



# الكاشف في الكيمياء



الوحدة الثانية :

## المحاليل

المنهاج الجديد

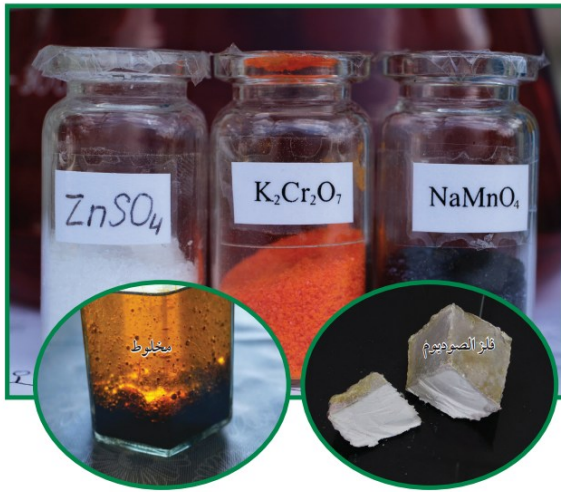
# عمر علي وشاح

كن كما تظهرو... واظهرو كما تكون

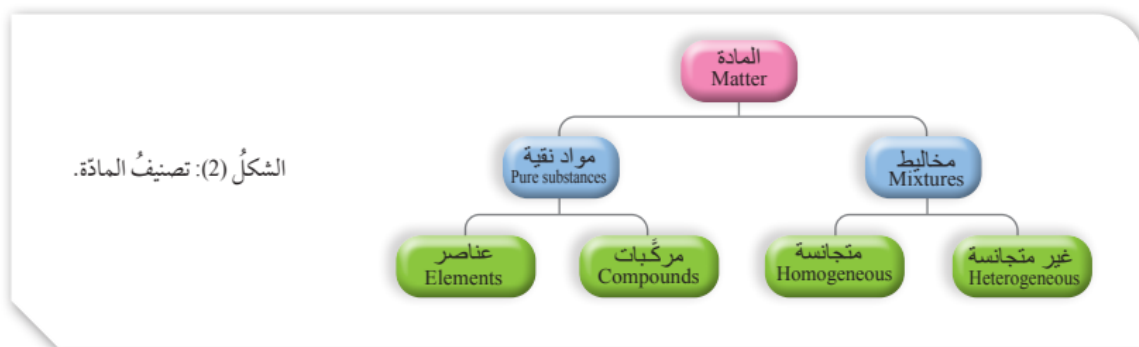


## المخاليط Mixtures

- تُصنَّفُ المواد تبعاً لتركيبها إلى مواد نقية و مخاليط .
- **المواد النقية** : تتكون من نوع واحد من الجسيمات، ويكون لها تركيب ثابت ومنتظم، مثل : العناصر والمركبات .
- **المخاليط Mixtures** : التي تتكوّن من مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر، تبقى كل منها محتفظة بخصائصها الكيميائية .



الشكل ( 1 ) مواد نقية و مخاليط



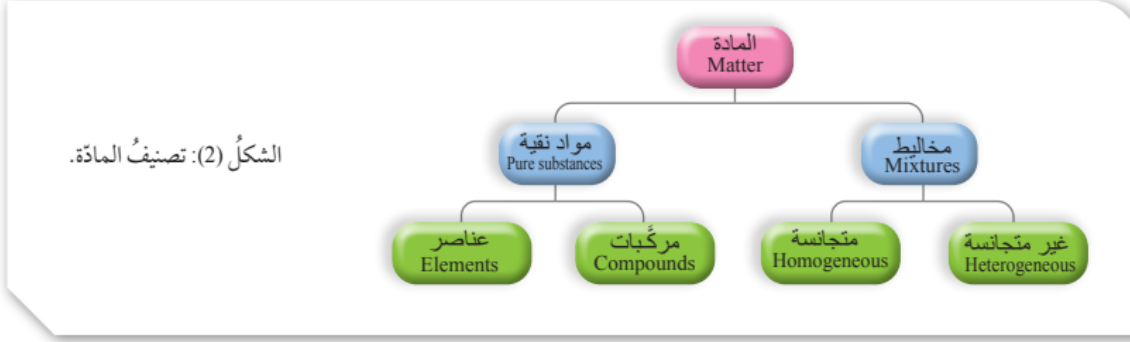
- يختلف تركيب المخلوط تبعاً لاختلاف نسب المواد المكونة له، و كيفية توزيع مكوناته؛ فبعضها يمكن تمييز مكوناتها، مثل : مخلوط الماء والتراب أو مخلوط الخل والزيت، وبعضها الآخر يصعب تمييز مكوناته، مثل محلول ملح الطعام أو كبريتات النحاس. انظر الشكل ( 2 ) .

ليس التاريخ من يتكرر بل الأخطاء نفسها التي تكرر

السلطان عبد الحميد الثاني

## أنواع المخاليط : Types Of Mixtures

- أن المخلول يتكوّن من مزيج من مادتين أو أكثر من المواد النقية، تحتفظ كلّ منها بخصائصها الكيميائية. وتقسّم المخاليط إلى قسمين؛ **المخاليط المتجانسة**، و **المخاليط غير المتجانسة**، أنظر الشكل (2).

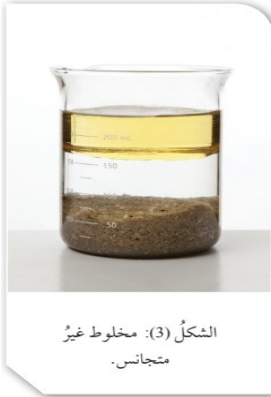


## 1. المخاليط غير المتجانسة Heterogenous Mixtures

- تتكوّن المخاليط غير المتجانسة Heterogenous Mixtures من مادتين أو أكثر من المواد النقية .
- لا تمتزج مكوناتها امتزاجاً تاماً؛ إذ تحتفظ كل منها بخصائصها الكيميائية .
- تبقى في المخلول متميزة عن غيرها من المكونات .
- ويمكن تعرّف نوعين أساسيين من المخاليط غير المتجانسة هما : المخاليط المعلقة، والمخاليط الغروية .

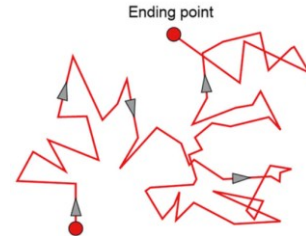
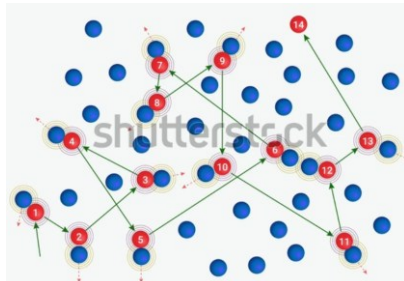
## المخلوط المعلق Suspension Mixture :

1. لا تمتزج مكوناته مع بعضها بعضاً .
2. تتوزع على نحو غير منتظم في أجزائه .
3. يمكن فصل مكوناته بعملية الترشيح . بسبب كبر حجم جسيماته التي يزيد قطرها على 1000nm .
4. حجم جسيماته التي يزيد قطرها على 1000nm .
5. تترسب جسيماته في أسفل الوعاء بفعل الجاذبية إذا تركت من غير تحريك مدةً من الزمن
6. يمكن أن تنفصل مكونات المخلوط المعلق إلى طبقتين واضحتين أو أكثر يمكن رؤيتها بالعين المجردة . مثال ذلك مخلوط التراب والماء والزيت، أنظر الشكل (3).



## المخلوط الغروي Colloidal Mixture

1. يتكوّن من جسيمات تنتشر أو تنتشت خلال مادة أخرى تسمى وسط الانتشار .
2. لا يمكن فصلها بالترشيح ، بسبب صغر حجم جسيماته . تفصل بالطرد المركزي .
3. يتراوح قطرها بين ( 1nm – 1000 nm ) .
4. لا تترسب جسيماته . لأنها بسبب الحركة البراونية ، حيث تتحرّك في السائل حركة عشوائية في الاتجاهات كافة، وتتصادم مع جسيماته مما يمنع ترسبها .



الجدول (1): أمثلة على المخاليط الغروية.

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

5. تصنّف المخاليط الغروية، تبعاً لحالة الجسيمات المنتشرة و وسط الانتشار إلى :  
صلب، وسائل، وغاز، كما هو موضح في الجدول (1) الذي يبيّن أمثلة على المخاليط الغروية.  
الضباب: يتكوّن من قطرات ماء صغيرة جداً منتشرة في الهواء.

• يمكن تقسيم المحاليل الغروية حسب تركيزها إلى قسمين :

- أ ( المخاليط الغروية المركزة : تظهر عكراً .  
ب ( المخاليط الغروية المخففة : تظهر شفافية وتشتت الضوء عند مرور حزمة ضوئية خلالها في ما يُعرفُ بظاهرة تندال .  
أنظر الشكل (4) :



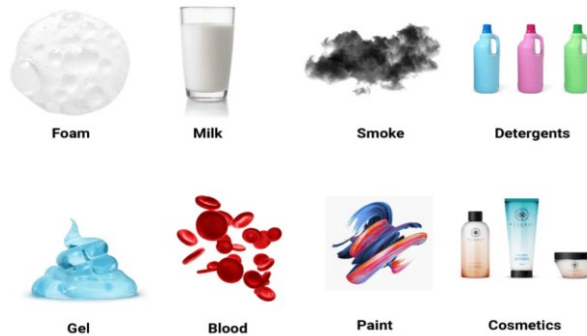
انظر الشكل ( 4 ) : يُلاحظ بوضوح تشتت حزمة الضوء عند مرورها في المخلوط الغروي وبعض المخاليط المعلقة، في حين لا يلاحظ ذلك الأثر عند مرور حزمة من الضوء عبر محلول كلوريد الصوديوم

?? سؤال ( 126 ) : وضح المقصود بظاهرة تندال .

**الجواب :** ظاهرة فيزيائية تحدث عندما يتشتت الضوء بسبب وجود جسيمات صغيرة معلقة في وسط شفاف . هذه الظاهرة تظهر بشكل خاص في المحاليل الغروية ، حيث تكون الجسيمات المشتتة للضوء ذات حجم مناسب لتشتيت الضوء .

?? سؤال ( 127 ) : ما اسم المحلول غير المتجانس الذي يتراوح قطر جسيماته بين  $10^{-4} \text{ cm} - 10^{-7} \text{ cm}$  ؟

**الجواب :** محلول غروي



## ★ أمثلة على محاليل غروية :

المحلل الغروي	المكونات
الحليب	يحتوي الحليب على كرات صغيرة من الدهون والبروتينات منتشرة في سائل مائي
الضباب	يتكون من قطرات صغيرة من الماء منتشرة في الهواء
الدم	يحتوي على خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية منتشرة في بلازما الدم.
الجيلاتين	محلول مائي لبروتين الجيلاتين، حيث تنتشت جزيئات البروتين في الماء
الطلاء	يتكون من أصباغ ومواد مألئة ومواد رابطة منتشرة في مذيب
المايونيز	مستحلب من الزيت والماء، حيث تنتشت قطرات الزيت في الماء
الكريمات المخفوقة	رغوة، حيث تنتشر فقاعات الغاز في سائل
الدخان	جسيمات صلبة صغيرة منتشرة في الهواء
الحبر	محلول غروي من الأصباغ في سائل
الهباء الجوي	نظام سائل أو صلب في غاز، مثل الضباب أو الدخان
الرغوة	نظام غازي في سائل، مثل رغوة الصابون.

?? سؤال ( 128 ) : أيُّ المواد أو الظواهر الآتية لرغوة صلبة، وهي غاز منتشر خلال صلب ؟

( أ ) القشدة المخفوقة ( ب ) الدخان ( ج ) الهواء ( د ) المارشيلو ( د ) الزجاج  
الجواب : د

المادة	وسط الانتشار	حالة الجسيمات المنتشرة
القشدة المخفوقة	سائل	غاز
دخان	غاز	صلب
الهواء	غاز ( مجموعة غازات )	غاز ( اكسجين مثلاً )
المارشيلو	صلب ( السكر )	غاز
الزجاج	صلب	صلب

?? سؤال ( 129 ) : تتكوّن الغرويات من طورين: طور الجسيمات، وحالة المادة التي تنتشر بينها هذه

الجسيمات. ما اسم هذين الطورين؟

( أ ) طور النظام، والطور المحيط  
( ج ) طور المذاب، وطور المذيب  
( ب ) طور الصلب، والطور السائل

الجواب :

الإجابة الصحيحة هي الاختيار (د)، الطور المنتشر، ووسط الانتشار





## 2. المخاليط المتجانسة (Homogeneous Mixture (Solution).

- يتكوّن المخلوط المتجانس Homogeneous Mixture من مادتين أو أكثر لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي ، ويسمى المخلوط المتجانس محلول Solution .
- تنتشر فيه جسيمات المذاب على نحو منتظم ومتماثل في جميع أنحاء المذيب؛ لذلك يكون المحلول متجانسًا في التركيب والخواص .
- يتراوح قطر جسيمات المذاب في المحلول (nm0.11)؛ لذلك لا تُرى بالعين المجردة .
- ولا يمكن فصل مكونات المحلول بالترشيح؛ وذلك لصغر حجم جسيماته .
- المحاليل المحلول الناتج من إذابة السكر في الماء، وكذلك الكثير من المحاليل التي تُستخدم في المختبرات الكيميائية.

سؤال ( 130 ) : أي من العبارات الآتية خاطئة بين المحلول والخليط الغروي؟

- أ: الجسيمات في المحاليل أصغر في الحجم من الجسيمات في الغرويات.
- ب: تظهر الغرويات ظاهرة تيندال، ولا تظهرها المحاليل.
- ج: المحاليل أخلاط متجانسة، والغرويات غير متجانسة عادة.
- د: يتكون المحلول من مذاب ومذيب، ويتكون الغروي من طور منتشر في وسط انتشار.
- هـ: يمكن فصل الجسيمات في الغرويات عن طريق الترشيح البسيط.

الجواب : هـ

سؤال ( 131 ) قارن بين المحاليل و المخاليط المعلقة و الغروية .

المحاليل	المخلوط الغروي	المخلوط المعلق
مخاليط متجانسة	مخاليط غير متجانسة	مخاليط غير متجانسة
جسيماتها صغيرة جدا ( 0.1 – 1 nm )	جسيماتها متوسطة ( 1 – 1000 nm )	جسيماتها كبيرة أكبر من 1000 nm
شفافة و تمرر الضوء	يتشتت الضوء ظاهرة تيندال	لا تمرر الضوء
يأخذ المذاب خصائص المذيب	خصائص وسيطة بين المذاب و المذيب	يُحافظ كل مُكوّن على خصائصه
لا تفصل مكوناته بالترشيح	تفصل مكوناته بالطرد المركزي	تفصل مكوناته بالترشيح
الملح والسكر عندما يذوبان في الماء، التسامي في الهواء	الرغوة (كريم الحلاقة)، والجيلاتين، والمستحلبات (اللوشن)	الزيت في الماء، والغبار في الهواء

### تصنيف المحاليل :

★ تختلف المحاليل في خصائصها وأنواعها :

★ وتُصنَّفُ وَفْقَ حالة الإشباع إلى ثلاثة أنواع :

1. محاليل غير مشبعة 2. محاليل مشبعة 3. محاليل فوق الإشباع وذلك تبعاً لنسبة المذاب في المذيب .



1. المحلول غير المشبع **Unsaturated Solution** :

هو المحلول الذي يستوعب زيادة من المذاب عند درجة الحرارة نفسها .

2. المحلول المشبع **Saturated Solution** :

هو المحلول الذي لا يستوعب زيادة من المذاب عند درجة الحرارة نفسها

3. المحلول فوق الإشباع **Super Saturated Solution** :

هو المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب أكثر مما يمكن إذابته عند درجة حرارة معينة في ظروف معينة

★ تُصنَّفُ المحاليل أيضاً وفق قابليتها للتوصيل الكهربائي إلى نوعين، هما:

1. المحاليل الكهرلية **Electrolyte Solutions** :

هي التي توصل التيار الكهربائي، سواء كان التوصيل بدرجة قوية أو بدرجة ضعيفة .

2. المحاليل اللاكهرلية **Non - Electrolyte Solutions** :

هي المحاليل التي لا توصل التيار الكهربائي.

★ يمكن كذلك تصنيف المحاليل تبعاً لحالة المذيب الفيزيائية إلى :

1. محاليل صلبة . 2. محاليل سائلة . 3. محاليل غازية

◎ **سبيكة الفولاذ** : محلول صلب يتكوّن من الحديد والكربون وبعض العناصر الأخرى يكون فيه الحديد هو المذيب لأنه يشكل النسبة الأكبر بين المكونات.

◎ **محلول ملح الطعام** : محلول سائل يكون المذيب فيه الماء ، و الملح المذاب .

◎ **الهواء** : محلول غازي يكون المذيب فيه غاز النيتروجين؛ فهو الوسط التي تنتشر فيه مكونات الهواء المختلفة. □ يوضّح الجدول (2) تصنيف المحاليل تبعاً لحالة المذيب وأمثلة عليها.

الجدول (2): تصنيف المحاليل تبعاً لحالة المذيب وأمثلة عليها.

حالة المحلول	المُذاب	المُذيب	مثال
صُلْب	صُلْب	صُلْب	النحاس في الذهب
	سائل	صُلْب	الزئبق في الفضة
	غاز	صُلْب	الهيدروجين في البلاطين
سائل	صُلْب	سائل	الملح في الماء
	سائل	سائل	الخَلّ في الماء
	غاز	سائل	ثاني أكسيد الكربون في الماء
غاز	غاز	غاز	الأكسجين في النيتروجين



?? سؤال ( 132 ) : وضّح المقصود بالمحاليل المائية .

الجواب : المحاليل السائلة التي يكون فيها المذيب ماءً **Aqueous Solutions**

**تكون المحلول Solution Formation :**

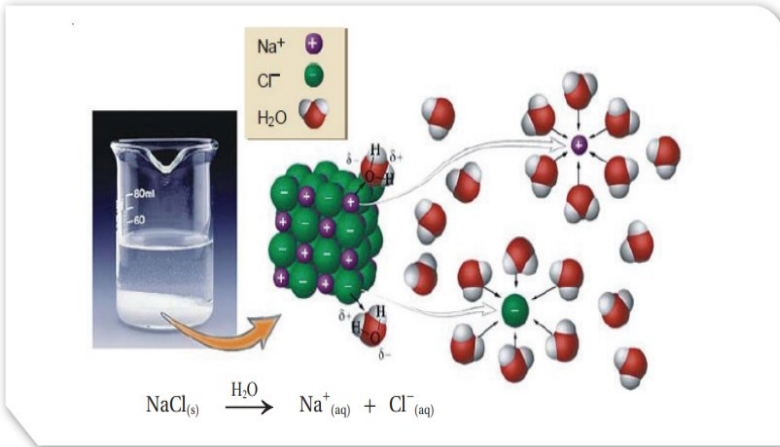
- يتكون المحلول عندما تنتشر جسيمات المذاب (جزيئات أو أيونات) بشكل منتظم بين جسيمات المذيب .
- تذيب المذيبات القطبية المركبات الأيونية و الجزيئات القطبية
- المذيبات غير القطبية فتذيب المركبات غير القطبية
- تلخيص ذلك بالعبارة الآتية: (الشبيه يذيب شبيهه).

?? سؤال ( 133 ) كيف تحدث عملية الذوبان ؟

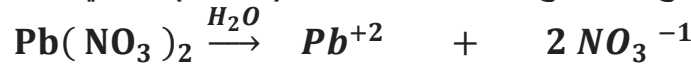
الجواب : تحدث عملية الذوبان عندما تكون قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وجسيمات المذاب كافية للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب فتحاط هذه الجسيمات بجزيئات المذيب وتسمى هذه العملية الإذابة **Solvation**.

?? سؤال ( 134 ) كيف تحدث عملية الذوبان في مركب كلوريد الصوديوم **NaCl** ؟

مركب كلوريد الصوديوم **NaCl** تترايط أيونات  $Na^+$  و  $Cl^-$  برابطة أيونية وعند وضع بلورات **NaCl** في الماء، وهو مذيب قطبي تصطدم جزيئات الماء بالبلورة، بحيث تتجه جزيئات الماء من طرف ذرة الأكسجين التي تحمل شحنة جزئية سالبة نحو أيونات  $Na^+$  وتحيط بها .  
بينما تتجه جزيئات الماء من طرف ذرات الهيدروجين التي تحمل شحنة جزئية موجبة باتجاه أيونات  $Cl^-$  وتحيط بها، وينتج ذلك قوة تجاذب بين جزيئات الماء القطبية والأيونات وتتغلب على قوى التجاذب بين الأيونات في البلورة فتتحرر الأيونات الموجبة والسالبة من البلورة و تحاط بجزيئات الماء كما في الشكل (5) وتكون محلولاً.



المعادلة الآتية توضح تفكك ملح نترات الرصاص  $Pb(NO_3)_2$  في الماء :

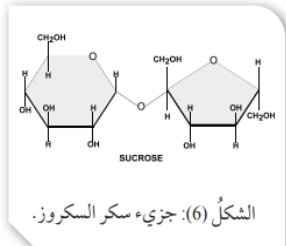


ملاحظة :

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

?? سؤال ( 135 ) : سكر المائدة (السكروز)  $C_{12}H_{22}O_{11}$  يذوب في الماء رغم أنه مركب جزيئي؛فسّر ذلك

الجواب : ذلك لاحتوائه على مجموعات هيدروكسيل في تركيبه - أنظر الشكل (6)- حيث يؤدي ذلك إلى تكون روابط هيدروجينية بين جزيئات السكر وجزيئات الماء؛ مما يعمل على تفكيك بلورة السكر وتداخلها بين جزيئات الماء وتكوين المحلول.



?? سؤال ( 136 ) : يذوب الزيت في البنزين ؛ فسر ذلك .

الجواب : لأن كلاهما جزيئات غير قطبية تترايط بقوى لندن، لذلك يختلطان بسهولة ويكونان محلولاً .







### ★ المحاليل السائلة :

#### 1. محلول صلب في سائل:

- يُذيب الماء كثيرًا من المواد الصلبة ,
- يعتمد ذوبان المزداد الصلبة في الماء على عاملين أساسيين، هما :
  1. طبيعة المادة : تعتمد طبيعة المادة على نوع قوى الترابط بين جسيماتها؛ ما يؤثر في ذائبيتها في الماء.
  2. درجة الحرارة .
  - 3.

?? سؤال (137) : وضح المقصود بالذائبية .

الجواب : تُعرّف الذائبية بأنها : أكبر كتلة من المذاب التي يمكن أن تذوب في 100g من المذيب عند درجة حرارة معينة .

أو كمية المذاب اللازمة لعمل محلول مشبع في 100g من المذيب عند درجة حرارة معينة.

□ وتختلف ذائبية المواد الصلبة الأيونية في الماء باختلاف درجة حرارة المحلول.

#### الربط بالطب



#### محلول كلوريد الصوديوم NaCl

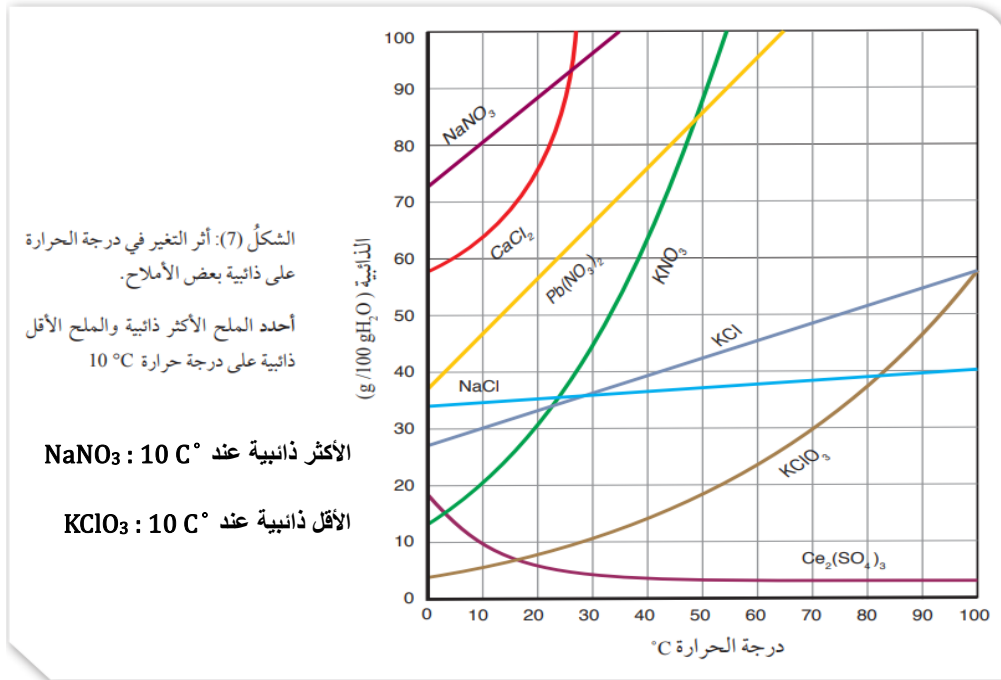
يُستخدم محلول كلوريد الصوديوم NaCl بتركيز معين في تعقيم الجروح الموضعية والحروق، ويدخل في تركيب بعض العقاقير الطبية، كقطرات العيون ومعقمات مجرى التنفس، كما يستخدم باسم (Normal Saline) وبتركيز 0.9% بالكتلة في تعويض نقص السوائل في الجسم الناجم عن بعض المشكلات الصحية.



#### ملاحظة : معيار الذائبية :

- ✍ 1 g من المادة الصلبة تذوب في 100 mL من الماء نعتبره : ذائب
- ✍ 1 g > 0.1 من المادة الصلبة تذوب في 100 mL من الماء نعتبره : ذائبية قليلة
- ✍ أقل من 0.1 g من المادة الصلبة تذوب في 100 mL من الماء نعتبره : غير ذائب

□ يوضح الشكل (7) أثر درجة الحرارة على ذائبية بعض الأملاح في 100g من الماء.



ألاحظ من الشكل :

1. أنّ ذائبية غالبية الأملاح في الماء تزداد بزيادة درجة حرارة المحلول.

2. تتفاوت هذه الزيادة من ملح لآخر، كما هو مبين في الشكل، فمنها ما تلاحظ زيادة ذائبية على نحو كبير، مثل  $\text{KNO}_3$ ، ومنها ما تزداد ذائبية على نحو طفيف، مثل كلوريد الصوديوم .

3. يُلاحظ أن ذائبية بعض الأملاح مثل ملح كبريتات السيريوم  $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$  تقل بزيادة درجة الحرارة.

أسئلة على الشكل ( 7 ) :

?? سؤال ( 138 ) : ما ذائبية كلوريد الكالسيوم  $\text{CaCl}_2$  عند درجة حرارة 20°C ؟

الجواب :

أحدد درجة الحرارة 20°C؛ ثم أتحرك رأسياً إلى الأعلى حتى أصل نقطة التقاطع مع المنحنى، ثم أقرأ التدرج المقابل لها على محور الذائبية فتكون القراءة 75 g/100g  $\text{H}_2\text{O}$ .

?? سؤال ( 139 ) : عند أي درجة حرارة تتساوى ذائبية نترات البوتاسيوم  $\text{KNO}_3$  ونترات الرصاص  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ؟

الجواب :

أحدد نقطة تقاطع المنحنيين الممثلين، للمادتين وأرسم منها خطاً على المحور الممثل لدرجة الحرارة؛ فأجد أنه يتقاطع مع المحور عند درجة حرارة 48°C التي تمثل درجة الحرارة التي تتساوى عندها ذائبية الملح.

?? سؤال ( 140 ) : ما درجة الحرارة اللازمة لتحضير محلول ذائبية 25g من كلورات البوتاسيوم  $\text{KClO}_3$  في 100g من الماء؟

الجواب :

أحدد النقطة التي تمثل 25g على محور الذائبية، ثم أتجه أفقياً حتى نقطة التقاطع مع منحنى  $\text{KClO}_3$ ، ثم أقرأ التدرج المقابل لها على محور درجة الحرارة، فتكون القيمة 65°C.

**?? سؤال ( 141 ) افكر: ما اكبر كمية من كلوريد البوتاسيوم KCl يمكن ان تذوب في 250g ماء عند درجة حرارة 80°C ؟**

**الجواب :** 52 g  $\Rightarrow$  100 g H<sub>2</sub>O

??  $\Rightarrow$  250 g H<sub>2</sub>O

?? = 130 g KCl

**قواعد ذائبية المركبات الأيونية في الماء :**

تختلف المركبات الأيونية في درجة ذوبانها في الماء، فمنها ما يذوب تماما في الماء، وبعضها قليل أو شحيح الذوبان أو لا يذوب، كما يوضح الجدول (3).

الرقم	المركبات	الذوبان	الاستثناءات
1	مركبات فلزات عناصر المجموعة (Li <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Cs <sup>+</sup> , Rb <sup>+</sup> ) 1A ومركبات الأمونيوم NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .	ذائبة	-
2	الأملاح المحتوية على الأيونات: النترات NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ، الإيثانات CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> ، الأسيتات C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup> .	ذائبة	-
3	الأملاح المحتوية على الأيونات: الكلوريد Cl <sup>-</sup> ، البروميد Br <sup>-</sup> ، اليوديد I <sup>-</sup> .	معظمها ذائبة	ما عدا إذا ارتبطت بأحد الأيونات الاتية: Hg <sup>2+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Pb <sup>2+</sup> .
4	الأملاح المحتوية على أيون الكبريتات SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> .	معظمها ذائبة	ما عدا إذا ارتبطت بأحد الأيونات الاتية: Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , CaSO <sub>4</sub> , BaSO <sub>4</sub> , PbSO <sub>4</sub> , Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> and SrSO <sub>4</sub> .
5	الأملاح المحتوية على أيون الكربونات CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> .	معظمها غير ذائبة	ما عدا مركبات فلزات عناصر المجموعة 1A ومركبات الأمونيوم.
6	المركبات المحتوية على أيون الهيدروكسيد OH <sup>-</sup> .	معظمها غير ذائبة	ما عدا هيدروكسيدات فلزات عناصر المجموعة 1A تذوب. Ba(OH) <sub>2</sub> , Sr(OH) <sub>2</sub> تذوب، اما Ca(OH) <sub>2</sub> فهو أقل ذائبية منها
7	أملاح الفضة	معظمها غير ذائبة	ما عدا مركبات AgNO <sub>3</sub> و Ag(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> )
8	كبريتيدات S <sup>2-</sup> المعادن الانتقالية	معظمها عديمة الذوبان	-
9	الفسفات PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	معظمها عديمة الذوبان،	ما عدا إذا ارتبطت بأحد الأيونات الاتية: Li <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .
10	الأملاح المحتوية على أيون F <sup>-</sup>	معظمها عديمة الذوبان	-

?? سؤال ( 142 ) : اتحقق: أصنف المركبات الآتية إلى ذائبة وغير ذائبة:



الجواب :

يذوب	$\text{AgNO}_3$
يذوب	$\text{CH}_3\text{COONa}$
لا يذوب	$\text{BaSO}_4$
لا يذوب	$\text{AgCl}$

?? سؤال ( 143 ) : فسّر عدم ذائبية المركبات الآتية .

بسبب ارتباط الهيدروكسيد بالالمنيوم	$\text{Al(OH)}_3$
بسبب ارتباط الهيدروكسيد بالحديد	$\text{Fe(OH)}_3$
بسبب ارتباط الهيدروكسيد بالكوبلت	$\text{Co(OH)}_2$
بسبب ارتباط الكبريتيد بعنصر انتقالي	$\text{CdS}$
بسبب ارتباط الكبريتيد بعنصر انتقالي	$\text{FeS}$
بسبب ارتباط الكبريتيد بعنصر انتقالي	$\text{ZnS}$
	and
بسبب ارتباط الكبريتيد بعنصر انتقالي	$\text{Ag}_2\text{S}$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر انتقالي	$\text{BaCO}_3$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر انتقالي	$\text{SrCO}_3$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر الكالسيوم	$\text{CaCO}_3$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر انتقالي	$\text{PbCO}_3$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر انتقالي	$\text{FeCO}_3$
بسبب ارتباط الفوسفات بعنصر الفضة	$\text{Ag}_3\text{PO}_4$
بسبب ارتباط الفوسفات بعنصر الكالسيوم	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
بسبب وجود الفلور	$\text{BaF}_2$
بسبب وجود الفلور	$\text{MgF}_2$
بسبب وجود الفلور	$\text{PbF}_2$

?? سؤال ( 144 ) : أي من هذه المواد من المرجح أن تشكل راسب؟

( أ )  $\text{CaSO}_4$  :

كبريتات الكالسيوم، على الرغم من أن الكبريتات تميل إلى الذوبان، تشير القاعدة رقم 4 إلى أن كبريتات الكالسيوم تمثل استثناءً هاماً لهذه القاعدة. لذلك فهي ستشكل راسب .

( ب ) ملح الطعام : تشير القاعدة رقم 1، 3 إلى أن ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) قابل للذوبان لأنه ملح فلز قلوي.

( ج )  $\text{AgBr}$  : ننتبه على قاعدتين. تنص القاعدة رقم 3 على أن البروميدات عادةً ما تكون قابلة للذوبان لكن يُستثنى من ذلك الارتباط بـ  $\text{Ag}^+$ ، كذلك تنص القاعدة رقم 7 على أن أملاح الفضة غير قابلة للذوبان. فإن المركب غير قابل للذوبان وسيشكل راسبًا .

?? سؤال ( 145 ) : توقع ما إذا كان سيتم تكوين راسب نتيجة لهذا التفاعل .  $2AgNO_3 + Na_2S \rightarrow Ag_2S + 2NaNO_3$

**الجواب :** يجب فحص نواتج التفاعل؛ فإذا كانت أيٌّ من المواد المتكونة غير قابلة للذوبان، سيتشكل راسب بالنظر إلى  $NaNO_3$ ، تنص القاعدة رقم 1 ، 2 على أن النترات و  $Na^+$  تميل إلى الذوبان. ولن يتكون راسب من هذا المركب .  
بعد ذلك، لنأخذ  $Ag_2S$  وفقاً للقاعدة رقم 8 ، تميل الكبريتيدات إلى أن تكون غير قابلة للذوبان. لذلك وبسبب هذا المركب، سيتشكل راسب أثناء هذا التفاعل .

?? سؤال ( 146 ) : توقع ما إذا كان سيتم تكوين راسب نتيجة لهذا التفاعل .



**الجواب :** يجب فحص نواتج التفاعل؛ فإذا كانت أيٌّ من المواد المتكونة غير قابلة للذوبان، سيتشكل راسب بالنظر إلى : الناتج الأول :  $KOH$  قاعدة قوية تبقى متأينة لا تكون راسب .  
الناتج الثاني :  $Na_2CrO_4$  : يلتزم أيضاً بالقاعدة رقم 1، التي تنص على أن أملاح الفلزات القلوية تميل إلى الذوبان. ولأن كلا الناتجين قابلان للذوبان، لا يتشكل راسب نتيجة لهذا التفاعل .

2. محلول سائل في سائل :



- ☐ محلول سائل في سائل : مزيج متجانس من مادتين سائليتين أو أكثر، حيث تذوب إحداها في الأخرى وتخفي حدودها .
- ☐ تذوب بعض السوائل في الماء، في حين لا تذوب فيه سوائل أخرى .

?? سؤال ( 147 ) : فسّر يذوب الإيثانول  $CH_3CHOH$  في الماء .

**الجواب :** لأنّ جزيئاته تمتلك خصائص قطبيّة فتكوّن روابط هيدروجينية قوية مع جزيئات الماء القطبية؛ مما يؤدي إلى امتزاجهما وتكوينهما محلولاً متجانساً.

?? سؤال ( 148 ) : فسّر لا يذوب البنزين  $C_6H_6$  في الماء .

**الجواب :** لأنّ جزيئاته لا تمتلك خصائص قطبيّة، فلا يحدث تجاذب بينها وبين جزيئات الماء القطبية . لذلك يكوّنان طبقتين منفصلتين ، و لا يمتزجان .

?? سؤال ( 149 ) : اذكر أمثلة على محلول سائل – سائل .

- **الماء والكحول :** يمتزجان لتكوين محلول شفاف.
- **الخل والماء :** يمتزجان لتكوين محلول حمضي.
- **زيت الطعام والأسيتون :** يمتزجان لتكوين محلول يستخدم في بعض التطبيقات الصناعية.
- **البنزين والكيروسين :** يمتزجان لتكوين وقود سائل.
- **الماء والخل :** يمكن أن يمتزج الخل والماء لتكوين محلول سائل في سائل.
- **الماء والمنظفات السائلة :** يذوب المنظف السائل في الماء لتكوين محلول.

سؤال ( 150 ) : اذكر العوامل التي يعتمد عليها ذوبان سائل في سائل .

- الجواب :** تعتمد قابلية ذوبان سائل في سائل آخر على عدة عوامل، بما في ذلك:
- ★ **طبيعة المواد :** السوائل المتشابهة في طبيعتها (مثل القطبية) تكون أكثر قابلية للذوبان مع بعضها البعض.
- ★ **درجة الحرارة :** عادةً ما تزداد قابلية الذوبان مع ارتفاع درجة الحرارة.



### 3. محلول غاز في سائل :

- تتفاوت الغازات في ذائبيتها في الماء، ويعتمد ذلك على طبيعة الغاز المذاب و درجة الحرارة و ضغط الغاز.
- يوضّح الجدول (4) الكتلة المولية لبعض الغازات وذائبيتها في الماء.

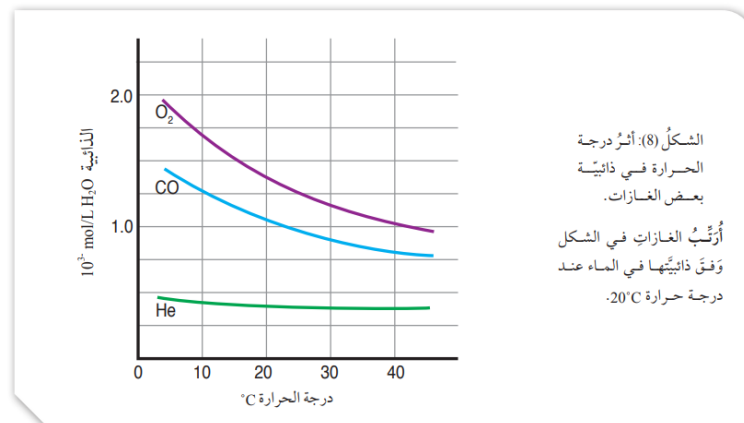
الجدول (4): الكتلة المولية لبعض الغازات وذائبيتها في الماء عند درجة حرارة وضغط ثابتين.

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

- بوجه عام؛ ذائبية الغازات منخفضة في الماء، وتزداد بزيادة الكتلة المولية للغاز .

?? سؤال ( 151 ) : وتزداد ذائبية الغاز بزيادة الكتلة المولية للغاز .فسّر ذلك .  
الجواب : يعود ذلك إلى زيادة قوى التجاذب بين جسيمات الغاز وجزيئات الماء

- يوضّح الشكل (8) أثر درجة الحرارة في ذائبية بعض الغازات .



?? سؤال ( 152 ) : تقل ذائبية الغازات في الماء بزيادة درجة الحرارة فسر ذلك .

الجواب : إذ تزداد الطاقة الحركية لجسيمات الغاز وتتغلب على قوى التجاذب بينها وبين جزيئات الماء؛ فيؤدي ذلك إلى انفلاتها ومغادرتها المحلول فتقل الذائبية .

?? سؤال ( 153 ) : ما هي العوامل التي تعتمد عليها ذائبية الغاز في الماء ؟

- الجواب : 1. طبيعة الغاز ( الكتلة المولية ) طردياً  
2. درجة الحرارة . ( عكسياً )  
3. الضغط الجزئي للغاز (طردياً )

ملاحظة : تزداد ذائبية الغازات في الماء بزيادة الضغط الجزئي للغاز.

?? سؤال ( 154 ) : لماذا يختلف طعم ماء الشرب عند تسخينه؟

الجواب : لأن ذائبية الغازات تقل بارتفاع درجة الحرارة ، فنقل نسبتها في الماء ، فيتغير طعمه .

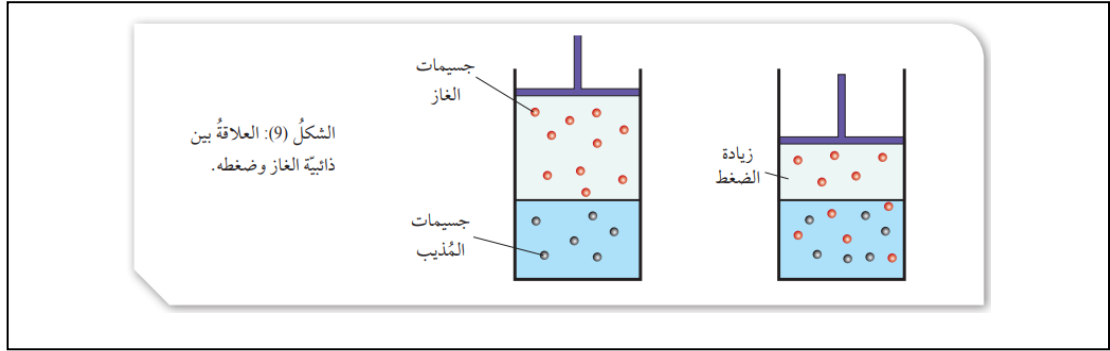
□ وقد تمكّن العالم هنري من إيجاد علاقة بين ذائبية الغاز وضغطه المؤثر في سطح السائل في ما يُعرَف بقانون هنري **Henry's Law**.

**الذائبية ⇌ التركيز**

?? سؤال ( 155 ) : اذكر نص قانون هنري .

الجواب : « أن ذائبية الغاز في سائل ما تتناسب طرديا الضغط الجزئي المؤثر في سطح السائل عند ثبات درجة الحرارة ».

□ أنظر الشكل (9)، حيث يوضّح العلاقة بين ذائبية الغاز وضغطه.



□ تعتمد قيمة ثابت هنري  $K_H$  على نوع الغاز و درجة الحرارة .

?? سؤال ( 156 ) : فسّر يتغيّر طعم المشروبات الغازية بعد فتحها بفترة من الزمن .

الجواب : تحتوي عبوة المشروب الغازي على كمية من غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  المذاب في الماء تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي، وعندما تكون مغلقة؛ فإن ضغط جسيمات الغاز فوق المحلول يعمل على إبقاء الغاز ذائباً فيه، وفي المقابل عند فتحها يقل ضغط غاز  $CO_2$  المذاب وتقل ذائبته، وتتصاعد فقاعاته من المحلول إلى السطح وتتطاير، وتستمر العملية حتى يفقد المحلول غاز  $CO_2$ ؛ فيتغير طعمه .

**يُعبر عن قانون هنري كما يأتي :**

ذائبية الغاز = ثابت هنري  $\times$  الضغط الجزئي للغاز

$$S = K_H \times P$$

(S) ذائبية الغاز، وتُقاس بوحدة g/L

(P) الضغط الجزئي للغاز، ويُقاس بوحدة atm

$K_H$  ثابت هنري

ويمكن التعبير عن القانون عند درجة حرارة ثابتة بالصيغة:

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

(S<sub>1</sub>) ذائبية الغاز عند ضغط (P<sub>1</sub>)

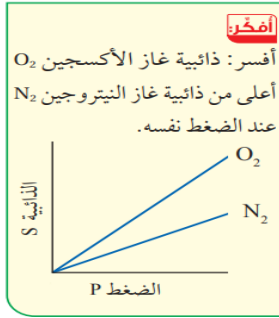
(S<sub>2</sub>) ذائبية الغاز عند ضغط (P<sub>2</sub>)



سؤال ( 157 ) :

الجواب :

لأن الكتلة المولية لغاز الأكسجين أكبر من الكتلة المولية لغاز النيتروجين .

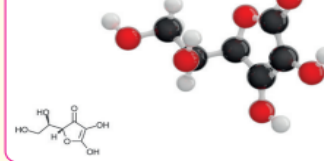


### الربط بعلم الأحياء

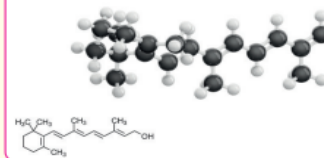
#### ذائبة الفيتامينات في الماء

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

Vitamin C  
Ascorbic acid  
 $C_6H_8O_6$



Vitamin A  
Retinol  
 $C_{20}H_{30}O$



?? سؤال ( 158 ) : فسّر يجب على الغواص الارتفاع بشكل تدريجي من الأعماق إلى سطح البحر .

**الجواب :** عند الغوص في أعماق البحار، يتعرض الغواص لضغوط عالية. ونتيجة لذلك، يذوب النيتروجين في دم الغواص. وإذا ارتفع الغواص بسرعة إلى السطح، قد يسبب انخفاض الضغط خروج النيتروجين من الدم على شكل فقاعات، مما قد يؤدي إلى مرض تخفيف الضغط.

?? سؤال ( 159 ) : إذا كان تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب في الماء عند ضغط 1 ضغط جوي هو  $0.034 \text{ mol / L}$ ، فما هو تركيزه عند ضغط 2 ضغط جوي؟

**الجواب :** بما أن الضغط زاد بمقدار الضعف، فإن التركيز سيزداد أيضاً بمقدار الضعف. لذا، فإن التركيز الجديد هو  $0.068 \text{ mol/L} = 2 * 0.034$  حسب قانون هنري .

**الجواب :**

لتحويل التركيز من المولارية  $\text{mol / L}$  ... إلى المولالية  $\text{g / L}$

$$S_{CO_2} = 0.034 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1.496 \text{ g / L} = 1.496 \text{ g / L}$$

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2} \text{ :نطبق قانون هنري}$$

$$\frac{1.496}{1} = \frac{S_2}{2}$$

$$S_2 = 2.992 \text{ g / L}$$

للتحويل من المولالية .... إلى المولالية :

$$S_2 = 2.992 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ g}} = 0.068 \text{ mol / L}$$

$$\frac{C_1}{P_1} = \frac{C_2}{P_2}$$

$$\frac{0.034}{1} = \frac{C_2}{2}$$

$$C_2 = 0.068 \text{ mol / L}$$

قانون هنري :

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

??سؤال ( 160 ) :

إذا كانت ذائبية غاز ما في الماء عند درجة حرارة  $25^\circ \text{C}$  وضغط جزئي للغاز  $1.5 \text{ atm}$  هي  $0.65 \text{ g/L}$  ، فما ذائبيته عندما يُصبح ضغطه الجزئي  $0.5 \text{ atm}$  عند درجة الحرارة نفسها؟  
المعطيات:  $P_2 = 0.5 \text{ atm}$  ،  $P_1 = 1.5 \text{ atm}$  ،  $S_1 = 0.65 \text{ g/L}$  ،  
المطلوب: حساب ذائبية الغاز  $S_2$  .

الجواب : بالتعويض في قانون هنري :

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

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

$$S_2 = \frac{0.65}{1.5} \times 0.5 = 0.217 \text{ g/L}$$

??سؤال ( 161 ) : أتتحقق : إذا كانت ذائبية غاز ما  $0.15 \text{ g/L}$  عندما يكون ضغطه الجزئي  $1.02 \text{ atm}$  ، فكم ستصبح ذائبيته عند ضغط جزئي  $2.10 \text{ atm}$  ، علمًا أن درجة الحرارة ثابتة .  
المعطيات:  $P_2 = 2.10 \text{ atm}$  ،  $P_1 = 1.02 \text{ atm}$  ،  $S_1 = 0.15 \text{ g/L}$  ،  
المطلوب: حساب ذائبية الغاز  $S_2$  .

الجواب :

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

$$\frac{0.15}{1.02} = \frac{S_2}{2.10}$$

$$S_2 = \frac{0.15}{1.02} \times 2.10 = 0.31 \text{ g/L}$$

??سؤال ( 162 ) : إذا كانت ذائبية غاز تساوي  $0.52 \text{ g/L}$  عند ضغط  $7 \text{ atm}$  ، ما كتلة الغاز بالغرامات التي ستذوب في لتر واحد إذا زاد الضغط إلى  $10 \text{ atm}$  ؟  
المعطيات:  $S_1 = 0.52 \text{ g/L}$  ،  $P_1 = 7 \text{ atm}$  ،  $P_2 = 10 \text{ atm}$  ،  
المطلوب : الكتلة الذائبة في لتر واحد ( الذائبية )  $S_2$  ؟  
الجواب :

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

$$\frac{0.52}{7} = \frac{S_2}{10}$$

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

?? سؤال ( 163 ) : عند ضغط 15 atm كانت ذائبية غاز تساوي 0.54 g / L ، كم ستكون ذائبيته عند مضاعفة الضغط ؟

أ ( 5.4 ) ب ( 1.5 ) ج ( 1.08 ) د ( 30 )  
المعطيات :  $S_1 = 0.54 \text{ g / L}$  ،  $P_1 = 15 \text{ atm}$  ،  $P_2 = 2 P_1 = 30 \text{ atm}$  ،  
المطلوب : الكتلة الذائبة في لتر واحد ( الذائبية )  $S_2$  ؟  
الجواب :

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

$$\frac{0.54}{15} = \frac{S_2}{30}$$

$$S_2 = \frac{30}{15} \times 0.54 = 1.08 \text{ g / L}$$

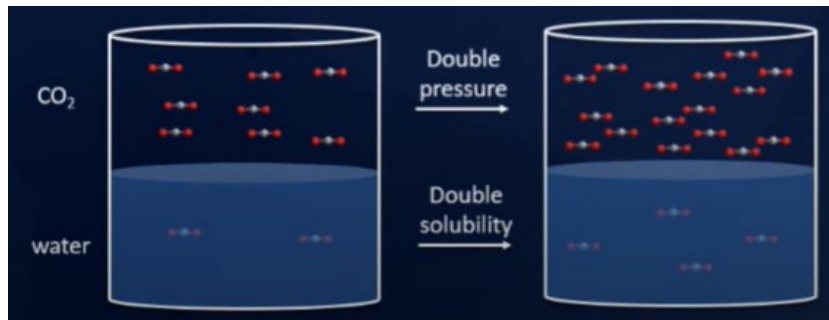
?? سؤال ( 164 ) : احسب ذائبية غاز الأكسجين في ماء البحر ، إذا علمت أن مقدار ما يسهم به الأكسجين في الضغط 0.21 atm ، ثابت هنري لذائبية الأكسجين  $K_H = 0.0416 \text{ g / L.atm}$  .  
المعطيات :  $K_{H O_2} = 0.0416 \text{ g / L}$  ،  $P = 0.21 \text{ atm}$  ،  
المطلوب : S ؟  
الجواب :

$$S = K_H \times P$$

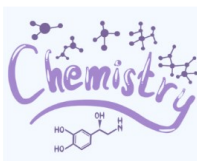
$$= 0.0416 \times 0.21$$

$$S = 8.74 \times 10^{-3} \text{ g / L}$$

ملحوظة ... عند مضاعفة الضغط على غاز معين.. تتضاعف ذائبية هذا الغاز ... انظر الشكل :



اسمع ...



يا صديقي؛ إنّ الله رحيم، و من رحمته أنه أخفى القلب  
وأخفى بواعثه ليظلّ كلّ إنسان مخبوءًا عن كلّ إنسان  
فدعني مخبوءًا عنك

مصطفى صادق الرافعي

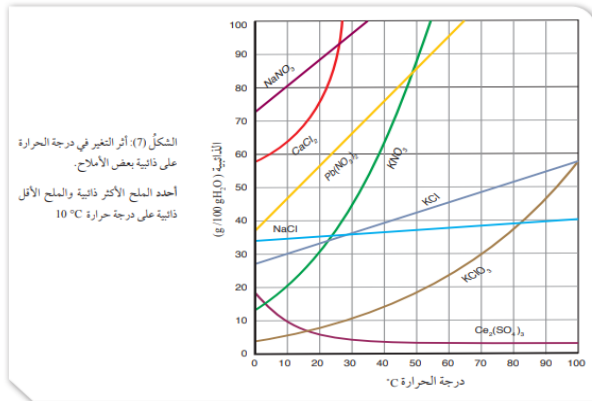
## مراجعة الدرس ( 1 ) الوحدة ( 2 )

1. الفكرة الرئيسية: أوضح الفرق بين المخاليل المتجانسة وغير المتجانسة.
2. أوضح المقصود بكل من الآتي: المخلول الغروي، المخلول المعلق، الذائبة.
3. يبين الجدول الآتي أربعة غازات وكتلتها المولية عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة. أحدد الغاز الذي له أعلى ذائبية في الماء. أبرر إجابتي.

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

## 4. أستخدم الأرقام. بالرجوع إلى الشكل (7) :

أحسب كتلة  $Pb(NO_3)_2$  اللازمة لتحضير محلول مشبع منه في  $250\text{ g H}_2\text{O}$  عند درجة حرارة  $20^\circ\text{C}$ .



5. أستخدم الأرقام. ذائبية غاز ما في الماء عند  $0^\circ\text{C}$  وضغط جزئي  $1\text{ atm}$  تساوي  $3.6\text{ g/L}$ ، أحسب الضغط اللازم للحصول على محلول يحتوي  $9.5\text{ g/L}$  من الغاز نفسه عند درجة الحرارة نفسها.

## 6. أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. إحدى العبارات الآتية يعبر عن عملية إذابة ملح كلوريد البوتاسيوم KCl في الماء:
  - أ. انفصال الأيونات عن بلورة الملح وإحاطتها بجزيئات الماء.
  - ب. تفاعل أيونات الملح مع الماء.
  - ج. تجاذب جزيئات الماء مع الأيونات في بلورة الملح دون أن تتسبب في انفصالها.
  - د. انصهار أيونات الملح في المحلول.

## 2. المادة التي تعد مثلاً على المخلول الغروي:

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

3. أحد المواد الآتية أكثر ذائبية في البنزين  $C_6H_6$ :

- أ.  $CH_3OH$
- ب.  $HCOOH$
- ج.  $C_6H_{14}$
- د.  $CH_2OHCH_2OH$

## 4. أحد المحاليل المائية متساوية التركيز الآتية أكثر توصيلاً للتيار الكهربائي:

- أ.  $CH_3COONa$
- ب.  $Al(NO_3)_3$
- ج.  $AgCl$
- د.  $CH_3CH_2OH$

5. أضيف  $50\text{ g}$  من ملح كلوريد الصوديوم NaCl إلى  $100\text{ g H}_2\text{O}$  عند درجة حرارة  $50^\circ\text{C}$ ، وبعد تحريك المحلول جيداً ترسبت كمية من الملح في قاع الوعاء، تم ترشيح المحلول وتجفيف الملح المترسب وكانت كتلته  $13\text{ g}$ ، فإن ذائبية NaCl عند  $50^\circ\text{C}$  في  $100\text{ g H}_2\text{O}$  تساوي (g):

- أ. 13
- ب. 37
- ج. 50
- د. 63

حل مراجعة الدرس ( 1 ) الوحدة ( 2 )

لتابعة حلول الأسئلة والاختبارات تابعنا

