



# الكافف في الكيمياء

الوحدة الثانية :

# المحاليل

النهاج الجديد

# عمر علي وشاح

كن كا ظهر... واظهر كا تكون

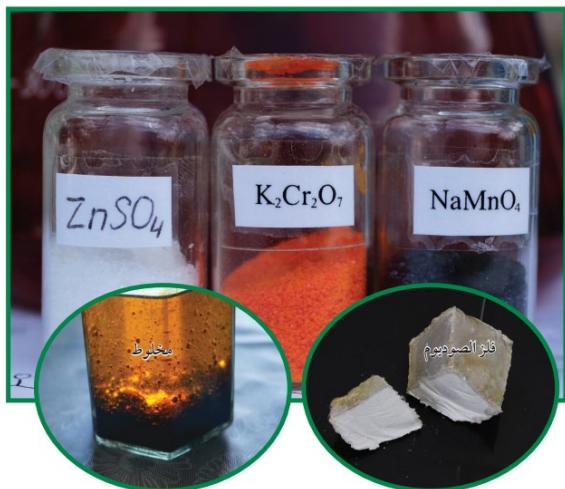
جلالت الدين الروانى

الكيمياء عالم جميل.. فاستمتع به..

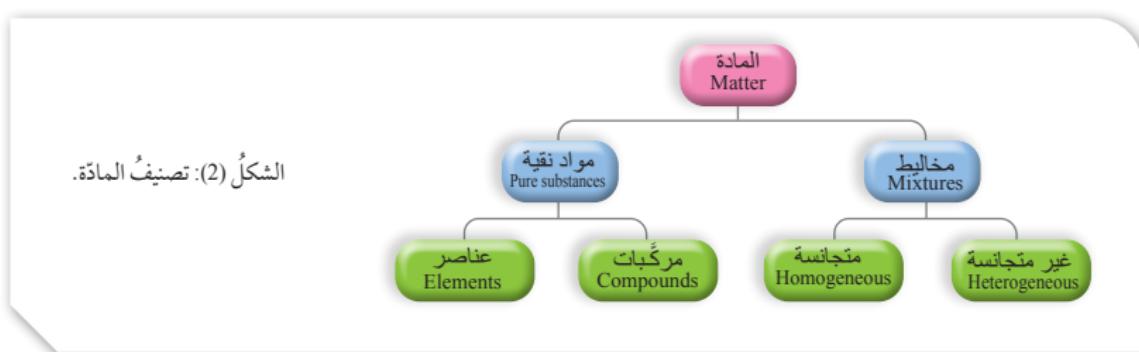


## المحاليل Mixtures

- تُصنَّفُ المواد تبعًا لتركيبها إلى مواد نقيّة و محاليل .
- **المواد النقيّة :** تكون من نوع واحد من الجسيمات، ويكون لها تركيب ثابت ومنتظم، مثل : العناصر والمركبات .
- **المحاليل Mixtures :** التي تتكونُ من مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر، تبقى كل منها محتفظة بخصائصها الكيميائية .



الشكل ( 1 ) مواد نقيّة و محاليل



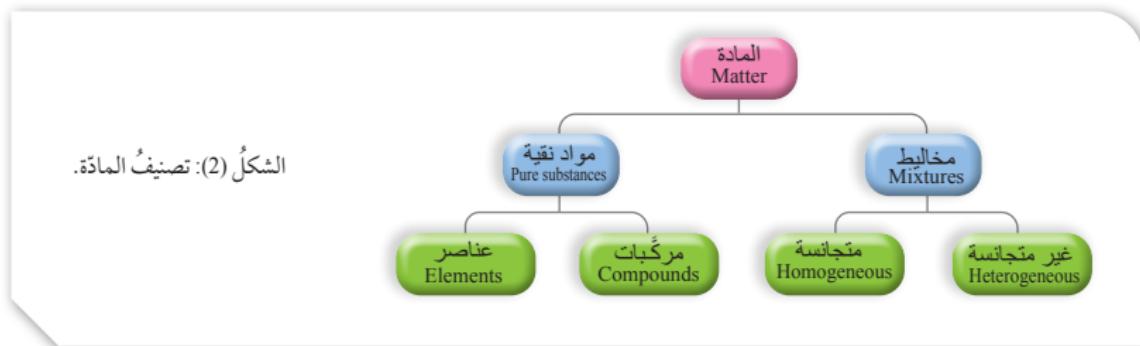
- يختلف تركيب المخلوط تبعاً لاختلاف نسبِ المواد المكوّنة له، و كيفية توزيع مكوناته؛ فبعضُها يمكن تمييز مكوناتها، مثل : مخلوط الماء والترباً أو مخلوط الخل والزيت، وبعضُها الآخر يصعب تمييز مكوناته، مثل محلول ملح الطعام أو كبريتات النحاس. انظر الشكل ( 2 ) .

ليس التاريخ من يكرر بل الأخطاء نفسها التي تكرر

السلطان عبد الحميد الثاني

**أنواع المخلطات : Types Of Mixtures**

- أن المخلوط يتكون من مزيج من مادتين أو أكثر من المواد النقية، تحفظ كلّ منها بخصائصها الكيميائية.
- وتقسم المخلوط إلى قسمين؛ **المخلوط المتتجانسة**، و **المخلوط غير المتتجانسة**، انظر الشكل (2).

**1. المخلوط غير المتتجانسة Heterogenous Mixtures**

- تتكون المخلوط غير المتتجانسة Heterogenous Mixtures من مادتين أو أكثر من المواد النقية .
- لا تمتزج مكوناتها امتراجاً تماماً؛ إذ تحفظ كلّ منها بخصائصها الكيميائية .
- تبقى في المخلوط متميزة عن غيرها من المكونات .

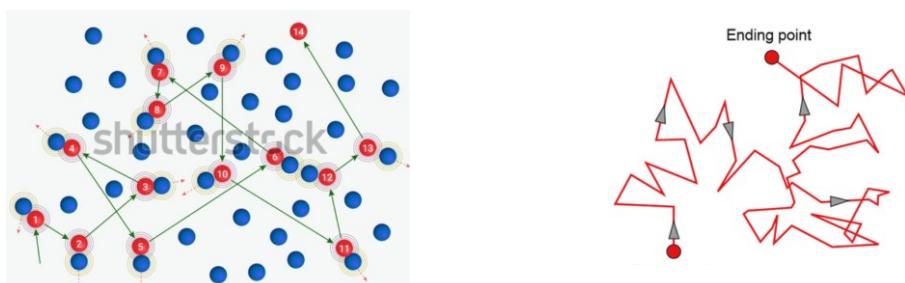
ويمكن تعرّف نوعين أساسيين من المخلوط غير المتتجانسة هما : المخلوط المعلقة، والمخلوط الغروي .

**المخلوط المعلق : Suspension Mixture**

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

**المخلوط الغروي Colloidal Mixture**

- يتكون من جسيمات تتنشر أو تتشتت خلال مادة أخرى تسمى وسط الانتشار .
- لا يمكن فصلها بالترشيح ، بسبب صغر حجم جسماته . تفصل بالطرد المركزي .
- يتراوح قطرها بين ( 1nm – 1000 nm ) .
- لا تترسب جسيماته لأنها بسبب الحركة البراونية ، حيث تتحرك في السائل حركة عشوائية في الاتجاهات كافة، وتتصادم مع جسيماته مما يمنع ترسبها .



الجدول (1): أمثلة على المخالفات 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 المخالفات الغروية، تبعاً لحالة **الجسيمات المنتشرة** و **وسط الانتشار** إلى : صلب، وسائل، وغاز، كما هو موضح في الجدول (1) الذي يبيّن أمثلة على المخالفات الغروية.

**الضباب:** يتكون من قطرات ماء صغيرة جداً منتشرة في الهواء.

• يمكن تقسيم المحاليل الغروية حسب تركيزها إلى قسمين :

- أ) المخالفات الغروية المفرّكة : تظهر عكرة .
  - ب) المخالفات الغروية المخففة : تظهر شفافةً وتنشّت الضوء عند مرور حزمة ضوئية خلالها في ما يُعرف بظاهرة تندال .
- انظر الشكل (4) :



الشكل (4): ظاهرة تندال.

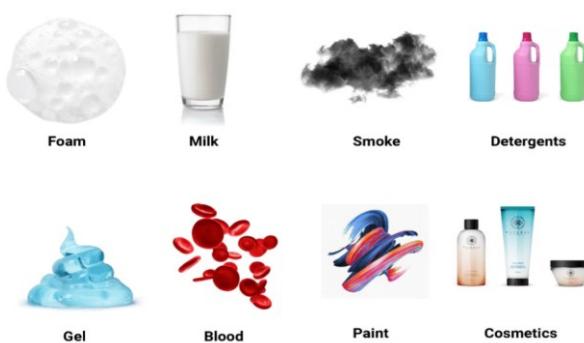
انظر الشكل (4) : يلاحظ بوضوح تشتت حزمة الضوء عند مرورها في المخلوط الغروي وبعض المخالفات المعلقة، في حين لا يلاحظ ذلك الأثر عند مرور حزمة من الضوء عبر محلول كلوريد الصوديوم

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

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

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

**الجواب :** محلول غروي



## ★ أمثلة على محاليل غروية :

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

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

- أ) الفشدة المخفوقة      ب) الدخان      ج) الهواء      د) المارشميلو      د) الزجاج  
الجواب : د

المادة	وسط الانتشار	حالة الجسيمات المنتشرة
الفشدة المخفوقة	سائل	غاز
دخان	غاز	صلب
الهواء	غاز ( مجموعة غازات )	غاز ( اكسجين مثلا )
المارشميلو	صلب ( السكر )	غاز
الزجاج	صلب	صلب

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

الجسيمات. ما اسم هذين الطورين؟

- أ) طور النظام، والطور المحيط  
ب) طور منخفض التركيز، وطور عالي التركيز  
ج) طور المذاب، وطور المذيب  
د) الطور المنشر، ووسط الانتشار  
الجواب : د

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



## 2. المخلوطات المتتجانسة (Homogeneous Mixture ( Solution)



- يتكون المخلوط المتتجانس Homogeneous Mixture من مادتين أو أكثر لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي ، ويسمى المخلوط المتتجانس محلول Solution .
  - تنتشر فيه جسيمات المذاب على نحو منتظم ومتماطل في جميع أنحاء المذيب؛ لذلك يكون محلول متتجانساً في التركيب والخواص .
  - يتراوح قطر جسيمات المذاب في محلول (nm 0.11)؛ لذلك لا تُرى بالعين المجردة .
  - ولا يمكن فصل مكونات محلول 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 محلول والخلط الغروي؟**
- A: الجسيمات في المحاليل أصغر في الحجم من الجسيمات في الغرويات.  
B: تظهر الغرويات ظاهرة تندال، ولا تظهرها المحاليل.  
C: المحاليل أخلاط متتجانسة، والغرويات غير متتجانسة عادة.  
D: يتكون محلول من مذاب ومذيب، ويكون الغروي من طور منتشر في وسط انتشار.  
E: يمكن فصل الجسيمات في الغرويات عن طريق الترشيح البسيط.

**الجواب : هـ**

### سؤال ( 131 ) قارن بين المحاليل والمخلوطات المعلقة والغروية .

المحاليل	المخلوط الغروي	المخلوط المعلق
مخلوطات متتجانسة	مخلوط غير متتجانسة	مخلوطات غير متتجانسة
جسيماتها صغيرة جدا ( 0.1 – 1 nm )	جسيماتها متوسطة ( 1 – 1000 nm )	جسماتها كبيرة أكبر من 1000 nm
شفافة وتمرر الضوء	يتشتت الضوء ظاهرة تيندال	لا تمرر الضوء
يأخذ المذاب خصائص المذيب	خصائص وسيطة بين المذاب والمذيب	يحفظ كل مكون 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)، والجلياتين، والمستحلبات (اللوشن)	الزبَت في الماء، والغبار في الهواء

## تصنیف المحاليل :

★ تختلف المحاليل في خصائصها وأنواعها :

★ وتنقسم وفق 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 المشبوع **Unsaturated Solution** :

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

2. المحلول المشبوع **Saturated Solution** :

هو المحلول الذي لا يستوعب زيادةً من المذاب عند درجة الحرارة نفسها .

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

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

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

1. المحاليل الكهربائية **Electrolyte Solutions** :

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

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

هي المحاليل التي لا توصل التيار الكهربائي.

★ يمكن كذلك تصنیف المحاليل تبعاً لحالة المذيب الفیزیائیة إلى :

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

◎ سبيكة الفولاذ : محلول صلب يتكون 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 .

□ يوضح الجدول (2) تصنیف المحاليل تبعاً لحالة المذيب وأمثلة عليها.

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

مثال	المذيب	المذاب	حالة المحلول
الثحاس في الذهب	صلب	صلب	صلب
الرئيق في الفضة	صلب	سائل	
الهييدروجين في البلاتين	صلب	غاز	
الملح في الماء	سائل	صلب	سائل
الخل في الماء	سائل	سائل	
ثاني أكسيد الكربون في الماء	سائل	غاز	غاز
الأكسجين في النيتروجين	غاز	غاز	

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

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

### تكون المحلول : Solution Formation

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

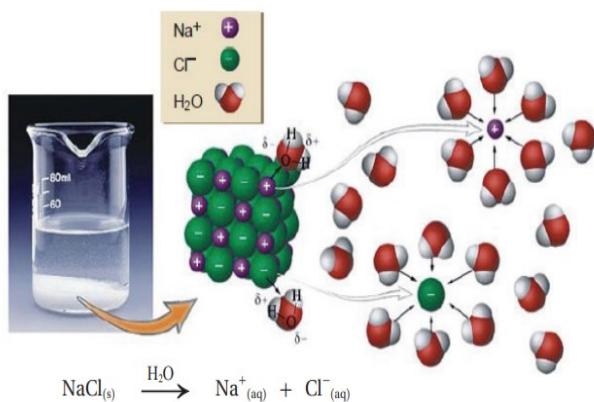
؟؟ سؤال ( 133 ) : كيف تحدث عملية الذوبان ؟

**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**

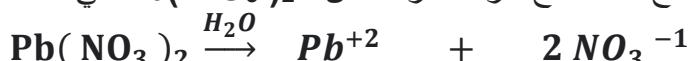
؟؟ سؤال ( 134 ) : كيف تحدث عملية الذوبان في مركب كلوريد الصوديوم NaCl ؟

مركب كلوريد الصوديوم NaCl تترابط أيونات  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  برابطة أيونية و عند وضع بلورات NaCl في الماء، وهو مذيب قطبي تتصدم جزيئات الماء بالبلورة، بحيث تتجه جزيئات الماء من طرف ذرة الأكسجين التي تحمل شحنة جزئية سالبة نحو أيونات  $\text{Na}^+$  وتحيط بها .

بينما تتجه جزيئات الماء من طرف ذرات الهيدروجين التي تحمل شحنة جزئية موجبة باتجاه أيونات  $\text{Cl}^-$  وتحيط بها، وينتج ذلك قوة تجاذب بين جزيئات الماء القطبية والأيونات وتتغلب على قوى التجاذب بين الأيونات في البلورة فتحرر الأيونات الموجبة والسلبية من البلورة وتحاط بجزيئات الماء كما في الشكل (5) وتكون محلولا.



المعادلة الآتية توضح تفكك ملح نترات الرصاص  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  في الماء :

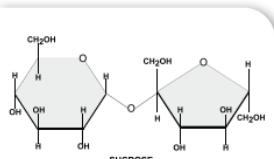


**ملاحظة :**

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)  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  يذوب في الماء رغم أنه مركب جزيئي؛ فسّر ذلك

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



الشكل (6): جزيء سكر السكروز.

؟؟ سؤال ( 136 ) : يذوب الزيت في البنزين ؟ فسّر ذلك .

**الجواب :** لأنَّ كلاًهما جزيئات غير قطبية تترابط بقوى لندن، لذلك يختلطان بسهولة ويكونان محلولاً .





### ★ المحاليل السائلة :

1. محلول صلب في سائل:

□ يذيب الماء كثيراً من المواد الصلبة ،

□ يعتمد ذوبان المزاد الصلبة في الماء على عاملين أساسيين، هما :

1. طبيعة المادة : تعتمد طبيعة المادة على نوع قوى الترابط بين جسيماتها؛ ما يؤثر في ذائبتها في الماء.

2. درجة الحرارة .

3

?? سؤال (137) : وضح المقصود بالذائبية .

**الجواب :** تعرف 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.

□ وتخالف ذائبية المواد الصلبة الأيونية في الماء باختلاف درجة حرارة محلول.



محلول كلوريد الصوديوم NaCl

يُستخدم محلول كلوريد الصوديوم

NaCl بتركيز معينة في تعقيم الجروح

الموضعية والحرق، ويدخل في تركيب

بعض العقاقير الطبية، قطرات العيون

ومعقمات مجرى التنفس، كما يستخدم

باسم (Normal Saline) وتركيز 0.9%

بالكتلة في تعويض نقص السوائل في

الجسم الناجم عن بعض المشكلات

الصحية.



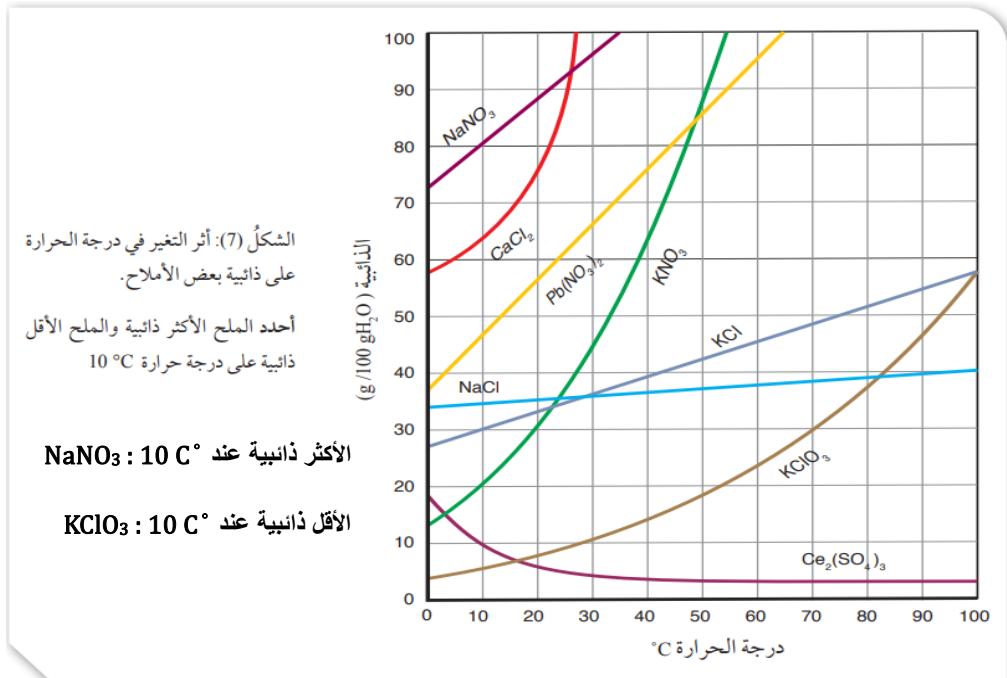
☞ ملاحظة : معيار الذائبية :

☞ 1 g من المادة الصلبة تذوب في 100 mL من الماء نعتبره : **ذائب**

☞  $0.1 \sim 1 g <$  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.



لاحظ من الشكل :

1. أن ذائبية غالبية الأملاح في الماء تزداد بزيادة درجة حرارة محلول.

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

3. يلاحظ 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  $20^{\circ}\text{C}$  ؟

الجواب :

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

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

الجواب :

أحد نقطة تقاطع المنحنيين الممثلين، للمادتين وأرسم منها خطًا على المحور الممثّل لدرجة الحرارة؛ فأجد أنه يتقاطع مع المحور عند درجة حرارة  $48^{\circ}\text{C}$  التي تمثل درجة الحرارة التي تتساوى عندها ذائبية الملحين.

?? سؤال ( 140 ) : ما درجة الحرارة اللازمة لتحضير محلول ذاتيته 25g من كلورات البوتاسيوم في 100g من الماء؟

الجواب :

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

سؤال ( 141 ) افکر: ما اکبر كمية من كلوريد البوتاسيوم  $KCl$  يمكن ان تذوب في  $250\text{g}$  ماء عند درجة حرارة  $80^\circ\text{C}$  ؟

$$\begin{array}{ccc} 100 \text{ g H}_2\text{O} & \xrightarrow{\quad} & 52 \text{ g} \\ 250 \text{ g H}_2\text{O} & \xrightarrow{\quad} & ?? \\ ?? = 130 \text{ g KCl} & & \end{array} \quad \text{الجواب:}$$

### قواعد ذائبية المركبات الأيونية في الماء :

تختلف المركبات الأيونية في درجة ذوبانها في الماء، فمنها ما يذوب تماماً 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> , الإيثانوات CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> الاستثنات 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 الآتية: 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 الآتية: Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Pb <sup>2+</sup> <b>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></b>
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.
7	أملاح الفضة	معظمها غير ذائبة	ما عدا مركبات Ag(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) و AgNO <sub>3</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 الآتية: 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 ) : فسر عدم ذائبية المركبات الآتية .

بسبب ارتباط البيرودكسيد بالآلمنيوم	$\text{Al(OH)}_3$
بسبب ارتباط البيرودكسيد بالسيدي	$\text{Fe(OH)}_3$
بسبب ارتباط البيرودكسيد بالتيوليت	$\text{Co(OH)}_2$
بسبب ارتباط الكبريتيد بعنصر انتقال	$\text{CdS}$
بسبب ارتباط الكبريتيد بعنصر انتقال	$\text{FeS}$
بسبب ارتباط الكبريتيد بعنصر انتقال	$\text{ZnS}$
	and
بسبب ارتباط الكبريتيد بعنصر انتقال	$\text{Ag}_2\text{S}$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر انتقال	$\text{BaCO}_3$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر انتقال	$\text{SrCO}_3$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر التالسيوم	$\text{CaCO}_3$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر انتقال	$\text{PbCO}_3$
بسبب ارتباط الكربونات بعنصر انتقال	$\text{FeCO}_3$
بسبب ارتباط الفوسفات بعنصر الفضة	$\text{Ag}_3\text{PO}_4$
بسبب ارتباط الفوسفات بعنصر التالسيوم	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
بسبب وجدر الفلور	$\text{BaF}_2$
بسبب وجدر الفلور	$\text{MgF}_2$
بسبب وجدر الفلور	$\text{PbF}_2$

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

:  $\text{CaSO}_4$  ( )

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

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

ج )  $\text{AgBr}$  : تتبه 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 وسيُشكّل راسباً .

؟؟ سؤال ( 145 ) : توقع ما إذا كان سيتم تكوين راسب نتيجة لهذا التفاعل .  $2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{NaNO}_3$

**الجواب :** يجب فحص نواتج التفاعل؛ فإذا كانت أيٌّ من المواد المتكونة غير قابلة للذوبان، سيتشكل راسب بالنظر إلى  $\text{NaNO}_3$ ، تنص القاعدة رقم 1 ، 2 على أن النترات و  $\text{Na}^+$  تمثل إلى الذوبان. ولن يتكون راسب من هذا المركب . بعد ذلك، لأنّ  $\text{Ag}_2\text{S}$  وفقاً للقاعدة رقم 8 ، تمثل 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 :  $\text{KOH}$  قاعدة قوية تبقى متأينة لا تكون راسب . الناتج الثاني :  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  : يلتزم أيضاً بالقاعدة رقم 1 ، التي تنص على أن أملاح الفلزات القلوية تمثل إلى الذوبان. وأن كلا الناتجين قابلان للذوبان، لا يتشكل راسب نتيجة لهذا التفاعل .

## 2. محلول سائل في سائل :



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

؟؟ سؤال ( 147 ) : فسر يذوب الإيثanol  $\text{CH}_3\text{CHOH}$  في الماء .

**الجواب :** لأن جزيئاته تمتلك خصائص قطبيةً فتكون روابط هيدروجينية قوية مع جزيئات الماء القطبية؛ مما يؤدي إلى امتصاصها وتقويتها محتواً متجانساً.

؟؟ سؤال ( 148 ) : فسر لا يذوب البنزين  $\text{C}_6\text{H}_6$  في الماء .

**الجواب :** لأن جزيئاته لا تمتلك خصائص قطبيةً، فلا يحدث تجاذب بينها وبين جزيئات الماء القطبية . لذلك يكونان طبقتين منفصلتين ، و لا يمتصان .

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

- الجواب :**
- الماء والكحول : يمتصان لتكوين محلول شفاف .
  - الخل والماء : يمتصان لتكوين محلول حمضي .
  - زيت الطعام والأسيتون : يمتصان لتكوين محلول يستخدم في بعض التطبيقات الصناعية .
  - البنزين والكيروسين : يمتصان لتكوين وقود سائل .
  - الماء والخل : يمكن أن يمتصان 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 الماء: السوائل المشابهة 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 :



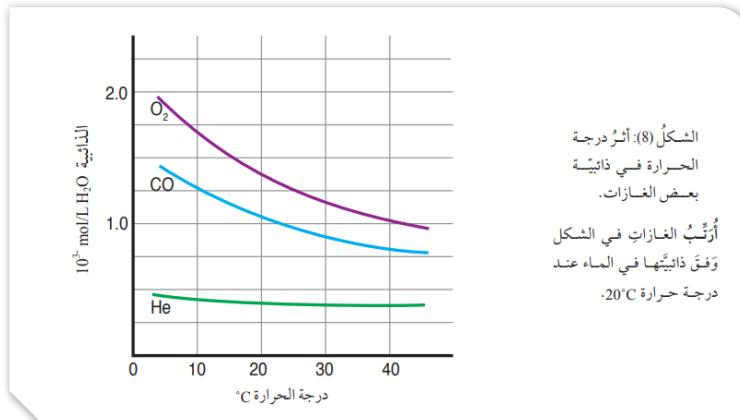
- تتفاوت الغازات في ذائبيتها في الماء، ويعتمد ذلك على طبيعة الغاز المذاب و درجة الحرارة و ضغط الغاز.
- يوضح الجدول (4) الكتلة المولية لبعض الغازات و ذائبيتها في الماء.

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

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

- بوجه عام؛ ذائبية الغازات منخفضة في الماء، وتزداد بزيادة الكتلة المولية للغاز .
- سؤال ( 151 ) :** وتزداد ذائبية الغاز بزيادة الكتلة المولية للغاز . فسر ذلك .
- الجواب :** يعود ذلك إلى زيادة قوى التجاذب بين جسيمات الغاز وجزيئات الماء

- يوضح 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 وتنغلب على قوى التجاذب بينها وبين جزيئات الماء؛ فيؤدي ذلك إلى انفلاتها ومجادرتها محلول فتقل بذلك الذائية .

- 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 الجزيئي للغاز ( طردياً )

**ملاحظة :** تزداد ذائبية الغازات في الماء بزيادة الضغط الجزيئي للغاز .

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

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

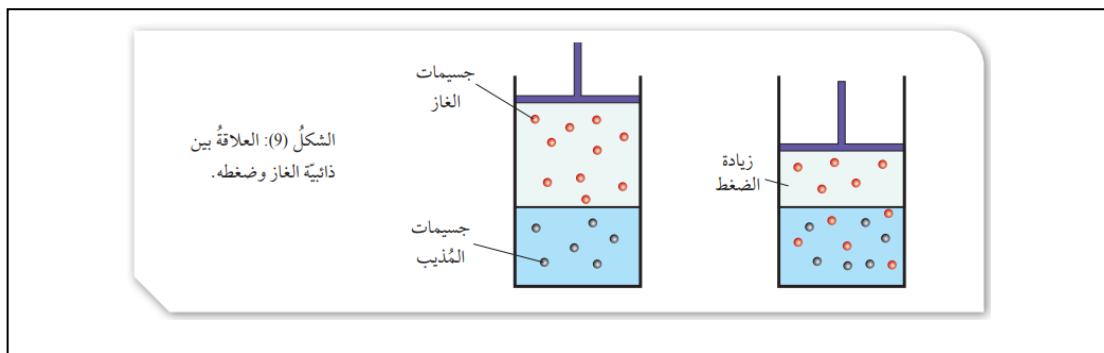
□ وقد تمكّن العالم هنري من إيجاد علاقة بين ذائبية الغاز وضغطه المؤثر في سطح السائل في ما يُعرف بـ **قانون هنري Henry's Law**.

### الذائبية $\Rightarrow$ التركيز

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

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

□ انظر الشكل (9)، حيث يوضح العلاقة بين ذائبية الغاز وضغطه.



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

؟؟ سؤال ( 156 ) : فسر يتغيّر طعم المشروبات الغازية بعد فتحها بفتره من الزمن .

الجواب : تحتوي عبوة المشروب الغازي على كمية من غاز ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  المذاب في الماء تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي، وعندما تكون مغلقةً، فإنّ ضغط جسيمات الغاز فوق محلول يعمل على إبقاء الغاز ذائباً فيه، وفي المقابل عند فتحها يقلّ ضغط غاز  $\text{CO}_2$  المذاب وتنتقل ذائبيته، وتتصاعد فقاعاته من محلول إلى السطح وتتطاير، وتستمر العملية حتى يفقد محلول غاز  $\text{CO}_2$ ؛ فيتغيّر طعمه .

**يعبر عن قانون هنري كما يأتي :**

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

$$S = K_H \times P$$

(S) ذائبية الغاز، وتقاس بوحدة  $\text{g/L}$

(P) الضغط الجزيئي للغاز ، ويعكس بوحدة  $\text{atm}$

$K_H$  ثابت هنري

ويمكن التعبير عن القانون عند درجة حرارة ثابتة بالصيغة:

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

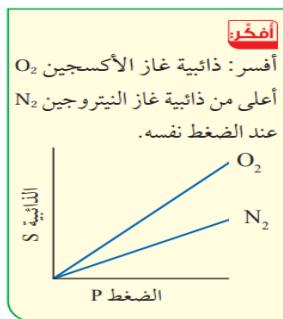
( $S_1$ ) ذائبية الغاز عند ضغط ( $P_1$ )

( $S_2$ ) ذائبية الغاز عند ضغط ( $P_2$ )

سؤال ( 157 ) :

الجواب :

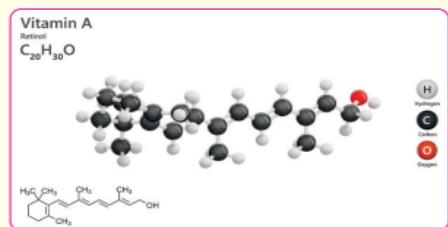
لأن الكتلة المولية لغاز الأكسجين أكبر من الكتلة المولية لغاز النيتروجين .



## الربط بعلم الأحياء

## ذاتيّة الفيتامينات في الماء

يحتاج جسم الإنسان إلى الفيتامينات للمحافظة على صحته وحمايته من الأمراض، وتُصنَّفُ 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 أنَّ الفيتامينات الذائبة في الدهون، مثل (E، D، K)، تمتَّصُّ منها الأمعاء بمساعدة الدهون، وهي تُخَزَّنُ في الجسم فترةً طويلة؛ ولذلك يُفضل تناول فيتامين D -مثلاً- خلال وجبة تحتوي على الدهنيات.



؟؟ سؤال ( 158 ) : فسر يجب على الغواص ارتفاع بشكل تدريجي من الأعماق إلى سطح البحر .

**الجواب :** عند الغوص في أعماق البحر، يتعرض الغواص لضغط عالي. 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 تخفيض 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 سيزيد بمقدار الضعف. لذا فإن التركيز الجديد هو  $0.068 = 2 * 0.034 \text{ mol/L}$  حسب قانون هنري .

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

$$S_{\text{CO}_2} = 0.034 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1.496 \text{ g/L} = 1.496 \text{ g/L}$$

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

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

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

للحويل من المولالية .... إلى المولالية :

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

الجواب :

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

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

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

قانون هنري :

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

سؤال ( 160 ) ??

إذا كانت ذائبية غاز ما في الماء عند درجة حرارة  $25^\circ C$  وضغط جزئي للغاز  $1.5 \text{ atm}$  هي  $0.65 \text{ g/L}$  ، فما ذاقيته عندما يصبح ضغطه الجزيئي  $0.5 \text{ atm}$  عند درجة الحرارة نفسها؟  
 المعطيات:  $S_1 = 0.65 \text{ g/L}$  ،  $P_1 = 1.5 \text{ atm}$  ،  $P_2 = 0.5 \text{ atm}$   
 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 ) : أتحقق : إذا كانت ذائبية غاز ما  $0.15 \text{ g / L}$  عندما يكون ضغطه الجزيئي  $1.02 \text{ atm}$ ، فكم ستصبح ذاقيته عند ضغط جزئي  $2.10 \text{ atm}$  ، علماً أن درجة الحرارة ثابتة.  
 المعطيات:  $P_1 = 1.02 \text{ atm}$  ،  $S_1 = 0.15 \text{ g / L}$  ،  $P_2 = 2.10 \text{ atm}$   
 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:  $P_2 = 10 \text{ atm}$  ،  $P_1 = 7 \text{ atm}$  ،  $S_1 = 0.52 \text{ g / L}$   
 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  $0.54 \text{ g / L}$  ، كم ستكون ذائبيته عند مضاعفة الضغط ؟

المعطيات :  $P_2 = 2 P_1 = 30 \text{ atm}$  ،  $P_1 = 15 \text{ atm}$  ،  $S_1 = 0.54 \text{ g / L}$   
المطلوب : الكتلة الذائية في لتر واحد ( الذائبية )  
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 أنّ مقدار ما يُسهم به الأكسجين في

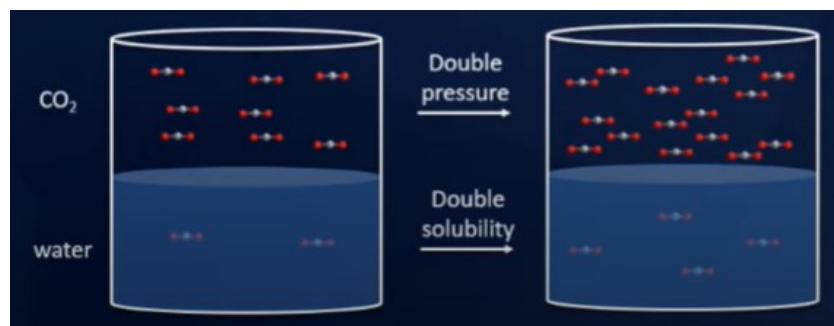
الضغط  $0.21 \text{ atm}$  ، ثابت هنري لذائبية الأكسجين  $K_H = 0.0416 \text{ g / L.atm}$   
المعطيات :  $P = 0.21 \text{ atm}$  ،  $K_{HO_2} = 0.0416 \text{ g / L}$   
المطلوب :  $S$  ،  
الجواب :

$$S = K_H \times P$$

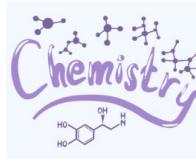
$$= 0.0416 \times 0.21$$

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

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



اسمع ...



يا صديقي؛ إنَّ الله رحيم، و من رحمته أنه أخفى القلب  
وأخفى بواعثه ليظلَّ كُلُّ إنسان مخبوءاً عن كُلِّ إنسان  
فدعني مخبوءاً عنك

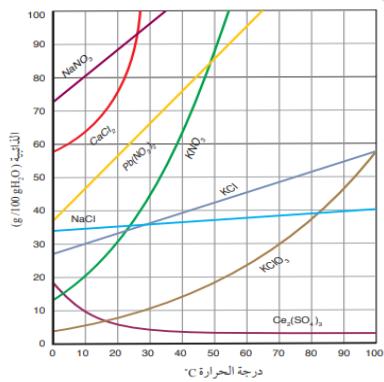
صطفى صاروه الرافعي

## مراجعة الدرس ( 1 ) الوحدة ( 2 )

1. الفكرة الرئيسية: أوضح الفرق بين المخلوطات المتتجانسة وغير المتتجانسة.
2. أوضح المقصود بكل من الآتي: **المخلوط الغروي، المخلوط المعلق، الذائبة.**
3. يبيّن الجدول الآتي أربعة غازات وكلّها المولية عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة. أحدها الغاز الذي له أعلى ذائبية في الماء. أبّرر إجابتي.

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

4. **استخدم الأرقام.** بالرجوع إلى الشكل(7) :  
أحسب كتلة Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> اللازمة لتحضير محلول مشبع منه في 250 g H<sub>2</sub>O عند درجة حرارة 20°C.



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

6. اختار 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 تتبّع في انفصالتها.  
د. انصهار أيونات الملح في محلول.

2. المادة التي تعد مثلاً على المخلوط الغروي:  
أ. الهواء.      ب. الدهان.      ج. السبائك.      د. الكحول الطبيعي.

3. أحد المواد الآتية أكثر ذائبية في البنزين : C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>  
A. CH<sub>2</sub>OHCH<sub>2</sub>OH      B. HCOOH      C. C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>      D. CH<sub>3</sub>OH

4. أحد المحاليل المائية متساوية التركيز الآتية أكثر توصيلًا للتيار الكهربائي:  
أ. CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH      ب. Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>      ج. AgCl      د. CH<sub>3</sub>COONa

5. أضيف 50 g من ملح كلوريد الصوديوم NaCl إلى 100 g H<sub>2</sub>O عند درجة حرارة 50°C ، وبعد تحريك المحلول جيداً ترسّب كمية من الملح في قاع الوعاء، تم ترشيح المحلول وتجفيف الملح المترسب وكانت كتلته 13 g، فإن ذائبية NaCl عند 50°C في 100 g H<sub>2</sub>O تساوي (g):  
أ. 13      ب. 37      ج. 50      د. 63

حل مراجعة الدرس ( 1 ) الوحدة ( 2 )

لتتابعه حلول الدساللة والاختبارات تابعنا

