



دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

الكيمياء

فرع الإقتصاد المنزلي

الفترة الثانية

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

moehe.gov.ps | mohe.pna.ps | mohe.ps

[.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym](https://www.facebook.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym)

فكس +970-2-2969377 | هاتف +970-2-2969350

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

pcdc.edu.ps | pcdc.mohe@gmail.com

المحاليل

Solutions

المحتويات

2	(1.2): عمليّة الإذابة وحرارة المحلول
6	(2.2): الذائبية
11	(3.2): الطرق الكميّة للتعبير عن تركيز المحاليل
14	(4.2): التخفيف
16	(5.2): الخواص الجامعة للمحاليل غير الأيونية
18	اختبر نفسي
19	اختبار الفترة الثانية

تُعَدُّ أملاح البحر الميت من الثروات الطبيعية المميزة في فلسطين. ما أهمية المحاليل في الحياة؟

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة المتمازجة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على
توظيف المعرفة بالمحاليل في سياقات حياتية متعددة، من خلال تحقيق الآتي:

- تفسير كميّة حدوث عمليّة الإذابة بالرسم.
- تصنيف عمليّة الإذابة من حيث الطاقة عملياً.
- تصنيف المحاليل حسب درجة الإشباع.
- استنتاج بعض العوامل المؤثرة في الذائبية عملياً.
- حساب تركيز المحاليل بطرق متنوّعة.
- تحضير محاليل بتركيز محدّد.
- إجراء حسابات تتعلق بعمليّة التخفيف.
- التعرف إلى بعض الخواص الجامعة للمحاليل عملياً.
- البحث في تطبيقات المحاليل المختلفة.

(1.2): عملية الإذابة وحرارة المحلول

(The Solution Process and Heat of Solution)

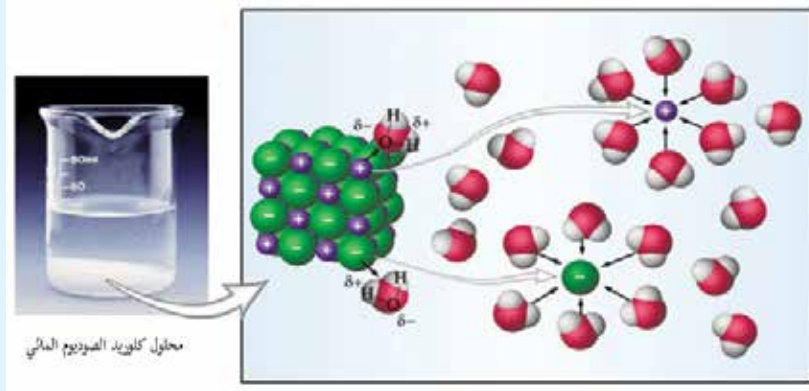


الشكل (2 - 1): مخلوط الماء والزيت

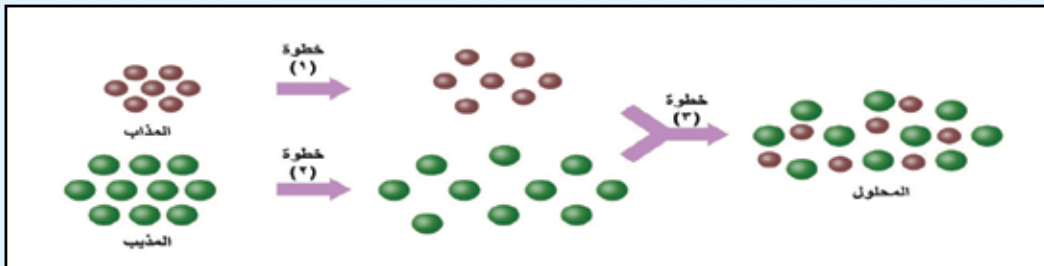
تعرفت في صفوف سابقة أن المحلول مخلوط متجانس من المذيب والمذاب، وإذا كان المذيب ماءً تُسمى محاليل مائية، ولكن هل تساءلت يوماً: لماذا يذوب ملح الطعام والسكر في الماء؟ ولماذا لا يذوب الزيت في الماء، كما في الشكل (2 - 1)، بينما يذوب في مذيبات عضوية، كالبنزين والهكسان؟ وهل يصاحب عملية الإذابة تغيير في الطاقة؟ للإجابة عن هذه التساؤلات، نَقِّد الأنشطة الآتية:

نشاط (1): ذوبان ملح كلوريد الصوديوم NaCl في الماء:

تأمل الشكل الآتي جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



- 1- ما الذرة في جزيء الماء التي تحمل شحنة جزئية سالبة؟ وما الذرة التي تحمل شحنة جزئية موجبة؟
- 2- صف طريقة ترتيب جزيئات الماء حول أيونات الكلور وأيونات الصوديوم.
- 3- اقترح خطوات تفسر حدوث عملية الإذابة، بناءً على المخطط الآتي:



بعد إجابتك عن الأسئلة السابقة، لاحظت أنّ قوى التجاذب بين جزيئات المادة في حالة السيولة والصلابة دورًا مهمًّا في ربط الجزيئات بعضها مع بعض، وهذه القوى لها أيضًا دورٌ مهمٌّ في تكوين المحاليل. وللتعرّف إلى العلاقة بين المذاب والمذيب وقوى التجاذب بينهما، نفِّذ النشاط الآتي:

نشاط (2): العلاقة بين قوى التجاذب والذوبان:

المواد والأدوات:

ماء مقطّر، وهكسان، وكحول، وزيت، وسكّر، وأنايب اختبار سعة 20 مل عدد(6)، وميزان حسّاس، ومحقن طبي أو ماصة.

خطوات العمل:

- 1- أحضر ستة أنابيب اختبار سعة 20 مل، ورقمها، ثمّ ضع في الأنبوب الأول والثاني والثالث 10 مل من الماء المقطّر.
- 2- أضف 1 غم سكّر للأنبوب الأول، و1 مل كحول للأنبوب الثاني، و1 مل زيت للأنبوب الثالث.
- 3- اعمل على مزج المكونات في كل أنبوب بالضرب بإصبعك على الأنبوب، أو من خلال رجّه بلطف. ماذا تلاحظ؟
- 4- كرّر الخطواتين الثانية والثالثة باستعمال الهكسان كمذيب. ماذا تلاحظ؟ سجّل ملاحظاتك في جدول.

الأسئلة:

- 1- هل يختلف ذوبان المواد الثلاث في الماء والهكسان؟
- 2- اقترح قاعدة للتنبؤ بذوبان المواد المختلفة عند مزجها.

لعلّك لاحظت بعد تنفيذك النشاط السابق أنّ للتركيب الجزيئي للمذاب والمذيب دورًا مهمًّا في عمليّة الإذابة، وحيث إنّ شكل الجزيء وتركيبه يحددان قطبيته. فالمواد القطبية والأيونية تذوب في المذيبات القطبية كالماء، والمواد غير القطبية تذوب في المذيبات غير القطبية كالهكسان، والقاعدة العامة تقول: "الشبيه يذيب الشبيه" (Like Dissolves Like)، وهذا يعتمد على قوى التجاذب

بين دقائق المذيب، وقوى التجاذب بين دقائق المذاب، وقوى التجاذب بين دقائق المذيب والمذاب عند تكون المحلول. ففي النشاط السابق، نجد أن الزيت يذوب في الهكسان؛ لأن كليهما غير قطبي، والروابط بين جزيئاتهما ضعيفة ومتقاربة في القوة، ولكنه لا يذوب في الماء؛ لأن جزيئات الماء قطبية، وترتبط فيما بينها بترابط هيدروجيني قوي أكبر من قوة ارتباطها بجزيئات الزيت. وفي المقابل فإن جزيئات الكحول قطبية تذوب في الماء؛ لأنه تنشأ بين جزيئاتهما قوى متبادلة أقوى من الروابط بين جزيئاتهما قبل تكوين المحلول.

سؤال؟ أي المواد الآتية تذوب في الماء:



توصلت مما سبق أنه عند ذوبان مادة معينة في مذيب ما، فإن دقائق المذاب تنتشر بين دقائق المذيب، فما أثر إذابة مادة ما على درجة حرارة المحلول؟ للإجابة عن هذا التساؤل، نفذ النشاط الآتي:

نشاط (3): تصنيف المحاليل حسب الطاقة المصاحبة لعملية الذوبان:

المواد والأدوات:

ماء مقطر، وثيوكبريتات الصوديوم $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH ، وميزان حرارة، وكأسان زجاجيان سعة كل واحد 100 مل، ومخبر مدرج سعته 50 مل، وقضيب زجاجي.

خطوات العمل:

- 1- ضَع 30 مل من الماء المقطر في كل كأس، وقِس درجة الحرارة، وسجّلها.
- 2- زِن 5 غم من ثيوكبريتات الصوديوم، وضَعها في الكأس الذي يحتوي على الماء، ثم حرِّك المحلول بقضيب زجاجي.
- 3- سجّل درجة حرارة المحلول الناتج.
- 4- كرِّر الخطوات من 1-3 باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بدلاً من ثيوكبريتات الصوديوم.

5- دَوِّن النتائج التي حصلت عليها في الجدول الآتي :

المادة الذائبة	درجة الحرارة الابتدائية (°س)	درجة الحرارة النهائية (°س)	الفرق في درجات الحرارة (د ₂ - د ₁)
ثيوكبريتات الصوديوم			
هيدروكسيد الصوديوم			

؟ بناءً على النتائج المدونة في الجدول، اقترح تصنيفًا للمحلولين حسب التغير في الطاقة.

يمكن تفسير التغير في الطاقة الحرارية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم وثيوكبريتات الصوديوم، من خلال فهم آلية تكوّن المحلول، والتي تمر في ثلاث خطوات متلازمة، هي:

الخطوة الأولى: تباعد دقائق المذاب بعضها عن بعض، وهذا يتطلب تزويدها بطاقة للتغلب على قوى التجاذب بينها، وهذه عملية ماصة للطاقة (ΔH_1).

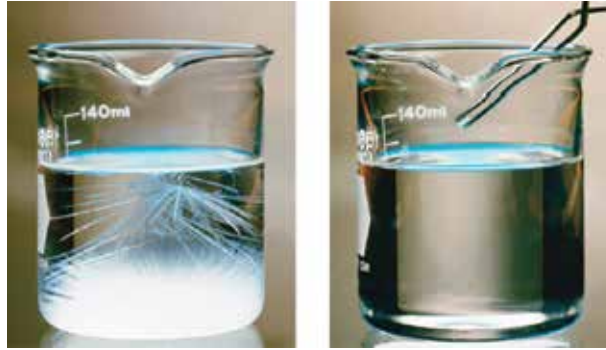
الخطوة الثانية: تباعد دقائق المذيب بعضها عن بعض، وهذا يتطلب تزويدها بطاقة للتغلب على قوى التجاذب بينها، وهذه أيضًا عملية ماصة للطاقة (ΔH_2).

الخطوة الثالثة: تجاذب دقائق المذيب مع دقائق المذاب؛ لتكوين قوى جديدة بينهما، وهذه عملية طاردة للطاقة (ΔH_3).

وتسمى محصلة الطاقة المصاحبة لعملية الإذابة حرارة المحلول، وقد تكون ماصة للطاقة أو طاردة لها.

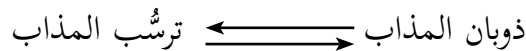
(2.2): الذائبية (Solubility):

تعرفت في صفوف سابقة إلى أنواع المحاليل من حيث الإشباع، فهناك المحلول غير المشبع الذي يستطيع إذابة كمية إضافية من المذاب، والمحلول المشبع الذي يحتوي على أكبر كمية من المادة المذابة عند درجة الحرارة نفسها، ويُرسب أية كمية إضافية من المذاب، أما المحلول فوق المشبع فهو يحتوي على كمية من المادة المذابة أكثر مما هو متوقع في حالة الإشباع، وهو حالة غير مستقرة، يمكن الإخلال بها بسهولة، مثل تحريك المحلول، أو إضافة كمية قليلة من بلورات المذاب، كما في الشكل (2 - 2).



الشكل (2 - 2): تبلور أسيتات الصوديوم من محلوله فوق المشبع

وتعرف الذائبية بأنها أكبر كتلة من المذاب التي يمكن أن تذوب في 100 غم مذيب عند درجة حرارة معينة وضغط معين؛ للحصول على محلول مشبع. وعندما يصل المحلول إلى حد الإشباع يكون في حالة من الاتزان الديناميكي، وهو الحالة التي يكون فيها معدل ذوبان المذاب مساويًا تمامًا لمعدل ترسبه:



ويمكن تحضير المحلول فوق المشبع بإذابة كمية زائدة عن حد الإشباع من المذاب في كتلة ثابتة من المذيب بواسطة التسخين، ويترك المحلول لتنخفض درجة حرارته في سكون دون تحريك. وتتوقف ذائبية المواد في مذيب معين على عدة عوامل، منها: طبيعة المذاب والمذيب، ودرجة الحرارة، والضغط.

أولاً: طبيعة المذاب والمذيب:

بالإضافة إلى مدى التوافق بين قوى التجاذب بين دقائق المحلول مقارنةً مع تلك الموجودة بين دقائق المذيب النقي والمذاب النقي، هناك عوامل أخرى ترتبط بطبيعة كل من المذيب والمذاب تؤثر في عملية الإذابة، منها الكتلة المولية للمذاب، والتركيب الجزيئي للمذاب والمذيب.

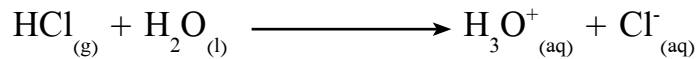
وإذا كان المذاب مادة أيونية كالأملح، فإن ذائبيتها تختلف من ملح لآخر، فذائبية AgCl تساوي 9.00×10^{-4} غم/غم ماء عند 20°س، في حين ذائبية NaCl تساوي 36.00 غم/غم 100 غم ماء عند درجة الحرارة نفسها، ويعزى ذلك؛ لقوة الرابطة الأيونية في البلورة من جهة وأيونات الملح والمذيب من جهة أخرى، فهذه الأملاح لا تذوب إلا في المذيبات التي لها قدرة كافية على تشكيل روابط قوية مع تلك الأيونات.



فكر:

على الرغم من أن غاز ثاني أكسيد الكربون غير قطبي، إلا أن ذائبته في الماء أعلى بكثير من ذائبية O₂ و N₂

أما بالنسبة لذائبية الغازات في الماء، فإن الغازات غير القطبية، مثل O₂، والغازات قليلة القطبية مثل NO تكون ذائبيتها قليلة جداً؛ بسبب ضعف قوة ترابط جزيئات المذيب بالمذاب، وعلى الرغم من ذلك، فإن الكائنات الحية المائية ستموت دون هذه الكمية القليلة، ومن ناحية أخرى هنالك غازات ذائبيتها في الماء كبيرة جداً، مثل HCl؛ لأنها تتفاعل مع الماء كالتالي:



ثانياً: درجة الحرارة:

يعتمد تأثير درجة الحرارة على ذائبيّة المادة على حرارة المحلول. وللتعرّف إلى تأثير درجة الحرارة على ذائبيّة الأملاح في الماء، نَقِّدِ النَّشَاطِ الآتِي:

نشاط (4): أثر درجة الحرارة على ذائبيّة الأملاح:

المواد والأدوات:

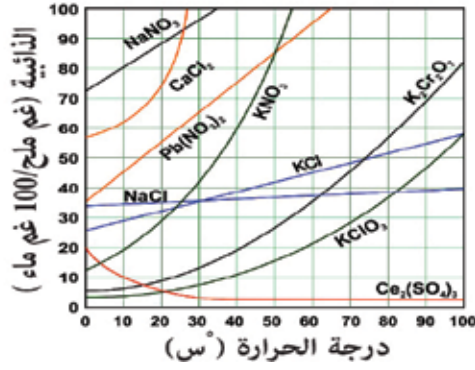
نترات البوتاسيوم KNO_3 ، وماء مقطّر، وأنبوبا اختبار سعة 20 مل، وكؤوس زجاجية، وميزان حرارة، وميزان حسّاس، وورق ترشيح، وقمّع ترشيح، وحامل أنابيب، وقضيب زجاجي.

خطوات العمل:

- 1- خُذْ أنبوبيّ اختبار، وضع في كل منها 10 غم ماء مقطّر.
- 2- حضّر كأسين زجاجيين كحَمَامِ مائي، في أحدهما ثلج مجروش مع الماء، والآخر ماء بدرجة حرارة الغرفة.
- 3- ضع كل أنبوب في كأس من الكؤوس، وانتظر حتى تتساوى درجة حرارة الماء في الأنبوب مع درجة حرارة الماء في الكأس، وابدأ بإضافة نترات البوتاسيوم إلى الأنبوبين تدريجيّاً مع التحريك بواسطة قضيب زجاجي، حتى يصل كل محلول إلى حالة الإشباع.
- 4- رَشِّحْ كل محلول ناتج، وزن المحلول الراشح بواسطة الميزان الحساس، ماذا تلاحظ على الوزن مقارنة بوزن الماء الذي وضعته في الأنبوبين قبل إضافة الملح؟ جد كميّة الملح الذائبة.
- 5- سجّل النتائج في الجدول الآتي:

الملاح	كميّة الملح الذائبة عند صفر (س)	كميّة الملح الذائبة عند درجة حرارة الغرفة
نترات البوتاسيوم في 10 غم ماء		
نترات البوتاسيوم في 100 غم ماء		

لعلّك لاحظت من النشاط السابق أنّ ذائبيّة نترات البوتاسيوم في الماء تزداد بزيادة درجة الحرارة، وهذا ينطبق على كثير من الأملاح، والشكل (2 - 3) الآتي يبيّن منحنيات الذائبيّة لعدد من الأملاح في الماء عند درجات حرارة مختلفة.



الشكل (2 - 3): منحنيات الذائبيّة لعدد من الأملاح في الماء عند درجات حرارة مختلفة

تقل ذائبيّة معظم الغازات في الماء بزيادة درجة الحرارة.

مثال: بالاعتماد على الشكل (2 - 3)، أجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- أي الأملاح تقل ذائبيّتها بزيادة درجة الحرارة؟
- 2- أي الأملاح أقل ذائبيّة عند 10°س؟
- 3- كم غرامًا من كلوريد البوتاسيوم KCl يذوب في 200 غم ماء عند 80°س؟
- 4- ماذا تعني كل نقطة على المنحنى؟
- 5- عيّن نقطة تمثّل محلولًا غير مشبع، وأخرى تمثّل محلولًا فوق مشبع لملح كلوريد البوتاسيوم KCl.

الحل:

- 1- تلاحظ من الشكل أنّ ملح كبريتات السيريوم $Ce_2(SO_4)_3$ تقل ذائبيّته بزيادة درجة الحرارة، وهذا يعتمد على حرارة المحلول، فإذا كانت حرارة المحلول الملحي المشبع مكتسبة (ماصّة)، فإنّ تسخين المحلول سيزيد من ذائبيّة الملح المذاب، وإذا كانت مفقودة (طاردة)، فإنّ تسخينه سيقلل من ذائبيّة الملح المذاب.
- 2- تلاحظ من الشكل أنّ الملح الذي له أقل ذائبيّة عند 10°س هو ملح $KClO_3$.

3- تلاحظ من منحنى ذائبية كلوريد البوتاسيوم عند درجة حرارة 80°س:

يذوب تقريباً 52 غم KCl في 100 غم ماء.

يذوب س غم KCl في 200 غم ماء.

إذن، س = 104 غم من KCl تذوب في 200 غم ماء.

4- تعني كل نقطة على المنحنى أنّ كل ملح وصل لحالة إشباع عند تلك الدرجة من الحرارة، وتختلف حالة الإشباع من درجة لأخرى.

5- لتعيين نقطة تمثل محلولاً غير مشبع، نأخذ أي نقطة تقع تحت المنحنى لملح KCl، فمثلاً: عند 50°س النقطة التي تقابل 20 غم تمثل محلولاً غير مشبع للملح. ولتعيين نقطة فوق مشبع، نأخذها فوق المنحنى، مثل النقطة المقابلة لـ 50 غم تمثل محلولاً فوق مشبع.

سؤال؟ قام تائر بخلط 75 غم من KCl في 200 غم ماء مقطر عند 20°س، فإذا علمت أنّ

ذائبية KCl هي 34 غم/100 غم ماء عند درجة الحرارة نفسها:

1 - ما كمية KCl الذائبة؟

2 - هل المحلول الناتج مشبع أم غير مشبع؟

3 - ما مقدار الكمية المترسبة من KCl؟

ثالثاً: الضغط:

بشكل عام لا يؤثر الضغط على ذائبية المواد الصلبة والسائلة في المذيبات السائلة. ولكنّ بالنسبة للغازات، فإنّ ذائبيتها تزداد بزيادة ضغطها الجزئي الواقع على سطح المحلول، ولربما لاحظت يوماً عند فتحك عبوة مشروب غازي تنثر المشروب خارج العبوة. لماذا؟

(3.2): الطرق الكميّة للتعبير عن تركيز المحاليل

(Quantitative Ways of Expressing Concentration)

تحرص الشركات والمصانع الغذائية والدوائية، والمختبرات الطبيّة على استخدام المحاليل بتركيز محدّدة؛ وللتعرّف إلى مفهوم تركيز المحلول، تأمل الشكل (2 - 4) الذي يبيّن محاليل مائيّة مختلفة لبيرومنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ ، ثمّ أجب عن السُّؤال الذي يليه:



المحلول (3)

المحلول (2)

المحلول (1)

الشكل (2 - 4): محاليل مائيّة لبيرومنغنات البوتاسيوم

رتّب المحاليل المبيّنة في الشكل (2 - 4) السابق حسب التركيز، وما المعيار الذي استندت إليه؟

تبيّن لك من خلال مناقشة السُّؤال السابق، أنّه يمكن تصنيف المحاليل من حيث التركيز بطريقة وصفيّة من خلال اللون، ولكن هل يمكن تحديد كميّة المذاب بدقة؟ يشير مصطلح التركيز إلى العلاقة الكميّة بين المذاب والمذيب في المحلول، وهناك طرق مختلفة للتعبير عن التركيز منها النسبة المئوية للمذاب، والمولارية.

أولاً: النسبة المئوية للمذاب (Percent Concentration)

يمثل الشكل (2 - 5) محاليل متنوّعة مكتوب عليها تراكيز بنسب مئوية مختلفة. ماذا تعني

لك هذه النسب؟



الشكل (2 - 5): محاليل بتركيز متنوّعة

تعبّر هذه النسب المئوية عن نسبة المذاب إلى المذيب في المحلول، فإذا كانت كمية المذاب والمذيب بوحدة الكتلة، يسمى التركيز النسبة المئوية الكتلية (Mass Percent). ويمكن إيجادها من العلاقة الرياضيّة الآتية:

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} = (\text{كتلة المذاب} \div \text{كتلة المحلول}) \times 100\%$$

حيث إنّ كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

وعند التعبير عن تركيز محاليل السوائل في السوائل يفضل استخدام النسبة المئوية الحجمية للمذاب.

ويمكن إيجادها من العلاقة الرياضيّة الآتية:

$$\text{النسبة المئوية الحجمية للمذاب} = (\text{حجم المذاب} \div \text{حجم المحلول}) \times 100\%$$



1 لتر = 1000 سم³
= 1000 مل.



مثال(1): يُستخدم محلول هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl في إزالة البقع عن الملابس، وفي تبييض ألياف لب الخشب المستخدم في صناعة الورق، فإذا احتوى محلول كتلته 200 غم على 30 غم من هيبوكلوريت الصوديوم. احسب النسبة المئوية الكتلية لهيبوكلوريت الصوديوم في المحلول.

الحل:

$$\text{النسبة المئوية الكتلية} = (\text{كتلة المذاب} \div \text{كتلة المحلول}) \times 100\%$$

إذن، النسبة المئوية الكتلية لهيبوكلوريت الصوديوم =

$$(30 \text{ غم NaOCl} \div 200 \text{ غم}) \times 100\% = 15\%$$

مثال(2): فوق أكسيد الهيدروجين H₂O₂ سائل لا لون له، يُستخدم محلوله مطهرًا، وفي قصر ألوان المواد الحسّاسة، كالشعر، والريش، والقطن، ويُستخدم أيضًا في تنظيف الصور الزيتية القديمة. فإذا تم تحضير محلول مائي من فوق أكسيد الهيدروجين، تركيزه 3% بالحجم. فما حجم فوق أكسيد الهيدروجين الموجود في 400 مل من هذا المحلول؟

الحل:

$$\text{النسبة المئوية الحجمية للمذاب} = (\text{حجم المذاب} \div \text{حجم المحلول}) \times 100\%$$

$$3\% = (\text{حجم H}_2\text{O}_2 \div 400) \times 100\%$$

إذن، حجم H₂O₂ الموجود في 400 مل من هذا المحلول = 12 مل.

وهناك طريقة أخرى للتعبير عن النسبة المئوية لتركيز المحاليل تتمثل بنسبة كتلة المذاب إلى حجم المحلول، ومثال ذلك: إذابة كلوريد الصوديوم الصُّلب في حجم معيّن من الماء.

مثال (3): يُستخدم محلول سكر الجلوكوز في المشافي بتركيز 5 % (غم/سم³)، كم غرامًا من سكر الجلوكوز يلزم لتحضير 1.5 لتر من هذا المحلول؟

الحل:

النسبة المئوية (كتلة/ حجم) = (كتلة المذاب ÷ حجم المحلول) × 100 %

$$5 \% = (\text{كتلة سكر الجلوكوز} \div 1500) \times 100 \%$$

إذن، كتلة سكر الجلوكوز اللازمة = 75 غم.



مياه معدنية طبيعية		
Ingredients	mg/L	المحتويات
HCO ₃ ⁻	313.5	بيكربونات
Ca ⁺⁺	75.85	كالمسيوم
Cl ⁻	50	كلوريد
Na ⁺	25.3	صوديوم
SO ₄ ⁻	20.5	كبريتات
Mg ⁺⁺	28.7	مغنيسيوم
NO ₃ ⁻	26.3	نترات
K ⁺	2.9	بوتاسيوم
F ⁻	0.2	فلوريد
PO ₄ ⁻⁻⁻	0.16	فوسفات
Fe	0	حديد
NO ₂ ⁻	0	نيتريت
TDS	390	الأملاح الكلية الذائبة
PH	8.05	الرقم الهيدروجيني

الشكل (2 - 6): تركيز الأيونات في مياه الشرب

إذا كانت كمية المذاب في المحلول صغيرة جدًا، فيمكن التعبير عن تركيزه بنسبة جزء من مليون (ppm)، والتي تعبر عن كمية المذاب مثلاً بالمليغرام لكل لتر من المحلول (ملغم/لتر). أو بنسبة جزء من بليون (ppb)، والتي تعبر عن كمية المذاب بالمليغرام/م³ من المحلول. وتُستخدم هذه الطريقة في القياسات الدقيقة، خاصةً في مصانع الأدوية، وتركيز المبيدات الحشرية والعشبية في الأنسجة الحيّة، وتركيز الأيونات المعدنية في الماء، والشكل (2 - 6) يوضح تركيز الأيونات في مياه الشرب. فعلى سبيل المثال، نلاحظ أن تركيز أيونات الفلوريد يساوي 0.2 ppm، وهذا يعني أن كل لتر من المحلول يحتوي على 0.2 ملغم.



سؤال يُعدُّ الجليسرين $C_3H_8O_3$ مادة كيميائية عديمة اللون والرائحة، ويمتاز بخواص طبيعية تجعل منه مادةً مهمةً في صناعة مواد التجميل. ما النسبة المئوية الكتلية والحجمية للجليسرين في محلول يحتوي على 10 سم³ جليسرين مذاب في 250 غم ماء، علمًا أن كثافة الجليسرين

تساوي 1.26 غم/سم³، وكثافة الماء تساوي 1 غم/سم³.

ثانيًا: المولارية (م) (Molarity(M):

تعلم أنّ هناك كثيرًا من التفاعلات لا تتم إلا في وسط مائي، وحيث إنّ المعادلة الكيميائية تحدث بنسب مولية ثابتة، لذا كان لابد من إيجاد تعبير للتركيز يرتبط بعدد المولات، فلجأ الكيميائيون إلى مصطلح التركيز المولاري (م)، والذي يساوي عدد مولات المذاب في لتر من المحلول.

$$\text{المولارية (مول/لتر)} = \text{عدد مولات المادة المذابة} \div \text{حجم المحلول (لتر)}$$

مثال: يُستخدم هيدروكسيد الصوديوم NaOH في صناعة الصابون، فعند تحضير محلول بإذابة 10 غم من هيدروكسيد الصوديوم في 630 مل من محلوله المائي. جد تركيز المحلول بالمولارية (م)، علمًا أنّ الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم = 40 غم/مول.

الحل:

$$\text{المولارية (مول/لتر)} = \text{عدد مولات المادة المذابة} \div \text{حجم المحلول (لتر)}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$= \frac{10 \text{ غم NaOH}}{40 \text{ غم/مول}}$$

$$= 0.25 \text{ مول}$$

$$\text{التركيز} = 0.25 \text{ مول NaOH} \div 0.63 \text{ لتر} = 0.39 \text{ مول/لتر}$$



سؤال يُسمّى المحلول المائي للفورمالدهيد (HCHO) بالفورمالين؛ إذ يُستخدم المحلول المنخفّف منه في حفظ العينات البيولوجية. احسب حجم محلول فورمالين تركيزه 0.1 مول/لتر يحتوي على 6 غم من الفورمالدهيد.

(4.2): التخفيف (Dilution):

يلجأ بائع العطور إلى إضافة مزيّبات آمنة مثل الزيوت أو الكحول الإيثيلي لعطوره المركّزة، وفي منازلنا نخفّف كثيرًا من العصائر بإضافة الماء إليها؛ بهدف الحصول على محاليل أقلّ تركيزًا، وذات استخدام عملي ومقبول. وللتعرّف إلى مبدأ التخفيف، نفدّ النشاط الآتي:

نشاط (5): تخفيف المحلول:

المواد والأدوات:

سكر المائدة، وماء مقطر، وميزان حسّاس، ودورق حجمي سعة 100 مل، وقضيب زجاجي، ومخبر مدرّج سعة 100 مل، وكأس زجاجي سعة 400 مل.

خطوات العمل:



- 1- زن 10 غم سكر باستخدام ميزان حسّاس.
- 2- أضف 10 غم سكر إلى الدورق الحجمي سعة 100 مل، وأضف كمية من الماء المقطر، ثم حرّك المزيج جيّدًا حتى يذوب السكر، واستمر بإضافة الماء المقطر مع التحريك حتى الإشارة المبيّنة على عنق الدورق.
- 3- اسكب المحلول الذي حضّرته في كأس، ثم باستخدام مخبر مدرج، ضع 50 مل ماء مقطر إلى المحلول السابق.

الأسئلة:

- 1- ما العلاقة بين عدد مولات المذاب قبل إضافة الماء، وبعد إضافته؟
- 2- أي المحلولين أقل تركيزًا؟
- 3- قارن بين تركيز المحلول بالمولارية في الحالتين.
- 4- اشتقّ العلاقة بين تركيز المحلول المركّز والمنخفّف.

نستنتج من النشاط السابق أنّ عدد مولات المذاب يبقى ثابتًا في المحلول المركّز والمنخفّف، والاختلاف الوحيد بينهما هو زيادة كميّة المذيب في المحلول.

عند تخفيف المحاليل الحمضيّة المركّزة، نضيف الحمض تدريجيًا إلى الماء، ويحدّر من إضافة الماء إلى الحمض؛ لأنّ الحرارة الناتجة عن الأذابة تكفي لغلّيان المحلول الحمضي الناتج، ما يؤدي إلى فورانه، وتناثره خارج الإناء المستخدم للتخفيف.



مثال: إذا كان لدينا محلول من هيدروكسيد الصوديوم NaOH، تركيزه 4 مول/لتر، أُخذت منه كمية حجمها 500 سم³، وأضيف إليها كمية من الماء حتى أصبح تركيزه الجديد 1 مول/لتر، احسب حجم الماء المضاف.

الحل:

$$\text{عدد مولات المذاب قبل التخفيف} = \text{عدد مولات المذاب بعد التخفيف}$$

$$ت_1 \times ح_1 = ت_2 \times ح_2$$

حيث $ت_1$: تركيز المحلول المركز. $ت_2$: تركيز المحلول المخفف.
 $ح_1$: حجم المحلول المركز. $ح_2$: حجم المحلول المخفف.
 $ح_2 = \text{حجم الماء المضاف} + \text{حجم المحلول المركز}$.

لاحظ تماثل الوحدات المستخدمة على جانبي المساواة.

$$4 \text{ مول/لتر} \times 500 \text{ سم}^3 = 1 \text{ مول/لتر} \times (500 + س) \text{ سم}^3$$

$$2000 = 500 + س$$

$$س = 1500 = 500 - 2000 = 1.5 \text{ لتر}$$

سؤال؟ معظم الأحماض المتوفرة في المختبرات الجامعية والمدرسية تكون مركزة، فإذا علمت أنّ حمض الهيدروكلوريك HCl يوجد بتركيز 32% بالكتلة، وكثافته 1.18 غم/سم³، وأردنا تخفيف كمية من هذا المحلول للحصول على محلول حجمه 250 مل بتركيز 1 مول/لتر. يبين بالخطوات الآلية الواجب اتباعها لمعرفة الحجم المطلوب أخذه من الحمض المركز.

(5.2): الخواص الجامعة للمحاليل غير الأيونية (Colligative Properties):

إذا سمعت النشرة الجوية في أحد أيام الشتاء الباردة، وعلمت أنّ هناك حالة انجماد شديدة، وأنّ درجة الحرارة ستكون دون الصفر المئوي، فكيف يمكنك حماية سيارتك من خطر تجمد الماء فيها؟



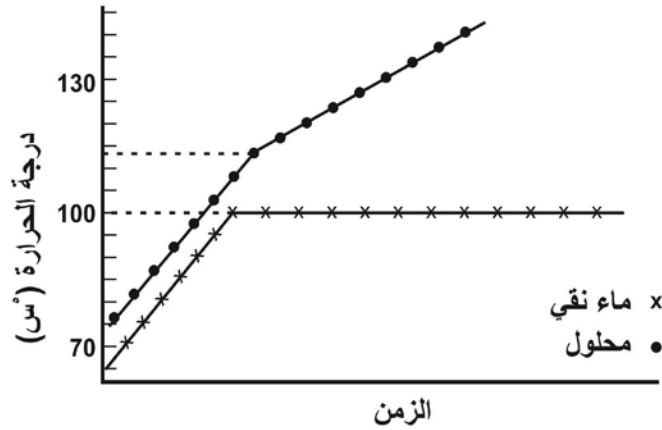
رش الملح على الطرق؛ لمنع التجمد



إضافة مادة مانعة للتجمد إلى الماء في مبرد (راديتور) سيارة

قد تبدو الظواهر التي تعبر عنها الصورتان أعلاه مألوفة في المناطق الباردة جداً، ورغم تكلفة المواد المستخدمة وأضرارها البيئية، إلا أنّها مهمة للتقليل من أخطار تجمد الماء. وقد تعلّمت سابقاً أنّ لكل مادة نقيّة خواص فيزيائية محدّدة، كدرجة التجمد، ودرجة الغليان، فهل تتغير هذه الخواص بإضافة مواد ذائبة؟ وهل يؤثر تركيز المحلول على مقدار التغيير؟

لقد وجد عملياً أنّ المحاليل المائية تتجمد على درجة حرارة أقل من الصفر، وتغلي على درجة حرارة أعلى من درجة غليان الماء المقطّر ما يدلّ على أنّ المادة المضافة عملت على خفض درجة تجمد المحلول، ورفع درجة غليانه وأنّ مقدار الانخفاض في درجة التجمد، والارتفاع في درجة الغليان يعتمد على عدد دقائق المادة المذابة في المحلول، وليس على خصائصها الكيميائية. ويعزى الارتفاع في درجة غليان المحلول إلى أنّ قوى التجاذب بين دقائق المذيب والمذاب تُقلّل من عدد جزيئات المذيب المتبخرة من سطح المحلول، وكلما استمر التبخر من المحلول ازداد تركيزه، فترتفع درجة غليانه باستمرار، كما يوضح الشكل (2 - 7) الآتي:



الشكل (2 - 7): منحنى درجة الغليان للماء المقطّر، ومحلول السكر في الماء

أختبر نفسي

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1 ما تركيز المحلول الناتج عن إضافة 1.5 لتر من الماء إلى محلول مائي، حجمه 0.5 لتر، وتركيزه 1 مول/لتر؟

أ) 0.25 مول/لتر ب) 0.5 مول/لتر ج) 1 مول/لتر د) 1.5 مول/لتر

2 علام يعتمد مقدار الانخفاض في درجة تجمد المحلول؟

أ) عدد دقائق المذاب. ب) نوع المذيب. ج) حجم المحلول. د) حجم المذيب.

3 أي الخصائص الآتية تزداد قيمتها للمحلول عند إذابة مادة غير متطايرة في مذيب؟

أ) درجة الغليان. ب) درجة التجمد. ج) معدل التبخر. د) الضغط البخاري.

4 أي من الآتية يبقى ثابتاً عند تخفيف المحلول؟

أ) عدد مولات المذاب. ب) عدد مولات المذيب. ج) كتلة المحلول. د) حجم المحلول.

5 ما المحلول المشبع؟

أ) محلول يمكنه استيعاب كمية إضافية من المذاب عند الظروف نفسها.

ب) محلول يحتوي على كمية من المذاب أكثر مما يلزم للإشباع عند الظروف نفسها.

ج) مخلوط غير متجانس.

د) محلول في حالة اتزان ديناميكي، ولا يستطيع استيعاب كمية إضافية من المذاب عند الظروف نفسها.

السؤال الثاني: وضح المقصود بكل من: المولارية، وحرارة المحلول.

السؤال الثالث: احسب مولارية محلول ناتج من إضافة 0.5 لتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم،

تركيزه 0.5 مول/لتر إلى محلول من المادة نفسها، حجمه 0.25 لتر، وتركيزه 0.2 مول/لتر.

السؤال الرابع: علل الآتية:

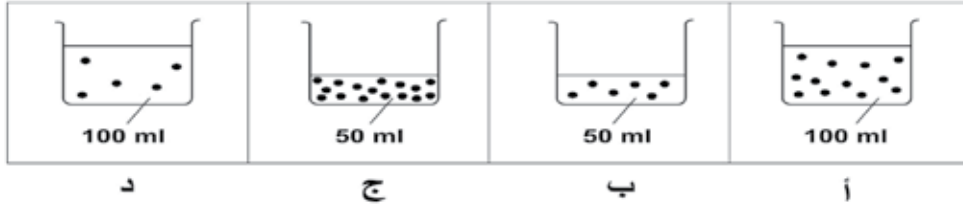
1 يذوب الكحول الإيثيلي $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ في الماء.

2 عند فتح غطاء إحدى عبوات المشروبات الغازية، نلاحظ انطلاق فقاعات من الغاز.

اختبار الفترة الثانية

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1 أي المحاليل الآتية لها أعلى تركيز؟



2 ما التركيز الذي وحدة قياسه مل/ لتر؟

أ) الكثافة. ب) الذائبية. ج) المولارية. د) النسبة المئوية الحجمية.

3 ما حجم الماء اللازم إضافته إلى محلول حمض الهيدروكلوريك الذي حجمه 40 مل، وتركيزه 0.6 مول/لتر، ليصبح تركيزه 0.1 مول/لتر؟

أ) 60 مل. ب) 160 مل. ج) 200 مل. د) 240 مل.

4 ما ظروف الضغط، ودرجة الحرارة التي تزيد من ذائبية الغازات في الماء؟

أ) زيادة الضغط، ودرجة الحرارة. ب) خفض الضغط، ودرجة الحرارة. ج) زيادة الضغط، وخفض درجة الحرارة. د) خفض الضغط، وزيادة درجة الحرارة.

السؤال الثاني: ما المقصود بكل من الآتية: الذائبية، وتركيز المحلول.

السؤال الثالث: احسب التركيز المولاري لمحلول حمض الفوسفوريك، تركيزه بالنسبة المئوية الكتلية تساوي 85%، وحجمه لتر واحد، علماً أن كثافة المحلول تساوي 1.7 غم/مل.

السؤال الرابع: كم مل من المذيب يجب إضافتها إلى 0.69 لتر من محلول، تركيزه 2.4 مول/لتر؛ للوصول إلى تركيز مقداره 0.5 مول/لتر؟

السؤال الخامس: علّل ما يلي:

1 عند إضافة مادة غير متطايرة وغير متأينة إلى الماء يحدث ارتفاع في درجة غليان المحلول.

2 يذوب اليود I_2 في رابع كلوريد الكربون CCl_4 ، ولا يذوب في الماء.