسبة المئوية بالكتلة وبالحجم. كما يجب أن يدرك الطلاب وجه التشابه والاختلاف فيما بينها. **ضم م**



يمكن للطلاب زيارة الموقع www.obeikaneducation.com من أجل:

- دراسة الفصل كاملاً على الموقع الإلكتروني.
- المزيد من المعلومات والمشاريع والنشاطات.
- التقدم لاختبار الفصل، والاختبار المقنن.

الفصل 1

1

1-1

إتقان المفاهيم

54. قد تكون المحاليل مخاليط متجانسة منتظمة التركيب وبحالة فيزيائية واحدة. وقد تكون المخاليط غير متجانسة؛ إذ يمكن تمييز مكوناتها.
55. المذاب هو المادة التي يتم إذابتها، أما المذيب فهو المادة التي يذوب فيها المذاب.
56. المخلوطة المعلقة هو مخلوط غير متجانس، حيث تترسب جسيمات المذاب إذا لم يُحرك. كما تكون جسيمات المذاب في المخلوطة الغروية أصغر كثيراً من جسيمات المذاب في المخلوطة المعلقة ولا تترسب.
57. تكون الحزمة الضوئية مرئية في المخلوطة الغروية ولكنها لا تُرى في المحلول وذلك لكون جسيمات المخلوطة الغروية كبيرة بشكل كاف لتشتت الضوء (ظاهرة تندال).
58. قد تتضمن إجابات الطلاب الكريما المخفوقة وبياض البيض المخفوق.
59. المخلوطة المعلقة، وتترسب مكوناتها في قعر الدورق إذا ترك دون تحريك.
60. تنتج الحركة العشوائية لجسيمات المخلوطة الغروية عن اصطدام الجسيمات معاً.

1-2

إتقان المفاهيم

61. النسبة المئوية بالكتلة هي النسبة بين كتلة المذاب والكتلة الكلية للمحلول، وأما النسبة المئوية بالحجم فهي النسبة بين حجم المذاب والحجم الكلي للمحلول.
62. المولارية هي تركيز المحلول معبراً عنه بعدد مولات المذاب في حجم المحلول بالتر، بينما تعبر المولالية عن التركيز بعدد مولات المذاب في كل كيلو جرام من المذيب. ولا تعتمد المولالية على درجة حرارة المحلول.
63. تكتب مولارية وحجم المحلولين المركز والمخفف على شكل المعادلة الآتية: $M_1V_1=M_2V_2$
64. يحتوي محلول NaCl الذي تركيزه 2M عددًا أكثر من المولات مقارنة بمحلول تركيزه 0.5M.

التقويم الفصل 1

1-1

إتقان المفاهيم

54. وضح المقصود بالعبارتين "ليست كل المخاليط محاليل".
55. ما الفرق بين المذاب والمذيب؟
56. ما المخلوطة المعلقة؟ وفيما يختلف عن المخلوطة الغروية؟
57. كيف يستخدم تأثير تندال للتمييز بين المخلوطة الغروية والمحلول؟ لماذا؟
58. سَمِّ مخلوطاً غروباً مكوناً من غاز مذاب في سائل؟
59. تهيئة السلطة ما نوع الخليط غير المتجانس الموضح في الشكل 1-23؟ وما الخصائص التي اعتمدت عليها في تصنيفك؟
60. ما الذي يسبب الحركة البراونية في المخلوطة الغروية؟



الشكل 1-23

1-2

إتقان المفاهيم

61. ما الفرق بين النسبة المئوية بالكتلة والنسبة المئوية بالحجم؟
62. ما الفرق بين المولارية والمولالية؟
63. ما العوامل التي يجب أخذها في الحسبان عند إعداد محلول مخفف من محلول قياسي؟
64. كيف يختلف محلولان من NaCl تركيز أحدهما 0.5 M والآخر 2.0 M؟
65. تحت أي ظروف يمكن للكيميائي وصف المحلول بدلالة المولالية؟ ولماذا؟

46

إتقان حل المسائل

66. وفق خطوات العمل في تجربة مختبرية، قمت بخلط 25.0 g من $MgCl_2$ مع 550 mL من الماء. ما النسبة المئوية بالكتلة لكلوريد المغنسيوم $MgCl_2$ في المحلول؟
67. ما كمية LiCl بالجرامات الموجودة في 275 g من محلوله المائي الذي تركيزه 15%؟
68. إذا كنت ترغب في تحضير كمية كبيرة من محلول HCl بتركيز 5%، ولديك 25 mL من HCl فقط، فما أقصى حجم محلول 5% يمكنك تحضيره؟
69. احسب النسبة المئوية بالحجم لمحلول يحضّر بإضافة 75 mL من حمض الإيثانويك إلى 725 mL من الماء.
70. احسب مولارية محلول يحتوي على 15.7 g من $CaCO_3$ الذائب في 275 mL من الماء.
71. ما حجم محلول تركيزه 3.00 M تم تحضيره بإذابة 122 g LiF؟
72. ما عدد مولات BaS اللازمة لتحضير محلول حجمه 1.5×10^3 mL وتركيزه 10 M؟
73. ما كتلة $CaCl_2$ بالجرامات اللازمة لتحضير محلول حجمه 2.0 L وتركيزه 3.5 M؟
74. غالباً ما تحضر محاليل قياسية مختلفة التراكيز من HCl لتنفيذ التجارب. أكمل الجدول 1-7 بحساب حجم المحلول المركز أو المحلول الذي تركيزه 12 M من حمض الهيدروكلوريك اللازم لتحضير 1.0 L من محلول HCl باستعمال قيم المولارية المدونة في الجدول.

جدول 1-7 محاليل HCl	
حجم محلول HCl 12 M القياسي بوحدة mL	مولارية HCl
	0.50
	1.0
	1.5
	2.0
	5.0

65. تحت شروط تغيير درجة الحرارة؛ لأن المولالية تعتمد على الكتلة ولا تتغير مع درجة الحرارة.

إتقان حل المسائل

66. 4.3%
67. 41 g
68. 500 mL
69. 9.4%
70. 0.571 M
71. 1.57 L
72. 15 mol
73. 770 g
74. 42 mL; 83 mL; 130 mL; 170 mL; 420 mL

1-3

إتقان المفاهيم

- 85.** تُحاط جسيمات المذاب بجسيمات المذيب الموضوع فيه ويعود السبب في ذلك إلى التجاذب القائم بين جسيمات المذيب والمذاب والتي تعمل على تشتت جسيمات المذاب وانتشارها في المحلول.
- 86.** زيادة درجة حرارة المذيب، زيادة مساحة سطح المذاب، التحريك.
- 87.** يحتوي المحلول المشبع على أكبر كتلة من المذاب عند مجموعة من الشروط المعطاة ويحتوي المحلول غير المشبع على كتلة أقل من الكتلة التي يستطيع إذابتها.

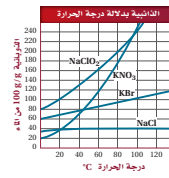
إتقان حل المسائل

- 88.** 1.08g/L
- 89.** 7.38g
- 90.** 185 kPa
- 91.** ذائبية KBr هي 95g/100gH₂O وتساوي ذائبية KNO₃ الضعف عند درجة الحرارة نفسها وتساوي 170 g /100 g H₂O تقريبًا.
- 92.** 25 kPa; 4.5 g/L

1-3

إتقان المفاهيم

- 85.** صف عملية الذوبان.
- 86.** اذكر ثلاث طرائق لزيادة سرعة الذوبان.
- 87.** اشرح الفرق بين المحاليل المشبعة والمحاليل غير المشبعة.
- إتقان حل المسائل**
- 88.** إذا كانت ذائبية غاز تساوي 0.54 g/L عند ضغط مقداره 1.5 atm فأحسب ذائبية الغاز عند مضاعفة الضغط.
- 89.** ذائبية غاز تساوي 9.5 g/L عند ضغط 4.5 atm، ما كمية الغاز بالجرامات التي تذوب في 1 L إذا تم تخفيض الضغط إلى 3.5 atm؟
- 90.** ذائبية غاز تساوي 1.80 g/L عند ضغط مقداره 37.0 kPa. ما قيمة الضغط التي تصبح عندها الذائبية 9.00 g/L؟
- 91.** استعن بالشكل 1-25 لمقارنة ذائبية بروميد البوتاسيوم KBr ونترات البوتاسيوم KNO₃ عند درجة حرارة 80°C.

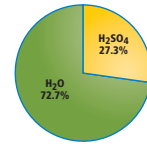


الشكل 1-25

- 92.** استعن بقانون هنري لإكمال الجدول 1-8

جدول 1-8 الذائبية والضغط	
الضغط kPa	الذائبية g/L
؟	2.9
32	3.7
39	؟

- 75.** كم تحتاج من حمض النيتريك (mL) الذي تركيزه 5.0 M لتحضير 225 mL HNO₃ تركيزه 1.0 M؟
- 76.** تجرّبة إذا قمت بتخفيف 55 mL من محلول تركيزه 4.0 M لتحضير محلول مخفف حجمه 250 mL، فأحسب مولارية المحلول الجديد.
- 77.** ما حجم حمض الفوسفوريك (بوحدة mL) الذي تركيزه 3.0 M، والذي يمكن تحضيره من 95 mL من محلول 5.0 M H₃PO₄؟
- 78.** إذا خففت 20.0 mL من محلول تركيزه 3.5 M لتحضير محلول حجمه 100.0 mL، فما مولارية المحلول بعد التخفيف؟
- 79.** ما مولالية محلول يحتوي على 75.3 g من KCl مذابة في 95.0 g من الماء؟
- 80.** ما كتلة Na₂CO₃ (بوحدة g) التي يجب إذابتها في 155 g من الماء لعمل محلول تركيزه 8.20 mol/kg؟
- 81.** ما مولالية محلول يحتوي على 30.0 g من النشالين C₁₀H₈ الذائب في 500 g من الطولوين؟
- 82.** ما المولالية والكسر المولي لمذاب يحتوي على 35.5% بالكتلة من محلول حمض الميثانويك HCOOH؟
- 83.** استعن بالشكل 1-24، واحسب الكسر المولي لحمض الكبريتيك H₂SO₄ في المحلول.



الشكل 1-24

- 84.** احسب الكسر المولي لمحلول MgCl₂ الناتج عن إذابة 132.1 g MgCl₂ في 175 mL من الماء؟

45 mL **75.**

0.88 M **76.**

160 mL **77.**

0.70 M **78.**

10.6 mol/Kg **79.**

105 g **80.**

0.468 m **81.**

12.0 m; 0.177 **82.**

0.0650 **83.**

0.125 **84.**

1 تقويم الفصل

مراجعة عامة

102. أي مذاب له أكبر تأثير في درجة غليان 1.00 kg من الماء: 50 g من كلوريد الإستراتسيوم SrCl_2 أم 150 g من رابع كلوريد الكربون CCl_4 ؟ فسر إجابتك.

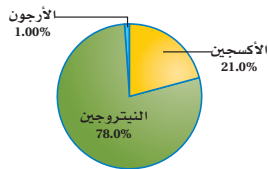
جدول 1-9 هل الذوبان ممكن؟	
مذاب	مذيب
MgCl_2 صلب	H_2O سائل
NH_3 سائل	C_6H_6 سائل
H_2 غاز	H_2O سائل
I_2 سائل	Br_2 سائل

103. استعمل معرفتك بالقطبية والذائبة لتوقع ما إذا كان الذوبان ممكنًا في كل من الحالات الموضحة في الجدول 1-9. فسر إجابتك.

104. إذا قمت بتحضير محلول مائي مشبع من كلوريد البوتاسيوم عند درجة حرارة 25°C ، ثم قمت بتسخينه إلى 50°C فهل يصبح المحلول غير مشبع، أو مشبعًا، أو فوق مشبع؟ فسر إجابتك.

105. ما كتلة نترات الكالسيوم $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ التي تلزم لتحضير 3.00 L من محلول تركيزه 0.500 M؟

106. يبين الشكل 1-26 النسب المئوية لمكونات عينة من الهواء. احسب الكسر المولي لكل غاز في العينة.



الشكل 1-26

93. المشروبات الغازية الضغط الجزئي لغاز CO_2 داخل زجاجة مشروب غازي هو 4.0 atm عند درجة حرارة 25°C . إذا كانت ذائبة CO_2 تساوي 0.12 mol/L وعند فتح الزجاجة ينخفض الضغط الجزئي إلى 3.0×10^{-4} atm، فما ذائبة CO_2 في الزجاجة المفتوحة؟ عبر عن إجابتك بوحدة g/L.

1-4

إتقان المفاهيم

94. عرف الخاصية الجامعة.
95. استعمل مصطلحي (المركز والمخفف) لمقارنة المحلول على طرفي غشاء شبه منفذ.
96. حدد كل متغير في المعادلة الآتية: $\Delta T_b = K_b m$.
97. ما المقصود بالضغط الأسموزي؟ ولماذا يعد خاصية جامعة؟

إتقان حل المسائل

98. احسب درجة التجمد لمحلول يحتوي على 12.1 g من النفتالين C_{10}H_8 الذائب في 0.175 kg من البنزين C_6H_6 . استعن بالجدول 1-6.
99. إذا قمت بإذابة 179 g من MgCl_2 في 1.00 L من الماء، فاستعن بالجدول 1-6 على إيجاد درجة تجمد المحلول.
100. الطبخ يقوم طبخ بتحضير محلول بإضافة 12.5 g من NaCl إلى وعاء يحتوي على 0.750 L من الماء. عند أي درجة حرارة يغلي المحلول في الوعاء؟ استعن بالجدول 1-6.
101. المتلحجات (الآيس كريم) يستعمل خليط الملح NaCl والتلح والماء لتبريد الحليب والكريم لصنع متلحجات (آيس كريم) منزلية. ما كمية الملح بالجرامات التي يجب إضافتها إلى الماء لتخفيض درجة التجمد 10.0°C ؟

48

$$.93 \quad 4.0 \times 10^{-4} \text{ g/L}$$

1-4

إتقان المفاهيم

94. الخاصية الفيزيائية للمحلول التي تتأثر بعدد جسيمات المذاب وليس بطبيعتها. أمثلة: انخفاض الضغط البخاري، ارتفاع درجة الغليان، انخفاض درجة التجمد، الضغط الأسموزي.

95. إذا كان هناك اختلاف في التركيز، يكون المحلول أقل تركيزًا عند جهة من الغشاء وأكثر تركيزًا في الجهة الأخرى.

96. تمثل ΔT_b الفرق بين درجات غليان المحلول والمذيب النقي، K_b الثابت المولالي لارتفاع درجة الغليان وتمثل m مولالية المحلول.

97. الضغط الأسموزي هو الضغط المبدول من قبل جزيئات الماء والتي تتحرك إلى داخل المحلول من خلال الخاصية الأسموزية. الضغط الأسموزي هو خاصية جامعة؛ لأنه يعتمد على عدد جسيمات المذاب الذائبة في المحلول.

إتقان حل المسائل

$$.98 \quad 2.74^\circ\text{C}$$

$$.99 \quad -10.5^\circ\text{C}$$

$$.100 \quad 100.29^\circ\text{C}$$

$$.101 \quad 157\text{g NaCl} / 1\text{kg H}_2\text{O}$$

مراجعة عامة

102. لدى 50.0 g من SrCl_2 تأثير أكبر،

$$T_b \text{ محلول } \text{SrCl}_2 = 0.484^\circ\text{C} + 100.0^\circ\text{C} \\ = 100.484^\circ\text{C}$$

$$T_b \text{ محلول } \text{CCl}_4 = 0.310^\circ\text{C} + 100.0^\circ\text{C} \\ = 100.31^\circ\text{C}$$

103. $\text{MgCl}_2(\text{s})$ في $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$: نعم. $\text{NH}_3(\text{l})$ في $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$: لا.

$\text{H}_2(\text{g})$ في $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$: لا. $\text{I}_2(\text{l})$ في Br_2 : نعم. هذه التنبؤات مبنية على القاعدة العامة «المذيب يذيب شبيهه» فالمذيب القطبي كالماء سوف يذيب مذابًا قطبيًا مثل كلوريد الماغنيسيوم، في حين يذيب المذيب غير القطبي مثل سائل البروم مذابًا غير قطبي مثل سائل اليود. تعدُّ الأمونيا جزيئًا قطبيًا في حين يكون البنزين غير قطبي. بينما يعدُّ جزيء الماء جزيئًا قطبيًا، ويكون الهيدروجين ثنائي الذرة غير قطبي.

104. محلول غير مشبع، تزداد ذائبة KCl في الماء بازدياد درجة الحرارة. ويستوعب المحلول كمية أكبر من المذاب عند درجة حرارة 50°C مقارنة بالمحلول عند درجة 25°C .

$$.105 \quad 246 \text{ g}$$

$$.106 \quad X_{\text{Ar}}=0.00723, X_{\text{O}_2}=0.189, X_{\text{N}_2}=0.804$$

مسألة تحفيز

110. 300 mL ; 100.1°C

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

111. ستتنوع إجابات الطلاب. يجب أن يلاحظ الطلاب أن الحليب الطازج يحتوي على دهون معلقة في داخله. وإذا تركت لفترة فإنها تشكل طبقة يمكن فصلها. وأن الآلية التي يتم فيها تكوين الحليب المتجانس تعتمد على تكسير حبيبات الدهون إلى أجزاء صغيرة تمنعها من تكوين الطبقة الدهنية.

أسئلة المستندات

112. قيم الأكسجين المذاب هي الأكثر قرباً وارتباطاً بخط العرض. وكذلك ترتبط مساحة السطح، ودرجة حرارة الماء أكثر بخط العرض من خط الطول.

113. القيم أكثر انخفاضاً بالقرب من خط الاستواء.

114. بشكل عام، يزداد الأكسجين المذاب في مياه سطح المحيط، عند زيادة خط العرض شمالاً وجنوباً، وتكون درجات حرارة سطح الماء أكبر بالقرب من خط الاستواء. وتقل درجة حرارة سطح الماء عند الأقطاب. وتزداد بشكل عام ذائبية الغاز عند انخفاض درجة الحرارة.

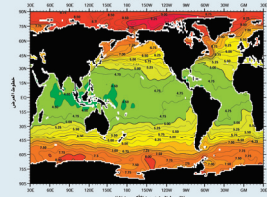
تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

111. الحليب المتجانس تم بيع أول حليب متجانس Homogenized Milk في الولايات المتحدة عام 1919م. أما اليوم فكل الحليب المبيع متجانس على شكل مستحلب غروي. ابحث عن عملية التجانس Homogenization Process. اكتب مقالة مختصرة تصف فيها العملية، وتتضمن مخططاً يوضح العملية، ومناقشة المنافع والمضار المتعلقة بشرب الحليب المتجانس.

أسئلة المستندات

المتوسط السنوي من الأكسجين المذاب تبين البيانات الموجودة في الشكل 25-1 متوسط قيم الأكسجين الذائبة في مياه المحيطات بوحدة mL/L خلال شهر واحد من عام 2001م. لاحظ أن المحور الأفقي يمثل خطوط الطول، والمحور العمودي يمثل خطوط العرض.



الشكل 28-1

112. هل ترتبط قيم الأكسجين المذاب بشكل واضح مع خط الطول أو خط العرض؟ ماذا ترى ذلك صحيحاً؟

113. عند أي خط عرض يكون متوسط الأكسجين المذاب أقل؟

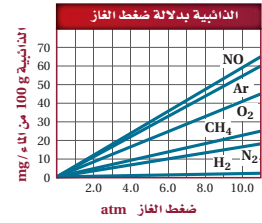
114. صف الاتجاه العام الذي توضحه البيانات، واربط ذلك مع العلاقة بين ذائبية الغاز ودرجة الحرارة.

التفكير الناقد

107. اعمل خطة لتحضير 1000 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك المائي تركيزه 5% بالحجم. يجب أن تصف خطتك كميتي المذاب والمذيب اللازمة، والخطوات المستعملة في تحضير المحلول.

108. قارن واستخلص النتائج ادرس المخطط في الشكل 21-1، وقارن بين الخطوط المتقطعة لـ ΔT_f و ΔT_b ، وصف الاختلافات التي لاحظتها. كيف يمكن لهذه الخطوط أن توضع في أماكن مختلفة تبعاً لنوع المحاليل إذا كانت متأينة أو غير متأينة؟ ولماذا؟

109. توسع بين الشكل 27-1 ذائبية الأرجون في الماء عند ضغوط مختلفة. استعمل قانون هنري للتحقق من الذائبية عند (15atm).



الشكل 27-1

مسألة تحفيز

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؟

التفكير الناقد

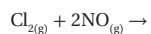
107. يلزم 50 mL من HCl. وبطرح حجم HCl من المجموع الكلي لحجم المحلول، ثم تحديد حجم الماء اللازم وهو 950 mL من H₂O. لذلك يجب إذابة 50 mL من HCl في أقل من 950 mL من الماء، ثم يضاف الماء حتى يصل حجم المحلول إلى 1000 mL.

108. تكون درجة تجمد المحلول أقل من درجة التجمد الطبيعية للماء، بينما تكون درجة غليان المحلول أعلى من درجة الغليان الطبيعية للماء. تكون قيم ΔT_f و ΔT_b أكبر للمحاليل المتأينة مقارنة بالمحاليل غير المتأينة، وذلك لتفكك المحاليل المتأينة في الماء مما ينتج عنه عدد أكبر من الجسيمات في المحلول.

109. 82 mg / 100 gH₂O

اختبار مقنن

3. ما نواتج التفاعل التالي؟

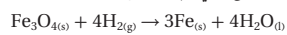


- NCl_2
- 2NOCl
- N_2O_2
- 2ClO

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

- KBr
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- MgCl_2
- CaSO_4

5. استعن بالتفاعل الآتي للإجابة عن السؤال 5.



5. إذا تفاعل 16 mol H_2 فكم مولاً من Fe ينتج؟

- 6
- 3
- 12
- 9

6. ما حجم محلول كلوريد النيكل 0.125 M NiCl_2 الذي

يحتوي على 3.25 g من NiCl_2 ؟

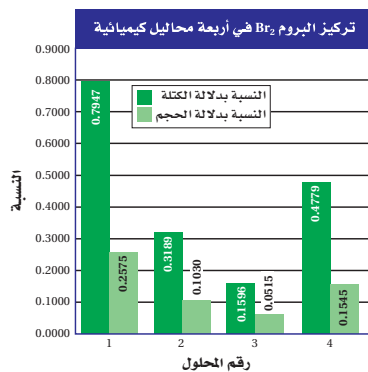
- 406 mL
- 32.5 mL
- 38.5 mL
- 201 mL

7. أي مما يأتي لا يعد خاصية جامعة؟

- رفع درجة الغليان.
- زيادة الضغط البخاري.
- الضغط الأسموزي.
- حرارة المحلول.

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤالين 1 و 2.



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

- 55.63 mL
- 8.808 mL
- 18.03 mL
- 27.18 mL

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

- 3.560 g
- 3.560 g
- 1.151 g
- 0.2628 g

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. c

2. d

3. b

4. c

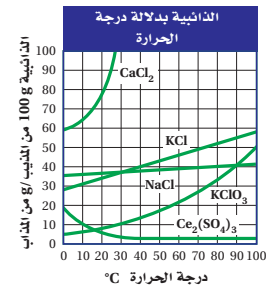
5. c

6. d

7. d

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالرسم البياني الآتي للإجابة عن الأسئلة 8 - 10.



8. ما عدد مولات KClO₃ التي يمكن أن تذوب في 100 g من الماء عند درجة حرارة 60 °C؟

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؟

10. ما عدد مولات KClO₃ اللازمة لتحضير محلول مائي حجمه 1.0 L عند درجة حرارة 75 °C؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

11. إذا أعطيت عينة من مذاب صلب وثلاثة محاليل مائية تحتوي على ذلك المذاب، فكيف يمكنك تحديد أي المحاليل مشبع، وأيها غير مشبع، وأيها فوق مشبع؟

أسئلة الإجابات القصيرة

8. 0.17 mol

9. يمكن لمحلول NaCl أن يستوعب كمية أكبر من المذاب

عند 20 °C. وتنعكس الذائبية عند 80 °C، و يصبح KCl أكثر ذائبية من NaCl.

10. = (30g/L) (1mol/122.55g KClO₃)

0.245 mol KClO₃/1L

أسئلة الإجابات المفتوحة

11. أضف كمية قليلة إلى كل من المحاليل الثلاثة، فإذا تكونت

بلورات يكون المحلول فوق مشبع، وإذا كانت غير ذائبة

يكون المحلول مشبعًا، أما إذا ذابت فإن المحلول يكون

غير مشبع.