

11

دوسية أوكسجين O_2

في شرح وحل أسئلة المادة مع كيماشيكات



الكيمياء



الفصل الدراسي الأول



إعداد: م. مريم السرطاوي

الوحدة الثالثة: المحاليل

2021



eng.sartawi

مدرسة الكيمياء

الكيمياء مع المهندسة

بسم الله الرحمن الرحيم

أحمد الله وأشكره على إنجاز هذا العمل فله الحمد أولاً وآخراً،
وشكر خاص للطلبة الرائعين الذين ساهموا في تدقيق الدوسية:

سارة مصطفى

رهف قفيشة

رغد عدنان

طلابي الأعزاء لا بد أن نعي جميعاً أن أي عمل بشري لا يخلو من نقص أو عيب؛
فإن الكمال لله وحده، لذا عليكم تجربة الحساب بأنفسكم للتأكد من النتائج ولتثقوا بقدراتكم
العظيمة

بقدر الكدِّ تكتسبُ المعالي ومن طلب العلا سهر الليالي
ومن رام العلا من غير كد أضع العمر في طلب المحال
تروم العز ثم تنام ليلاً يغوص البحر من طلب اللاكي

رسائل قصيرة:

- إن التعليم المميز للجميع والعلم يُؤتى ولا يأتي، فهلمَّ يا طالب العلم إلى مجدك
- الدوسية المجانية على الإنترنت هي لنفع الطالب في المقام الأول، ولا يعني ذلك أنه يحلّ التعديل عليها أو نسبتها لغير صاحبها
- شكري وتقديري للطالبة مرام "غيم غيم" لاقتراحها اسم "ضوي اللبة" والمصطلح سأستخدمه في التأسيس وأسئلة شغل مخك
- شكري وتقديري للطالب بلال أبو ريان لاقتراحه اسم "كيماشيك" وسيتم استخدامه في أسئلة التحدي والتريكات

تابع معنا كل جديد مع طلاب مدرسة الكيمياء الإلكترونية

<https://cutt.us/SCHOOLofCHEMISTRY>

وأيضاً على قناتي اليوتيوب مريم السرطاوي

وقناتي "الكيمياء مع المهندسة" على التيليجرام

<https://t.me/sartawichem>



وأيضاً سيرفر مدرسة الكيمياء على الديسكورد للمتابعة والتفاعل

ما هي دوسية أوكسجين؟

دوسية أوكسجين تنعش التفكير وتحيي الكيمياء في الروح، تشمل هذه الدوسية الوحدة الثالثة: "المحاليل" تحتوي حلول الأسئلة داخل المحتوى ومراجعات الدروس والوحدة بالإضافة إلى تدريبات خارجية وكيماشيك "تريكات" إعداد وتصميم: م. مريم السرطاوي

الدرس الأول: تصنيف المحاليل

تعريفات الدرس الأول:

- **المخلوط:** مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر، تبقى كل منها محتفظة بخصائصها الكيميائية
 - **المخلوط المتجانس [المحلول]:** مزيج من مادتين أو أكثر لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي، وتنتشر جسيمات المذاب على نحو منتظم ومتماثل في جميع أنحاء المذيب
 - **المخلوط غير المتجانس:** يتكون من مادتين أو أكثر من المواد النقية لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي، وتنتشر الجسيمات داخل المخلوط على نحو غير منتظم في أجزائه، بحيث لا تمتزج امتزاجاً تاماً وتبقى متميزة عن غيرها من المكونات
 - **المخلوط المعلق:** مخلوط لا تمتزج مكوناته مع بعضها بعضاً وتتوزع على نحو غير منتظم في أجزائه ويمكن تمييز مكوناته بالعين المجردة، وفصلها بالترشيح أو الترسيب
 - **المخلوط الغروي:** مخلوط من جسيمات تنتشر خلال مادة أخرى تسمى وسط الانتشار [لا يمكن تمييز مكوناتها بالعين المجردة إنما بالمجهر] ولا يمكن فصلها بالترشيح أو الترسيب
 - **الذائبية:** أكبر كتلة من المذاب التي يمكن أن تذوب في 100 g من المذيب عند درجة حرارة معينة
- تنويه: التعريفات غير المذكورة في مسرد المصطلحات، كتبت تعريفها من خبرتي العلمية، وعلى الطالب التزام التعريفات التي يملها عليه معلمه في المدرسة

أقسام المادة

- تُصنّف المواد تبعاً لتركيبها إلى: [1] مواد نقية [2] مخاليط
- **المواد النقية:** هي التي تتكوّن من نوع واحد من الجسيمات ويكون لها تركيب ثابت ومنتظم، مثال: العناصر O_2 , He والمركبات CO_2 , H_2O
- **ضوي اللبنة:** الفرق بين العنصر والمركب: العنصر فيه نوع واحد من الذرات، أما المركب أكثر من نوع
- **فسر: يصعب بقاء المواد في الطبيعة بصورة نقية** لأنها تختلط مع المواد المحيطة بها فتنشأ المخاليط
- **المخلوط:** مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر، تبقى كل منها محتفظة بخصائصها الكيميائية

أنواع المخاليط

أنواع المخاليط:

- **مخلوط متجانس:** مزيج من مادتين أو أكثر لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي، وتنتشر جسيمات المذاب على نحو منتظم ومتماثل في جميع أنحاء المذيب، ويسمى **محلول**، مثال: محلول ملح الطعام، محلول كبريتات النحاس ... الخ
- **مخلوط غير متجانس:** يتكون من مادتين أو أكثر من المواد النقية لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي، وتنتشر الجسيمات داخل المخلوط على نحو غير منتظم في أجزائه، بحيث لا تمتزج امتزاجاً تاماً وتبقى متميزة عن غيرها من المكونات، مثال: مخلوط الماء والتراب، مخلوط الخل والزيت... الخ

أنواع المخاليط غير المتجانسة:

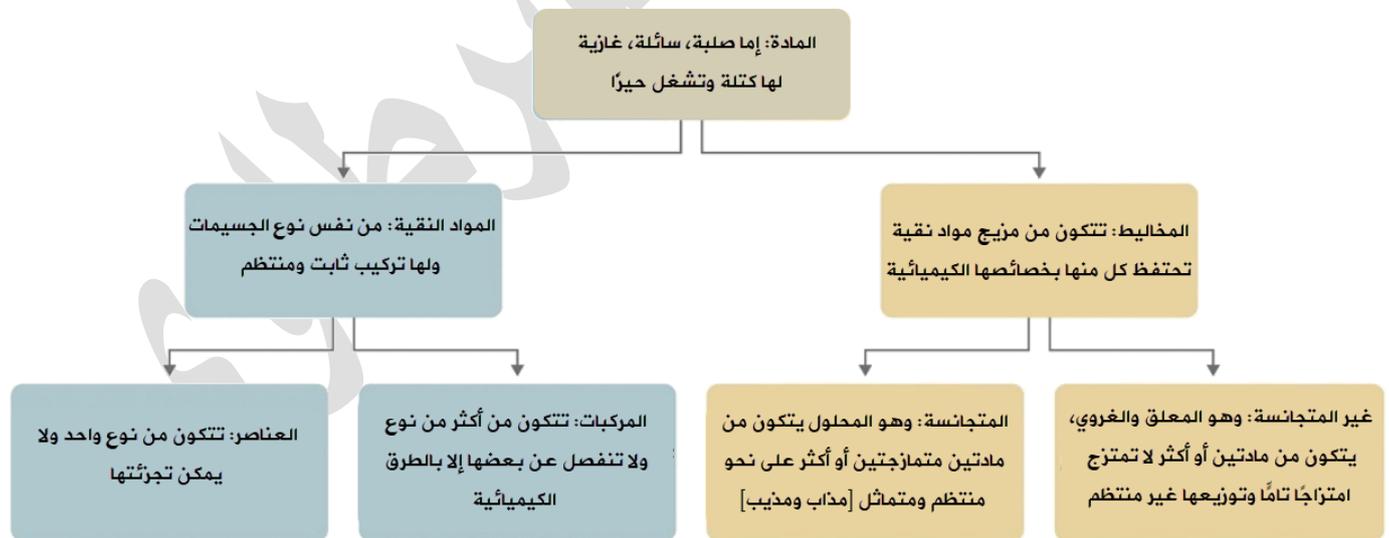
- مخلوط معلّق
- مخلوط غروي

؟ فسر: تم تصنيف المخاليط إلى متجانسة وغير متجانسة

لأن تركيب المخلوط يختلف حسب نسب المواد المكونة له وكيفية توزيعها وأيضا القدرة على تمييزها داخل المخلوط

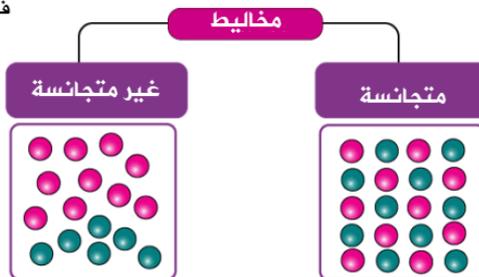
ملح الطعام + الماء: لا يمكن تمييز الملح بعد الذوبان والتوزيع منتظم ⇔ مخلوط متجانس

الخريطة الذهنية: كيف تفرق بين المادة النقية والمخلوط؟ كيف تفرق بين أنواع المخاليط؟



تفصل المركبات بالطرق الكيميائية
فقط مثل: التحليل الكهروكيميائي

تفصل المخاليط بالطرق الفيزيائية: التبخير، التقطير،
الترشيح، التبلور ... الخ



المخلوط المعلق

- المخلوط المعلق: مخلوط لا تمتزج مكوناته مع بعضها بعضاً وتتوزع على نحو غير منتظم في أجزائه ويمكن تمييز مكوناته بالعين المجردة، وفصلها بالترشيح أو الترسيب
- صفات المخلوط المعلق:
 - [1] يمكن فصل مكوناته بعملية الترشيح؛ بسبب كبر حجم جسيماته [يزيد قطرها على 1000nm]
 - [2] يمكن أن تترسب في أسفل المخلوط إذا تُركت من غير تحريك فترة من الزمن؛ بسبب الجاذبية
 - [3] يمكن أن تنفصل مكوناته إلى طبقتين واضحتين أو أكثر ورؤيتها بالعين المجردة إذا تركت لفترة من غير تحريك

الربط بالصناعة

المخاليط التركيبية: وهي مهمة في حياتنا، مثال عليها: الصناعات الدوائية ويظهر على ورقة المعلومات المرفقة في عبوة الدواء المواد المستخدمة في تركيب الدواء ودورها وأهميتها

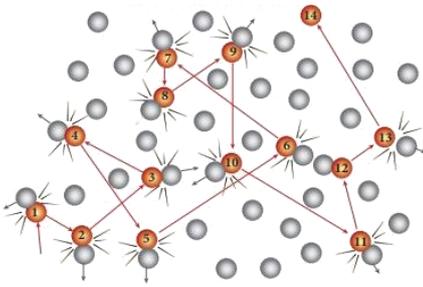
أمثلة على مخاليط معققة:

- 1- أدوية سائلة معققة
- 2- الرمل والماء
- 3- الزيت والماء
- 4- الطين أو الوحل
- 5- الطباشير والماء
- 6- دقائق الطحين والماء



المخلوط الغروي

- المخلوط الغروي: مخلوط من: [1] جسيمات تنتشر خلال مادة أخرى تسمى [2] وسط الانتشار [لا يمكن تمييز مكوناتها بالعين المجردة إنما بالمجهر] ولا يمكن فصلها بالترشيح أو الترسيب
- صفات المخلوط الغروي:
 - [1] لا يمكن فصل مكوناته بالترشيح؛ بسبب حجم جسيماته [يتراوح قطرها بين 1000 nm - 1 nm]
 - [2] لا يترسب بفعل الجاذبية؛ بسبب الحركة البراونية التي تمتاز بها، مثال: الضباب مخلوط غروي فهو يتكون من قطرات ماء صغيرة جداً منتشرة في الهواء ولا تترسب
 - [3] يُصنف تبعاً لحالة الجسيمات المنتشرة ووسط الانتشار إلى صلب وسائل وغاز
 - [4] تمتاز جسيمات المخلوط الغروي بالحركة البراونية
 - [5] المخاليط الغروية نوعان: [1] مركزة وهي عكرة ومعتمة [2] مخففة وهي صافية وشفافة
 - [6] المخاليط الغروية المخففة تشتت حزمة الضوء عند مروره بها [ظاهرة تندال]



فسّر: كيف تساعد الحركة البراونية المخلوط الغروي على عدم الترسب

الحركة البراونية أي أن تتحرك الجسيمات في السائل حركة عشوائية في جميع الاتجاهات وتتصادم مع جسيمات أخرى فيمنع ذلك من حدوث الترسب

- ظاهرة تندال: هي تشتت الأشعة الضوئية عند مرورها خلال مخلوط غير متجانس وضح تأثير ظاهرة تندال بين المخاليط المختلفة [المعلق، الغروي، المحلول]

في المخلوط المعلق والغروي يحدث التشتت بسبب حجم الجسيمات ويكون أكثر وضوحاً في الغروي، بينما في المحلول لا تحدث الظاهرة وذلك لأن الجسيمات متناهية في الصغر فيمر الضوء خلال جسيمات المحلول من غير تشتت أو أثر له



الربط بالحياة

ظاهرة تندال الطبيعية:

الضباب مخلوط غروي لذا سيشتت الأشعة الضوئية عند مرور الضوء خلال جسيماته، وتُلاحظ الظاهرة في الغابات



تصنيف المخاليط الغروية

التصنيف	حالة الجسيمات المنتشرة	حالة وسط الانتشار	مثال
الهباء الجوي السائل	سائل	غاز	الضباب، الغيوم
الهباء الجوي الصلب	صلب	غاز	رماد
رغوة صلبة	غاز	صلب	حجر الخفاف
مُستحلب	سائل	سائل	الحليب

أمثلة إضافية على مخاليط غروية [للفائدة والمعلومية فقط]:



الرغوة ومخفوق البيض
والهلام والجيلاتين



الحليب ومخلوط
النشا في الماء
والمايونيز



الدخان والغبار
الظاهر في الهواء



المنظفات ورذاذ
البخاخات والصابون



الجل والصمغ



الدم



الدهانات



كريمات ولوشن

المحلول

ضوي اللمبة: المحلول يتكون من مذاب ومُذيب، المذاب هو النسبة الأصغر في المحلول، والمذاب هو

النسبة الأكبر في المحلول

المحلول [المخلوط المتجانس]: مزيج من مادتين أو أكثر لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي، وتنتشر

جسيمات المذاب على نحو منتظم ومتماثل في جميع أنحاء المذيب

فسر: المحلول متجانس في التركيب والخواص

لأن جسيمات المذاب تنتشر على نحو منتظم ومتماثل في جميع أنحاء المذيب

صفات المحلول [المخلوط المتجانس]:

[1] لا يمكن فصل مكوناته بالترشيح؛ لصغر حجم جسيماته [يتراوح قطرها بين 0.1 nm - 1 nm]

[2] لا يترسب بفعل الجاذبية لأنه متجانس في التركيب والخواص

[3] لا يمكن رؤية جسيمات المذاب بالعين المجردة أو المجهر

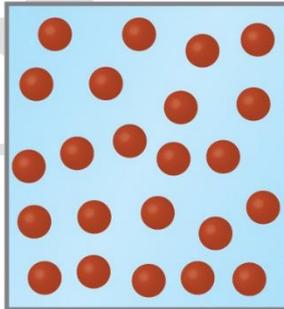
جدول ذهني: مقارنة بين المخاليط لربط المعلومات في مكان واحد

التصنيف	حجم الجسيمات	نوع الجسيمات	ظاهرة تndال [تشتت الضوء]	الترسيب بفعل الجاذبية	الفصل بالترشيح	تمايز مكونات المخلوط
المحلول	0.1 - 1 nm	متناهية في الصغر	لا يُشتت	لا يؤثر	لا يمكن	لا يمكن تمييزها بالعين أو المجهر
المخلوط الغروي	1 - 1000 nm	جسيمات أكبر من المحلول وأصغر من المعلق	يُشتت	لا يؤثر	لا يمكن	تمييزها بالمجهر
المخلوط المعلق	≥ 1000 nm	جسيمات كبيرة	يُشتت	يؤثر	يمكن	تمييزها بالعين والمجهر

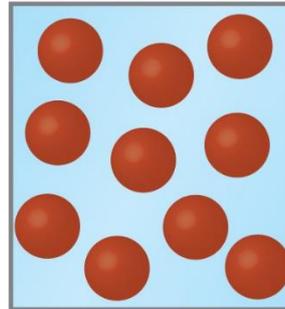
حجم الجسيمات في كل مخلوط:



(a)



(b)



(c)

المحلول والمخلوط الغروي كلاهما لا يترسب فكيف نفرق بينهما؟

باستخدام ظاهرة تndال

المخلوط الغروي والمعلق كلاهما يشتت الضوء في ظاهرة تndال فكيف نفرق بينهما؟

باستخدام الفصل بالترشيح، أو اختبار الترسيب لفترة من الزمن

كيف نفرق بين المحلول والمخلوط المعلق؟

بعدة طرق: ظاهرة تndال، الفصل بالترشيح، اختبار الترسيب، التمييز بالعين المجردة

تصنيف المحاليل

تُصنّف المحاليل وفق تصنيفات متعددة وهي:

[1] حالة الإشباع [نسبة المُذاب إلى المذيب]

[2] قابلية التوصيل الكهربائي

[3] حالة المذيب الفيزيائية

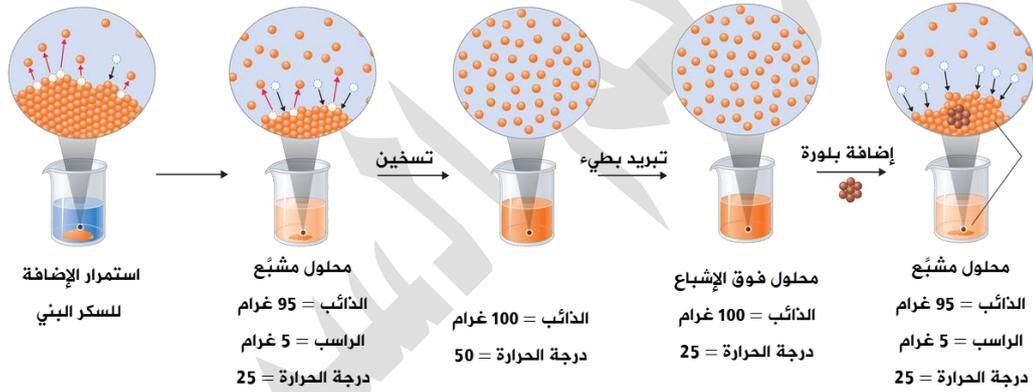
تصنيف المحاليل وفق حالة الإشباع:

[1] محلول غير مُشَبَّع: المحلول الذي يستوعب زيادة من المُذاب عند درجة الحرارة نفسها

[2] محلول مشبَّع: المحلول الذي لا يستوعب زيادة من المُذاب عند درجة الحرارة نفسها

[3] محلول فوق الإشباع: المحلول الذي يحتوي على زيادة من المُذاب أكثر مما يمكن إذابته عند درجة حرارة معينة في ظروف معينة

ضوي اللمبة: مثال توضيحي:



نضيف كل مرة 5 غرامات من السكر البني إلى 100 غرام من الماء عند درجة حرارة 25°C وما زال السكر يذوب في المحلول فنقول عنه غير مشبَّع

إلى أن يذوب مثلاً 95 غرام سكر ويبقى 5 غير ذائب فنقول عنه مشبَّع بكمية 95 غرام سكر عند درجة حرارة 25°C

نسخن المحلول المشبَّع إلى أن تذوب الكمية المترسبة وتكون الحرارة التي وصل لها المحلول هي 50°C ثم نعمل على تبريد المحلول ببطء إلى أن تصل الحرارة إلى 25°C . نلاحظ أن المحلول حافظ على ذائبية كل السكر واستوعب 100 g عند درجة 25°C بينما الأصل أنه مشبَّع بـ 95 g فنسميه هنا محلول فوق الإشباع. بمجرد تحريك المحلول أو لمسه أو وضع بلورة سكر فيه فإنه فوراً سيرسب الكمية الزائدة وهي 5 g ويعود لمسماه محلول مشبَّع

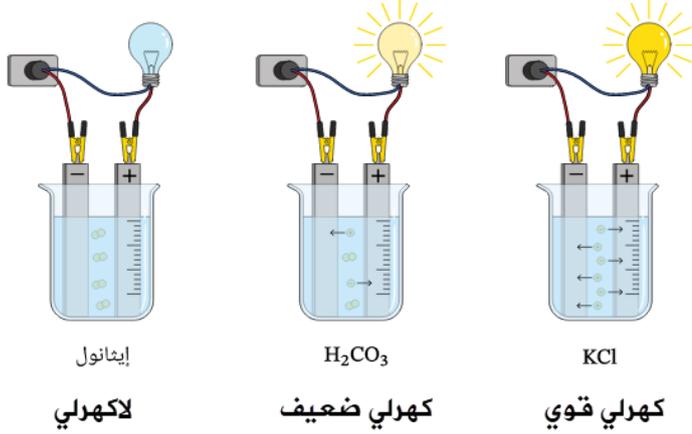
تصنيف المحاليل وفق قابلية التوصيل الكهربائي:

[1] محلول كهربي: المحلول الذي يوصل التيار الكهربائي سواء توصيل بدرجة قوية [كهربي قوي] أو

ضعيفة [كهربي ضعيف]، مثل: المركبات الأيونية NaCl ، الأحماض والقواعد: القوية كحمض الهيدروكلوريك والقاعدة هيدروكسيد الصوديوم HCl ، NaOH والضعيفة مثل: القاعدة الأمونيا NH_3 ، CH_3COOH وحامض الأسيتيك الضعيف

[2] محلول لاهربي: المحلول الذي لا يوصل التيار الكهربائي، معظم المركبات العضوية مثل: السكر

والكحول الإيثيلي [هذه المعلومات عن الأحماض والقواعد: تُؤخذ بالتفصيل في مرحلة التوجيهي]



ضوي اللمبة: المحلول الكهرلي هو مذاب تتفكك أيوناته أو يتأين في المحلول إلى أيونات موجبة وسالبة، بينما في المحلول اللاكهرلي: المذاب لا يتأين في المحلول وستبقى جزيئات متعادلة الشحنة [صفر]

فسر: المحلول الملحي موصل للكهرباء

بخلاف محلول السكر

لأن جزيئات الماء القطبية تعمل من خلال قوى التجاذب على تفكيك الملح وهو مادة

أيونية NaCl فيتفكك إلى أيوناته Na^+ و Cl^- وتحيط جزيئات الماء بكل أيون مكوناً بذلك محلولاً كهرلياً تتحرك فيه الأيونات بحرية، بينما السكر $C_{12}H_{22}O_{11}$ وهو جزيء قطبي تنشأ بينه وبين الماء روابط هيدروجينية لا يتأين في الماء وتبقى جزيئاته منتشرة في المحلول بين جزيئات الماء

تصنيف المحاليل وفق حالة المذيب الفيزيائية:

- محلول صلب: حالة المذيب صلبة بغض النظر عن المذاب، مثال: سبيكة الفولاذ محلول صلب نتج من مذيب وهو الحديد [النسبة الأكبر في السبيكة] ومذاب وهو الكربون وعناصر أخرى
- محلول سائل: حالة المذيب سائلة بغض النظر عن المذاب، مثال: ذائبية الأكسجين في ماء البحر
- محلول غازي: حالة المذيب غاز بغض النظر عن المذاب، مثال: الهواء الجوي ونسب الغازات المختلفة فيه، وبما أن النيتروجين 78% فهو المذيب والأكسجين أقل نسبة هو المذاب

حالة المحلول	المُذاب	المُذيب	مثال
صلب	صلب	صلب	النحاس في الذهب
	سائل	صلب	الزئبق في الفضة
	غاز	صلب	الهيدروجين في البلاتين
سائل	صلب	سائل	الملح في الماء
	سائل	سائل	الخل في الماء
	غاز	سائل	ثاني أكسيد الكربون في الماء
غاز	صلب	غاز	جسيمات الغبار في الهواء
	سائل	غاز	بخار الماء في الهواء
	غاز	غاز	الأكسجين في النيتروجين

المحاليل المائية: هي المحاليل السائلة التي يكون فيها المذيب هو الماء

من أكثر أنواع المحاليل استخداماً في التفاعلات والمختبرات هي المحاليل المائية

المحاليل السائلة: محلول صلب في سائل

العوامل المؤثرة على ذائبية المواد الصلبة:

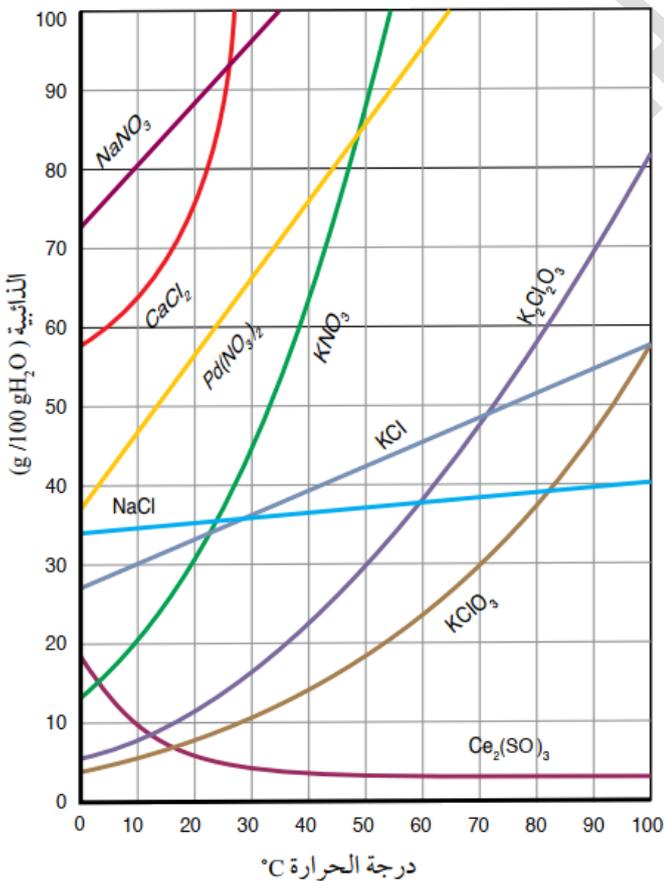
- [1] طبيعة المادة الصلبة [نوع قوى الترابط بين جسيمات المذاب]
- [2] درجة حرارة المحلول [طردية] باستثناء بعض المواد التي تشذ عن القاعدة
- مركبات تقل ذائبيتها في الماء عند زيادة درجة الحرارة: كبريتات السيريوم III [منهاج كولنز]
- $Ce_2(SO_4)_3$ و كبريتات الليثيوم Li_2SO_4 [منهاج أول ثانوي القديم] ... مهم حفظ الحالة الشاذة
- الذائبية:** أكبر كتلة من المذاب التي يمكن أن تذوب في 100 g من المذيب في درجة حرارة معينة [أو كمية المذاب اللازمة لعمل محلول مشبع عند درجة حرارة معينة]

ضوي اللمبة: 

يُذيب الماء المركبات الأيونية [الأملاح]، والمركبات القطبية، مع استثناءات لمركبات منها تكون ذائبيتها قليلة جداً. وأنت غير مطالب بمعرفة الاستثناءات

المركبات الأيونية لها قطبية عالية، والشائع أن مصطلح مركبات قطبية يتجه للمركبات التساهمية

من منحنى الذائبية لعدد من الأملاح في 100 g من الماء تتبين العوامل المؤثرة على الذائبية 



- بوجه عام: ذائبية الأملاح تزداد بزيادة درجة حرارة المحلول

- تتفاوت الزيادة من ملح لآخر بسبب طبيعة كل مادة فمنها زيادته ملحوظة KNO_3 ومنه على نحو طفيف $NaCl$ ومنه الذي يشذ عن القاعدة فتقل الذائبية بزيادة درجة الحرارة

كبريتات السيريوم $Ce_2(SO_4)_3$

? سؤال ص 111: ما مقدار ذائبية ملح KCl في الماء عند درجة حرارة $50^\circ C$?

من المنحنى عند $50^\circ C$ $43 g / 100 g H_2O$

? سؤال ص 111: ما أكبر كمية من KCl يمكن أن تذوب في 250 g ماء عند درجة حرارة $80^\circ C$?

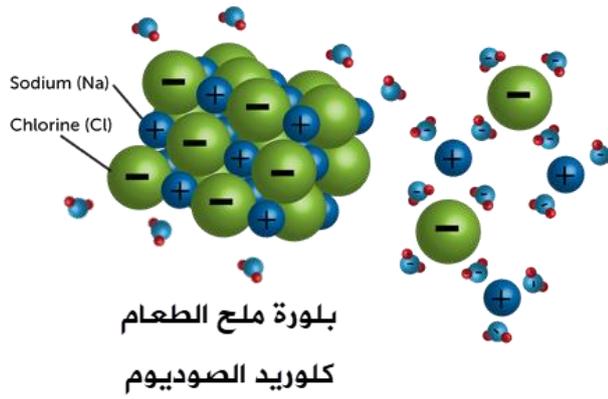
من المنحنى عند $80^\circ C$ $52 g / 100 g H_2O$

نسبة وتناسب لحسابها عند 250 g ماء

$$52 g \rightarrow 100 g H_2O$$

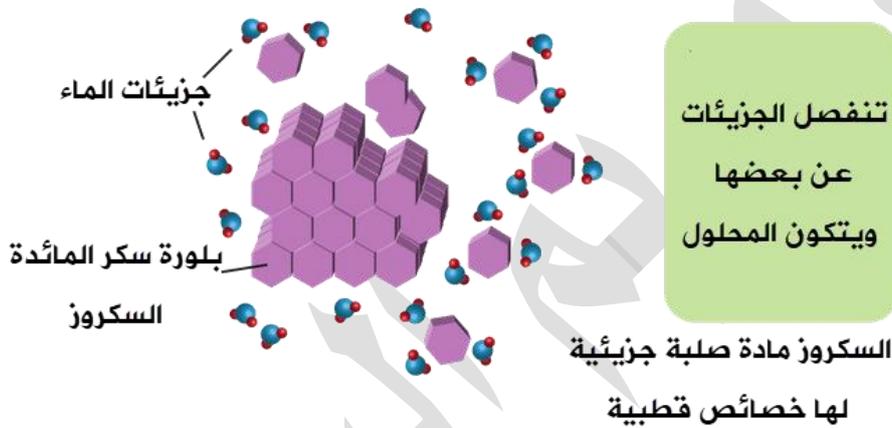
$$x g \rightarrow 250 g H_2O$$

$$x = \frac{250 \times 52}{100} = 130 g KCl$$



تتفكك أيونات
ملح الطعام
ويتكون المحلول

ملح الطعام مادة
صلبة أيونية



تنفصل الجزيئات
عن بعضها
ويتكون المحلول

السكروز مادة صلبة جزيئية
لها خصائص قطبية

المحاليل السائلة: محلول سائل في سائل

- من العوامل المؤثرة على ذائبية السوائل في الماء:
- نوع قوى التجاذب بين جسيمات المذاب السائل، عموماً السوائل القطبية تذوب في الماء
- قاعدة الشبيه يذيب الشبيه: فالقطبي يذيب القطبي، غير القطبي يذيب غير القطبي
- الماء مذيب قطبي تذوب فيه السوائل القطبية والسبب: حدوث تجاذب بين جزيئات السائل وجزيئات الماء بسبب الخصائص القطبية
- السوائل غير القطبية قليلة الذوبان في الماء إلى حد كبير لضعف قوى الترابط بينها وبين جزيئات الماء، لذا نقول عموماً: السوائل غير القطبية لا تذوب في الماء
- مثال [سائل قطبي]: الإيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ يذوب في الماء H_2O لأن كلاهما قطبي وتزداد الذائبية لوجود روابط هيدروجينية، فيتكون مخلوط متجانس [محلول]
- مثال [سائل غير قطبي]: البنزين C_6H_6 هو غير قطبي فلا يمتزج مع الماء ويبقى منفصلاً عنه، فيتكون مخلوط غير متجانس

فائدة: إذا ارتبطت سلسلة طويلة من الهيدروكربون وزادت عن 3 ذرات كربون ولو فيها OH فإنه تقل ذائبيتها في الماء حتى تصبح غير ذائبة لوجود طرف غير قطبي طويل يخالف الماء في قطبيته

المحاليل السائلة: محلول غاز في سائل

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

من العوامل المؤثرة على ذائبية الغازات في الماء:

[1] طبيعة الغاز المذاب [قوى التجاذب بين جسيمات الغاز]

[2] درجة الحرارة [عكسي]

[3] ضغط الغاز [طردي]

بوجه عام ذائبية الغازات منخفضة في الماء عن ذائبية باقي المواد

بوجه عام: تزداد ذائبية الغازات كلما ازدادت الكتلة المولية، بسبب

زيادة قوى التجاذب بين جسيمات الغاز وجزيئات الماء، حيث تزداد قوى لندن التي تؤدي إلى تجاذب

لحظي مع جزيئات الماء فيحدث الذوبان [انتبه: لا تطبق هذه القاعدة دائماً]

تزداد ذائبية الغازات ذات القوى القطبية عن غيرها لأن الماء قطبي والشبيه يذيب الشبيه، مثال:

غاز الأمونيا أكثر ذائبية من غاز الأوكسجين، لأن الأمونيا غاز قطبي

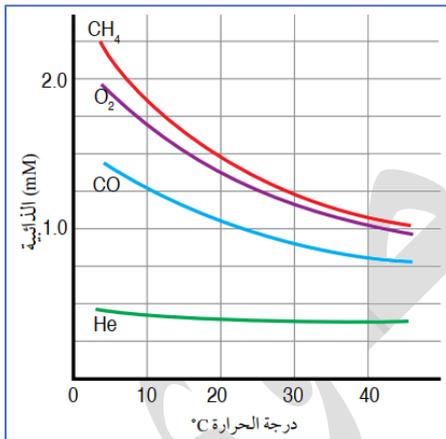
فسر: تقل ذائبية الغازات في الماء بازدياد درجة حرارة المحلول

زيادة درجة الحرارة يزيد الطاقة الحركية لجسيمات الغاز فتتغلب على قوى التجاذب بينها وبين

جزيئات الماء فتنفلت وتغادر المحلول

سؤال ص 112: أرتب الغازات في الشكل وفق ذائبيتها في الماء عند درجة حرارة 20°C

CH₄ > O₂ > CO > He



انتبه: هنا لم تطبق ازدياد الكتلة المولية، فهي ليست قاعدة عامة

سؤال ص 112: أفكر لماذا يختلف طعم ماء الشرب عند

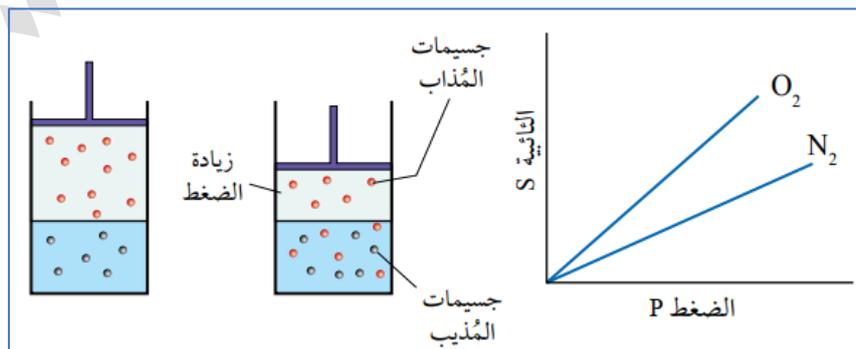
تسخينه؟

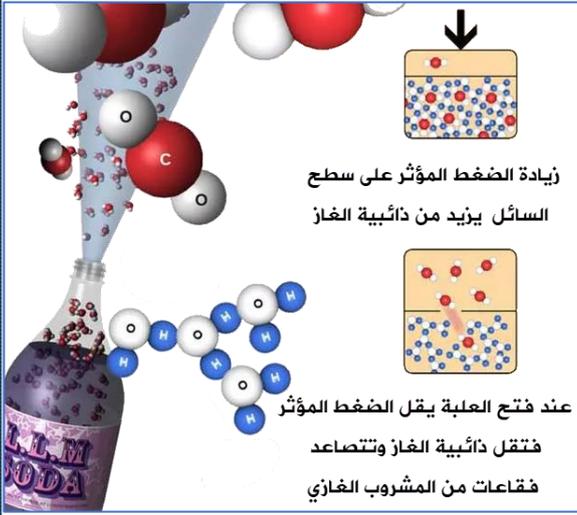
الطعم المستساغ لماء الشرب هو بسبب احتوائه على غاز

الأوكسجين المذاب، بارتفاع درجة الحرارة تقل ذائبية غاز الأوكسجين

ويغادر الماء فيتغير الطعم

تزداد ذائبية الغازات بزيادة الضغط الجزئي للغاز





- عبوة المشروب الغازي فيها غاز CO₂ مذاب تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي
- وهي مغلقة يعمل ضغط الغاز الجزئي فوق المحلول على إبقائه ذائباً فيه
- بمجرد فتح العلبة ستتصاعد فقاعات الغاز لأن ضغط الغاز المذاب قلّ فتتصاعد فقاعات الغاز وتقل الذائبية
- كلما كانت درجة الحرارة أعلى في الخارج، استمر تصاعد الغاز من المشروب الغازي حتى يتغير إلى طعم غير مستساغ

تمكن العالم هنري من إيجاد علاقة بين ذائبية الغاز وضغطه المؤثر في سطح السائل

نص قانون هنري: "ذائبية الغاز في سائل تتناسب طردياً مع الضغط المؤثر في سطح السائل عند ثبات درجة الحرارة"

ذائبية الغاز = ثابت هنري × ضغط الغاز

$$S = K_H \times P$$

- تعتمد قيمة ثابت هنري على: [1] نوع الغاز [2] درجة الحرارة

(S) ذائبية الغاز، ويقاس بوحدة: g/L

(P) ضغط الغاز، ويقاس بوحدة: atm

(K_H) ثابت هنري

- عند درجة حرارة ثابتة تصبح العلاقة:

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

(S₁) ذائبية الغاز عند ضغط (P₁)

(S₂) ذائبية الغاز عند ضغط (P₂)

سؤال ص 114: إذا كانت ذائبية غاز ما في الماء عند درجة حرارة 25° C وضغط 1.5 atm هي

0.65 g/L فما ذائبيته عند ضغط 0.5 atm؟

المعطيات تخص الذائبية ودرجة الحرارة ثابتة لم تتغير لذا يُحل على قانون هنري

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

$$\frac{0.65}{1.5} = \frac{S_2}{0.5}$$

$$S_2 = 0.217 \text{ g/L}$$

? سؤال أتحقق ص114: إذا كانت ذائبية غاز ما 0.15 g/L عند ضغط 1.02 atm، فما ذائبيته عند ضغط 2.10 atm؟ علماً أن درجة الحرارة ثابتة

المعطيات:

$$S_1 = 0.15 \text{ g/L} \quad P_1 = 1.02 \text{ atm} \quad S_2 = ? \quad P_2 = 2.1 \text{ atm}$$

المعطيات تخص الذائبية ودرجة الحرارة ثابتة لم تتغير لذا يُحل على قانون هنري

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

$$\frac{0.15}{1.02} = \frac{S_2}{2.1}$$

$$S_2 = 0.31 \text{ g/L}$$

الربط بالعلوم الحياتية

ذائبية الفيتامينات في الماء:

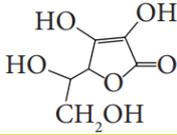
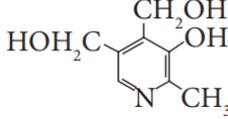
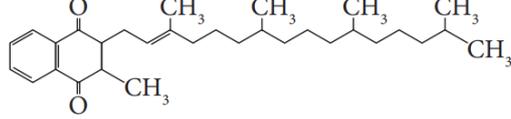
بعض الفيتامينات تذوب في الماء مثل: B, C ولا يستطيع الجسم الاحتفاظ بها لفترة طويلة لذلك ضروري تناول وجبات يومية محتوية عليها، وبعض الفيتامينات الأخرى تبقى فترة أطول في الجسم لأنها تذوب في الدهون وتمتصها الأمعاء بمساعدة الدهون، لذا يفضل تناولها مع وجبة فيها دهون، الفيتامينات مثل: A, D, K, E

تدريبات خارجية + كيماشيك

حدد المخاليل المتجانسة من غير المتجانسة مع التعليل:

التعليل	متجانس / غير متجانس	المخلوط
قطبي + قطبي	متجانس	$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
مادة أيونية + الماء	متجانس	$\text{NaNO}_3_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
قطبي + قطبي	متجانس	$\text{CH}_3\text{COCH}_3_{(l)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}$
غير قطبي + قطبي	غير متجانس	$\text{C}_6\text{H}_6_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
غير قطبي + غير قطبي	متجانس	$\text{CCl}_4_{(l)} + \text{C}_6\text{H}_6_{(l)}$
قطبي + غير قطبي	غير متجانس	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)} + \text{C}_6\text{H}_6_{(l)}$
غاز + ماء [ذائبية منخفضة]	متجانس	$\text{He}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

حدّد الفيتامين الذي له أقل ذائبية في الماء وأكبر ذائبية في الدهون، والعكس

		
قطبي وذائبته أكبر في الماء لوجود روابط هيدروجينية كثيرة	قطبي وذائبته أكبر في الماء لوجود روابط هيدروجينية كثيرة	أقل ذائبية في الماء، مع أنه قطبي، لكن السلسلة الطويلة من الهيدروكربون أنشأت طرف غير قطبي، وقوى لندن أكبر، فيكون ذوبانه في الدهون أكبر



فسر: لماذا لا يستخدم الماء في إطفاء حرائق الوقود المختلفة، كالزيت

والغازولين والبنزين.. الخ

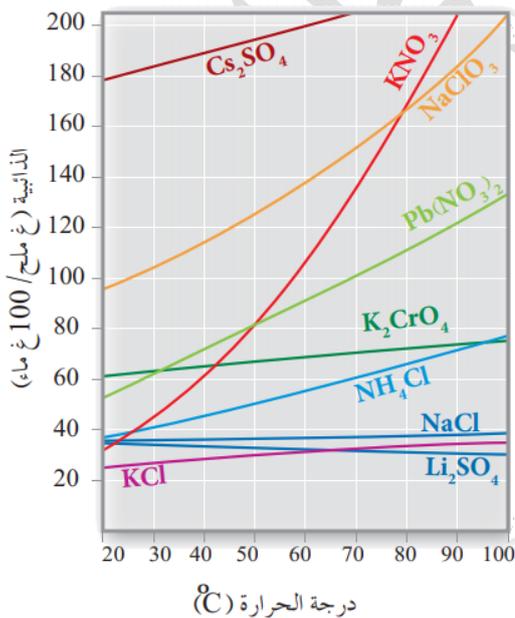
الماء قطبي بينما على سبيل المثال: البنزين C_6H_6 غير قطبي فلن يمتزجا ولن تحدث الذائبية، ولأن كثافة الماء أكبر فإن البنزين سيطفو على السطح ويستمر الاشتعال ويصبح أسوأ من قبل.

في الصورة اشتعال زيت وتم إلقاء الماء عليه فزاد اللهب

فسر: عدم ذوبان الزيت والغازولين ومشتقات البترول في الماء

لضعف قوى الترابط بين دقائق هذه المواد وجزيئات الماء، فالماء قطبي وهي غير قطبية، والشبيه يذيب الشبيه، فلن تذوب فيه

من الشكل المجاور أجب عما يأتي:



[1] أي الأملاح أكثر ذائبية عند $20^\circ C$ ؟ Cs_2SO_4

[2] أي الأملاح أقل ذائبية عند $20^\circ C$ ؟ KCl

[3] حدّد ملحين لهما الذائبية نفسها عند $50^\circ C$ ؟

$Pb(NO_3)_2 - KNO_3$

[4] ما الملح الذي تقل ذائبته بازدياد درجة الحرارة؟ Li_2SO_4

[5] ما كتلة نترات البوتاسيوم KNO_3 اللازم إذابتها في 500 g

من الماء لعمل محلول مشبع منها عند درجة حرارة $50^\circ C$ ؟

ذائبية KNO_3 عند درجة حرارة $50^\circ C = 80 g / 100 g$

$$80 g \rightarrow 100 g H_2O$$

$$x g \rightarrow 500 g H_2O$$

$$x = \frac{500 \times 80}{100} = 400 g KNO_3$$

إذا ارتفعت درجة حرارة مياه الأنهار فإن حياة الكائنات النهريّة مُهدّدة؛ فالغازات تقل ذائبيتها مع ارتفاع الحرارة، فما مقدار ذائبية غاز النيتروجين N_2 في مياه النهر في درجة حرارة $30^\circ C$ علماً بأن مقدار ما يُسهم به من ضغط يساوي 0.78 atm .

ثابت هنري لغاز النيتروجين عند نفس درجة الحرارة هو 0.4 mmol/L.atm

نستخدم قانون هنري:

$$S = K_H \times P$$

$$S = 0.4 \times 0.78 = 0.312 \text{ mmol/L}$$

احسب كتلة CO_2 التي يمكن أن تذوب في 400 ml من الماء عند ضغط 0.8 atm ودرجة حرارة

$30^\circ C$ ، إذا علمت أن ثابت هنري لـ CO_2 عند $30^\circ C$ يساوي 16 mmol/L.atm

نستخدم قانون هنري:

$$S = K_H \times P$$

$$S = 16 \times 0.8 = 12.8 \text{ mmol/L}$$

نحول حجم الماء = 0.4 L ثم نستخرج المولات بضرب الذائبية في الحجم

$$n = \frac{12.8 \text{ mmol}}{L} \times 0.4 \text{ L} = 5.12 \text{ mmol} = 5.12 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

نحسب الكتلة من قانون المولات مع الكتلة المولية، الكتلة المولية لـ $CO_2 = 44 \text{ g/mol}$

$$m = n \times M_r = 5.12 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 44 = 225.3 \times 10^{-3} \text{ g}$$

إذا كانت ذائبية غاز ما في الماء (0.16 g/L) عند ضغط (104 kPa) فما هي ذائبيته عندما يزداد

الضغط إلى (288 kPa) باعتبار أن درجة الحرارة ثابتة؟

$$S_1 = 0.16 \text{ g/L} \quad P_1 = 104 \text{ kPa} \quad S_2 = ? \quad P_2 = 288 \text{ kPa}$$

المعطيات تخص الذائبية ودرجة الحرارة ثابتة لم تتغير لذا يُحل على قانون هنري

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

$$\frac{0.16}{104} = \frac{S_2}{288}$$

$$S_2 = 0.44 \text{ g/L}$$

إذا كانت ذائبية غاز ما في الماء (3.6 g/L) في الظروف القياسية فما هو الضغط اللازم للحصول

على محتوى يحتوي على 9.5 g/L من الغاز نفسه عند نفس درجة الحرارة؟

$$S_1 = 3.6 \text{ g/L} \quad P_1 = 1 \text{ atm (ظروف قياسية)} \quad S_2 = 9.5 \text{ g/L} \quad P_2 = ?$$

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

$$\frac{3.6}{1} = \frac{9.5}{P_2}$$

$$P_2 = 2.6 \text{ atm}$$

إذا علمت أن الهواء الجوي يحوي كمية 78% من غاز النيتروجين فما هي الذائبية للنيتروجين في

الماء عند $30^{\circ}C$ و 1 atm [ثابت هنري = $7 \times 10^{-4} \text{ mol/L. atm}$]

الضغط الجزئي للنيتروجين سيكون: نسبته مضروباً في الضغط الكلي 1 atm

$$P = 0.78 \text{ atm} \quad S = ? \quad K_H = 7 \times 10^{-4} \text{ mol/L. atm}$$

$$S = K_H \times P = 7 \times 10^{-4} \times 0.78 = 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

ادرس البيانات في الجدول الآتي ثم أجب عما يليه:

g KCl/ 100 g water		ذائبية كلوريد البوتاسيوم				
100	80	60	40	20	0	درجة الحرارة $^{\circ}C$
55	50	44	38	33	28	الذائبية

[1] احسب ذائبية كلوريد البوتاسيوم التقريبية [x] عند درجة حرارة $30^{\circ}C$

نحسب الوسط الحسابي لقيم الذائبية عند $20^{\circ}C$ و $40^{\circ}C$

$$x = \frac{33 + 38}{2} = 35.5 \text{ g/ 100 g H}_2\text{O}$$

[2] احسب كتلة كلوريد البوتاسيوم التقريبية [y] عند درجة $80^{\circ}C$ الذائبة في 250 g من الماء

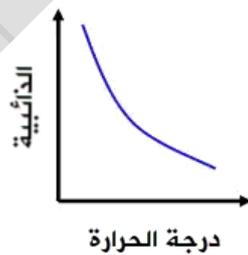
نستخرج من الجدول الذائبية عند هذه الدرجة ثم نعمل نسبة وتناسب لحسابها لـ 250 g

$$80 \text{ g} \rightarrow 100 \text{ g H}_2\text{O}$$

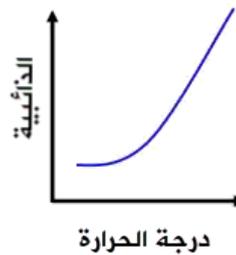
$$y \text{ g} \rightarrow 250 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$y = \frac{250 \times 50}{100} = 125 \text{ g KCl}$$

بيّن أي منحنيات الذائبية تكون لذوبان المادة الصلبة والمادة الغازية في الماء، مع تعليل الاختلاف



A



B

المنحنى A هو لذائبية الغاز في الماء؛ لأن علاقة ذائبية الغاز مع درجة الحرارة هي علاقة عكسية، كلما ارتفعت درجة الحرارة قلت الذائبية

المنحنى B هو لذائبية المواد الصلبة في الماء؛ لأن علاقة ذائبية المواد الصلبة مع درجة الحرارة هي علاقة طردية، كلما ارتفعت درجة الحرارة زادت الذائبية

ورقة عمل: تصنيف المحاليل

المادة التي لا تذوب في الماء هي:

HCl	[3]	CCl ₄	[1]
CH ₃ CH ₂ OH	[4]	CH ₃ OH	[2]

ذائبية غاز الآرغون عند درجة حرارة 25° C وضغط جوي 0.4 atm بدلالة ثابت هنري:

0.3 K _H	[3]	0.1 K _H	[1]
0.4 K _H	[4]	0.2 K _H	[2]

المادة التي لها أعلى قيمة ذائبية في الماء:

O ₂	[3]	He	[1]
NH ₃	[4]	H ₂ S	[2]

جميع المحاليل التالية توصل التيار الكهربائي عدا:

محلول الجلوكوز	[3]	محلول كلوريد الصوديوم	[1]
محلول نترات الفضة	[4]	محلول هيدروكسيد الأمونيوم	[2]

من المخالط الآتية ليس مثلاً لمُعَقِّق:

دقيق + ماء	[3]	مسحوق طباشير + ماء	[1]
سكر المائدة + ماء	[4]	رمل + ماء	[2]

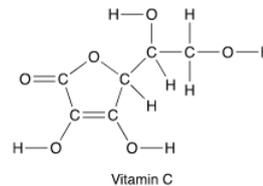
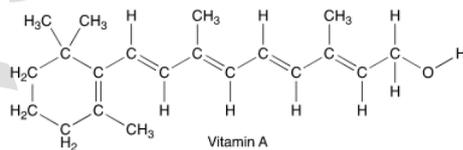
يُعدُّ الضباب مثلاً على:

مخلوط معقّق	[3]	مخلوط متجانس	[1]
محلول	[4]	مخلوط غروي	[2]

أكثر مادة ستذوب في البنزين C₆H₆ هي:

NH ₃	[3]	H ₂ O	[1]
MgCl ₂	[4]	CS ₂	[2]

أي فيتامين هو الأكثر ذائبية في الماء ولماذا؟



فيتامين C لأنه أقل تفرعاً من A فيملك مساحة سطح أكبر للتجاذب مع الماء	[3]	فيتامين A لأنه يحوي روابط C-C أكثر من فيتامين C	[1]
فيتامين C لأن لديه عدد أكبر من مجموعات OH بخلاف فيتامين A	[4]	فيتامين A لأنه أطول فتكون قواه اللحظية أقوى من فيتامين C	[2]



احسب ذائبية غاز بوحدة (g/L) عند ضغط 1 atm إذا علمت أن ذائبية تساوي 0.77 g/L عند ضغط 3.5 atm مع اعتبار أن درجة الحرارة ثابتة



الضغط الجزئي لغاز CO₂ في علبة مشروب غازي كان 4 atm عند درجة حرارة الغرفة، فما هي الذائبية له إذا علمت أن ثابت هنري $K_H = 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol/L.atm}$ عند نفس درجة الحرارة



ادرس البيانات في الجدول الآتي ثم أجب عما يليه:

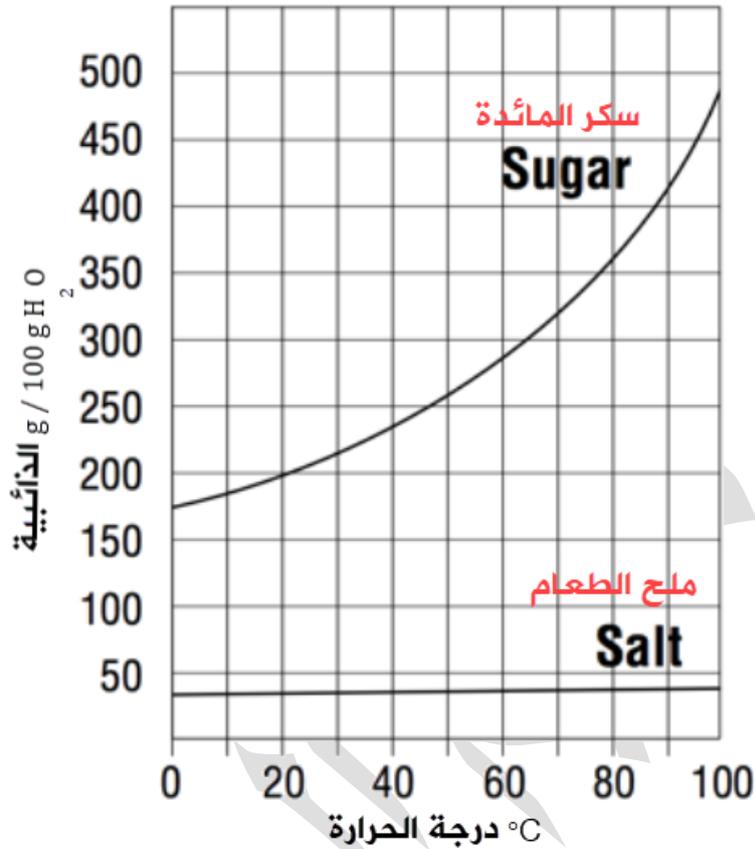
100	50	20	0	درجة الحرارة °C
39.2	37.0	36.0	35.7	ذائبية كلوريد الصوديوم g NaCl / 100 g H ₂ O
733.0	455.0	216.0	122.0	ذائبية نترات الفضة g AgNO ₃ / 100 g H ₂ O

[1] ما هي كتلة NaCl التي يمكن إذابتها في $7.5 \times 10^2 \text{ g}$ من الماء عند درجة حرارة 20° C

[2] احسب الذائبية التقريبية لنترات الفضة عند درجة حرارة 10° C



ادرس منحنى الذائبية لملح الطعام وسكر المائدة ثم أجب عما يليه:



- [1] أيهما ذائبته أكثر تأثراً بارتفاع درجة الحرارة؟
- [2] أيهما أقل ذائبية عند درجة حرارة 50°؟
- [3] كم كتلة السكر التي تذوب في 100 g من الماء عند درجة حرارة 20° C؟
- [4] كم كتلة الملح التي تذوب في 100 g من الماء عند درجة حرارة 100° C؟
- [5] احسب الفرق بين كتلتي السكر والملح إذا تم إذابتهما معاً في 200 g من الماء عند درجة حرارة 20° C

حل مراجعة الدرس الأول

أفان بين جسيمات المخلوط المعلق والمخلوط الغروي والمحلول، من حيث: حجمها، وفصلها بالترشيح، ونشتيتها للضوء

التصنيف	حجم الجسيمات	تشتيت الضوء	الفصل بالترشيح
المحلول	0.1 - 1 nm	لا يُشتته	لا يترشح
المخلوط الغروي	1 - 1000 nm	يُشتته	لا يترشح
المخلوط المعلق	≥ 1000 nm	يُشتته	يترشح

أصنف المحاليل الآتية تبعاً لحالة المذيب الفيزيائية إلى محاليل صلبة وسائلة وغازية

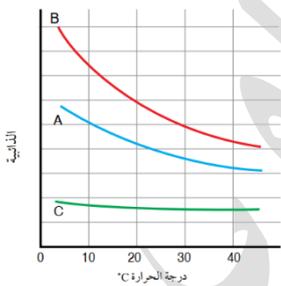
- العملة الفلزية: محلول صلب
- ثاني أكسيد الكربون في الهواء: محلول غازي
- كبريتات النحاس في الماء: محلول سائل
- محلول الإيثانول: محلول سائل

أفسر أي الغازين O_2 أم NH_3 أعلى ذائبية في الماء عند الظروف نفسها

غاز الأمونيا NH_3 هو الأعلى ذائبية لأنه قطبي، أثناء الذوبان سيكون مع الماء روابط هيدروجينية بخلاف غاز الأكسجين ذائبته أقل وهو غير قطبي

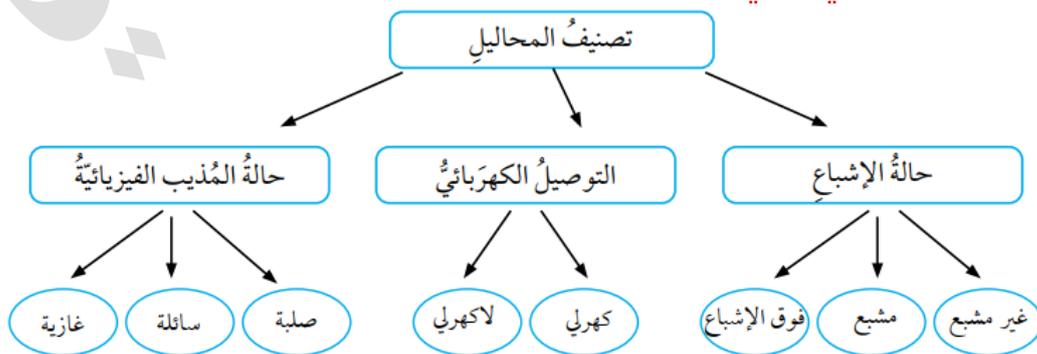
يبين الجدول الآتي ثلاثة غازات وكتلتها المولية عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة:

الغاز	A	B	C
الكتلة المولية g/mol	40	71	4



- أعدد الغاز الذي له أعلى ذائبية في الماء $B \Leftarrow$
- لن يتغير متوسط الطاقة الحركية لأن درجة الحرارة لم تتغير
- ارسم ثلاثة منحنيات لذائبية الغازات الثلاثة عند درجات حرارة مختلفة

أكمل المخطط المفاهيمي الآتي:



الدرس الثاني: التركيز المحاليل

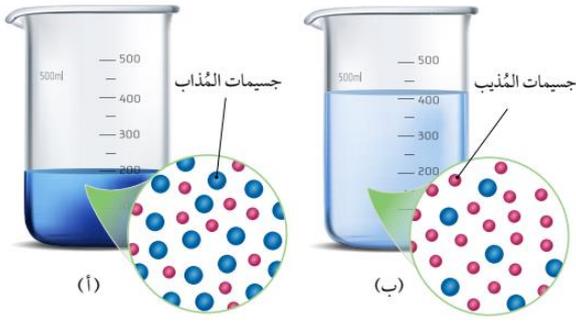
تعريفات الدرس الثاني:

- **التركيز:** نسبة كمية المادة المذابة في كمية محددة من المذيب أو المحلول
- **محلول مركز:** محلول يحتوي على كمية كبيرة من المذاب في حجم معين من المذيب
- **محلول مخفف:** محلول يحتوي على كمية قليلة من المذاب في حجم معين من المذيب
- **الكسر المولي:** النسبة بين عدد مولات المادة المذابة أو المذيب في المحلول إلى عدد المولات الكلية للمذاب والمذيب
- **النسبة المئوية بالكتلة:** النسبة المئوية بين كتلة المذاب إلى كتلة المحلول
- **النسبة المئوية بالحجم:** النسبة المئوية بين حجم المذاب إلى حجم المحلول
- **المولارية:** عدد مولات المذاب في لتر واحد من المحلول
- **المولالية:** عدد مولات المذاب في 1 Kg من المذيب

طرق التعبير عن تركيز المحلول

- في مجال الصناعات الكيميائية سواء في صناعة الأدوية، الأغذية، المنظفات وغيرها فإننا نتعامل مع نسب معينة من المواد وكذلك تركيز معين من المحاليل
- **التركيز:** نسبة كمية المادة المذابة في كمية محددة من المذيب أو المحلول
- **ما هي طرق التعبير عن تركيز المحلول كمياً؟**
 - وذلك كنسبة بين كميات المذاب إلى المذيب أو المحلول
 - [1] الكسر المولي
 - [2] النسبة المئوية: 1- بالكتلة 2- بالحجم
 - [3] المولارية
 - [4] المولالية
- **ما هي طرق التعبير عن تركيز المحلول وصفيًا؟**
 - [1] محلول مركز: يحتوي على كمية كبيرة من المذاب في حجم معين من المذيب
 - [2] محلول مخفف: يحتوي على كمية قليلة من المذاب في حجم معين من المذيب
- مثال: في وعائين 1 لتر ماء "مذيب" نفس الحجم يوضع في الأول: 200 g سكر وفي الثاني 20g سكر، الأول مركز والثاني مخفف
- في الصورة المقابلة: المذاب تزداد كميته وحجم المذيب ثابت، فيشتد اللون بسبب زيادة التركيز





مثال: أو نحصل على المحلول المخفف من المحلول المركز (أ) بإضافة المزيد من المذيب "الماء" كما في الشكل المجاور (ب)

تمييز بعض المصطلحات للتمكن من قوانين حساب التركيز:

المذاب: solute
المذيب: solvent
المحلول: Solution

الكسر المولي (X) Mole Fraction

الكسر المولي: النسبة بين عدد مولات المادة المذابة أو المذيب في المحلول إلى عدد المولات الكلية للمذاب والمذيب

$$X_a = \frac{n_a}{n_a + n_b}$$

$$X_b = \frac{n_b}{n_a + n_b}$$

عدد مولات المذيب

n_a

الكسر المولي للمذيب X_a

عدد مولات المذاب

n_b

الكسر المولي للمذاب X_b

وقد يُعبر عن الكسر المولي بنسبة مئوية، أيضا مجموع الكسر المولي $1 = X_a + X_b$

سؤال ص 117: إذا علمت أن غلايكول الإيثيلين (EG) $C_2H_6O_2$ يُستخدم على نطاق واسع في خفض درجة تجمد الماء داخل مشع السيارة وكان عدد مولات الماء 4 mol وعدد مولات غلايكول الإيثيلين 1.25 mol فاحسب الكسر المولي لكل من الماء وغلايكول الإيثيلين

مطلوب الكسر المولي لكل من المذاب X_{EG} والمذيب X_{H_2O}

المعطيات: عدد مولات كل منهما: $n_{EG} = 1.25 \text{ mol}$ $n_{H_2O} = 4 \text{ mol}$

$$X_{H_2O} = \frac{4}{4 + 1.25} = 0.762$$

$$X_{EG} = \frac{1.25}{4 + 1.25} = 0.238$$

الكسر المولي للمذاب EG = 0.238 ونسبته المئوية 23.8%
الكسر المولي للمذيب H_2O = 0.762 ونسبته المئوية 76.2%

سؤال ص 118: احسب الكسر المولي للإيثانول C_2H_6O في محلول تكوّن من خلط 300 g منه مع

$Mr = 46 \text{ g/mol}$ (C_2H_6O) المولية الماء. علماً أن الكتلة المولية

مطلوب الكسر المولي للمذاب وهو الإيثانول $X_{Ethanol}$

المعطيات: عدد مولات المذيب $n_{H_2O} = 27.777 \text{ mol}$

كتلة الإيثانول = 300 g والكتلة المولية = 46 g/mol

- نحسب مولات الإيثانول باستخدام الكتلة والكتلة المولية:

$$n_{Ethanol} = \frac{m}{Mr} = \frac{300}{46} = 6.522 \text{ mol}$$

$$X_{Ethanol} = \frac{6.522}{27.777 + 6.522} = \frac{6.522}{34.299} = 0.19$$

أتحقق ص 118: احسب الكسر المولي لكل من الماء وحمض الهيدروكلوريك في محلول منهما.

علماً أن عدد مولات الماء 2 mol وعدد مولات حمض الهيدروكلوريك 2.5 mol

مطلوب الكسر المولي لكل من المذاب X_{HCl} والمذيب X_{H_2O}

المعطيات: عدد مولات كل منهما: $n_{HCl} = 2.5 \text{ mol}$ $n_{H_2O} = 2 \text{ mol}$

$$X_{H_2O} = \frac{2}{2 + 2.5} = 0.44$$

$$X_{HCl} = \frac{2.5}{2 + 2.5} = 0.56$$

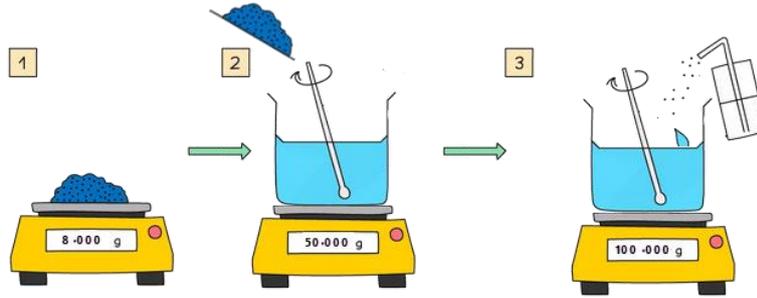
فائدة: نعتبر الماء هو المذيب ولو كانت نسبته أقل، لأن الماء وسط جيد لإذابة معظم المواد بخلاف غيره

النسبة المئوية بالكتلة (m%) Mass Percent

- النسبة المئوية بالكتلة: النسبة المئوية بين كتلة المذاب إلى كتلة المحلول
- كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب
- تستعمل النسبة المئوية بالكتلة في التعبير عن التركيز إذا كان المذاب صلباً والمذيب سائلاً
- ويمكن وصف النسبة المئوية بالكتلة: بعدد غرامات المذاب في 100 g من المحلول

كيف نحضّر محلولاً من مادة صلبة في الماء بحيث يكون التركيز % 8 بالكتلة؟

- يوزن 8 g من المادة الصلبة
- نضع الوعاء على الميزان ونصفره، ثم نضع فيه القليل من الماء المقطر
- يضاف الملح إلى الوعاء ويحرك حتى يذوب
- تستمر إضافة الماء المقطر إلى الوعاء حتى يصبح الوزن المقروء = 100 g وهذه كتلة المحلول
- كتلة المذيب الفعلية = 100 - 8 أي 92 g



الربط بالصحة

المحلول الملحي الفسيولوجي:

يستخدم في المستشفيات محلول ملحي من NaCl بتركيز 0.9% حيث يستخدم لتعويض نقص السوائل في الجسم



النسبة المئوية بالكتلة ($m\%$) = $\frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\%$

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\%$$

النسبة المئوية بالكتلة

كتلة المذاب

كتلة المحلول

$m\%$

$m \text{ of solute}$

$m \text{ of solution}$

سؤال ص 120: احسب النسبة المئوية بالكتلة للمحلول الناتج من إذابة 40 g من كلوريد الصوديوم

في 160 g من الماء المقطر

مطلوب النسبة المئوية بالكتلة $m\%$

المعطيات: كتلة المذاب $m \text{ of solute}$ وكتلة المذيب $m \text{ of solvent}$

نحسب كتلة المحلول في البداية:

$$m \text{ of solution} = 40 + 160 = 200 \text{ g}$$

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\% = \frac{40}{200} \times 100\% = 20\%$$

سؤال ص 120: احسب كتلة NaOH اللازمة لتحضير محلول كتلته 60 g بتركيز 3% بالكتلة

مطلوب m of solute كتلة المذاب

المعطيات: كتلة المحلول m of solution والتركيز $m\%$

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\%$$

$$3\% = \frac{m \text{ of solute}}{60} \times 100\%$$

$$m \text{ of solute} = \frac{3 \times 60}{100} = 1.8 \text{ g}$$

أنتحق ص 120: احسب النسبة المئوية بالكتلة للمحلول الناتج من إذابة 70 g من نترات

البوتاسيوم في 230 g من الماء المقطر

مطلوب النسبة المئوية بالكتلة $m\%$

المعطيات: كتلة المذاب m of solute وكتلة المذيب m of solvent

نحسب كتلة المحلول في البداية:

$$m \text{ of solution} = 70 + 230 = 300 \text{ g}$$

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\% = \frac{70}{300} \times 100\% = 23.3\%$$

النسبة المئوية بالحجم (V%) Volume Percent

- النسبة المئوية بالكتلة: النسبة المئوية بين حجم المذاب إلى حجم المحلول
- حجم المحلول = حجم المذاب + حجم المذيب
- تستعمل النسبة المئوية بالحجم في التعبير عن التركيز إذا كان المذاب سائلاً والمذيب سائلاً
- ويمكن وصف النسبة المئوية بالحجم: بحجم المذاب (mL) في 100 mL من المحلول

من الصورة المجاورة بيّن حجم المذاب والمذيب لمحلول حمض الكبريتيك، تركيزه بالنسبة المئوية

بالحجم = 98%

النسبة المئوية بالحجم أي حجم المذاب إلى المحلول = 98%

المذاب = 98 مل المحلول = 100 مل

المذيب "الماء" = المحلول - المذاب = 100 - 98 = 2 مل



$$100\% \times \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} = (V\%) \text{ النسبة المئوية بالحجم}$$

$$V\% = \frac{V \text{ of solute}}{V \text{ of solution}} \times 100\%$$

النسبة المئوية بالحجم	V%
حجم المذاب	V of solute
حجم المحلول	V of solution

سؤال ص 121: احسب النسبة المئوية بالحجم لمحلول من الإيثانول حضر بإذابة 65 mL منه في كمية من الماء المقطر حتى أصبح حجمه 300 mL

مطلوب النسبة المئوية بالحجم V%

المعطيات: حجم المذاب V of solute وحجم المحلول V of solution

$$V\% = \frac{V \text{ of solute}}{V \text{ of solution}} \times 100\% = \frac{65}{300} \times 100\% = 22\%$$

سؤال ص 121: أتحقق ص 121: احسب النسبة المئوية بالحجم لمحلول من الأسيتون حضر بإذابة 28 mL منه في كمية من الماء المقطر حتى أصبح حجم المحلول 150 mL

مطلوب النسبة المئوية بالحجم V%

المعطيات: حجم المذاب V of solute وحجم المحلول V of solution

$$V\% = \frac{V \text{ of solute}}{V \text{ of solution}} \times 100\% = \frac{28}{150} \times 100\% = 18.7\%$$

سؤال ص 121: أفكر ص 121: ما الفرق بين النسبة المئوية بالكتلة والنسبة المئوية بالحجم؟

الفرق في عملية الحساب وفي الاستخدام:

الاستخدام: النسبة المئوية بالكتلة عندما يكون المحلول من نوع صلب في سائل، بينما النسبة

المئوية بالحجم عندما يكون نوع المحلول سائل في سائل

الحساب: النسبة المئوية بالكتلة: نحسب كتلة المذاب إلى كتلة المحلول، بينما في النسبة المئوية

بالحجم نحسب حجم المذاب إلى حجم المحلول

المولارية (M) Molarity

- المولارية: عدد مولات المادة المذابة في لتر واحد من المحلول
- المولارية أو التركيز المولاري: من أكثر الوحدات شيوعاً لقياس التركيز، الوحدة M ونطقها أو نكتبها Molar، وأيضاً mol/L

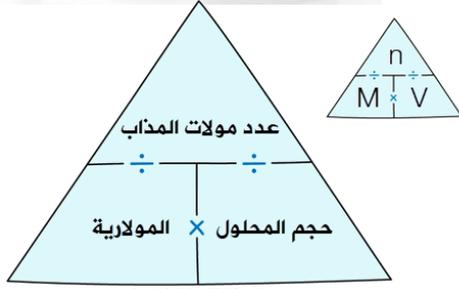
من الصورة المجاورة بيّن التركيز المولاري لمحلول حمض الكبريتيك، وقاعدة هيدروكسيد الصوديوم ?



3 mol NaOH / 1 L solution أي تركيزه يساوي NaOH = 3 M
2 mol H₂SO₄ / 1 L solution أي تركيزه يساوي H₂SO₄ = 2M

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

$$M = \frac{n \text{ of solute}}{V \text{ of solution}} = \frac{n}{V}$$



المولارية (mol/L)	M
عدد مولات المذاب	n of solute
حجم المحلول (L)	V of solution

سؤال ص 122: مولارية محلول حجمه 0.5 L يحتوي على 0.1 mol من المذاب ?

مطلوب المولارية M

المعطيات: حجم المحلول V وعدد مولات المذاب n إذًا نطبق على القانون مباشرة

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2 \text{ mol/L} = 0.2 \text{ M}$$

سؤال ص 123: احسب مولارية هيدروكسيد البوتاسيوم KOH حُضّر بإذابة 5.6 g في 0.2 L من الماء. علماً أن الكتلة المولية (KOH) = 56 g/mol ?

المطلوب المولارية M

المعطيات: كتلة المذاب والكتلة المولية له، أيضاً حجم المذيب 0.2L وهذا خطأ في صيغة السؤال

وقد اعتبرها الكتاب حجم المحلول V ولذا نعتبرها حجم المحلول لنقص معطيات السؤال

نستخرج المولات:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{5.6}{56} = 0.1 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{0.2} = 0.5 \text{ mol/L} = 0.5 \text{ M}$$

أتحقق ص 123: احسب كتلة السكر $C_6H_{12}O_6$ اللازمة لعمل محلول حجمه 2 L وتركيزه 0.04 M

علماً أن الكتلة المولية للسكر هي 180 g/mol

مطلوب كتلة السكر m

المعطيات: مولارية M وحجم المحلول V والكتلة المولية للسكر

من خلال المعطيات نحسب المولات أولاً باستخدام مثلث المولية

$$n = M \times V = 0.04 \times 2 = 0.08 \text{ mol}$$

$$m = n \times Mr = 0.08 \times 180 = 14.4 \text{ g}$$

نحسب الكتلة:

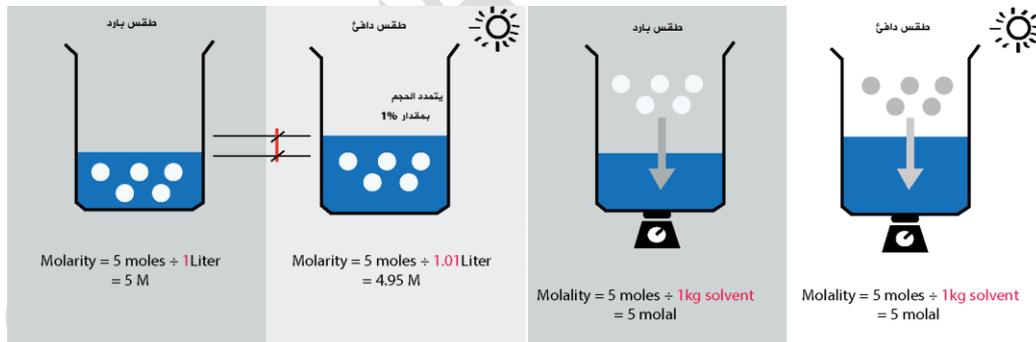
المولالية (m)

- المولالية: عدد مولات المذاب في 1 Kg من المذيب
 - المولالية أو التركيز المولالي: الوحدة m ونطقها أو نكتبها molal، أيضاً mol/Kg
- مثال: محلول تركيزه 3 m أي أن فيه 3 mol من المذاب لكل 1 Kg من المذيب

بم يمتاز التركيز المولالي عن التركيز المولاري؟

كما هو واضح من الصورة، يتأثر الحجم بدرجة الحرارة، تغير حجم المحلول سيغير من قيمة المولية المحسوبة، بينما قيمة المولالية محسوبة حسب نسبة مولات إلى كتلة، المولات والكتلة لا تتأثر بدرجة الحرارة ولو تغير حجم المحلول بسبب الحرارة، فإن قيمة التركيز المحسوبة تبقى ثابتة

الاستنتاج: المولالية تتأثر بدرجة الحرارة بينما المولالية لا تتأثر بها



قيمة المولية تتغير بسبب تأثر حجم المحلول بالحرارة حيث يتمدد ويتقلص

قيمة المولالية لا تتغير بتغير درجة الحرارة لأن الكتلة للمذيب لا تتأثر

$$\text{المولالية (التركيز المولالي) (m)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب}}$$

$$m = \frac{n \text{ of solute}}{\text{solvent mass}}$$

المولالية (m) أو molal	M
عدد مولات المذاب	n of solute
كتلة المذيب (Kg)	solvent mass

سؤال ص 124: احسب مولالية محلول تكوّن بإذابة 6 mol من سكر الجلوكوز في 8 Kg من الماء المقطر

مطلوب المولالية m

المعطيات: عدد مولات المذاب n وكتلة المذيب إذاً نطبق على القانون مباشرة

$$m = \frac{n}{\text{solvent mass}} = \frac{6}{8} = 0.75 \text{ m} = 0.75 \text{ molal}$$

سؤال ص 125: احسب التركيز المولالي لمحلول يحتوي على 25 g من كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 مذابة في 500 g من الماء، علماً أن الكتلة المولية لكبريتات الصوديوم = 142 g/mol

مطلوب المولالية m

المعطيات: كتلة المذاب والكتلة المولية له، وكتلة المذيب

نحسب قبل ذلك: 1- عدد مولات المذاب 2- نحول كتلة المذيب إلى كغ

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{25}{142} = 0.176 \text{ mol}$$

كتلة المذيب:

$$\text{solvent mass} = \frac{500 \text{ g}}{1000 \frac{\text{g}}{\text{Kg}}} = 0.5 \text{ Kg}$$

$$m = \frac{n}{\text{solvent mass}} = \frac{0.176}{0.5} = 0.352 \text{ m} = 0.352 \text{ molal}$$

سؤال ص 125: أتحقق احسب مولالية المحلول الذي يحتوي على 8.4 g فلوريد الصوديوم NaF مذابة في 400 g من الماء المقطر، علماً أن الكتلة المولية لفلوريد الصوديوم = 42 g/mol

المعطيات: كتلة المذاب والكتلة المولية له، وكتلة المذيب

نحسب قبل ذلك: 1- عدد مولات المذاب 2- نحول كتلة المذيب إلى كغ

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{8.4}{42} = 0.2 \text{ mol}$$

كتلة المذيب:

$$\text{solvent mass} = \frac{400 \text{ g}}{1000 \frac{\text{g}}{\text{Kg}}} = 0.4 \text{ Kg}$$

$$m = \frac{n}{\text{solvent mass}} = \frac{0.2}{0.4} = 0.5 \text{ m} = 0.5 \text{ molal}$$

أفكر ص 125: كيف يمكن حساب الكسر المولي لمكونات محلول مائي بمعرفة مولاليتها؟

$$X_{solute} = \frac{n_{solute}}{n_{solute} + n_{solvent}}$$

وحدة المولالية هي عدد مولات من المذاب لكل 1 Kg مذيب
المذيب ماء لأنه محلول مائي، ونفترض كتلته هي نفسها مقام المولالية 1 Kg أي 1000 g

الكتلة المولية للماء = 18 g/mol نحسب مولات الماء "المذيب"

$$n_{solvent} = \frac{1000g}{18 \frac{g}{mol}} = 55.6 mol$$

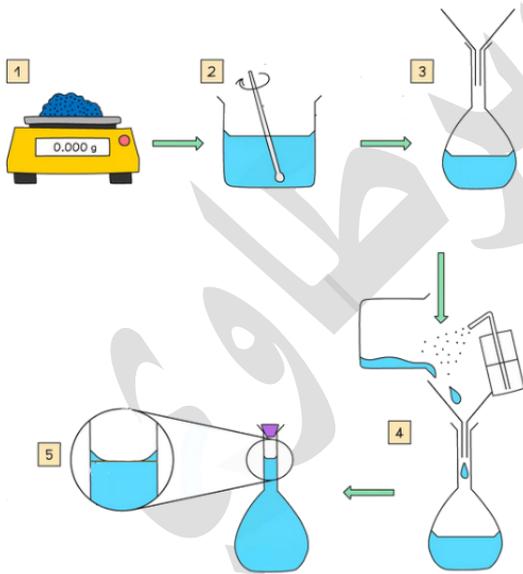
كانت المولالية على سبيل المثال للسكر بتركيز 2 molal أي 2 mol من السكر لكل 1 Kg ماء
إذاً مولات السكر = 2 ونحسب الآن الكسر المولي لأي منهما:

$$X_{solute} = \frac{2}{2 + 55.6} = 0.035$$

المحاليل القياسية Standard Solutions

المحاليل القياسية: هي محاليل معلومة التركيز بدقة تستخدم في مختبرات الكيمياء، بحيث

يحتوي 1 L من المحلول القياسي على 1 mol من المذاب



كيف يُحضّر المحلول القياسي؟

يتم تحضيره بإذابة كتلة معينة من المذاب في كمية محددة من المذيب النقي، ثم يستخدم الدورق الحجمي

ما فائدة استخدام المحاليل القياسية؟

تحتاج التجارب المخبرية إلى استعمال كميات قليلة من المحاليل فالحل هو استخدام المحلول القياسي لأننا نتحكم في حجم المحلول وكتلة المذاب

مثال: محلول تركيزه 0.1 M ممكن تحضيره بإذابة 4

g مذاب في حجم 1 L محلول وممكن تقليل الكمية فتكون 0.4

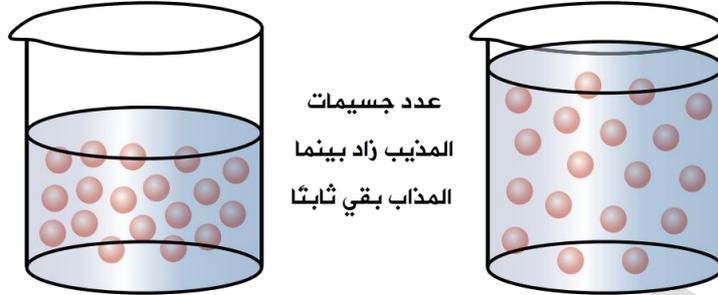
مذاب في حجم 100 ml محلول



تخفيف المحاليل

كيف نحصل على المحلول المخفف من محلول مركز؟

بإضافة كمية من المذيب إليه فيزداد الحجم ويزداد عدد جسيمات المذيب مقارنة بالمحلول المركز، وبالتالي يقل تركيز المحلول لكن عدد مولات المذاب يبقى ثابتاً



نستنبط علاقة رياضية من قانون المولارية وهي "معادلة التخفيف"، مع حذف n مولات المذاب

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

$$M \times V = n$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

عدد المولات بعد التخفيف = عدد المولات قبل التخفيف

سؤال ص 128: احسب مولارية محلول حضر بإضافة 380 mL من الماء المقطر إلى 20 mL من محلول تركيزه 0.2 M

$$M_1 = 0.2 \text{ M} \quad V_1 = 20 \text{ mL} \quad M_2 = ?? \quad V_2 = 380 + 20 = 400 \text{ mL}$$

نطبق معادلة التخفيف:

$$M_2 = \frac{M_1 \times V_1}{V_2} = \frac{0.2 \times 20}{400} = 0.01 \text{ M}$$

أتحقق ص 128: احسب حجم الماء اللازم إضافته إلى 50 mL من محلول KCl الذي تركيزه 4 M ليصبح تركيزه 0.2 M

$$M_1 = 4 \text{ M} \quad V_1 = 50 \text{ mL} \quad M_2 = 0.2 \text{ M} \quad V_2 = ?$$

نطبق معادلة التخفيف:

$$V_2 = \frac{M_1 \times V_1}{M_2} = \frac{4 \times 50}{0.2} = 1000 \text{ mL}$$

حجم الماء المضاف = حجم المحلول النهائي - حجم المحلول قبل التخفيف
= 1000 - 50 = 950 mL



خريطة قوانين درس تركيز المحاليل:

المذاب: solute

المذيب: solvent

المحلول: solution

الكسر المولي

عدد مولات المذاب أو المذيب إلى عدد المولات الكلي لكليهما

$$X_a = \frac{n_a}{n_a + n_b}, X_b = \frac{n_b}{n_a + n_b}$$

النسبة المئوية

بالكتلة: كتلة مذاب إلى كتلة المحلول
بالحجم: حجم المذاب إلى حجم المحلول

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\%$$

$$V\% = \frac{V \text{ of solute}}{V \text{ of solution}} \times 100\%$$

المولارية

عدد مولات المذاب إلى حجم المحلول باللتر والوحدة مولار أو مول/لتر أو M

$$M = \frac{n \text{ of solute}}{V \text{ of solution}} = \frac{n}{V}$$

المولالية

عدد مولات المذاب إلى كتلة المذيب بالكغ والوحدة مولال أو مول/كغ أو m

$$m = \frac{n \text{ of solute}}{\text{solvent mass}}$$

معادلة التخفيف

التركيز المولاري قبل في الحجم قبل = التركيز المولاري بعد في الحجم بعد

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$



تدريبات خارجية + كيماشيك

احسب النسبة المئوية بالكتلة لحمض الفورميك HCOOH في محلوله المائي الذي تركيزه 1.1 M وحجمه 1 L علماً بأن كثافة المحلول 1.01 g/mL والكتلة المولية له 46 g/mol =
مطلوب النسبة المئوية بالكتلة:

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\%$$

نحتاج إلى كتلة المذاب وكتلة المحلول

$$M = \frac{n \text{ of solute}}{V \text{ of solution}} = \frac{n}{V}$$

نعوض في قانون المولارية: التركيز وحجم المحلول لنحسب مولات المذاب

$$n = M \times V = 1.1 \times 1 = 1.1 \text{ mol}$$

نحسب كتلة المذاب باستخدام المولات والكتلة المولية:

$$m_{\text{solute}} = n \times Mr = 1.1 \times 46 = 50.6 \text{ g}$$

نحسب كتلة المحلول باستخدام الكثافة والحجم:

$$m_{\text{solution}} = d \times V = \frac{1.01 \text{ g}}{\text{mL}} \times 1000 \text{ mL} = 1010 \text{ g}$$

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\% = \frac{50.6}{1010} \times 100\% = 5\%$$

إذا كانت المولارية لمحلول KCl يساوي 0.2 mol/Kg فاحسب المولارية لهذا المحلول إذا علمت أن

كثافة المحلول 1.1 g/mL والكتلة المولية لـ KCl 74.5 g/mol

مطلوب المولارية M وهو عدد مولات المذاب إلى حجم المحلول باللتر

من قيمة المولارية: عدد مولات المذاب = 0.2 mol كتلة المذيب = $1 \text{ Kg} = 1000 \text{ g}$

حجم المحلول = كثافة المحلول × كتلة المحلول

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

كتلة المذاب نحسبها من المولات والكتلة المولية:

$$m_{\text{solute}} = n \times Mr = 0.2 \times 74.5 = 14.9 \text{ g}$$

كتلة المحلول:

$$m_{\text{solution}} = 1000 + 14.9 = 1014.9 \text{ g} \approx 1015 \text{ g}$$

حجم المحلول:

$$V = \frac{m \text{ of solution}}{d \text{ of solution}} = \frac{1015 \text{ g}}{1.1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 923 \text{ mL} = 0.923 \text{ L}$$

$$M = \frac{n \text{ of solute}}{V \text{ of solution}} = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{0.923} = 0.22 \text{ M}$$

محلول مائي يحوي 0.9 M من $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ احسب التركيز المولالي لهذا المحلول، علماً بأن كثافته

$$1.25 \text{ g/mL} \text{ والكتلة المولية لنترات الرصاص} = 331 \text{ g/mol}$$

مطلوب المولالية: عدد مولات المذاب إلى كتلة المذيب بال كغ

المولالية = 0.9 mol من المذاب في 1 L من المحلول ... أيضاً يتوفر كثافة المحلول

حجم المحلول = 1 لتر (1000 mL) عدد مولات المذاب = 0.9 mol

نستخرج كتلة المحلول باستخدام الكثافة والحجم، نطرح منها كتلة المذاب فنحصل على كتلة المذيب

$$m_{\text{solution}} = d \times V = 1.25 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 1000 \text{ mL} = 1250 \text{ g}$$

$$m_{\text{solute}} = n \times Mr = 0.9 \times 331 \approx 298 \text{ g}$$

كتلة المذيب ويجب تحويلها في النهاية إلى كغ:

$$m_{\text{solvent}} = 1250 - 298 = 952 \text{ g} = 0.952 \text{ Kg}$$

$$m = \frac{\frac{n \text{ of solute}}{\text{solvent mass}}}{0.9} = \frac{0.9}{0.952} = 0.945 \text{ molal} = 0.945 \text{ m}$$

كم غراماً من حمض الكبريتيك مذاب في محلول حجمه 0.2 L وتركيزه بالكتلة 40% إذا علمت أن

$$1.25 \text{ g/mL} \text{ كثافة المحلول}$$

مطلوب كتلة المذاب

من المعطيات النسبة المئوية بالكتلة وهي كتلة المذاب إلى كتلة المحلول، حجم وكثافة المحلول

نستخرج كتلة المحلول من الحجم والكثافة ثم نعوضها في قانون النسبة بالكتلة

$$m_{\text{solution}} = d \times V = 1.25 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 200 \text{ mL} = 250 \text{ g}$$

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\%$$

$$40\% = \frac{m \text{ of solute}}{250} \times 100\%$$

$$m \text{ of solute} = \frac{40 \times 250}{100} = 100 \text{ g}$$

محلول مائي كتلته 100 g يتكون من 20.22 g من غاز HCl ذائب فيه، إذا علمت أن كثافة

المحلول هي 1.10 g/mL والكتلة المولية $\text{HCl} = 36.5 \text{ g/mol}$ بينما الكتلة المولية للماء 18

g/mol .. احسب ما يلي:



1- المولارية للمحلول

2- الكسر المولي للمذاب

[1] لحساب المولارية: نحتاج عدد مولات المذاب إلى حجم المحلول باللتر

من المعطيات كتلة المذاب وكتلته المولية لذا نحسب منها المولات

ومن المعطيات كتلة المحلول وكثافته لذا نحسب منه حجم المحلول باللتر

$$V = \frac{m_{\text{solution}}}{d} = \frac{100 \text{ g}}{1.1 \text{ g/mL}} = 90.9 \text{ mL} \approx 0.091 \text{ L}$$

$$n = \frac{m_{\text{solute}}}{Mr} = \frac{20.22}{36.5} = 0.554 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.554}{0.091} = 6.1 \text{ M}$$

[2] لحساب الكسر المولي للمذاب: يلزمنا مولات المذاب إلى مجموع مولات المذاب + مولات المذيب

نستخرج مولات المذيب، نحسب كتلة المذيب بطرح كتلة المذاب من المحلول، ثم نحولها إلى مولات

$$m_{\text{solvent}} = m_{\text{solution}} - m_{\text{solute}} = 100 - 20.22 = 79.8 \text{ g}$$

$$n = \frac{m_{\text{solvent}}}{Mr} = \frac{79.8}{18} = 4.43 \text{ mol}$$

$$X_{\text{solute}} = \frac{n_{\text{solute}}}{n_{\text{solvent}} + n_{\text{solute}}} = \frac{0.554}{4.43 + 0.554} = 0.111$$

أحسب كتلة الماء اللازمة لتحضير محلول من السكر عدد مولات المحلول 20 mol والكسر المولي

للسكر المذاب فيه هو 0.2 إذا علمت أن الكتلة المولية للماء = 18 g/mol

مطلوب كتلة المذيب، يلزمنا استخراج مولات المذيب

من الكسر المولي نحسب مولات السكر بضرب الكسر المولي بكل مولات المحلول

$$n_{\text{solute}} = X_{\text{solute}} \times n_{\text{solution}} = 0.2 \times 20 = 4 \text{ mol}$$

مولات الماء "المذيب" = مولات المحلول - مولات السكر المذاب

$$n_{\text{solvent}} = 20 - 4 = 16 \text{ mol}$$

كتلة الماء نحسبها باستخدام المولات والكتلة المولية:

$$m = n \times Mr = 16 \times 18 = 288 \text{ g}$$

أضيف 150 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.2 M إلى 150 mL من الماء المقطر

فإن تركيز المحلول الناتج يساوي

$$M_1 = 0.2 \text{ M} \quad V_1 = 150 \text{ mL} \quad M_2 = ?? \quad V_2 = 150 + 150 = 300 \text{ mL}$$

نطبق معادلة التخفيف:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$M_2 = \frac{M_1 \times V_1}{V_2} = \frac{0.2 \times 150}{300} = 0.1 \text{ M}$$



ورقة عمل: تركيز المحاليل

ما التركيز المولالي لمحلول الجلوكوز الذي يحوي 5 g من الجلوكوز المذاب في 25 g من الماء؟ علماً بأن الكتلة المولية للجلوكوز = 180 g/mol

احسب عدد مولات المذيب "الماء" في محلول ذاب فيه الإيثانول وكان الكسر المولي للمذاب 0.4 وعدد مولات المحلول يساوي 16 mol

ما حجم الماء اللازم إضافته إلى 100 mL من محلول حمض الكبريتيك الذي تركيزه 0.4 M للحصول على محلول تركيزه 0.2 M؟



احسب التركيز المولالي لمحلول ذاب فيه 13.8 g من كربونات البوتاسيوم K_2CO_3 إذا علمت أن كتلة المذيب "الماء" هي 500 g والكتلة المولية لكربونات البوتاسيوم = 138 g/mol



عند إذابة 46 g من الإيثانول في 72 g من الماء فما هو الكسر المولي للمذيب؟ إذا علمت أن الكتلة المولية للإيثانول تساوي 46 g/mol والكتلة المولية للماء هي 18 g/mol



حدد الإجابة الصحيحة من الخاطئة فيما يلي:

- () عندما يكون الكسر المولي للمذاب يساوي 0.5 فإن عدد مولات المذاب يساوي عدد مولات المذيب
- () محلولان متساويان في الحجم فإن المحلول المركز فيهما هو الذي يحتوي على عدد مولات مذاب أكبر
- () عند زيادة حجم المحلول بالماء المقطر إلى ضعف ما كان عليه يقل عدد مولات المذاب إلى النصف
- () مجموع الكسر المولي لكل من المذاب والمذيب يساوي 1
- () يمكن التعبير عن تركيز محلول صلب في سائل بالنسبة المئوية بالحجم
- () يمكن التعبير عن تركيز محلول سائل في سائل بالنسبة المئوية بالحجم
- () المولالية تتأثر بدرجة الحرارة بخلاف المولارية
- () المحاليل القياسية هي محاليل معلومة التركيز بدقة
- () يزداد عدد جزيئات المذيب في عملية التخفيف ويقل عدد جزيئات المذاب ولذا يقل التركيز
- () نصف تراكيز المحاليل بطريقة كمية ووصفية، قولنا محلول مركز ومخفف هي طريقة تعبير كمية



حل مراجعة الدرس الثاني

? احسب الكسر المولي لكل من الماء و نترات البوتاسيوم KNO_3 في محلول منهما. علماً أن عدد

مولات الماء 5 mol وعدد مولات نترات البوتاسيوم 3 mol

المذيب "الماء" رمزه a والمذاب "نترات البوتاسيوم" b

$$X_a = ?? \quad X_b = ?? \quad n_a = 5 \quad n_b = 3$$

$$X_a = \frac{n_a}{n_a + n_b} = \frac{5}{5 + 3} = \frac{5}{8} = 0.625$$

$$X_b = \frac{3}{5 + 3} = \frac{3}{8} = 0.375$$

? احسب كتلة KOH اللازمة لتحضير محلول كتلته 30 g بتركيز 1% بالكتلة

كتلة المذاب KOH = ؟ كتلة المحلول = 30 g تركيز المحلول بالكتلة = 1%

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\%$$

$$1\% = \frac{m \text{ of solute}}{30} \times 100\%$$

$$m \text{ of solute} = \frac{1 \times 30}{100} = 0.3 \text{ g KOH}$$

? احسب كتلة حمض HCl الموجودة في 0.5 L من محلول الحمض الذي تركيزه 20% بالكتلة علماً

أن كثافة المحلول 1 g/mL

كتلة المذاب HCl = ؟ حجم المحلول = 0.5 L وكثافته = 1 g/mL تركيز المحلول بالكتلة = 20%

نستخدم قانون النسبة المئوية بالكتلة لكن قبل ذلك نحسب كتلة المحلول:

الكتلة = الكثافة × الحجم = 1 جرام / مل × 500 مل = 500 جرام

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\%$$

$$20\% = \frac{m \text{ of solute}}{500} \times 100\%$$

$$m \text{ of solute} = \frac{20 \times 500}{100} = 100 \text{ g HCl}$$

? احسب النسبة المئوية بالكتلة للمحلول الناتج من إذابة 15 g من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 في 350 g من الماء المقطر

كتلة المذاب = 15 g كتلة المذيب = 350 g كتلة المحلول = 350 + 15 = 365 g
تركيز المحلول بالكتلة = ؟

$$m\% = \frac{m \text{ of solute}}{m \text{ of solution}} \times 100\%$$

$$m\% = \frac{15}{365} \times 100\% = 4.1\%$$

? احسب النسبة المئوية بالحجم لمحلول HBr تكوّن بإذابة 40 mL منه في كمية من الماء المقطر حتى أصبح حجم المحلول 300 mL

حجم المذاب = 40 mL حجم المحلول = 300 mL النسبة المئوية بالحجم = ؟

$$V\% = \frac{V \text{ of solute}}{V \text{ of solution}} \times 100\% = \frac{40}{300} \times 100\% = 13.3\%$$

? احسب مولارية محلول يحتوي على 5 g من كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 مذابة في 100 mL من الماء. علماً أن الكتلة المولية لكبريتات البوتاسيوم 174 g/mol

كتلة المذاب = 5 g كتلته المولية = 174 حجم المذيب = 100 mL المولارية = ؟؟

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{5}{174} = 0.03 \text{ mol}$$

السؤال فيه نقص بالمعطيات، كما في المثال السابق في محتوى الدرس، وسنحاري السؤال ونعتبره حجم المحلول رغم أن ذلك خطأ... والجواب الناتج سيكون نفسه الوارد في أجوبة الوزارة

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

? احسب حجم المحلول اللازم لتحضير محلول من سكر الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ تركيزه 0.5 M علماً أن كتلة المذاب 15 g والكتلة المولية للجلوكوز 180 g/mol

حجم المحلول = ؟ تركيزه المولاري = 0.5 M كتلة المذاب = 15 g والكتلة المولية 180
نستخدم قانون المولارية ونحسب قبل ذلك مولات المذاب:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{15}{180} = 0.083 \text{ mol}$$

$$V = \frac{n}{M} = \frac{0.083}{0.5} = 0.166 \text{ L}$$

? احسب مولالية محلول يحتوي على 30 g من LiBr مذابة في 300 g من الماء. علماً أن الكتلة المولية LiBr هي 87 g/mol

المولالية = ؟ كتلة المذاب = 30 g وكتلته المولية 87 كتلة المذيب = 300 g
نستخدم قانون المولالية ونحسب قبل ذلك مولات المذاب ونحول كتلة المذيب إلى Kg:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{30}{87} = 0.34 \text{ mol}$$

كتلة المذيب = 0.3 Kg

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}} = \frac{0.34}{0.3} = 1.1 \text{ molal}$$

? احسب كتلة KCl لتحضير محلول تركيزه 0.2 mol/Kg في 200 g ماء مقطر. علماً أن الكتلة المولية KCl هي 74.5 g/mol

كتلة المذاب = ؟ كتلته المولية 74.5 تركيز المحلول (مولالي) = 0.2 m كتلة المذيب = 200 g
نحسب باستخدام قانون المولالية، نستخرج المولات لنحسب الكتلة لاحقاً، ونحول كتلة المذيب
كتلة المذيب = 0.2 Kg

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}}$$

$$n = m \times \text{mass of solvent} = 0.2 \times 0.2 = 0.04 \text{ mol}$$

كتلة المذاب = مولات المذاب × كتلته المولية

$$m = n \times Mr = 0.04 \times 74.5 = 2.98 \text{ g}$$

? احسب حجم الماء اللازم إضافته إلى 5mL من محلول NaOH ذي التركيز 0.1 M ليصبح تركيزه 0.001 M

$$M_1 = 0.1 \text{ M} \quad V_1 = 5 \text{ mL} \quad M_2 = 0.001 \text{ M} \quad V_2 = ?$$

نطبق معادلة التخفيف:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{M_1 \times V_1}{M_2} = \frac{0.1 \times 5}{0.001} = 500 \text{ mL}$$

حجم الماء اللازم إضافته = حجم المحلول النهائي - حجم المحلول قبل التخفيف
= 500 - 5 = 495 mL

أحدد خطوات تحضير محلول من NaCl مولارته 0.1 M وحجمه 500 mL علماً أن الكتلة المولية NaCl هي 58.5 g/mol

نحسب الكتلة اللازمة من المذاب لتحضير هذا التركيز المولاري

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

$$n = M \times V = 0.1 \times 0.5 = 0.05 \text{ mol}$$

نحسب الكتلة

$$m = n \times Mr = 0.05 \times 58.5 = 2.93 \text{ g}$$

يوزن مقدار 2.93 من NaCl

يوضع في دورق حجمه 500 mL فيه القليل من الماء المقطر مثلاً 100 mL ويحرك حتى يذوب كله

أضيف الماء المقطر بالقطارة حتى يصبح مستوى تقعر المحلول عند مستوى العلامة على عنق الدورق كما في الخطوة الأخيرة

يرج المحلول جيداً حتى يمتزج بشكل كامل

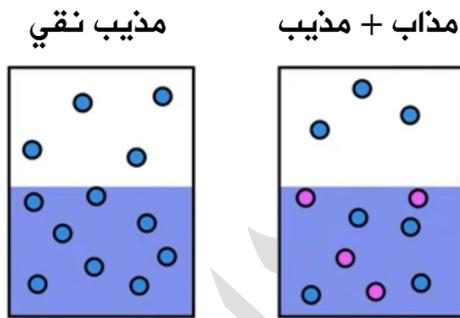


الدرس الثالث: خصائص المحاليل

تعريفات الدرس الثالث:

- **الخصائص الجامعة للمحاليل:** هي خصائص المذيب الفيزيائية التي تتأثر بكمية الجسيمات المذابة فيه ولا تعتمد على طبيعة المذاب
- **الانخفاض في الضغط البخاري:** انخفاض الضغط البخاري لمذيب نقي متطاير عند إذابة مادة غير متطايرة فيه
- **الارتفاع في درجة الغليان:** الفرق بين درجة غليان المذيب النقي ودرجة غليان المحلول عند إذابة 1 mol من المذاب في 1 Kg من المذيب النقي
- **الانخفاض في درجة التجمد:** الفرق بين درجة تجمد المحلول ودرجة تجمد المذيب النقي عند إذابة 1 mol من المذاب في 1 Kg من المذيب النقي
- **الضغط الأسموزي:** الضغط الذي يدفع المذيب النقي من الوسط الأقل تركيزاً إلى الوسط الأعلى تركيزاً عبر غشاء شبه منفذ

الخصائص الجامعة للمحاليل Colligative Properties



- المحلول يتصرف بشكل يختلف عن المذيب النقي؛ بسبب تداخل جسيمات المذاب مع جسيمات المذيب في المحلول، وبالتالي تتغير الخصائص الفيزيائية للمذيب النقي
- من الخصائص الفيزيائية التي تتأثر: درجة الغليان، درجة التجمد، الضغط البخاري، الضغط الأسموزي، ولذا سُميت بالخصائص الجامعة للمحاليل

الخصائص الجامعة للمحاليل: هي خصائص المذيب الفيزيائية التي تتأثر بكمية الجسيمات المذابة فيه ولا تعتمد على طبيعة المذاب

تأثير المذاب يعتمد على كمية جسيماته المذابة في المحلول وليس على طبيعة المذاب
مثال توضيحي:

تم إذابة NaCl في الماء فتفككت أيوناته إلى Na^+ , Cl^- بمقدار 2 مول من الأيونات، ستتغير خصائص المذيب النقي "الماء" من درجة الغليان $100^\circ C$ أو التجمد $0^\circ C$ فتزداد درجة الغليان، وتقل درجة التجمد. نفس التأثير سيحدث عند إذابة $NaNO_3$ لأنه يتفكك إلى نفس الكمية Na^+ , NO_3^- أي بمقدار 2 مول من الأيونات بينما يزيد التأثير عند إذابة $CaCl_2$ لأن الكمية ستكون Ca^{2+} , $2Cl^-$ أي بمقدار 3 مول من الأيونات، يقل التأثير لو قلت كمية الجسيمات للمذاب، مثلاً السكر لا يتأين في الماء ولذا يكون بمقدار 1 mol من الجزيئات

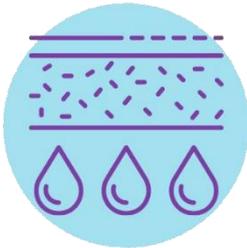
انخفاض درجة التجمد



ارتفاع درجة الغليان



الضغط الأسموزي



انخفاض الضغط البخاري



تأثير كمية المذاب في المحلول سيؤدي إلى:

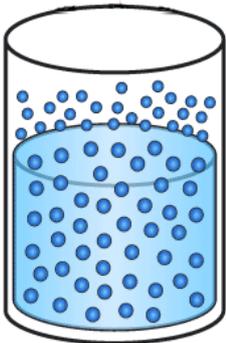
- [1] انخفاض في الضغط البخاري للمذيب
- [2] ارتفاع في درجة غليان المذيب
- [3] انخفاض في درجة تجمد المذيب
- [4] اكتساب المحلول خاصية الضغط الأسموزي

مصطلح المادة المتطايرة وغير المتطايرة

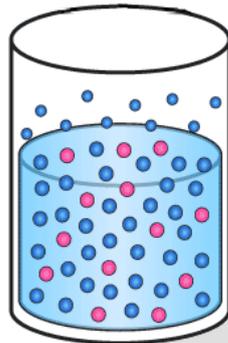
"الوارد في الكتاب:"

مادة غير متطايرة: غير قادرة على التبخر بسهولة إلى غاز في درجة حرارة الغرفة وضغطها، وعادة تكون مادة صلبة

الانخفاض في الضغط البخاري



مذيب نقي متطاير
"الماء"



إضافة مذاب غير متطاير
إلى المذيب
"السكر" "الملح"

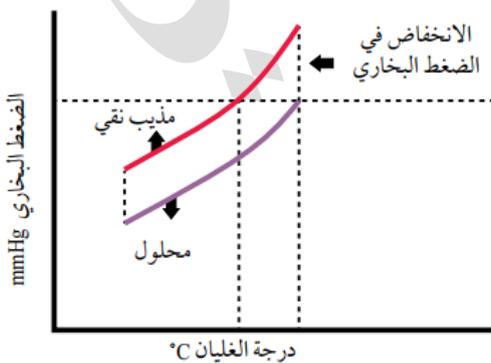
الانخفاض في الضغط البخاري: انخفاض

- الضغط البخاري لمذيب نقي متطاير عند إذابة مادة غير متطايرة فيه
- التبخر يحدث عند أي درجة حرارة بخلاف الغليان "يعود الطالب لتلك المفاهيم الخاصة بالتبخر، الغليان، الضغط البخاري، ويثبتها من الوحدة الثانية: درس الحالة السائلة"

ضوي لللمبة: الضغط البخاري: هو الضغط الناتج

من جزيئات بخار السائل في وعاء مغلق عندما يكون في حالة اتزان مع جزيئات السائل عند درجة حرارة وضغط ثابتين

بينت التجارب أن الضغط البخاري لمذيب نقي "متطاير" ينخفض بإذابة مادة "غير متطايرة" فيه



- يمكن قياس مقدار الانخفاض في الضغط البخاري بحساب الفرق بين الضغط البخاري للمذيب النقي والضغط البخاري للمحلول عند درجة حرارة معينة كما في الشكل المجاور

الضغط البخاري للمحلول دائماً أقل من الضغط البخاري للمذيب النقي عند أي درجة حرارة

الشكل السابق هو جزء مقتطع من الشكل البياني لتغير حالات المادة لمذيب نقى ومحلول، والشكل الكامل متوفر في خاصية درجة الغليان، ودرجة التجمد

علل: الضغط البخاري للمحلول دائماً أقل من الضغط البخاري للمذيب النقي عند أي درجة حرارة

- 1- جسيمات المذاب "غير المتطاير" ستحتل جزءاً من سطح المذيب "مثلاً الماء" فيقل عدد جزيئات الماء التي تتبخر من السطح
 - 2- نشوء تجاذب بين المذاب والمذيب في المحلول سيقلل عدد جسيمات المذيب التي بإمكانها أن تفلت من السطح وتتحول إلى غاز
- فيقل الضغط البخاري مقارنة بالضغط البخاري للمذيب النقي

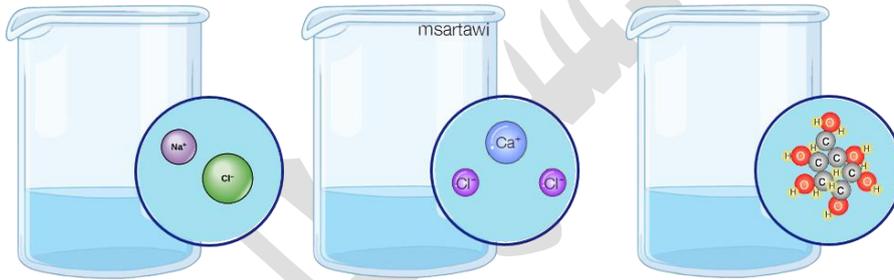
ما العلاقة بين تركيز المحلول والضغط البخاري؟

كلما زاد التركيز زادت جسيمات المذاب في المحلول فيقل الضغط البخاري

علل: المحلول المركز أقل في الضغط البخاري من المحلول المخفف

لأن الانخفاض في الضغط البخاري يعتمد على عدد جسيمات المذاب في المحلول والعلاقة عكسية كلما زادت جسيمات المذاب قل الضغط البخاري، في المحلول المركز هي أكثر عدداً وبالتالي الضغط البخاري سيكون أقل

بيّن الفرق في الضغط البخاري عند إذابة الملح NaCl في الماء، وعند إذابة سكر الجلوكوز



$C_6H_{12}O_6$ ، وعند إذابة كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$

من الصورة:

- يتفكك كلوريد الصوديوم إلى 2 مول من أيونات: الصوديوم والكلور لأنه مركب أيوني
 - يتفكك كلوريد الكالسيوم إلى 3 مول من أيونات: الكالسيوم والكلور لأنه مركب أيوني
 - لا يتأين ولا يتفكك السكر لأنه جزيء فيبقى على شكل 1 مول من جزيئات السكر في الماء
- كلما ازداد عدد الجسيمات المذابة ازداد التركيز وازداد التأثير على الخاصية الجامعة للمحلول، والعلاقة عكسية بين الضغط البخاري وتركيز المادة المذابة في المحلول

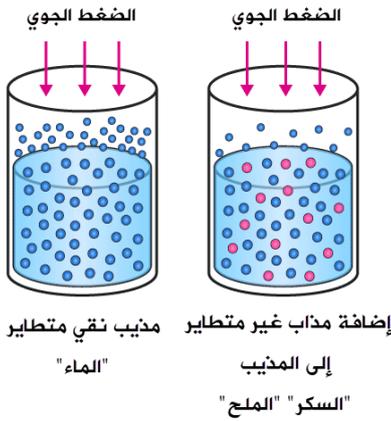
الجواب:

أقلهم في الضغط البخاري هو محلول $CaCl_2$ لأن المحلول المركز أقل ضغطاً بخارياً من المخفف

قارن بين أثر المركبات الأيونية والجزيئية في تغيير خصائص المذيب

الأيونية تتفكك أيوناتها فيزداد التركيز وتغير خصائص المذيب، بينما معظم الجزيئية لن تتأين وبالتالي تأثيرها أضعف على الخصائص

الارتفاع في درجة الغليان



- الارتفاع في درجة الغليان: الفرق بين درجة غليان المذيب النقي ودرجة غليان المحلول عند إذابة 1 mol من المذاب في 1 Kg من المذيب النقي
- الماء النقي يبدأ بالغليان عند درجة حرارة 100 °C، وجود مذاب في الماء النقي سيقلل جسيمات الماء على سطح المحلول ويبطئ عملية التحول من سائل إلى غاز.
- إذا وصل المذيب وهو في المحلول إلى درجة غليان 100 °C فإن الضغط البخاري وقتها أقل من الضغط الجوي 1 atm ولن يحدث الغليان إلا عندما يتساوى الضغط البخاري مع الضغط الجوي 1 atm ولذا تزداد درجة الغليان

علل: تزداد درجة غليان المحلول عن درجة غليان المذيب النقي?

جسيمات المذاب "غير المتطاير" ستحتل جزءاً من سطح المذيب "مثلاً الماء" فيقل عدد جزيئات الماء التي تتبخر من السطح، بالإضافة للتجاذب الذي بين المذاب والمذيب سيمنعها من التبخر وكل ذلك يقلل الضغط البخاري اللازم حتى يصل المذيب إلى درجة الغليان العادية فيتطلب ذلك ارتفاع في درجة الحرارة ليزداد الضغط البخاري حتى يصل إلى الضغط الجوي 1 atm وبالتالي يصل المحلول إلى درجة غليان جديدة

والعلاقة الرياضية لمقدار ارتفاع درجة غليان المحلول عن المذيب هي:

الارتفاع في درجة الغليان = ثابت × المولالية

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

نجمع لحساب درجة غليان المحلول $T_{solution} = T_{solvent} + \Delta T_b$

الارتفاع في درجة الغليان ΔT_b

ثابت الارتفاع في درجة غليان المذيب K_b

التركيز المولالي للمحلول m

ثابت الارتفاع في درجة غليان المذيب السائل: يساوي مقدار الارتفاع في درجة غليان المذيب عند

إذابة 1 mol من المذاب في 1 Kg من المذيب النقي، وتعتمد قيمته على طبيعة المذيب

المُذيب	درجة الغليان عند ضغط جوي 1 atm	ثابت الارتفاع في درجة غليان المُذيب K_b °C.Kg/mol
الماء	100	0.52
الإيثانول	78.5	1.19
البنزين	80.1	2.53

وحدة ثابت الارتفاع في درجة غليان المذيب: °C.Kg/mol وهي نفسها °C/molal وقيمته تعتمد على المذيب



أفكر ص 131: ما أثر الضغط الجوي في درجة غليان المحلول؟

عندما يصبح الضغط الجوي مساوياً للضغط البخاري للمحلول فإنه يصل إلى درجة الغليان فإذا ازداد الضغط الجوي ازدادت درجة الغليان، وإذا قلّ قلت

كلما ازداد التركيز المولالي ازداد مقدار الارتفاع في درجة غليان المحلول عن المذيب النقي

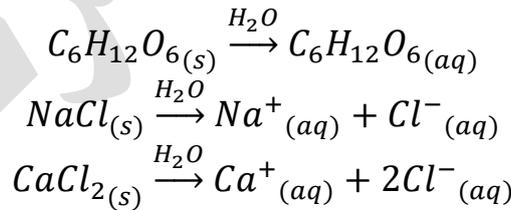
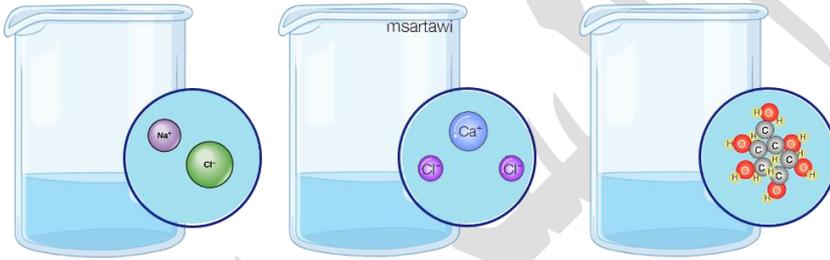
أفكر ص 133: لماذا يُعبر عن الارتفاع في درجة الغليان بدلالة المولالية وليس المولارية؟

لأن التركيز المولالي يعتمد على النسبة بين عدد جسيمات المذاب إلى جسيمات المذيب فلا يتأثر بدرجة الحرارة كما المولارية التي تعتمد على نسبة عدد جسيمات المذاب في حجم معين من المحلول، والحجم يتأثر بدرجة الحرارة "يتمدد ويتقلص" راجع درس: تركيز المحاليل

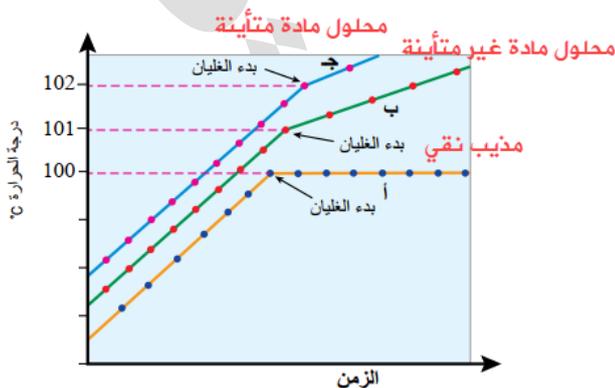
علل: درجة غليان المحلول تستمر في الارتفاع ولا تثبت أثناء الغليان؟

لأن استمرار عملية التبخر يؤدي إلى نقص كمية المذيب وجسيماته في المحلول ويزداد تركيز المحلول بجسيمات المذاب فيه، زيادة التركيز معناه ارتفاع في خاصية: درجة غليان المحلول سيكون أقل من المخفف

أي المحاليل الآتية أعلى في درجة الغليان محلول كلوريد الصوديوم، محلول كلوريد الكالسيوم أم محلول سكر الجلوكوز



مولات السكر المتفككة = 1، مولات $NaCl$ المتفككة = 2، مولات $CaCl_2$ المتفككة = 3
التركيز أكبر في $CaCl_2$ فتكون درجة غليان المحلول أكبر من باقي المحاليل، وأقلها محلول السكر



درجة غليان محاليل المواد المتأيّنة [الكهرلية] أكبر من درجة غليان محاليل المواد غير المتأيّنة [اللاكهرلية]، مثلاً المركبات الأيونية تتفكك إلى أيوناتها فيزيد عدد جسيماتها في المذيب بخلاف المركبات التساهمية غير المتأيّنة مثل السكر

استراتيجية الحل في مسائل الخصائص الجامعة للمحاليل:

- نحسب المولية في حال لم تكن متوفرة في السؤال m
- نحدد عدد المولات المتفككة من المذاب من خلال معادلة تفككه في الماء
- [1] فإن كان المذاب مادة كهربية تتكون لها أيونات في الماء فإننا نحسب مولات الأيونات الناتجة
- [2] وإن كانت مادة لاهربية فإنها تبقى جزيئات ويكون عدد مولات الجسيمات المتفككة = 1
- [يرمز لهذا المعامل في كتب الكيمياء بالرمز i وسنستخدمه لتسهيل الحل]
- نضرب العدد الناتج من الجسيمات المتفككة i في المولية m ونعوضها في قانون الخصائص الجامعة مكان m التي تعني التركيز الكلي لجسيمات المذاب في المحلول

? سؤال ص 134: إذا علمت أن 18 g من السكر $C_6H_{12}O_6$ أذيب في 500 g من الماء النقي، فاحسب درجة غليان المحلول الناتج، علماً أن ثابت الارتفاع في درجة غليان الماء $0.52 \text{ } ^\circ\text{C.Kg/mol}$ والكتلة المولية للسكر المذاب = 180 g/mol

نستخدم العلاقة الرياضية لارتفاع درجة الغليان للمحلول:

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

من المعطيات: الثابت، غرامات المذاب والمذيب والكتلة المولية للمذاب

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}}$$

مولات المذاب

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{18}{180} = 0.1 \text{ mol}$$

تحويل كتلة المذيب = 0.5 Kg

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2 \text{ molal}$$

السكر لن يتفكك أو يتأين ولذا $i = 1$

$$\Delta T_b = K_b \times m = 0.52 \times 0.2 = 0.104$$

نجمع الفرق مع درجة غليان المذيب الأصلية وهي $100 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$T_{\text{solution}} = T_{\text{solvent}} + \Delta T_b$$

$$T_{\text{solution}} = 100 + 0.104 = 100.104 \text{ } ^\circ\text{C}$$

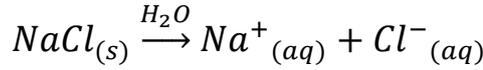
? سؤال ص 135: إذا علمت أن 5.85 g من NaCl أذيب في 0.5 g من الماء، فاحسب درجة غليان المحلول، علماً أن الكتلة المولية للمذاب = 58.5 g/mol وثابت الارتفاع في درجة غليان الماء $0.52 \text{ } ^\circ\text{C.Kg/mol}$

حساب مولات المذاب

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{5.85}{58.5} = 0.1 \text{ mol}$$



$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2 \text{ molal}$$



يتفكك الملح إلى 2 مول أيونات، لذا $i = 2$ نضربه في مولالية المحلول 0.2 ونعوضه في قانون ارتفاع درجة الغليان

$$\Delta T_b = K_b \times m = 0.52 \times 0.4 = 0.208$$

نجمع الفرق مع درجة غليان المذيب الأصلية وهي 100°C
 $\Delta T_b = T_{\text{solution}} - T_{\text{solvent}}$
 $100 + 0.208 = 100.208^\circ\text{C}$

سؤال أتحقق ص 135: أحسب مقدار الارتفاع في درجة غليان محلول تكوّن بإذابة 12 g من حمض الإيثانويك HCOOH ($M_r = 46 \text{ g/mol}$) في 2 Kg من الإيثانول، علماً أن ثابت الارتفاع في درجة غليان الإيثانول $1.19^\circ\text{C.Kg/mol}$

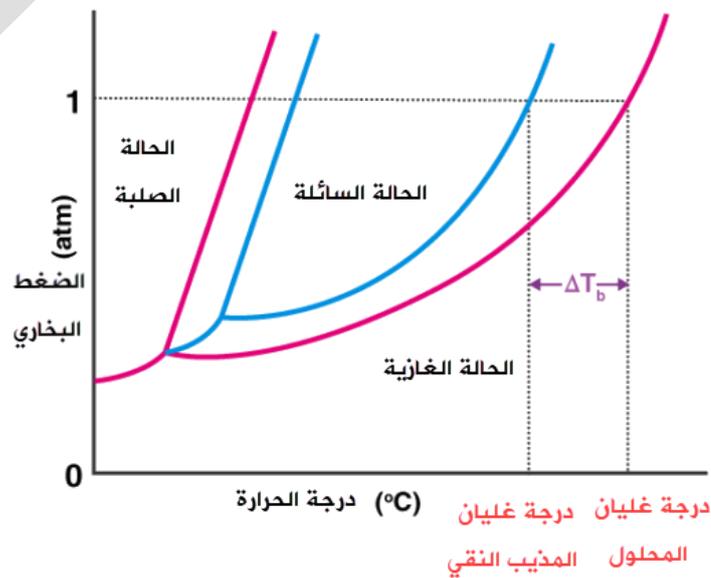
$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{12}{46} = 0.26 \text{ mol}$$

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}} = \frac{0.26}{2} = 0.13 \text{ molal}$$

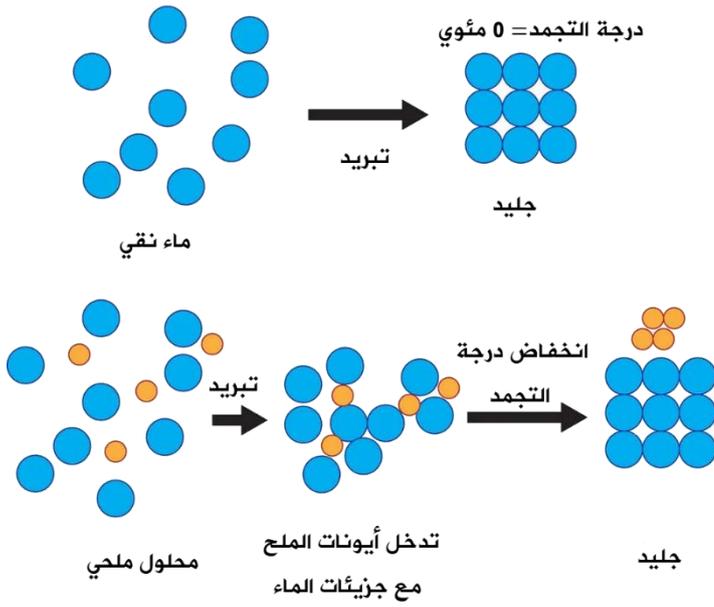
هذا المذاب لن يتأين في الكحول $i = 1$

$$\Delta T_b = K_b \times m = 1.19 \times 0.13 = 0.155$$

الرسم البياني المجاور يوضح تغير حالات المادة لمذيب نقي ومحلول ويظهر من خلاله كيف ترتفع درجة الغليان عند إضافة مادة مذابة إلى المذيب



الانخفاض في درجة التجمد



- الانخفاض في درجة التجمد: الفرق بين درجة تجمد المحلول ودرجة تجمد المذيب النقي عند إذابة 1 mol من المذاب في 1 Kg من المذيب النقي

علل: تنخفض درجة تجمد المحلول عن درجة تجمد المذيب النقي

- جسيمات المذاب تنتشر بين جسيمات المذيب في المحلول وتحتل حيزاً أيضاً هناك تجاذب بينها وبين المذيب فيمنع كل ذلك تقارب وتجاذب جسيمات المذيب للوصول إلى الحالة الصلبة عند درجة التجمد، وللوصول إلى درجة التجمد ستحتاج جزيئات الماء إلى فقد طاقة أكثر حتى تتقارب وتصل إلى التجمد ولهذا تنخفض درجة التجمد
- درجة تجمد المحلول أقل من درجة تجمد المذيب النقي، ويتناسب مقدار الانخفاض طردياً مع التركيز المولالي للمحلول

العلاقة الرياضية لمقدار انخفاض درجة تجمد المحلول عن المذيب هي:

الانخفاض في درجة التجمد = ثابت × المولالية

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

$$T_{\text{solution}} = T_{\text{solvent}} - \Delta T_f$$

الانخفاض في درجة التجمد

ΔT_f

ثابت الانخفاض في درجة تجمد المذيب

K_f

التركيز المولالي للمحلول

m

- ثابت الانخفاض في درجة تجمد المذيب: يساوي مقدار الانخفاض في درجة تجمد المذيب عند إذابة 1 mol من المذاب في 1 Kg من المذيب النقي، وتعتمد قيمته على طبيعة المذيب

المُذيب	درجة التجمد °C	ثابتُ الانخفاض في درجة تجمد المُذيب K_f °C.Kg/mol
الماء	0.0	1.86
الإيثانول	-114.1	1.99
البنزين	5.5	5.12

- كلما ازداد التركيز المولالي ازداد مقدار الانخفاض في درجة تجمد المحلول عن المذيب النقي

سؤال ص 137: أحسب درجة التجمد لمحلول يحتوي على 0.62 g من مادة مذابة 0.1Kg من الماء

المقطر، علماً أن $K_f = 1.86 \text{ }^\circ\text{C.Kg/mol}$ والكتلة المولية = 62 g/mol

نستخدم العلاقة الرياضية لانخفاض درجة التجمد للمحلول:

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

حساب مولات المذاب

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{0.62}{62} = 0.01 \text{ mol}$$

حساب المولية:

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}} = \frac{0.01}{0.1} = 0.1 \text{ molal}$$

$$\Delta T_f = K_f \times m = 1.86 \times 0.1 = 0.186$$

$$T_{\text{solution}} = T_{\text{solvent}} - \Delta T_f$$

$$T_{\text{solution}} = 0 - 0.186 = -0.186 \text{ }^\circ\text{C}$$

سؤال أتحقق ص 137: أحسب مقدار الانخفاض في درجة التجمد لمحلول تكون بإذابة 10 g من

مادة غير متأينة في 400 g من الإيثانول، علماً أن ثابت الانخفاض في درجة تجمد الإيثانول

$K_f = 5.12 \text{ }^\circ\text{C.Kg/mol}$

السؤال ينقصه معطيات .. مثل اسم المادة أو كتلتها المولية.. على كل حال يتم الحل باستخدام

الرموز، ولأن المادة غير متأينة $i = 1$

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{10}{Mr} =$$

حساب المولية:

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}} = \frac{10}{0.4 Mr} = \frac{25}{Mr} \text{ molal}$$

$$\Delta T_f = K_f \times m = 5.12 \times \frac{25}{Mr} = \frac{128}{Mr}$$

الربط بالحياة

الانخفاض في درجة التجمد:

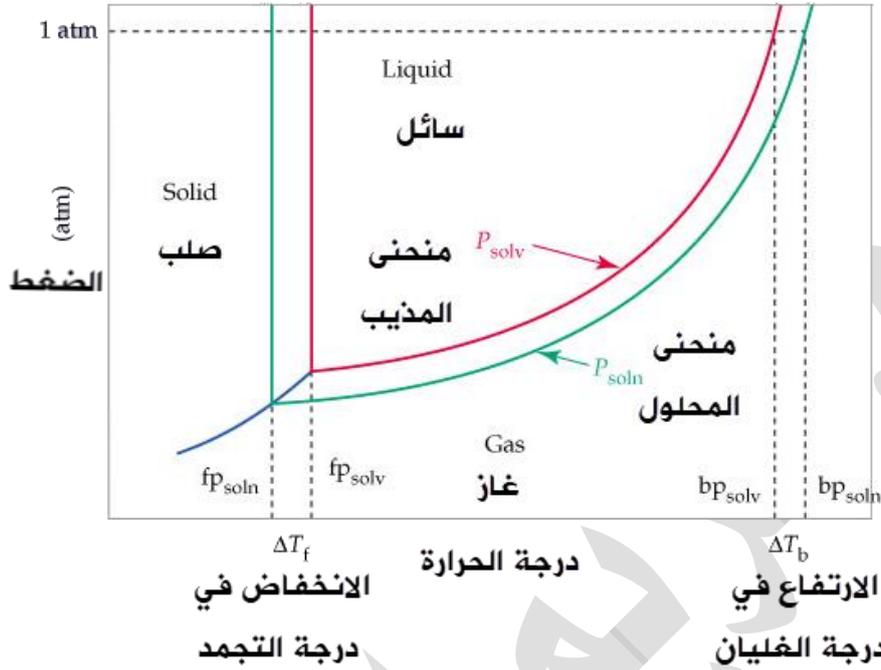
في الشتاء وأثناء موسم هطل الثلوج، توضع أملاح مثل كلوريد الصوديوم على الطرقات حتى تقل

درجة تجمد الماء؛ مما يؤدي إلى منع تراكم الثلوج على الطريق ويقل بذلك خطر انزلاق المركبات

التي تسير عليه

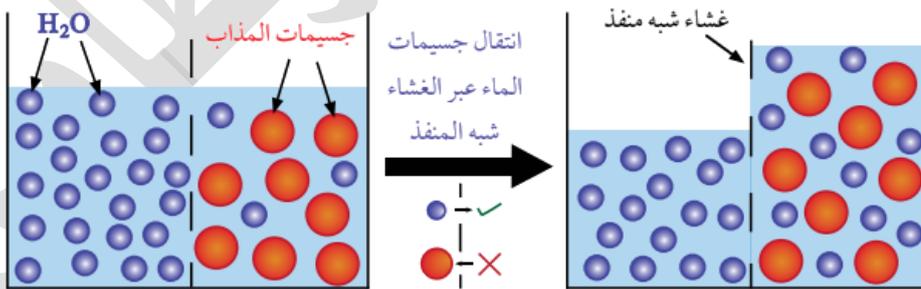
من خلال هذا الرسم البياني:

نستطيع قراءة بيانات الارتفاع في درجة الغليان والانخفاض في درجة الغليان



الضغط الأسموزي

- **الخاصية الأسموزية:** عملية انتشار المذيب من الوسط الأقل تركيزاً إلى الوسط الأعلى تركيزاً عبر أغشية منفذة
- من الخصائص الجامعة للمحاليل لأنها تعتمد على عدد جسيمات المذاب في كمية محددة من المحلول



? **للخاصية الأسموزية دور حيوي في الكثير من العمليات الحيوية للكائنات الحية، وضح ذلك**

- في النباتات: امتصاص الماء والغذاء من التربة
- في الإنسان: خلايا الدم الحمراء توجد في محلول متساوي التركيز مع وسط الخلية الداخلي وحتى لا تصاب بالامتلاء بالماء أو تنكمش بفقدته فإن المريض يُزود بمحاليل أملاح عن طريق الوريد بتركيز معين فيبقى المحلولان متساويين في التركيز

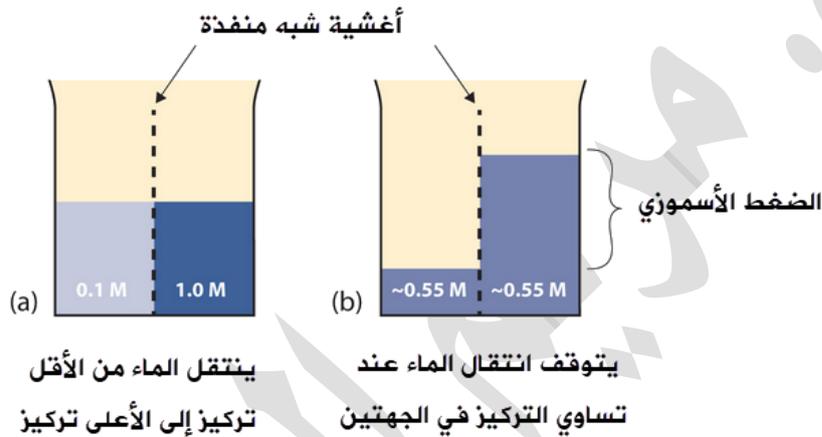
? ما أهمية الأغشية شبه المنفذة للأسموزية؟

تسمح بمرور جسيمات المذيب وتمنع مرور جسيمات المذاب

? أتحقق ص 139: ما المقصود بالضغط الأسموزي؟

هو الضغط الذي يدفع المذيب النقي من الوسط الأقل تركيزاً إلى الوسط الأعلى تركيزاً عبر غشاء شبه منفذ

إضافة: نستخدم التركيز المولاري (المولارية) في حسابات الضغط الأسموزي، بينما في باقي الخصائص الجامعة نستخدم التركيز المولالي (المولالية)



الربط بالحياة

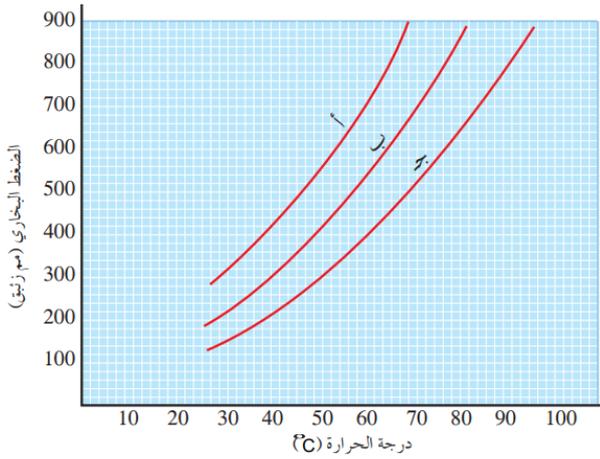
الأسموزية المعاكسة:

هي عكس الأسموزية، يؤثر على المحلول بضغط أكبر من الضغط الأسموزي فتنتقل جسيمات المذيب من المحلول إلى المذيب النقي خلال الغشاء شبه المنفذ، ومن التطبيقات العملية: تحلية مياه البحر

جدول ذهني لتثبيت العلاقة بين تركيز المذاب في المحلول والخاصية الجامعة للمحلول

تركيز المذاب	↑	ازدياد التركيز
الضغط البخاري للمحلول	↓	انخفاض في الضغط البخاري
درجة الغليان للمحلول	↑	ارتفاع في درجة الغليان
درجة التجمد للمحلول	↓	انخفاض في درجة التجمد
الضغط الأسموزي للمحلول	↑	زيادة الضغط الأسموزي

تدريبات خارجية + كيماشيك



في الصورة المجاورة ثلاث منحنيات لمذيب نقي،

محلول مركز، محلول مخفف، والمادة الذائبة في

تلك المحاليل غير متطايرة، ادرس الشكل ثم حدد

رمز كل من المواد الثلاث وعلل ذلك

[أ] المذيب النقي

[ب] المحلول المخفف

[ج] المحلول المركز

لأن المذيب النقي ضغطه البخاري أعلى من

المحلول، فكلما زاد تركيز المحلول انخفض الضغط البخاري

احسب درجة غليان محلول ناتج من إذابة 18.4 g غليسول في كيلوغرامين من الماء علماً أن

ثابت ارتفاع درجة الغليان للماء 0.52 والكتلة المولية للغليسول = 92 g/mol

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{18.4}{92} = 0.2 \text{ mol}$$

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ molal}$$

هذا المذاب لن يتأين في الماء $i = 1$

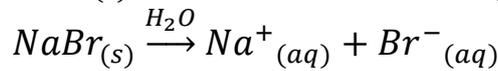
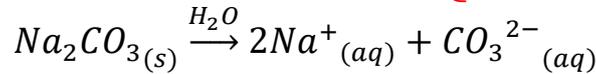
$$\Delta T_b = K_b \times m = 0.52 \times 0.1 = 0.052$$

$$T_{\text{solution}} = T_{\text{solvent}} + \Delta T_b$$

$$T_{\text{solution}} = 100 + 0.052 = 100.052 \text{ }^\circ\text{C}$$

أي المحلولين الآتيين له أعلى درجة غليان: Na_2CO_3 أم NaBr علماً بأن تركيزهما المولالي متساو،

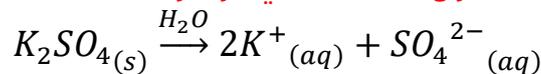
والضغط المؤثر فيهما هو نفسه مع افتراض التفكك التام لكل منهما في الماء؟



عدد مولات الأيونات للأول $i = 3$ عدد مولات الأيونات للثاني $i = 2$

التركيز أكبر في محلول Na_2CO_3 فتأثيره على خصائص المحلول أكبر، له أعلى درجة غليان

احسب التركيز الكلي لأيونات محلول K_2SO_4 الذي تركيزه 0.003 m مفترضاً التفكك التام له

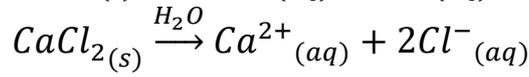
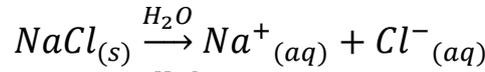


عدد مولات الأيونات $i = 3$

التركيز الكلي للأيونات = $0.003 \times 3 = 0.009 \text{ m}$

إذا علمت أن الدفاع المدني الأردني عادة يستخدم محلول كلوريد الصوديوم NaCl في الطرقات

عند نزول الثلج لمنع حدوث التجمد عند درجة 0 °C، فجاءت توصية لسنة 2022 باستخدام محلول كلوريد الكالسيوم CaCl₂ وذلك لقرب قدوم منخفض ثلجي شديد الهطل، إذا علمت أن تركيز المحلولين المستخدم هو نفسه X molal فأيهما سيكون الأفضل لتلك العاصفة الثلجية؟



عدد مولات الأيونات للأول $i = 2$ عدد مولات الأيونات للثاني $i = 3$

التركيز الكلي سيكون أكبر في محلول CaCl₂ لأن مولات التفكك أكبر فتنخفض درجة التجمد أكثر

عند إذابة 0.64 g من مادة عضوية في 100 g من البنزين، وُجد أن درجة غليان المحلول الناتج

هي 80.23 °C . احسب الكتلة المولية للمادة المذابة، علماً بأن درجة غليان البنزين النقي 80.1 °C

وثابت الارتفاع في درجة الغليان للبنزين 2.61 °C.Kg/mol

نحسب من النهاية أي من عند قانون الارتفاع في درجة الغليان، ونعلم أن المادة العضوية لا تتفكك

في الماء إلى أيونات فهي مادة جزيئية $i = 1$ ولن يؤثر على التركيز

$$T_{\text{solution}} = T_{\text{solvent}} + \Delta T_b$$

$$\Delta T_b = T_{\text{solvent}} - T_{\text{solution}} = 80.1 - 80.23 = 0.13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$m = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{0.13}{2.61} = 0.0498 \text{ molal}$$

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}}$$

$$n = m \times \text{mass of solvent Kg} = 0.0498 \times 0.1 = 0.00498 \text{ mol}$$

$$Mr = \frac{m}{n} = \frac{0.64}{0.00498} = 128.5 \text{ g/mol}$$

أذيب 99 g من مركب لا يتأين في الماء في 669 g من الماء النقي، فوجد أن درجة تجمد المحلول

الناتج (0.96 °C-) .. احسب الكتلة المولية للمركب علماً أن ثابت الانخفاض في درجة التجمد للماء

هو 1.86

المركب غير المتأين هو مادة جزيئية، $i = 1$ ولن يؤثر على التركيز

نعوض درجة الحرارة والفرق في درجة الحرارة بالموجب

$$\Delta T_f = T_{\text{solvent}} - T_{\text{solution}} = 0 - 0.96 = -0.96 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$m = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.96}{1.86} = 0.52 \text{ molal}$$

$$n = m \times \text{mass of solvent Kg} = 0.52 \times 0.669 = 0.35 \text{ mol}$$

$$Mr = \frac{m}{n} = \frac{99}{0.35} = 283 \text{ g/mol}$$

حدد المحلول الأعلى في درجة الغليان:

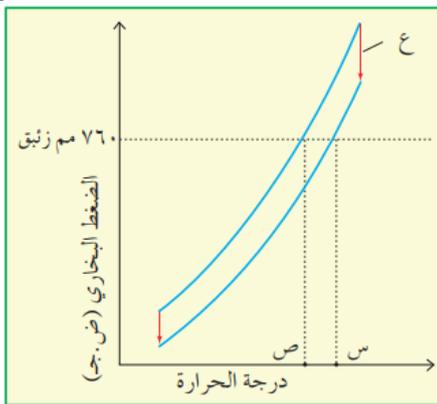
- محلول السكر $C_{12}H_{22}O_{11}$ (0.1 m)
- محلول كلوريد الصوديوم NaCl (0.1 m)
- محلول كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ (0.08 m)
- محلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 (0.04 m)

ننظر إلى عدد مولات التفكك i لكل مادة ونضربه بالتركيز لنحسب بذلك التركيز الكلي للمادة المذابة

- محلول السكر $C_{12}H_{22}O_{11}$ $i=1$ $m=0.1 \times 1=0.1$ m
- محلول كلوريد الصوديوم NaCl $i=2$ $m=0.1 \times 2=0.2$ m
- محلول كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ $i=3$ $m=0.08 \times 3=0.24$ m
- محلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 $i=3$ $m=0.04 \times 3=0.12$ m

محلول كلوريد المغنيسيوم هو الأعلى تركيز وبالتالي هو الأعلى في درجة الغليان

ادرس الشكل الذي يمثل منحنى الضغط البخاري للماء النقي ولمحلول مادة غير متطايرة، ثم أجب



عما يلي:

- أين يقع منحنى المحلول؟ جهة اليمين (الأسفل)
- ماذا تمثل الرموز س، ص، ع؟
- س: درجة غليان المحلول
- ص: درجة غليان المذيب النقي
- ع: مقدار الانخفاض في الضغط البخاري للمحلول

احسب درجة الغليان والتجمد لمحلول جلوكوز مذاب في الماء تم تحضيره بتركيز 0.8 m علماً أن

ثابت الارتفاع في درجة الغليان للماء هو 0.52 وثابت الانخفاض في درجة التجمد للماء هو 1.86

التفكك للجلوكوز $i=1$ لأنه لا كهربي لا يتأين في الماء
درجة تجمد المحلول:

$$\Delta T_f = K_f \times m = 1.86 \times 0.8 = 1.49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{solution}} = T_{\text{solvent}} - \Delta T_f = 0 - 1.49 = -1.49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

درجة غليان المحلول:

$$\Delta T_b = K_b \times m = 0.52 \times 0.8 = 0.42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{solution}} = T_{\text{solvent}} + \Delta T_b = 100 + 0.42 = 100.42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ورقة عمل: تركيز المحاليل

احسب درجة تجمد محلول جلديكول الإيثيلين $C_2H_6O_2$ [مانع التجمد] عند إذابة 724 g منه في 2603 g من الماء، علماً أن ثابت الانخفاض في درجة التجمد للماء = 1.86 والكتلة المولية لجلديكول الإيثيلين = 62 g/mol

ما هي درجة الغليان لمحلول السكروز 1.25 m علماً أن K_b للماء يساوي 0.52؟

عند إذابة 15 g من الإيثانول في 750 g من حمض الفورميك وجد أن درجة تجمد المحلول تساوي $8.4^\circ C$ أوجد قيمة K_f لحمض الفورميك، علماً أن درجة تجمد حمض الفورميك النقي $8.4^\circ C$



ما هي كتلة السكرز اللازمة للذوبان في 1500 g من الماء اللازمة لرفع درجة الغليان بمقدار 0.2°C علماً أن الكتلة المولية للسكرز تساوي 342 g/mol وثابت الارتفاع في درجة الغليان للماء هو 0.52



حدّد أي من المركبات الآتية محلوله في الماء له أعلى درجة تجمد

1 m	NaCl	-
0.6 m	CaCl ₂	-
0.7 m	Al(NO ₃) ₃	-
1.5 m	C ₆ H ₁₂ O ₆	-



حدد الإجابة الصحيحة من الخاطئة فيما يلي:

- () تعتمد الخصائص الجامعة للمحاليل على عدد جسيمات المذاب بغض النظر عن نوع المادة
- () إذا كانت درجة تجمد المحلول المائي تحت الصفر فإن درجة غليانه تكون أعلى من 100 درجة مئوية
- () مقدار الانخفاض في درجة التجمد لمحلول ملح الطعام 0.1 m يساوي نصف مقدار الانخفاض في درجة التجمد لمحلول السكر من نفس التركيز 0.1 m
- () الماء المضاف إليه الملح ترتفع درجة غليانه ودرجة تجمده
- () يرتفع الضغط الأسموزي كلما ازداد تركيز المادة المذابة في المحلول
- () مقدار الانخفاض في درجة تجمد المحلول يتناسب طردياً مع التركيز المولي
- () تعتمد قيمة ثابت الارتفاع في درجة الغليان على طبيعة المذاب
- () المحلول المركز تكون درجة تجمده أقل من المحلول المخفف
- () نستخدم تركيز المولية في حسابات الارتفاع في درجة الغليان للمحاليل
- () كلما ازداد عدد جسيمات المذاب في المحلول ازداد تركيزه فيزداد ضغطه البخاري



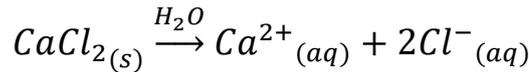
حل مراجعة الدرس الثالث

? احسب درجة غليان المحلول الناتج من إذابة 3.33 g من $CaCl_2$ في 600 g من الماء النقي علماً أن

الكتلة المولية للمذاب 111 g/mol وثابت الارتفاع في درجة غليان الماء 0.52

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{3.33}{111} = 0.03 \text{ mol}$$

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}} = \frac{0.03}{0.6} = 0.05 \text{ molal}$$



يتفكك إلى 3 مولات من الأيونات $i=3$ $m = 3 \times 0.05 = 0.15$

$$\Delta T_b = K_b \times m = 0.52 \times 0.15 = 0.08$$

$$\Delta T_b = T_{\text{solution}} - T_{\text{solvent}}$$

$$100 + 0.08 = 100.08 \text{ }^\circ\text{C}$$

? أفسر:

- الضغط البخاري للمحلول أقل منه للمذيب النقي

لأن جسيمات المذاب تأخذ حيزاً من سطح السائل أيضاً قوى التجاذب بين المذاب والمذيب يمنعه من الإفلات والتبخر، فيقل تبخر المذيب ويقل ضغطه البخاري

- درجة غليان المحلول أعلى منها للمذيب النقي

لأن جسيمات المذاب تأخذ حيزاً من سطح السائل أيضاً قوى التجاذب بين المذاب والمذيب يمنعه من الإفلات والتبخر، فيقل تبخر المذيب ويقل ضغطه البخاري ولا يصل إلى درجة الغليان، وحتى يغلي المحلول لا بد أن ترتفع درجة الحرارة حتى يصل الضغط البخاري إلى قيمة الضغط الجوي 1 atm

? احسب مقدار الانخفاض في درجة التجمد لمحلول حضر بإذابة 34 g من مادة لاهرلية في 250 g

من الإيثانول علماً أن ثابت الانخفاض في درجة تجمد الإيثانول 5.12

معطيات السؤال ناقصة، نحتاج الكتلة المولية

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{34}{Mr} \text{ mol}$$

حساب المولية:

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}} = \frac{34}{0.25 Mr} = \frac{136}{Mr} \text{ molal}$$

$$\Delta T_f = K_f \times m = 5.12 \times \frac{136}{Mr} = \frac{696.3}{Mr}$$

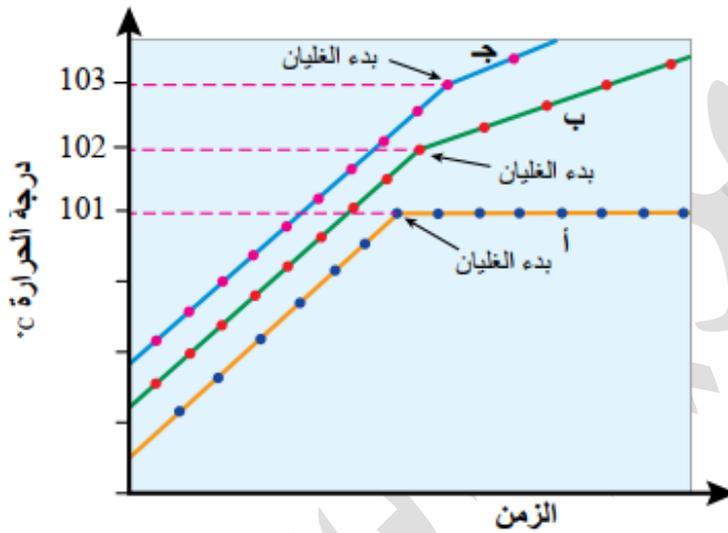


? أُميز بين ثابت الارتفاع في درجة الغليان وثابت الانخفاض في درجة التجمد

تذكر التعريفات لكل منهما

? استنتج من الشكل الآتي المنحنى الذي يمثل كلاً من:

- الماء النقي: (أ)
- محلول مادة غير متأينة وغير متطايرة (ب)
- محلول مادة متأينة وغير متطايرة (ج)



حل مراجعة الوحدة الثالثة

أفان بين المخلوط المعلق، الغروي والمحلول ?

متوفر في محتوى دوسية أوكسجين ومشروح في درس "تصنيف المحاليل"

أحسب التركيز المولاري لمحلول من هيدروكسيد الصوديوم حجمه 100 mL وحضر بإذابة 3.5 g منه في كمية من الماء المقطر

الكتلة المولية لـ NaOH من الجدول الدوري: $23 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{3.5}{40} = 0.088 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.088}{0.1} = 0.88 \text{ mol/L} = 0.88 \text{ M}$$

أحسب كتلة حمض HCl الموجودة في حجم من المحلول مقداره 150 mL وتركيزه 0.15 M ?

الكتلة المولية لـ HCl $1 + 35.5 = 36.5 \text{ g/mol}$

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

$$n = M \times V = 0.15 \times 0.15 = 0.0225 \text{ mol}$$

$$m = n \times Mr = 0.0225 \times 36.5 = 0.82 \text{ g}$$

أحسب التركيز المولالي لمحلول من KOH تكون بإذابة 14 g منه في 112 g من الماء المقطر ?

الكتلة المولية لـ KOH $39 + 16 + 1 = 56 \text{ g/mol}$

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{14}{56} = 0.25 \text{ mol}$$

$$m = \frac{n}{m_{\text{solvent}}} = \frac{0.25}{0.112} = 2.23 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}} = 2.23 \text{ m}$$

أستنتج الخطوات العملية لتحضير محلول من فلوريد البوتاسيوم KF تركيزه 0.25 mol/Kg ?

باستخدام 500 g من الماء المقطر

- تحسب الكتلة المطلوب وزنها من فلوريد البوتاسيوم، باستخدام قانون المولالية، والكتلة المولية
- توزن الكتلة المطلوب من KF ثم تضاف إلى ماء مقطر تم وزنه سابقاً 500 g
- يحرك المذاب جيداً في المذيب حتى يذوب بالكامل

أحسب حجم الماء الذي تلزم إضافته إلى 50 mL من محلول NaCl ذي التركيز 0.01 M ليصبح

تركيزه 0.001 M

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$0.01 \times 50 = 0.001 \times V_2$$

$$V_2 = 500 \text{ mL}$$

$$500 - 50 = 450 \text{ mL}$$

حجم الماء الذي يلزم إضافته



? احسب الكتلة المولية لمادة غير متآينة وغير متطايرة كتلتها 0.64 g أذيت في 100 g من البنزين.

علماً أن درجة غليان المحلول الناتج 80.23 °C ودرجة غليان البنزين النقي 80.1 °C

غير متآينة $i=1$

ثابت الارتفاع في درجة غليان البنزين 2.53 ص132 من الكتاب

$$\Delta T_b = T_{\text{solvent}} - T_{\text{solution}} = 80.1 - 80.23 = 0.13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$m = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{0.13}{2.53} = 0.051 \text{ molal}$$

$$m = \frac{n}{\text{mass of solvent Kg}}$$

$$n = m \times \text{mass of solvent Kg} = 0.051 \times 0.1 = 0.0051 \text{ mol}$$

$$Mr = \frac{m}{n} = \frac{0.64}{0.0051} = 125.5 \text{ g/mol}$$

? استنتج قيمة X في الصيغة الجزيئية للكبريت S_x من المعلومات في الجدول الآتي

المعلومات	القيم
كتلة الكبريت S_x المذاب	0.24 g
كتلة المذيب CCl_4	100 g
الكتلة المولية للمذاب "عنصر الكبريت"	32.1 g/mol
الانخفاض في درجة تجمد CCl_4	0.2 °C
ثابت انخفاض درجة تجمد CCl_4	29.8 °C.Kg/mol

نحتاج الكتلة المولية للجزيء، لا بد من المولات، نستخدم المولية وقانون الانخفاض لدرجة التجمد

لأنه جزيء لا كهربي $i=1$

$$m = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.2}{29.8} = 0.0067 \text{ mol/Kg}$$

$$n = m \times \text{mass of solvent Kg} = 0.0067 \times 0.1 = 0.00067 \text{ mol}$$

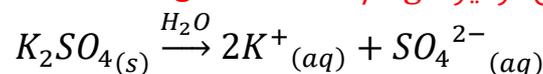
$$Mr = \frac{m}{n} = \frac{0.24}{0.00067} = 358.2 \text{ g/mol}$$

$$Mr = 32.1 \times x$$

$$x = \frac{358.2}{32.1} = 11.2 \approx 11 \text{ atom}$$

$$S_x \rightarrow S_{11}$$

? احسب درجة الغليان لمحلول تركيزه 0.06 mol/Kg من K_2SO_4



عدد مولات الأيونات $3 = i$

التركيز الكلي للأيونات = $0.18 \text{ m} = 0.06 \times 3$



ثابت الارتفاع في درجة الغليان للماء = 0.52 عند 100 °C من الجداول في الكتاب

$$\Delta T_b = 0.52 \times 0.18 = 0.09 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{solution}} = T_{\text{solvent}} + \Delta T_b$$

$$T_{\text{solution}} = 100 + 0.09 = 100.09 \text{ } ^\circ\text{C}$$

استنتج المحلول الذي له أعلى درجة غليان من المحاليل الآتية

0.1 mol/Kg NaCl

0.1 mol/Kg C₆H₁₂O₆

0.08 mol/Kg Na₂SO₄

نحسب i ونضربه في التركيز ، الأعلى تركيز هو الأعلى في درجة الغليان

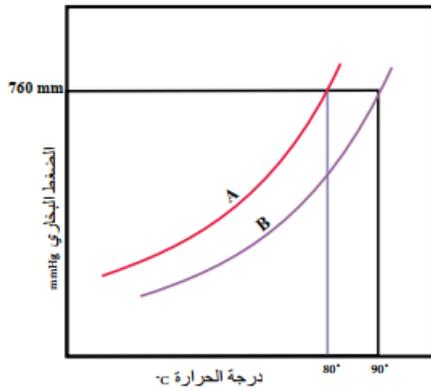
$$m=2 \times 0.1=0.2 \quad i=2 \quad 0.1 \text{ mol/Kg NaCl}$$

$$m=0.1 \quad i=1 \quad 0.1 \text{ mol/Kg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$m=3 \times 0.08=0.24 \quad i=3 \quad 0.08 \text{ mol/Kg Na}_2\text{SO}_4$$

كبريتات الصوديوم له الأعلى درجة غليان لأنه الأعلى في التركيز الكلي

استنتج من الشكل الآتي:



الرمز الذي يشير إلى المذيب النقي والمحلل

A: المذيب النقي

B: المحلول

درجة الغليان التقريبية لكل منهما

المذيب النقي: 80 المحلول: 90

أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(1) أحد الآتي يعد محلولاً حقيقياً

أ- الحليب

ب- السكر في الماء

ج- الطباشير في الماء

د- التراب في الماء

(2) المحلول الأقل درجة تجمد عند التركيز نفسه 0.01 mol/Kg هو:

أ- NaCl

ب- K₂SO₄

ج- CaCl₂

د- Al(NO₃)₃

3) عدد مولات LiOH الموجودة في 2 L من محلول تركيزه 0.04 M:

أ- 0.08

ب- 0.06

ج- 0.04

د- 0.02

4) الكسر المولي للمركب X عند إذابة 6 mol منه في 72 g من الماء، الكتلة المولية = 18 هو:

أ- 1

ب- 0.6

ج- 1.5

د- 0.08

5) أحد الآتي يعد مثالا على المخلوط المعلق:

أ- الطباشير في الماء

ب- الدم

ج- محلول كبريتات البوتاسيوم

د- الماء المقطر

6) العبارة الصحيحة في ما يتعلق بأقطار دقائق المذاب في المحلول الغروي، هي:

أ- أقل من 1 nm

ب- أكبر من 1000 nm

ج- من 1 nm - 1000 nm

د- صفر

7) يعد محلول الزئبق في الفضة مثلاً على محلول:

أ- صلب في سائل

ب- سائل في سائل

ج- صلب في غاز

د- سائل في صلب

8) العبارة الصحيحة من العبارات الآتية هي:

أ- يكون سائل الإيثانول والماء طبقتين منفصلتين

ب- لا يذوب سائل حمض الإيثانويك في الماء

ج- يمتزج سائلا رابع كلوريد الكربون والماء

د- يكون سائلا البنزين والماء طبقتين منفصلتين

9) العبارة الصحيحة المتعلقة بمحلولي X السكر و Y كلوريد الصوديوم لهما التركيز نفسه هي:

أ- درجة غليان X أعلى من درجة غليان Y

ب- درجة غليان X تساوي درجة غليان Y

ج- ضغط X البخاري يساوي ضغط Y البخاري

د- درجة تجمد X أعلى من درجة تجمد Y

10) محلول تركيزه 4% بالكتلة ، يعني هذا أنه يتكون من:

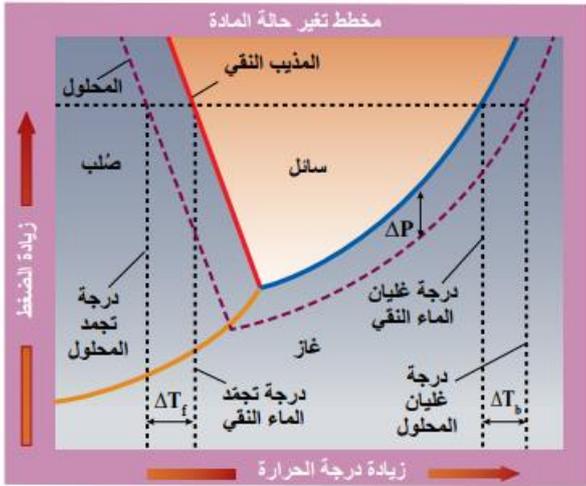
أ- 4 g من المذاب في 96 g من المذيب

ب- 4 g من المذاب في 100 g من المذيب

ج- 0.4 g من المذاب في 96 g من المذيب

د- 0.4 g من المذاب في 100 g من المذيب

يمثل الشكل المجاور مخططاً يبين تغير حالة المادة لمذيب نقي ومحلول. أدرسه، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



أ- ماذا يمثل الخط المتقطع والخط المتصل في الشكل؟

المتقطع: المحلول

المتصل: المذيب النقي

ب- أصف كيف يؤثر الضغط ودرجة الحرارة في المذيب النقي والمحلول

الضغط البخاري للمذيب النقي أعلى من

المحلول، ومثله درجة التجمد بينما درجة

الغليان للمذيب النقي فهي أقل من درجة غليان المحلول

ج- أصف كيف يمثل الفرق بين الخطين المتقطع والمتصل كلا من: الانخفاض في الضغط البخاري والارتفاع في درجة الغليان والانخفاض في درجة التجمد الفرق بين الخطين:

سيعطي قيمة الارتفاع في درجة الغليان ΔT_b والانخفاض في درجة التجمد ΔT_f

دعواتي لكم بالتوفيق وتحقيق الأمنيات العظيمة.. دتمم بود

م. مريم السرطاوي