

# الذناويج

الصف 1  
الذناوي

في

الكيمياء

جزء الشرح

إعداد د/ أحمد الذناوي

مؤلف كتاب المؤسس

## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

«وما أوتيتم من العلم إلا قليلاً»

« صدق الله العظيم »

السادة الأفاضل «أساتذة الكيمياء في ربوع جمهورية مصر العربية» ، عزيزى الطالب /

علم الكيمياء أحد العلوم الطبيعية الذى يهتم بدراسة العديد من المفاهيم الذى تساعدنا فى فهم وإعداد النماذج والتنبأ بواقعا ، الكيمياء تجدها فى كل ما يحيط بك من متشابهات ومتضادات كالماء والنار وفى أجسادنا تساعدنا الكيمياء فى فهم التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية التى تحدث ، للكيمياء فروع كثيرة ، ونظرا لأهميتها ، فقد قمنا بفضل الله بإعداد كتاب المؤسس فى الكيمياء للثانوية العامة والأزهرية ، محاولين أن نقدم مفهوما شاملا ومتكاملا عن أجزاء المنهج .

**فقد راعينا فى خلال تصويبنا للكتاب الآتى :**

1. اتخذنا كتاب الوزارة مرجعا لتناول الموضوعات فى كل درس كما قمنا بالاطلاع على المصادر التعليمية المتاحة على بنك المعرفة المصرى وغيرها من المصادر المعروفة وأجرينا بعض الإضافات من خلال توضيح الكلمات المهمة بتلوينها بلون مختلف وعمل الخرائط الهنية لسهولة التوضيح والفهم بشكل جيد
  2. تم وضع صور توضيحية من كتاب الوزارة ومراجع علمية ومواقع معروفة .
  3. كما إعتدنا عند وضع محتوى الكتاب بمنهجية الوزارة فى التطبيق العلمى وأساليب القويم والتقييم الحديثة بصورة مبسطة وسلسة ،
- نأمل أن يكون الكتاب عوناً لكل طالب على النجاح والتفوق وعلى المزيد من البحث والدراسة لتحقيق الأهداف المرجوة
- وفى النهاية : نسأل الله عز وجل أن تعم الفائدة من هذا الكتاب .. والله من وراء القصد وهو يهدى السبيل .

**مع أطيب أمنياتنا للجميع**

**أخوكم أحمد الحناوي**

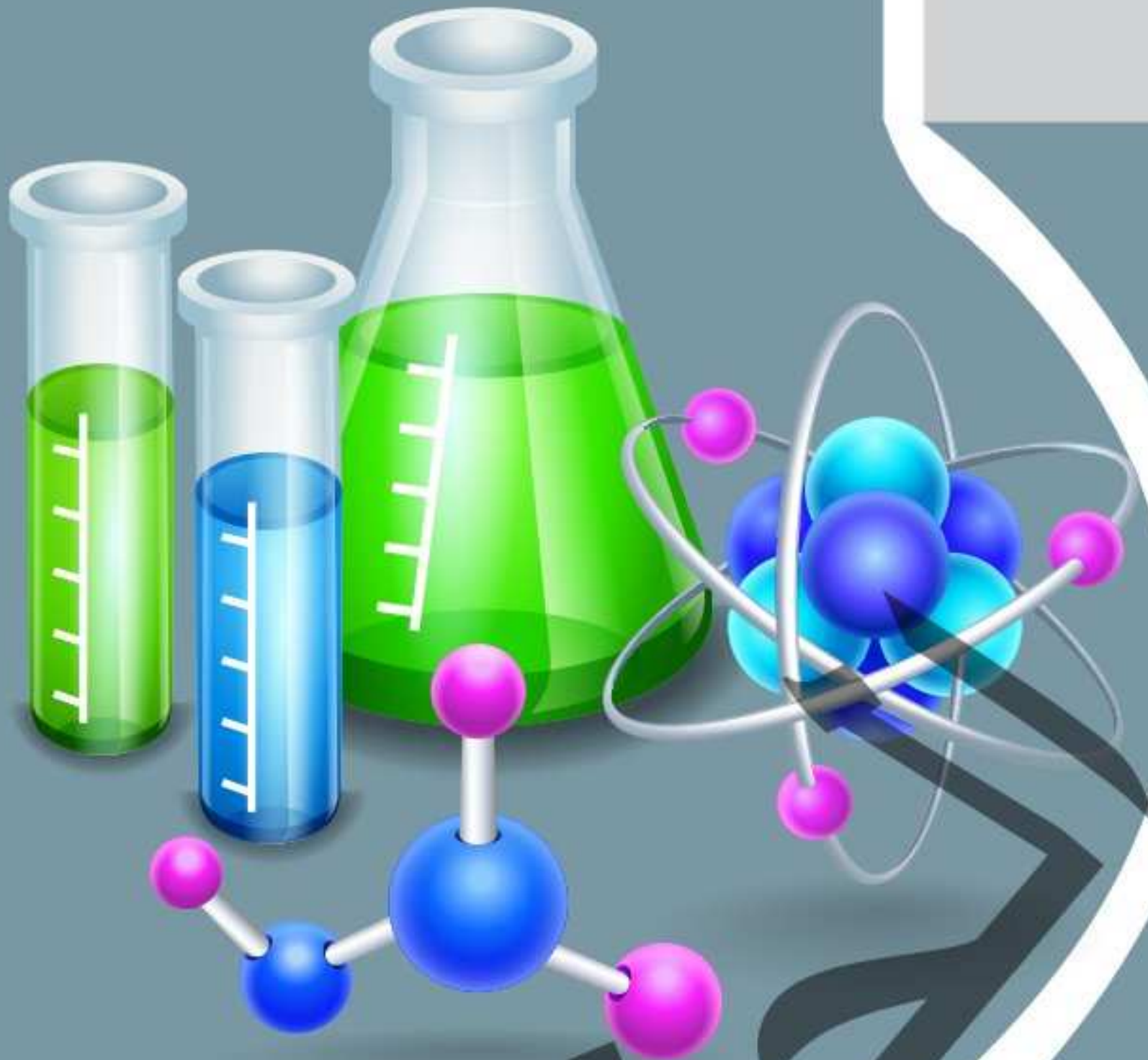
# محتويات الكتاب

الباب 1 الكيمياء مركز العلوم

الباب 2 الكيمياء الكمية

الباب 3 المحاليل - الأضماض و القواعد

إعداد : د/ أحمد الحناوي



# الباب الأول الكيمياء مركز العلوم

إعداد : د/ أحمد الحناوي

# الفصل الأول

## الكيمياء والقياس

حزق

إعداد : د/ أحمد الحناوي

### محتويات الفصل

1 الدرس علم الكيمياء أحد العلوم الطبيعية

2 الدرس القياس في الكيمياء وأهميته وأدواته

## علم الكيمياء أحد العلوم الطبيعية

### 1 مقدمة عن العلم

يحاول الإنسان أن يفهم ويفسر تلك الظواهر الكونية الموجودة حوله ، فيؤدي ذلك إلى اكتشافه حقائق تجبره علي وضع مفاهيم ومبادئ وقوانين ونظريات علمية وإتباع طرق منظمة في البحث والتقصي مكوناً من ذلك بناء أو نسق يُعرف بـ العلم

#### العلم :

هو بناء من المعرفة ، يتضمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات العلمية وطريقة منظمة في البحث والتقصي .

لكي يصل إلي النظريات العلمية لأبد من أن يضع القوانين أولاً ؛ ولكي يصل إلي القوانين لأبد من أن يكون لديه مبادئ وهكذا ..

#### المعرفة :

ليست مرادفاً لمفهوم العلم بل هي شئ أوسع حدوداً ومدلولاً وأكثر شمولاً وامتداداً من العلم.

### للعلم مجالات كثيرة منها :

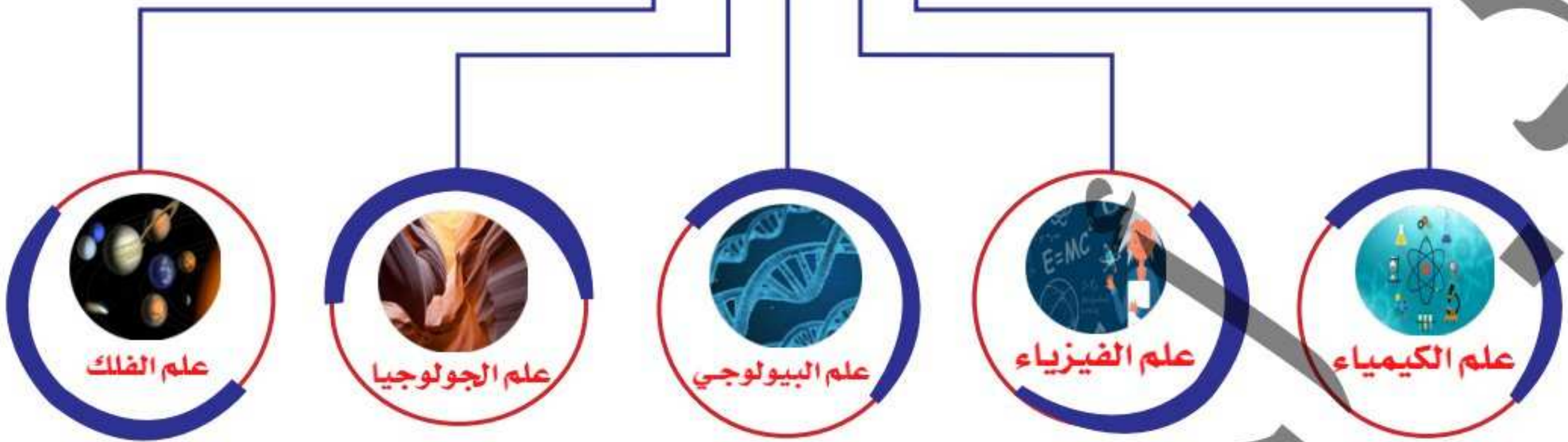
- ١ العلوم الطبيعية « الكيمياء والفيزياء والأحياء » التي تدرس الطبيعة .
- ٢ العلوم الإجتماعية « الأقتصاد وعلم النفس وعلم الإجتماع » التي تدرس الأفراد والمجتمعات .
- ٣ العلوم الشكلية « المنطق والرياضيات وعلم الحاسوب » التي تدرس المفاهيم المجردة .

### يختلف كل مجال عن الآخر :- من حيث اختلاف :

- ١ الظواهر ( موضع الدراسة )
- ٢ اختلاف الأدوات المستخدمة
- ٣ اختلاف الطرق المتبعة في البحث



## العلوم الطبيعية



العلوم الطبيعية مكونة من خمسة علوم تعرف عليها الإنسان منذ زمن بعيد وهي

- ١ علم الكيمياء : علم يهتم بدراسة تركيب المادة والتغيرات التي تطرأ عليها وخواصها الكيميائية وبنيتها ...
- ٢ علم الفيزياء : علم يهتم بدراسة خواص المادة من طاقة وكتلة وسرعة وكثافة وحركة ...
- ٣ علم البيولوجي (الأحياء) : علم يهتم بدراسة الحياة والكائنات الحية وهياكلها ونموها ووظائفها وتطورها ...
- ٤ علم الجيولوجيا (علوم الأرض) : علم يهتم بدراسة تركيب الأرض وتاريخها والعوامل التي تطرأ عليها من زلازل وبراكين وإعصار ...
- ٥ علم الفلك : علم يهتم بدراسة الأجرام السماوية من نجوم وكواكب ونيازك ومجرات ومذنبات والظواهر التي تحدث خارج نطاق الغلاف الجوي للأرض ...

### مقدمة عن علم الكيمياء :

علم الكيمياء : هو العلم الذي يهتم بدراسة :

- ١ تركيب المادة « مثل : جزئ الماء (H<sub>2</sub>O) يتركب من ذرتي هيدروجين وذرة واحدة أكسجين » .
- ٢ خواص المادة « مثل : الخواص الفيزيائية لجزئ الماء ككثافته وكدرجة إنصهاره وغليان ... ، والخواص الكيميائية كأثر جزئ الماء علي قطعة صوديوم مثلاً » .
- ٣ التغيرات التي تطرأ علي المادة « مثل : أثر انخفاض درجة الحرارة علي جزئ الماء السائل ولذلك نلاحظ تحوله إلي ماء مُتجمد » .
- ٤ تفاعل المواد مع بعضها البعض « مثل : تفاعل جزئ الماء مع فلز السكندنيوم :-  

$$2Sc_{(s)} + 6H_2O_{(v)} \xrightarrow{\Delta} 2Sc(OH)_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$$
- ٥ الظروف الملائمة لإجراء هذا التفاعل « لأبْد وأن يكون الماء ساخن لكي يتفاعل مع السكندنيوم » .

### أهمية علم الكيمياء قديماً :-

- ١ استخدمه المصريون القدماء في عمليات التحنيط .
- ٢ بعض الحضارات القديمة استخدمته في « المعادن والتعدين - الطب والدواء - بعض الصناعات الفنية ك دبغ الجلود ، ك صباغة الاقمشة ، ك صناعة الزجاج ، ك صناعة الألوان » .

## أهمية علم الكيمياء حديثاً :-

« أصبح لعلم الكيمياء دوراً أساسياً في جميع مجالات الحياة ك الطب ، ك الزراعة ، ك الصناعة ... »

### فروع علم الكيمياء :



#### 1 علم الكيمياء الفيزيائية :

فرع من فروع علم الكيمياء ، يقوم علي دراسة خواص وبناء المواد والجسيمات التي تتكون منها هذه المواد وذلك تبعاً لتركيبها وبنائها الكيميائي وللظروف التي توجد فيها وعلي دراسة التفاعلات الكيميائية والظروف الفيزيائية التي تحدث فيها هذه التفاعلات مثل : الضغط ودرجة الحرارة والعوامل الحفازة .. ( الباب الثاني فرع من فروع علم الكيمياء الفيزيائية ) .



#### 2 علم الكيمياء التحليلية :

فرع من فروع علم الكيمياء ، يهتم بالتقدير الكمي والنوعي للعناصر أو المركبات المكونة للمادة المراد تحليلها ومن طرق إجراء تحليل للمادة : التحليل الحجمي والتحليل النوعي والتحليل الطيفي والتحليل الآلي .. ( ستدرسه في الصف الثالث الثانوي ب الباب الثاني بإذن الله ) .



#### 3 علم الكيمياء الكهربائية :

فرع من فروع علم الكيمياء ، يهتم بدراسة التحولات المتبادلة بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية وكيفية تحويل كلا منهما للأخر .. ( ستدرسه في الصف الثالث الثانوي ب الباب الرابع بإذن الله )



#### 4 علم الكيمياء الحرارية :

علم الكيمياء : فرع من فروع علم الكيمياء ، يهتم بدراسة الخصائص الحرارية للتفاعلات والتغيرات الفيزيائية من انصهار وجليان وذوبان وتخفيف ..



#### 5 علم الكيمياء الحيوية :

فرع من فروع علم الكيمياء ، يهتم بدراسة التركيب الكيميائي لمكونات الخلية ( دهون - كربوهيدرات - بروتينات - أحماض نووية ) في مختلف الكائنات الحية سواء كانت كائنات بسيطة ك ( البكتيريا - الفطريات - الطحالب ) أو كائنات معقدة ك ( الإنسان - الحيوان - النبات ) .





### 6 علم الكيمياء البيئية :

فرع من فروع علم الكيمياء ، يهتم بدراسة الظواهر الكيميائية التي تحدث في الأماكن الطبيعية من تلوث مياه أو غذاء ونقص مياه أو طاقة ..



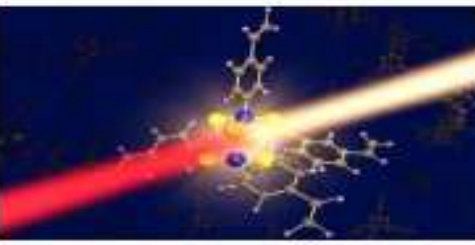
### 7 علم الكيمياء العضوية :

فرع من فروع علم الكيمياء ، يهتم بدراسة المركبات التي يدخل عنصر الكربون في تكوينها وخواصها وتركيبها وتفاعلات وتحضيرها كالحكولات و الأدوية والمتفجرات والبويات واللدائن ..



### 8 علم الكيمياء النووية :

فرع من فروع علم الكيمياء ، يهتم بدراسة النشاط الإشعاعي والعمليات النووية والخواص النووية وبنية النواة الذرية ..



### 9 علم الكيمياء الضوئية :

فرع من فروع علم الكيمياء ، يشمل دراسة التفاعلات بين كلاً من الذرة والجزيئات الصغيرة والضوء ..

### مجالات علم الكيمياء :

#### (4 مجالات)

- ١ التركيب الذري والجزيئي للمواد وكيفية ارتباط المواد ببعضها البعض .
- ٢ الخواص الكيميائية للمواد ووصفها كماً وكيفاً .
- ٣ التفاعلات الكيميائية وكيفية التحكم في ظروف حدوث هذه التفاعلات للوصول إلى نواتج جديدة ومفيدة ، تلبى تلك الاحتياجات المتزايدة في المجالات المختلفة ، مثل : ( الطب - الهندسة - الصناعة - الزراعة - التجارة ...إلخ ) .
- ٤ المشكلات البيئية ومحاولة إيجاد حلول لهذه المشكلات ومن أمثلة هذه المشكلات : ( أزمة الطاقة - نقص المياه - تلوث الماء والهواء والتربة ) .

## الكيمياء مركز العلوم

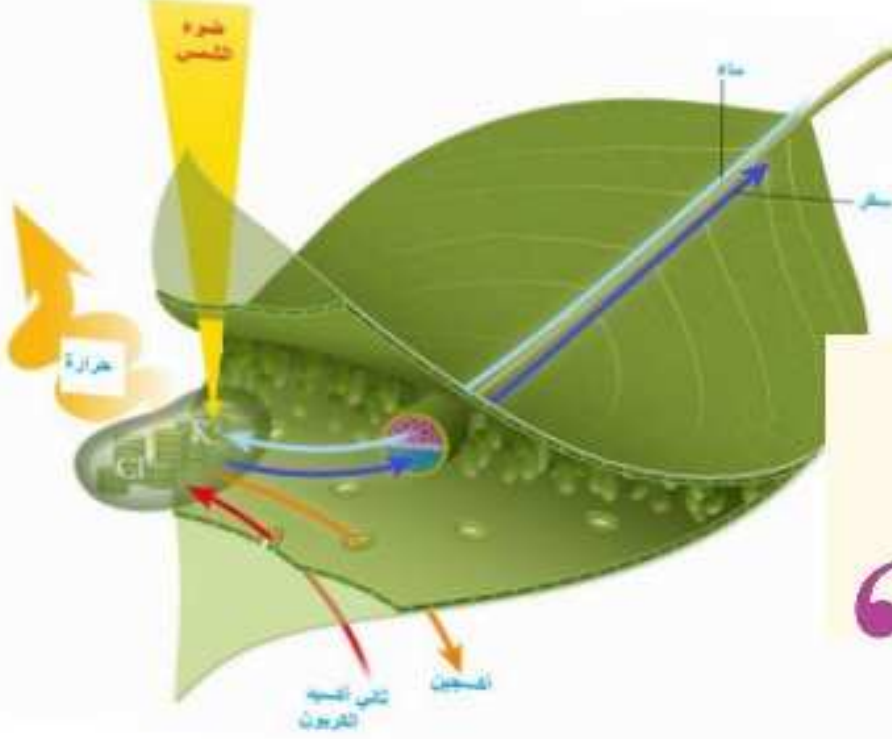
يُعتبر علم الكيمياء مركزاً لمعظم العلوم الأخرى ، لأنه يُعدّ أمراً أساسياً لفهم هذه العلوم ، وتستفيد منه مجالات العلوم المختلفة وتعتمد عليه بشكل كبير ، مثل :-

١ علم البيولوجي ( الأحياء ) .  
 ٢ علم الفيزياء .  
 ٣ علم الطب والصيدلة .  
 ٤ علم الزراعة .

## علم الكيمياء

علم البيولوجي	علم الفيزياء	علم الطب والصيدلة	علم الزراعة	علوم المستقبل
نتاج التكامل ( علم الكيمياء الحيوية )	نتاج التكامل ( علم الكيمياء الفيزيائية )	_____	_____	نتاج التكامل ( علم كيمياء النانو )

## التكامل بين علمي الكيمياء والبيولوجي



## أولاً علم البيولوجي

هو العلم المختص بدراسة الكائنات الحية ( إنسان - حيوان - نبات ) من هياكلها ووظائفها ونموها وتطورها وتوزيعها وتصنيفها .

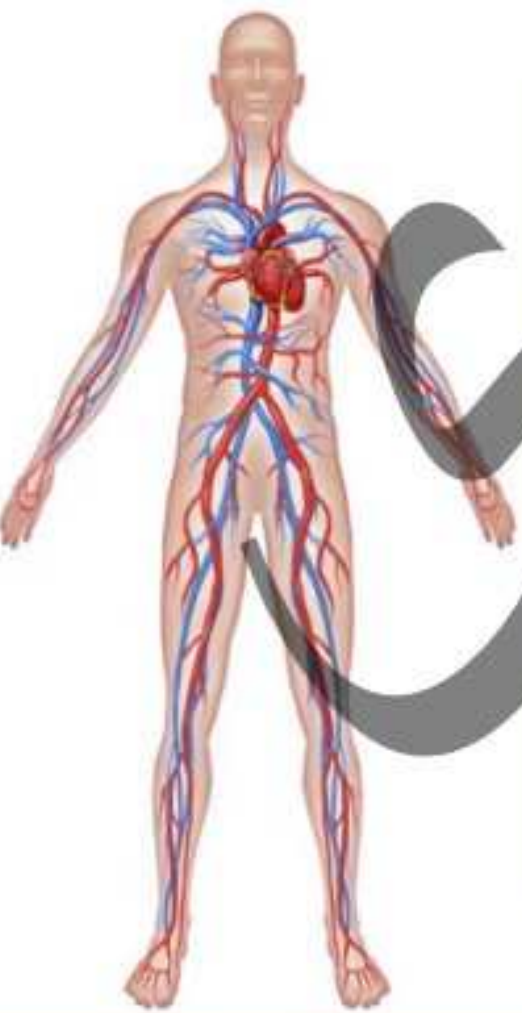
## ثانياً دور علم الكيمياء :

يساهم علم الكيمياء في فهم التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل أجسام الكائنات الحية أثناء قيامها بالعمليات الحيوية من هضم وتنفس وبناء ضوئي .

## ثالثاً نتاج التكامل بين العلمين :

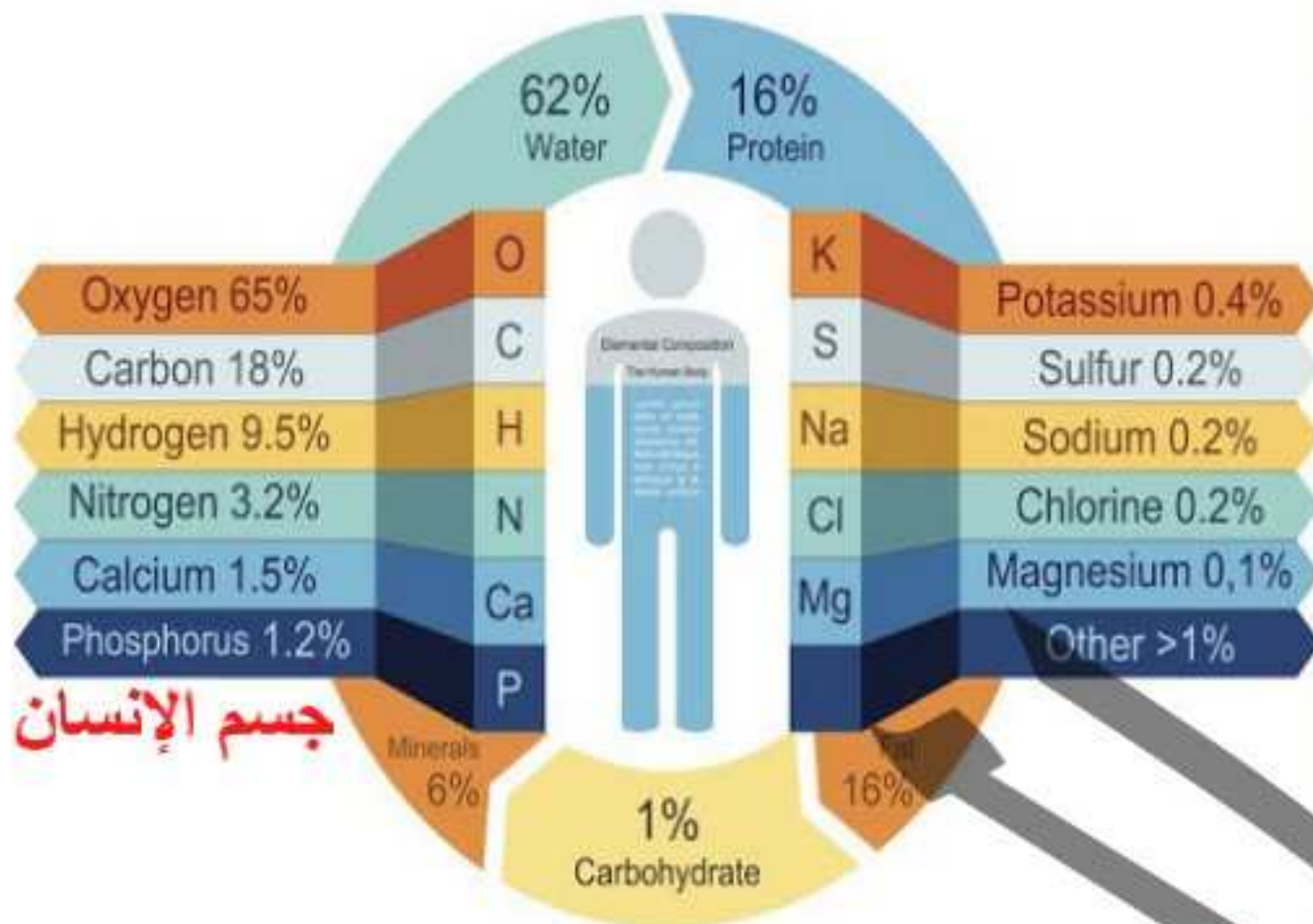
نتاج التكامل بين علمي الكيمياء والبيولوجي هو « علم الكيمياء الحيوية » وهو العلم المختص بدراسة التركيب الكيميائي لمكونات الخلية ( دهون - كربوهيدرات - بروتينات - أحماض نووية ) في مختلف الكائنات الحية سواء كانت كائنات بسيطة ك ( البكتيريا - الفطريات - الطحالب ) أو كائنات معقدة ك ( الإنسان - الحيوان - النبات )

علم الكيمياء الحيوية يجعلك تتعرف علي نسبة الأملاح والدهون والكربوهيدرات والبروتينات والماء الموجودة بجسمك .



علي سبيل المثال (١) : الإنسان الطبيعي يحتوي علي :-

مكونات الخلية		عناصر أساسية		
النسبة	المكون	النسبة	الرمز	العنصر
6%	أملاح معدنية	0.2%	Na	صوديوم
16%	دهون	0.4%	K	بوتاسيوم
1%	كربوهيدرات	0.1%	Mg	ماغنسيوم
16%	بروتين	1.2%	Ca	كالسيوم
62%	ماء	1.5%	P	فوسفور
		18%	C	كربون
		0.2%	S	كبريت
		65%	O <sub>2</sub>	أكسجين
		9.5%	H <sub>2</sub>	هيدروجين
		3.2%	N <sub>2</sub>	نيتروجين
		1%	F <sub>2</sub> / Fe / Cl <sub>2</sub>	عناصر أخرى



علي سبيل المثال (٢) : أضرار تناول الشاي بعد الوجبات :-



### المشاهدة :-

- 1) اللون أصفر باهت .
- 2) اللون أصبح أسود .
- 3) اللون يعود مرة أخرى إلي اللون الأصفر الباهت .

### الخطوات :-

- 1) أذب 3g من كبريتات الحديد III في 50mL من الماء المقطر ، ثم خذ الرائق من المحلول في أنبوبة اختبار وسجل اللون الظاهر !!
- 2) صب في أنبوبة اختبار كمية قليلة من الشاي ، ثم صب عليها كمية من محلول كبريتات الحديد III ، وسجل اللون الظاهر !!
- 3) اذب قطرات من عصير الليمون (فيتامين C) إلي الراسب المتكون ، وسجل اللون الظاهر !!

### الاستنتاج :

- 1) تناول الشاي بعد الوجبات مباشرة يعمل علي ترسيب الحديد الموجود في الدم .
- 2) عصير الليمون (فيتامين C) يعمل علي إعادة الحديد المُرسب مرة أخرى في الدم .



## 2 التكامل بين علمي الكيمياء والفيزياء :

### أولاً : علم الفيزياء :- هو العلم المختص بـ :

- 1 دراسة كل ما يتعلق بخواص المادة من كتلة وسرعة وطاقة .
- 2 ابتكار طرق جديدة للقياس تزيد من دقته .
- 3 محاولة فهم الظواهر الطبيعية والقوي المؤثرة عليها .

“

### ثانياً : دور علم الكيمياء :

يساهم علم الكيمياء في التعرف علي تركيب المادة والجسيمات التي تتكون منها .

“

### ثالثاً : نتاج التكامل بين العلمين :

- 1 نتاج التكامل بين علمي الكيمياء هو علم الكيمياء الفيزيائية وهو العلم المختص بدراسة خواص المادة وتركيبها والجسيمات التي تتكون منها هذه المواد .
- 2 علم الكيمياء الفيزيائية يُمكنك من التعرف علي الخواص المغناطيسية لبرادة حديد .



“

عال يسهل علم الكيمياء الفيزيائية علي علماء الفيزياء القيام بدراستهم ؟

لأنه يختص بدراسة خواص المواد وتركيبها والجسيمات التي تتكون منها .

## 3 التكامل بين علوم الكيمياء والطب والصيدلة :-

### أولاً : الأدوية :

هي مواد كيميائية لها خواص علاجية يتم استخراجها من مصادر طبيعية أو تحضيرها في المعامل بواسطة الكيميائيون ويصفها الأطباء للمرضي .

“

### ثانياً : دور علم الكيمياء :

يساهم علم الكيمياء في تفسير طبيعة عمل الهرمونات والإنزيمات في جسم الإنسان وكيفية استخدام الدواء لعلاج الخلل الحادث في عمل أي منهما .

“



ثالثاً نتاج التكامل بين هذه العلوم :

- ١ نتاج التكامل بين علوم الكيمياء والطب والصيدلة يُعطي ما يسمى بـ الأدوية .
- ٢ ف العلم المسئول عن معرفة الخلل بالهرمون أو الإنزيم هو **علم الكيمياء** ، بينما **علم الصيدلة** يقوم بإنتاج الدواء المستخدم في علاج الخلل ، **وعلم الطب** يقترحه علي المريض المصاب بهذا الخلل .

علي سبيل المثال: بعض أدوية الكحة مُستخلصة طبيعياً من أوراق الجوافة .. فلاحظ :-



- ١ مُكتشف الدواء هو الكيميائي ( علم الكيمياء )
- ٢ صانع الدواء هو الصيدلي ( علم الصيدلة )
- ٣ مُقترح الدواء هو الطبيب ( علم الطب ) .

**علال** يلعب علم الكيمياء دوراً هاماً في كل من علمي الطب والصيدلة ؟

لأنه يُفسر طبيعة عمل الهرمونات والإنزيمات في جسم الإنسان ، وكيفية استخدام الدواء في علاج الخلل الحادث في عمل أيًا منهما .



٤ التكامل بين علمي الكيمياء والزراعة :

يساهم علم الكيمياء في :

- ١ اختيار التربة المناسبة لزراعة محصول ما وذلك عن طريق التحليل الكيميائي لعينة من هذه التربة والذي يحدد :
- ٢ نسب مكونات هذه التربة وبالتالي مدي كفايتها لاحتياجات النباتات .
- ٣ السماد المناسب لتلك التربة لزيادة إنتاجيتها من المحاصيل .
- ٤ إنتاج المبيدات الحشرية الملائمة للقضاء علي الآفات الزراعية المختلفة .

علي سبيل المثال: الأسمدة والمبيدات الحشرية من مقومات التربة الزراعية الجيدة ، فلاحظ :-



- ١ محلل التربة هو الكيميائي ( علم الكيمياء ) ،
- ٢ مُمد التربة بالسماد هو الزراع ( علم الزراعة ) .



## 5 التكامل بين علوم المستقبل و الكيمياء :

نتاج التكامل بين علمي الكيمياء والنانوتكنولوجي ( تكنولوجيا متناهية الصغر ) هو علم كيمياء النانو



### علم كيمياء النانو :

هو العلم المختص باكتشاف وبناء مواد جديدة نانوية لها خصائص فائقة ، يمكن استخدامها في تطوير العديد من المجالات لتلبية الاحتياجات البشرية .  
أحد علوم المستقبل التي تلبى الاحتياجات البشرية في مختلف المجالات من هندسة وإتصالات وطب وبيئة و مواصلات وغيرها ..

## 1 تدريب



3 الشكل المقابل : يمثل ظهور بقع صفراء علي أوراق النبات لنقص المنجنيز لأنه ضروري للبناء الضوئي ولعلاج الخلل تُستخدم سلفات النشادر ، يُعد ذلك التكامل بين علم الكيمياء و .....

أ الفيزياء . ب البيئة . ج البيولوجي . د الزراعة .

4 عند تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز النيتروجين لتكوين غاز النشادر يصبح حجم النشادر الناتج أقل من حجم الغازات المتفاعلة ( at STP ) ، فإن العلم المهتم بدراسة هذه التفاعلات هو علم .....

أ الكيمياء التحليلية . ب الكيمياء البيئية . ج الكيمياء النووية . د الكيمياء الحيوية .

5 يمكن زيادة كمية النشادر المُحضرة صناعياً بزيادة الضغط ، فما العلم المهتم بدراسة هذا التفاعل ؟ .....

أ الكيمياء الحيوية . ب الكيمياء البيئية . ج الكيمياء التحليلية . د الكيمياء الفيزيائية .

6 هضم الطعام داخل الجسم نتيجة التكامل بين علمين مختلفين هما .....

أ الكيمياء والفيزياء . ب الكيمياء والبيولوجي . ج الكيمياء والجيولوجيا . د الكيمياء والزراعة .

7 أي فرع من فروع علم الكيمياء يهتم بكيمياء الكائنات الحية ؟ .....

أ الكيمياء الحيوية . ب الكيمياء العضوية . ج الكيمياء الفيزيائية . د الكيمياء التحليلية .

8 أي فرع من فروع علم الكيمياء يستخدمه علماء الطب الشرعي ؟ .....

أ الكيمياء الغير عضوية . ب الكيمياء الفيزيائية . ج الكيمياء التحليلية . د الكيمياء العضوية .

## القياس في الكيمياء وأهميته وأدواته :

### 1 طبيعة القياس :

نتيجة للتطبيق الصحيح والدقيق لمبادئ القياس ؛ فنحن نساير التطور العلمي والصناعي والتكنولوجي والاقتصادي .

فالقياس هو عبارة عن مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى معلومة من نفس النوع ؛ لمعرفة عدد مرات احتواء الأولي ( المجهولة ) علي الثانية ( المعلومة ) .

#### علي سبيل المثال :

« إذا علمت أن كتلة الكشكول الواحد = 10g ، كتلة عدد مجهول من الكشاكيل = 100g ، فإن عدد الكشاكيل = ..... »

بمعلومية الكمية الثانية ( المعلومة ) ؛ نستطيع حساب

$$\text{عدد الكشاكيل} = \frac{100}{10} = 10 \text{ كشاكيل .}$$



### تتضمن عملية القياس نقطتين أساسيتين ، هما :

1 القيمة العددية : وهي العدد الذي يصف الكمية أو الخاصية المقاسة .

2 وحدة القياس :

أ وهي معيار قياس المقدار الفعلي لهذه الكمية في نظام وحدات القياس الدولية .

ب وتُعرف بأنها مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة .

ج تُستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلي لهذه الكمية .

تكتب نتيجة عملية القياس في صورة قيمة عددية متبوعة بوحدة قياس مناسبة كما بالجدول التالي :

الخاصية المقاسة	وحدة القياس	القيمة العددية
الكتلة	Kg	5
المسافة	M	10
الزمن	sec	100

## 2 أهمية القياس في الكيمياء

نتيجة للدقة والتنوع ؛ أصبحت أساليب التحليل والقياس أكثر تطوراً .

علال ولكن للقياس أهمية كبرى في مختلف مجالات الحياة اليومية ... ؟

حيث أنه يوفر المعلومات والمعطيات الكمية اللازمة لإتخاذ الإجراءات والتدبير المناسبة عند اللزوم في

مختلف مجالات الحياة ، مثل :

- ١ البيئة ٢ التغذية ٣ الصحة ٤ الزراعة ٥ الصناعة

## تتضح أهمية القياس في الكيمياء ، فيما يلي :

- ١ معرفة نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد
- ٢ المراقبة والحماية الصحية
- ٣ التشخيص واقتراح العلاج المناسب للأمراض

## أهمية القياس في الكيمياء

معرفة نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد	المراقبة والحماية الصحية	التشخيص واقتراح العلاج المناسب للأمراض
---	--------------------------	--

## أولاً معرفة نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد :

- تُعد بطاقة البيانات المُلصقة علي عبوات المواد الغذائية والمياه المعدنية من الأمور الهامة بالنسبة للمستهلك لأنها تمكنه من معرفة نوع وتركيز أيونات العناصر المكونة لها .
- من خلال بطاقة البيانات المُلصقة علي زجاجتين مياه معدنية ، يمكنك التعرف علي نوع وتركيز المواد في كلا منهما ، بل والمقارنة بينهما وأيهما تفضل ..

“

وي



تطبيق : قياس تركيز الأيونات المكونة للأملح في المياه المعدنية .

تركيز المكونات في الزجاجه (mg/L)	تركيز المكونات في الزجاجه (mg/L)	المكونات
(ب)	(أ)	
120	25.5	أيونات الصوديوم ( $Na^+$ )
8	2.8	أيونات البوتاسيوم ( $K^+$ )
40	8.7	أيونات المغنسيوم ( $Mg^{2+}$ )
70	12	أيونات الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ )
220	14.2	أيونات الكلوريد ( $Cl^-$ )
335	103.7	أيونات البيكربونات ( $HCO_3^-$ )
20	41.7	أيونات الكبريتات ( $SO_4^{2-}$ )

عند تحليل البيانات المكتوبة علي بطاقتي الزجاجتين (أ) ، (ب) بالجدول السابق ، يتضح أن :

١ الشخص الذي يتبع نظاماً غذائياً قليل الملح ، سوف يُفضل استخدام مياه الزجاجه (أ) ؛ نظراً لإحتوائها علي كميات أقل من الأيونات المكونة للأملح من مياه الزجاجه (ب) .

٢ الشخص الذي يتبع نظاماً غذائياً قليل الحموضة ، سوف يُفضل استخدام مياه الزجاجه (أ) ؛ نظراً لإحتوائها علي كميات أقل من الأيونات المكونة للأحماض ( $Cl^-$  ،  $HCO_3^-$  ،  $SO_4^{2-}$ ) من مياه الزجاجه (ب) .

٣ الشخص الذي يتبع نظاماً غذائياً قليل القاعدية ، سوف يُفضل استخدام مياه الزجاجه (أ) ؛ نظراً لإحتوائها علي كميات أقل من الأيونات المكونة للقواعد ( $Na^+$  ،  $K^+$  ،  $Ca^{2+}$  ،  $Mg^{2+}$ ) من مياه الزجاجه (ب) .

٤ الشخص الذي يستهلك لتر ونصف من مياه الزجاجه (ب) خلال يوم واحد سوف يحصل منها علي كمية من أيونات الكالسيوم كتلتها تساوي  $105mg = 70 \times 1.5$

٥ الشخص الذي يستهلك لترين من مياه الزجاجه (ب) خلال يوم ونصف سوف يحصل منها علي كمية من أيونات الكبريتات كتلتها تساوي  $40mg = 20 \times 2$  خلال اليوم ونصف

- ٦ الشخص الذي يستهلك لتر من مياه الزجاجاة (أ) خلال يومين سوف يحصل منها علي كمية من أيونات الكلوريد كتلتها تساوي  $14.2 \times 1 = 14.2 \text{ mg}$  خلال اليوم الواحد تساوي  $14.2 \times 0.5 = 28.4 \text{ mg}$
- ٧ الشخص الذي يستهلك 3 لتر من مياه الزجاجاة (أ) خلال 3 أيام سوف يحصل منها علي كمية من أيونات البيكربونات كتلتها تساوي  $103.7 \times 3 = 311.1 \text{ mg}$  خلال الـ 3 أيام ؛ خلال اليوم الواحد تساوي  $311.1 \times 0.3 = 103.7 \text{ mg}$
- ٨ هل القياس ضروري في حياتنا ؟ ما أهمية بطاقة البيانات المُلصقة علي العبوات بالنسبة للمستهلك ؟  
- نعم ضروري ؛ فالقياس ضروري من أجل معرفة نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد .

## ثانياً المراقبة والحماية الصحية



تطلب سلامة البيئة والحماية الصحية ' قياس كل من :

- ١ مدي صلاحية المياه للشرب
- ٢ مدي نقاء الهواء الذي نتنفسه
- ٣ مدي سلامة المواد الغذائية والزراعية التي نتناولها

لكي تحيا حياة صحية وجيدة ؛ عليك بمراقبة مدي صلاحية المياه للشرب ومدي نقاوة الهواء الذي تتنفسه ومدي صحة وسلامة الغذاء الذي تتناوله .

تطبيق : مراقبة مدي مطابقة مياه الشرب للمعايير العالمية .

تركيز المكونات في الزجاجاة (ب) (mg/L)	تركيز المكونات في الزجاجاة (أ) (mg/L)	المعايير العالمية لتركيز الأيونات المكونة للمياه (mg/L)
120	25.5	$\text{Na}^+ < 150$
8	2.8	$\text{K}^+ < 12$
40	8.7	$\text{Mg}^{2+} < 50$
70	12	$\text{Ca}^{2+} < 300$
220	214	$\text{Cl}^- (200 : 250)$
20	41.7	$\text{SO}_4^{2-} < 250$

من خلال الجدول المقابل نستطيع تحدد مدي صلاحية المياه للشرب طبقاً للمعايير العالمية ، ويتضح بأن الزجاجتين (أ) ، (ب) يصلحا للشرب ؛ لأن نسب الأيونات فيهما تخضع للمعايير العالمية ( أي تقع في المدي الصحي الآمن ) .

ثالثاً التشخيص واقتراح العلاج المناسب للأمراض :

ترشد قياسات التحاليل الطبية إلي تقدير الموقف الصحي للأشخاص موضع الاختبار ، وبالتالي اقتراح العلاج المناسب لهم ، وذلك بمقارنة قيم نتائج التحاليل الطبية لدي هؤلاء الأشخاص بالمعدل الطبيعي الآمن لهذه القيم عند الأشخاص الأصحاء أو ما يعرف بـ القيم المرجعية .



القيمة المرجعية : هي المعدل الطبيعي الآمن لتركيز المادة عند الأشخاص الأصحاء

تطبيق : نتائج تحاليل السكر وحمض البوليك في عينة دم أحد الأشخاص .

نوع التحليل	نتيجة التحليل (mg/dL) (ملي جرام / ديسي لتر )	القيمة المرجعية (mg/dL) (ملي جرام / ديسي لتر )
سكر الجلوكوز	70	70 : 110
حمض البوليك	9.2	3.6 : 8.3
الكوليسترول	2.5	1.2 : 2

يتضح من الجدول المقابل أن :

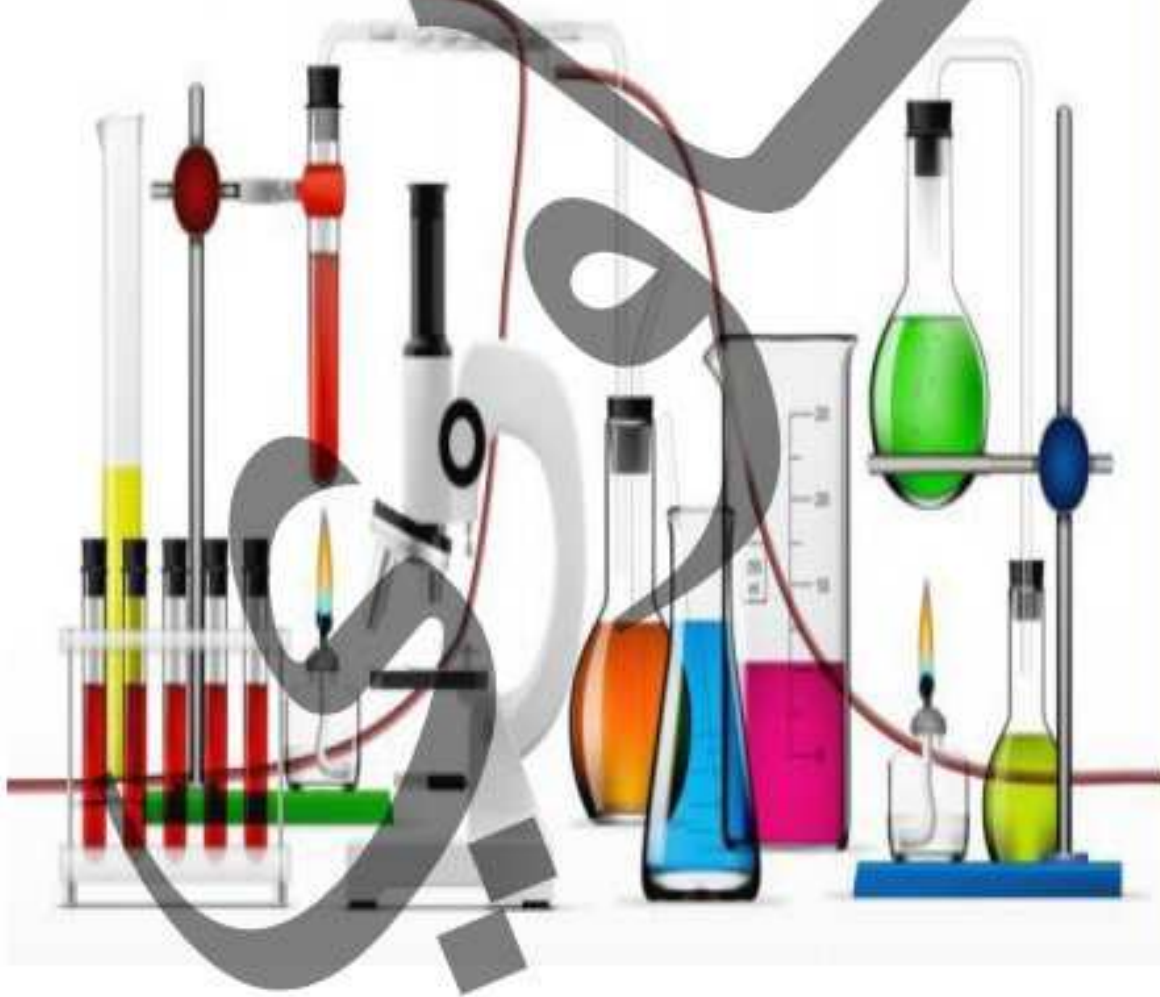
- ١) نسبة سكر الجلوكوز في دم هذا الشخص طبيعية
- ٢) نسبة حمض البوليك مرتفعة عن المعدل الطبيعي (القيمة المرجعية) ، وهذه يدل علي وجود خلل لابد من علاجه .
- ٣) نسبة الكوليسترول مرتفعة عن المعدل الطبيعي (القيمة المرجعية) ، وهذا يدل علي وجود خلل لابد من علاجه .

## أدوات القياس في معمل الكيمياء

تجري التجارب الكيميائية في معمل الكيمياء (المختبر)

لابد من توافر في المعمل مواصفات وشروط ، وهي :

- أ احتياطات الأمان المناسبة
- ب مصدر للحرارة ، مثل موقد بنزن
- ج مصدر للماء
- د أماكن لحفظ المواد الكيميائية



### ٥ الأدوات والأجهزة المختلفة ، ومنها :

- ١ أنبوبة اختبار ← ( نقل المحاليل معلومة الحجم ) .
- ٢ الميزان الحساس ← ( قياس كتل المواد ) .
- ٣ الكأس الزجاجية ← ( خلط ونقل السوائل والمحاليل معلومة الحجم ) .
- ٤ المخبار المدرج ← ( قياس حجوم السوائل والأجسام الصلبة التي لا تذوب في الماء ) .
- ٥ الدورق الزجاجي ← ( عمليات المعايرة والتحضير والتقطير ) .
- ٦ السحاحة ← ( قياس حجوم السوائل في التجارب التي تتطلب نسبة عالية من الدقة كما في المعايرة ) .
- ٧ الماصة ← ( قياس ونقل حجم معين من المحلول ) .
- ٨ أدوات قياس الأس الهيدروجيني ← ( قياس تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول ) .

### أنبوبة اختبار

عبارة عن أداة مخبرية زجاجية ذات فتحة عليا يتم استخدامها لصب أو نقل أو خلط المحاليل والمواد الكيميائية والسوائل وغالباً ما تكون مصنوعة من البلاستيك وذات أحجام وقياسات مختلفة .



أنبوبة اختبار بواسطة الماسك



أنابيب اختبار مختلفة الحجم

### عند الإستخدام ، اتبع الآتي :-



أنبوبة اختبار أثناء التسخين

- ١ عدم جعل فوهتها بإتجاه وجهك .
- ٢ عدم مسكها باليد عند التسخين بل باستخدام الماسك .
- ٣ يجب تسخين الأنبوبة من القاع وليس من الجانب ، والتسخين يكون بلهب هادئ مع التحريك المُستمر لتجنب كسرها بالحرارة الشديدة .

## الميزان الحساس

### ⚡ وظيفته :

١ الموازين من أهم الأجهزة المستخدمة في المعامل ؛ لأنه هو الخطوة الأولى لتحضير المحاليل القياسية للمواد الصلبة .



موازين حساسة رقمية ذات كفة واحدة

٢ الموازين تختلف في الشكل والتصميم .

٣ أكثر الموازين الحساسة شيوعاً هي الموازين الرقمية .

٤ أكثر الموازين الرقمية استخداماً هو الميزان ذو الكفة الفوقية ( العلوية ) .



### ⚡ استخدامه :

تستخدم الموازين في قياس كتل المواد بدقة عن طريق رقم يظهر على الشاشة الرقمية .

### ⚡ عند استخدامه :

١ توجد تعليمات خاصة باستخدام الميزان تثبت في أحد جوانبه ويجب قراءتها بعناية قبل الإستخدام .

٢ لابد من تأكدك بأن الميزان موصل بالكهرباء .

٣ إزالة الغبار الموجود على الميزان ، لأن ذلك يؤثر على الوزن ، وحيثُ الدقة العالية عند قياس كتل المواد .

٤ تجنب سكب المواد على الميزان .

### ⚡ عند الإستخدام ، اتبع الآتي :-

١ نظف كفة الميزان باستخدام الفرشاة الخاصة بذلك ؛ فبذلك لا تؤثر الأتربة المتساقطة على كتل المادة .

٢ ضع المادة المراد وزنها في وسط كفة الميزان .

٣ ضع على الميزان المواد الجافة فقط ، أما المواد السائلة فضعها في إناء ( يجب أن تكون على علم بكتلة الإناء ) ، ثم اطرح كتلة الإناء من كتلة الإناء والسائل فتحصل على كتلة السائل فقط ( تُسمى بطريقة الفرق ) .

٤ اغلق أبواب الميزان أثناء عملية الوزن ؛ لأن هذا يمنع الخطأ الناتج من تيارات الهواء .

## الكأس الزجاجية

## وصفها :



كأس زجاجية

١ أواني زجاجية شفافة

٢ تُصنع من زجاج البيركس المقاوم للحرارة

٣ ذات الشق الضيق .

## تدريبها :

١ بعضها ذات سعة محددة وبعضها مدرج .

٢ إذا كان مدرج فالتدريب من أسفل إلي أعلى .

## استخدامها : تستخدم في :-

١ خلط السوائل والمحاليل وتسخينها وحفظها أثناء التفاعلات .

٢ نقل حجم معين من سائل من مكان لآخر .

٣ تذويب المواد الصلبة .

٤ معرفة القياس التقريبي لحجوم السوائل والمحاليل



كؤوس زجاجية مختلفة السعة

## المخبار المدرج

## وصفه :

١ وعاء زجاجي أسطواني الشكل .

٢ يُصنع من الزجاج أو البلاستيك .

## تدريبه :

١ يوجد منه سعات مختلفة وغالباً ما يكون مدرج .

٢ إذا كان مدرج فالتدريب من أسفل إلي أعلى بوحدة Lm أو  $cm^3$ 

## استخدامه : يستخدم في :-

١ قياس حجوم السوائل بدقة أكثر من الدورق ولكن أقل دقة من الماصة ،

فهو من أدوات قياس حجوم تقريبية.

٢ تقدير حجم جسم صلب لا يذوب في الماء .



مخبار مدرج



مخابير مدرجة مختلفة السعة

عند الإستخدام ، أتبع الآتي :-

٣ عند صب السائل في المخبر المدرج يجب أن تنتظر حتي يستقر سطحه .

٤ ضع العين في المستوي الأفقي لسطح السائل ، ثم اقرأ القيمة التي توافق الجزء المستوي من السطح

الهلامي للسائل ( السطح المُعَر ) .

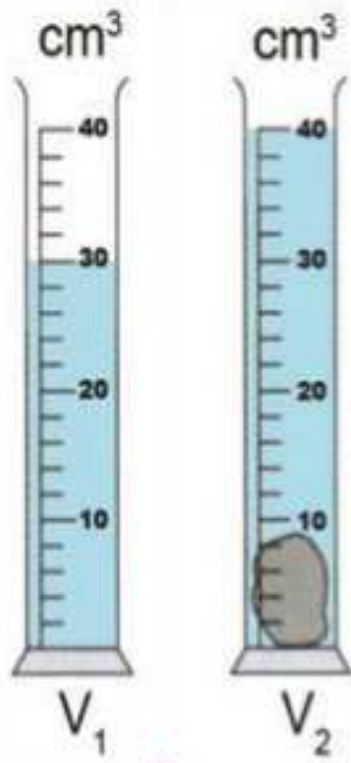
٥ أكتب العدد متبوعاً بوحدة القياس المكتوبة على الإناء .

شكل يوضح القراءة الجيدة للتدرج



شكل يوضح القراءة الجيدة للتدرج

تطبيق : كيفية تعيين حجم جسم صلب لا يذوب في الماء ( مثل : حجر ) :-



حجم الحجر

١ تُوضع كمية مناسبة من الماء في المخبر ويُعين حجمها ( V<sub>1</sub> )

٢ يُوضع الجسم المراد تقدير حجمه بحرص في المخبر ويُعين حجم الماء والجسم ( V<sub>2</sub> )

٣ يُعين حجم الجسم V من خلال العلاقة :

$$V_{diff.} = V_2 - V_1$$

٤ حجم الحجر ( V ) = حجم الماء والحجر ( V<sub>2</sub> ) - حجم الماء فقط ( V<sub>1</sub> )

٥ حجم الحجر ( V ) = 30 - 40 = 10 cm<sup>3</sup>

الدوارق الزجاجية

وصفها :



دوارق زجاجية

يُصنع من زجاج البيركس ؛ لأنه مقاوم للحرارة فلا ينكسر أثناء التسخين أو بفعل حرارة التفاعل .

اختلاف الدوارق : يوجد منه أنواع كثيرة ، وتختلف هذه الأنواع باختلاف :

١ الغرض من استخدامها

٢ سعتها

إذا كانت مُدرجة ؛ ف التدرج من أسفل لأعلي .

تُستخدم في تحضير المواد وحفظ المحاليل وقياس حجمها إذا كان الدورق ذو سعة محددة .

## أنواعها :



دورق مخروطي

## أ. الدورق المخروطي :

١. ذو قاعدة مسطحة .
٢. يأخذ الشكل المخروطي .
٣. تختلف أنواعه باختلاف السعة .
٤. فتحة الدورق ضيقة مما يساعد علي منع تناثر المحلول المستخدم خارج الدورق أثناء عملية الرج .
٥. ميل جدران الدورق ؛ يعمل علي منع التصاق قطرات المحلول عليها ف بالتالي سرعة في التفاعل .
٦. يستخدم في عمليات المعايرة .



دورق مستدير

## ب. الدورق المستدير :

١. ذو قاعدة مستديرة .
٢. يأخذ الشكل الدائري .

## تختلف أنواعه باختلاف السعة .

١. انتفاخه بالوني الشكل .
٢. يستخدم في عمليات التحضير والتقطير .

## ٢. الدورق العياري ( الدورق القياسي ) :



دورق عياري

١. ذو قاعدة مستوية وشكل كمثري وينتهي برقبة طويلة ضيقة .
٢. يعلو انتفاخه عنق موضح عليه علامة تحدد السعة الحجمية ،
٣. هذه العلامة عبارة عن خط محفور في العنق يدل علي حجم العنق .
٤. يتم تجهيز الدوارق العيارية عن طريق تغطيتها بغطاء من البلاستيك .

يستخدم في تحضير المحاليل القياسية ( معلومة التركيز ) بدقة .

المحلول القياسي : هو محلول معلوم تركيزه وحجمه بالضبط ( بالدقة ) يستخدم في معايرة محلول آخر

مجهول تركيزه ، ويتم تحضيره باستخدام الدورق العياري .





## السحاحة

### وصفها :

عبارة عن أنبوبة زجاجية أسطوانية طويلة مفتوحة الطرفين ( ذات فتحتين ) :

**الفتحة العليا :** لملء السحاحة بالمحلول المراد استخدامه .

**الفتحة السفلي :** للتحكم في كمية المحلول المستخدمة عن طريق صمام مثبت في نهايتها .

### تدريبها :

١ دائماً مُدرجة والتدريج يكون من أعلى إلى أسفل ، بحيث يقع صفر التدريج بالقرب من

الفتحة العليا وينتهي التدريج قبل الصمام

٢ التدريج بالجزء من 10mL لإعطاء دقة في قياس حجوم السوائل .

### استخدامها :

تستخدم في قياس حجوم السوائل في التجارب التي تتطلب نسبة عالية من الدقة كما في عمليات المعايرة .

### عند استخدامها ( في عمليات المعايرة ) ، اتبع الآتي :

١ تُثبت السحاحة علي حامل ذو قاعدة معدنية للحفاظ علي وضعها العمودي أثناء إجراء التجارب ، للحصول علي نتائج سليمة ودقيقة .

٢ تُملأ السحاحة بعد غلق الصنبور جيداً إلي أعلى صفر التدريج الموجود قرب الطرف العلوي لها ، ثم يُفتح الصنبور لتفريغ الهواء الموجود أسفله حتي يصل السائل عند صفر التدريج ثم اغلق الصنبور .

٣ عند قراءة التدرجات في السحاحة يجب أن تكون العين في مستوي سطح السائل ، والقراءة الصحيحة تتم بأن يكون أسفل تقعر السائل مُلامساً أعلى خط التدريج الذي نريد قياسه « كما في المخبر المدرج » .

### المعايرة :-

١ تعيين تركيز محلول مجهول التركيز بمعلومية المحلول القياسي ( محلول معلوم تركيزه وحجمه بالضبط ) .

٢ **عند المعايرة :** يُوضع المحلول القياسي بواسطة قمع في السحاحة ، ويُوضع المحلول المجهول بواسطة الماصة في الدورق المخروطي .



٣ تتم بين محلول حامضي ( مثل : حمض الهيدروكلوريك HCl « مجهول التركيز » وأخر قلوي ( مثل

: هيدروكسيد الصوديوم NaOH « معلوم التركيز أو المحلول القياسي » )

خطوات  
المعايرة

## الماصة

## وصفها :

٤ عبارة عن أنبوبة زجاجية أسطوانية طويلة مفتوحة الطرفين

٥ بعضها ذو انتفاخ واحد والبعض الآخر ذو انتفاخين

٦ ذات الانتفاخين هي الأكثر استخداماً في المعامل

## تدريجها :

١ بعض أنواعها مدرج والبعض الآخر محدد السعة

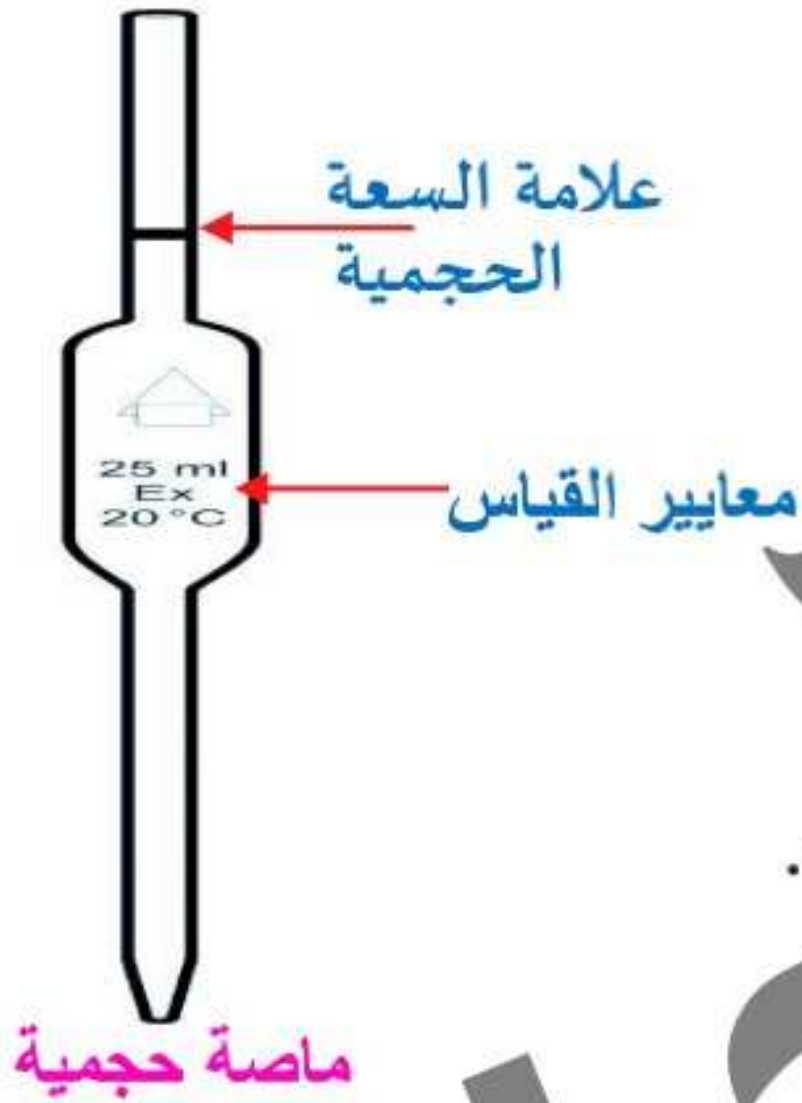
٢ يوجد بالقرب من طرفها العلوي علامة تحدد مقدار السعة الحجمية .

٣ مدون علي العلامة نسبة الخطأ في القياس

## استخدامها :

١ تستخدم في قياس ونقل حجم معين من المحلول

## الأنواع :-



ماصة حجمية



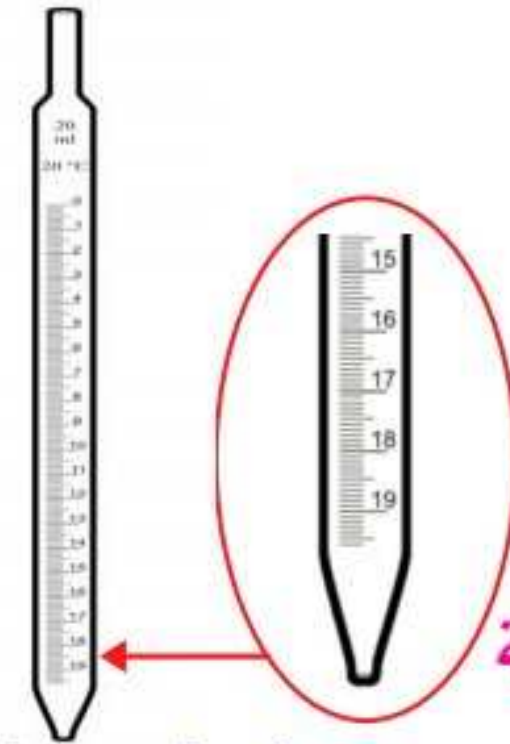
٣ ماصة ذات أداة شفط

الأكثر استخداماً مع المواد الخطيرة



٢ ماصة ذات إنتفاخين

الأكثر استخداماً في المعامل



١ ماصة مُدرجة

مناسبة لقياس حجم معين من محلول

### عند استخدامها ، اتبع الآتي :-

- ١ عدم تسخين الماصة عن طريق مسكها باليد لفترة طويلة أو تقريبها من مصدر حراري .
- ٢ في حالة المواد الخطرة ، ضع الماصة داخل الإناء في وضع رأسي وسوف يرتفع السائل داخل الماصة لنفس ارتفاع السائل داخل الإناء أو استخدم الماصة ذات أداة شفط .
- ٣ استخدم السبابة لغلاق الفتحة العلوية عند نقل السائل .
- ٤ إعطاء الوقت الكافي للسائل للخروج من الماصة .
- ٥ تجنب هز الماصة أو النفخ فيها لإجبار السائل علي الخروج .
- ٦ تجنب فقدان جزء من السائل أثناء نقله بالماصة .

### أدوات قياس الأس الهيدروجيني pH

#### وصفها :

- ١ الرقم الهيدروجيني pH هو أسلوب يستخدم للتعبير عن تركيز أيونات الهيدروجين الموجبة  $H^+$  في المحلول ، لتحديد نوعه ( حامضي - قاعدي - متعادل ) .
- ٢ يُعبر عن الرقم الهيدروجيني pH بأرقام تتراوح بين 0 : 14 .
- ٣ قياس الأس الهيدروجيني له درجة كبيرة من الأهمية في التفاعلات الكيميائية و البيوكيميائية .. علل ؟ لأنه يحدد مدي حامضية أو قاعدية أو تعادل المحاليل المستخدمة في هذه التفاعلات .



أشرطة pH

#### يتم قياس قيمة pH للمحاليل المختلفة ، باستخدام :

- ١ شريط pH الورقي : عن طريق غمس طرف الشريط في المحلول فيتغير لونه ويتم تحديد مدي قيمة pH للمحلول من خلال تدرج يتراوح ما بين ( 0 : 14 ) تبعاً لدرجة اللون

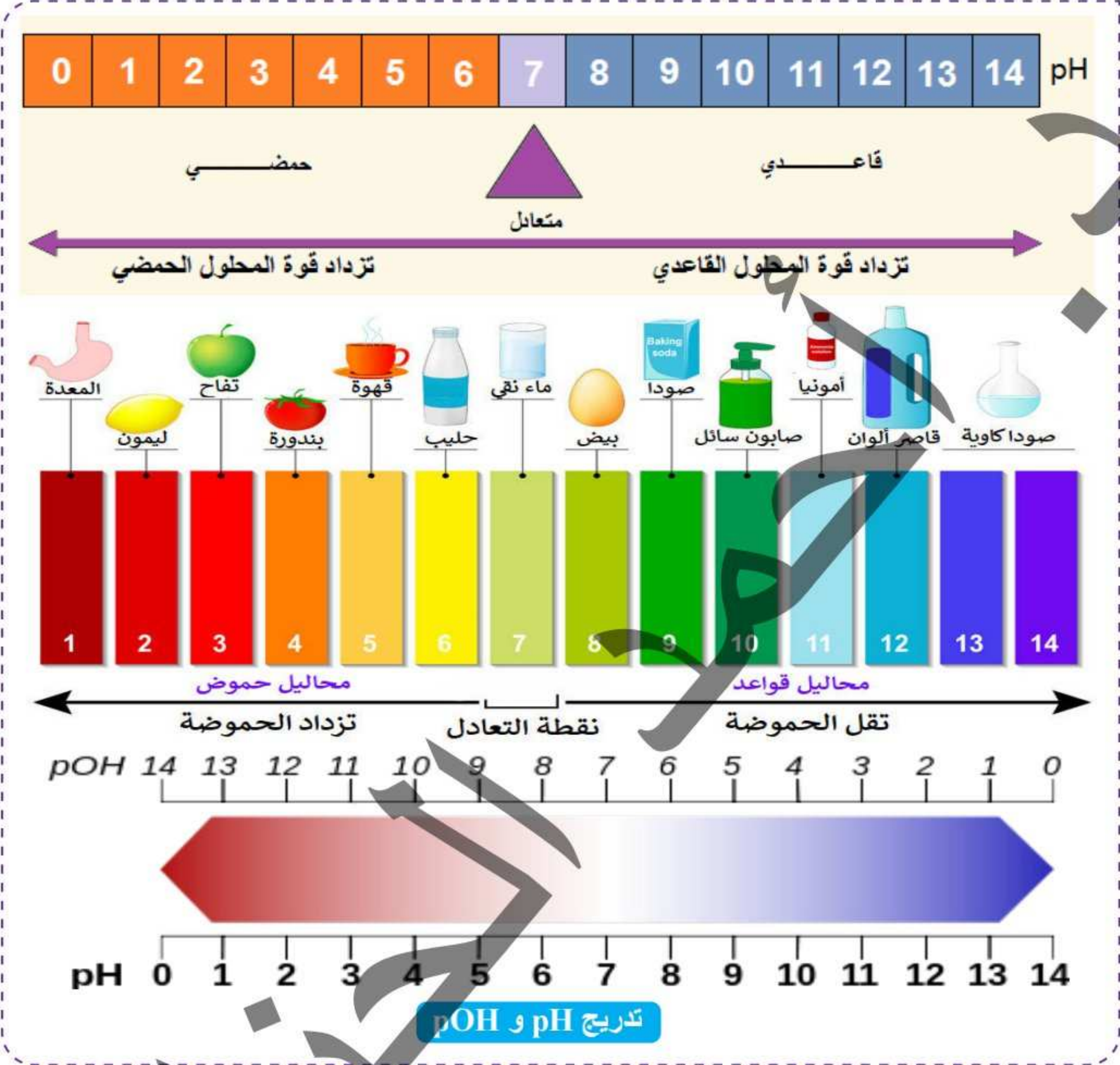


جهاز pH

- ٢ جهاز pH الرقمي : عن طريق غمس القطب الموصل بالجهاز ( الحساس ) في المحلول فتظهر قيمة pH للمحلول مباشرة علي الشاشة الرقمية للجهاز .

علل : جهاز pH الرقمي أكثر دقة من شريط pH الورقي في تحديد قيمة pH للمحلول؟

لأنه يحدد قيمة pH للمحلول مباشرة بدلالة الرقم الذي يظهر علي شاشته الرقمية.



## 2 تدريب

- 1 ما هي الأداة التي تستخدم لتعيين 21.5mL من السائل بدقة من الأدوات الآتية ؟ .....  
 أ كأس زجاجي . ب دورق عياري . ج سحاحة . د مخبر مدرج .
- 2 أيًا من الأزواج التالية من أدوات القياس بالمعمل تستخدم لتعيين كثافة سائل ؟ .....  
 أ مخبر مدرج وماصة . ب دورق عياري وسحاحة . ج مخبر مدرج وميزان حساس . د دورق مستدير وسحاحة .
- 3 يمكن قياس ونقل حجم معين من حمض الكبريتك المركز باستخدام .....  
 أ المخبر المدرج . ب السحاحة . ج ماصة بأداة شفط . د كأس زجاجي .

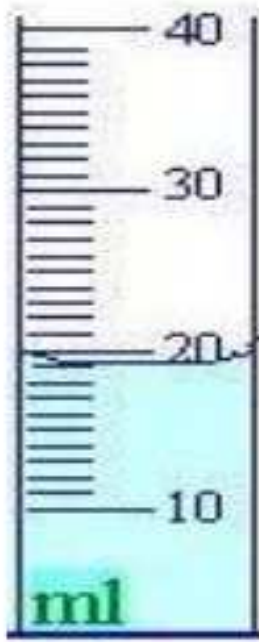
٤) أياً مما يأتي يُعبر عن القياس الكمي ؟ .....

- أ) قضيب الألمونيوم أطول من قضيب النحاس .  
 ب) لون محلول كبريتات النحاس II أزرق .  
 ج) درجة حرارة المحلول الثاني 60 °C .  
 د) المحلول الأول تركيزه أكبر من المحلول الثاني .

٥) أربعة محاليل ( A , B , C , D ) الرقم الهيدروجيني pH لها علي الترتيب ( 13 , 12 , 1 , 0 )

الرقم الهيدروجيني	الرقم الهيدروجيني	الرقم الهيدروجيني	الرقم الهيدروجيني	الأختيارات
13	12	1	0	
أكبر قاعدية	أقل قاعدية	أكبر حامضية	أقل حامضية	أ
أكبر قاعدية	أقل قاعدية	أقل حامضية	أكبر حامضية	ب
أقل قاعدية	أكبر قاعدية	أقل حامضية	أكبر حامضية	ج
أقل قاعدية	أكبر قاعدية	أكبر حامضية	أقل حامضية	د

٦) في الشكل المقابل جزء من أداة زجاجية فإن كتلة السائل المنقول = ..... جم



( بفرض كثافته 0.066 g/ml )

- أ) 12.67  
 ب) 0.033  
 ج) 13.33  
 د) 30

٧) أكبر تركيز لأيون الهيدروجين H<sup>+</sup> يوجد في .....

- أ) الدم pH له 7.4  
 ب) القهوة pH لها 5  
 ج) اللبن pH له 6  
 د) الشاي pH له 5.5

٨) أي الأدوات التالية أدق في قياس حجم سائل ؟ .....

- أ) الكأس الزجاجي .  
 ب) السحاحة .  
 ج) الدورق المخروطي .  
 د) الدورق المستدير .

٩) يُنصح الأطباء بعدم شرب الشاي مباشرة بعد الواجبات الغذائية ؛ لأن الشاي يعمل علي .....

- أ) وقف عمل حمض المعدة .  
 ب) ترسيب الحديد .  
 ج) سهولة امتصاص الحديد .  
 د) ترسيب الصوديوم .

١٠) « إذا أراد طالب تعيين الحجم المستخدم من حمض HCl تركيزه 0.1M لمعايرة 30mL من محلول NaOH مجهول التركيز حتي نصل لنقطة التعادل » - ما الأداة الأدق التي يجب أن يستخدمها الطالب ؟

- أ) الماصة .  
 ب) السحاحة .  
 ج) الدورق المُستدير .  
 د) الدورق العياري .

ثانياً - ما الأداة التي يجب أن يستخدمها الطالب في وضع الدليل في الدورق المخروطي ؟ .....

أ الماصة .

ب الدورق المُستدير .

ج الكأس الزجاجي .

د الدورق العياري .

ثالثاً - ما الأدوات التي يمكن استخدامها لإتمام هذه العملية ؟ .....

أ ماصة / مخبر مدرج / كأس زجاجي .

ب ماصة / كأس زجاجي / دورق مخروطي .

ج دورق مخروطي / سحاحة / ماصة .

د ميزان رقمي / سحاحة / كأس زجاجي .

### ملاحظات على الفصل الأول

١ إذا أعطاك شكل من الأشكال أو قطاع من جسم كائن حي .. وطلب منك نوع التكامل بين

الكيمياء وبين العلم الآخر الذي يمثله الشكل أو القطاع ، فإذا كان :

١ الشكل يحتوي علي تركيب خلأيا !!

كان علم الكيمياء الحيوية ( كيمياء + بيولوجي ) .

٢ الشكل يحتوي علي غازات داخل أنابيب !!

كان علم الكيمياء الفيزيائية ( كيمياء + فيزياء ) .

٣ الشكل يحتوي علي أعضاء من جسم الإنسان !!

كان علم الكيمياء والطب .

٤ الشكل يحتوي علي أعضاء من جسم الإنسان وبه خلل ويريد علاج !!

كان علم الكيمياء والطب والصيدلة .

٥ الشكل يحتوي علي هرمونات أو إنزيمات داخل جسم الكائن الحي !!

كان علم الكيمياء والطب والصيدلة

٦ الشكل يحتوي علي أعضاء من جسم الإنسان وسريان الغازات داخل الجسم وموضع علي الشكل اتجاه

الجابذية !! كان علم الكيمياء والطب والفيزياء .

٧ الشكل يحتوي علي معلومات خاصة بالأراضي الزراعية أو المبيدات الحشرية !!

كان علم الكيمياء والزراعة أو علم الكيمياء التحليلية .

٨ الشكل يحتوي علي أي تطبيق من تطبيقات النانو سواء في الهندسة أو الإتصالات أو البيئة !!

كان علم الكيمياء وعلوم المستقبل .

ب لاحظ الفرق بين العلوم :

١ إذا أعطاك جدول من جداول القياس مثل : تحاليل أحد الأشخاص ، مكونات بعض زجاجات المياه ، مكونات علب الحليب :-

قارن بين قيمة التحليل المُعطاة لذلك الشخص والقيمة المرجعية ، ثم استنتج من خلال ذلك هل الشخص طبيعي أم لا ..

٢ إذا أعطاك نظام غذائي مكون من عدد من الأطعمة ويريد عدد الوحدات السعرية الكلية للوجبة :-

عدد السعرات الكلية = ( كمية الطعام الأول x عدد سعراته ) + ( كمية الطعام الثاني x عدد سعراته ) + ( كمية الطعام الثالث x عدد سعراته ) + .. وهكذا .

٣ إذا أعطاك مخلوط مكون من عدة عناصر ، مثلاً : 20 جرام صوديوم + 50 جرام بوتاسيوم + 30 جرام ماغنسيوم وطلب كتلة الصوديوم في 400 جرام من هذا المخلوط :

كتلة الصوديوم ← 20g  
 كتلة المخلوط ← 400g

$$g ( 30 + 50 + 20 ) = 400g$$

$$20g \times X = 400g$$

$$80g = \frac{20 \times 400}{100} = X \diamond$$

٤ ل قياس كثافة سائل ما :-

نستخدم الميزان الحساس لقياس كتلة السائل ، نستخدم المخبر المدرج لقياس حجم السائل .

$$\frac{\text{كتلة}}{\text{حجم}} = \text{الكثافة ( g/cm}^3 \text{)}$$

٥ المخبر المدرج والحجم :-

لابد من أن تكون العين في وضع أفقي مع أقل نقطة في سطح السائل (السطح المقعر) عند قراءة حجم السائل.

عند مقارنتك بين حجم سائل في أكثر من مخبر مدرج ؛ فإن حجم السائل = مساحة قاعدة الإناء الارتفاع .

المخبر المدرج يستخدم لتعيين حجم جسم صلب ( غير منتظم ) لا يذوب في الماء ، فعند إلقاء عدة كرات في مخبر مدرج ؛ فإن حجم الكرات المُلقاة = حجم الماء المُرتفع (  $V_{diff.} = V_2 - V_1$  ) .

عند نقل كرة من مخبر مدرج صغير إلي مخبر مدرج كبير ؛ فإن حجم الماء يزداد بنفس المقدار ، ولكن الارتفاع يعتمد علي مساحة الإناء .

يمكن جمع الغازات الناتجة من التفاعلات الكيميائية بواسطة المخبر المدرج .

٦ السحاحة والمعايرة :-

لقياس حجم حمض أو قلوي في عملية المعايرة نستخدم السحاحة .

لابد من أن يكون سطح السائل عند صفر التدريج .

عند إجراء تجربة المعايرة لابد من توافر: ماصة - سحاحة - ورق مخروطي - جهاز pH الرقمي .  
**٧ الماصة :-**

المزودة بأداة شفط ؛ لنقل السوائل شديدة الخطورة .

ذات الإنتفاخين ؛ لتببطء حركة السوائل المندفعة .

الماصة هي الأكثر دقة في قياس حجوم السوائل ثم المخبار المدرج ثم الدوارق والكؤوس .

**٨ سرعة التفاعل :-**

نستخدم ساعة إيقاف لحساب الوقت ،

نستخدم ميزان حساس لقياس الكتلة ،

نستخدم ترمومتر لقياس درجة الحرارة .

**٩ إذا أعطاك مكعب كبير مُمتلئ بسائل وطلب عدد المكعبات الصغيرة التي تكفي للإمتلاء بنفس حجم**

**السائل :-**

فإن عدد المكعبات الصغيرة = حجم المكعب الكبير ÷ حجم المكعب الصغير

**١٠ الأس الهيدروجيني pH والهيدروكسيلي pOH :-**

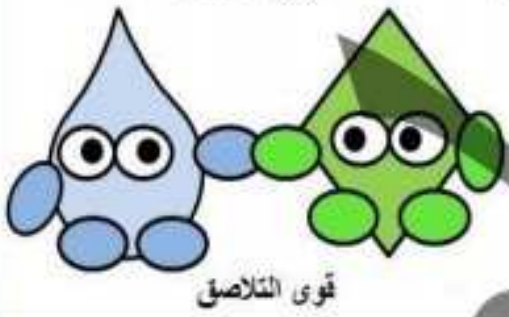
pH يتناسب طردياً مع تركيز أيون الهيدروكسيد  $[OH^-]$  ، وعكسياً مع pOH وتركيز أيون الهيدروجين  $[H^+]$  ، أي كلما زاد الأس الهيدروجيني ؛ زاد تركيز أيون الهيدروكسيد (زادت القاعدية) وقلّ الأس الهيدروكسيلي وقلّ تركيز أيون الهيدروجين (قلت الحموضة) ، والعكس صحيح .

pOH يتناسب طردياً مع تركيز أيون الهيدروجين  $[H^+]$  ، وعكسياً مع pH وتركيز أيون الهيدروكسيد  $[OH^-]$  ، أي كلما زاد الأس الهيدروكسيلي ؛ زاد تركيز أيون الهيدروجين (زادت الحموضة) وقلّ الأس الهيدروجيني وقلّ تركيز أيون الهيدروكسيد (قلت القاعدية) ، والعكس صحيح .

**١١ الفرق بين التلاصق والتماسك :-**



قوى التماسك



قوى التلاصق

**التماسك:** عبارة عن ترابط الجسيمات المتماثلة ببعضها البعض ، مثل: ارتباط جسيمات

السائل بجسيمات السائل الآخر المجاور به في نفس الإناء .

**التلاصق:** عبارة عن ترابط الجسيمات المختلفة ببعضها البعض ،

مثل ارتباط جسيمات السائل بجدار الإناء الموضوع فيه .

**- تلاصق وتماسك سائلين مختلفين :**

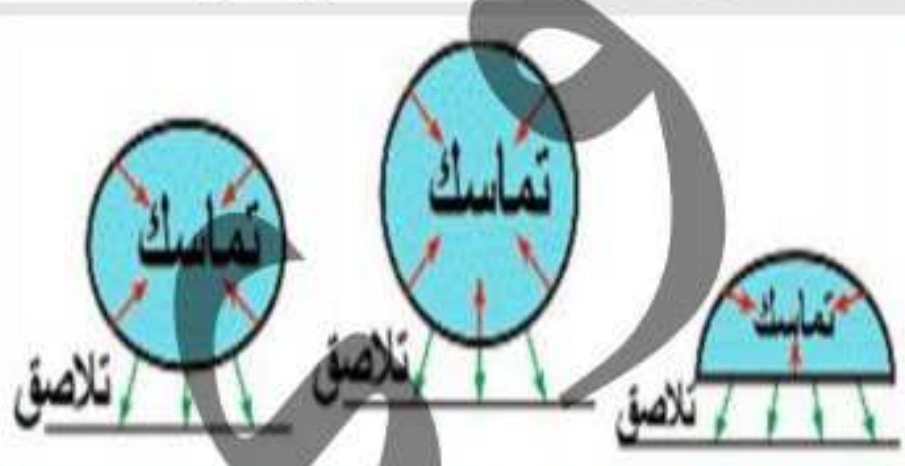
**سائل الماء:** قوي التلاصق بين سائل الماء وجدار الإناء الموضوع به أكبر

من قوي التماسك بين جزيئات السائل نفسه ؛ لذا فسطح الماء مُقعّر .

**سائل الزئبق:** قوي التماسك بين جزيئات السائل نفسه أكبر من

قوي التلاصق بين سائل الزئبق وجدار الإناء الموضوع به ؛ لذا

فسطح الزئبق مُحدّب .



السطح المقعر للماء السطح المحدب للزئبق



زئبق

ماء



استنتج هنا أفكارك

الحنوي ف الكيمياء

# الفصل الثاني

## النانوتكنولوجي والكيمياء

### محتويات الفصل

1 الدرس النانو والكيمياء

2 الدرس التطبيقات النانوتكنولوجية



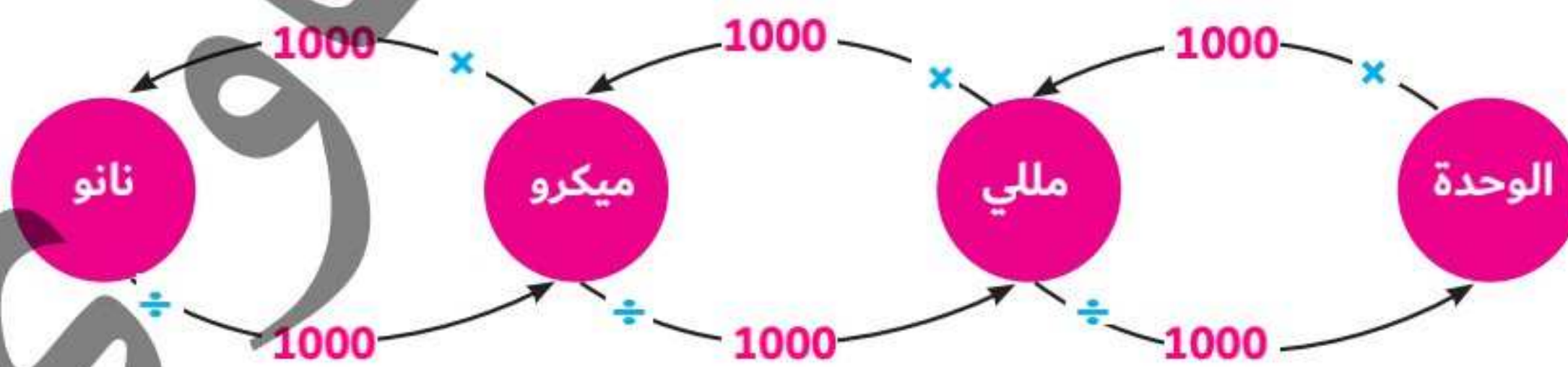
## النانو والكيمياء

### 1 البادئات

- ◀ عبارة عن مقاطع تسبق وحدات القياس قد تكون مضاعفات أو أجزاء من وحدة القياس .
- ◀ مضاعفات : بادئات تسبق وحدة القياس ويُعبر عنها بالأُس العشري  $10^n$  (  $10^6 = 1000\ 000\ 000$  ) .

الأُس العشري	الكمية	مقدار ما تعادله	الرمز	البادئة	
$10^9$	1000 000 000	مليار وحدة	G	Gega	جيجا
$10^6$	1000 000	مليون وحدة	M	Mega	ميغا
$10^3$	1000	ألف وحدة	K	Kilo	كيلو
$10^{-1}$	0.1	جزء من عشر أجزاء من الوحدة	d	deci	ديسي
$10^{-2}$	0.01	جزء من مائة جزء من الوحدة	c	centi	سنتي
$10^{-3}$	0.001	جزء من ألف جزء من الوحدة	m	milli	ملي
$10^{-6}$	0.000 001	جزء من مليون جزء من الوحدة	$\mu$	micro	ميكرو
$10^{-9}$	0.000 000 001	جزء من مليار جزء من الوحدة	n	nano	نانو
$10^{-12}$	0.000 000 000 001	جزء من بليون جزء من الوحدة	p	pico	بيكو
$10^{-15}$	0.000 000 000 000 001	جزء من بليار جزء من الوحدة	f	femto	فيمتو

- ◀ أجزاء : بادئات تسبق وحدة القياس ويُعبر عنها بالأُس العشري  $10^{-n}$  (  $10^{-6} = 0.000\ 001$  ) .
- ◀ الترتيب التصاعدي للبادئات : ( من الأقل تأثيراً وتركيزاً إلى الأكبر عند ثبوت الحجم ) :-  
(الأقل) فيمتو > بيكو > نانو > ميكرو > ملي > سنتي > دي سي > كيلو > مي جا > جي جا (الأكبر) .



### تحويلات العلاقة بين الوحدات والبادئات

- ◀ المليار (  $10^9$  ) أكبر من المليون (  $10^6$  ) ، ولكن الجزء من مليون (  $10^{-6}$  ) أكبر من الجزء من مليار (  $10^{-9}$  ) .
- ◀ التلوث البيئي يُقدر بوحدة جزء من مليون جزء من الوحدة .

« أيهما أكثر ضرراً: أن يكون تركيز مادة الرصاص السامة في مياه الشرب جزء من مليون من الوحدة أم جزء من مليار من الوحدة؟! »

« الأكثر ضرراً أن يكون تركيز مادة الرصاص في المياه جزء من مليون (  $10^{-6}$  ) لأن هذا المقدار أكبر من جزء من مليار جزء من الوحدة (  $10^{-9}$  ) .

« التحويلات: » للتحويل من الأكبر للأصغر نضرب في  $10^n$  ، بينما للتحويل من الأصغر للأكبر نضرب في  $10^{-n}$  . « باعتبار أن الوحدة هي المتر » .

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ميكرو متر = <math>10^{-6} m</math> ، المتر = <math>10^6 \mu m</math></li> <li>• <math>10^{-3} mm</math> = المللي متر ، <math>10^3 \mu m</math></li> <li>• <math>10^{-2} cm</math> = السنطي متر ، <math>10^2 \mu m</math></li> <li>• <math>10^3 nm</math> = النانومتر ، <math>10^{-3} \mu m</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مللي متر = <math>10^{-3} m</math> ، المتر = <math>10^3 mm</math></li> <li>• <math>10^{-1} cm</math> = السنطي متر ، <math>10 mm</math></li> <li>• <math>10^3 \mu m</math> = الميكرومتر ، <math>10^{-3} mm</math></li> <li>• <math>10^6 nm</math> = النانومتر ، <math>10^{-6} mm</math></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• نانومتر = <math>10^{-9} m</math> ، المتر = <math>10^9 mm</math></li> <li>• <math>10^{-7} cm</math> = السنطي متر ، <math>10^7 mm</math></li> <li>• <math>10^{-6} mm</math> = المللي متر ، <math>10^6 mm</math></li> <li>• <math>10^{-3} \mu m</math> = الميكرومتر ، <math>10^3 \mu m</math></li> </ul>

## أمثله

« احسب مقدار كل من :

mm ..... = 1.445 m (٢)

$\mu g$  ..... = 497.3 mg (٤)

m ..... = 2.41 cm (٦)

$\mu m$  ..... = 903.3 nm (٨)

nmol ..... = 9 mol (١٠)

$\mu g$  ..... = 3g (١٢)

ns..... = 0.03 s (١)

m ..... = 2.41 cm (٣)

cm ..... = 294.5 nm (٥)

nm ..... = 10 mm (٧)

m ..... = 8.43 cm (٩)

m ..... = 5 mm (١١)

$m\mu$  ..... = 6 nm (١٣)

## 2 مقياس النانو

1 مقياس : عبارة عن معيار أو مقدار لتحديد مدي الشيء .

2 النانو : عبارة عن بادئة تسبق وحدات القياس وهي تساوي جزء من مليار جزء من الوحدة

مثل : النانومتر (nm) ، النانوجرام (ng) ، النانوثانية (ns) ، النانومول (nmol) ، النانوجول (nJ) ، النانولتر (nL) ..

1 مقياس النانو : هو مقياس الجسيمات متناهية الصغر ( الأصغر من الخلية والأكبر من الذرة ) (  $10^{-9} \text{ m} : 10^{-7} \text{ m}$  ) ، تُظهر هذه الجسيمات ( المواد ) خواصاً فريدة وفائقة عليه ، هذه الخواص تختلف عن خواصها علي مقياس الماكرو أو مقياس الميكرو ، مثل : « الفيروسات ، الميتوكوندريا ، عرض DNA ، أنابيب الكربون ، كرات البوكي ، الأسلاك النانوية ، الألياف النانوية ... » ولذا يُعتبر النانو وحدة قياس فريدة .

2 مقياس الماكرو : مقياس الأجسام التي تُرى بالعين المجردة (  $10^{-3} \text{ m} : 1 \text{ m}$  ) ،

مثل : « الإنسان ، كتاب المؤسس في الكيمياء ، دبوس ، حشرة ... » .

3 مقياس الميكرو : مقياس الأجسام التي تُرى بالميكروسكوب (  $10^{-6} \text{ m} : 10^{-4} \text{ m}$  ) ، مثل : شعرة رأس ، خلية دم ، بكتيريا ... » .

النانومتر : وحدة قياس أبعاد ( أقطار ) الجسيمات متناهية الصغر والتي تتراوح أقطارها ما بين 1 : 100 nm



### أمثلة علي وحدة النانومتر :

قطر الذرة الواحدة	قطر جزئ ماء	قطر حبة رمل
يتراوح ما بين 0.1 : 0.3 nm	حوالي 0.3 nm تقريباً $= 0.3 \times 10^{-6} \text{ mm}$	حوالي $10^6 \text{ nm} = 1 \text{ mm}$

1 الحجم النانوي الحرج : هو الحجم الذي تظهر فيه الخواص الفريدة والفائقة للمادة ، والذي تكون أبعاد

دقائمه أقل من 100 nm



- ٢) **الخواص المعتمدة علي الحجم** : عبارة عن خواص المادة التي تتغير باختلاف الحجم النانوي لها ، مثل :
- ٣) **الخواص الكيميائية** :- مثل : سرعة التفاعل الكيميائي « حيث يُصبح عدد ذرات سطح المادة المُعرض للتفاعل كبير جداً عن حجمها وهي في حجم الماكرو أو الميكرو » .
- « سرعة احتراق نشارة خشب سرعة احتراق قطع متوسطة من الخشب سرعة احتراق قطع كبيرة من الخشب »
- « سرعة ذوبان مكعب من السكر في الماء سرعة ذوبان مسحوق هذا المكعب في نفس كمية الماء ودرجة الحرارة » « أي زادت مساحة السطح زادت سرعة التفاعل » .
- ٤) **الخواص الفيزيائية** :- مثل : اللون والشفافية ودرجة الإنصهار و درجة الغليان والتوصيل الحراري والكهربي « التوصيل الكهربي لأنابيب الكربون < التوصيل الكهربي لسلك نحاس » .
- ٥) **الخواص الميكانيكية** :- مثل الصلابة والمرونة . « صلابة النحاس النانوي < صلابة سلك نحاسي » .



### تطبيقات علي الخواص المعتمدة علي الحجم :-

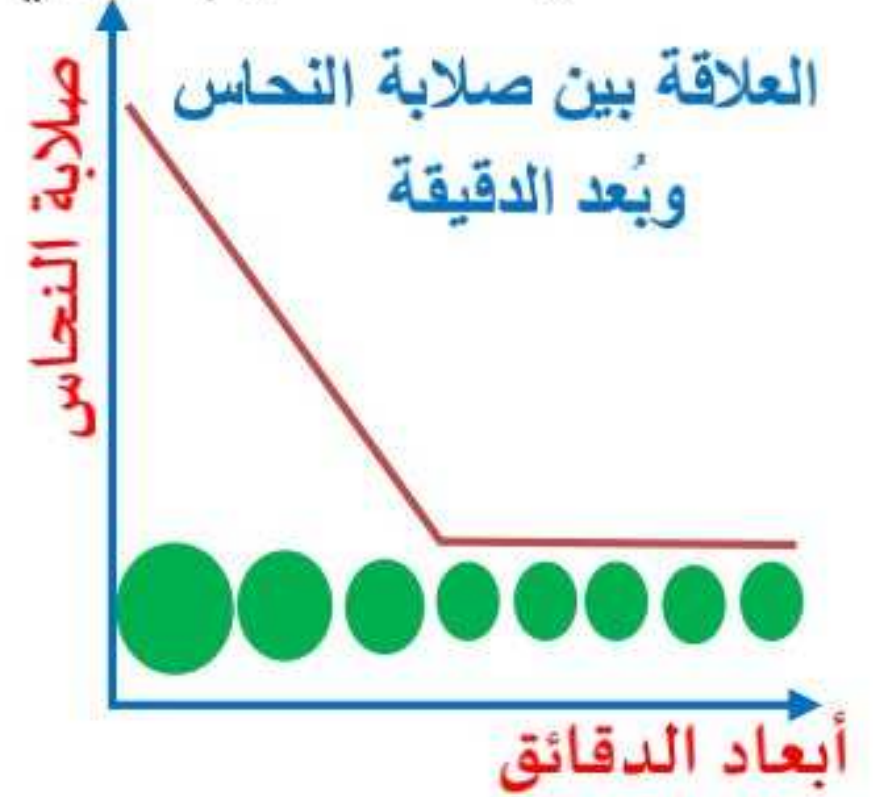
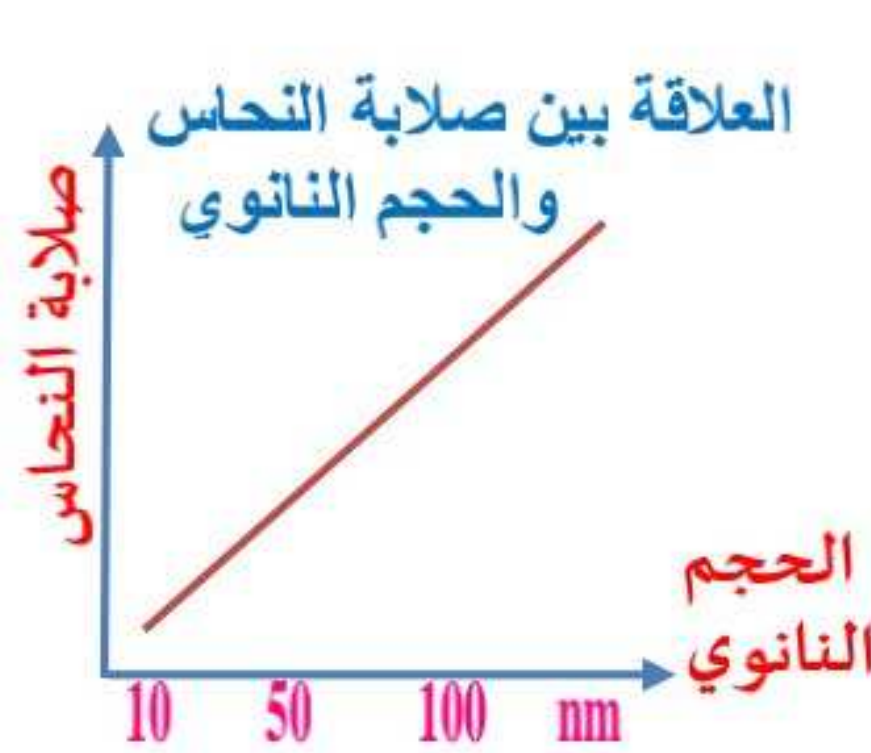


- ١) **تغير لون الذهب تبعاً لتغير الحجم النانوي له ( خاصية فيزيائية ) :**
- « من المعروف بأن لون الذهب أصفر اللون ذو بريق معدني ؛ ولكن عند تقلص حجم دقائقه من مقياس الماكرو إلي مقياس النانو ، يتغير لونه ويأخذ ألوان مختلفة ( أحمر / برتقالي / أخضر / أزرق ) حسب الحجم النانوي ... علل؟ وذلك لأن تفاعل الضوء المرئي مع دقائق الذهب النانوية يختلف عن تفاعله معها وهي علي مقياس الماكرو .

- ٢) **تغير صلابة النحاس تبعاً لتغير الحجم النانوي لدقائقه ( خاصية ميكانيكية ) :**
- « عندما يتقلص حجم دقائق النحاس لتصبح في الحجم النانوي ؛ فإن صلابته تزداد ، حيث أن صلابة النحاس تختلف باختلاف الحجم النانوي لدقائقه .



نانو النحاس



- « العلاقة بين صلابة النحاس و قطر الدقائق علاقة عكسية ، بينما العلاقة بين صلابة النحاس والحجم النانوي علاقة طردية .



تفسير الخواص الفريدة ( الفائقة ) للمواد النانوية :-

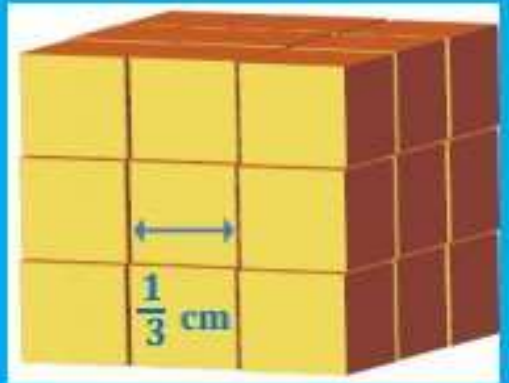
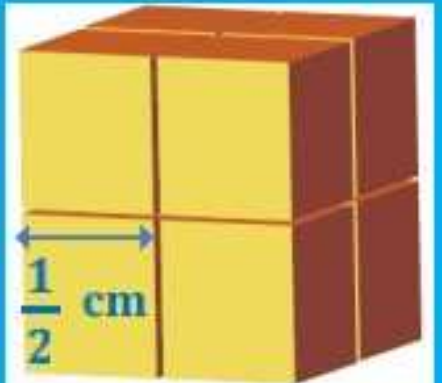
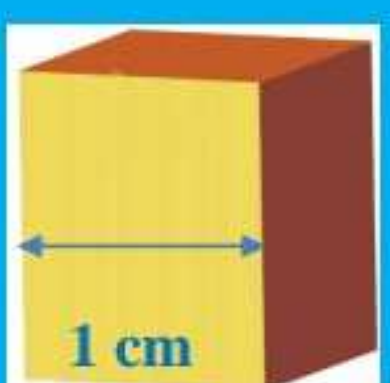
ترجع تلك الخواص الفريدة التي تُظهرها المواد النانوية ؛ إلى النسبة ( العلاقة ) بين مساحة سطح المواد وحجمها.



**تطبيق : العلاقة بين مساحة سطح مكعب وحجمه :**

عند تقسيم مكعب طول ضلعه 1cm إلى عدة مكعبات ؛ فإن مساحة سطحه تزداد مع ثبوت حجمه الكلي ، كما

هو موضح بالجدول :

تقسيم المكعب الي ٢٧ مكعبات	تقسيم المكعب الي ٨ مكعبات	مكعب واحد	الرسم التوضيحي
			
27	8	1	عدد المكعبات
$\frac{1}{3} \text{ cm}$	$\frac{1}{2} \text{ cm}$	1 cm	طول ضلع المكعب الواحد
$27 \times 6 \times (\frac{1}{3})^2$ $18 \text{ cm}^2 =$	$8 \times 6 \times (\frac{1}{2})^2$ $12 \text{ cm}^2 =$	$1 \times 6 \times (1)^2$ $6 \text{ cm}^2 =$	مساحة الأسطح الكلية للمكعبات ( طول الضلع ) <sup>2</sup> × عدد أوجه المكعب الواحد × عدد المكعبات
$1 \text{ cm}^3 = 27 \times (\frac{1}{3})^3$	$1 \text{ cm}^3 = 8 \times (\frac{1}{2})^3$	$1 \text{ cm}^3 = 1 \times (1)^3$	الحجم الكلي = ( طول الضلع ) <sup>3</sup> × عدد المكعبات
$18 = (\frac{18}{1})$	$12 = (\frac{12}{1})$	$6 = (\frac{6}{1})$	النسبة بين المساحة والحجم =



**استنتاجات**

نستنتج أنه كلما زاد تقسيم المادة ( تقلص حجمها ) تزداد النسبة بين مساحتها الكلية إلى حجمها الكلي ' وعندما تصبح المادة في الحجم النانوي ، تكون النسبة بين مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة جداً للغاية ، مما يكسبها خواصاً فريدة وجديدة .

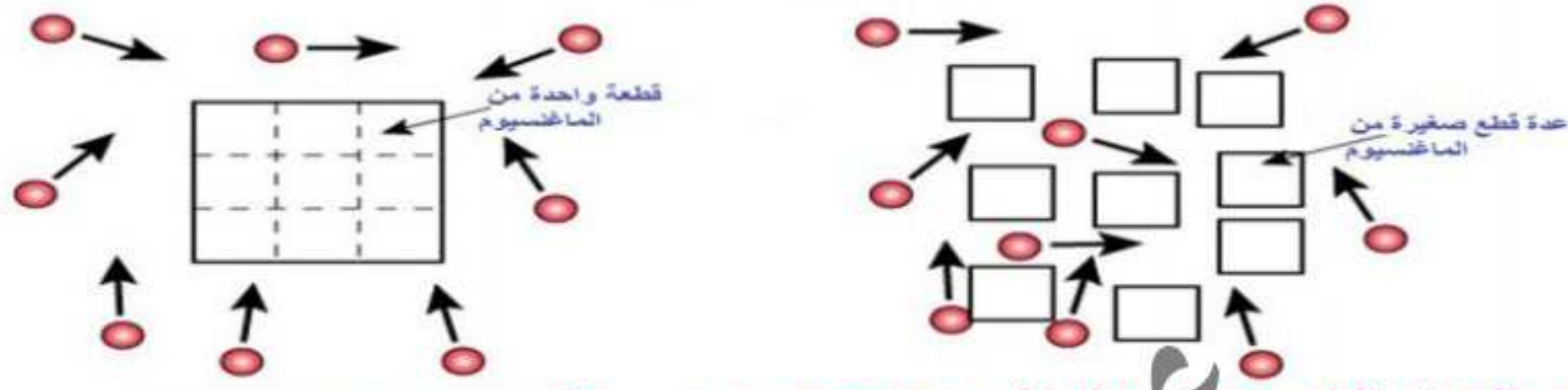
**عال** سرعة ذوبان مكعب من السكر في الماء أقل من سرعة ذوبان مسحوق هذا المكعب في نفس كمية

الماء ودرجة الحرارة ... ؟

**ع** لان النسبة الكبيرة بين مساحة سطح المسحوق إلى حجمه تزيد من سرعة ذوبانه حيث يكون عدد الجزيئات المعرضة للذوبان كبير جداً علي عكس المكعب .



## أثر زيادة مساحة السطح علي معدل تفاعل الماغنسيوم



استخدام المواد النانوية في تطبيقات جديدة وفريدة ... ؟

لأن المواد النانوية تتميز بأن نسبة مساحة سطحها إلى حجمها كبير جداً بالمقارنة بالبعدين الماكرو والميكرو ؛ فيصبح عدد ذرات المادة المعرضة للتفاعل كثيرة جداً فتزداد سرعة تفاعلها مما يكسبها خواص كيميائية وفيزيائية وميكانيكية جديدة وفريدة لا تظهر في الحجمين الماكرو macro والميكرو micro .

سرعة احتراق قطعة طلبة من الخشب أقل من سرعة احتراق نشارة هذه القطعة من الخشب بنفس كمية الحرارة ... ؟

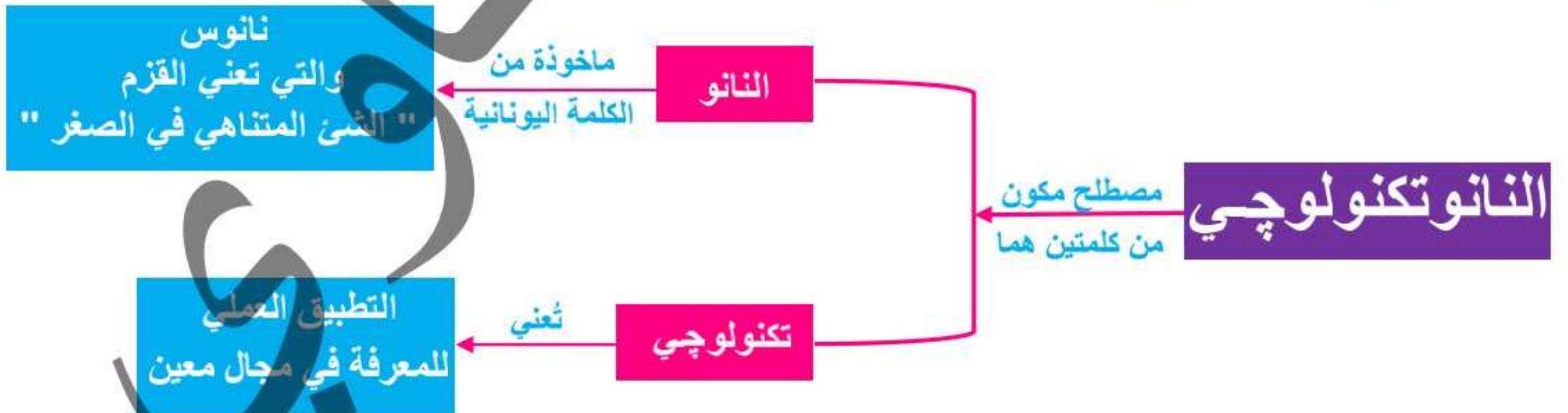
لان النسبة الكبيرة بين مساحة سطح النشارة إلى حجمها تزيد من سرعة احتراقها حيث يكون عدد الجزيئات المعرضة للإحتراق كبير جداً علي عكس القطعة الصلبة .

سرعة صدأ قطعة حديد أقل من سرعة برادة نفس القطعة في نفس درجة الحرارة ... ؟

لان النسبة الكبيرة بين مساحة سطح البرادة إلى حجمها تزيد من سرعة صدأها حيث يكون عدد الجزيئات المعرضة للصدأ والتآكل كبير جداً علي عكس القطعة .

العلاقة بين المساحة الكلية والحجم الكلي : علاقة ثابتة ، حيث تزداد المساحة مع ثبوت الحجم الكلي

مفهوم النانوتكنولوجي :-



ف النانوتكنولوجي : عبارة عن تكنولوجيا المواد متناهية الصغر ويختص بمعالجة المادة علي مقياس النانو ؛ لإنتاج مواد جديدة مفيدة وفريدة في خواصها .



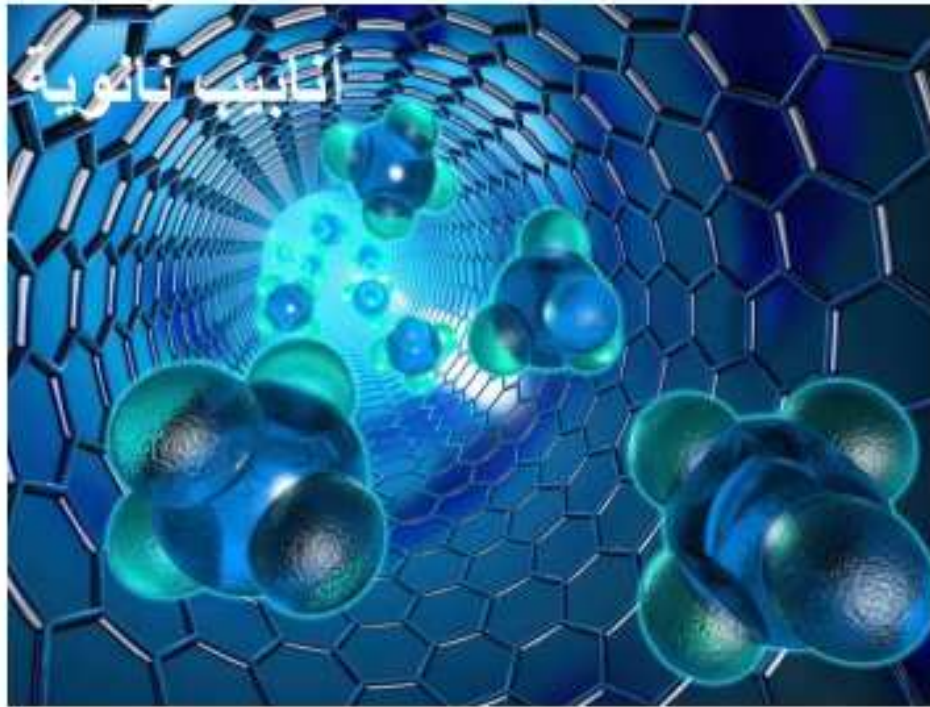
## 2 كيمياء النانو

إحدى فروع علم النانو ، التي :

- ١ تتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية .
- ٢ تتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد النانوية .
- ٣ تتعلق بالخواص الفريدة المرتبطة بتجميع الذرات والجزيئات ذات الأبعاد النانوية .

المواد النانوية لها أشكالاً عديدة ، منها :

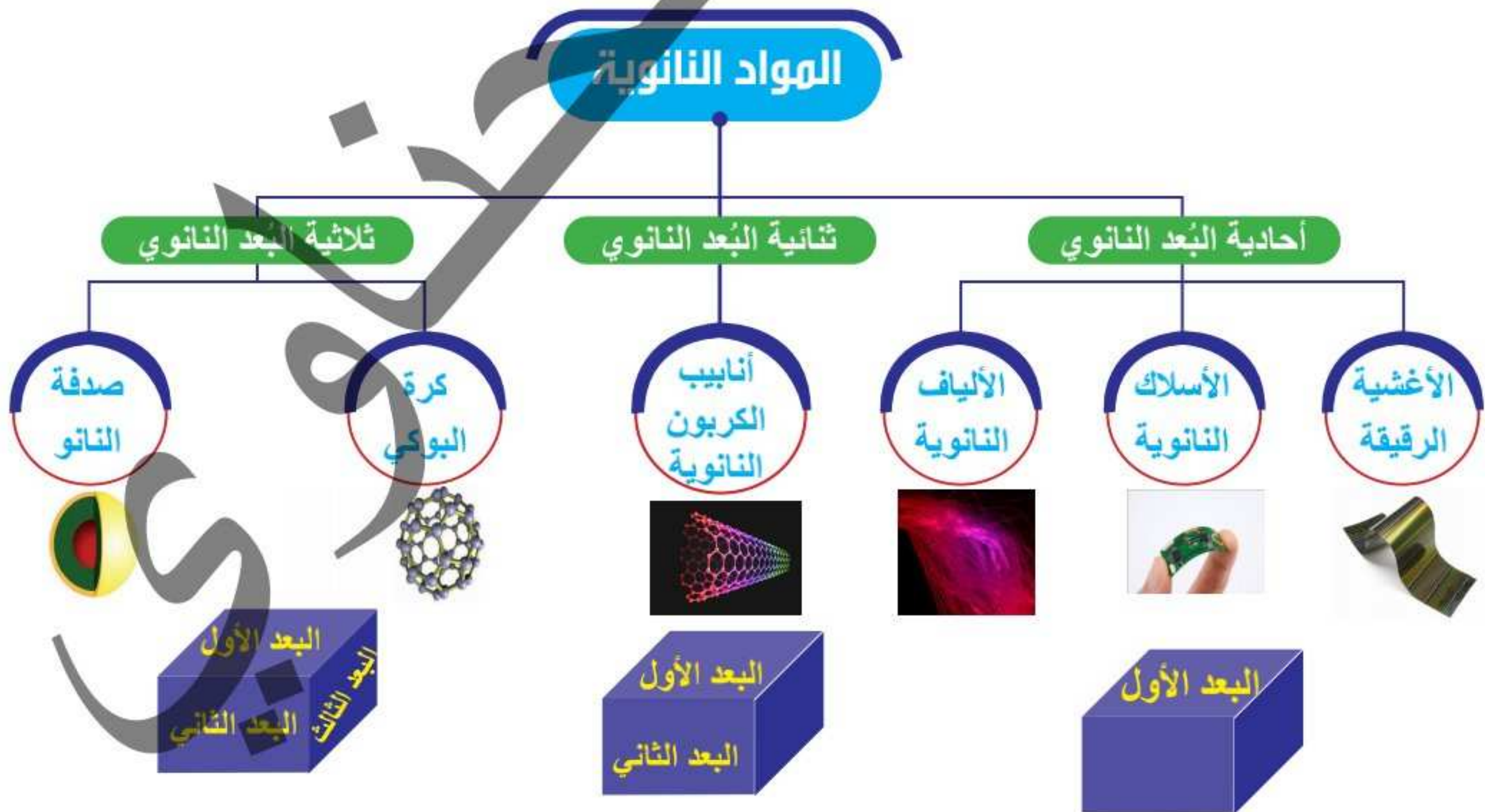
- ١ الحبيبات ( النقاط الكمية )
- ٢ الأنابيب النانوية
- ٣ الأعمدة النانوية
- ٤ الألياف النانوية
- ٥ الأسلاك النانوية
- ٦ الأغشية الرقيقة
- ٧ الكرات
- ٨ الشرائح الدقيقة



تُصنف المواد النانوية وفقاً لعدد أبعادها النانوية الثلاثة ، إلى :

- ١ مواد أحادية البعد النانوي
- ٢ مواد ثنائية الأبعاد النانوية
- ٣ مواد ثلاثية الأبعاد النانوية

لاحظ أن : أي مادة مهما صغر حجم دقائقها فإنها تمتلك ثلاثة أبعاد ( طول ، عرض ، ارتفاع ) .

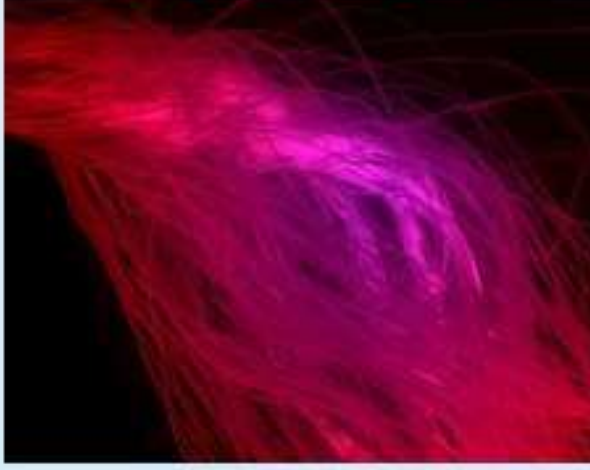


## المواد أحادية البعد النانوي

## ◀ مواد يقدر أحد أبعادها الثلاثة علي مقياس النانو .

◀ أمثلة :

## الألياف النانوية



تستخدم في :

• صناعة مرشحات الماء .

## الأسلاك النانوية



تستخدم في :

• صناعة مكونات الدوائر الإلكترونية.

## الأغشية الرقيقة



تستخدم في :

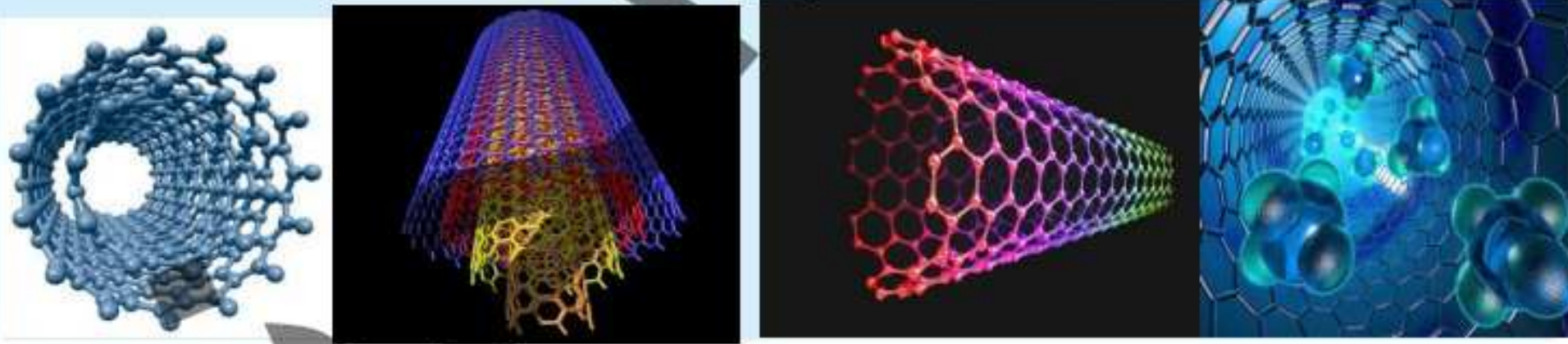
- تغليف المنتجات الغذائية ، لحمايتها من التلوث والتلف .
- طلاء الأسطح لحمايتها من الصدأ والتآكل.

## المواد ثنائية البعد النانوي

## ◀ مواد يقدر بعدين من أبعادها الثلاثة بمقياس النانو .

◀ الأمثلة :

## أنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار ، أنابيب الكربون النانوية عديدة الجدار



## ◀ الخواص المميزة لأنابيب الكربون النانوية :

① قدرتها الفائقة علي التوصيل :

- ◀ الكهربائي ( حيث توصيلها يفوق توصيل النحاس ) .
- ◀ الحراري ( حيث توصيلها يفوق توصيل الماس ) .

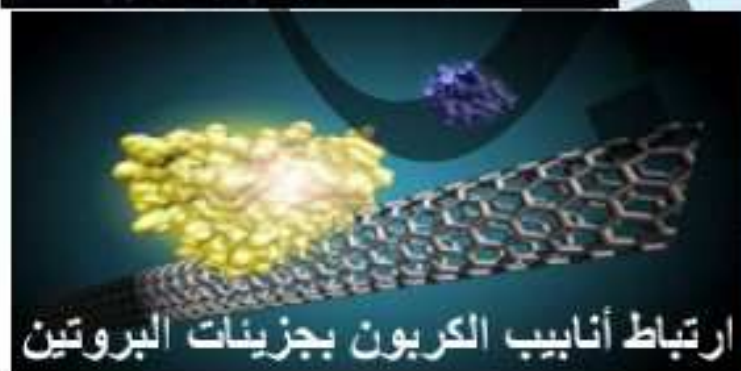
② الصلابة مع خفة الوزن ، ف حبل من أنابيب الكربون النانوية بقطر شعرة الرأس يمكنه أن يجر ( يحمل ) قاطرة ، وهذه القوة ألهمت العلماء للتفكير في عمل أحبال ذات متانة يمكن استخدامها في المستقبل في عمل مصاعد الفضاء .

③ ترتبط بسهولة بالبروتين ، لذا يمكن استخدامها في صناعة أجهزة الاستشعار البيولوجية .

④ قوي الترابط بين جزيئاتها ، لذا فإن أنابيب الكربون النانوية أقوى من الصلب .

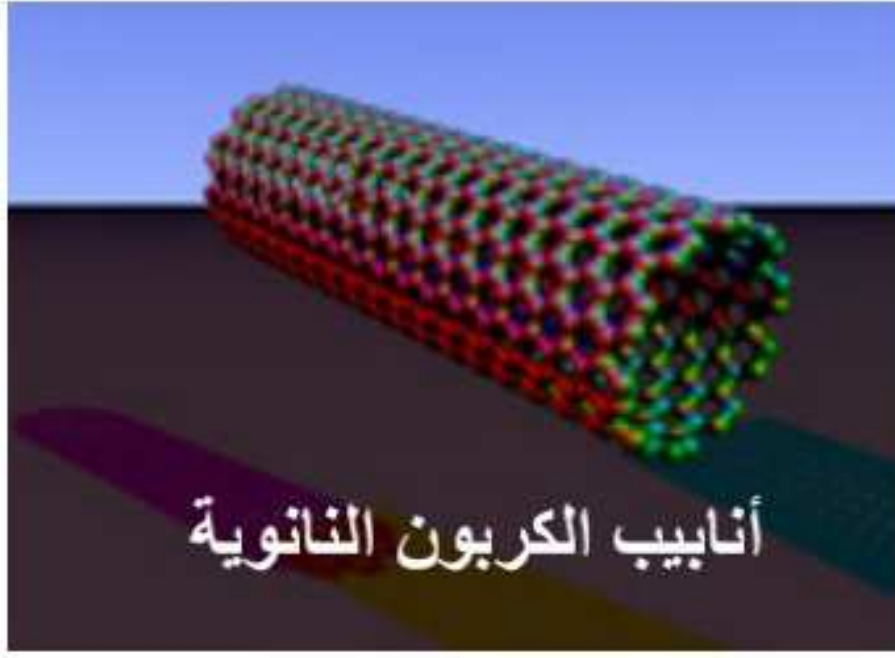


صورة تخيلية لمساعد الفضاء بأنابيب الكربون

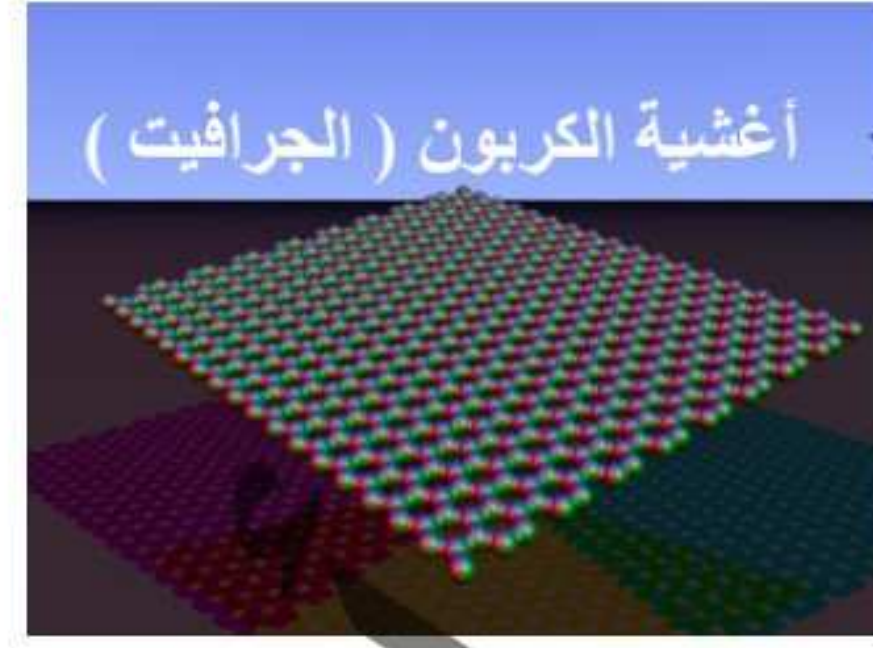


ارتباط أنابيب الكربون بجزيئات البروتين

يتم إعداد أنابيب الكربون بلف أغشية الكربون ( الجرافيت ) الرقيقة ، لاحظ :



لف



عال

١ أنابيب الكربون النانوية أقوى من الصلب ؟

بسبب قوي الترابط بين جزيئاتها .

٢ يعكف العلماء في استخدام لأنابيب الكربون في المستقبل في عمل مصاعد الفضاء ؟

لأنها أقوى من الصلب وأخف منه حيث يمكن لسلك بحجم شعرة إنسان أن يحمل قاطرة بسهولة .

٣ استخدام أنابيب الكربون كأجهزة استشعار بيولوجية ؟

لارتباطها بسهولة بالبروتين وحساسيتها تجله جزيئات معينة

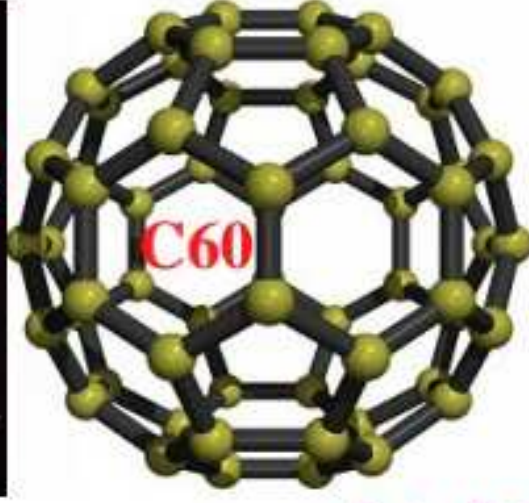
## المواد ثلاثية البعد النانوي

## مواد تُقَدَّر أبعادها الثلاثة بمقياس النانو .

الأمثلة :



كرة البوكي



C60

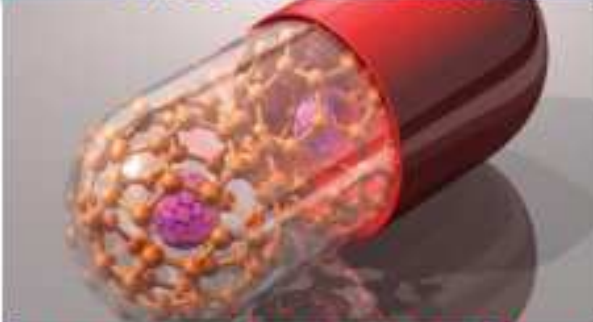
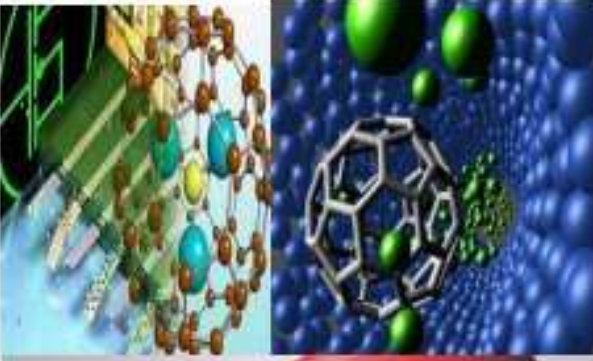
## 1 كرة البوكي :

تتكون من 60 ذرة كربون . يُرمز لها بالرمز C60

تتميز بمجموعة من الخصائص التي تعتمد علي تركيبها الجزيئي .

النموذج الجزيئي لها يبدو ككرة قدم مجوفة ، لذا يختبر العلماء مدي فاعليتها كحامل للأدوية داخل جسم الإنسان .. علل ؟ وذلك لأن شكلها الكروي المجوف يمكنها من حمل جزيئات من دواء معين بداخلها ، في حين يقاوم سطحها الخارجي التفاعل مع جزيئات أخرى داخل الجسم .

تُعرف باسم الفوليرين .



كرات البوكي أثناء حملها لدواء معين

## 2 صدفة النانو : عبارة عن جسيمات نانوية تتكون من جزئين وهما :

1 اللب الذي يُصنع من مواد غير موصلة ك السيليكا .

2 الصدفه التي تُصنع من غلاف معدني رقيق جداً وغالباً ما يكون من الذهب .

تستخدم في علاج السرطان .



صدفة النانو

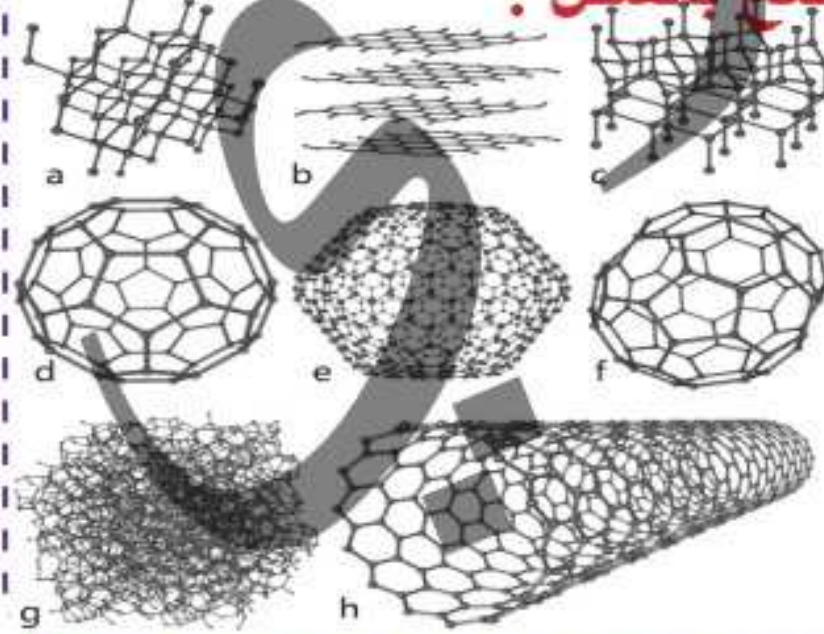
علل يختبر العلماء الآن فاعلية كرات البوكي كحامل للأدوية ؟ حيث أن شكلها الكروي المجوف يمكنها من حمل جزيئات من دواء معين بداخلها ، بينما الجزء الداخلي لكرات البوكي مقاوم للتفاعل مع جزيئات أخرى داخل الجسم .

## معلومات متضمنة :

1 التآصل : مفهوم كيميائي يُقصد به تواجد المادة الواحدة في عدة صور بللورية مختلفة وإن كانت تتفق

في تركيبها الكيميائي

## 2 الكربون ( الجرافيت ) أو الماس يمتلك ثمانية صور تآصلية كما هو موضح بالشكل :



1 الماس

2 جرافيت ( الفحم الحجري )

3 لونسيداليت

4 كرة بوكي

5 كرة بوكي

6 كرة بوكي

7 الكربون الغير متبلور

8 أنبوب كربون نانوي

1 تدريب

١ عند وجود الرصاص في ماء نهر النيل فإن شربه يسبب تدمير خلايا المخ ، فأبي العينات الآتية تسبب الضرر الأكبر ؟ .....

- أ عينة بها  $10^{-15}$  وحدة .  
 ب عينة بها  $10^{-6}$  وحدة .  
 ج عينة بها  $10^{-8}$  وحدة .  
 د عينة بها  $10^{-10}$  وحدة .

٢ الترتيب الصحيح للبيانات الآتية من الأصغر إلي الأكبر هو .....

- أ نانو ميلي سنتي كيلو .  
 ب ميلي نانو سنتي كيلو .  
 ج سنتي ميلي نانو كيلو .  
 د كيلو ميلي سنتي نانو .

٣ سائل حجمه 15.7mL ، ما مقدار هذا الحجم بوحدة النانولتر (nL) ؟ .....

- أ  $9.62 \times 10^5$  ب 9.62 ج  $1.57 \times 10^{-7}$  د  $1.57 \times 10^{-5}$

٤ أي زوج من الكميات الآتية متساوي الكتلة ؟ .....

- أ 0.1mg / 0.001 g ب 107  $\mu$ g / 102 mg  
 ج 107 ng / 0.1 mg د  $10^{-4}$   $\mu$ g / 0.1 ng

٥ أي من عمليات القياس التالية غير صحيح ؟ .....

- أ 1  $\mu$ L / 1000 nL ب 1L / 1000 mL  
 ج 1cg / 100 g د 1000 m / 1 km

٦  $270.3 \text{ cm}^3$  تساوي .....

- أ 3.703 L ب 37.03 L ج 0.3703 L د 370.3 L

٧ الذرة التي قطرها 0.6nm تعادل .....

- أ  $6\text{m} \times 10^{-9}$  ب  $6\text{m} \times 10^{-8}$   
 ج  $6\text{m} \times 10^{-6}$  د  $6\text{m} \times 10^{-10}$

٨ نصف قطر ذرة الهيدروجين  $0.3 \times 10^{-10} \text{ m}$  ، ما مقدار نصف قطر الذرة بوحدة النانومتر ؟ .....

- أ  $0.3 \times 10^{-9}$  ب  $0.1 \times 10^{-10}$  ج  $0.3 \times 10^{-1}$  د  $0.3 \times 10^{-19}$

٩ 42.66g تساوي .....

- أ 42.66 mg ب  $0.04266\text{mg} \times 10^6$   
 ج  $4.266 \text{ mg} \times 10^6$  د 4266 mg

١٠ 1mm يساوي ..... نانومتر .

- أ  $10 \times 10^{-5}$  ب  $10 \times 10^{-7}$  ج  $1 \times 10^9$  د  $1 \times 10^{-8}$

## تطبيقات نانوتكنولوجية

### 1 تطبيقات نانوتكنولوجية

يعتقد العلماء أن علوم النانوتكنولوجي قادرة علي تقديم حلول عملية كثيرة لكثير من المكلمات التي تواجهنا في العديد من المجالات :- كـ ( الطب - الزراعة - الطاقة - الإتصالات - الصناعة - البيئة - وغيرها من المجالات ... ) .

التطبيقات النانوتكنولوجية	المجال
 <p>كرات بوكي محملة بدواء معين</p>	<p>التشخيص المبكر للأمراض وتصوير الأعضاء والأنسجة .</p> <p>توصيل الدواء بدقة إلي الخلايا والأنسجة المصابة فقط دون الإضرار بالخلايا السليمة ؛ مما يزيد من فرص الشفاء .</p>
 <p>التصاق الروبوت بالخلايا المصابة</p>	<p>يقلل من الأضرار الجانبية التي يقع فيها العلاج التقليدي والذي لا يفرق في تأثيره بين الخلايا المصابة والخلايا السليمة .</p> <p>إنتاج روبوت نانوي وإطلاقه في تيار الدم لإزالة الجلطات الدموية من جدر الشرايين دون تدخل جراحي .</p>
 <p>روبوتات نانوية</p>	<p>إنتاج أجهزة متناهية الصغر للغسيل الكلوي تُزرع بأجسام المصابين بالفشل الكلوي.</p>

مجال الطب



أدوية للنباتات

- ◀ حفظ المواد الغذائية .
- ◀ التعرف علي البكتريا الموجودة في الغذاء .
- ◀ إنتاج وتطوير مواد غذائية ومبيدات حشرية وأدوية للنباتات والحيونات بمواصفات خاصة .

### مجال الزراعة



خلايا نانو السيليكون

- ◀ إنتاج خلايا شمسية باستخدام نانو السيليكون ، تتميز بقدرة عالية علي تحويل الطاقة الشمسية إلي طاقة كهربية ، دون منع تسرب ( فقد ) الطاقة الحرارية « أي تحول الطاقة الشمسية إلي طاقتين كهربية وحرارية علي عكس الخلايا الشمسية العادية »
- ◀ إنتاج وقود هيدروجيني عالية الكفاءة ومنخفضة الطاقة .

### مجال الطاقة

- ◀ لاحظ :- الفرق بين الخلايا الشمسية العادية وخلايا نانو السيليكون : أن الخلايا الشمسية العادية تحول الطاقة الشمسية إلي كهربية مع تسرب الطاقة الحرارية ، بينما خلايا نانو السيليكون تحول الطاقة الشمسية إلي كهربية مع منع تسرب الطاقة الحرارية التي يُستفاد منها أيضاً بالإضافة إلي قدرتها العالية علي التحويل.

- ◀ إنتاج أجهزة النانو الأسلكية والهواتف المحمولة والاقمار الصناعية .
- ◀ تصنيع شرائح إلكترونية تتميز بقدرة عالية علي التخزين .
- ◀ تقليص حجم الترانزستورات .

### مجال الإتصالات



شريحة مستقلية لذاكرة الإنسان



زجاج يتميز بالتنظيف الذاتي

إنتاج جزيئات نانوية غير مرئية تُكسب الزجاج والخزف خاصية التنظيف الذاتي ( التلقائي ).

إنتاج مواد نانوية تدخل في صناعة مستحضرات التجميل والكريمات المضاء لأشعة الشمس (مثل : ثاني أكسيد التيتانيوم) علل؟ حيث تقوم بتقنية أشعة الشمس من الأشعة فوق البنفسجية الضارة المصاحبة لها .



أنسجة طاردة للبقع

إنتاج طلاءات نانوية تكوّن طبقات تغلف شاشات الأجهزة الإلكترونية لحمايتها من الخدش .

تصنيع أنسجة طاردة للبقع وتتميز بالتنظيف الذاتي .  
• إنتاج مرشحات نانوية يستفاد منها في :



تنقية وتحلية المياه

تنقية الماء والهواء .

تحلية المياه .

حل مشكلة النفايات النووية .

إزالة العناصر الخطرة من النفايات الصناعية .

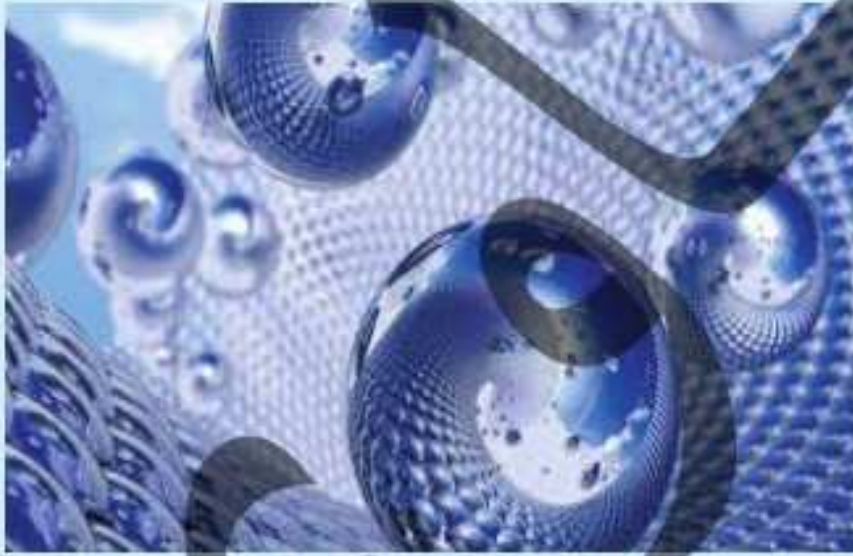
مجالات الصناعة

مجالات البيئة

علي الرغم مما قدمته تكنولوجيا النانو للبشرية بالإضافة إلى ما سوف تقدمه ؛ إلا أن الخبراء يعتقدون أن تعميم استخدامها في كافة جوانب الحياة ، قد تكون له عواقب وخيمة علي البشرية ، لما لها من التأثيرات التالية :

اختراق جزيئات النانو الدقيقة جداً جداً لأغشية خلايا الجلد والرئة ، واستقرارها داخل الجسم ذلك قد يؤدي إلى حدوث كوارث صحية .

نفايات التلوث النانوي تكون علي درجة عالية من الخطورة ... علل ؟  
بسبب دقة حجمها ، حيث يمكنها اختراق الخلايا النباتية والحيوانية بسهولة جداً .



تأثيرها الفعال علي كل من :

الماء .

الهواء .

المناخ .

التربة .

التأثيرات الصحية

التأثيرات البيئية

**التلوث النانوي** : هو التلوث بالنفايات الناجمة عن عمليات تصنيع المواد النانوية .  
• سوف تزيد تكنولوجيا النانو من حدة المشكلات الناتجة عن :

عدم المساواة الإجتماعية والاقتصادية حيث أنها ستكون في متناول الدول الغنية والأفراد الغنية فقط .

التوزيع غير العادل للتكنولوجيا والثروات .

التأثيرات الاجتماعية



تدريب 2

١) تُستخدم جزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم في صناعة مُستحضرات التجميل لتحسين خواصها مثل .....

- ١ الوقاية من أشعة الشمس .  
٢ الملمس .  
٣ اللون .  
٤ طول فترة بقائها علي الجلد .

٢) للتغلب علي مُشكلة الطاقة بسبب نقص الاحتياطي العالمي للوقود الحفري يُفضل استخدام .....

- ١ خلايا شمسية عادية .  
٢ المُرشحات النانوية .  
٣ خلايا شمسية نانوية وخلايا وقود هيدروجيني .  
٤ بطاريات الرصاص .

٣) من أفضل المواد النانوية التي تُستخدم للقضاء علي البكتريا في مجال الزراعة .....

- ١ كرة البوكي .  
٢ صدف النانو .  
٣ الألياف النانوية .  
٤ الأسلاك النانوية .

ملاحظات

- ١) الأجسام التي تقع في هذا المدى ( $10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$ ) تُرى بالعين المجردة ( حجم الملي ) ، الأجسام التي تقع في هذا المدى ( $10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}$ ) تُرى بالميكروسكوب ( حجم الميكرو ) ، الجسيمات التي تقع في هذا المدى ( $10^{-7}, 10^{-8}, 10^{-9}$ ) تُرى بمقياس النانو ( حجم النانو ) .
- ٢) الملي يُكافي السنّي متر مكعب ( $1L = 1000 mL = 1000 cm^3$ ) .
- ٣) للحكم علي أن المادة نانوية أم لا ؛ لا بُد من أن يكون بُعد واحد علي الأقل من أبعادها الثلاثة يقع في مدى الحجم النانوي الحرج ( $1:10nm$ ) ؛ ف تُظهر المادة خصائصها الفريدة والفائقة .
- ٤) الجسيمات المُغطاة بالذهب النانوي تُستخدم في علاج السرطان ( صدف النانو ) وهي عبارة عن دقائق من السليكا
- ٥) المادة أحادية البُعد : بُعد واحد فقط يتراوح ما بين ( $1:100nm$ ) ، المادة ثنائية البُعد : بُعدين فقط يتراوحا ما بين ( $1:100nm$ ) ، المادة ثلاثية البُعد : الثلاث أبعاد يتراوحوا ما بين ( $1:100nm$ ) .
- ٦) المواد تبدأ في ظهور خواصها الفريدة بدايةً من الحجم النانوي الحرج  $1 nm$  وتزداد هذه الخواص بزيادة الحجم النانوي الحرج و تثبت هذه الخواص إذا زاد الحجم عن  $100nm$  ( أي تخفي الحجم النانوي الحرج ) .
- ٧) كلما قل حجم الدقيقة الواحدة ( قطر الدقيقة ) كلما زادت الخواص الفريدة ( كصلابة النحاس مثلاً ) .
- ٨) إذا كانت لديك قطعة صلبة من مادة ما و قُمت بتجزئتها فزيادة التجزئة يحدث الآتي :-
- ١) يزداد عدد الدقائق .  
٢) تزداد الخواص الفريدة والفائقة للمادة .

٢ يزداد الحجم النانوي الحرج من 1 nm إلى 100nm

٣ تزداد صلابة الدقيقة الواحدة مقارنة بالقطعة الصلبة .

٤ تزداد النسبة بين المساحة الكلية والحجم الكلي .

٥ الحجم الكلي يظل ثابتاً .

٦ تزداد عدد الذرات المُعرضة للتفاعل فتزداد سرعة التفاعل .

٧ تزداد التوصيل الكهربائي والحراري .

٨ **علاقات هامة :**

٩

١٠ العلاقة بين مساحة السطح والحجم الكلي : **علاقة ثابتة .**

١١ العلاقة بين مساحة السطح وحجم الدقائق : **علاقة عكسية .**

١٢ العلاقة بين مساحة السطح وعدد الدقائق : **علاقة طردية .**

١٣ العلاقة بين مساحة السطح وصلابة النحاس : **علاقة طردية .**

١٤ العلاقة بين مساحة السطح وعدد ألوان الذهب : **علاقة طردية .**

١٥ العلاقة بين عدد ذرات السطح الخارجي وحجم الدقائق : **علاقة عكسية .**

١٦ العلاقة بين عدد ذرات داخل المادة وحجم الدقائق : **علاقة طردية .**

١٧ الكربون يكون مواد أحادية البعد ، مثل : الغشاء الكربوني ( الليفة الكربونية ) ، ويكون مواد ثنائية البعد ، مثل : أنابيب الكربون أحادية وعديدة الجدر ، ويكون مواد ثلاثية البعد ، مثل : كرة البوكي .

١٨ طول الخط بالمتر لعدد من ذرات مادة ما = قطر الذرة الواحدة بالمتر  $\times$  عدد الذرات .

١٩ تقنية النانو لها تطبيقات مُتعددة مثل المجال الطبي حيث تُستخدم تقنية النانو في صورة طب النانو .

٢٠ من أمثلة المواد أحادية البعد : الأغشية الرقيقة ، المرشحات النانوية ، الألياف النانوية ، الأسلاك النانوية ، الشرائح الدقيقة ، الشاشات الإلكترونية ، الزجاج والخزف النانوي .

٢١ من أمثلة المواد ثنائية البعد : الأنابيب النانوية ، الأعمدة النانوية ، الأسطوانات النانوية .

٢٢ من أمثلة المواد ثلاثية البعد : الكرات النانوية ، الصدفات النانوية ، الحبيبات (النقاط الكمية) .

٢٣ أنابيب الكربون عبارة عن أغشية رقيقة وأسلاك كربون مترابطة معاً .

٢٤ **النانو يدخل في صناعة الكريمات والعدسات والمغناطيسيات والكابلات الكهربائية والأجهزة البصرية والأجهزة الإلكترونية والأجهزة الحرارية والخلايا المُعالجة للسرطان وإصلاح العظام والعضلات التالفة والأواني الفخارية والأغشية الجدرانة والمصاعد والمغذيات والأسمدة والمبيدات ومخزنات الأغذية والمراقبة البشرية والشاشات الإلكترونية والأقمشة والأنسجة والسفن والمراكب المضادة للتآكل والصدأ والرذاذات الطاردة للبقع وأجهزة المسح الجيولوجي والخلايا الحمراء النانوية .**

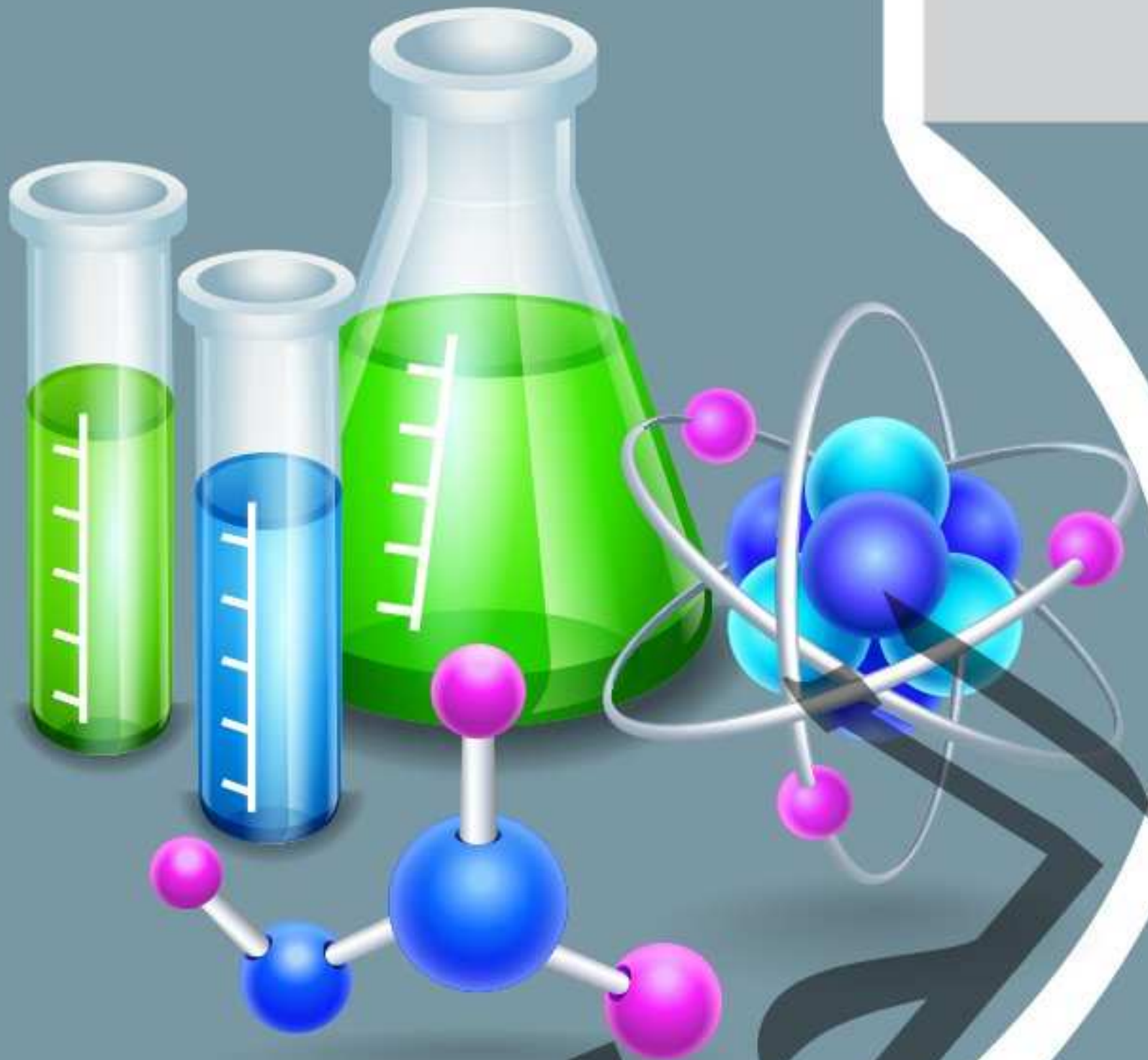
٢٥ علاج السرطان يعتمد علي علم الكيمياء والنانو والطب والصيدلة والبيولوجي .

# مذكراتك

مذكراتك

# مذكراتك

مذكراتك



# الكتاب الثاني

## الكيمياء الكمية

إعداد : د/ أحمد الحناوي

# الفصل الأول

## المول والمعادلة الكيميائية

### محتويات الفصل

الدرس التمهيدي

1

الدرس المعادلة الكيميائية

2

الدرس المول

مراجعة سريعة علي رموز بعض العناصر والمجموعات الذرية

أولاً:

لقد تعرفنا علي أنه يوجد ثلاثة أنواع من العنصر بناءً علي عدد ذراته ، وهم :-

1 عنصر أحادي الذرة :

وقد يكون: **مادة صلبة**: مثل « الصوديوم (Na) ، والبوتاسيوم (K) ، والكالسيوم (Ca) ، والحديد (Fe) ، والكبريت (S) والكربون (C) ، والفوسفور (P) ...إلخ » .  
**غاز خامل ( نبيل )**: وهي مجموعة في كلمة « هناك زر » الهيليوم (He) والنيون (Ne) والآرجون (Ar) والكريبتون (Kr) ، والزينون (Xe) والرادون (Rn) .

2 عنصر ثنائي الذرة :

وهم 7 عناصر فقط ، وقد يكون:  
**غاز في الظروف العادية**: وهم « غاز النيتروجين (N<sub>2</sub>) وغاز الهيدروجين (H<sub>2</sub>) وغاز الأكسجين (O<sub>2</sub>) » .  
**الهالوجينات**: وهم « الفلور (F<sub>2</sub>) والكلور (Cl<sub>2</sub>) والبروم (Br<sub>2</sub>) واليود (I<sub>2</sub>) » .

3 عنصر عديد الذرات:

وهم « غاز الأوزون (O<sub>3</sub>) وأبخرة الفوسفور (P<sub>4</sub>) وأبخرة الكبريت (S<sub>8</sub>) » .



لاحظ الجدول التالي جيداً :

ذرة صوديوم = جزئ الصوديوم = عنصر الصوديوم .	Na
ذرتي صوديوم غير متحدتين .	2Na
أيون صوديوم موجب = كاتيون صوديوم .	Na <sup>+</sup>
ذرة كلور .	Cl
ذرتي كلور غير متحدتين .	2Cl
أيون كلوريد سالب = أنيون كلوريد .	Cl <sup>-</sup>
جزئ الكلور مكون من اتحاد ذرتين كلور .	Cl <sub>2</sub>
جزئ كلوريد الصوديوم مكون من اتحاد ذرة صوديوم مع ذرة كلور .	NaCl
جزيئين من كلوريد الصوديوم .	2NaCl

## 1 كيفية كتابة المركبات الأيونية :-

أولاً • تتكون الرابطة الأيونية نتيجة :

أ- فلز يفقد يتحول لكاتيون .  
 ب- لافلز يكتسب يتحول لآنيون .  
 الكاتيون قد يكون ذرة عنصر فلزي أو مجموعة ذرية موجبة (  $\text{NH}_4^+$  ) «مجموعة الأمونيوم» .

الآنيون قد يكون ذرة عنصر لافلزي أو مجموعة ذرية سالبة .

كاتيون + أنيون = جزئ مركب أيوني

رموز وتكافؤات بعض الكاتيونات والأيونات :-

العنصر	الرمز	التكافؤ	الكاتيون أو الأنيون	ما يحدث للعنصر
هيدروجين	H	أحادي	كاتيون الهيدروجين $\text{H}^+$ مع اللافلزات آنيون الهيدريد $\text{H}^-$ مع الفلزات النشطة	$\text{H}^0 \rightarrow \text{H}^+ + \text{e}^-$ $\text{H}^0 + \text{e}^- \rightarrow \text{H}^-$
ليثيوم	Li	أحادي	كاتيون الليثيوم $\text{Li}^+$	$\text{Li}^0 \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$
صوديوم	Na	أحادي	كاتيون الصوديوم $\text{Na}^+$	$\text{Na}^0 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$
بوتاسيوم	K	أحادي	كاتيون البوتاسيوم $\text{K}^+$	$\text{K}^0 \rightarrow \text{K}^+ + \text{e}^-$
فضة	Ag	أحادي	كاتيون الفضة $\text{Ag}^+$	$\text{Ag}^0 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$
فلور	F	أحادي	آنيون الفلوريد $\text{F}^-$	$\text{F}^0 + \text{e}^- \rightarrow \text{F}^-$
كلور	Cl	أحادي	آنيون الكلوريد $\text{Cl}^-$	$\text{Cl}^0 + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$
بروم	Br	أحادي	آنيون البروميد $\text{Br}^-$	$\text{Br}^0 + \text{e}^- \rightarrow \text{Br}^-$
يود	I	أحادي	آنيون اليوديد $\text{I}^-$	$\text{I}^0 + \text{e}^- \rightarrow \text{I}^-$
بريليوم	Be	ثنائي	كاتيون البريليوم $\text{Be}^{2+}$	$\text{Be}^0 \rightarrow \text{Be}^{2+} + 2\text{e}^-$
ماغنسيوم	Mg	ثنائي	كاتيون الماغنسيوم $\text{Mg}^{2+}$	$\text{Mg}^0 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$
كالسيوم	Ca	ثنائي	كاتيون الكالسيوم $\text{Ca}^{2+}$	$\text{Ca}^0 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^-$
سترانشيوم	Sr	ثنائي	كاتيون الإسترانشيوم $\text{Sr}^{2+}$	$\text{Sr}^0 \rightarrow \text{Sr}^{2+} + 2\text{e}^-$
باريوم	Ba	ثنائي	كاتيون الباريوم $\text{Ba}^{2+}$	$\text{Ba}^0 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^-$
خارصين	Zn	ثنائي	كاتيون الخارصين $\text{Zn}^{2+}$	$\text{Zn}^0 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
كادميوم	Cd	ثنائي	كاتيون الكادميوم $\text{Cd}^{2+}$	$\text{Cd}^0 \rightarrow \text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^-$



العنصر	الرمز	التكافؤ	الكاتيون أو الأنيون	ما يحدث للعنصر
أكسجين	O	ثنائي	آنيون الأكسيد $O^{2-}$	$O^0 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$
كبريت	S	ثنائي	آنيون الكبريتيد $S^{2-}$	$S^0 + 2e^- \rightarrow S^{2-}$
بورون	B	ثلاثي	كاتيون البورون $B^{3+}$	$B^0 \rightarrow B^{3+} + 3e^-$
ألومنيوم	Al	ثلاثي	كاتيون الألومنيوم $Al^{3+}$	$Al^0 \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$
سكانديوم	Sc	ثلاثي	كاتيون السكانديوم $Sc^{3+}$	$Sc^0 \rightarrow Sc^{3+} + 3e^-$
نيتروجين	N	ثلاثي	آنيون النيتريد $N^{3-}$	$N^0 + 3e^- \rightarrow N^{3-}$
فوسفور	P	ثلاثي	آنيون الفوسفيد $P^{3-}$	$P^0 + 3e^- \rightarrow P^{3-}$
نحاس	Cu	أحادي وثنائي	كاتيون النحاس $Cu^{2+}$ ، $Cu^+$ (نحاسوزا I) ، (نحاسيك II)	$Cu^0 \rightarrow Cu^+ + e^-$ $Cu^0 \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
زئبق	Hg	أحادي وثنائي	كاتيون الزئبق $Hg^{2+}$ ، $Hg^+$ (زئبقوزا I) ، (زئبكيك II)	$Hg^0 \rightarrow Hg^+ + e^-$ $Hg^0 \rightarrow Hg^{2+} + 2e^-$
حديد	Fe	ثنائي وثنائي	كاتيون الحديد $Fe^{3+}$ ، $Fe^{2+}$ (حديدوزا II) ، (حديدك III)	$Fe^0 \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ $Fe^0 \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$
ذهب	Au	أحادي وثنائي	كاتيون الذهب $Au^{3+}$ ، $Au^+$	$Au^0 \rightarrow Au^+ + e^-$ $Au^0 \rightarrow Au^{3+} + 3e^-$
رصاص	Pb	ثنائي ورباعي وستاسي	كاتيون الرصاص $Pb^{2+}$ ، $Pb^{4+}$ ، $Pb^{6+}$	$Pb^0 \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$ $Pb^0 \rightarrow Pb^{4+} + 4e^-$ $Pb^0 \rightarrow Pb^{6+} + 6e^-$

الحروف اللاتينية :-

I ← تُعني 1	II ← تُعني 2
III ← تُعني 3	IV ← تُعني 4
V ← تُعني 5	VI ← تُعني 6
VII ← تُعني 7	VIII ← تُعني 8

## رموز وتكافؤات بعض المجموعات الذرية :-

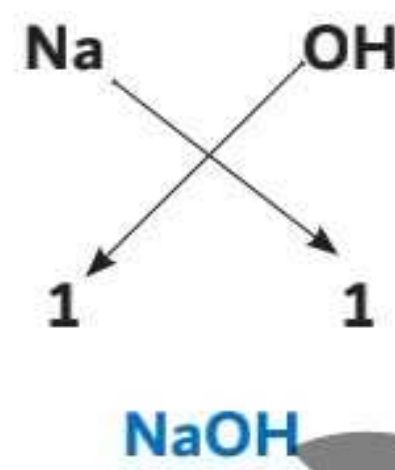
التكافؤ	الرمز وعدد التأكسد	المجموعة الذرية
أحادية	$\text{NH}_4^+$	أمونيوم
أحادية	$\text{OH}^-$	هيدروكسيد
أحادية	$\text{NO}_2^-$	نيتريت
أحادية	$\text{NO}_3^-$	نترات
أحادية	$\text{HCO}_3^-$	بيكربونات
أحادية	$\text{HSO}_4^-$	بيكبريتات
أحادية	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	فوسفات ثنائية الهيدروجين
أحادية	$\text{ClO}^-$	هيبوكلوريت
أحادية	$\text{ClO}_2^-$	كلوريت
أحادية	$\text{ClO}_3^-$	كلورات
أحادية	$\text{ClO}_4^-$	فوق كلورات = بيروكلورات
أحادية	$\text{CN}^-$	سيانيد
أحادية	$\text{CNO}^-$	سيانات
أحادية	$\text{SCN}^-$	ثيوسينات
أحادية	$\text{MnO}_4^-$	برمنجانات
أحادية	$\text{AlO}_2^-$	ألومنيات
أحادية ومجموعة عضوية	$\text{HCOO}^-$	فورمات
أحادية ومجموعة عضوية	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	أسيتات = خلات
ثنائية	$\text{SO}_3^{2-}$	كبريتيت
ثنائية	$\text{SO}_4^{2-}$	كبريتات
ثنائية	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	ثيوكبريتات
ثنائية	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$	رباعي ثيونات
ثنائية	$\text{CO}_3^{2-}$	كربونات
ثنائية	$\text{CrO}_4^{2-}$	كرومات
ثنائية	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	بيكرومات = ثاني كرومات
ثنائية	$\text{HPO}_4^{2-}$	فوسفات أحادية الهيدروجين
ثنائية	$\text{MnO}_4^{2-}$	منجانات
ثنائية	$\text{SiO}_3^{2-}$	سيليكات
ثنائية	$\text{ZnO}_2^{2-}$	خارصينات = زنكات
ثنائية	$\text{CN}_2^{2-}$	سيناميد
ثنائية ومجموعة عضوية	$(\text{COO})_2^{2-}$	أوكسالات
ثلاثية	$\text{PO}_4^{3-}$	فوسفات
ثلاثية	$\text{BO}_3^{3-}$	بورات

« يتكون المركب الأيوني من مقطعين ( كاتيون + أنيون ) وعند الكتابة يُكتب الكاتيون جهة اليسار والانيون جهة اليمين؛ إلا إذا كان الأنيون شق عضوي ( مجموعة ذرية عضوية ) نكتب الشق العضوي جهة اليسار والكاتيون جهة اليمين ، ثم نبدل التكافؤات ونكتب الصيغة » .

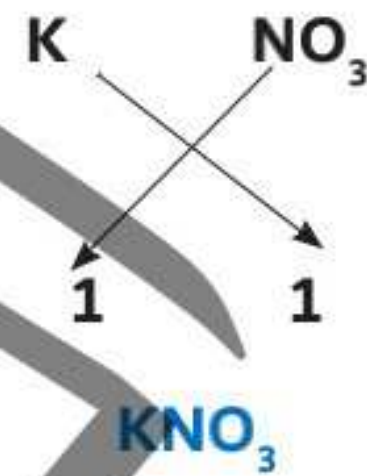
“

علي سبيل المثال (١) :

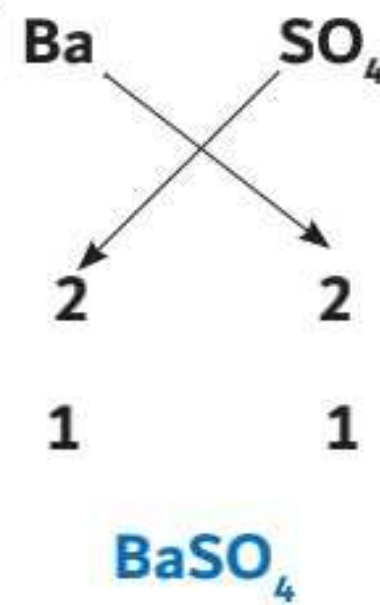
١ هيدروكسيد الصوديوم .



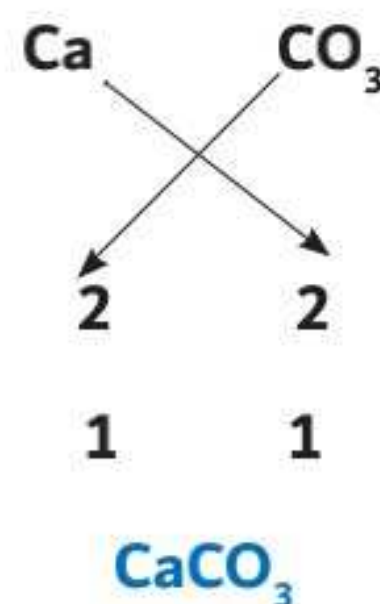
٢ نترات البوتاسيوم .



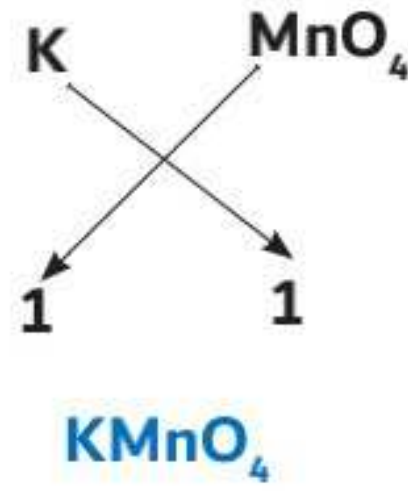
٣ كبريتات الباريوم .



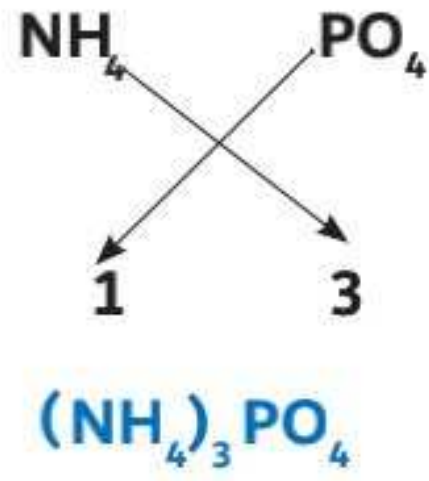
٤ كربونات الكالسيوم .



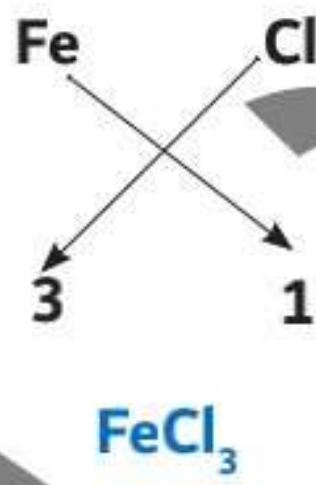
٥ برمنجانات البوتاسيوم .



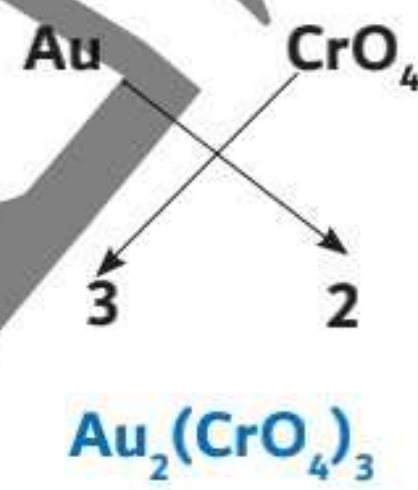
٦ فوسفات الأمونيوم .



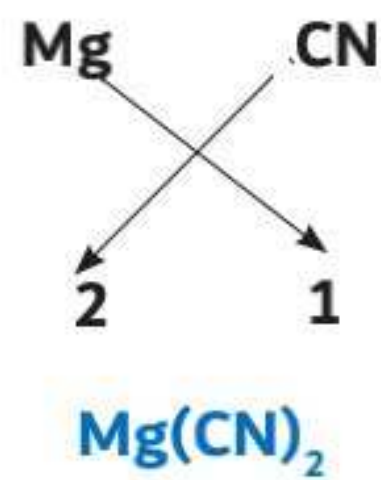
٧ كلوريد الحديدك .



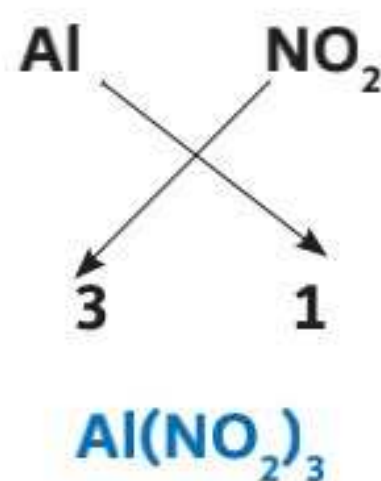
٨ كرومات الذهب III .



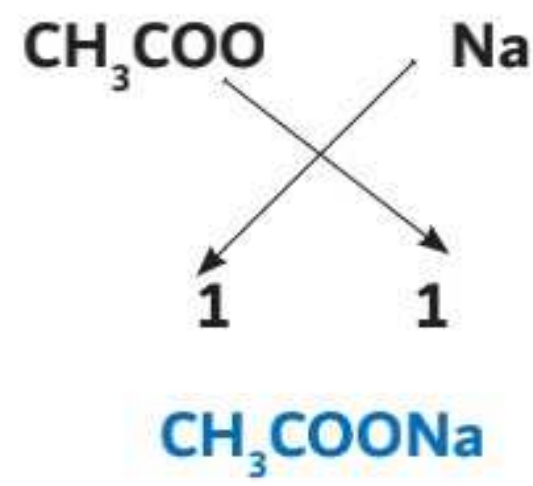
٩ سيانيد الماغنسيوم .



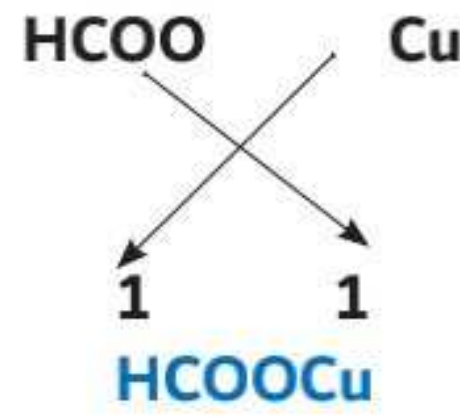
١٠ نيتريت الألومنيوم .



١١ أسيتات الصوديوم .



١٢ فورمات النحاسوز .



١ تدريب

فوسفات	هيدروكسيد	كبريتيد	كبريتات	كربونات	نيتريت	نترات
حديد II						
حديد III						
زئبق II						
رصاص						
نحاس II						
نحاس I						
باريوم						
ألومنيوم						
ماغنسيوم						
صوديوم						
كالسيوم						
أمونيوم						
بوتاسيوم						
فضة						
ليثيوم						

## 2 المركبات التساهمية :

أمثلة لهذه المركبات :

- ١ أول أكسيد الكربون (CO)  
٢ ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>)  
٣ أكسيد النيتروز (N<sub>2</sub>O)  
٤ أول أكسيد النيتروجين = أكسيد النيتريك (NO)  
٥ ثاني أكسيد النيتروجين (NO<sub>2</sub>)  
٦ ثالث أكسيد النيتروجين (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  
٧ رابع أكسيد النيتروجين (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)  
٨ خامس أكسيد النيتروجين (N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)  
٩ ثالث فلوريد البورون (BF<sub>3</sub>)  
١٠ رابع كلوريد الكربون (CCl<sub>4</sub>)  
١١ خامس بروميد الفوسفور (PBr<sub>5</sub>)  
١٢ رابع كلوريد الكبريت (SCl<sub>4</sub>)  
١٣ يوديد الهيدروجين (HI)  
١٤ رابع كلوريد الهيدروجين (HCl)  
١٥ سداس فلوريد الكبريت (SF<sub>6</sub>)  
١٦ فلوريد الهيدروجين (HF)  
١٧ يوديد اليود (IF<sub>7</sub>)  
١٨ الماء (H<sub>2</sub>O)  
١٩ الفوسفين (PH<sub>3</sub>)  
٢٠ النشادر (الامونيا) (NH<sub>3</sub>)  
٢١ الإيثان (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)  
٢٢ الميثان (CH<sub>4</sub>)  
٢٣ الإيثانين (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)  
٢٤ الإيثين (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)

## 3 الأحماض :

أ الأحماض الأكسجينية :

- ١ حمض النيتروز (HNO<sub>2</sub>)  
٢ حمض النيتريك (HNO<sub>3</sub>)  
٣ حمض الكبريتوز (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)  
٤ حمض الكبريتيك (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)  
٥ حمض الثيوكبريتيك (H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  
٦ حمض الفوسفوروز (H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>)  
٧ حمض الفوسفوريك = الآرثوفوسفوريك (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)  
٨ حمض الكربونيك (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)  
٩ حمض البوريك (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)  
١٠ حمض البيروكلوريك (HClO<sub>4</sub>)  
١١ حمض الهيدروكلوريك (HCl)  
١٢ حمض الهيدروبروميك (HBr)  
١٣ حمض الهيدرويوديك (HI)

ب الأحماض الهالوجينية :

- ١ حمض الهيدروفلوريك (HF)  
٢ حمض الهيدروكلوريك (HCl)  
٣ حمض الهيدروبروميك (HBr)  
٤ حمض الهيدرويوديك (HI)

ج الأحماض العضوية :

- ١ حمض الخليك = الأستيك (CH<sub>3</sub>COOH)  
٢ حمض الفورميك (HCOOH)  
٣ حمض الأوكساليك ((COO)<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)  
٤ حمض الستريك (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>)  
٥ حمض اللاكتيك (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>)

١ أيا من الأحماض الآتية تسميته غير صحيحة؟ .....

أ حمض الهيدروكلوريك HCl

ب حمض الكبريتيك  $H_2SO_3$

ج حمض النيتريك  $HNO_3$

د حمض الكربونيك  $H_2CO_3$

٢ أيا من الأزواج الآتية غير صحيحة؟ .....

أ بروميد الألومنيوم  $AlBr_3$

ب نترات الكالسيوم  $Ca(NO_2)_2$

ج كبريتات الرصاص IV  $Pb(SO_4)_2$

د بيكرومات الزئبق  $HgCr_2O_7$

٣ إذا كان ( X ) ذرة فلز تحتوي في غلاف تكافؤها علي إلكترونين فقط ، ( Y ) ذرة لافلز تحتوي في غلاف

تكافؤها علي خمسة إلكترونات ؛ فإن الصيغة الافتراضية لمركب يتكون منهما .....

أ  $X_2Y_3$

ب  $XY_2$

ج  $X_2Y$

د  $X_3Y_2$

٤ يتفاعل الفلز X مع لافلز النيتروجين لتكوين المركب  $X_3N_2$  .. ما اسم الفلز X؟ .....

أ الصوديوم .

ب الألومنيوم .

ج البريليوم .

د البورون .

٥ أيا من الأزواج الآتية غير صحيح؟ .....

أ كلوريد التيتانيوم IV  $TiCl_4$

ب أكسيد الألومنيوم  $Al_2O_3$

ج منجانات البوتاسيوم  $KMnO_4$

د أسيتات الرصاص II  $(CH_3COO)_2Pb$

٦ مركب ما ؛ خارج قسمة مجموعاته الذرية علي كاتيونه  $= \frac{2}{3}$  ؛ فإن تكافؤ الكاتيون .....

أ أحادي .

ب ثنائي .

ج ثلاثي .

د رباعي .

٧ الصيغة الكيميائية لمركب أوكسالات الحديدوز .....

أ  $C_2O_4Fe_2$

ب  $Fe_2(C_2O_4)_3$

ج  $(C_2O_4)_2Fe$

د  $C_2O_4Fe$

٨ إذا كانت عدد مجموعات الهيدروكسيد الموجودة في الماء الناتج من تفاعل تعادل = 6 مجموعات ؛ فإن

القاعدة المتفاعلة مع حمض الكبريتيك قد تكون .....

أ  $Ca(OH)_2$

ب  $NaOH$

ج  $Al(OH)_3$

د  $NH_4OH$

٩ أيا من الأحماض الآتية حمض أكسجيني؟ .....

أ حمض الهيدروسيانيك .

ب حمض الهيدروفلوريك .

ج حمض البيروكلوريك .

د حمض الهيدروكبريتيك .

١٠ أيا من أسماء المركبات الآتية غير صحيح؟ .....

أ فوسفات الأمونيوم .

ب كبريتات الإسترانشيوم II

ج خامس أكسيد الفوسفور .

د نترات النحاس II

١١ أكتب صيغ المركبات الآتية :-

أ هيدروكسيد الحديد III .....

ب كربونات الكالسيوم .....

ج نيتريت الأمونيوم .....

د ثيوسيانات الفضة .....

هـ كبريتات الباريوم .....

و فوسفات الرصاص II .....

ز بخار الكبريت .....

ح فورمات الحديد II .....

ط رابع بروميد الكربون .....

ي كبريتيد الليثيوم .....

ك نيتريد البورون .....

ل بورات الماغنسيوم .....

م أسيتات الكوبلت II .....

ن زنكات الألومنيوم .....

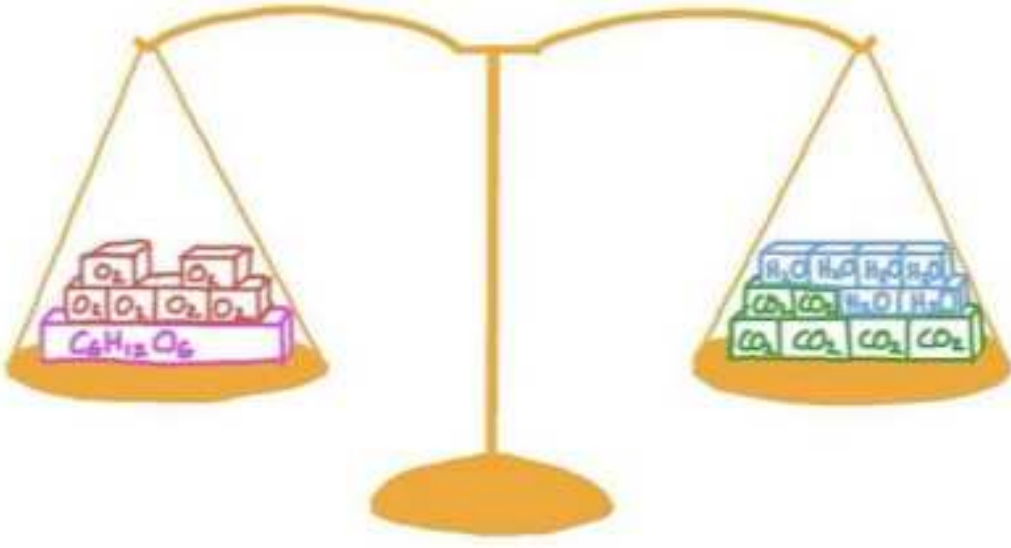
الأستاذ الحناوي



## المعادلة الكيميائية

### المعادلة الكيميائية :

هي مجموعة من الرموز والصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة والنواتج من التفاعل ويربط بين المتفاعلات ( التي تقع في يسار المعادلة ) والنواتج ( التي تقع في يمين المعادلة ) بسهم يُحدد اتجاه سير التفاعل ( من اليسار إلى اليمين ) وتُكتب شروط التفاعل فوق السهم .



إذن المعادلة الكيميائية تتضمن 3 أساسيات ، وهم :-

- ١ متفاعلات .
- ٢ نواتج .
- ٣ سهم يربط بينهما وعليه شروط التفاعل .

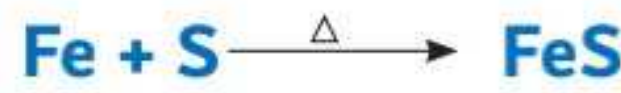
لكل تتعرف جيداً علي المعادلة الكيميائية وكيفية وزنها لأبداً من التعرف علي :-

### أ التفاعل الكيميائي :

« عبارة عن كسر الروابط الأصلية بين جزيئات المتفاعلات وتكوين روابط جديدة بين جزيئات النواتج ، ولكن كسر الروابط وتكوينها يحتاج إلي شروط وليكن التسخين مثلاً فهو من شروط التفاعل »

علي سبيل المثال (١) :

« خلط برادة من الحديد مع مسحوق كبريت لا يحدث تفاعل كيميائي !!! نظراً لعدم حدوث كسر في روابط المتفاعلات لتتكون نواتج ، اما عند تسخين هذا الخليط يتكون مركب كيميائي يُسمى بـ كبريتيد الحديد ( كبريتيد الحديدوز ) ، لاحظ المعادلة »



### ب المتفاعلات :

« مواد كيميائية ( ذرات أو جزيئات أو أيونات ) تتحد معاً لتكون مواد جديدة وتُكتب علي يسار السهم ، فالحديد والكبريت في المعادلة السابقة متفاعلات »

### ج النواتج :

« مواد كيميائية ( ذرات أو جزيئات أو أيونات ) تنتج من التفاعل الكيميائي وتُكتب علي يسار السهم ، فكبريتيد الحديدوز ناتج »

## د شروط التفاعل :

« تُكتب علي السهم الذي يُحدد اتجاه سير التفاعل وبدونها لن يحدث التفاعل ، وهي قد تكون :-

١ حرارة ويُرمز لها بالرمز دلتا ( Δ ) أو ( °C )

٢ ضغط ويُرمز لها بالرمز (P) اختصار كلمة (Pressur) .

٣ عوامل حفازة « وهي عبارة عن عناصر فلزية مثل ( الحديد Fe - النيكل Ni - البلاتين Pt ... ) وهذه العناصر تعمل علي زيادة سرعة التفاعل الكيميائي

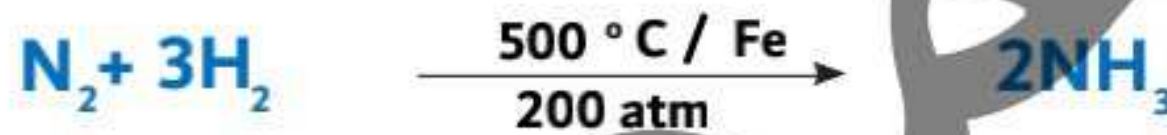
- الكوبلت Co - البلاتين Pt ... ) وهذه العناصر تعمل علي زيادة سرعة التفاعل الكيميائي

ويُفضل أن تكون مُجزأة لزيادة مساحة السطح المُعرضة للتفاعل فتزداد سرعة التفاعل

الكيميائي ، حيثُ أن التفاعل يحدثُ علي سطح العامل الحفاز « وقد تُكتب مُختصرة علي

سهم التفاعل بـ (Cat) اختصاراً لكلمة (Catalysts) .

● أمثلة علي تفاعل محفز :



## ه الحالات الفيزيائية :

« وهي عبارة عن رموز تُكتب أسفل يمين الرمز الكيميائي للعنصر أو اللصيغة الكيميائية للمركب

في كل من المتفاعلات والنواتج ، وهي قد تكون :

الحفازات

الرمز	(s)	(l)	(g)	(aq)	(v)
ما يُشير إليه رمز الحالة الفيزيائية	مادة صلبة solid	سائل نقي Liquid	غاز gas	محلول مائي « مادة صلبة مُذابة في سائل » وغالباً الماء aqueous	مادة بخارية « مادة صلبة أو سائلة تحولت إلى بخار » vapour
أمثلة	<p>- كل الفلزات عدا الزئبق سائل ، مثل :  <math>\text{Na}_{(s)}</math> - <math>\text{K}_{(s)}</math> - <math>\text{Mg}_{(s)}</math> - <math>\text{Ca}_{(s)}</math> - <math>\text{Al}_{(s)}</math>  <math>\text{Fe}_{(s)}</math> - <math>\text{Ni}_{(s)}</math> - <math>\text{Mn}_{(s)}</math>            - كل الأكاسيد ، مثل :  <math>\text{Na}_2\text{O}_{(s)}</math> - <math>\text{K}_2\text{O}_{(s)}</math> - <math>\text{MgO}_{(s)}</math> - <math>\text{CaO}_{(s)}</math>  <math>\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}</math> - <math>\text{FeO}_{(s)}</math> - <math>\text{NiO}_{(s)}</math> - <math>\text{MnO}_{(s)}</math>            " - الأملاح ، مثل :  <math>\text{NaCl}_{(s)}</math> - <math>\text{KCl}_{(s)}</math> - <math>\text{MgCl}_2_{(s)}</math> - <math>\text{CaCl}_2_{(s)}</math>  <math>\text{AlCl}_3_{(s)}</math> - <math>\text{FeCl}_2_{(s)}</math> - <math>\text{NiCl}_2_{(s)}</math> - <math>\text{MnCl}_2_{(s)}</math>            " أو  <math>\text{Na}_2\text{SO}_4_{(s)}</math> - <math>\text{K}_2\text{SO}_4_{(s)}</math> - <math>\text{MgSO}_4_{(s)}</math>  <math>\text{CaSO}_4_{(s)}</math> - <math>\text{Al}_2\text{SO}_4_{(s)}</math> - <math>\text{FeSO}_4_{(s)}</math>  <math>\text{NiSO}_4_{(s)}</math> - <math>\text{MnSO}_4_{(s)}</math>            ... وغيرها ...</p>	<p>الماء <math>\text{H}_2\text{O}_{(l)}</math> - الزئبق <math>\text{Br}_{(l)}</math> - البروم <math>\text{Hg}_{(l)}</math>            - مركبات سائلة : مثل : النشادر المُسَال <math>(\text{NH}_3)</math>            - كلوريد الزئبقوز <math>(\text{Hg}_2\text{Cl}_2)</math>            - الأحماض المركزة : مثل حمض الهيدروكلوريك المركز <math>(\text{HCl})</math> - حمض الكبريتيك المركز <math>(\text{H}_2\text{SO}_4)</math> - حمض النيتريك المركز <math>(\text{HNO}_3)</math> ... وغيرها ...</p>	<p>- الغازات " <math>\text{O}_2_{(g)}</math> - <math>\text{N}_2_{(g)}</math> - <math>\text{Cl}_2_{(g)}</math> - <math>\text{F}_2_{(g)}</math> - <math>\text{H}_2_{(g)}</math> - <math>\text{CO}_{2(g)}</math> - <math>\text{CO}_{(g)}</math> - <math>\text{SO}_2_{(g)}</math> - <math>\text{SO}_3_{(g)}</math> - <math>\text{NH}_3_{(g)}</math> - <math>\text{NO}_2_{(g)}</math> - <math>\text{NO}_{(g)}</math> - <math>\text{N}_2_{(g)}</math> ... وغيرها ...</p>	<p>أمثلة على المحاليل :  <math>\text{NaCl}_{(aq)}</math> - <math>\text{KCl}_{(aq)}</math> - <math>\text{CaCl}_2_{(aq)}</math> - <math>\text{NaNO}_3_{(aq)}</math> - <math>\text{KNO}_3_{(aq)}</math> - <math>(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3_{(aq)}</math> ... وغيرها ...</p>	<p>من الأبخرة :            أبخرة الكبريت <math>(\text{S}_g)</math> - أبخرة الفوسفور <math>(\text{P}_g)</math> - أبخرة البيزموت <math>(\text{Bi}_2)</math> - بخار الماء <math>(\text{H}_2\text{O})</math> - أبخرة البروم <math>(\text{Br}_2)</math> - أبخرة اليود <math>(\text{I}_2)</math> ... وغيرها ...</p>

## و المُمعاملات

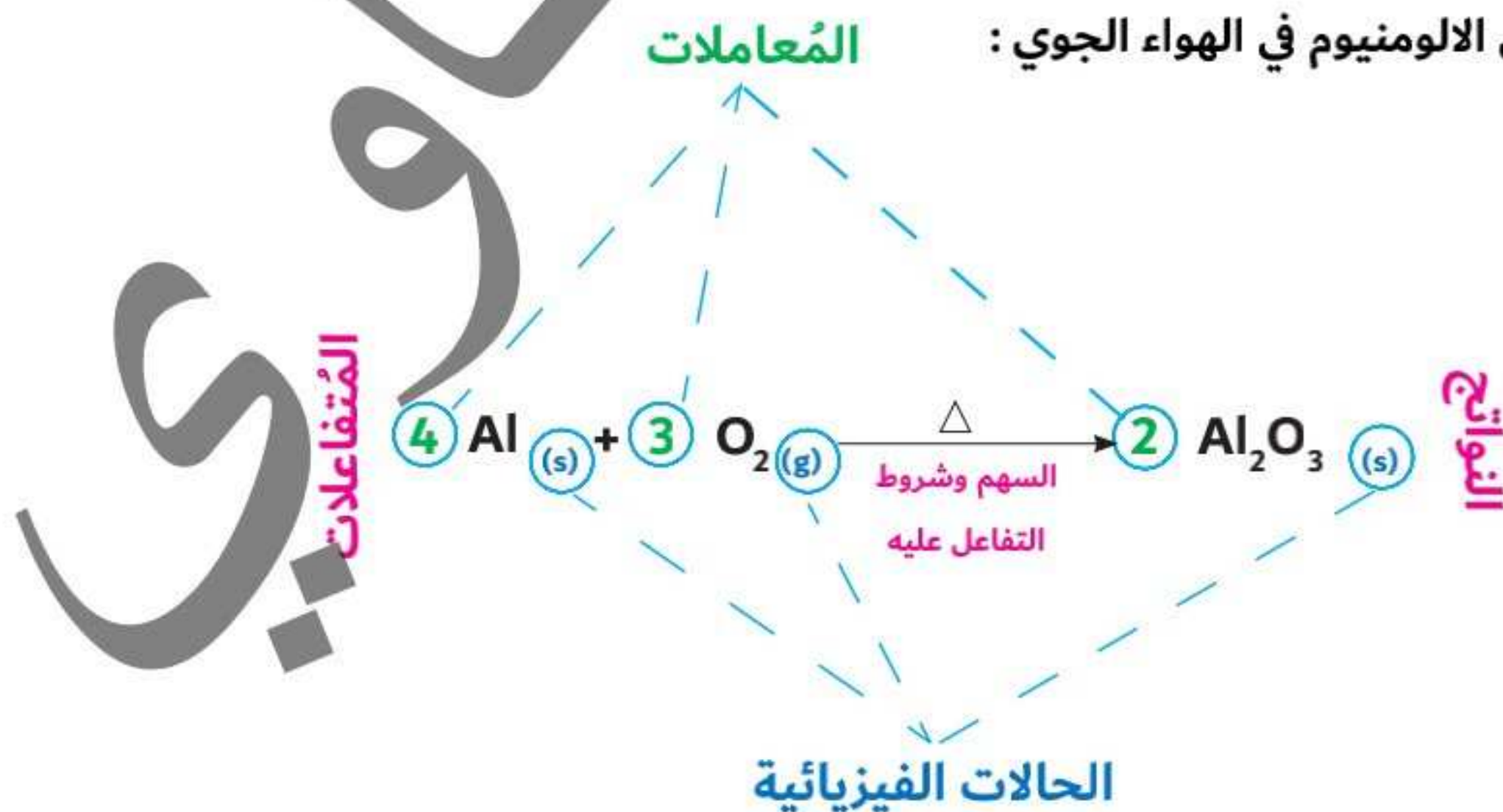
وهي عبارة عن أرقام تسبق المتفاعلات والنواتج وتُعبّر عن وزن المعادلة »

العلامة	ما تشير اليه
+	تفصل بين كل من المتفاعلات وبعضها البعض والنواتج وبعضها البعض
→	سهم يفصل بين المتفاعلات والنواتج في التفاعلات التي تسير في اتجاه واحد
⇌	سهم يفصل بين المتفاعلات والنواتج في التفاعلات التي تسير في الاتجاه الطردى والعكسي التفاعلات الإنعكاسية
↓	عندما يكون الناتج راسب ( لا يذوب في حيز التفاعل )
↑	عندما يكون الناتج غاز او بخار او متطاير
.dil	تدل علي أن المادة مخففة
.Conc	تدل علي ان المادة مركزة

المعادلة الموزونة: هي المعادلة التي يتساوي فيها عدد ذرات (أيونات) العناصر الداخلة والناجمة من التفاعل حسب قانون فعل الكتلة ويتم وزنها بمساواة عدد الذرات في المتفاعلات مع عدد ذرات النواتج لكل عنصر.

لماذا يتم وزن المعادلة الكيميائية ؟ وذلك تحقيقاً لقانون بقاء الكتلة

مُعادلة احتراق قطعة من الالومنيوم في الهواء الجوي :



ملاحظات مهمة :

1 عدد العناصر الغازية = 11 عنصر لافلزي ، وهي قد تكون عناصر :

أ نشطة : وهم ( الأكسجين والفلور والكلور ) .

ب أقل نشاط : وهم ( الهيدروجين والنتروجين ) .

ج خاملة : وهم ( الهيليوم والنيون والآرجون والكربتون والزينون والرادون ) .

د عدد العناصر السائلة = 2 عنصر ، وهما عنصران ( البروم « لافلزي » والزرنيق « فلزي » )

ه باقي عناصر الجدول الدوري عناصر صلبة .

و عند حرق المركبات العضوية بالأكسجين ، يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء أو

ماء حسب ظروف التفاعل ، من أمثلة المركبات العضوية [ الميثان  $CH_4$  - الإيثان  $C_2H_6$  -

البروبان  $C_3H_8$  - البيوتان  $C_4H_{10}$  / الإيثين  $C_2H_4$  - البروبين  $C_3H_6$  - البيوتين  $C_4H_8$  /

الإيثان (الأسيتلين)  $C_2H_2$  - البروبان  $C_3H_4$  - البيوتان  $C_4H_6$  / الجلوكوز  $C_6H_{12}O_6$

- السكر  $C_{12}H_{22}O_{11}$  - الميثانول  $CH_3OH$  - الإيثانول  $C_2H_5OH$  - حمض الفورميك

$HCOOH$  - حمض الخليك (حمض الأسيتيك)  $CH_3COOH$  ] .

● حرق الجلوكوز في الهواء الجوي :



و عند وزن المعادلة الكيميائية من الممكن استخدام كسور ك  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{3}{2})$  وليس بالضرورة أعداد

صحيحة ؟ وذلك لأن المعاملات تمثل عد المولات وليس عدد الجزيئات .

لاحظ القراءة الصحيحة للمعادلة التالية :



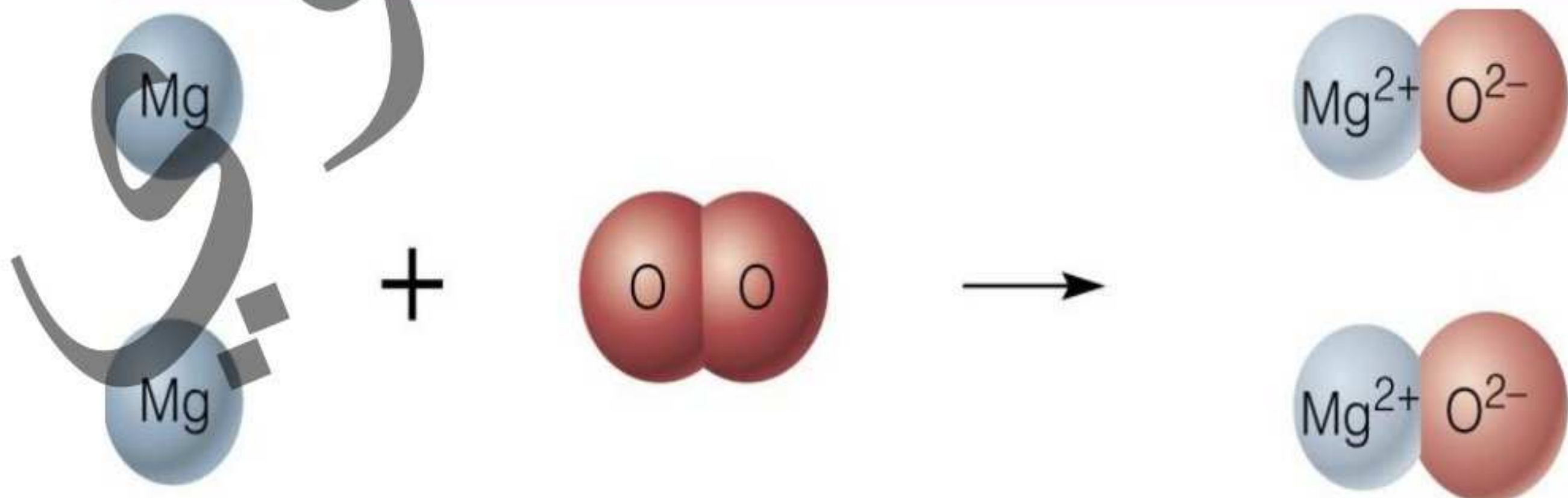
« احتراق 2 مول من شريط المغنسيوم الصلب مع 1 مول من غاز الأكسجين لتكوين 2 مول من

أكسيد المغنسيوم الصلب »



« احتراق 1 مول من شريط المغنسيوم الصلب مع نصف مول من غاز الأكسجين لتكوين 1 مول

من أكسيد المغنسيوم الصلب »





### لاحظ الفرق بين رموز وأيونات وجزيئات بعض العناصر والمركبات :

الرمز أو الصيغة	يقرأ
K	ذرة بوتاسيوم أو جزئ بوتاسيوم أو عنصر البوتاسيوم
O	ذرة أكسجين
2O	ذرتي أكسجين غير متحدتين
O <sub>2</sub>	جزئ أكسجين " مكون من ذرتين مُتحدتين " أو عنصر أكسجين
O <sup>2-</sup>	أيون أكسجين سالب أو أكسيد أو أيون أكسيد
2O <sup>2-</sup>	أيوني أكسجين سالب غير مُتحدتين
K <sub>2</sub> O	جزئ أكسيد البوتاسيوم " مكون من اتحاد ذرتي بوتاسيوم مع ذرة أكسجين "
2K <sub>2</sub> O	جزيئين أكسيد بوتاسيوم
K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	جزئ فوق أكسيد البوتاسيوم " مكون من اتحاد ذرتي بوتاسيوم مع ذرتي أكسجين "
KO <sub>2</sub>	جزئ سوبر أكسيد البوتاسيوم " مكون من اتحاد ذرة بوتاسيوم مع ذرتي أكسجين "

س حول المعادلة اللفظية إلي رمزية والعكس ثم زن كل معادلة :

- ١ ..... N<sub>2</sub> + ..... H<sub>2</sub> → ..... NH<sub>3</sub>
- ٢ الومنيوم + أكسجين أكسيد الألومنيوم
- ٣ ..... Fe + ..... Cl<sub>2</sub> → ..... FeCl<sub>3</sub>
- ٤ غاز كبريتيد الهيدروجين + غاز ثاني أكسيد الكبريت ← كبريت + بخار الماء
- ٥ ..... Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + ..... K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> → ..... + .....
- ٦ صوديوم + ماء
- ٧ ..... HNO<sub>3</sub>  $\xrightarrow{\text{Conc}}$  ..... H<sub>2</sub>O + ..... NO<sub>2</sub> + ..... O<sub>2</sub>
- ٨ نترات النحاس II الصلب  $\xrightarrow{\Delta}$  أكسيد النحاس II + غاز ثاني أكسيد النيتروجين + غاز الأكسجين
- ٩ ..... AgNO<sub>3</sub> + ..... NH<sub>4</sub>I → ..... + .....
- ١٠ سوبر أكسيد البوتاسيوم + غاز ثاني أكسيد الكربون ← كربونات البوتاسيوم + غاز الأكسجين
- ١١ ..... KMnO<sub>4</sub> + ..... Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> + ..... HCl → ..... HgCl<sub>2</sub> + ..... MnCl<sub>2</sub> + ..... KCl + ..... H<sub>2</sub>O
- ١٢ حمض الكبريتيك المخفف + محلول هيدروكسيد البوتاسيوم ← كبريتات البوتاسيوم + ماء
- ١٣ ..... Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + ..... NH<sub>4</sub>OH → (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + ..... Al(OH)<sub>3</sub>
- ١٤ محلول كلوريد الباريوم + محلول فوسفات الصوديوم ← كلوريد الصوديوم + فوسفات الباريوم





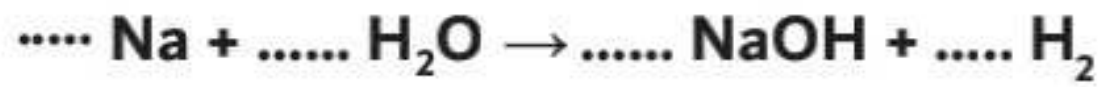
١٥

١٦ احتراق شريط من الماغنسيوم في جو من الأكسجين



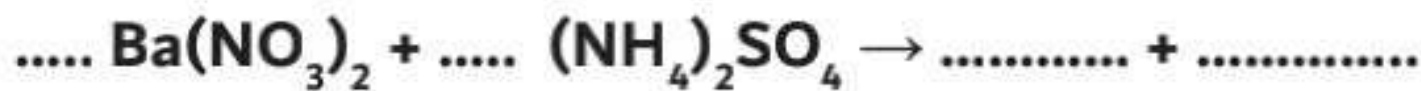
١٧

١٨ ملح كربونات الماغنسيوم  $\xrightarrow{\Delta}$  أكسيد الماغنسيوم + غاز ثاني أكسيد الكربون



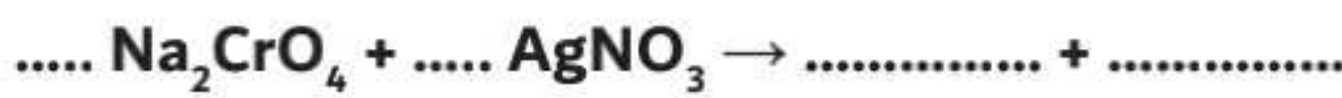
١٩

٢٠ حديد + غاز الكلور  $\xrightarrow{\Delta}$  ملح كلوريد الحديد



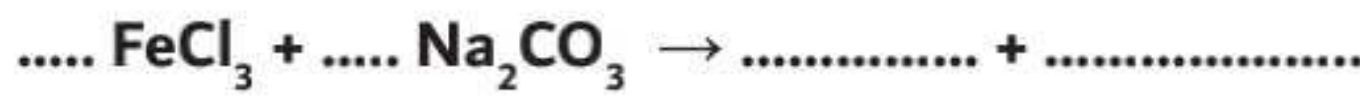
٢١

٢٢ حديد + حمض الهيدروبروميك



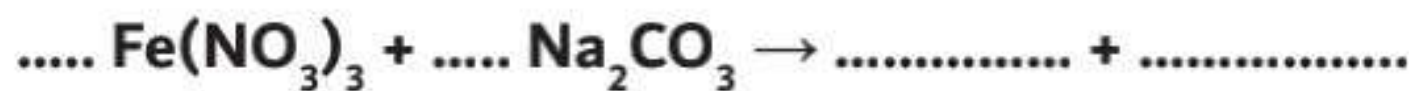
٢٣

٢٤ رصاص + حمض النيتريك لتكوين نترات الرصاص II وماء وأكسيد النيتريك



٢٥

٢٦ كبريتات ألومنيوم + هيدروكسيد صوديوم



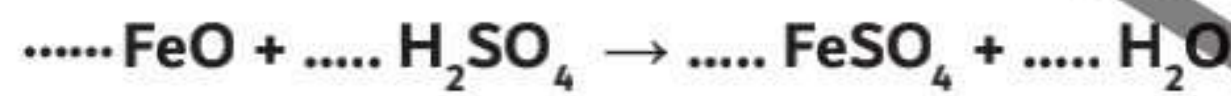
٢٧

٢٨ ماغنسيوم + نيتروجين



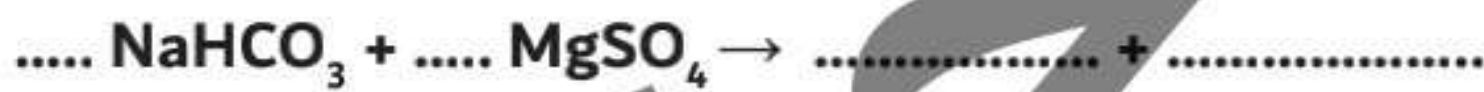
٢٩

٣٠ أكسيد البوتاسيوم + ماء لتكوين هيدروكسيد البوتاسيوم



٣١

٣٢ بوتاسيوم + بروم



٣٣

٣٤ زنك + حمض الهيدروكلوريك



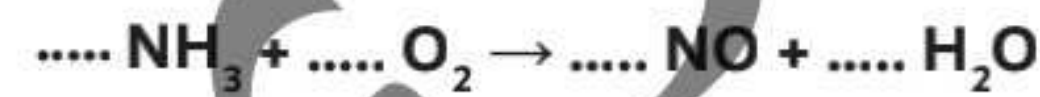
٣٥

٣٦ الومنيوم + ماء



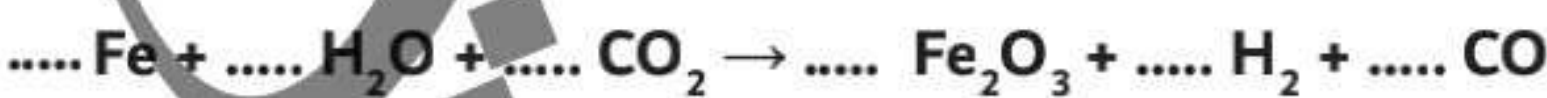
٣٧

٣٨ كبريتات الكالسيوم + كربون لتكوين كبريتيد الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون



٣٩

٤٠ ثاني أكسيد الكبريت + برمنجانات بوتاسيوم + ماء لتكوين كبريتات منجنيز وكبريتات بوتاسيوم وحمض كبريتيك



٤١

٤٢ ثاني أكسيد الكبريت + غاز الأكسجين



٤٣

فضة + سيانيد الصوديوم + أكسجين + ماء لتكوين سيانيد الفضة وهيدروكسيد الصوديوم

٤٤



٤٥

كبريتيد النحاسيك + حمض النيتريك لتكوين نترات النحاسيك وثاني أكسيد النيتروجين والكبريت وماء

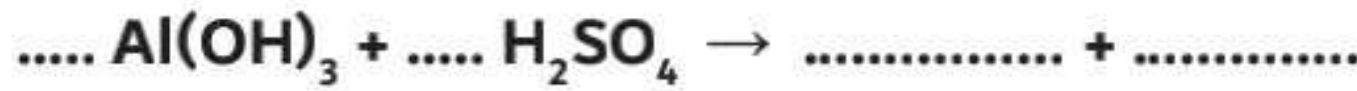
٤٦



٤٧

انحلال كلورات البوتاسيوم إلى كلوريد البوتاسيوم وفوق كلورات البوتاسيوم وأكسجين

٤٨



٤٩

محلول كلوريد الألومنيوم + محلول هيدروكسيد الصوديوم لتكوين محلول كلوريد الصوديوم مع راسب

٥٠

من هيدروكسيد الألومنيوم

## المعادلة الأيونية:

المعادلة التي نكتب فيها كل أو جزء من المواد في صورة أيونية.

يتم استخدام المعادلات الأيونية في التعبير عن:

### 1 العمليات الفيزيائية:

عمليات تحدث للمركبات وخاصة الأيونية عن طريق تفكك جزيئاتها إلى أيونات وبالتالي يحدث تغير في الحالات الفيزيائية فقط، ومن الأمثلة على ذلك:

**أ ذوبان المركبات الأيونية في الماء:** عبارة عن تفكك المركب الأيوني في الماء إلى أيونات موجبة وسالبة؛ وهذا يطلق عليه تغير فيزيائي للمركب الأيوني؛ حيث أنه تتغير حالته الفيزيائية فقط.

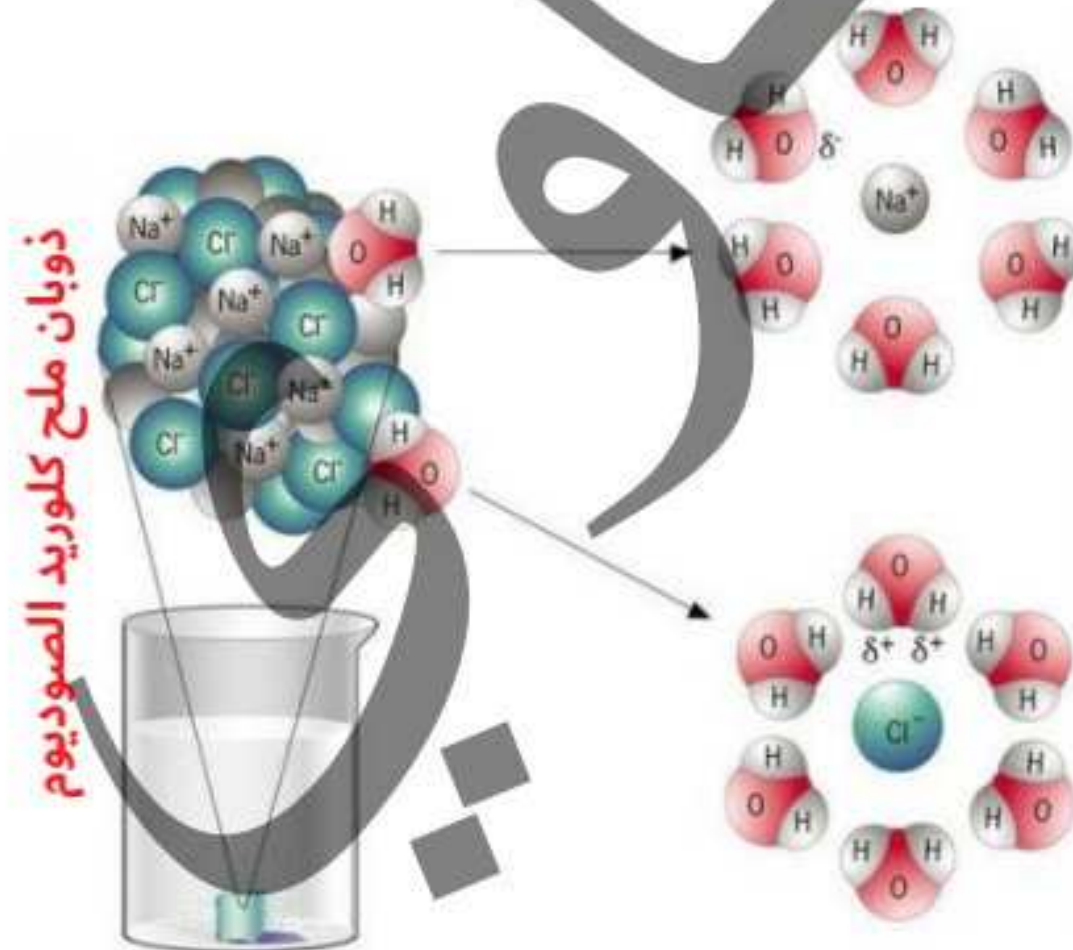
المعادلة الأيونية لذوبان ملح كلوريد الصوديوم في الماء:



**ب انصهار المركبات الأيونية حرارياً:** عبارة عن تفكك

المركب الأيوني بالحرارة إلى أيونات موجبة وسالبة؛ وهذا يطلق عليه تغير فيزيائي للمركب الأيوني؛ حيث أنه تتغير حالته الفيزيائية فقط.

المعادلة الأيونية: لإنصهار ملح كلوريد الصوديوم بالحرارة:





## 2 التفاعلات الكيميائية :

عبارة عن كسر الروابط بين ذرات جزيئات المتفاعلات وتكوين روابط جديدة بين جزيئات النواتج .

مثال:- تفاعلات التعادل : تفاعلات الترسيب :

خطوات كتابة المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعلات التعادل : [ ماء + ملح → قاعدة + حمض ]

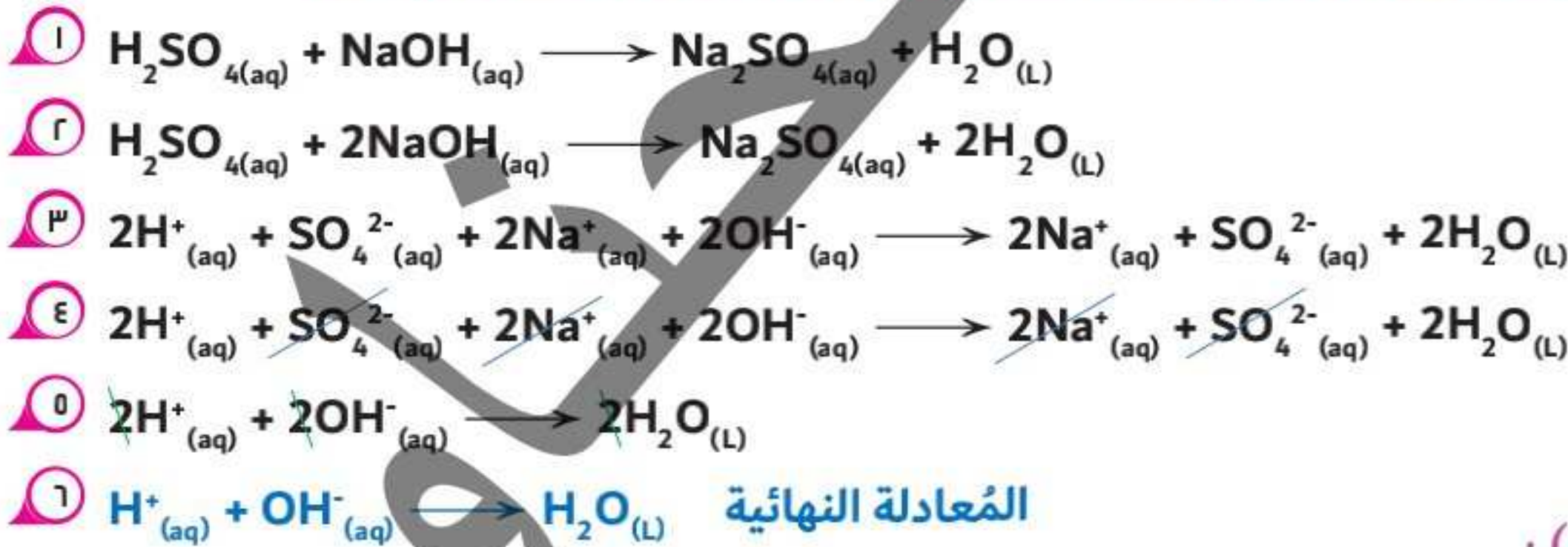
- ١ إذا كانت المعادلة لفظية يتم تحويلها إلى معادلة رمزية وبها حالاتها الفيزيائية .
- ٢ يتم وزن المعادلة الرمزية .
- ٣ يتم تحويل كل الجزيئات الداخلة في التفاعل والناجمة منه على هيئة أيونات موجبة (كاتيونات) وأيونات سالبة (أنيونات) ؛ عدا جزيء الماء « حيث أن أيونات الماء هي التي أحدثت تغير في التفاعل واشتركت في تكوين ناتج الماء » .
- ٤ تُحذف الأيونات التي لم تشارك في التفاعل من طرفي المعادلة وتُسمى بالأيونات المتفرجة وهي عبارة عن « الأنيون من الحمض مع أنيون الملح الناتج و الكاتيون من القاعدة مع كاتيون الملح الناتج »
- ٥ إذا كانت المعاملات أكبر من الواحد الصحيح يتم اختصارها لأبسط صورة .
- ٦ يتم كتابة الأيونات المتبقية « وهي كاتيون الهيدروجين من الحمض لتكوين جزيء الماء »

« المعادلة النهائية لتفاعلات التفاعل الذي يتم بين حمض قوي وقاعدة قوية »



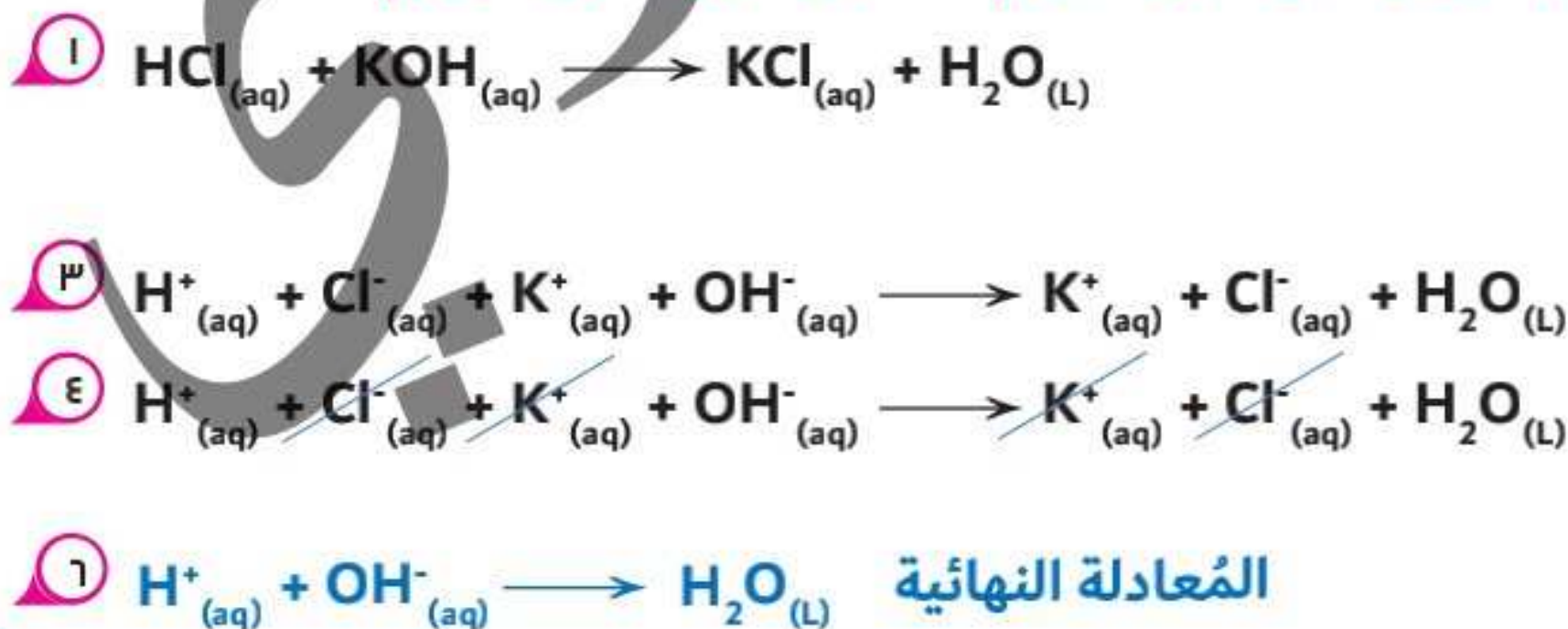
علي سبيل المثال (١) : عبر عن تفاعل التعادل التالي بالمعادلة أيونية موزونة:-

محلول حمض الكبريتيك + محلول هيدروكسيد الصوديوم محلول كبريتات الصوديوم + ماء



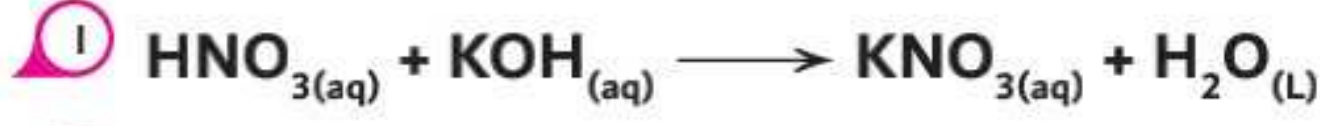
علي سبيل المثال (٢) :

محلول حمض الهيدروكلوريك + محلول هيدروكسيد البوتاسيوم محلول كلوريد البوتاسيوم + ماء

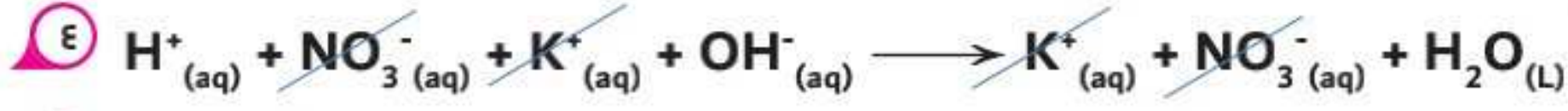
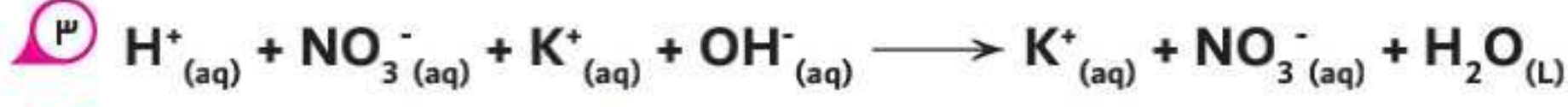


● علي سبيل المثال (٣) :

◀ محلول حمض النيتريك + محلول هيدروكسيد البوتاسيوم محلول نترات البوتاسيوم + ماء



٢ المُعادلة موزونة

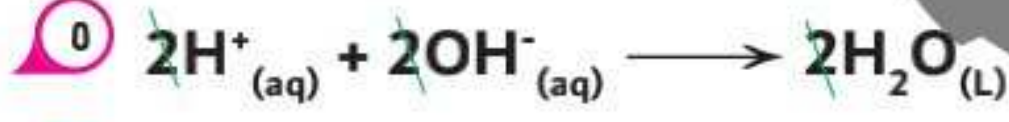
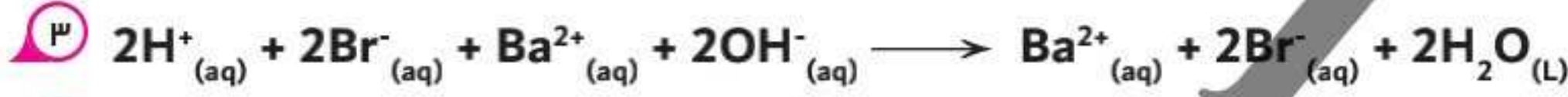
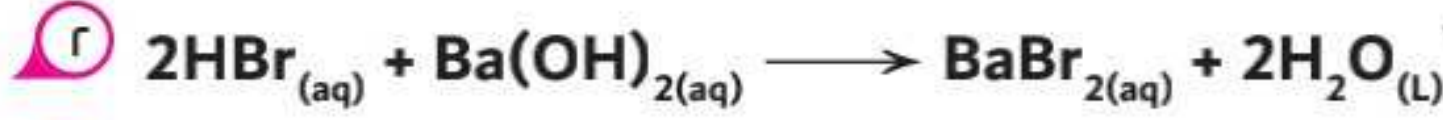
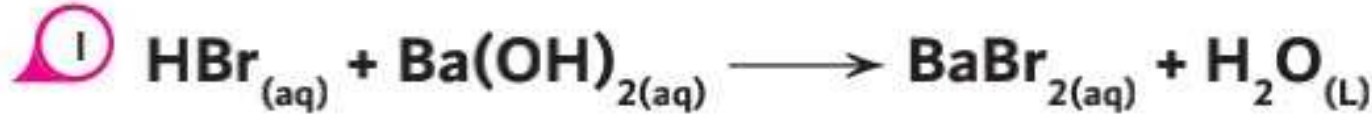


٥ المُعاملات مُختصرة



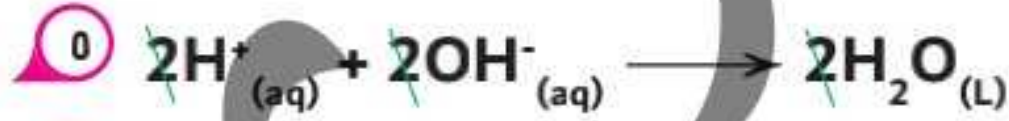
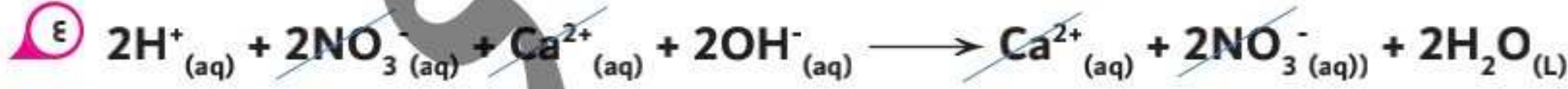
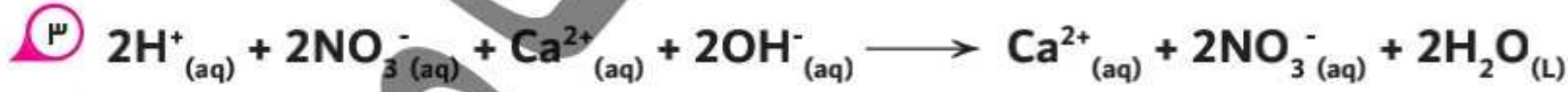
● علي سبيل المثال (٤) :

◀ محلول حمض الهيدروبروميك + محلول هيدروكسيد الباريوم محلول بروميد الباريوم + ماء



● علي سبيل المثال (٥) :

◀ محلول حمض النيتريك + محلول هيدروكسيد الكالسيوم محلول نترات الكالسيوم + ماء



ب-خطوات كتابة المعادلة الأيونية المُعبّرة عن تفاعلات الترسيب :

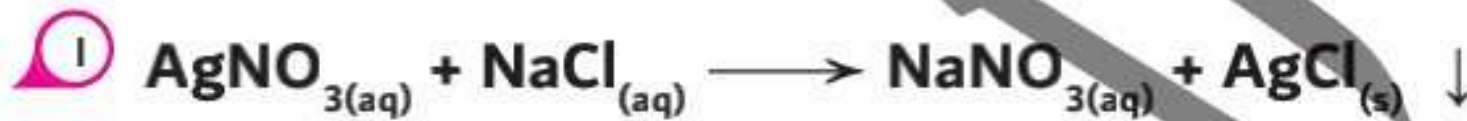
[راسب + محلول ملح → محلول ملح آخر + محلول ملح]

- ١ إذا كانت المعادلة لفظية يتم تحويلها إلى معادلة رمزية وبها حالاتها الفيزيائية .
  - ٢ يتم وزن المعادلة الرمزية .
  - ٣ يتم تحويل كل الجزيئات الداخلة في التفاعل والنتيجة منه على هيئة أيونات موجبة (كاتيونات) وأيونات سالبة (آنيونات) ؛ عدا جزئ الراسب « حيثُ أن أيونات الراسب هي التي أحدثت تغير في التفاعل واشتركت في تكوين ناتج الراسب (مركب لا يذوب في الماء) .
  - ٤ تُحذف الأيونات التي لم تشترك في التفاعل من طرفي المعادلة وتُسمى بالأيونات المُتفرجة .
  - ٥ إذا كانت المُعاملات أكبر من الواحد الصحيح يتم اختصارها لأبسط صورة .
  - ٦ يتم كتابة الأيونات المُتبقية « وهي كاتيون الفلز من الراسب مع أنيون اللافلز من الراسب لتكوين جزئ الراسب »
- « المُعادلة النهائية لتفاعلات الترسيب تختلف من تفاعل لآخر نظراً لإختلاف الرواسب »

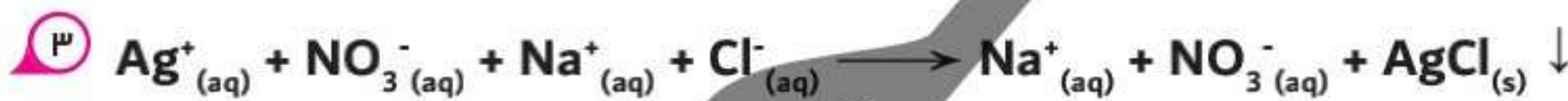
توضيح : عبر عن تفاعل التعادل التالي بالمعادلة أيونية موزونة:-

علي سبيل المثال (١) :

محلول نترات الفضة + محلول كلوريد الصوديوم محلول نترات الصوديوم + راسب أبيض من كلوريد الفضة



٢ المُعادلة موزونة

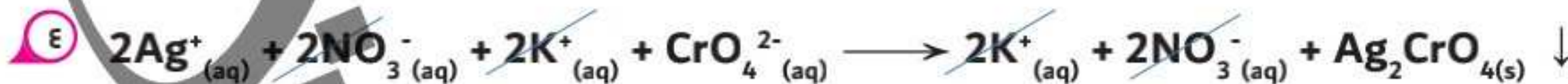
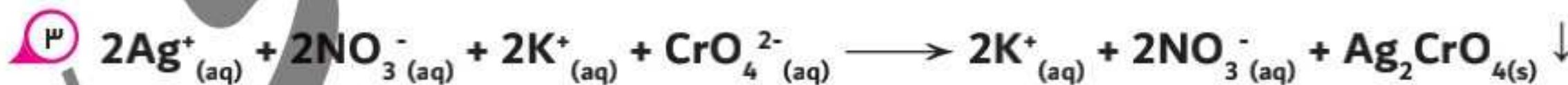
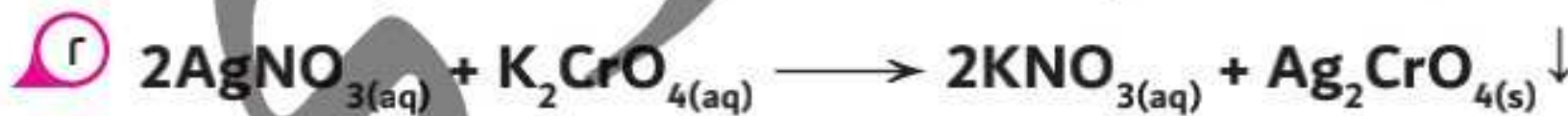


٥ المُعاملات مُختصرة



علي سبيل المثال (٢) :

محلول نترات الفضة + محلول كرومات البوتاسيوم محلول نترات البوتاسيوم + راسب أحمر من كرومات الفضة

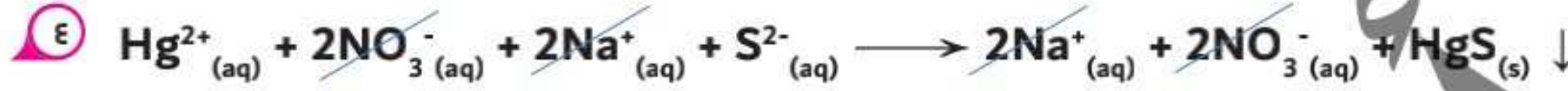
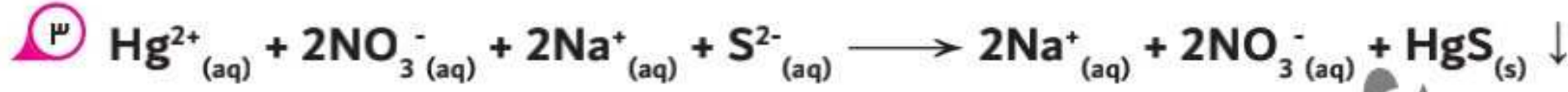
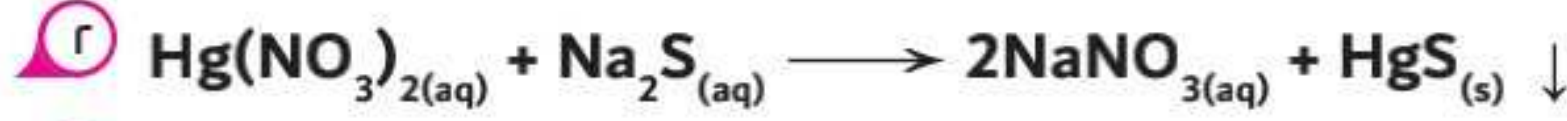
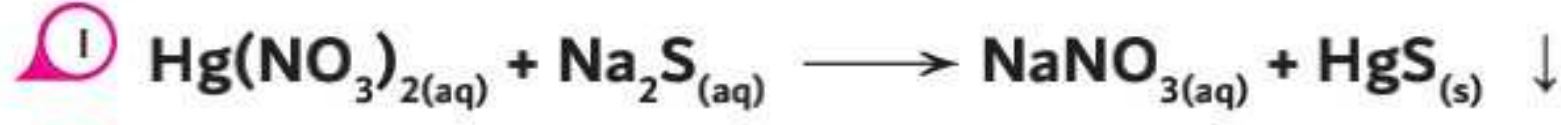


٥ المُعاملات مُختصرة



● علي سبيل المثال (٣) :

◀ محلول نترات الزئبق II + محلول كبريتيد الصوديوم محلول نترات الصوديوم + راسب أسود من كبريتيد الزئبق II



٥ المفاعلات مُختصرة



● علي سبيل المثال (٤) :

◀ محلول كلوريد الألومنيوم + محلول هيدروكسيد الصوديوم محلول كلوريد الصوديوم + راسب أبيض جيلاتيني

من هيدروكسيد الألومنيوم

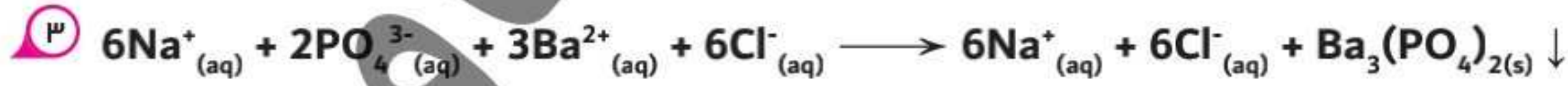


٥ المفاعلات مُختصرة



● علي سبيل المثال (٥) :

◀ محلول كلوريد الباريوم + محلول فوسفات الصوديوم محلول كلوريد الصوديوم + راسب أبيض من فوسفات الباريوم



٥ المفاعلات مُختصرة



س المعادلة الأيونية الموزنة تكون متزنة تلقائياً؟ .. (علل)؟

◀ لأن مجموع الشحنات الموجبة تساوي مجموع الشحنات السالبة في كل من طرفي المعادلة (تحقيقاً

لقانون بقاء الشحنة) بالإضافة الي تساوي عدد ذرات العناصر الداخلة والناجمة من التفاعل (تحقيقاً

لقانون فعل الكتلة).

أسئلة أكتب المعادلات الأيونية لكلاً من :

- ١) تفاعل محلول حمض النيتريك مع محلول هيدروكسيد الباريوم مكوناً محلول نترات الباريوم وماء .
- ٢) تفاعل محلول حمض الهيدروبروميك مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم مكوناً محلول يوديد البوتاسيوم وماء .
- ٣) تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول كبريتيد الصوديوم مكوناً محلول نترات الصوديوم وراسب أسود من كبريتيد الفضة .
- ٤) تفاعل محلول كلوريد الحديد مع محلول هيدروكسيد الصوديوم مكوناً محلول كلوريد الصوديوم وراسب بني محمر من هيدروكسيد الحديد .

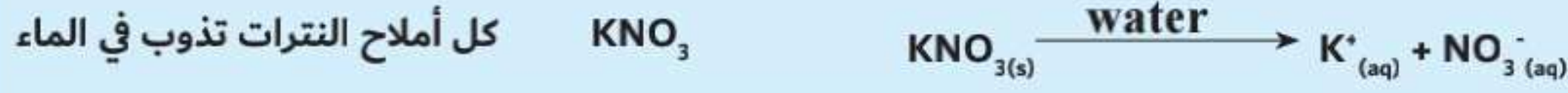


الأحماض والقواعد القوية التي تتأين في الماء

حمض الهيدروكلوريك	HCl	$\text{HCl}_{(g)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$	أولاً : الأحماض القوية
حمض الهيدروبروميك	HBr	$\text{HBr}_{(g)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{Br}^-_{(aq)}$	
حمض الهيدروبروميك	HI	$\text{HI}_{(g)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{I}^-_{(aq)}$	
حمض النيتريك	HNO <sub>3</sub>	$\text{HNO}_{3(l)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)}$	
حمض البيروكلوريك	HClO <sub>4</sub>	$\text{HClO}_{4(l)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{ClO}_4^-_{(aq)}$	
حمض الكبريتيك	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$\text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow{\text{water}} 2\text{H}^+_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$	
هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH	$\text{KOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{water}} \text{K}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	ثانياً: القواعد القوية
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	$\text{NaOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{water}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	
هيدروكسيد الباريوم	Ba(OH) <sub>2</sub>	$\text{Ba(OH)}_{(s)} \xrightarrow{\text{water}} \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$	



## الأملاح التي تذوب



كل أملاح الكبريتات تذوب في

الماء عدا : كبريتات الكالسيوم

(CaSO<sub>4</sub>) - كبريتات الفضة

(Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) - كبريتات

الرصاص (PbSO<sub>4</sub>) - كبريتات

الباريوم (BaSO<sub>4</sub>) - كبريتات

الإسترانشيوم (SrSO<sub>4</sub>) -

كبريتات الزئبق II (HgSO<sub>4</sub>)



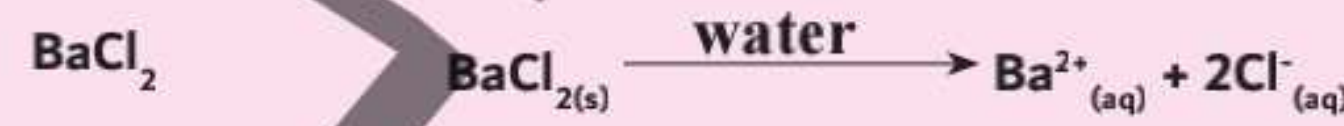
كل أملاح الكلوريد تذوب في الماء

عدا : كلوريد الرصاص II (PbCl<sub>2</sub>)

- كلوريد الفضة (AgCl) - كلوريد

النحاس II (CuCl<sub>2</sub>) - كلوريد

الزئبق I (Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)



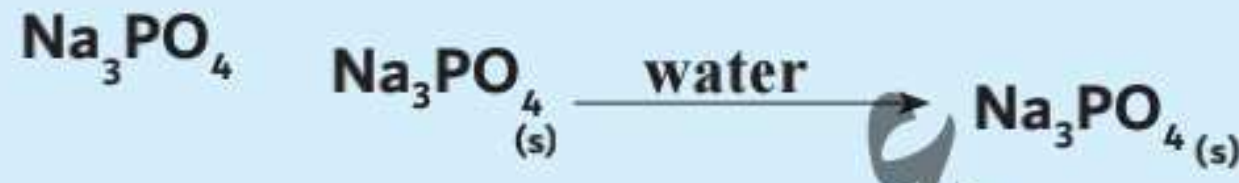
الأملاح  
التي  
تذوب





## الأملاح التي لا تذوب في الماء وأمثلة

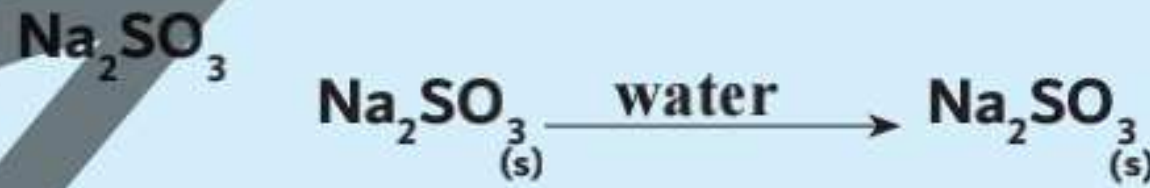
كل أملاح الفوسفات لا تذوب في الماء عدا : فوسفات الصوديوم ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) - فوسفات البوتاسيوم ( $\text{K}_3\text{PO}_4$ ) - فوسفات الأمونيوم  $[\text{NH}_4)_3\text{PO}_4]$



كل أملاح الكربونات لا تذوب في الماء عدا : كربونات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) - كربونات البوتاسيوم ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) - كربونات الأمونيوم  $[\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$



كل أملاح الكبريتات لا تذوب في الماء عدا : كبريتات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) - كبريتات البوتاسيوم ( $\text{K}_2\text{SO}_3$ ) - كبريتات الأمونيوم  $[\text{NH}_4)_2\text{SO}_3]$



ثانياً :  
الأملاح التي لا تذوب

وي

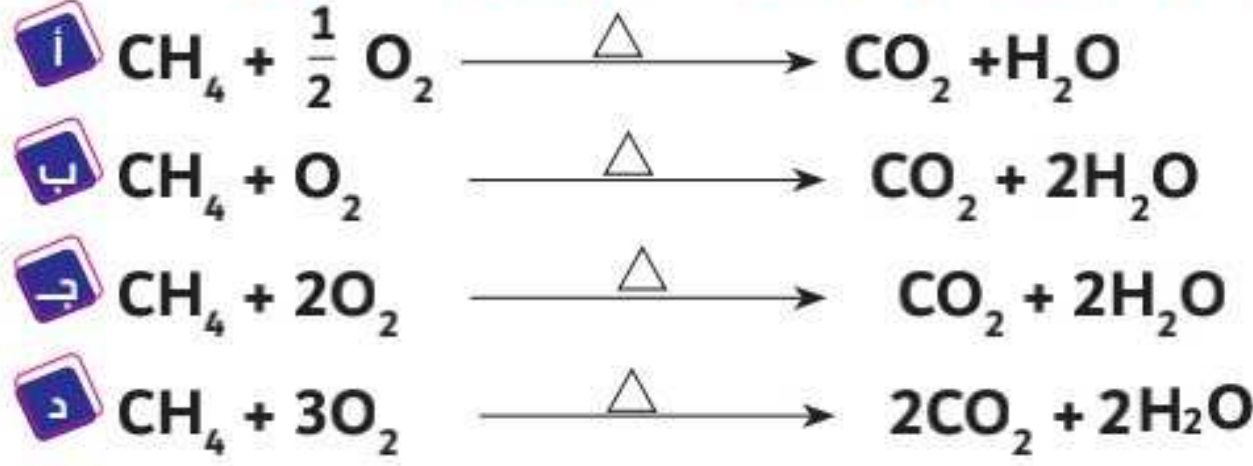


3

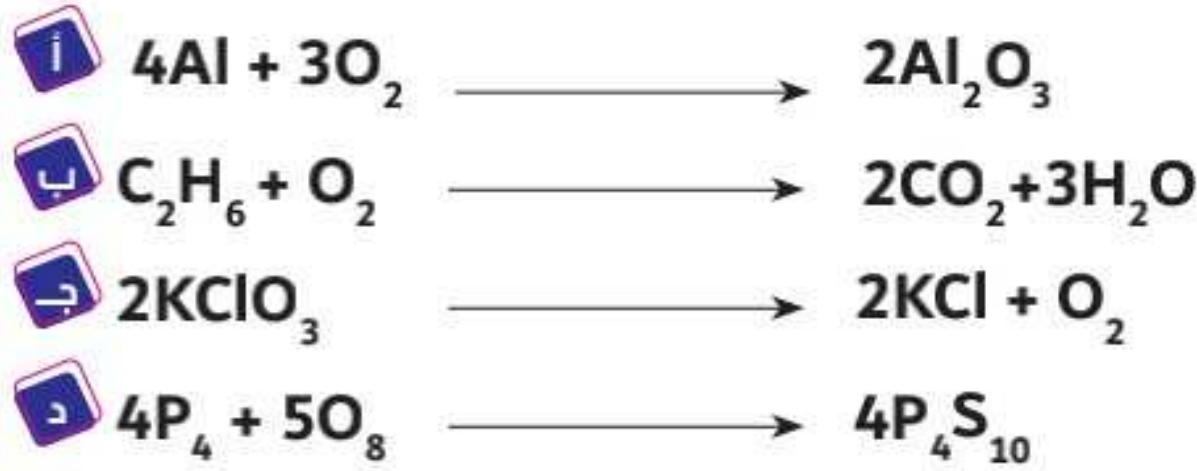


تدريب

١ ما المعادلة الرمزية الموزونة بطريقة صحيحة والمُعبرة عن احتراق غاز الميثان في جو من الأكسجين ؟ .....



٢ أيًا من المعادلات الآتية غير موزونة ؟ .....



٣ المعادلة الكيميائية المقابلة غير موزونة :  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

ما قيمة مُعامل الأكسجين بعد موازنة المعادلة ؟ .....

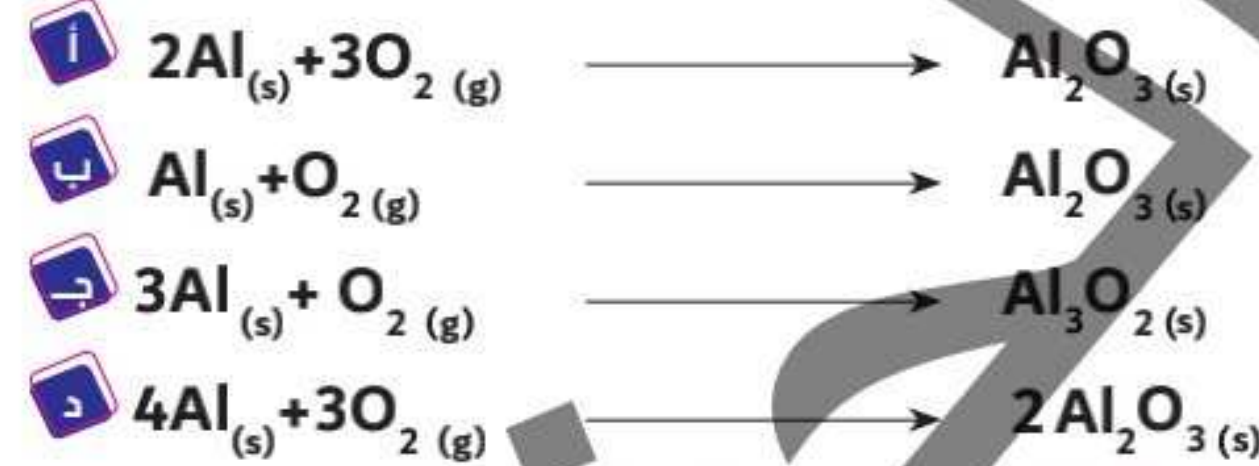
أ 7

ب 3

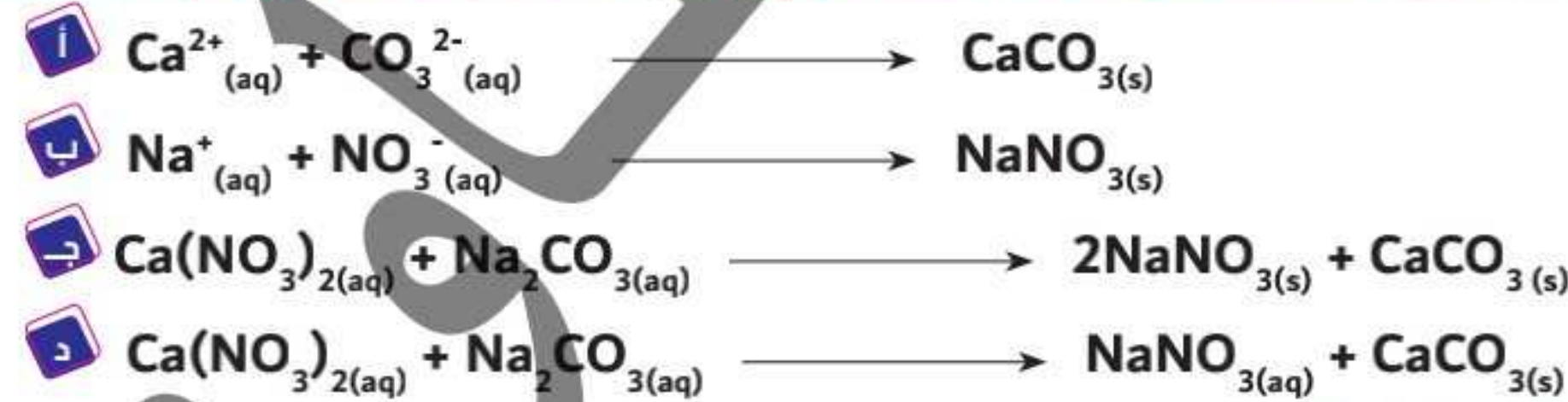
ج 12

د 6

٤ أيًا مما يأتي يُعبر عن المعادلة الموزونة لتفاعل الألومنيوم مع الأكسجين ؟ .....

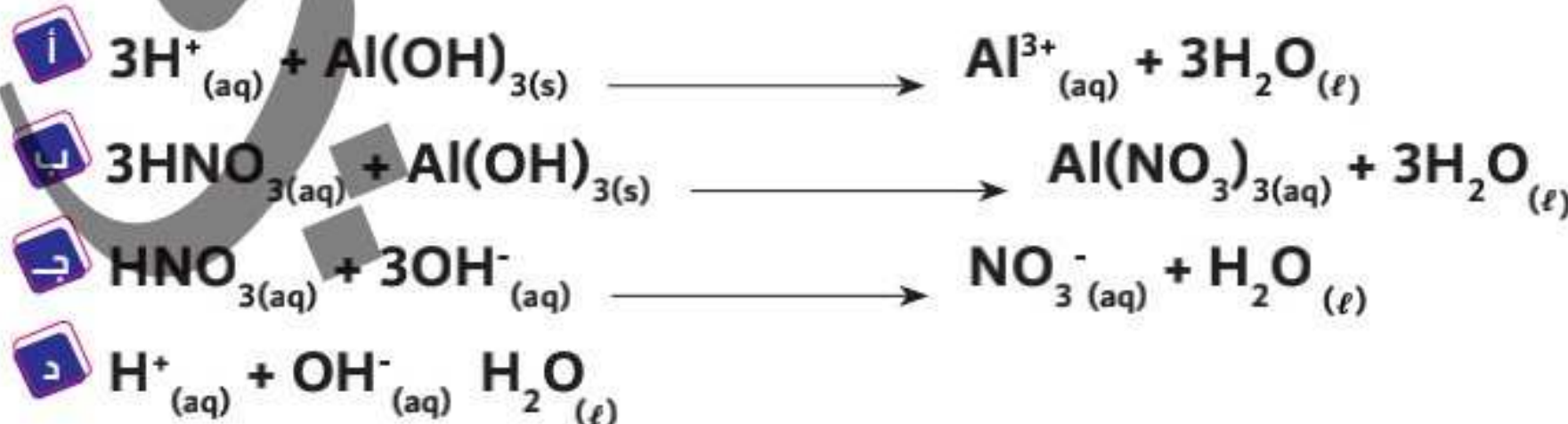


٥ أيًا من المعادلات الأيونية الآتية تعبر عن التفاعل محلول نترات الكالسيوم مع محلول كربونات الصوديوم ؟ .....



٦ أيًا من الاختيارات الآتية تُمثل المعادلة الأيونية

النهائية المُعبرة عن التفاعل الحادث بين محلول حمض النيتريك وهيدروكسيد الصوديوم ؟ .....





## المول

المول :

كمية المادة التي تحتوي على نفس عدد الوحدات (ذرات - جزيئات - وحدات صيغة) الموجودة بالمادة ؛ هذه الوحدة اتفق عليها النظام الدولي للقياس (SI = System International)

المادة نوعان → أيونية « تحتوي على روابط أيونية »  
← تساهمية « تحتوي على روابط تساهمية »

أولاً : المول والكتلة

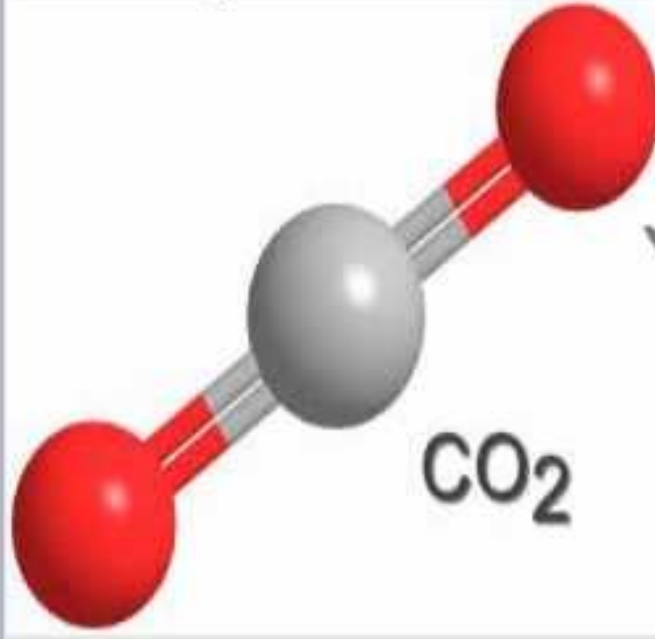
لاحظ جيداً :

المادة التساهمية: تتكون من جزيئات ، الجزيئات تتكون من ذرات ، مثل مادة  $CO_2$  التي تتكون من جزيئات  $CO_2$  والجزئ الواحد يتكون من ذرات  $C, O, O$

الذرة: هي أصغر وحدة بنائية للمادة تشترك في التفاعلات الكيميائية  
مثل ذرة الكربون (C).

الجزئ: هو أصغر جزء من المادة يمكن أن يوجد على حالة إنفراد وتتضح فيه خواص المادة ، مثل جزئ ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ).

الذرة أو الجزئ: عبارة عن جسيمات متناهية الصغر لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة وبالتالي يصعب التعامل معها .



لاحظ أن :-

يصعب التعامل عمليا مع الذرة أو الجزئ أو وحدة الصيغة في الحساب الكيميائي ..علل ؟ وذلك لأنها جسيمات متناهية في الصغر تقدر أبعادها بوحدة النانومتر (nm) .

## الكتلة الذرية - الوزن الذري :

كتلة الذرة الواحدة من المادة مُقدرة بوحدة الكتل الذرية amu أو u

مثل: كتلة ذرة الهيدروجين (H) = 1 amu أو 1 u / كتلة ذرة الكربون (C) = 12 amu أو 12 u

/ كتلة ذرة الأكسجين (O) = 16 amu أو 16 u

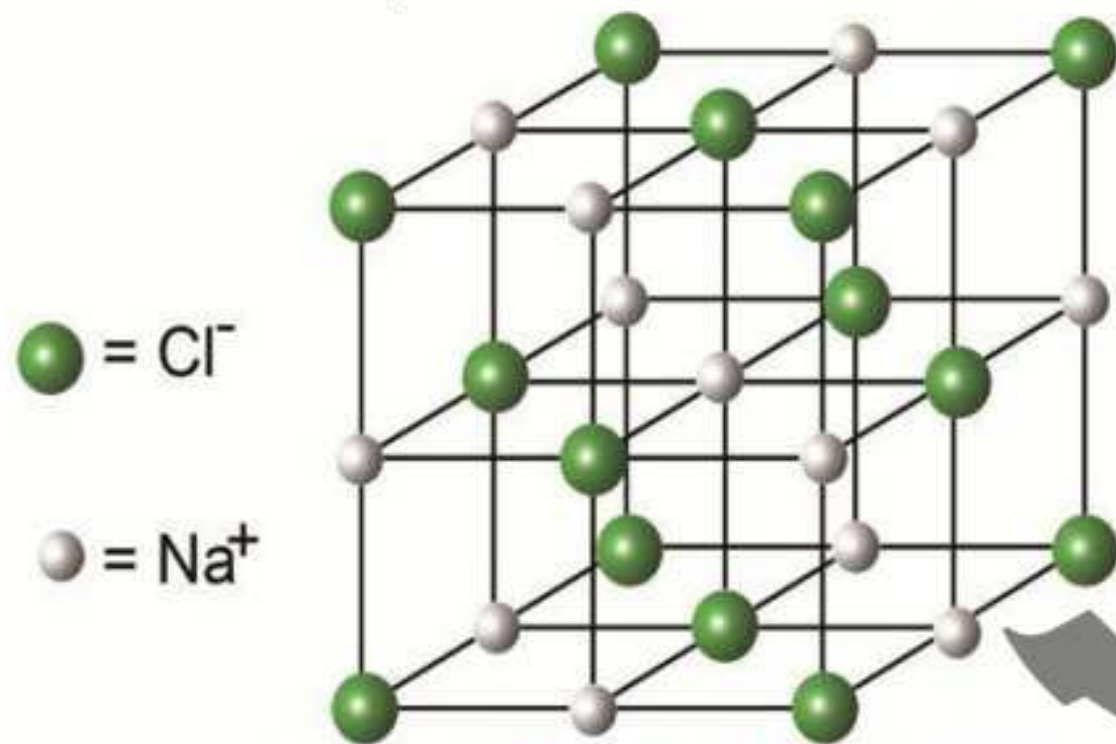
## الكتلة الجزيئية :

مجموع الكتل الذرية للذرات المكونة للجزيء مُقدرة بوحدة الكتل الذرية amu أو u

مثل: كتلة جزيء الماء (H<sub>2</sub>O) = [2×1 + 16] = 18 amu أو 18 u / كتلة جزيء ثاني أكسيد الكربون

(CO<sub>2</sub>) = [12 + 2×16] = 44 amu أو 44 u

المادة الأيونية: تتكون من وحدات صيغة ، وحدات الصيغة تتكون من أيونات ، مثل مادة NaCl التي تتكون من



الشبكة البلورية لكلوريد الصوديوم

وحدات صيغة NaCl التي تتكون من أيونات Na<sup>+</sup> و أيونات Cl<sup>-</sup>

وحدة الصيغة تتواجد في المركبات الأيونية فقط لتوضح النسب بين الأيونات .

تتواجد المركبات الأيونية علي هيئة بناء هندسي مُنتظم يعرف بالشبكة البلورية حيث يُحاط كل أيون بعدد من الأيونات المُخالفة له في الشحنة من جميع الجهات « أيون الكلوريد السالب يُحاط من

الإتجاهات الأربعة بأيونات الصوديوم الموجبة في الوحدة الواحدة من الشبكة »

## كتلة الأيون :

كتلة الذرة المشحونة من وحدة الصيغة مُقدرة بوحدة الكتل الذرية amu أو u

مثل: كتلة أيون الصوديوم الموجب (Na<sup>+</sup>) = 23 amu أو 23 u / كتلة أيون الكلوريد السالب

(Cl<sup>-</sup>) = 35.5 amu أو 35.5 u

كتلة وحدة الصيغة : كتلة المركب الأيوني كله مُقدرة بوحدة الكتل الذرية amu أو u

مثل: كتلة مركب كلوريد الصوديوم (NaCl) = [23 + 35.5] = 58.5 amu أو 58.5 u

التعامل مع الكميات الكبيرة في القياس

المول: الكتلة الذرية أو الكتلة الجزيئية أو كتلة الأيون أو كتلة وحدة الصيغة

عند تقدير الكتلة الذرية للعنصر بوحدة الجرام g يُطلق عليها مُصطلح « الكتلة المولية الذرية » وهي تُقدر

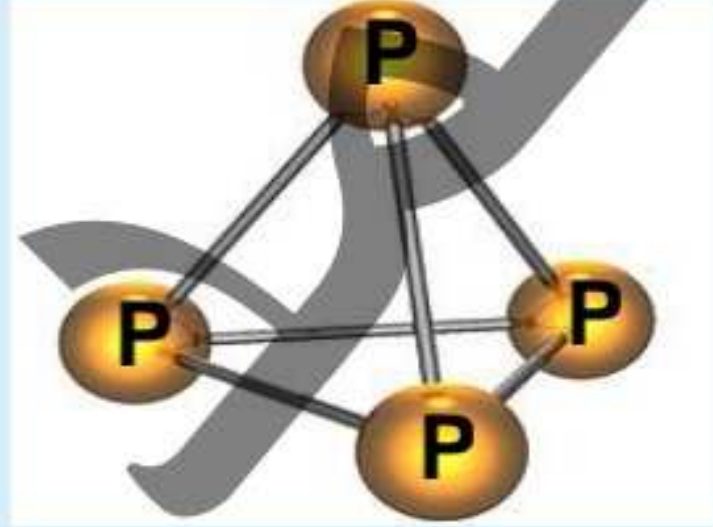
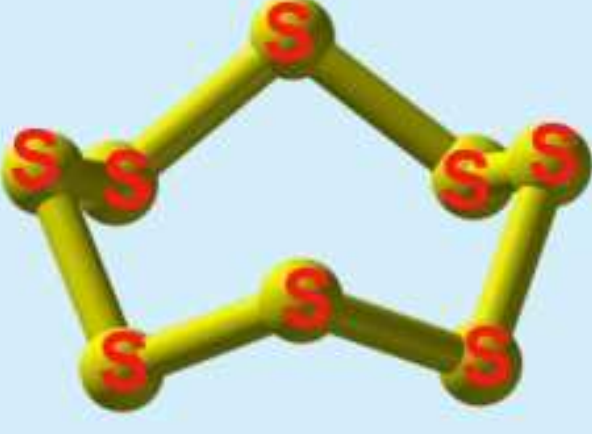
بوحدة g/mol

الرمز	H	C	O	N	Na	S	Cl	Ca
اسم العنصر	الهيدروجين	الكربون	الأكسجين	النيتروجين	الصوديوم	الكبريت	الكلور	الكالسيوم
الكتلة الذرية أو العدد الكتلي (amu = u)	1 u	12 u	16 u	14 u	23 u	32 u	35.5 u	40 u
الكتلة المولية الذرية g/mol	1 g/mol	12 g/mol	16 g/mol	14 g/mol	23 g/mol	32 g/mol	35.5 g/mol	40 g/mol

عند تقدير الكتلة الجزيئية للجزي أو للمركب الأيوني بوحدة الجرام g يُطلق عليها مُصطلح « الكتلة المولية الجزيئية » وهي تُقدر بوحدة g/mol

الرمز	H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	NaCl	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O
اسم الجزيء أو المركب	جزيء الماء	جزيء الأكسجين	جزيء ثاني أكسيد الكربون	مركب كلوريد الصوديوم	مركب فوسفات الكالسيوم	مركب كبريتات النحاس المائية
الكتلة الجزيئية أو كتلة وحدة الصيغة (amu = u)	[2×1 + 16] = 18 u	[2×16] = 32 u	[12 + 2×16] = 44 u	[23 + 35.5] = 58.5 u	[3×40 + (2×31 + 8×16)] = 310 u	[63.5 + 32 + (4×16) + (5×18)] = 249.5 u
الكتلة المولية g/mol	18 g/mol	32 g/mol	44 g/mol	58.5 g/mol	310 g/mol	249.5 g/mol

تختلف الكتلة المولية باختلاف الحالة الفيزيائية؛ لإختلاف التركيب الجزيئي .

العنصر	الفوسفور	الكبريت
رمز العنصر	$P_{(s)}$	$S_{(s)}$
الكتلة الذرية الجرامية	31 g	32 g
جزئ العنصر في الحالة البخارية	$P_{4(v)}$	$S_{8(v)}$
الكتلة المولية للجزئ في حالته البخارية	4 مول ذرة من الفوسفور $124 \text{ g/mol} = 31 \times 4 =$	8 مول ذرة من الكبريت $256 \text{ g/mol} = 32 \times 8 =$
شكل توضيحي		

يختلف مول جزئ العنصر ( $X_2$ ) عن مول ذرة العنصر ( $X$ ) في الجزيئات ثنائية الذرة « حيث أن الكتلة المولية من جزئ ثنائي الذرة ضعف كتلته المولية للذرة الواحدة .

العنصر	الهيدروجين	النيروجين	الاكسجين	الفلور	الكلور	البروم	اليود
الكتلة المولية للذرة ( $X$ )	H 1 g/mol	N 14 g/mol	O 16 g/mol	F 19 g/mol	Cl 35.5 g/mol	Br 80 g/mol	I 127 g/mol
الكتلة المولية للجزئ ( $X_2$ )	$H_2$ $2 \times 1 = 2$ g/mol	$N_2$ $2 \times 14 = 28$ g/mol	$O_2$ $2 \times 16 = 32$ g/mol	$F_2$ $2 \times 19 = 38$ g/mol	$Cl_2$ $2 \times 35.5 = 71$ g/mol	$Br_2$ $2 \times 80 = 160$ g/mol	$I_2$ $2 \times 127 = 254$ g/mol

ملاحظات مهمة :

١) اختلاف الكتلة المولية للفوسفور الصلب عن الكتلة المولية له في الحالة البخارية ؟

وذلك لإختلاف التركيب الجزيئي للفوسفور الصلب P الذي يتكون من ذرة فوسفور واحدة عن التركيب الجزيئي لبخار الفوسفور P<sub>4</sub> الذي يتكون من أربع ذرات مترابطة معاً ونظراً لإختلاف التركيب الجزيئي ؛ تختلف الكتل المولية .

٢) اختلاف الكتلة المولية للكبريت الصلب عن الكتلة المولية له في الحالة البخارية ؟

وذلك لإختلاف التركيب الجزيئي للكبريت الصلب S الذي يتكون من ذرة كبريت واحدة عن التركيب الجزيئي لبخار الكبريت S<sub>8</sub> الذي يتكون من ثمان ذرات مترابطة معاً ونظراً لإختلاف التركيب الجزيئي ؛ تختلف الكتل المولية .

٣) الكتلة المولية لجزئ الأكسجين ضعف الكتلة المولية لذرة الأكسجين ؟

وذلك لأن جزئ الأكسجين O<sub>2</sub> يتكون من ذرتين والكتلة المولية له = 16 × 2 = 32g/mol ، بينما الكتلة المولية للذرة الواحدة = 16g/mol ؛ وبالتالي فإن الكتلة المولية للجزئ ضعف الكتلة المولية للذرة الواحدة .

٤) اختلاف الكتلة المولية لجزئ الأكسجين عن الكتلة المولية لجزئ الأوزون علي الرغم من أنهما من نفس العنصر؟

وذلك بسبب اختلاف التركيب الجزيئي للأكسجين O<sub>2</sub> عن التركيب الجزيئي لجزئ الأوزون O<sub>3</sub> ، وإذا اختلف التركيب الجزيئي اختلفت الكتل المولية .

٥) لحساب عدد وحدات أي صيغة يتم تحويل المركب الأيوني إلي أيونات ومن ثم حساب عدد أيونات الصيغة ؛

مثل : مركب فوسفات الكالسيوم Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> = [3Ca<sup>2+</sup> + 2PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>] وبالتالي فإن مجموع الوحدات = 3 مول أيون من الكالسيوم + 2 مول أيون فوسفات والمجموع الكلي = 5 مول أيون من المركب .

٦) احسب الكتلة المولية لكلاً من :

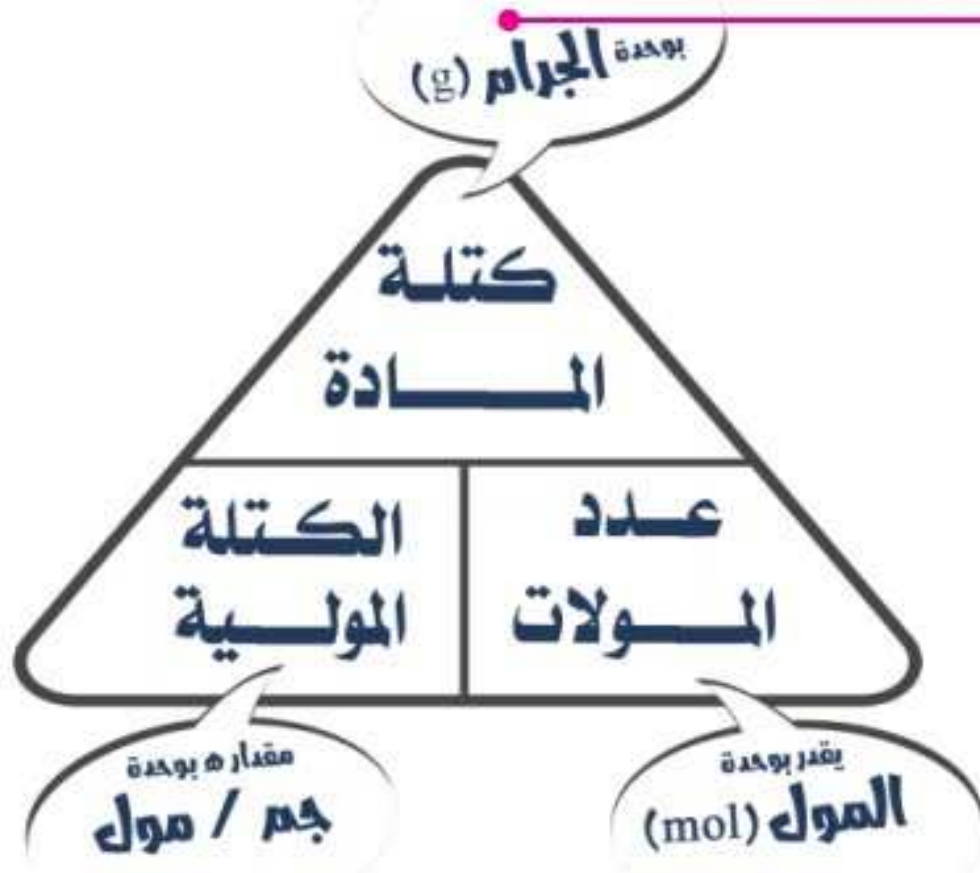
١) الجلوكوز C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (C=12 , O=16 , H=1)

٢) كبريتات الصوديوم المائية Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.10H<sub>2</sub>O (Na=23 , S=32 , H=1 , O=16)

٣) السكروز C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> (C=12 , O=16 , H=1)

٤) فوسفات الباريوم Ba<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (Ba=137 , P=31 , O=16)

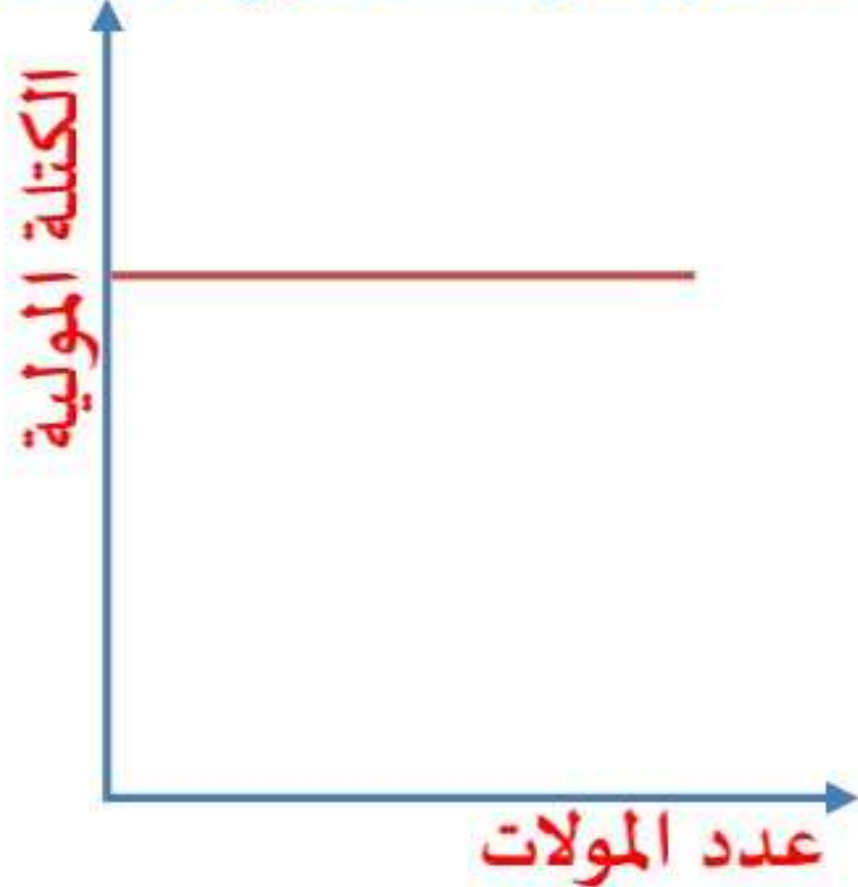
٥) الليمونيت 2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O (Fe=55.8 , O=16 , H=1)



لحساب عدد مولات المادة

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = (\text{mol}) \frac{\text{g}}{\text{g/mol}}$$

العلاقة بين عدد المولات وكتلة المادة (علاقة طردية) : - العلاقة بين عدد المولات والكتلة المولية (علاقة ثابتة) :



أمثلة :

١ احسب عدد مولات ذرات الكربون في عينة منه كتلتها 144g [C=12]

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = 12 \text{ mol} = \frac{144}{12}$$

٢ احسب عدد مولات الماء الموجودة في عينة منه كتلتها 36 g [H=1 , O=16]

صيغة الماء H<sub>2</sub>O

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = 2 \text{ mol} = \frac{36}{1+16 \times 2}$$

٣ احسب كتلة 0.5mol من الماء [H=1 , O=16]

كتلة المادة = عدد المولات × الكتلة المولية

$$\text{الكتلة المولية للماء H}_2\text{O} = (1 \times 2) + (16 \times 1) = 18 \text{ g/mol}$$

$$\text{كتلة الماء} = 18 \times 0.5 = 8 \text{ g}$$

٤ كم مولاً من الرصاص توجد في 41.4g منه [Pb=207]

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = 0.2 \text{ mol} = \frac{41.4}{207}$$

[C=12 , O=16]

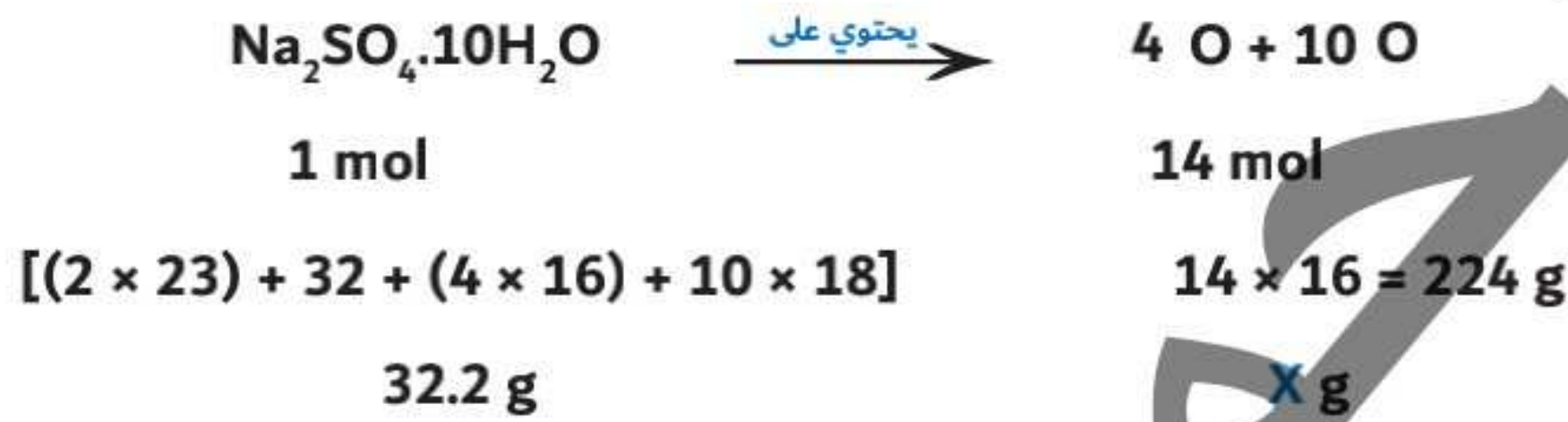
احسب عدد مولات 22g من غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>

الكتلة المولية لثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> = (112) + (216) = 44g/mol

$$0.5 \text{ mol} = \frac{22}{44} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \text{عدد المولات}$$

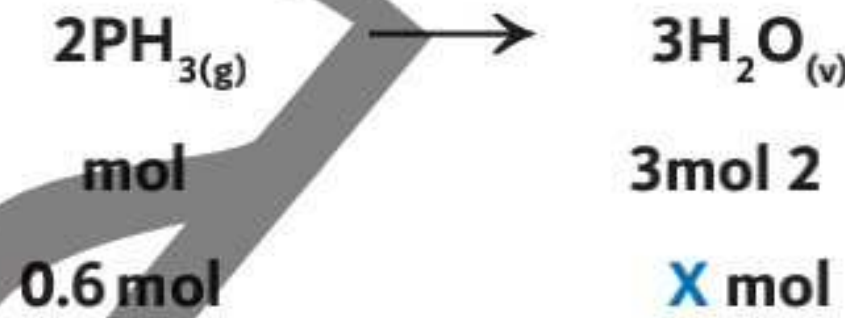
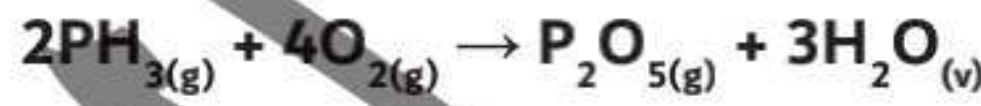
احسب كتلة الأكسجين في عينة كتلتها 32.2g من بلورات كبريتات الصوديوم المائية Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O

[Na=23 , S=32 , O=16 , H=1]



$$22.4 \text{ g} = \frac{224 \times 32.2}{322} = \text{X (كتلة الأكسجين في عينة البلورات)}$$

احسب عدد مولات بخار الماء الناتجة من احتراق 0.6mol من الفوسفين



$$0.9 \text{ mol} = \frac{0.6 \times 3}{2} = \text{X (عدد مولات بخار الماء)}$$

احسب كتلة أكسيد الكالسيوم الناتجة من إذلال 10g من كربونات الكالسيوم حرارياً من التفاعل الآتي :

[Ca=40 , C=12 , O=16]



$$[40 + 12 + (3 \times 16)] = 100 \text{ g/mol}$$

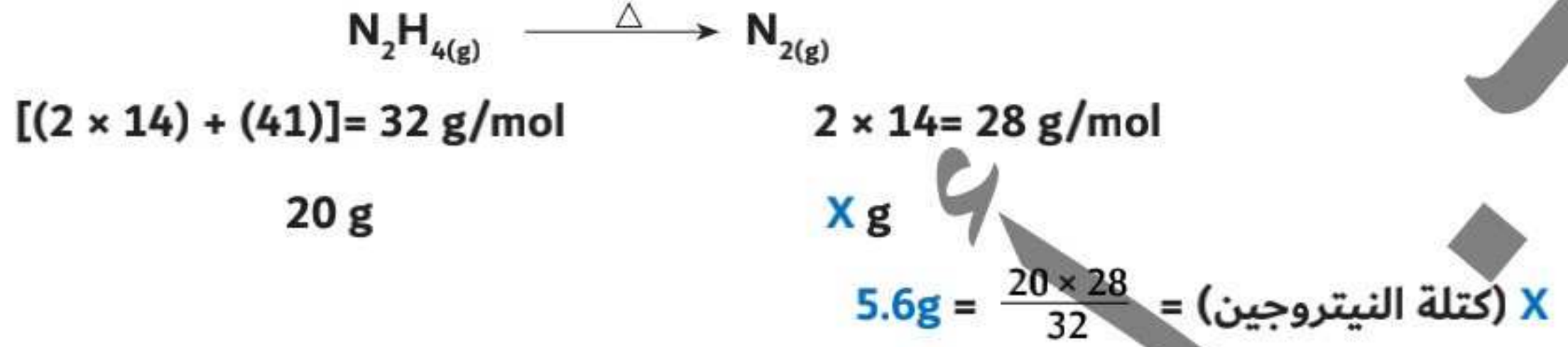
$$40 + 16 = 56 \text{ g/mol}$$

10 g

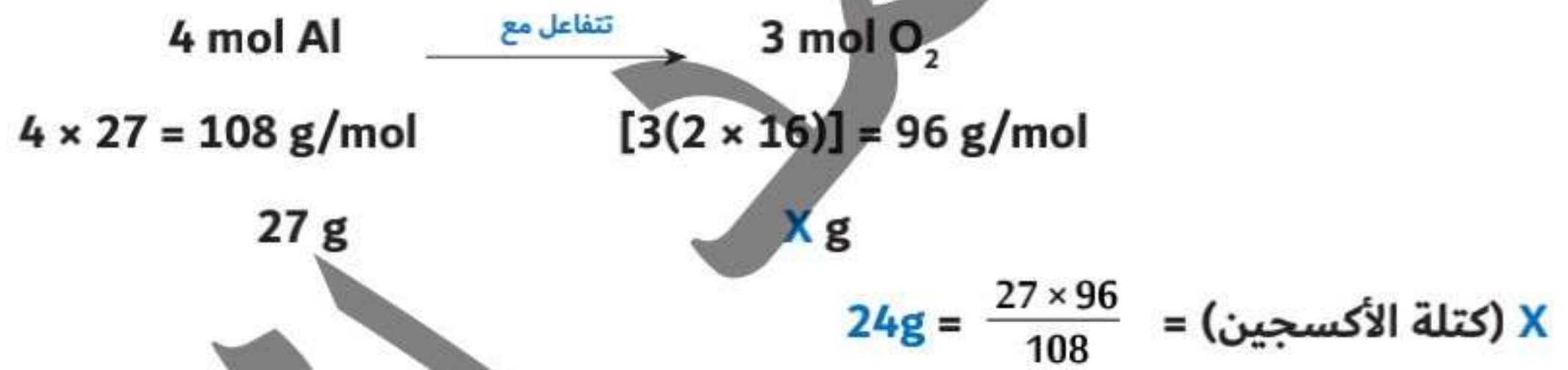
X g

$$5.6 \text{ g} = \frac{10 \times 56}{100} = \text{X (كتلة أكسيد الكالسيوم)}$$

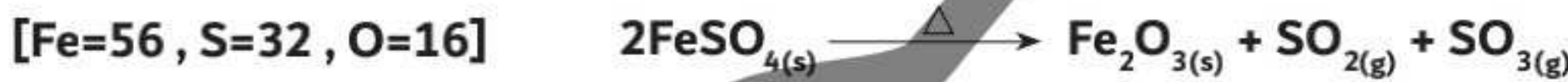
٩ احسب كتلة النيتروجين الناتجة من احتراق 20g من الهيدرازين [N=14 , H=1]



١٠ احسب كتلة الأكسجين اللازمة للتفاعل تماماً مع 27g من الألومنيوم [Al=27 , O=16]



١١ احسب عدد مولات أكسيد الحديد III الناتج من تسخين 456g من كبريتات الحديد II تبعاً للتفاعل التالي:



(1.5 mol)

١٢ احسب عدد مولات النشادر الناتج من تفاعل 2.8g من النيتروجين مع وفرة من الهيدروجين [N=14 , H=1]

(0.2 mol)

١٣ احسب عدد مولات المغنسيوم اللازمة لإنتاج 0.35 mol من نيتريد المغنسيوم .

(1.05 mol)

١٤ احسب كتلة بخار الماء الناتج من احتراق 4g من غاز الميثان [H=1 , C=12]

(9 g)

١٥ احسب كتلة كلوريد الصوديوم الناتجة من تفاعل 2 mol من هيدروكسيد الصوديوم مع وفرة من حمض

[NaCl=58.5 g/mol]

الهيدروكلوريك .

(117 g)



ثانياً: المول وعدد أفوجادرو

تمهيد

توصل العالم الإيطالي أميدو أفوجادرو إلي أن عدد الجسيمات (الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو وحدات الصيغة) الموجودة في مول واحد من المادة يساوي عدد ثابت، أطلق عليه فيما بعد عدد أفوجادرو ( $N_A$ ) تكريماً له « وقد اقترح هذه التسمية العالم الفرنسي جين بيرين »  
 وبالتالي: يُمكن تعريف عدد أفوجادرو علي أنه: عدد الجسيمات (الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو وحدات الصيغة) الموجودة في مول واحد من المادة وهو يساوي مقدار ثابت قيمته  $6.02 \times 10^{23}$   
 المول: هو كمية المادة التي تحتوي علي عدد أفوجادرو من الجسيمات (الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو وحدات الصيغة).

المول الواحد من أي مادة:

1 mol من أي مادة

$6.02 \times 10^{23}$  carbon atoms = 12 grams



المول الواحد من أي مادة يحتوي علي  $6.02 \times 10^{23}$

المول الواحد هو:

602,214,179,000,000,000,000,000

من الذرات أو الجزيئات أو شيء ما في الكيمياء



الماء

الحديد

الأكسجين

ملح الطعام

الذهب

الهيليوم

يمكن حساب عدد المولات بمعلومية عدد الجسيمات من خلال القانون التالي :

**عدد المولات = عدد الجزيئات أو عدد الذرات أو عدد الأيونات أو عدد وحدات الصيغة أو عدد الإلكترونات أو عدد الروابط**  
عدد أفوجادرو



### استنتج العلاقة البيانية بين :

- ١ عدد المولات وعدد الجسيمات .
- ٢ عدد المولات وعدد أفوجادرو .

### لاحظ أن :

- ١ المول الواحد من ذرة الاكسجين (O)  $16g = 10^{23} \times 6.02$  ذرة .
  - ٢ المول الواحد من جزيئ الأكسجين ( $O_2$ )  $32g = 10^{23} \times 6.02$  جزيئ  $2 = 10^{23} \times 6.02 \times 2$  ذرة .
  - ٣ المول الواحد من جزيئ الماء ( $H_2O$ )  $18g = 10^{23} \times 6.02$  جزيئ  $3 = 10^{23} \times 6.02 \times 3$  ذرة .
  - ٤ المول الواحد من أيون الصوديوم  $Na^+$   $23g = 10^{23} \times 6.02$  أيون .
  - ٥ المول الواحد من وحدة صيغة كلوريد الصوديوم  $NaCl$   $58.5g = 10^{23} \times 6.02$  وحدة
- $2 = 10^{23} \times 6.02 \times 2$  أيون .

### القانون العام :

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

**عدد الجزيئات أو عدد الذرات أو عدد الأيونات أو عدد وحدات الصيغة أو عدد الإلكترونات أو عدد الروابط**  
عدد أفوجادرو

### أمثلة :

- ١ احسب عدد أيونات الصوديوم الموجودة في 0.1mol منه

الحل

عدد الأيونات = عدد المولات × عدد أفوجادرو  $= 10^{23} \times 6.02 \times 0.1 = 10^{22} \times 6.02$  أيون .

- ٢ احسب عدد ذرات الكربون الموجودة في نصف مول منه

الحل

عدد الذرات = عدد المولات × عدد أفوجادرو  $= 10^{23} \times 6.02 \times 0.5 = 3.01 \times 10^{23}$  مول أيون .

[H=1 , O=16]

احسب عدد جزيئات 36g من الماء

٣  
الحل

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد أفوجادرو}}$$

$$\text{عدد جزيئات الماء} = \frac{\text{عدد أفوجادرو} \times \text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{6.02 \times 10^{23} \times 36}{[(2 \times 1) + 16]} = 1.204 \times 10^{24} \text{ جزيء.}$$

احسب عدد ذرات الكربون في 50g من كربونات الكالسيوم [Ca=40 , C=12 , O=16]

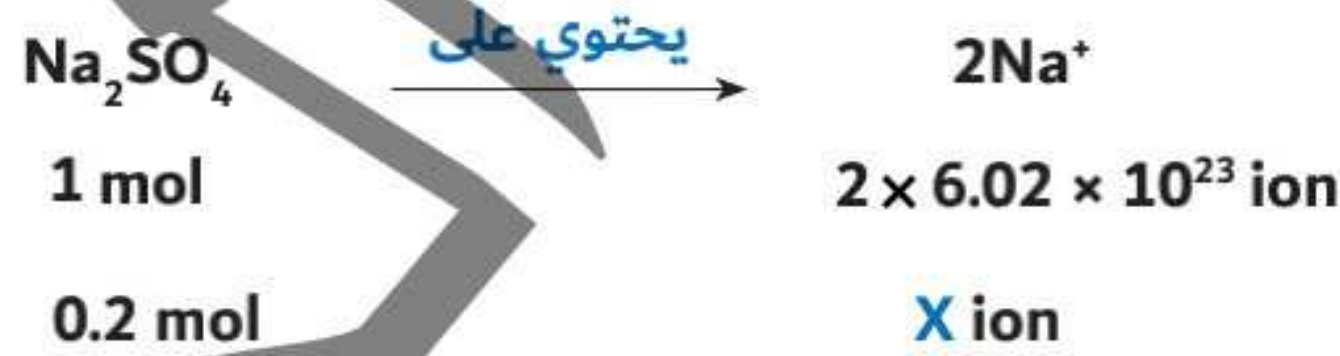
٤  
الحل



$$X \text{ (عدد ذرات الكربون)} = \frac{50 \times 6.02 \times 10^{23}}{100} = 3.01 \times 10^{23} \text{ ذرة}$$

احسب عدد أيونات الصوديوم الموجودة في 0.2 mol من كبريتات الصوديوم

٥  
الحل

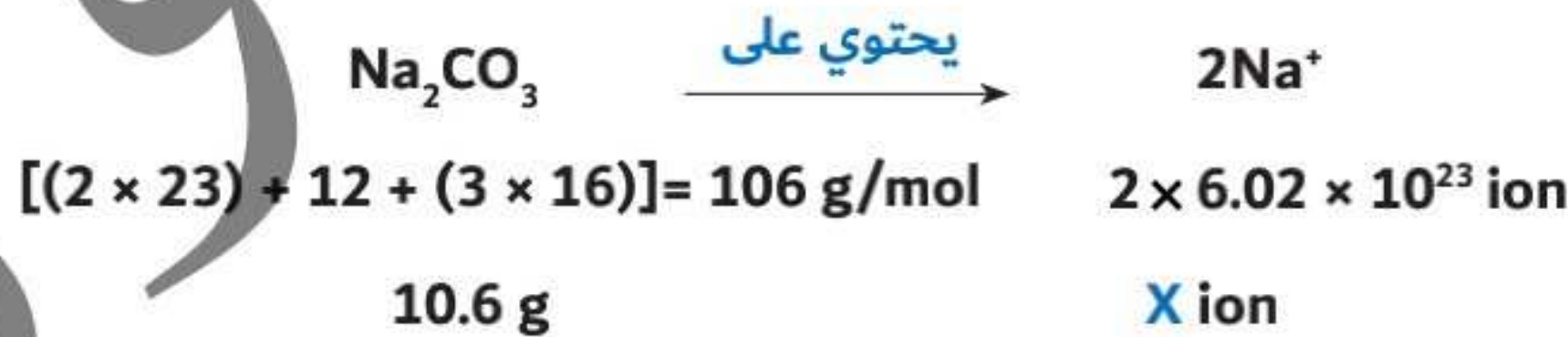


$$X \text{ (عدد أيونات الصوديوم)} = \frac{0.2 \times 2 \times 6.02 \times 10^{23}}{1} = 2.408 \times 10^{23} \text{ أيون.}$$

احسب عدد أيونات الصوديوم الناتجة من ذوبان 10.6g من كربونات الصوديوم في الماء

٦  
الحل

[Na=23 , C=12 , O=16]



$$X \text{ (عدد أيونات الصوديوم)} = \frac{10.6 \times 2 \times 6.02 \times 10^{23}}{106} = 1.204 \times 10^{23} \text{ أيون.}$$

٧ يتفاعل مسحوق الخارصين Zn مع بخار الكبريت S<sub>8</sub> مكوناً كبريتيد الخارصين ، اكتب المعادلة موزونة ثم احسب كتلة كبريتيد الخارصين الناتجة من تفاعل 32g من البخار مع وفرة من المسحوق . [S=32 , Zn=65]

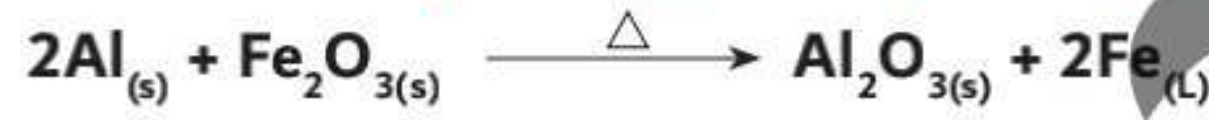
(97 g)

٨ احسب كتلة الجزيء الواحد من غاز الكلور مُقدرة بوحدات : [Cl=35.5]

g

u

٩ احسب كتلة أكسيد الألومنيوم الناتجة من تفاعل 1.42 × 10<sup>24</sup> ذرة من الألومنيوم مع وفرة أكسيد الحديد III ، تبعاً للتفاعل التالي : [Fe=56 , Al=27 , O=16]



ثم احسب عدد وحدات الصيغة في Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> اللازمة للتفاعل مع 0.134g من الألومنيوم .

[(وحدة صيغة 10<sup>21</sup> × 1.5) / (120.3 g)]

١٠ احسب عدد جزيئات الأكسجين اللازمة لتكوين 72g من بخار الماء عند التفاعل مع وفرة من غاز الهيدروجين [H=1 , O=16]

(1.204 × 10<sup>24</sup> molecule)

١١ احسب عدد مولات الأكسجين الناتجة من إنحلال 1mol من كلورات البوتاسيوم ثم احسب كتلة كلورات البوتاسيوم التي تنتج عدد أفوجادرو من ذرات الاكسجين ، تبعاً للتفاعل التالي :



[(1.5 mol) / (81.667 g)]

١٢ احسب عدد جزيئات أكسيد الليثيوم الناتجة من التحلل الحراري لـ 37g من كربونات الليثيوم

[Li=7 , C=12 , O=16]

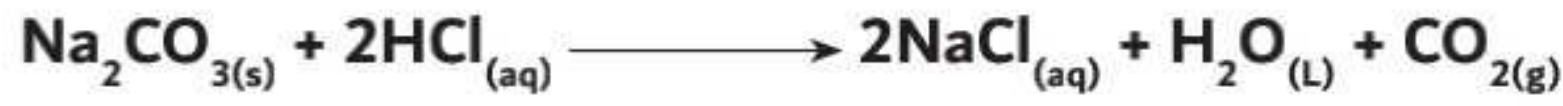
(3.01 × 10<sup>23</sup> molecule)

١٣ احسب عدد المولات الكلية من الأيونات الناتجة من ذوبان 52.2g من كبريتات البوتاسيوم في الماء

(0.9mol)

٩٤ احسب عدد جزيئات الماء الناتجة من تفاعل 26.5g من كربونات الصوديوم مع وفرة من حمض

الهيدروكلوريك تبعاً للتفاعل التالي : [Na=23 , C=12 , O=16]



(1.505 molecule)

٩٥ احسب طول الخط الناتج (بوحدة المتر) من رص ذرات الكربون الموجودة في 0.12g منه « إذا علمت أن

[C=12]

قطر ذرة الكربون علي مقياس النانويساوي « 0.7nm

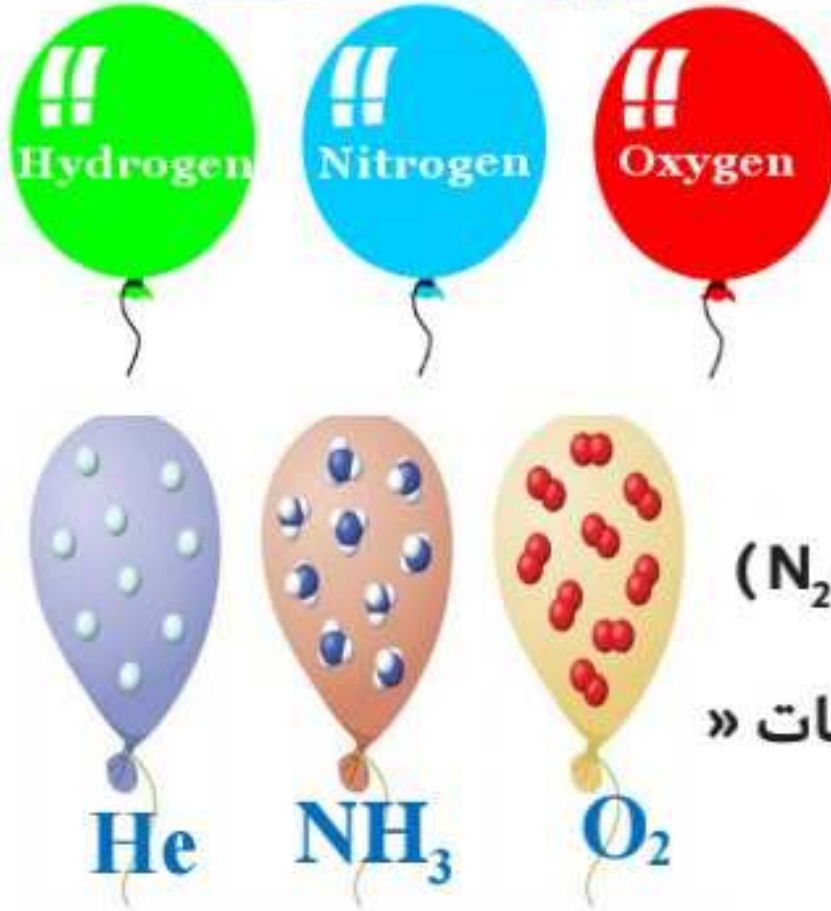
(4.214 × 10<sup>12</sup> m)



## ثالثاً : المول وحجم الغاز

المواد الصلبة أو السائلة ذات حجم ثابت ومحدد ، ويمكن قياسه بطرق متعددة ..

ولكن حجم الغاز كيف يمكن قياسه؟! «حيث أنه يساوي حجم الحيز أو حجم الإناء الذي يشغله»



لذلك قام العالم الإيطالي أفوجادرو بوضع فرضاً يوضح (العلاقة بين حجومات الغازات وعدد جزيئات الغازات) في نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة . (at STP)

فرض أفوجادرو: «الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة كـ ( $N_2, O_2, H_2, Cl_2$ ) في نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة تحتوي على أعداد متساوية من الجزيئات»

الظروف القياسية (Standard Temperature Pressure) : وهي الضغط الجوي المعتاد = 1atm = 760mmHg / درجة الحرارة = 273K = 0°C

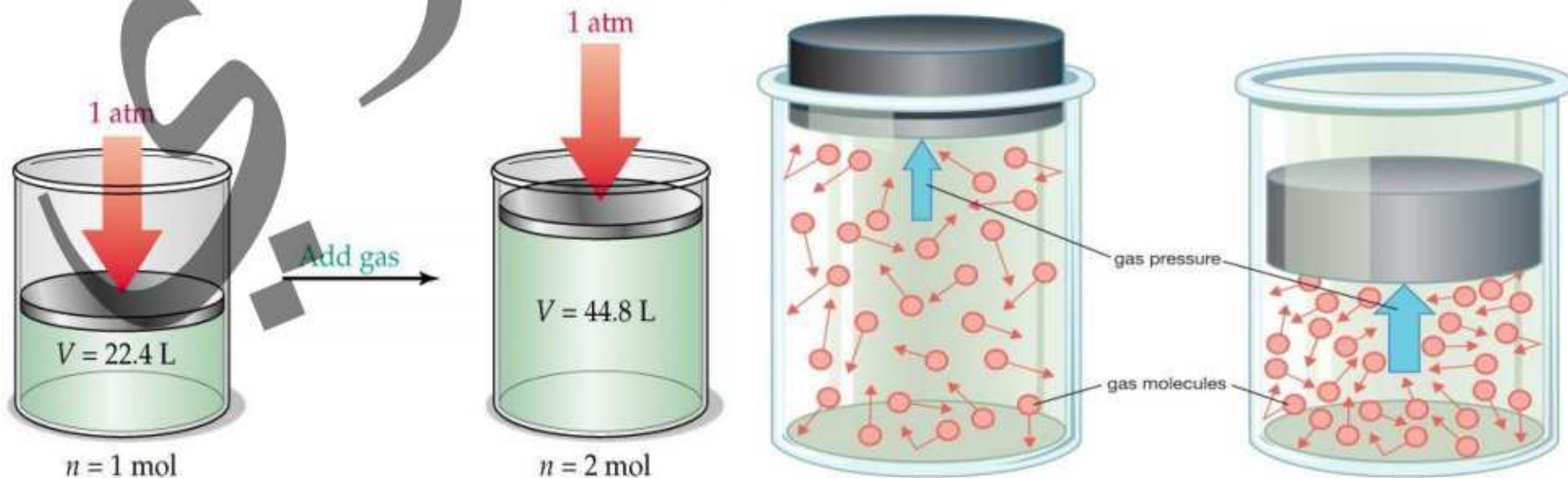
تحت نفس الظروف القياسية (at STP) ؛ يشغل المول الواحد من أي غاز حجماً قدره 22.4L ، وبالتالي فإن هذا الحجم الثابت لكل الغازات يحتوي على  $6.02 \times 10^{23}$  جزيء.



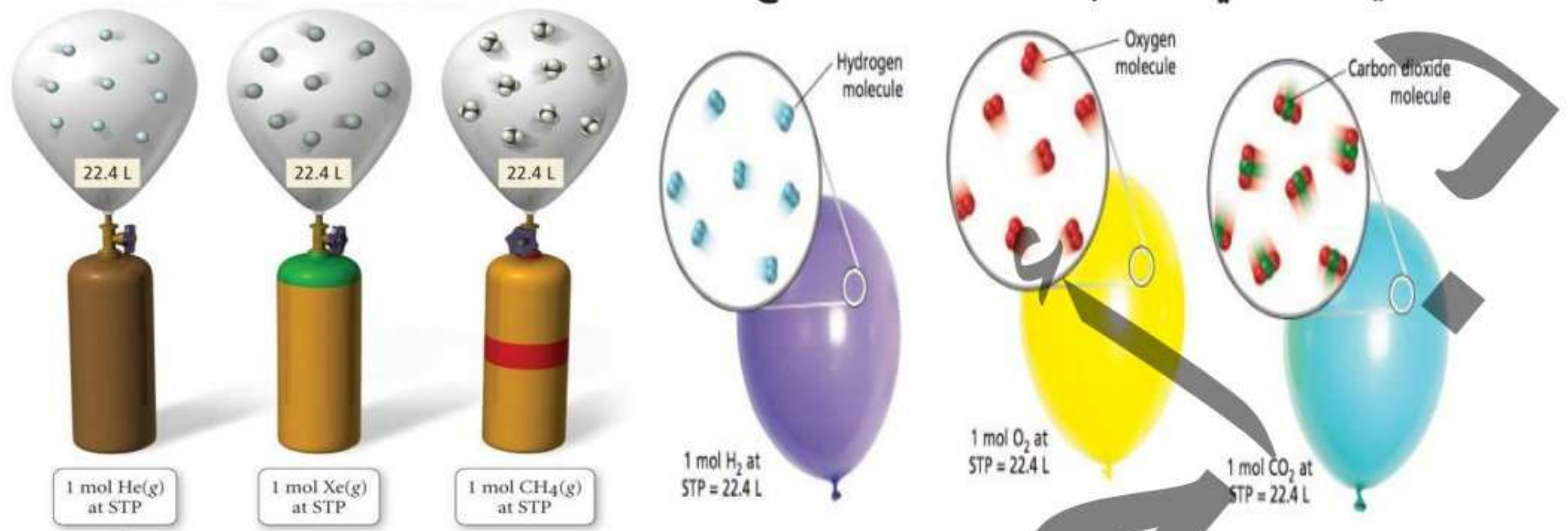
للتعبير عن عدد مولات الغاز بمعلومية حجمه :

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22.4}$$

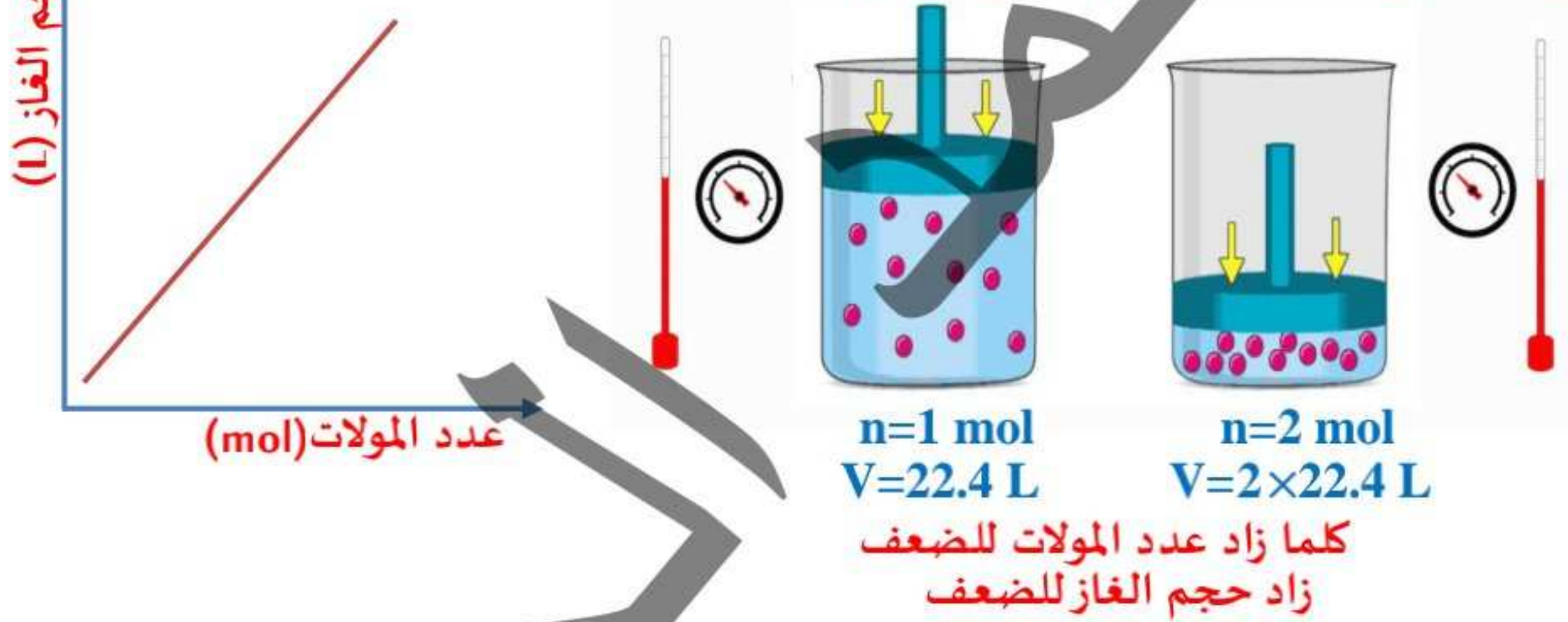
أثر عدد المولات على حجم الغاز والعكس، مع ثبوت الضغط (1atm) :



وقد توصل العالم أميدو أفوجادرو إلى العلاقة بين حجم الغاز وعدد مولاته ، فيما يُعرف بإسم قانون أفوجادرو والذي ينص علي أن حجم الغاز يتناسب طرديا مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة .

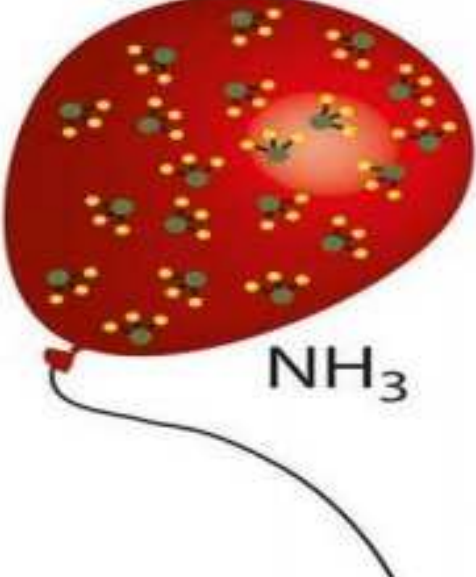
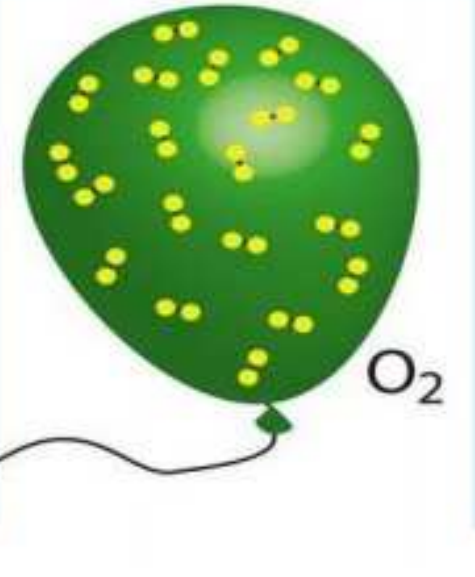
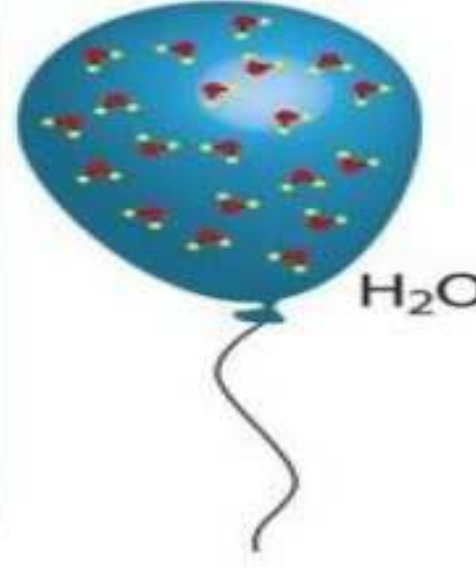
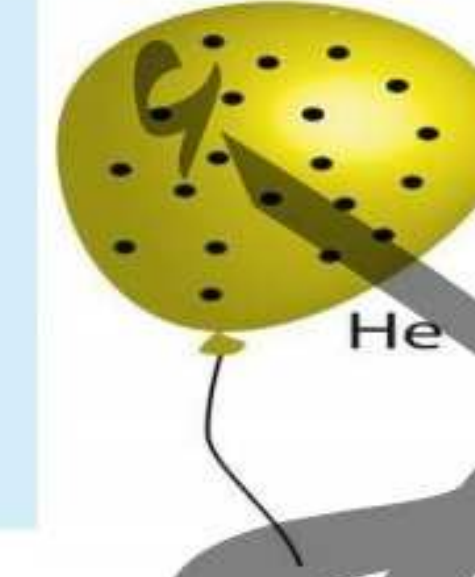


وبالتالي فإن العلاقة بين حجم الغاز وعدد مولاته (علاقة طردية) :



الجدول التالي يوضح العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه وعدد جزيئاته وذراته وكتلته والضغط الثابت ودرجة الحرارة القياسية ، لعدة غازات مختلفة :

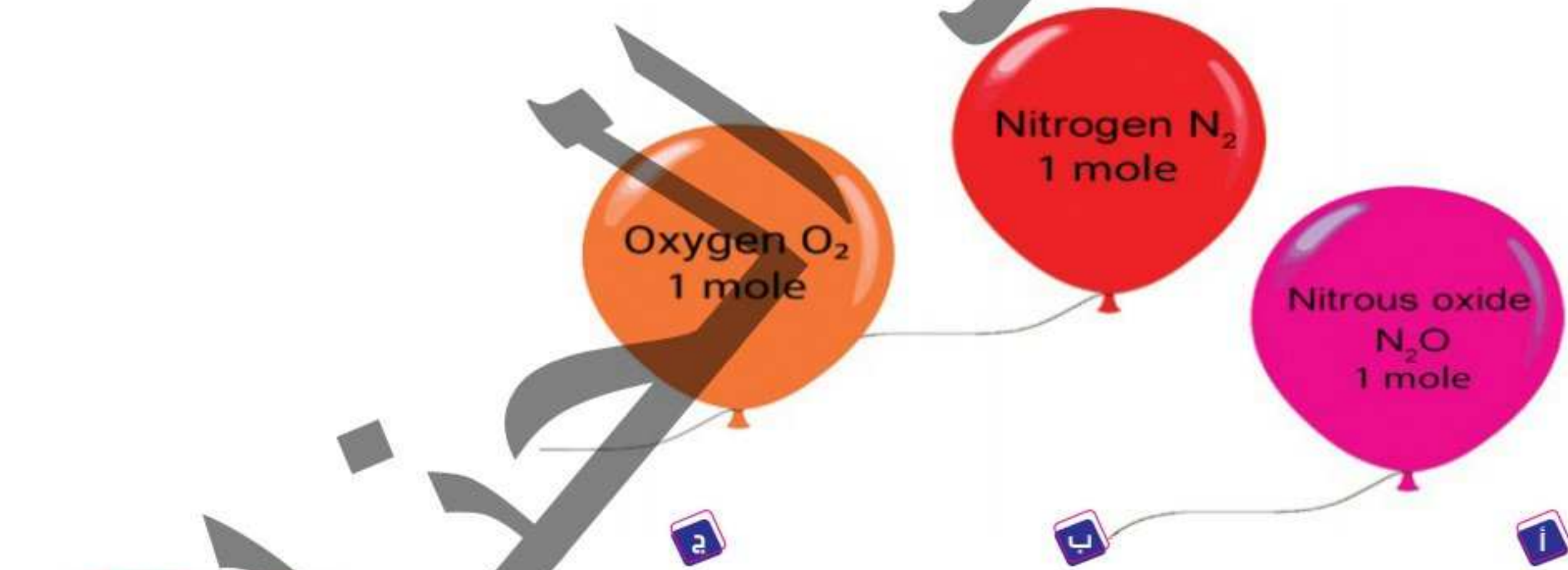
الغاز	He	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
كتلة المادة	4 g	16 g	32 g	17 g
الكتلة المولية	4 g/mol	16 g/mol	32 g/mol	17 g/mol
عدد المولات (n)	1 mol	1 mol	1 mol	1 mol
الحجم (V)	22.4 L/mol	22.4 L/mol	22.4 L/mol	22.4 L/mol
عدد الجزيئات	$6.02 \times 10^{23}$ molecule	$6.02 \times 10^{23}$ molecule	$6.02 \times 10^{23}$ molecule	$6.02 \times 10^{23}$ molecule

$4 \times 6.02 \times 10^{23}$ atom	$2 \times 6.02 \times 10^{23}$ atom	$5 \times 6.02 \times 10^{23}$ atom	$6.02 \times 10^{23}$ atom	عدد الذرات
1 atm = 760 mmHg	1 atm = 760 mmHg	1 atm = 760 mmHg	1 atm = 760 mmHg	الضغط
0 °C = 273 K	0 °C = 273 K	0 °C = 273 K	0 °C = 273 K	درجة الحرارة
 NH <sub>3</sub>	 O <sub>2</sub>	 H <sub>2</sub> O	 He	شكل توضيحي

سأ ماذا يحدث عند زيادة كثافة الغاز للضعف ، بالنسبة لعدد مولاته ؟

« علماً بأن كثافة الغاز (g/L) =  
 $\frac{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}{\text{الكتلة المولية (L/mol)}}$  »

سأ أي من البالونات الثلاثة المُقابلة ذات كتلة أكبر ؟



الحجم المولي : هو الحجم الذي يشغله مول واحد من الغاز تحت الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة .



1 mol He = 22.4 L

1 mol O<sub>2</sub> = 22.4 L

1 mol CO = 22.4 L

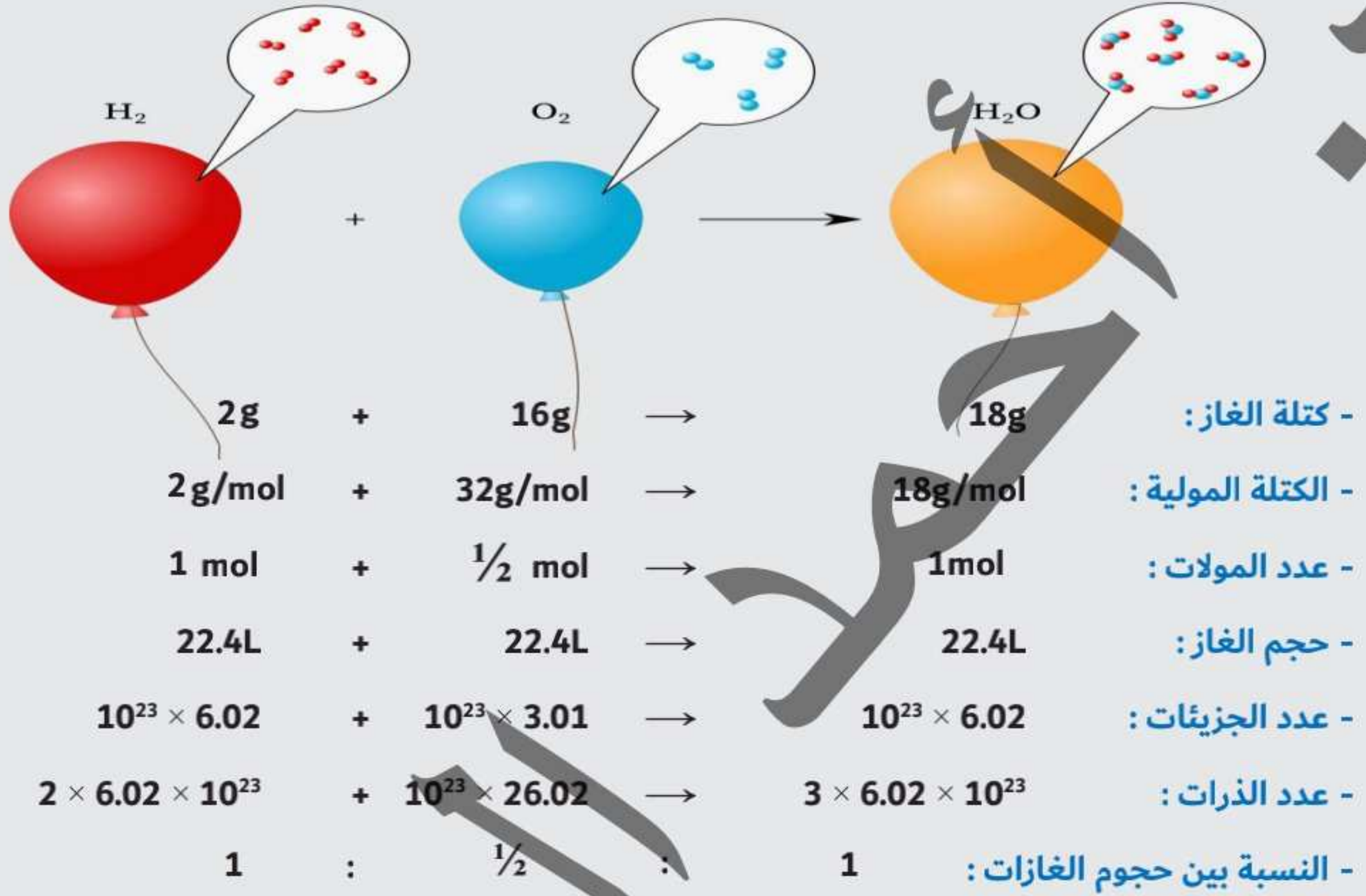




تطبيق علي نسب الغازات :

① تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأوكسجين لتكوين بخار الماء في STP : « يتحد 1 mol من  $H_2$  مع

»  $\frac{1}{2}$  mol من  $O_2$  لتكوين 1 mol من  $H_2O$  »



س ما النتائج المترتبة علي : تضاعف عدد مولات الغاز في الظروف القياسية ؟

العلاقة بين عدد الذرات (عدد الجزيئات - عدد الأيونات - عددالوحدات - عدد الإلكترونات - عدد الروابط) والمول والكتلة والحجم :

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22.4}$$

عدد الجزيئات او عدد الذرات او عدد وحدات الصيغة او عدد الأيونات او عدد الإلكترونات او عدد الروابط  
عدد أفوجادرو (  $10^{23} \times 6.02$  )



ملخص تعريفات المول :

المول

و الكتلة

و عدد أفوجادرو

و حجم الغاز

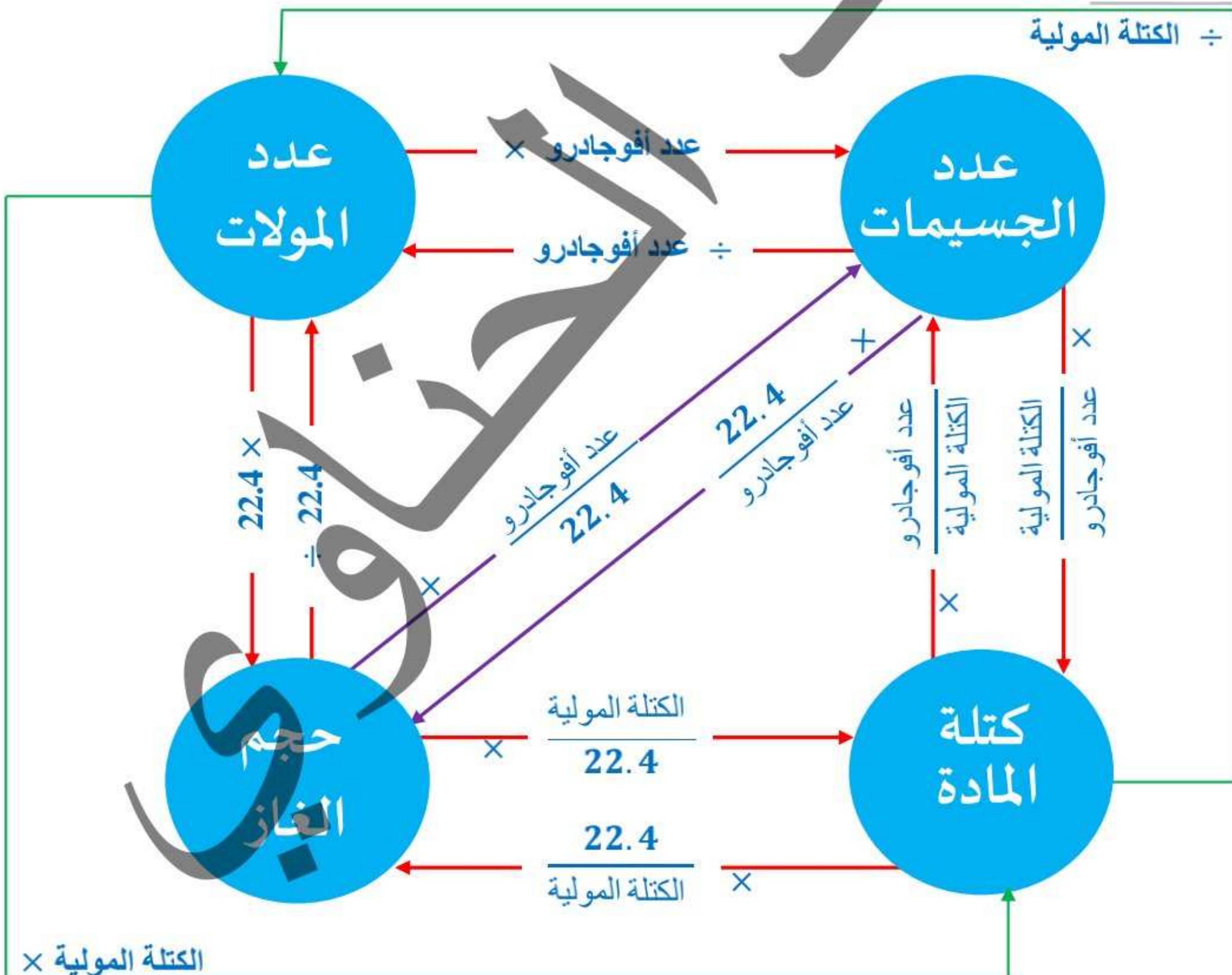
هو الكتلة الذرية أو الكتلة الجزيئية أو كتلة وحدة الصيغة من المادة مُعبراً عنها بالجرامات

هو كمية المادة التي تحتوي علي عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات وحدات الصيغة)

هو كتلة 22.4 L ( 22.4 dm<sup>3</sup> ) من الغازي الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة (STP)

التحويلات :

÷ الكتلة المولية



× الكتلة المولية



أمثلة:

١ احسب حجم 11g من غاز  $CO_2$  في STP [C=12 , O=16]

الحل

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22.4}$$

$$5.6L = \frac{11 \times 22.4}{[12 + (2 \times 16)]} = \frac{22.4 \times \text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \text{حجم غاز ثاني أكسيد الكربون } (CO_2)$$

٢ احسب حجم غاز الميثان الذي يشغله 1.6g منه في الظروف القياسية [H=1 , C=12]

الحل

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22.4}$$

$$2.24L = \frac{1.6 \times 22.4}{[12 + (4 \times 1)]} = \frac{22.4 \times \text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \text{حجم غاز الميثان } (CH_4)$$

٣ احسب كتلة 44.8L من غاز النشادر في STP [N=14 , H=1]

الحل

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22.4}$$

$$34g = \frac{[14 + (3 \times 1)] \times 44.8}{22.4} = \frac{\text{حجم الغاز} \times \text{الكتلة المولية}}{22.4} = \text{كتلة غاز النشادر } (NH_3)$$

٤ احسب كتلة عينة من غاز أكسيد النيتروز  $N_2O$  تشغل حجماً قدره 550 mL في STP [N=14 , O=16]

الحل

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22.4}$$

$$1.1g = \frac{[16 + (14 \times 2)] \times 550 \times 10^{-3}}{22.4} = \frac{\text{حجم الغاز} \times \text{الكتلة المولية}}{22.4} = \text{كتلة غاز النيتروز } (N_2O)$$



٥ احسب حجم غاز الأوكسجين اللازم لإنتاج 90g من الماء عند تفاعله مع وفرة من غاز الهيدروجين في

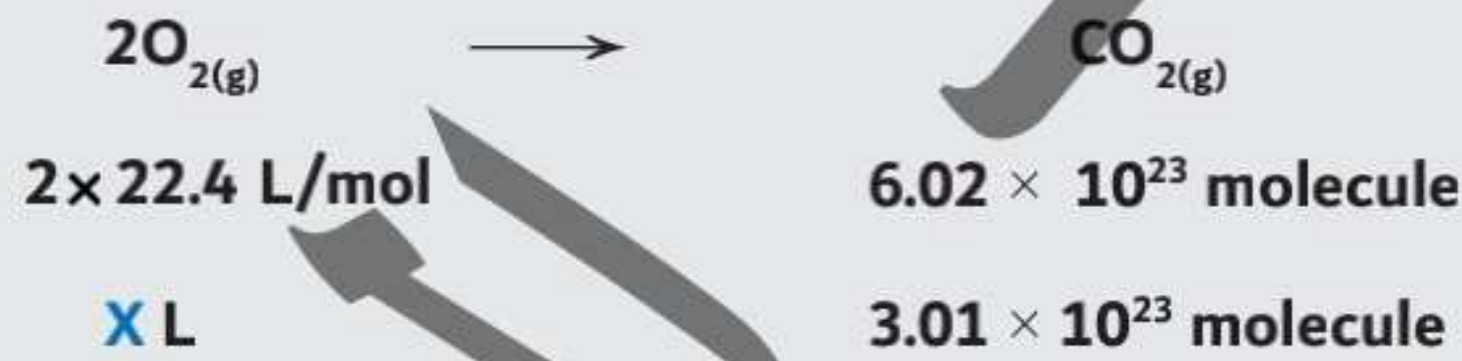
الظروف القياسية ، بناءً علي التفاعل التالي :



$$56 \text{ L} = \frac{90 \times 22.4}{36} = (\text{حجم غاز الأوكسجين})$$

٦ احسب حجم غاز الأوكسجين في STP اللازم لإنتاج  $3.01 \times 10^{23}$  جزيئ من غاز ثاني أكسيد الكربون ، بناءً

علي التفاعل التالي :



$$22.4 \text{ L} = \frac{3.01 \times 10^{23} \times 2 \times 22.4}{6.02 \times 10^{23}} = (\text{حجم غاز الأوكسجين})$$

٧ احسب كتلة كربونات الكالسيوم اللازمة لإنتاج 5.1L من غاز  $\text{CO}_2$  في STP بناءً علي التفاعل التالي :



(22.8 g)

٨ احسب الكتلة المولية لأحد أكاسيد النيتروجين ، علماً بأن حجم 19g منه 5.6L في STP ، ثم استنتج

الصيغة الجزيئية لهذا الأكسيد ، علماً بأن الجزيئ منه يحتوي علي ذرتين نيتروجين . [N=14 , O=16]

[(76 g) / ( $\text{N}_2\text{O}_3$ )]

٩ من تفاعل الصوديوم مع الماء ، احسب حجم غاز الهيدروجين المتصاعد من تفاعل 11.5g من الصوديوم

مع كمية وفيرة من الماء في الظروف القياسية ، ثم احسب عدد أيونات الصوديوم الناتج من هذا التفاعل؟

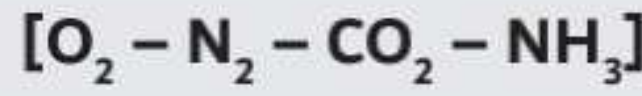
[Na=23 , H=1]

[(5.6 L) / ( $3.01 \times 10^{23} \text{ ion}$ )]

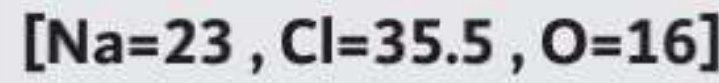
١٠ ما حجم غاز الهيدروجين الناتج من تفاعل  $12.04 \times 10^{23}$  ذرة من الخارصين مع وفرة من حمض الهيدروكلوريك؟

(ضعف الحجم المولي - نصف الحجم المولي - يساوي الحجم المولي - ثلث الحجم المولي)

١١ أيًا من الغازات الآتية كثافته  $1.25 \text{ g/L}$  ؟



١٢ نتج عن التحلل الحراري لعينة كتلتها  $21.3 \text{ g}$  من كلورات الصوديوم ، ملح كلوريد الصوديوم وغاز الأكسجين



١ أكتب المعادلة موزونة .

٢ احسب كتلة الغاز الناتجة .

٣ احسب حجم الغاز الناتج في STP

٤ احسب عدد جزيئات الغاز الناتج .



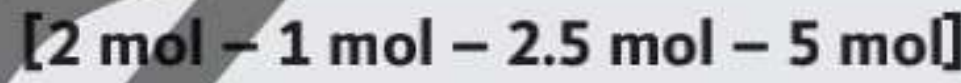
١٣ احسب حجم غاز الأكسجين في الظروف القياسية \_ بعد وزن المعادلة \_ عند إستهلاك  $14.2 \text{ g}$  من مركب

سوبر أكسيد البوتاسيوم  $\text{KO}_2$  تبعاً للتفاعل التالي :



١٤ إذا كان حجم غاز الأكسجين اللازم لتكوين الماء يساوي  $56 \text{ L}$  في الظروف القياسية ، فإن عدد مولات

البخار = .....



١٥ أيًا من الأمثلة الآتية تُعتبر تطبيقاً لقانون أفوجادروا .....

١ احتواء 4 بالونات علي أعداد متساوية من جزيئات  $\text{Cl}_2 , \text{N}_2 , \text{H}_2 , \text{O}_2$  يجعل أحجامها متساوية عندما

تكون في نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة .

٢ يقل حجم مكبس به غاز الأرجون بزيادة الضغط الواقع عليه عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة .

٣ كلما قل عدد مولات غاز النيون في البالون قل حجمه عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة .

٤ البالون المحتوي علي غاز  $\text{N}_2$  يزداد حجمه برفع درجة الحرارة مع ثبوت الضغط .

» ملحوظة مهمة : للتحويل من الجرام (g) إلي وحدة كتلة ذرية (amu) نضرب في  $N_A$  والعكس صحيح »

## 4 المادة المُحددة للتفاعل

لكي نحصل علي كميات مُحددة من النواتج يلزم إستخدام كميات محسوبة بدقة من المُتفاعلات ؛ ولكن ماذا يحدثُ إذا زادت كمية المُتفاعلات عن المقدار اللازم للتفاعل ؟! .. تظل الكمية الزائدة كما هي في حيز التفاعل دون أن تتفاعل أو تشترك في التفاعل وتُعرف هذه الكمية بالمادة الزائدة ، أما المادة التي تُستهلك تماماً أثناء التفاعل الكيميائي تُعرف بالمادة المُحددة للتفاعل .

## المادة المُحددة للتفاعل

هي المادة التي تُستهلك تماماً أثناء التفاعل الكيميائي أو هي المادة التي ينتج عن تفاعلها مع باقي المُتفاعلات العدد الاقل من مولات المواد الناتجة .

## المادة الزائدة في التفاعل الكيميائي

هي المادة التي تزيد كميتها عن المقدار اللازم للتفاعل الكيميائي أو هي المادة التي ينتج عن تفاعلها مع باقي المُتفاعلات العدد الأكبر من مولات المواد الناتجة .

## لتوضيح مفهوم العامل المُحدد للتفاعل ، لاحظ المثال

١ في الصورة المُقابلة : « نلاحظ أن عدد الكراسي = 4 ، بينما عدد الأشخاص = 5 ؛ وبالتالي فإن عدد الأشخاص أكثر من عدد الكراسي بشخص واحد ، إذن العامل المُحدد (الكراسي) والعامل الزائد (الأشخاص) »



٢ في الصورة المُقابلة : « نلاحظ أن عدد السيارات = 8 ، بينما عدد الإطارات = 48 ، وبما أن السيارة الواحدة تحتاج إلي 4 إطارات ، فإن الـ 8 سيارات تحتاج فقط إلي 32 إطار ، وبالتالي يتبقى 16 إطار ؛ إذن العامل المُحدد هو (السيارات) والعامل الزائد هو (الإطارات) » + 16 إطار زائد



٣ في التفاعل المُقابل « نلاحظ أن عدد مولات غاز الهيدروجين المُتفاعلة يساوي 6mol وعدد مولات غاز الكلور المُتفاعلة يساوي 4mol ، ولكي يحدث تفاعل ويتكون غاز كلوريد الهيدروجين ؛ يحتاج كل مول من غاز الكلور إلي مول من غاز الهيدروجين ، إذن الـ 4mol من الكلور يحتاجوا 4mol من الهيدروجين ، لكي يتكون 8mol من غاز كلوريد الهيدروجين ويتبقى 2mol من غاز الهيدروجين دون تفاعل ، ولذا فإن العامل المُحدد هو (غاز الكلور) والعامل الزائد هو (غاز الهيدروجين) »

$$\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{HCl}_{(g)}$$



### أمثلة :

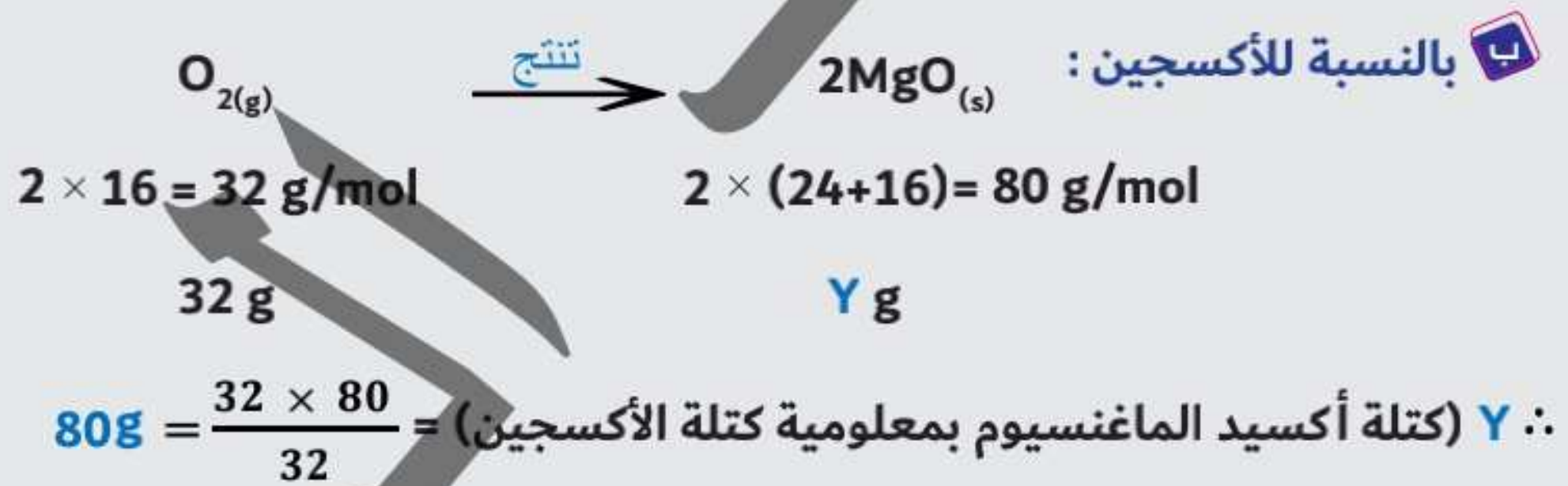
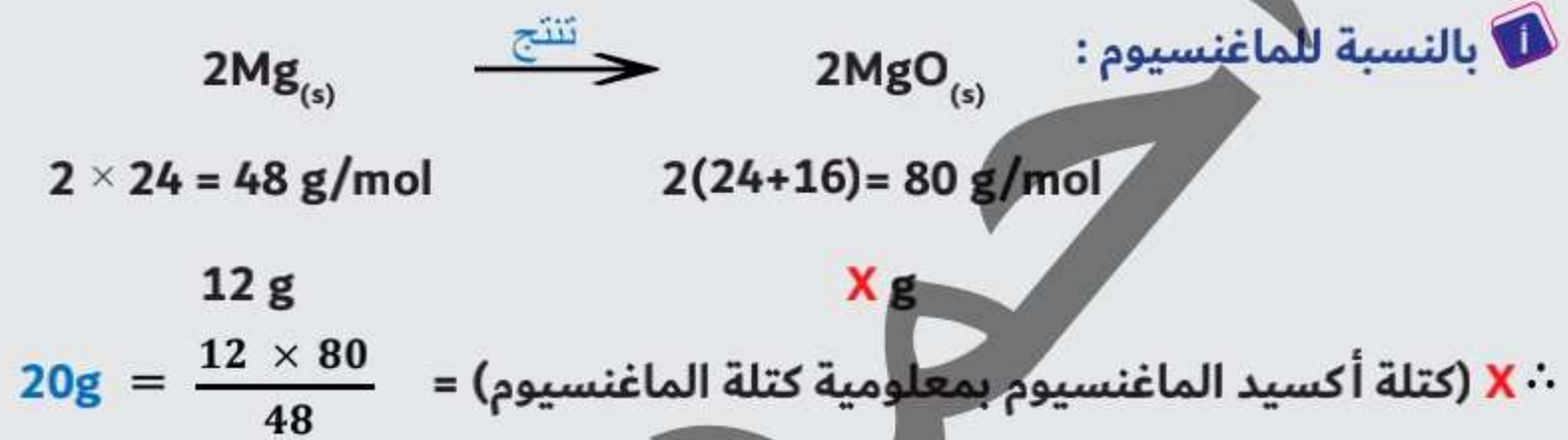
١ يتفاعل المغنسيوم مع الأكسجين تبعاً للتفاعل التالي :



- عند استخدام 32g من الأكسجين مع 12g من المغنسيوم ، ما العامل المُحدد لهذا التفاعل ؟ [Mg=24 , O=16]

الحل

- نحسب كتلة الناتج بمعلومية كتل المُتفاعلات والمادة التي تُعطي الكتلة الأقل هي العامل المُحدد :



∴ المادة التي تُعطي الكتلة الأقل هي العامل المُحدد للتفاعل . ∴ المغنسيوم هي العامل المُحدد للتفاعل .

### حل آخر

- نحسب عدد مولات الناتج بمعلومية عدد مولات المُتفاعلات والمادة التي تُعطي عدد المولات الأقل

هي العامل المُحدد :



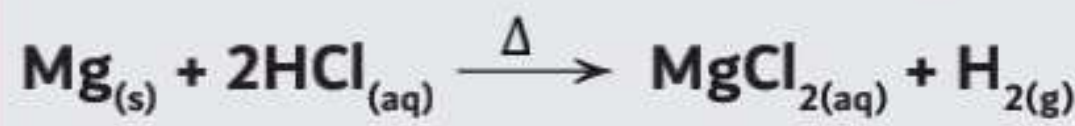


∴ X (عدد مولات أكسيد الماغنسيوم بمعلومية عدد مولات الأكسجين) =  $\frac{1 \times 2}{1} = 2 \text{ mol}$

∴ المادة التي تُعطي عدد المولات الأقل هي العامل المُحدد للتفاعل .

∴ الماغنسيوم هي العامل المُحدد للتفاعل .

٢) يتفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك تبعاً للتفاعل التالي :

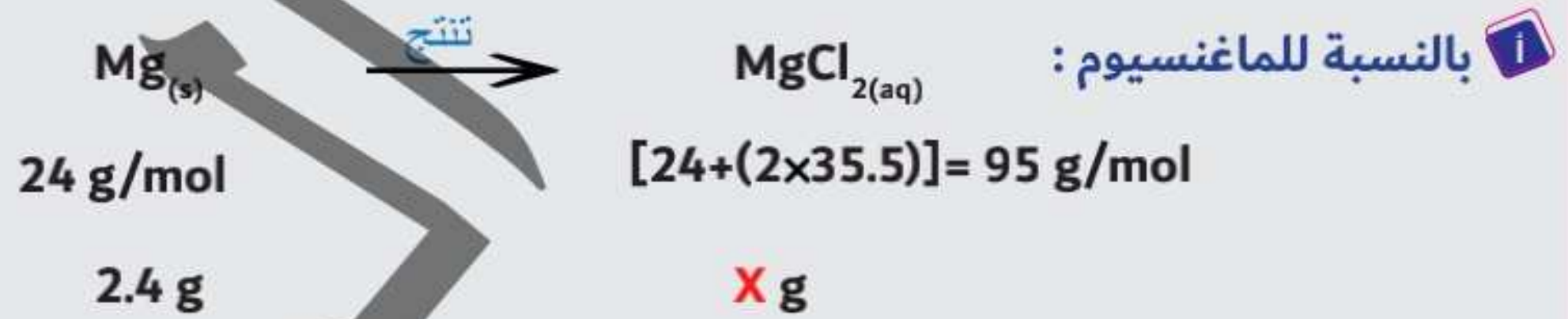


- عند إستخدام 2.4g من الماغنسيوم مع 3.65g من الحمض ، ما العامل المُحدد لهذا التفاعل ؟ وما كتلة

المادة المُتبقية بدون تفاعل ؟ [Mg=24 , H=1 , Cl=35.5]

الحل

1 - أولاً : حساب العامل المُحدد :



∴ X (كتلة كلوريد الماغنسيوم بمعلومية كتلة الماغنسيوم) =  $\frac{2.4 \times 95}{24} = 9.5 \text{ g}$



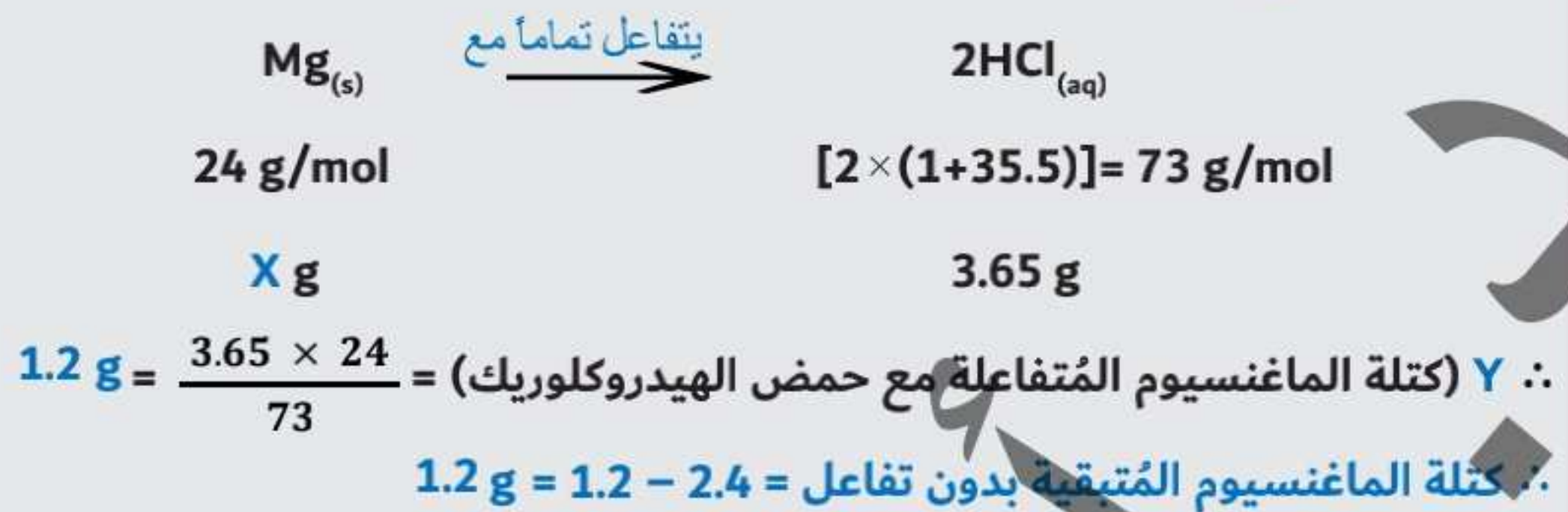
∴ Y (كتلة كلوريد الماغنسيوم بمعلومية كتلة الحمض) =  $\frac{3.65 \times 95}{73} = 4.75 \text{ g}$

∴ المادة التي تُعطي الكتلة الأقل هي العامل المُحدد للتفاعل .

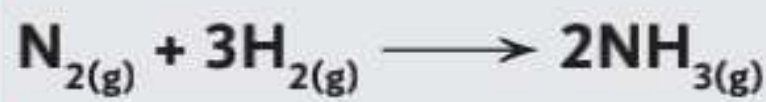
∴ حمض الهيدروكلوريك هي العامل المُحدد للتفاعل .



2- ثانياً: حساب كتلة المادة المتبقية بدون تفاعل :



3 يتفاعل النيتروجين مع الهيدروجين تبعاً للتفاعل التالي :



- عند استخدام 30L من النيتروجين مع 30L من الهيدروجين ،

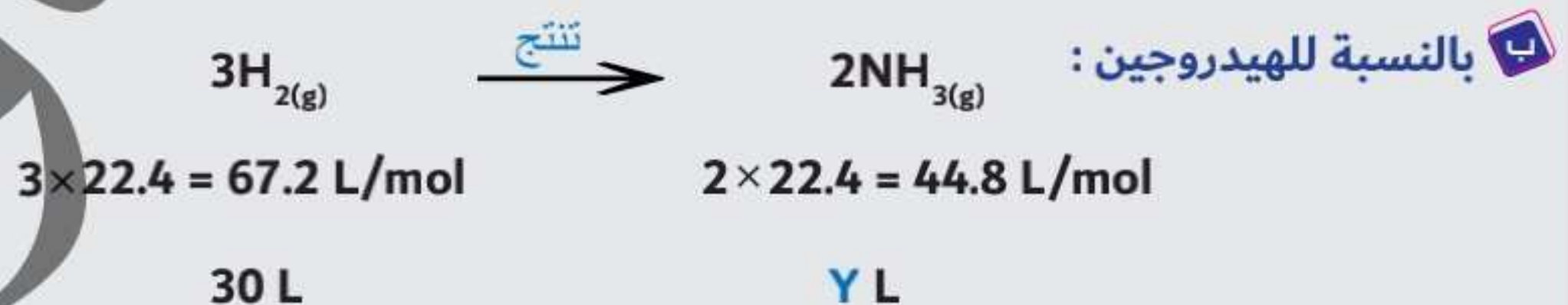
- 1- احسب العامل المحدد.
- 2- احسب حجم غاز النشادر المتكون .
- 3- احسب الحجم المتبقي بدون تفاعل .

الحل

1- حساب العامل المحدد :



ب بالنسبة للهيدروجين :



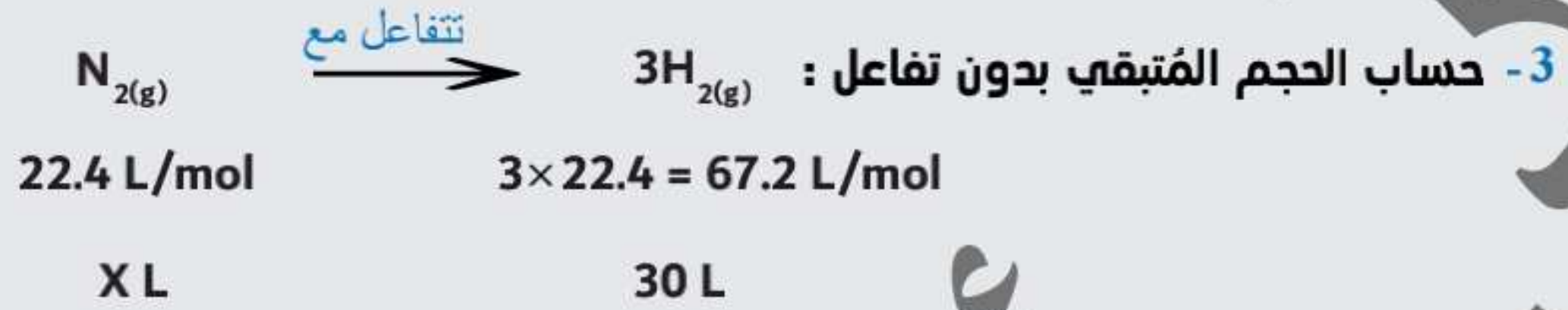
∴ Y (حجم النشادر بمعلومية حجم الهيدروجين) =  $\frac{44.8 \times 30}{67.2} = 20 \text{ L}$

∴ المادة التي تُعطي الحجم الأقل هي العامل المحدد للتفاعل .

∴ غاز الهيدروجين هي العامل المحدد للتفاعل .

2 - حساب حجم غاز النشادر المتكون : الحجم المتكون من العامل المُحدد للتفاعل هو حجم النشادر المتكون

والذي يساوي 20L



$$10L = \frac{30 \times 22.4}{67.2} = (حجم النيتروجين المُتفاعل)$$

$$\therefore \text{حجم النيتروجين المُتبقى بدون تفاعل} = 20L = 10 - 30 = 20L$$



ما العامل المُحدد للتفاعل عند تفاعل 60g من الأوكسجين مع 20g من الميثان ؟ [C=12 , H=1 , O=16]

(O<sub>2</sub>)

٦ العامل المُحدد لتفاعل تحضير النشادر من خليط يحتوي علي 0.98g من النيتروجين مع 0.9g من الهيدروجين

$$[N=14 , H=1]$$

هو ؟ .....



٧ ما كتلة المادة المُتبقية بدون تفاعل عند خلط 16g من غاز الأوكسجين مع 8.4g من غاز الهيدروجين

$$[H=1 , O=16]$$

لتكوين بخار الماء ؟ .....

$$[2g - 6.4g - 10g - 14g]$$

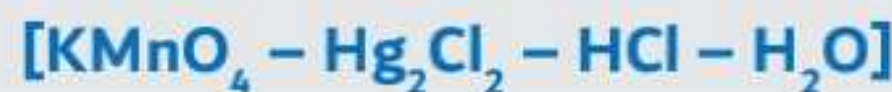
٨ في تفاعل التعادل ما بين 4mol من حمض الكبريتيك مع 3mol من هيدروكسيد الصوديوم ؛ العامل

المُحدد هو ..... [الحمض - القاعدة - الملح - الماء]

٩ في تفاعل احتراق الإيثان  $C_2H_6$  ، عند حرق منه 0.6mol مع 44.8L من غاز الأوكسجين ؛ فإن الحجم

المُتبقى بدون تفاعل = ..... [22.4 L - 0.224 L - 2.24 L - 5.6 L]

١٠ عند استخدام 5g من كل مُتفاعل من المُتفاعلات الآتية في المُعادلة الآتية ؛ فإن العامل المُحدد للتفاعل هو ؟ ....



كتلة الماء المتبقية بدون تفاعل عند إضافة 1.45g من  $H_2O$  إلى 1.5g من أكسيد الكالسيوم لتكوين محلول

هيدروكسيد الكالسيوم؟ ..... [Ca=40 , H=1 , O=16]

[0.48 g – 1.3 g – 0.33 g – 0.97 g]

- استعن بالكتل الذرية للعناصر الآتية :

H=1	O=16	C=12	Na=23	Cu=63.5	S=32	Ca=40	Cl=35.5	N=14
Mg=24	P=31	Br=80	Al=27	Si=28	Zn=65.5	K=39	Ag=108	Pb=207
Sc=45	B=10.8	F=18.9	Be=9	Li=6.9	Fe=55.8	I=127	Li=7	Ba=137
Ti=50.9	V=50.9	Cr=51.9	Mn=54.9	Ni=58.7	Co=58.9	Sr=89.8	Cd=112.4	Au=179.97

# الفصل الثاني

## حساب الصيغ الكيميائية

# الحناوي

إعداد : د/ أحمد الحناوي

## 1 حساب النسبة المئوية

**النسبة المئوية الكتلية للمركب :** عبارة عن عدد الوحدات من الجزء بالنسبة لكل 100 وحدة من الكل  
 إذا أردنا أن نستخرج نسبة مئوية لعدد من عدد آخر نقوم بقسمة العدد المراد حساب نسبته علي العدد الكلي  
 ثم الضرب في 100

**إذا افترضنا أن طالب بالثانوية العامة قد حصل علي 96% ؛ ما معني ذلك ؟**  
 يدل ذلك علي أن عدد الدرجات التي حصل عليها 96 درجة في كل 100 درجة ، حيث أن الجزء يساوي 96  
 والكل يساوي 100 ؛ فنسبته المئوية =  $100 \times \frac{\text{الجزء}}{\text{الكل}} = 100 \times \frac{96}{100} = 96\%$  ← نسبة الطالب

### كيفية حساب النسب المئوية الكتلية لمكون من مكونات المركب أو المخلوط ؟

« عن طريق معرفة الصيغة الجزيئية للمركب وبمعلومية كتلة كل ذرة من ذراته يُمكن حساب النسبة المئوية الكتلية من خلال هذا القانون :

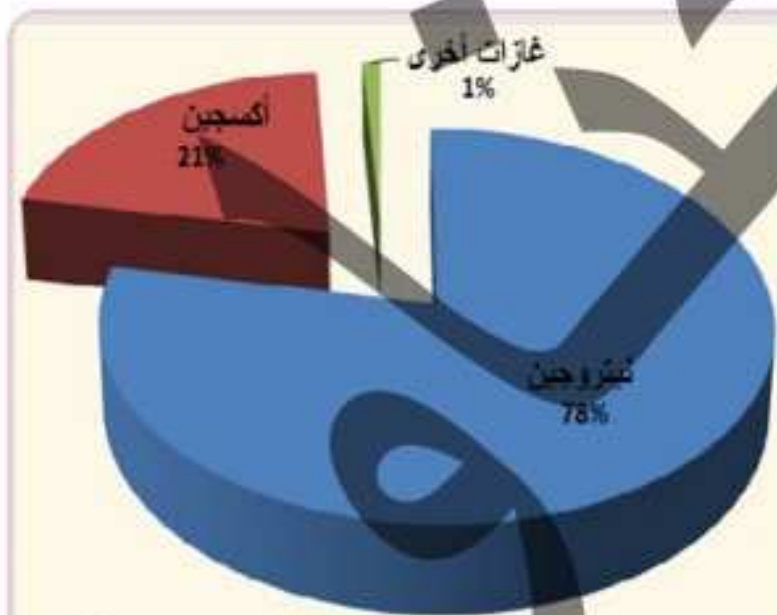
$$\text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

إذا تم معرفة كتلة العينة ومكوناتها من خلال النتائج التجريبية التي يتم الحصول عليها عملياً ، نستخدم

$$\text{القانون التالي : النسبة المئوية الكتلية للعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر في العينة}}{\text{كتلة العينة}} \times 100$$

إذا كان المركب مكون من عنصرين ونسبة أحد العنصرين 70% ؛ إذن نسبة الآخر 30% ؛ حيث أن مجموع النسب المئوية للعناصر المكونة لأي مركب تساوي 100%

### تطبيق علي قانون النسب المئوية :



#### أمثلة :

احسب النسبة المئوية الكتلة لكل عنصر في سماد نترات الامونيوم



$$\text{نسبة عنصر النيتروجين} = 100 \times \frac{2N}{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 100 \times \frac{2 \times 14}{14+(4 \times 1)+14+(3 \times 16)} = 35\%$$

$$\text{نسبة عنصر الهيدروجين} = 100 \times \frac{4H}{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 100 \times \frac{4 \times 1}{14+(4 \times 1)+14+(3 \times 16)} = 5\%$$

$$\text{نسبة عنصر الأكسجين} = 100 \times \frac{3O}{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 100 \times \frac{3 \times 16}{14+(4 \times 1)+14+(3 \times 16)} = 60\%$$

من المُمكن حساب عنصرين فقط من الثلاث عناصر المكونة للسماد ، وحساب العنصر الثالث من خلال جمع نسبة العنصرين ثم طرح الناتج من 100%

للتأكد من حساباتك ؛ قم بجمع النسب الثلاثة وإذا أعطي 100% ؛ إذن حساباتك صحيحة .

٢ احسب النسبة المئوية الكتلية لكل عنصر في ملح كبريتات البوتاسيوم  $K_2SO_4$  [K=39 , S=32 , O=16]

الحل

$$44.83\% = 100 \times \frac{2 \times 39}{(2 \times 39) + 32 + (4 \times 16)} = 100 \times \frac{2K}{K_2SO_4} = \text{نسبة عنصر البوتاسيوم}$$

$$18.39\% = 100 \times \frac{32}{(2 \times 39) + 32 + (4 \times 16)} = 100 \times \frac{S}{K_2SO_4} = \text{نسبة عنصر الكبريت}$$

$$36.78\% = 100 \times \frac{4 \times 16}{(2 \times 39) + 32 + (4 \times 16)} = 100 \times \frac{4O}{K_2SO_4} = \text{نسبة عنصر الأكسجين}$$

٣ احسب النسبة المئوية الكتلية لكل عنصر في مركب الكارناليث ( $KCl.MgCl_2.6H_2O$ ) ، وكذلك النسبة

المئوية للماء فيه ونسبة ملح كلوريد البوتاسيوم وملح كلوريد الماغنسيوم .

[K=39 , Cl=35.5 , Mg=24 , O=16 , H=1]

الحل

$$(KCl.MgCl_2.6H_2O) = 39 + 35.5 + 24 + (2 \times 35.5) + 6(2 \times 1 + 16)$$

$$14.05\% = 100 \times \frac{39}{277.5} = 100 \times \frac{K}{KCl.MgCl_2.6H_2O} = \text{نسبة عنصر البوتاسيوم}$$

$$8.6\% = 100 \times \frac{24}{277.5} = 100 \times \frac{Mg}{KCl.MgCl_2.6H_2O} = \text{نسبة عنصر الماغنسيوم}$$

$$38.44\% = 100 \times \frac{3 \times 35.5}{277.5} = 100 \times \frac{3Cl}{KCl.MgCl_2.6H_2O} = \text{نسبة عنصر الكلور}$$

$$4.32\% = 100 \times \frac{12 \times 1}{277.5} = 100 \times \frac{12H}{KCl.MgCl_2.6H_2O} = \text{نسبة عنصر الهيدروجين}$$

$$34.6\% = 100 \times \frac{6 \times 16}{277.5} = 100 \times \frac{6O}{KCl.MgCl_2.6H_2O} = \text{نسبة عنصر الأكسجين}$$

للتأكد من حساباتك : نسبة البوتاسيوم + نسبة الماغنسيوم + نسبة الكلور + نسبة الهيدروجين + نسبة

$$\text{الأكسجين} = 14.05 + 8.6 + 38.43 + 4.32 + 34.6 = 100\%$$

$$38.92\% = 100 \times \frac{6 \times 18}{277.5} = 100 \times \frac{6H_2O}{KCl.MgCl_2.6H_2O} = \text{نسبة الماء}$$

$$26.85\% = 100 \times \frac{39 + 35.5}{277.5} = 100 \times \frac{KCl}{KCl.MgCl_2.6H_2O} = \text{نسبة ملح كلوريد البوتاسيوم}$$

$$34.23\% = 100 \times \frac{24 + (2 \times 35.5)}{277.5} = 100 \times \frac{MgCl_2}{KCl.MgCl_2.6H_2O} = \text{نسبة ملح كلوريد الماغنسيوم}$$

٤ احسب كتلة الحديد الموجودة في 500Kg من خام الهيماتيت  $Fe_2O_3$  غير النقي ، إذا علمت أن نسبة الحديد في هذا الخام تساوي 58%

الحل

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر في العينة}}{\text{كتلة العينة}} \times 100$$

$$\text{كتلة العنصر في العينة (Fe)} = \frac{\text{كتلة العينة} \times \text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر}}{100} = \frac{500 \times 58\%}{100} = 290\text{Kg}$$

٥ يحتوي خام أكسيد الحديد علي 45% من أكسيد الحديد III ، احسب كتلة الحديد الناتجة من طن واحد من الخام . [Fe=56 , O=16]

الحل

١ حساب كتلة أكسيد الحديد III :

$$\text{كتلة أكسيد الحديد III} = \frac{\text{كتلة الخام} \times \text{النسبة المئوية الكتلية للأكسيد}}{100} = \frac{500 \times 1 \text{ ton}}{100} = 0.45\text{ton}$$

٢ حساب نسبة الحديد في الأكسيد  $Fe_2O_3$  :

$$\text{النسبة المئوية للحديد} = \frac{\text{كتلة الحديد في الأكسيد}}{\text{الكتلة المولية للأكسيد}} \times 100 = 100 \times \frac{2Fe}{Fe_2O_3} = 100 \times \frac{2 \times 56}{(2 \times 56) + (3 \times 16)} = 70\%$$

٢ حساب كتلة الحديد في الأكسيد :

$$\text{كتلة العنصر في العينة (Fe)} = \frac{\text{كتلة الأكسيد} \times \text{النسبة المئوية الكتلية للأكسيد}}{100} = \frac{0.45 \times 70\%}{100} = 0.315\text{ton}$$

٦ احسب عدد مولات ذرات كل من الكربون والهيدروجين في مركب عضوي يتكون من عنصري الهيدروجين والكربون فقط ، إذا علمت أن كتلته المولية 28g/mol والنسبة المئوية الكتلية للكربون فيه 58.7% ؛ ثم استنتج الصيغة الكيميائية لهذا المركب . [C=12 , H=1]

الحل

$$\text{كتلة الكربون في مول من المركب} = \frac{\text{الكتلة المولية للمركب العضوي} \times \text{النسبة المئوية الكتلية للكربون}}{100} = \frac{28 \times 58.7\%}{100} = 24\text{g}$$

$$\text{عدد مولات ذرات الكربون} = \frac{\text{كتلة الكربون}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{24}{12} = 2\text{mol}$$

$$\text{نسبة الكربون} = 58.7\%$$

$$\text{نسبة الهيدروجين} = 100\% - 58.7\% = 14.3\%$$

$$\text{كتلة الهيدروجين في مول من المركب} = \frac{\text{الكتلة المولية للمركب العضوي} \times \text{النسبة المئوية الكتلية للهيدروجين}}{100}$$

$$= \frac{14.3\% \times 28}{100} = 4\text{g}$$

$$\text{عدد مولات ذرات الهيدروجين} = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{4}{1} = 4\text{mol}$$

$$\text{الصيغة الكيميائية للمركب العضوي مكونة من 2 مول ذرة كربون مع 4 مول ذرة هيدروجين} = C_2H_4$$

٧ احسب نسبة كل من عنصر الحديد والأكسجين في أكسيد الحديد III ... [Fe=56 , O=16]

(70 % / 30 %)

٨ احسب نسبة الماء في مركب كبريتات النحاس II المائية (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O)

(Cu=63.5 , S=32 , O=16 , H=1)

(36.1%)

٩ احسب نسبة أكسيد النيتريك في مركب الحلقة البنية (FeSO<sub>4</sub>.NO)

[Fe=56 , S=32 , O=16 , N=14]

(16.48 %)

١٠ احسب نسبة الحديد في خام السديريت (FeCO<sub>3</sub>) .

[Fe=56 , C=12 , O=16]

(48.28 %)

١١ احسب كتلة الحديد الموجودة في 1000Kg خام الهيماتيت Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ، إذا علمت أن نسبة الحديد فيه 65%

[Fe=56 , O=16]

(0.65 g)

١٢ يحتوي خام أكسيد الحديد علي 30% من أكسيد الحديد III ، كم طن من الخام يلزم لإنتاج طن واحد من الحديد .

[Fe=56 , O=16]

(4.77 ton = 4770 Kg = 4770000 g)

١٣ احسب عدد مولات ذرات الكربون والهيدروجين في المركب العضوي الذي يتكون من عنصر الكربون والهيدروجين فقط ، إذا كانت نسبة الكربون 85.71% والكتلة المولية للمركب 56g/mol ، ثم استنتج الصيغة الكيميائية للمركب العضوي . [C=12 , H=1]

(4mol C / 8 mol H / C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>)

١٤ تحتوي أحد السبائك علي 10% من كبريتيد الرصاص II (PbS) تُستخدم في إنتاج الرصاص ، فإذا كان مُعدل إستهلاك أحد المصانع 200ton من السبيكة في اليوم الواحد ، ما كتلة الرصاص التي يمكن إنتاجها في اليوم الواحد؟ .....

[Pb=207 , S=32]

[1.732 ton – 17.32 Kg – 17.32 ton – 1.732 Kg]

١٥ يتحد 0.025mol من الأكسجين مع 0.025mol من الخارصين لتكوين أكسيد الخارصين ، ما نسبة العنصر الفلزي في الأكسيد؟ ..... [Zn=65 , O=16]

[19.7 % - 80.3 % - 70.3 % - 29.7 %]

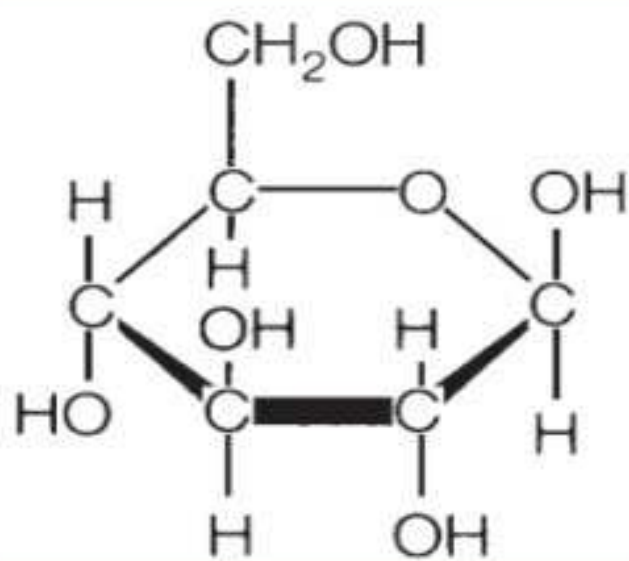


## 2 حساب الصيغة الأولية

### أولاً أنواع الصيغ الكيميائية :

١ **الصيغة الأولية** : وهي صيغة كيميائية تُعبر عن أبسط نسبة عددية صحيحة بين ذرات أو أيونات العناصر المكونة للمركب ، مثل :  $CH_2O$  لسكر الجلوكوز .

٢ **الصيغة الجزيئية** : وهي صيغة كيميائية تُعبر عن نوع وعدد الذرات أو الأيونات التي يتكون منها جزئ أو وحدة صيغة المركب ، مثل :  $C_6H_{12}O_6$  لسكر الجلوكوز .



٣ **الصيغة البنائية** : وهي صيغة كيميائية تُعبر عن نوع وعدد الذرات أو الأيونات التي يتكون منها جزئ أو وحدة صيغة المركب وطريقة الارتباط بين الذرات أو الأيونات ، مثل : صيغة الجلوكوز الموضحة في الشكل المُقابل .

من خلال معرفتك للصيغة الجزيئية يمكن معرفة الصيغة الأولية من خلال اختصار عدد الذرات والأيونات المكونة للجزئ أو وحدة الصيغة في أبسط صورة مُمكنة ، مثل :

الصيغة الأولية	الصيغة الجزيئية
CH	$C_6H_6$
$CH_2$	$C_2H_4$
$CH_2$	$C_3H_6$
$CH_2$	$C_4H_8$
$CH_2$	$C_6H_{12}$
$CH_2$	$C_5H_{10}$
$CH_3$	$C_2H_6$
$C_2H_5$	$C_4H_{10}$
$CH_2O$	$C_2H_4O_2$
$CH_2O$	$C_6H_{12}O_6$
$C_{12}H_{22}O_{11}$	$C_{12}H_{22}O_{11}$
$C_8H_{16}O$	$C_{16}H_{32}O_2$
$C_5H_{12}$	$C_5H_{12}$

كما هو موضح بالجدول

لعلك لاحظت أن الصيغة الأولية لا تصلح للتعبير عن التركيب الحقيقي للمركب في معظم الأحيان ؛ حيث أنها لا تُعبر بالضرورة عن العدد الفعلي للذرات أو الأيونات سواء للجزئ أو لوحدة الصيغة فهي تُعبر عن أبسط صورة للمركب ؛ ولكن من المُمكن اعتبارها مجرد إحصاء نسبي لعدد الذرات أو الأيونات في الجزئ أو في وحدة الصيغة .

الصيغة الجزيئية لكل من CO و NO هي نفس الصيغة الأولية

لكليهما ، أي لا يوجد أبسط من الصيغة الجزيئية ؛ وذلك لأن الكتلة المولية للصيغة الأولية تساوي الكتلة المولية لكل منهما .

هناك الكثير من المركبات لها نفس الصيغة الأولية ولكن تختلف في الصيغة الجزيئية ؛ كما هو موضح بالجدول السابق .

يتفق كل من الاستيلين  $C_2H_2$  والبنزين العطري  $C_6H_6$  في الصيغة الأولية  $CH$  ، لكنهما يختلفان في الصيغة الجزيئية ؟

وذلك لأن أبسط صورة ممكنة للصيغة الجزيئية لكل منهما هي  $CH$  عند إختصار عدد مولات ذرات الكربون مع عدد مولات ذرات الهيدروجين وبالتالي تُصبح النسبة بينهما  $= 1 : 1$  ، واختلافهما في الصيغة الجزيئية نظراً لإختلاف عدد مرات تكرار الصيغة الأولية (عدد الوحدات) .

$$\text{قانون عدد الوحدات (n)} = \frac{\text{الكتلة المولية للصيغة الجزيئية}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}} = \frac{\text{الصيغة الجزيئية}}{\text{الصيغة الأولية}}$$

### أولاً كيفية حساب الصيغة الأولية للمركب

مثال توضيحي :

احسب الصيغة الأولية لمركب عضوي يتكون من عنصري الكربون والهيدروجين فقط ، إذا علمت أن النسبة المئوية الكتلية للكربون فيه  $85.72\%$  وللهدروجين  $14.28\%$  [C=12 , H=1]

#### طريقة الحل :

يمكن اعتبار بأن النسب المئوية لكل عنصر هي الكتل الجرامية المُعبّرة عنها ، حيث أن هذه العناصر تُمثل الـ  $100g$  من المركب .

إذن : كتلة الكربون = نسبته =  $85.72g$  ، كتلة الهيدروجين = نسبته =  $14.28g$

حساب عدد مولات ذرات كل عنصر من العناصر المكونة للمركب .

إذن : عدد مولات ذرات الكربون =  $\frac{85.72}{12} = 7.14$  مول ، عدد مولات ذرات الهيدروجين =  $\frac{14.28}{1} = 14.28$  مول

حساب النسبة بين عدد مولات ذرات كل عنصر « وذلك عن طريق القسمة علي عدد مولات ذرات العنصر الأقل »

إذن : النسبة بين عنصري الكربون : الهيدروجين =  $\frac{7.14}{7.14} : \frac{14.28}{7.14} = 1 : 2$

إذا كانت النسبة النهائية بين العناصر تحتوي علي كسور ؛ لأبُد من التخلص من الكسر وذلك عن طريق الضرب في 2 وفي هذا المثال لا يوجد أي كسور .

كتابة الصيغة الأولية .

إذن : صيغة المركب العضوي المكون من مول ذرة كربون مع مول ذرتي هيدروجين هي  $(CH_2)$  .



أمثلة :

١ احسب الصيغة الأولية لمركب عضوي يحتوي علي عنصري الكربون والهيدروجين فقط ؛ حيث أن نسبة

الكربون فيه 75% ونسبة الهيدروجين 25% [C=12 , H=1]

الحل

بطريقة الجدول يُمكن اختصار البيانات الموضحة في المثال السابق :

C	H	العنصر
75 g	25 g	كتلة العنصر (g)
12 g/mol	1 g/mol	الكتلة المولية له (g/mol)
$\frac{75}{12} = 6.25 \text{ mol}$	$\frac{25}{1} = 25 \text{ mol}$	عدد مولاته (mol) = $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة المولية}}$
$1 = \frac{6.25}{6.25}$	$4 = \frac{25}{6.25}$	النسبة بين عدد مولات كل عنصر
<b>CH<sub>4</sub></b>		الصيغة الأولية

٢ احسب الصيغة الأولية لمركب عضوي يحتوي علي عنصري الكربون والهيدروجين فقط ؛ حيث أن نسبة

الكربون فيه 92.3% [C=12 , H=1]

الحل

نسبة الكربون = 92.3% = 100% - نسبة الهيدروجين = 7.7%

C	H	العنصر
92.3 g	7.7 g	كتلة العنصر (g)
12 g/mol	1 g/mol	الكتلة المولية له (g/mol)
$\frac{92.3}{12} = 7.7 \text{ mol}$	$\frac{7.7}{1} = 7.7 \text{ mol}$	عدد مولاته (mol) = $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة المولية}}$
$1 = \frac{7.7}{7.7}$	$1 = \frac{7.7}{7.7}$	النسبة بين عدد مولات كل عنصر
<b>CH</b>		الصيغة الأولية

٣ احسب الصيغة الأولية لحمض الأستيك (الخليك) ، إذا علمت أن النسب المئوية الكتلية لعناصره ، كالتالي

(الكربون 40% ، الهيدروجين 6.67% ، الأكسجين 53.33% ) . [C=12 , H=1 , O=16]

الحل

C	H	O	العنصر
40 g	6.67 g	53.33 g	كتلة العنصر (g)
12 g/mol	1 g/mol	16 g/mol	الكتلة المولية له (g/mol)
$\frac{40}{12} = 3.33 \text{ mol}$	$\frac{6.67}{1} = 6.67 \text{ mol}$	$\frac{53.33}{16} = 3.33 \text{ mol}$	عدد مولاته (mol) = $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة المولية}}$
$1 = \frac{3.33}{3.33}$	$2 = \frac{6.67}{3.33}$	$1 = \frac{3.33}{3.33}$	النسبة بين عدد مولات كل عنصر
<b>CH<sub>2</sub>O</b>			الصيغة الأولية



٤ احسب الصيغة الأولية لمركب يتكون من عنصري النيتروجين والأكسجين فقط ، حيث نسبة النيتروجين

25.9% ونسبة الأكسجين 74.1% [N=14 , O=16]

الحل

N	O	العنصر
25.9 g	74.1 g	كتلة العنصر (g)
14 g/mol	16 g/mol	الكتلة المولية له (g/mol)
$\frac{25.9}{14} = 1.85 \text{ mol}$	$\frac{74.1}{16} = 4.63 \text{ mol}$	عدد مولاته (mol) = $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة المولية}}$
$1 = \frac{1.85}{1.85}$	$2.5 = \frac{4.63}{1.85}$	النسبة بين عدد مولات كل عنصر
$1 \times 2 = 2$	$2.5 \times 2 = 5$	بالضرب في 2 للحصول علي نسب عددية صحيحة
$\text{N}_2\text{O}_5$		الصيغة الأولية

٥ استنتج صيغة أكسيد الكبريت الذي يحتوي علي 40% كبريت . [S=32 , O=16]

٦ ما الصيغة الأولية للهيدروكربون الذي يحتوي علي 80% كربون ؟ ..... [C=12 , H=1]



### 3 حساب الصيغة الجزيئية

لحساب الصيغة الجزيئية للمركب ، لأُبد من معرفة الكتلة المولية للمركب ومن خلال ذلك نحسب عدد مرات تكرار الصيغة الأولية (عدد الوحدات) (n) ، ثم يتم ضرب عدد الوحدات في الصيغة الأولية فنحصل علي الصيغة الجزيئية للمركب ، لاحظ ذلك في المثال التالي :

مثال توضيحي : احسب الصيغة الأولية والجزيئية لمركب عضوي نسبة الكربون فيه 92.3% ونسبة الهيدروجين فيه 7.7% ، حيث أن الكتلة المولية الجزيئية له 78g/mol  
[C=12 , H=1]

C	H	العنصر
92.3 g	7.7 g	كتلة العنصر (g)
12 g/mol	1 g/mol	الكتلة المولية له (g/mol)
$\frac{92.3}{12} = 7.7 \text{ mol}$	$\frac{7.7}{1} = 7.7 \text{ mol}$	عدد مولاته (mol) = $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة المولية}}$
$1 = \frac{7.7}{7.7}$	$1 = \frac{7.7}{7.7}$	النسبة بين عدد مولات كل عنصر
CH		الصيغة الأولية

الحل

1 عدد وحدات الصيغة الأولية (n) =  $\frac{\text{الكتلة المولية من المركب}}{\text{الكتلة المولية الصيغة الأولية}}$

2 الكتلة المولية من الصيغة الأولية (CH) = 1 + 12 = 13g/mol ، الكتلة المولية من المركب = 78g/mol

3 عدد الوحدات (n) =  $\frac{\text{الكتلة المولية من المركب}}{\text{الكتلة المولية الصيغة الأولية}} = \frac{78}{13} = 6$  وحدة.

4 الصيغة الجزيئية = عدد الوحدات (n) × الصيغة الأولية .

5 الصيغة الجزيئية = CH × 6 = C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



## أمثلة : ١

١ احسب الصيغة الأولية والجزئية لحمض الأستيك (الخليك) ، إذا علمت أن النسب المئوية الكتلية لعناصره ،

كالتالي (الكربون 40% ، الهيدروجين 6.67% ، الأكسجين 53.33% ) والكتلة المولية الجزئية له 60g/mol

[C=12 , H=1 , O=16

الحل

العنصر	O	H	C
كتلة العنصر (g)	53.33 g	6.67 g	40 g
الكتلة المولية له (g/mol)	16 g/mol	1 g/mol	12 g/mol
عدد مولاته (mol) = $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة المولية}}$	$\frac{53.33}{16} = 3.33 \text{ mol}$	$\frac{6.67}{1} = 6.67 \text{ mol}$	$\frac{40}{12} = 3.33 \text{ mol}$
النسبة بين عدد مولات كل عنصر	$1 = \frac{3.33}{3.33}$	$2 = \frac{6.67}{3.33}$	$1 = \frac{3.33}{3.33}$
الصيغة الأولية	$\text{CH}_2\text{O}$		

∴ عدد وحدات الصيغة الأولية (n) =  $\frac{\text{الكتلة المولية من المركب}}{\text{الكتلة المولية الصيغة الأولية}}$

∴ الكتلة المولية من الصيغة الأولية (CH<sub>2</sub>O) = 16 + (2×1) + 12 = 30g/mol ، الكتلة المولية من

المركب = 60g/mol

∴ عدد الوحدات (n) =  $\frac{\text{الكتلة المولية من المركب}}{\text{الكتلة المولية الصيغة الأولية}} = \frac{60}{30} = 2$  وحدة.

∴ الصيغة الجزيئية = عدد الوحدات (n) × الصيغة الأولية .

∴ الصيغة الجزيئية = CH<sub>2</sub>O × 2 = C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>

٢ احسب الصيغة الأولية لمركب يتكون من عنصري النيتروجين والأكسجين فقط ، حيث نسبة النيتروجين

[N=14 , O=16]

25.9% ونسبة الأكسجين 74.1% ، والكتلة المولية الجزئية 108g/mol

الحل

العنصر	O	N
كتلة العنصر (g)	74.1 %	25.9 g
الكتلة المولية له (g/mol)	16 g/mol	14 g/mol
عدد مولاته (mol) = $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة المولية}}$	$\frac{74.1}{16} = 4.63 \text{ mol}$	$\frac{25.9}{14} = 1.85 \text{ mol}$
النسبة بين عدد مولات كل عنصر	$2.5 = \frac{4.63}{1.85}$	$1 = \frac{1.85}{1.85}$
بالضرب في 2 للحصول علي نسب عددية صحيحة	$2.5 \times 2 = 5$	$1 \times 2 = 2$
الصيغة الأولية	$\text{N}_2\text{O}_5$	

∴ عدد وحدات الصيغة الأولية (n) =  $\frac{\text{الكتلة المولية من المركب}}{\text{الكتلة المولية الصيغة الأولية}}$



∴ الكتلة المولية من الصيغة الأولية  $(N_2O_5) = (2 \times 14) + (5 \times 16) = 108 \text{g/mol}$  ، الكتلة المولية من

المركب =  $108 \text{g/mol}$

∴ عدد الوحدات (n) =  $\frac{\text{الكتلة المولية من المركب}}{\text{الكتلة المولية الصيغة الأولية}} = \frac{108}{108} = 1$  وحدة .

∴ الصيغة الجزيئية = عدد الوحدات (n) × الصيغة الأولية .

∴ الصيغة الجزيئية =  $N_2O_5 = N_2O_5 \times 1$

٣ احسب الصيغة الجزيئية لمركب كتلته المولية  $70 \text{g/mol}$  ، إذا علمت أنه يحتوي علي كربون بنسبة

[C=12 , H=1]

85.7% وهيدروجين بنسبة 14.3%

الحل

C	H	العنصر
85.7 g	14.3 g	كتلة العنصر (g)
12 g/mol	1 g/mol	الكتلة المولية له (g/mol)
$\frac{85.7}{12} = 7.14 \text{mol}$	$\frac{14.3}{1} = 14.3 \text{mol}$	عدد مولاته (mol) = $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة المولية}}$
$1 = \frac{7.14}{7.14}$	$2 = \frac{14.3}{7.14}$	النسبة بين عدد مولات كل عنصر
$CH_2$		الصيغة الأولية

∴ عدد وحدات الصيغة الأولية (n) =  $\frac{\text{الكتلة المولية من المركب}}{\text{الكتلة المولية الصيغة الأولية}}$

∴ الكتلة المولية من الصيغة الأولية  $(CH_2) = (21) + 12 = 14 \text{g/mol}$  ، الكتلة المولية من المركب =  $70 \text{g/mol}$

∴ عدد الوحدات (n) =  $\frac{\text{الكتلة المولية من المركب}}{\text{الكتلة المولية الصيغة الأولية}} = \frac{70}{14} = 5$  وحدة .

∴ الصيغة الجزيئية = عدد الوحدات (n) × الصيغة الأولية .

∴ الصيغة الجزيئية =  $C_5H_{10} = CH_2 \times 5$

٤ مركب صيغته الأولية  $CH_2O$  ويحتوي  $0.0833 \text{mol}$  منه علي  $1 \text{g}$  من ذرات الهيدروجين ، احسب الصيغة

الجزيئية للمركب ، وعدد ذرات الكربون في مول من المركب . [C=12 , H=1]

٥ أوجد الصيغ الجزيئية لكل من الفورمالدهيد وحمض الأستيك وحمض اللاكتيك علماً بأن الكتل المولية لهم

علي الترتيب هي  $90, 60, 30 \text{g/mol}$  ، وأن جميعهم يشترك في صيغة أولية واحدة هي  $CH_2O$

## 4 حساب النسبة المئوية للناتج الفعلي

أبي تفاعل كيميائي كمية المواد الناتجة منه (الناتج الفعلي) تكون دائماً أقل من الكمية المتوقعة حسابياً (الناتج النظري) ؛ والسبب في ذلك أن :

- ١) عدم نقاء المواد المتفاعلة .
- ٢) تطاير جزء من المادة الناتجة أثناء حدوث التفاعل .
- ٣) حدوث تفاعلات ثانوية تستهلك جزء من المادة الناتجة .
- ٤) التصاق جزء من المادة الناتجة بالجدار الداخلي لإناء التفاعل .

## الناتج الفعلي :

كمية المادة التي يتم الحصول عليها عملياً من التفاعل الكيميائي أو كمية المادة التي يتم الحصول عليها فعلياً في المعمل من التفاعل الكيميائي .

## الناتج النظري :

كمية المادة المحسوبة أو المتوقعة اعتماداً على معادلة التفاعل أو كمية المادة المتوقعة الحصول عليها اعتاداً على حسابات معادلة التفاعل .

قانون حساب النسبة المئوية للناتج الفعلي : النسبة المئوية للناتج الفعلي =  $100 \times \frac{\text{الناتج الفعلي}}{\text{الناتج النظري}}$



## أمثلة :

١) يُحضّر الكحول الميثيلي  $\text{CH}_3\text{OH}$  تبعاً للتفاعل التالي :  $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{OH}_{(L)}$

احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي للتفاعل إذا علمت أنه عند تفاعل 1.2g من غاز الهيدروجين مع وفرة من غاز أول أكسيد الكربون ينتج 6.1g من الكحول الميثيلي . [C=12 , H=1 , O=16]

الحل



$$9.6\text{g} = 100 \times \frac{1.2 \times 32}{4} = (\text{الناتج النظري}) \times 100$$

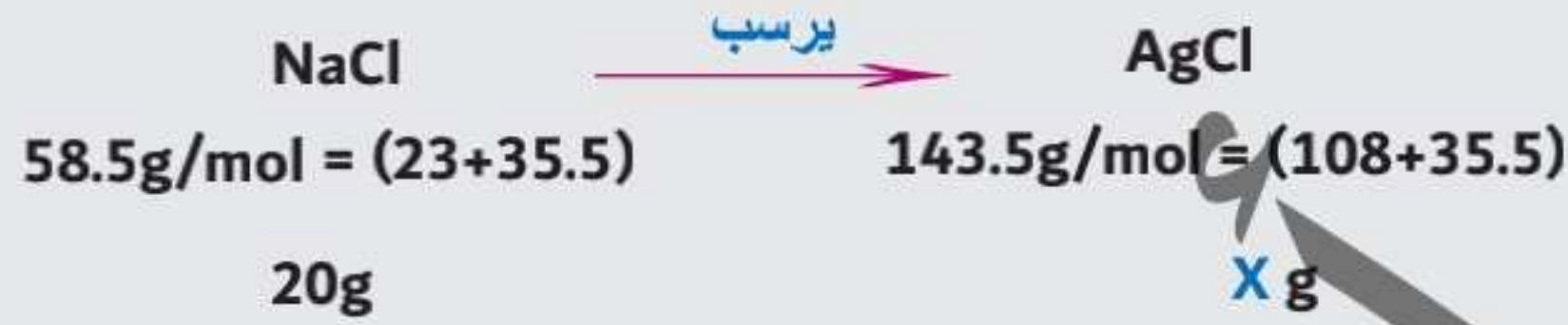
$$\therefore \text{النسبة المئوية للناتج الفعلي} = \frac{\text{الناتج الفعلي}}{\text{الناتج النظري}} \times 100$$

$$\therefore \text{النسبة المئوية للناتج الفعلي} = \frac{6.1}{6.9} \times 100 = 63.54\%$$





٢ احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي عند تفاعل 20g من محلول كلوريد الصوديوم مع وفرة من محلول نترات الفضة ، إذا علمت أنه يترسب 45g من كلوريد الفضة . [Na=23 , Cl=35.5 , Ag=108]



∴ X (الناتج النظري) =  $\frac{143.5 \times 20}{58.5} = 49.1g$

∴ النسبة المئوية للناتج الفعلي =  $100 \times \frac{\text{الناتج الفعلي}}{\text{الناتج النظري}}$

∴ النسبة المئوية للناتج الفعلي =  $100 \times \frac{45}{49.1} = 91.6\%$

٣ إذا علمت أن نسبة الناتج الفعلي لأكسيد النيتريك 75% وأن كتلة أكسيد النيتريك المحسوبة 12g ، احسب حجم غاز الاكسجين المتفاعل مع وفرة من غاز النشادر في الظروف القياسية ، تبعاً للتفاعل التالي :



الحل

∴ النسبة المئوية للناتج الفعلي =  $100 \times \frac{\text{الناتج الفعلي}}{\text{الناتج النظري}}$

∴ الناتج النظري =  $100 \times \frac{\text{الناتج الفعلي}}{\text{النسبة المئوية للناتج الفعلي}} = 100 \times \frac{12}{75\%} = 16g$



∴ X (حجم غاز الأكسجين) =  $\frac{16 \times 112}{120} = 14.933L$

٤ احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي عند تفاعل 40g من محلول كلوريد الباريوم BaCl<sub>2</sub> مع وفرة من

محلول كبريتات البوتاسيوم K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ، علماً بأن الكتلة الفعلية من الراسب BaSO<sub>4</sub> تساوي 39.4g [Ba=137 , Cl=35.5 , S=32 , O=16]

(87.93 %)



- إذا كان شريط المغنسيوم المحترق كتلته 12g ، احسب الكتلة الفعلية لأكسيد المغنسيوم الناتج، إذا

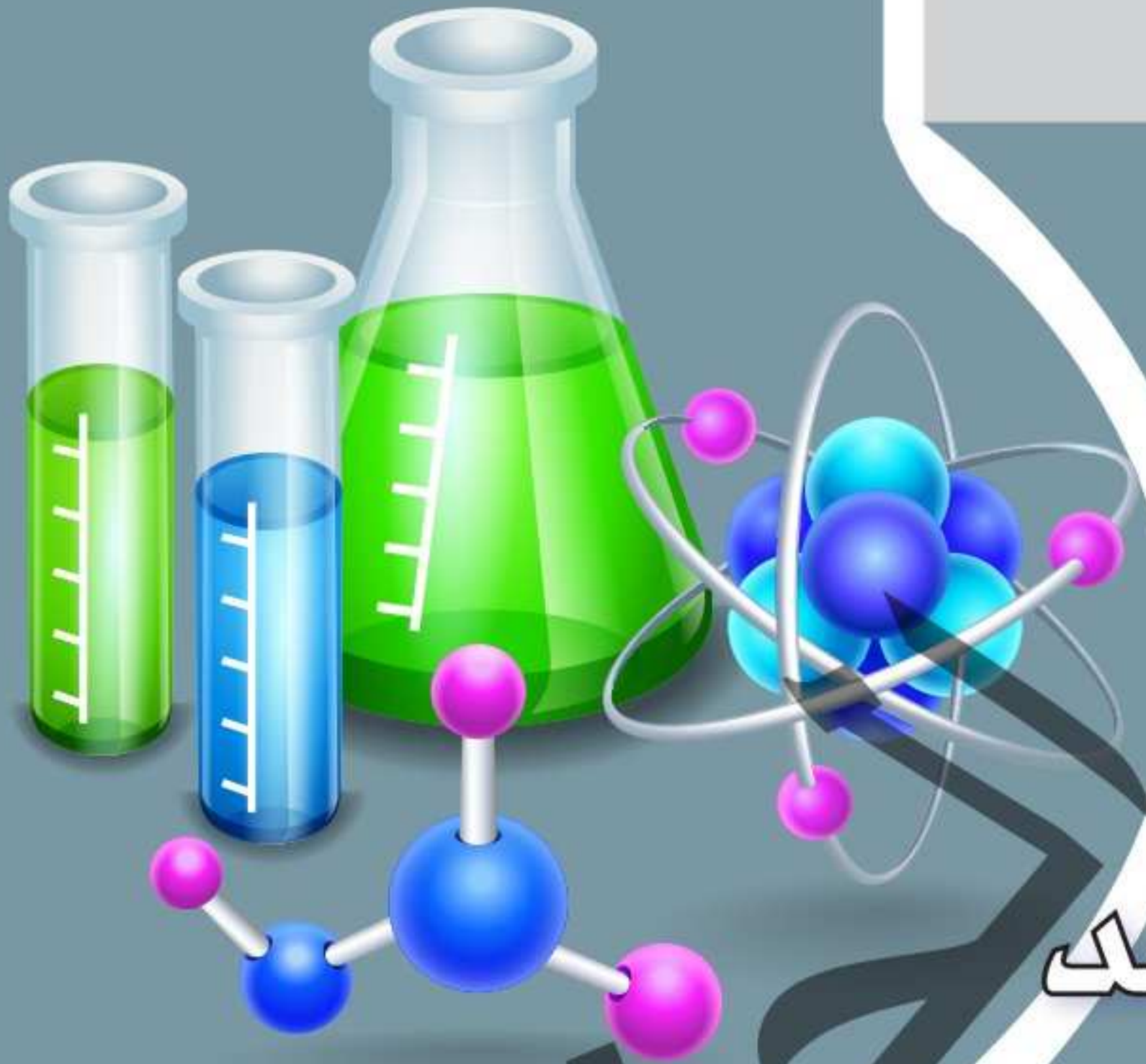
كانت النسبة المئوية للناتج الفعلي 60% ..... [Mg=24 , O=16] (12 g)

# مذكراتك

مذكراتك

# مذكراتك

مذكراتك



# الباب الثالث

## المحاليل - الأحماض والقواعد

إعداد : د/ أحمد الحناوي

# الفصل الأول

## الكيمياء والقياس

### محتويات الفصل

1 الدرس المحاليل و أنواعها

2 الدرس تركيز المحاليل

3 الدرس الخواص الجمعية

4 الدرس خواص الغرويات و المعلقات

## المحاليل وأنواعها

تراكيم معرفي :

### 1 مكونات الماء:-

- ١ الأكسجين بنسبة 88.8% وزناً .
- ٢ الهيدروجين بنسبة 11.2% وزناً .



### 2 تكوين جزئ الماء:-

- ١ يتكون من ذرة أكسجين وذرتين هيدروجين .
- ٢ ترتبط ذرة الأكسجين برابطتين تساهميتين أحاديتين بذرتي الهيدروجين .
- ٣ الزاوية بين الرابطتين تساوي  $104.5^\circ$

### 3 السالبية الكهربائية:-

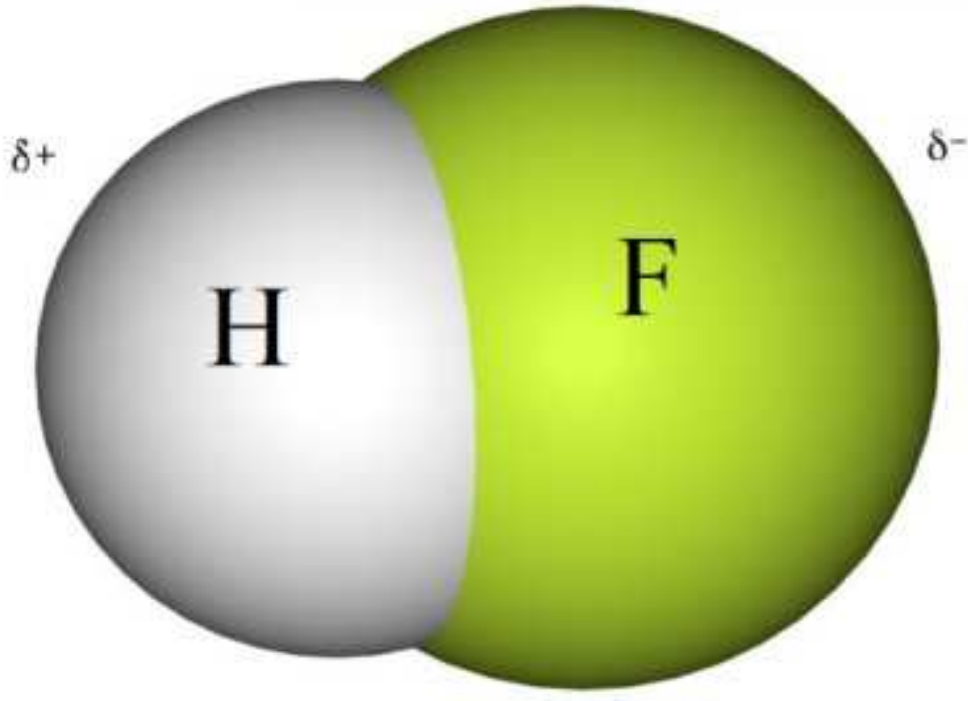
قدرة الذرة علي جذب إلكترونات الرابطة الكيميائية نحوها .



- ١ ترتبط العناصر الكيميائية مع بعضها بـ ( روابط ) ، ولها أنواع منها الرابطة التساهمية التي تتم بـ المشاركة ( يشارك كل عنصر بإلكترون مفرد على الأقل في تكوين الرابطة ، ثم يرتبط الإلكترونين معاً مكوناً رابطة تساهمية .

٢ السالبية الكهربائية مصطلح يعبر عن قدرة الذرة على جذب إلكترونات هذه الرابطة ، فالذرة التي تجذب الإلكترونات أكثر تسمى الذرة الأكثر سالبية .. فهي كالمغناطيس ، بينما الذرة الأخرى تكون أقل قدرة على جذب الإلكترونات فتسمى الذرة الأقل سالبية .

٣ ونتيجة إزاحة إلكترونات الرابطة نحو الذرة (الأكثر سالبية) تكون هذه الذرة قد اكتسبت إلكترونات ( اكتساب جزئي ) وتحمل نتيجة ذلك شحنة سالبة جزئية ( $\delta^-$ ) ، أما الذرة الأخرى ( الأقل سالبية ) التي ابتعدت عنها الإلكترونات تكون قد فقدت إلكترونات ( فقد جزئي ) وتحمل نتيجة ذلك شحنة موجبة جزئية ( $\delta^+$ ) .



#### 4 الرابطة القطبية :-

رابطة تساهمية بين ذرتين مختلفتين في السالبية والذرة الأكبر سالبية شحنتها سالبة جزئية  $\delta^-$  و الأقل سالبية تحمل شحنة موجبة جزئية  $\delta^+$

مثل الرابطة في فلوريد الهيدروجين HF

- فنجد أن:-

الفلور أعلى في السالبية من الهيدروجين ، لذلك تجذب إلكترونات الرابطة نحوها أكثر ، ونتيجة لذلك يكتسب الفلور شحنة سالبة جزئية ( $\delta^-$ ) .  
أما الهيدروجين الأقل في السالبية فيكتسب شحنة موجبة جزئية ( $\delta^+$ ) نتيجة إزاحة إلكترونات الرابطة عنه . و يطلق على الجزئ جزئ قطبي .

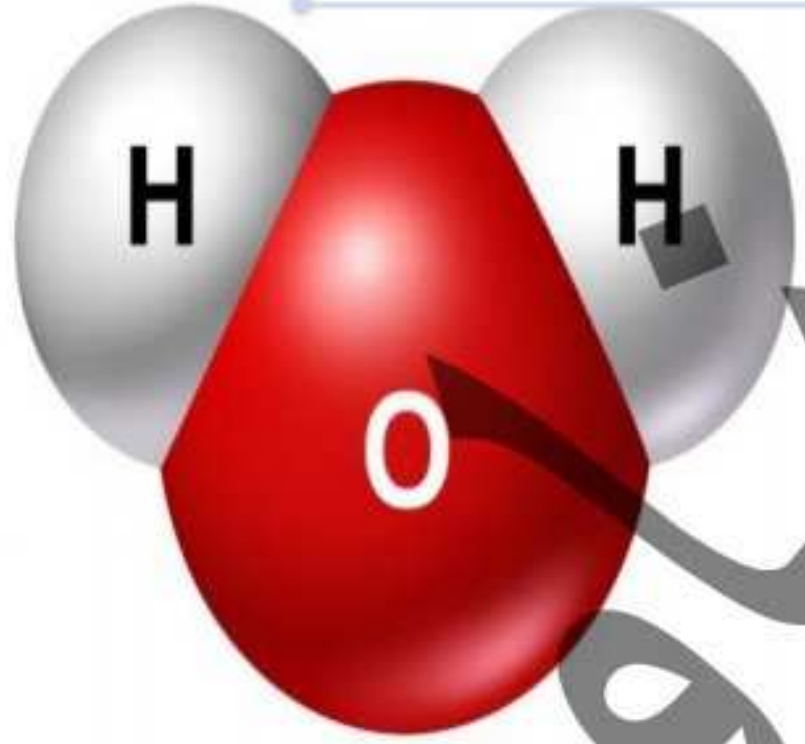
#### ملاحظة هامة :

أعلى العناصر في السالبية هي الهالوجينات  
( فلور - كلور - بروم - يود )

#### 5 الجزيئات القطبية :-

هي الجزيئات التي يحمل إحدي طرفيها شحنة موجبة جزئية والطرف الآخر شحنة سالبة جزئية ، مثل جزئ الماء .

#### س الماء مذيب قطبي؟



أولاً: توجد عوامل تتوقف عليها قطبية الجزئ لأبْد من التعرف عليها أولاً ،

ومن ثم نحكم علي الجزئ هل قطبي أم لا ؟....

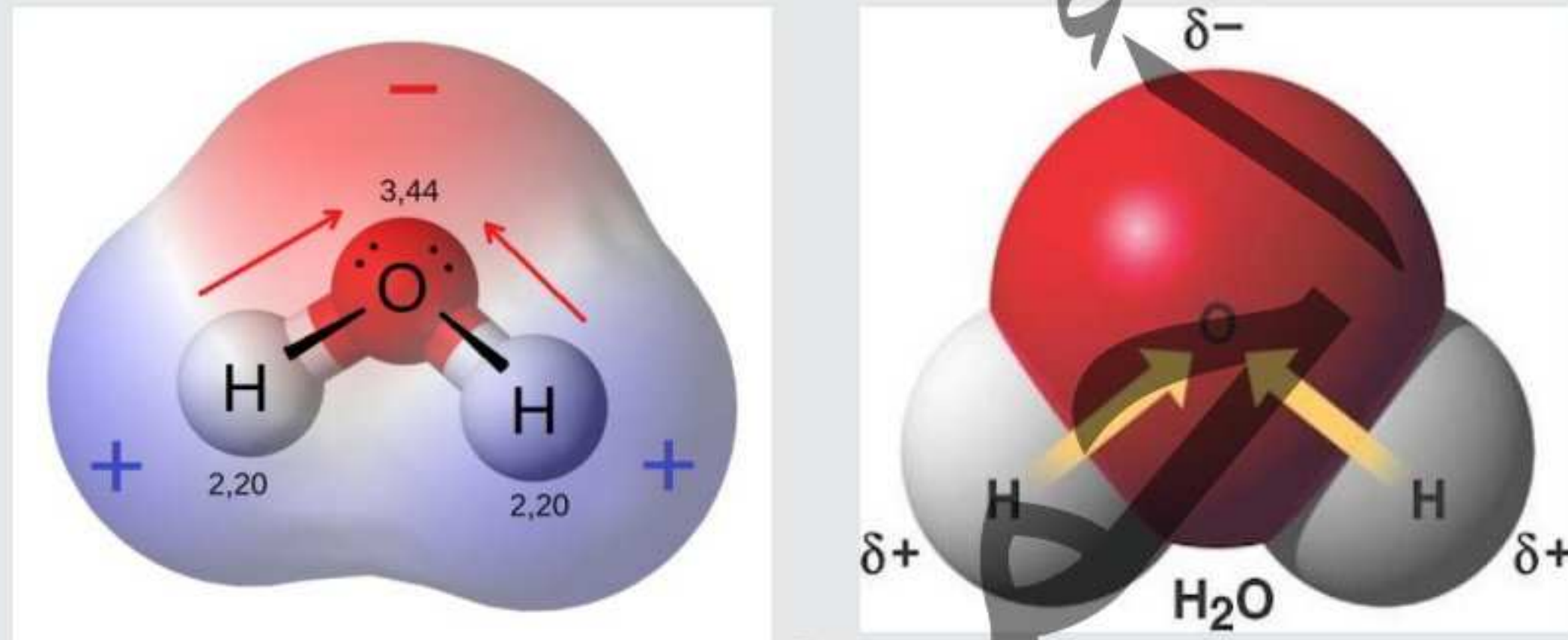
وهذه العوامل هي :

- ١) قطبية الروابط المكونة للجزئ .
- ٢) الشكل الفراغي للجزئ .
- ٣) الزوايا بين الروابط في الجزئ .

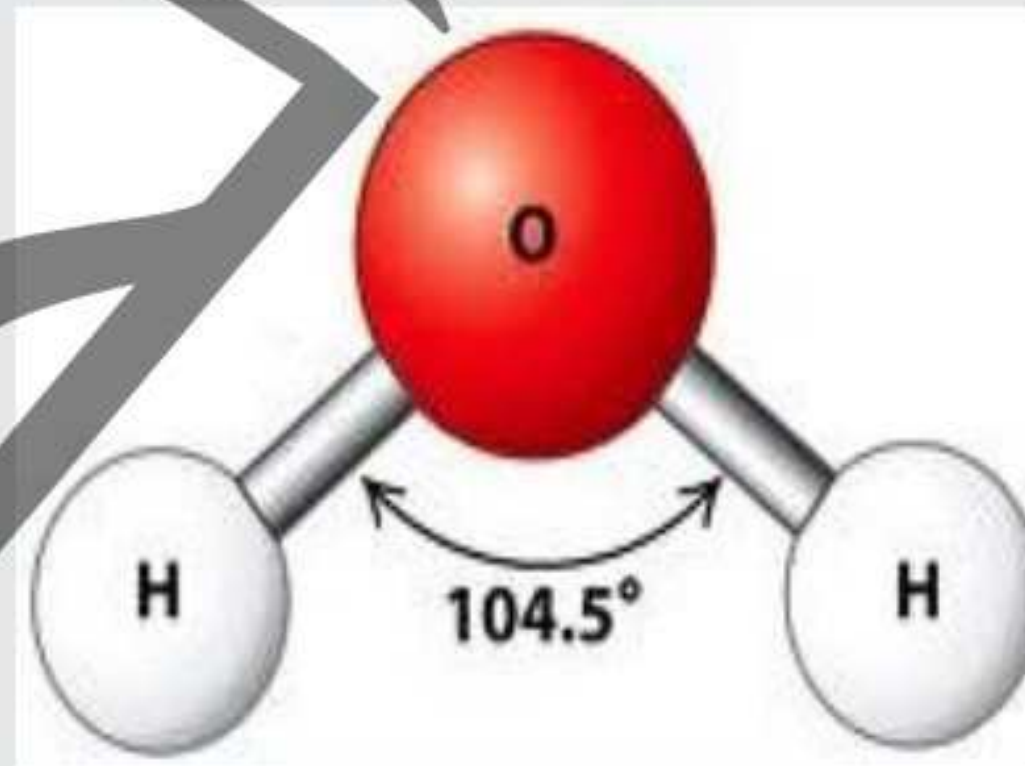
## الماء مُذِيب قطبي

وذلك لسببين :

١ الماء يتكون من قطبان : القطب الأول وهو الهيدروجين (الأقل سالبية 2.2 ويحمل شحنة موجبة جزئية ( $\delta^+$ ) والقطب الثاني هو الأكسجين (الأعلى سالبية 3.44 ويحمل شحنة سالبة جزئية ( $\delta^-$ ))



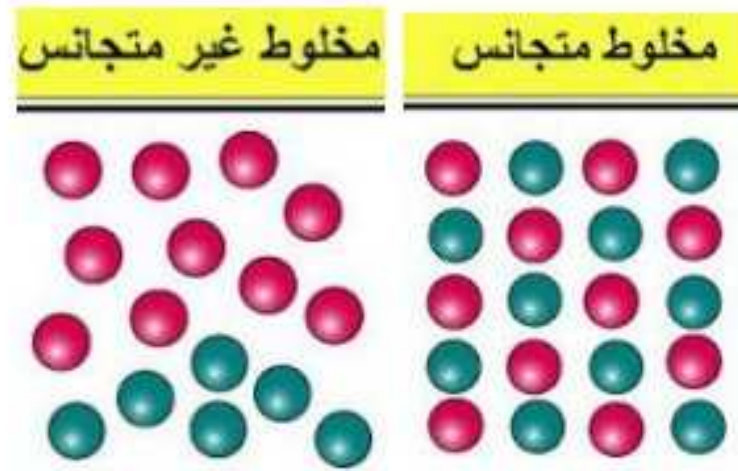
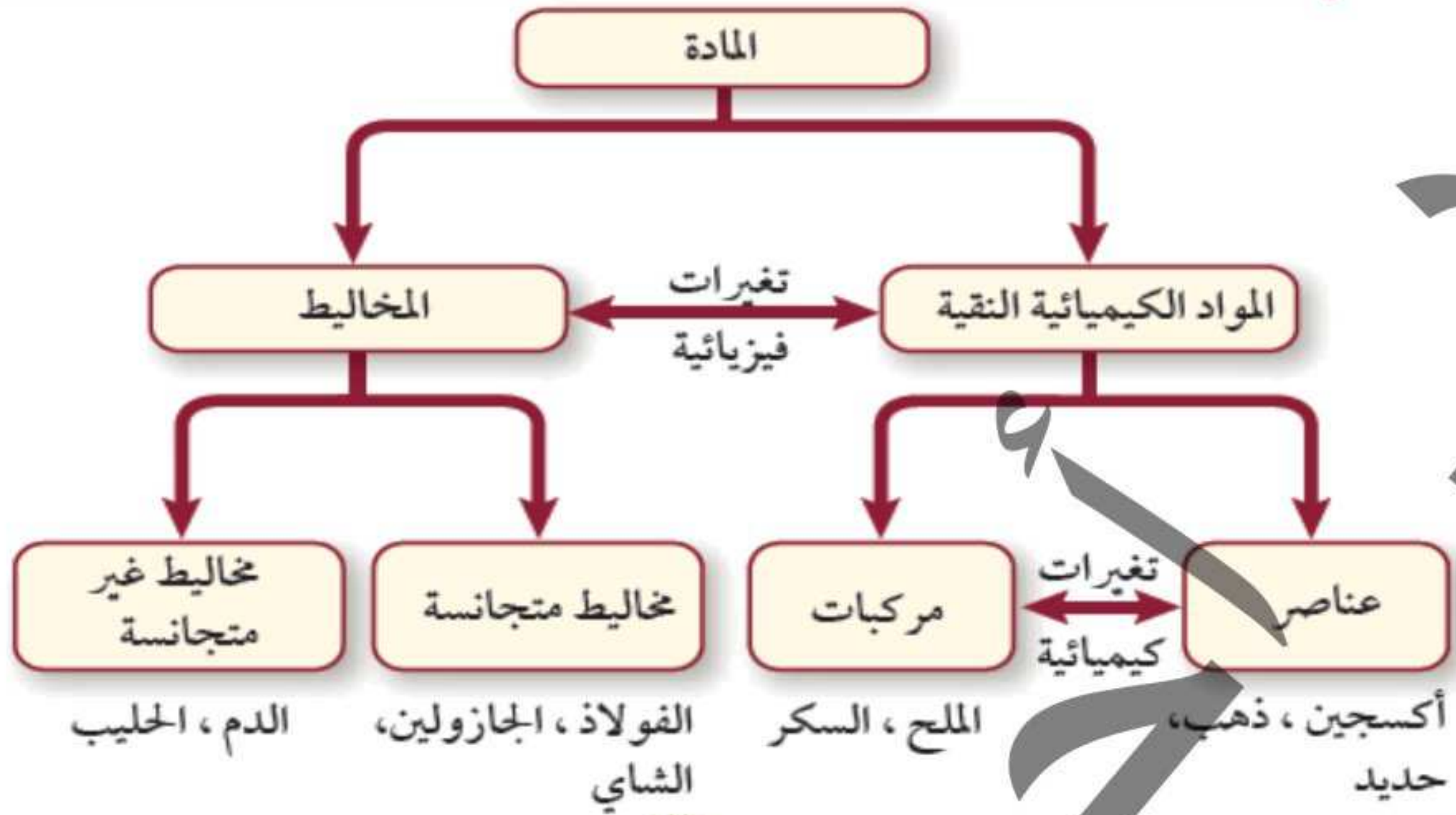
٢ وجود رابطتين قطبيتين بين (O - H) في كل جزئ منه وذلك لإرتفاع قيمة السالبية الكهربائية للأكسجين عن الهيدروجين ، وكبر الزاوية بين هاتين الرابطتين القطبيتين التي تُقدر بـ ( $104.5^\circ$ ) .



## 6 المخاليط:-

اتحاد بين مادتين أو أكثر ، و فيه تحتفظ المواد المكونة له بخصائصها .  
و معظم المواد التي نتعامل معها تعتبر مخاليط ، كالهواء و المشروبات الغازية و محلول ملح الطعام ... الخ

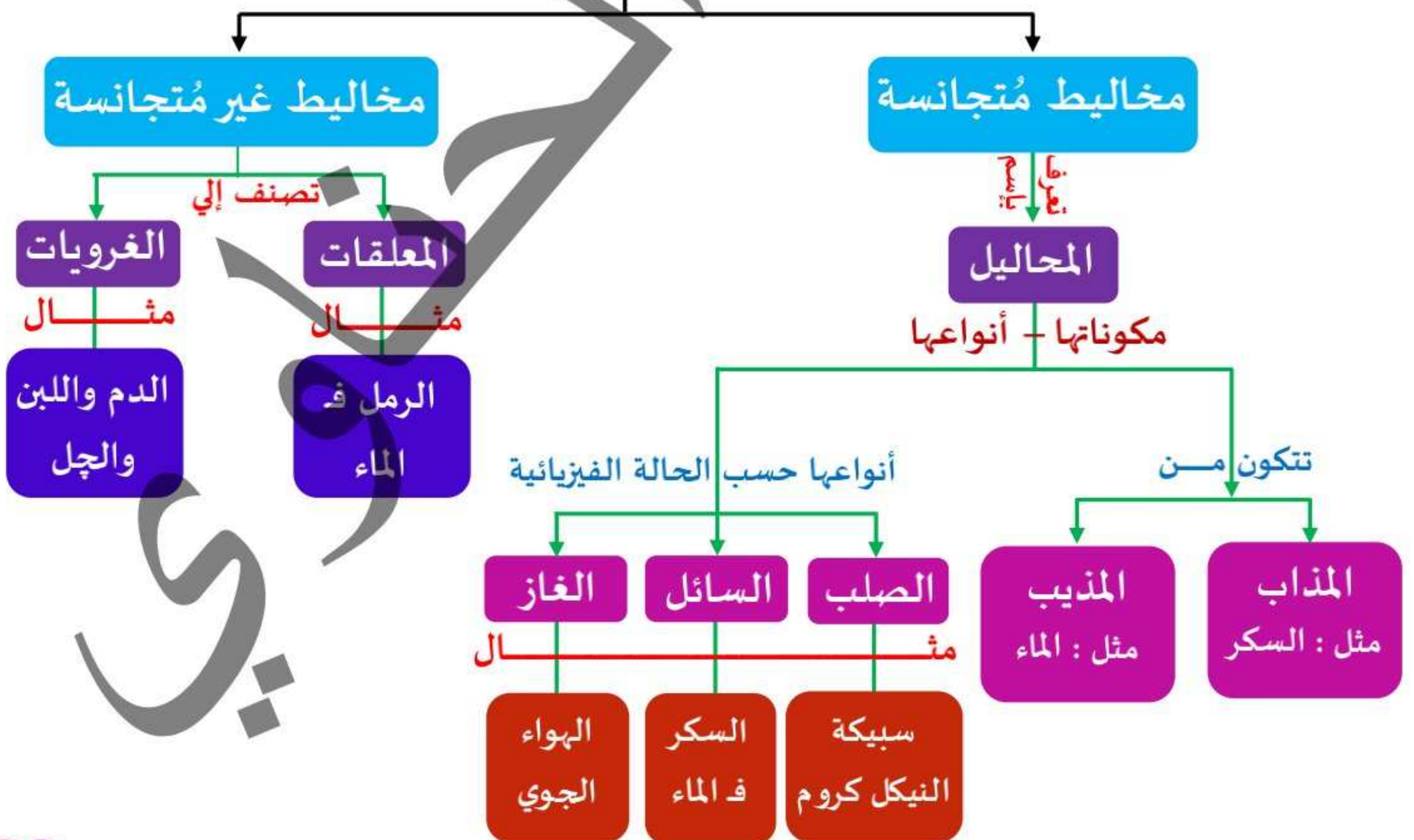




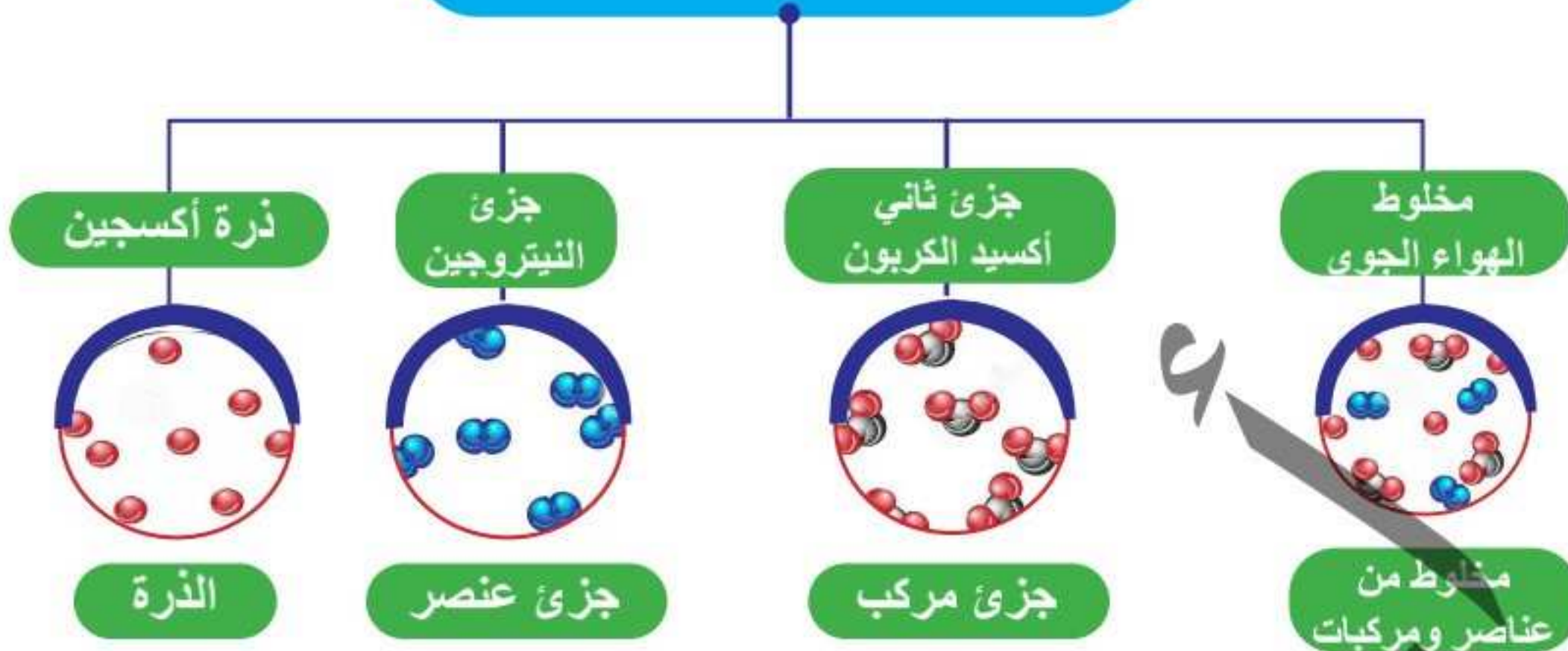
تُصنف المخاليط إلى نوعين : هما :

- 1 مخاليط مُتجانسة "وهي المحاليل"
- 2 مخاليط غير مُتجانسة "وهي المُعلقات والغرويات"

المخاليط



## العناصر والمركبات والمخاليط



الشكل السابق يوضح الفرق بين العناصر والمركبات :- :: والمخاليط

١ المادة: قد تكون عنصر أو مركب .

٢ العنصر: مادة نقية بسيطة تحتوي علي نوع واحد من الذرات ، مثل : عنصر النيتروجين .

٣ المركب: ناتج اتحاد كيميائي بين عنصرين أو أكثر من عنصرين بنسب ثابتة ، مثل : جزئ ثاني أكسيد الكربون .

٤ المخلوط: هو خلط أو مزج عنصرين أو أكثر مع بعضهما أو مركبين أو أكثر مع بعضهما ، دون حدوث أي تفاعل كيميائي بين مكونات المخلوط ؛ حيث يبقى كل عنصر أو كل مركب كما هو محافظاً علي خواصه الفيزيائية والكيميائية في معظم الحالات ، مثل : مخلوط الهواء الجوي الذي يتكون من عدة مركبات وعدة عناصر

معني التجانس

التجانس:

يُوصف المخلوط أنه مُتجانس إذا أخذنا عينتين منه فوجدنا أنهما يحتويان على نفس المواد بنفس الكميات

المحلول

أولاً

مخلوط متجانس التركيب والخواص من مادتين أو أكثر غير متحدتين كيميائياً ولا يُمكن تمييز مكوناته بالعين المُجردة أو بالميكروسكوب المُركب (المجهر) ، ومن أمثلته : ملح الطعام في الماء - سكر المائدة في الماء - كلوريد الكوبلت II في الماء .

إحدى المادتين المكونين له : تسمى بالمذيب والأخرى تسمى بالمذاب.

**المذاب:**

هي المادة التي توجد بكمية أقل ، مثل : السكر .



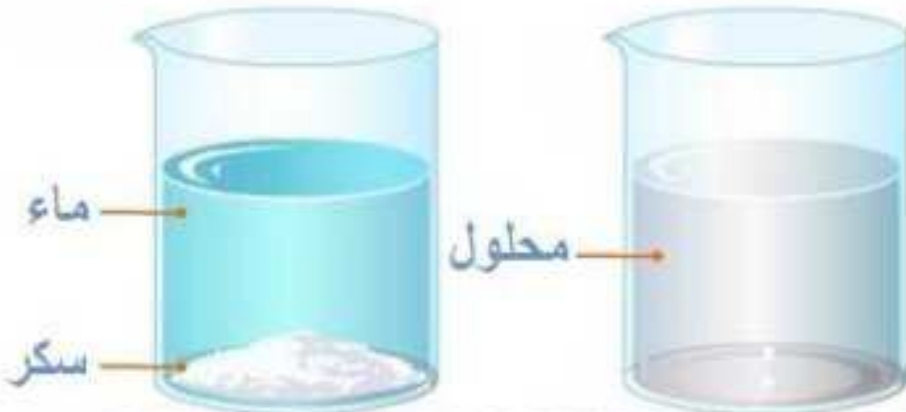
المذاب

**المذيب:**

هي المادة التي توجد بكمية أكبر ، مثل : الماء .

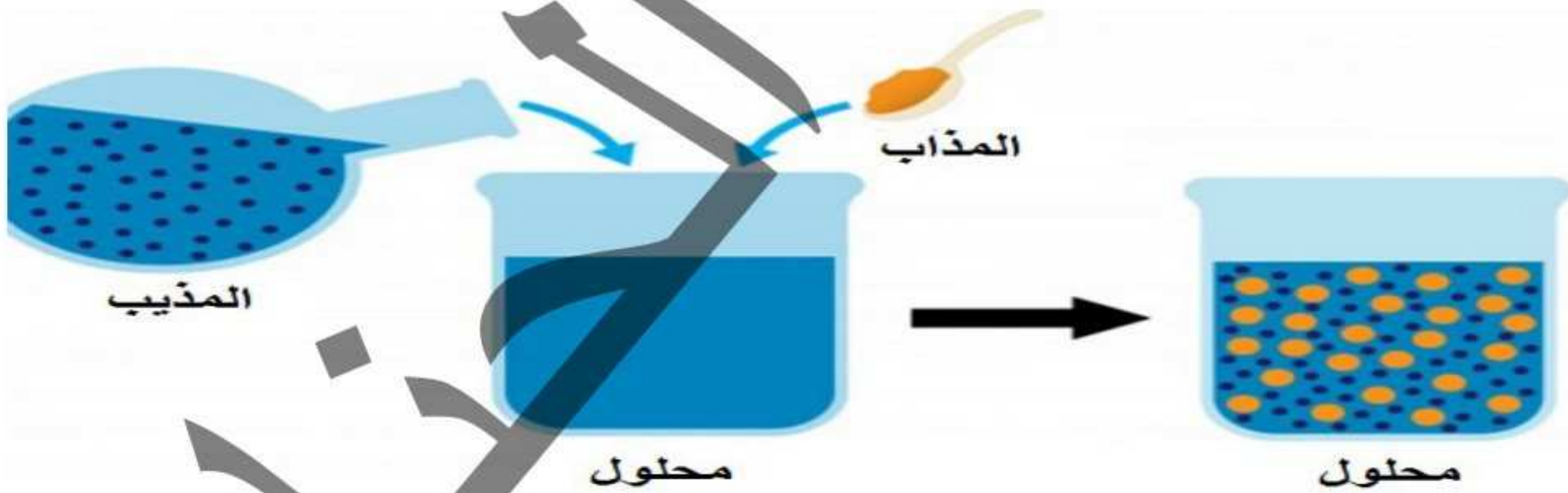


المذيب



**محلول السكر في الماء**

التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
<p>١ نضع ملعقة صغيرة من السكر في كوب به ماء مع التقليب الجيد.</p> <p>٢ نتذوق عينات مختلفة من المخلوط.</p>	<p>١ السكر قد اختفى في الماء ولا يمكن رؤية جزيئات السكر بالعين أو بأقوى المجاهر.</p> <p>٢ الماء في الكوب رائق ومتجانس.</p>	<p>تكون مخلوط متجانس التركيب في جميع أجزائه ويسمى مثل هذا المخلوط محلولاً حقيقياً ويسمى الماء بالمذيب. ويسمى السكر بالمذاب</p>



**لاحظ أن:**

- ١ عند تحليل عينتين من محلول واحد ، سوف نجد أنهما يحتويان علي نفس المواد بنفس النسب ، وهو ما يؤكد تجانس المحلول ، فالمذاق الحلو لمحلول السكر في الماء في كل جزء من أجزائه ؛ نظراً لأنه مخلوط متجانس قوي يحتوي علي نفس المواد بنفس النسب في كل جزء من أجزائه .
- ٢ في المحاليل المائية : الماء هو المذيب حتي لو قلت نسبته عن المذاب .
- ٣ المحاليل ضرورية في العمليات الحيوية التي تحدث داخل جسم الكائن الحي فهي شرط أساسي لحدوث تفاعلات كيميائية معينة .

## ثانياً المعلق :



مخلوط غير متجانس حيث يمكن رؤية دقائق المذاب بالعين ويمكن فصلها بالتريسيب أو الترشيح " أي يُمكن تمييز مكوناته بالعين المُجردة أو بالميكروسكوب المُركب"، مثل : [ ملح الطعام في الكيروسين - سكر المادة في الكيروسين - كلوريد الكوبلت II في الكيروسين - الزيت في الماء ] .

66



## مثال : مُعلق الرمل في الماء :-

التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
1 نضع كمية من مسحوق الرمل في الماء مع التقليب. 2 نترك المحلول فترة من الوقت.	1 يتعكر الماء. 2 يترسب مسحوق الرمل تدريجياً في قاع الكوب.	تكون مخلوط غير متجانس حيث يمكن رؤية دقائق الرمل بالعين كما يمكن فصلها بالترشيح.

## ثالثاً الغروي :



مخلوط متجانس (وسط بين المحلول الحقيقي والمعلق) لا يمكن رؤية دقائق المذاب بالعين المجردة ويمكن رؤيتها بالمجهر الإلكتروني (المُركب) ولا يمكن فصلها بالترشيح ، مثل : [ الأيروسولات - جل الشعر - مُستحلب المايونيز - الدم - اللبن ] .  
يمكن الحصول عليه بخلط مادتين مع بعضهما دون أن يتحدا كيميائياً .

66

(للإطلاع فقط)



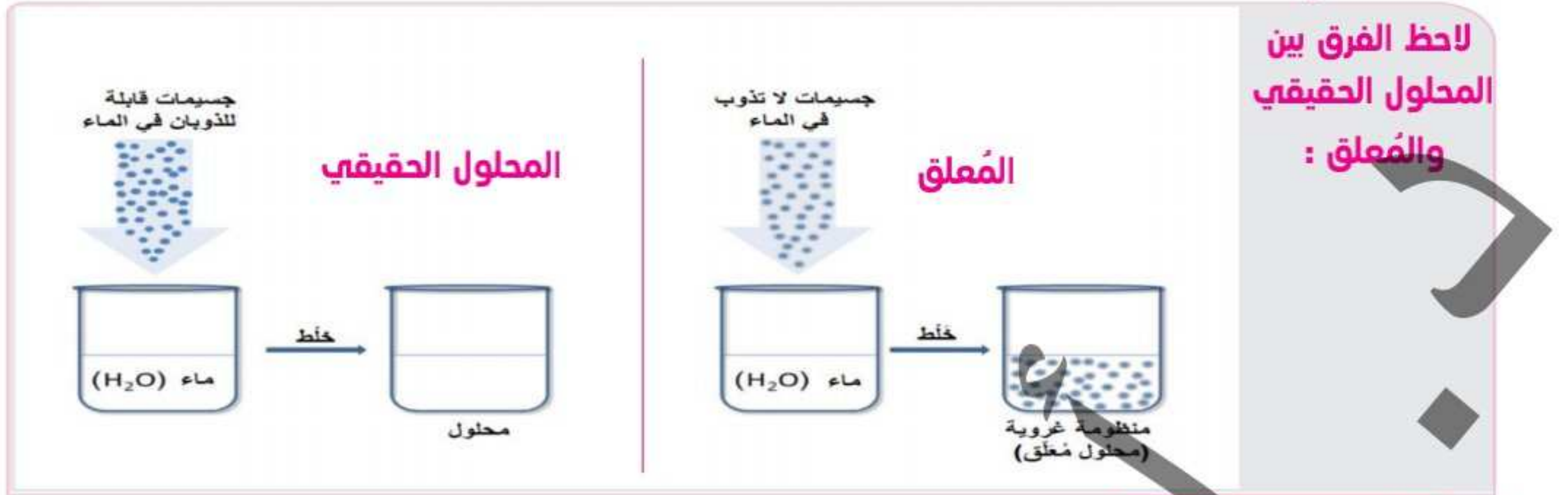
## مثال : الكبريت الغروي في الماء :-

التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى المحلول المائي لثيوكبريتات الصوديوم.	يتغير لون المحلول بلون الكبريت.	تكونت دقائق الكبريت التي: 1 تظل عالقة في الماء ولا تترسب مثل الطباشير ولا تختفي مثل السكر. 2 لا يمكن تمييزها بالعين المجردة ولكن يمكن رؤيتها بالمجهر الإلكتروني. 3 يمكنها النفاذ خلال ورقة الترشيح.



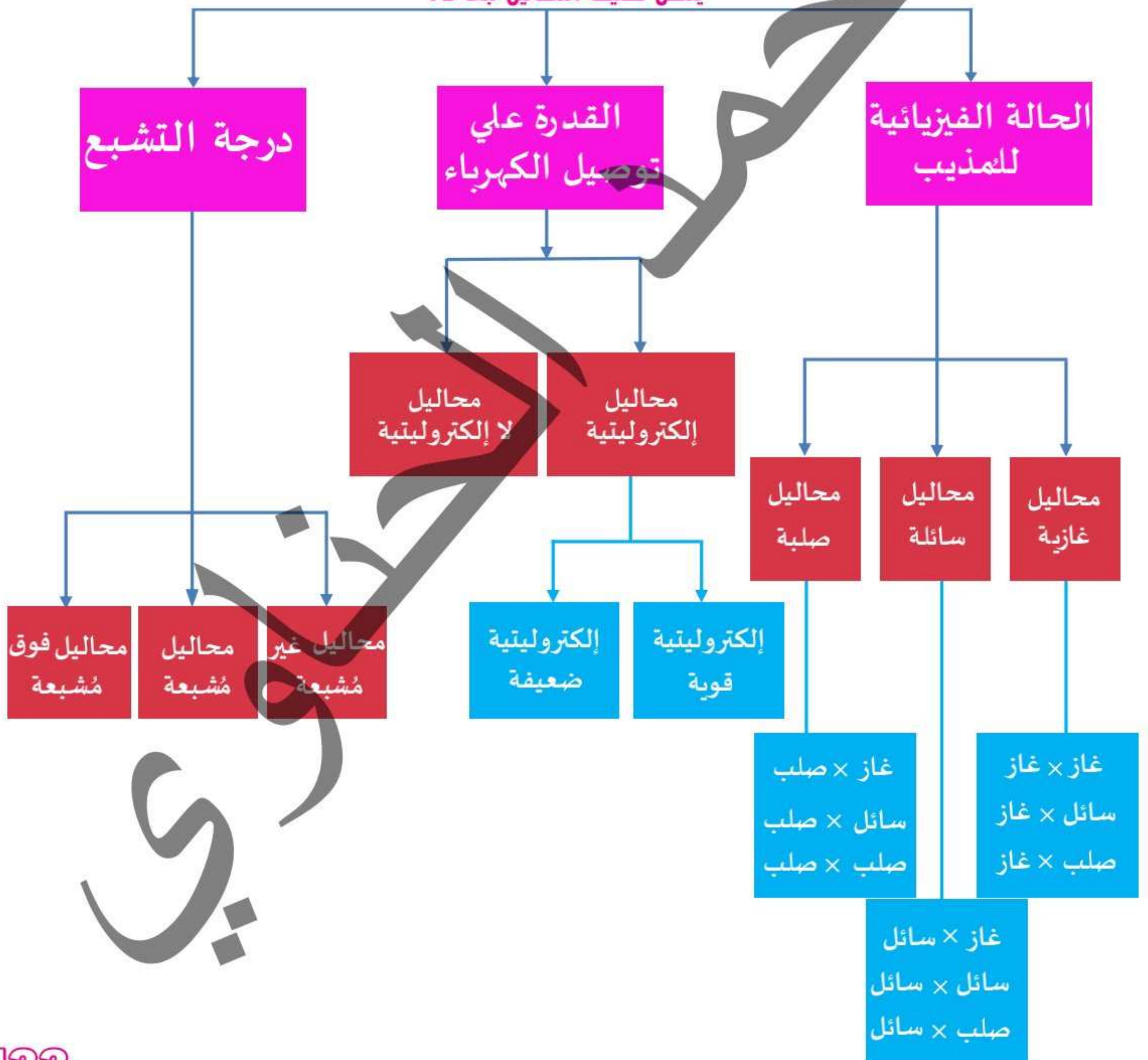
معادلة التفاعل :-

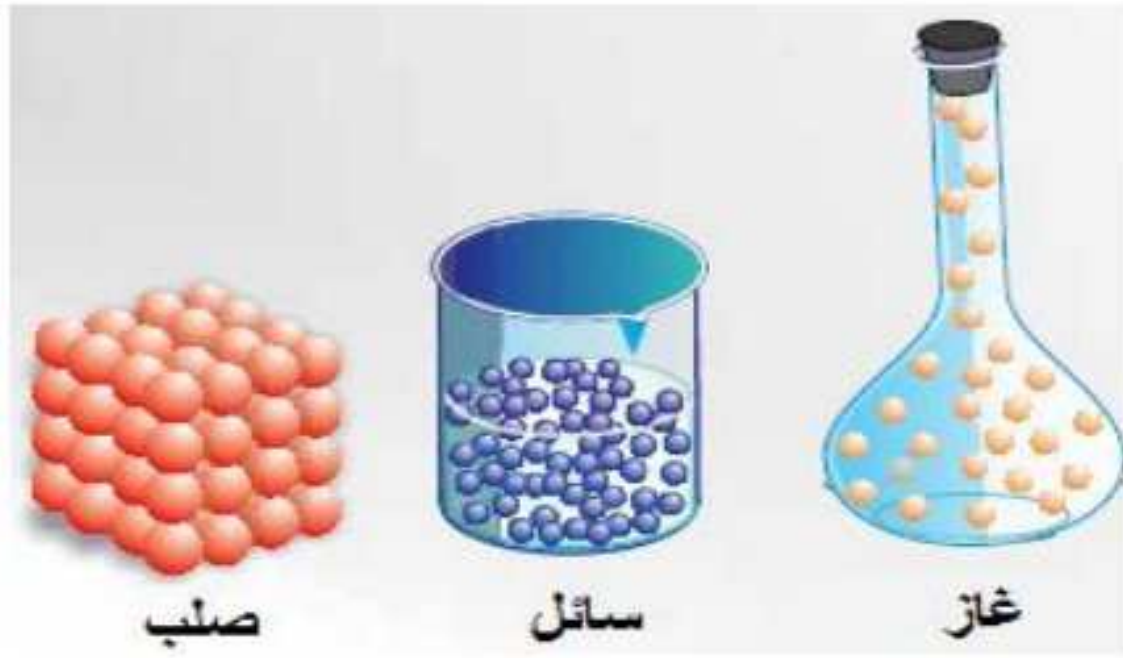
يُستخدم هذا التفاعل في الكشف عن أيون الثيوكبريتات (  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  )



أنواع المحاليل

يمكن تصنيف المحاليل تبعاً لـ :





## 1 الحالة الفيزيائية للمذيب :

- أ محاليل غازية .  
ب محاليل سائلة .  
ج محاليل صلبة .

## أمثلة علي المحاليل الثلاثة :

أمثلة	حالة المذاب	حالة المحلول
الهواء الجوي - الغاز الطبيعي	غاز	غاز
قطرات بخار الماء في الهواء	سائل	
دقائق الغبار في الهواء	صلب	
ثاني أكسيد الكربون في الماء - الأوكسجين الذائب في الماء - المشروبات الغازية	غاز	سائل
الكحول في الماء - الأسيتون في الماء - الإيثيلين جليكول في الماء " محلول مضاد للتجمد في مبردات السيارات "	سائل	
السكر في الماء - الملح في الماء	صلب	
الهيدروجين علي البلاتين (Pt) أو علي البلاديوم (Pd)	غاز	صلب
<b>مُملغم الفلزات</b> الزئبق علي الفضة ( $Ag_{(s)} / Hg_{(L)}$ ) أو علي الذهب ( $Au_{(s)} / Hg_{(L)}$ ) أو علي البلاتين ( $Pt_{(s)} / Hg_{(L)}$ )	سائل	
السبائك ، مثل : سبيكة البرونز - سبيكة النيكل كروم - سبيكة الحديد الصلب - سبيكة النحاس الأصفر	صلب	
	صلب	

وسندرس بالتفصيل محلول من نوع صلب في سائل "كالمح في الماء"

ع 1 في الهواء الجوي يكون الاكسجين هو المذاب والنتروجين هو المذيب؟

ع 2 لان الاكسجين يوجد في الهواء بنسبه اقل والنتروجين يوجد في الهواء بنسبه اكبر

ع 3 المشروبات الغازيه محاليل سائله ؟

ع 4 لان المذيب سائل

ع 5 السبائك من المحاليل الصلبه ؟

ع 6 لان المذيب سائل

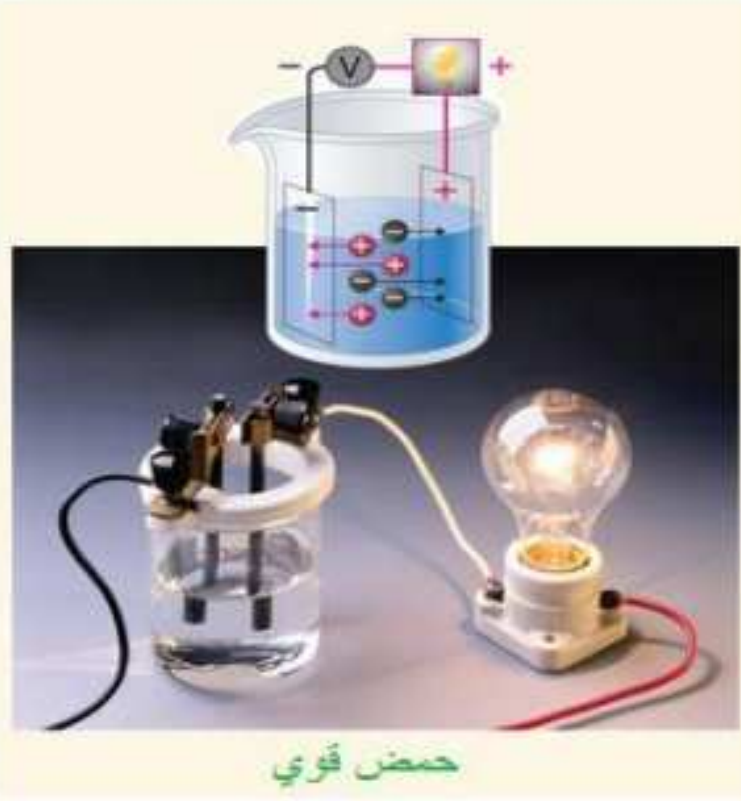
## 2 قدرتها علي توصيل الكهرباء :

أُصنف حسب التوصيل الكهربائي إلى :

- أ محاليل إلكتروليتيّة .  
ب محاليل لإلكتروليتيّة .

### 1 محاليل إلكتروليتيّة :

أولاً: نتعرف علي معنى التيار الكهربائي « وهو عبارة عن إنتقال الشحنات الكهربائيّة ، وينتج في الفلزات عن طريق حركة الإلكترونات ؛ بينما ينتج في المحاليل المائيّة الإلكترونيّة عن طريق حركة الأيونات المُذابة »  
الإلكتروليّات : مواد توصل محاليلها التيار الكهربائي عن طريق حركة أيوناتها المُماهة أو مواد توصل مصاهيرها التيار الكهربائي عن طريق حركة الأيونات الحرة .



و بناء علي درجة التوصيل الكهربائي تم تصنيف الإلكترونيّات إلى قوية وضعيفة :

### إلكتروليّات قوية : « ك حمض قوي »

- 1 هي مواد تامة التآين في الماء .
- 2 توصل التيار الكهربائي بدرجة كبيرة .
- 3 تعمل علي إضاءة قوية للمصباح الكهربائي .

المواد تامة التآين : هي مواد تتفكك جميع جزيئاتها إلى أيونات عند ذوبانها في الماء « ك كلوريد البوتاسيوم » .



أمثلة :-

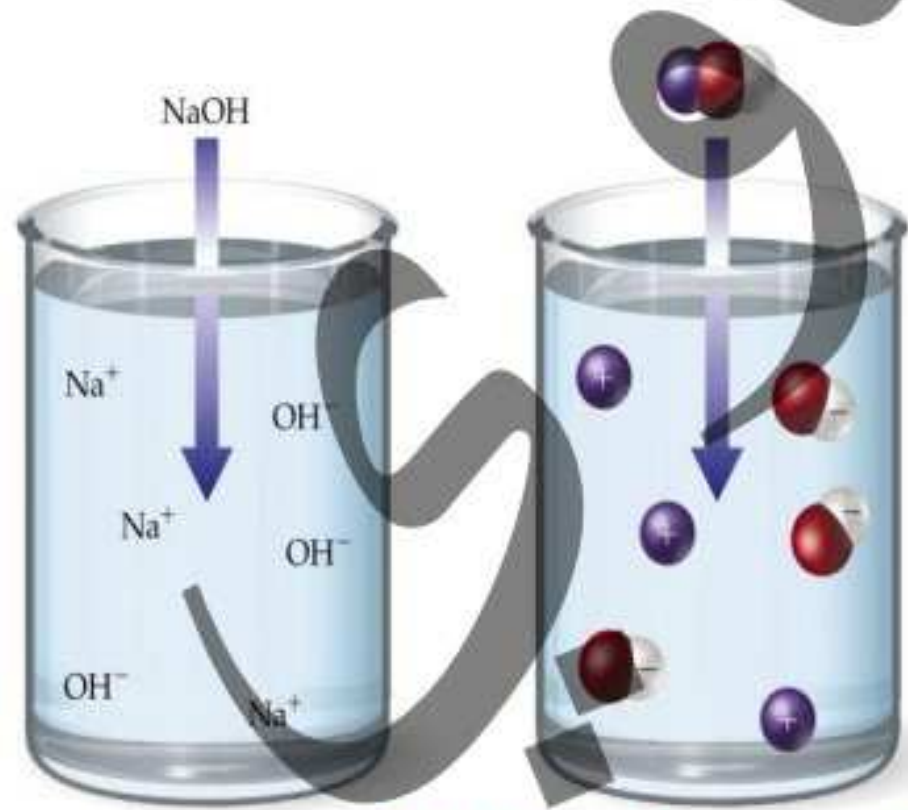
### أولاً المركبات الأيونية :

مواد صلبة مُتآينة تماماً في الماء فإنها تتفكك إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة فإن هذه المحاليل تُصبح جيدة التوصيل الكهربائي ؛ ومنها :

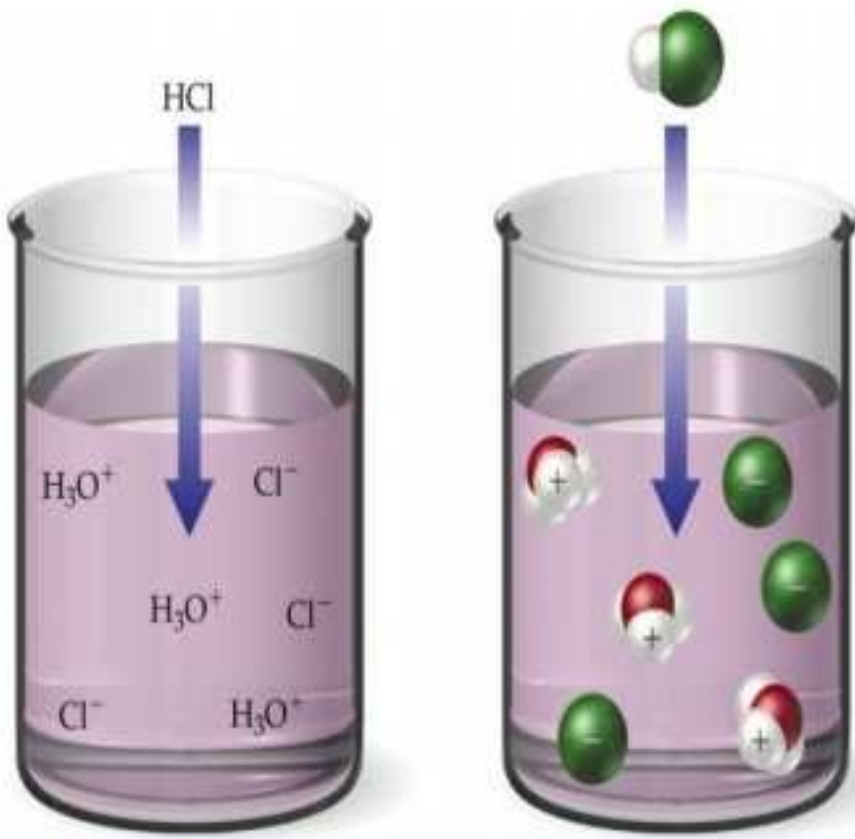
- 1 محاليل أملاح تامة الذوبان في الماء : كلوريد البوتاسيوم (KCl) - كلوريد الصوديوم (NaCl) - كبريتات البوتاسيوم (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) - كبريتات الصوديوم (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) .

2 محاليل قلويات تامة الذوبان في الماء : هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) - هيدروكسيد البوتاسيوم

(KOH) - هيدروكسيد الباريوم (Ba(OH)<sub>2</sub>) .



## ثانياً المركبات التساهمية القطبية :



مركبات تتكون بين ذرات ترتبط بروابط تساهمية وعند ذوبانها في الماء فإنها تتأين إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة وتُصبح جيدة التوصيل الكهربائي ؛ ومنها :

١) محاليل أحماض تامة الذوبان في الماء : حمض الكبريتيك ( $H_2SO_4$ )

- حمض النيتريك ( $HNO_3$ ) - حمض الهيدروكلوريك ( $HCl$ ) -

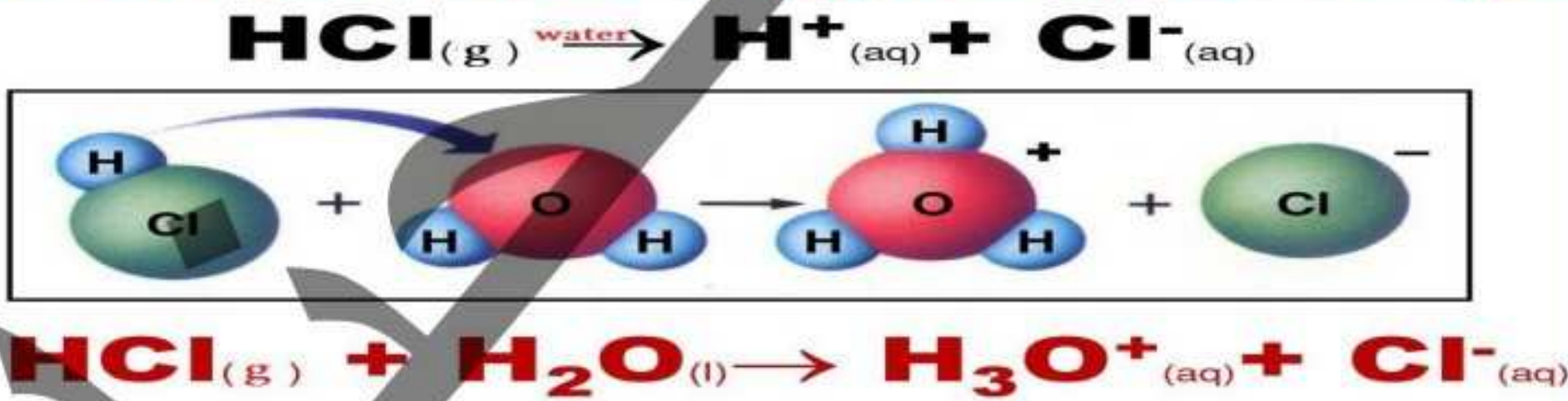
حمض الهيدروبروميك ( $HBr$ ) - حمض الهيدرويوديك ( $HI$ ) - حمض البيروكلوريك ( $HClO_4$ ) .

٢) حمض الهيدروكلوريك  $HCl_{(aq)}$  الناتج من ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين  $HCl_{(g)}$  في الماء .

٣) الغاز لا يوصل التيار الكهربائي مثل  $HCl_{(g)}$  ولكن عند ذوبانه في الماء يكون محلول حمض قوي تام التأين في الماء  $HCl_{(aq)}$  جيد التوصيل الكهربائي .

٤) عند ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين في الماء يتأين إلى أيونات الهيدروجين الموجبة ( $H^+$ ) وأيونات الكلوريد السالبة ( $Cl^-$ ) ، وترتبط أيونات الهيدروجين الموجبة ( $H^+$ ) بجزيئات الماء برابطة تناسقية مكونة أيونات الهيدرونيوم ( $H_3O^+$ ) « بروتونات مُتهدرتة .

٥) أيون الهيدرونيوم : البروتون المُمَاه وهو عبارة عن الأيون الناتج من ارتباط أيونات الهيدروجين الموجبة (البروتون الفارغ) الناتجة من تأين الأحماض مع جزيئات الماء بروابط تناسقية ويُرمز له بالرمز  $H_3O^+$



٦) **علا** لا يوجد أيون الهيدروجين (البروتون) مُنفرداً في المحاليل المائية للأحماض ؟

٧) وذلك لأن أيون الهيدروجين الموجب الناتج من تأين الأحماض في الماء يرتبط بجزيئات الماء برابطة تناسقية مكوناً أيونات الهيدرونيوم  $H_3O^+$

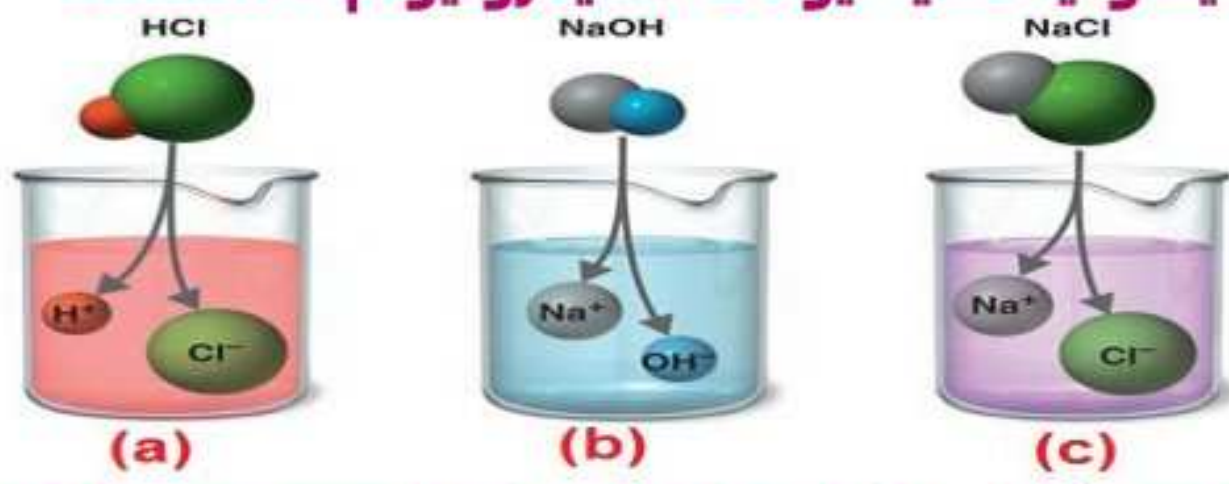
٨) الأملاح الصلبة لا توصل التيار الكهربائي لعدم احتوائها على أيونات ؛ ولكن عند ذوبانها في الماء تكون محاليل وتوصل التيار الكهربائي ، مثل : ملح الطعام ( $NaCl_{(s)}$ ) لا يوصل التيار الكهربائي ؛ إما عند ذوبانه في الماء يكون محلول ملح الطعام ( $NaCl_{(aq)}$ ) ويتفكك إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة فيوصل التيار الكهربائي .

٩) الغازات ، مثل : غاز الأكسجين وغاز النيتروجين وغاز كلوريد الهيدروجين لا توصل التيار الكهربائي

(at STP) ولكن عند ذوبانها في الماء توصل التيار الكهربائي

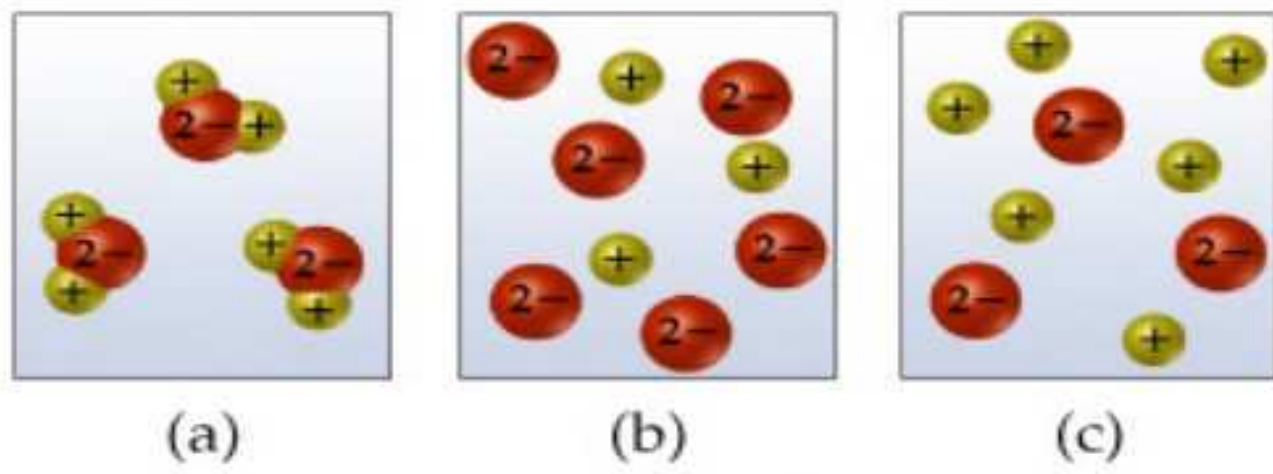


س1 من خلال الشكل المُقابل ، أيًا من الثلاث أشكال يحتوي علي أيونات الهيدرونيوم ؟.....



- (a) 1  
(b) 2  
(c) 2

س2 من خلال الشكل المُقابل ، أيًا من المحاليل الموضحة تُمثل تفكك ملح كبريتات الصوديوم  $Na_2SO_4$



- (a) 1  
(b) 2  
(c) 2

### إلكتروليتات ضعيفة : « ك حمض ضعيف »



حمض ضعيف

- 1 هي مواد غير تامة التآين (أي ضعيفة التآين) في الماء .  
2 توصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة .  
3 تعمل على إضاءة خافتة للمصباح الكهربى .



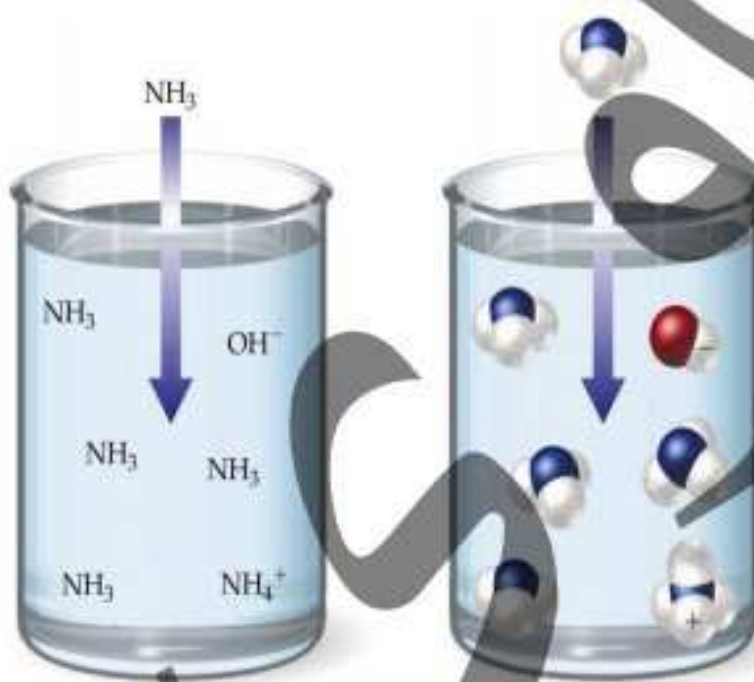
حمض الأسيتيك  
محلول الكتروليتى  
ضعيف

المواد غير تامة التآين : هي مواد تتفكك جزء صغير من جزيئاتها إلى أيونات عند ذوبانها في الماء « ك حمض الأسيتيك » .

### أمثلة :-

### أولاً المركبات الأيونية :

مواد صلبة مُتآينة جزئياً في الماء فإنه يتفكك جزء ضئيل من جزيئاتها إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة فإن هذه المحاليل تُصبح ضعيفة التوصيل الكهربى ومنها :



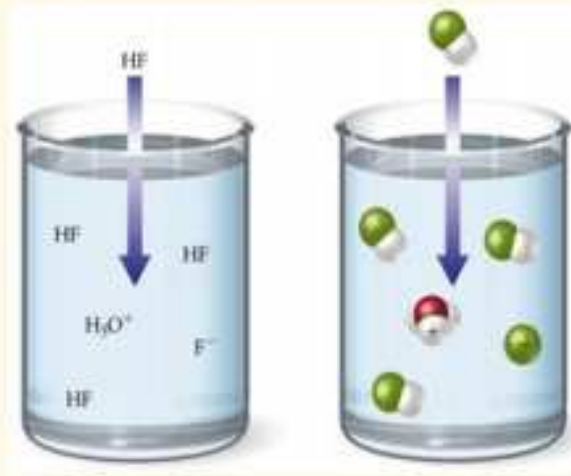
1 محاليل أملاح شحيحة الذوبان في الماء : كلوريد الفضة (AgCl) - بروميد

الرصاص II (PbCl<sub>2</sub>) - كبريتات الباريوم (BaSO<sub>4</sub>) - كبريتات الكالسيوم (CaSO<sub>4</sub>) .

2 محاليل قلويات شحيحة الذوبان في الماء : هيدروكسيد الأمونيوم « الأمونيا في الماء » (NH<sub>4</sub>OH) -

هيدروكسيد النحاس II (Cu(OH)<sub>2</sub>) - هيدروكسيد الحديد III (Fe(OH)<sub>3</sub>) .

## ثانياً المركبات التساهمية القطبية :



مركبات تتكون بين ذرات ترتبط بروابط تساهمية وعند ذوبانها في الماء فإنها تتأين جزئياً إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة وتُصبح ضعيفة التوصيل الكهربائي ؛ ومنها :

- ١) محاليل أحماض غير تامة الذوبان في الماء : حمض الكبريتوز ( $H_2SO_3$ ) - حمض النيتروز ( $HNO_2$ ) - حمض الهيدروفلوريك (HF) - حمض الهيدروسيانيك (HCN) - حمض الهيدرويوديك (HI) - حمض الفوسفوريك ( $H_3PO_4$ ) - حمض الكربونيك ( $H_2CO_3$ ) - حمض الخليك أو الأسيتيك ( $CH_3COOH$ ) - كل الأحماض العضوية ضعيفة .

٢) الماء النقي ( $H_2O$ ) من المواد ضعيفة التأين .

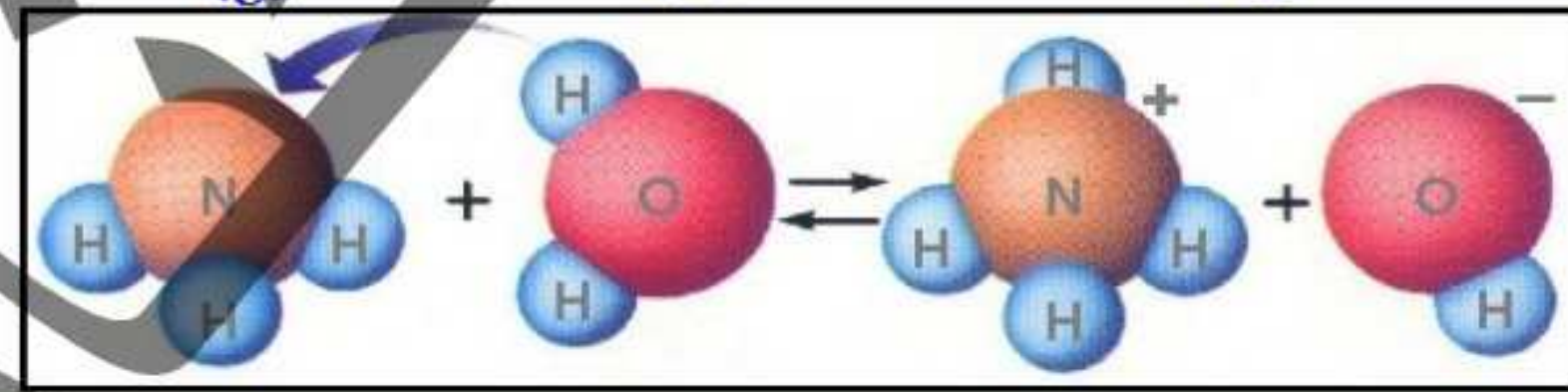
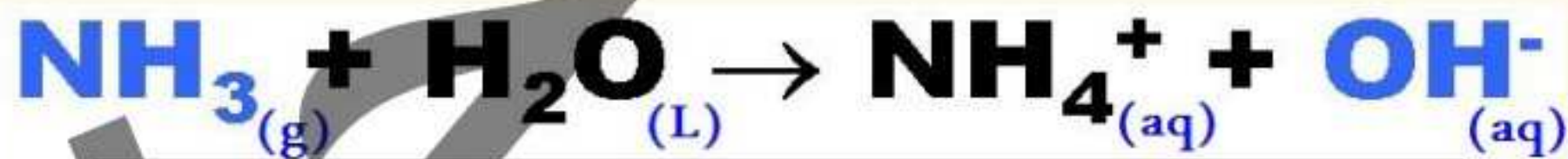
٣) محلول هيدروكسيد الأمونيوم  $NH_4OH_{(aq)}$  الناتج من ذوبان غاز النشادر (الأمونيا)  $NH_{3(g)}$  في الماء .

٤) الغاز لا يوصل التيار الكهربائي مثل  $NH_{3(g)}$  ولكن عند ذوبانه في الماء يكون محلول قاعدة ضعيفة غير تامة التأين في الماء  $NH_4OH_{(aq)}$  ضعيف التوصيل الكهربائي .

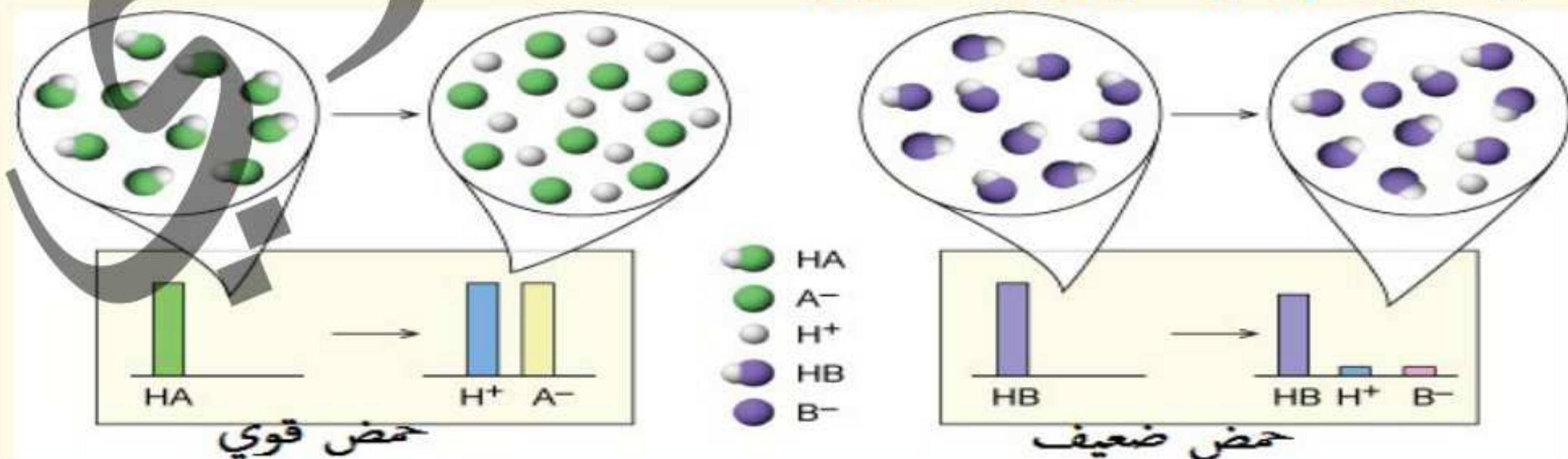
٥) عند ذوبان غاز النشادر في الماء يتأين جزء ضئيل من الماء إلى أيونات الهيدروجين الموجبة ( $H^+$ ) وأيونات الهيدروكسيد السالبة ( $OH^-$ ) ، وترتبط أيونات الهيدروجين الموجبة ( $H^+$ ) بجزيئات النشادر برابطة تناسقية مكونة أيونات الأمونيوم ( $NH_4^+$ ) .

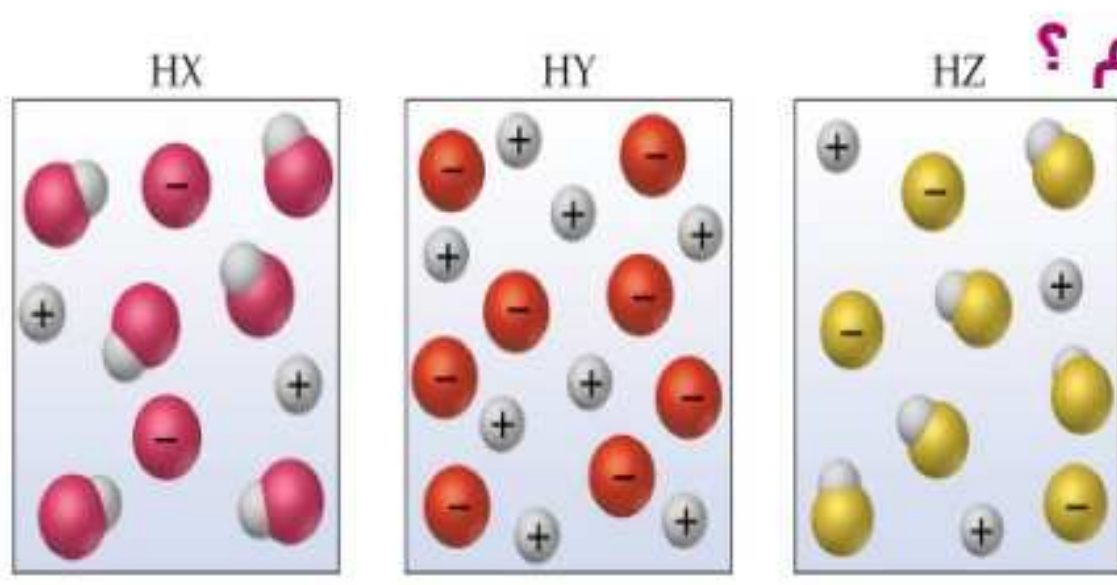
٦) أيون الأمونيوم : هو عبارة عن الأيون الناتج من ارتباط أيونات الهيدروجين الموجبة (البروتون الفارغ)

الناتجة من تأين الماء جزئياً مع جزيئات النشادر بروابط تناسقية ويُرمز له بالرمز  $NH_4^+$



◀ لاحظ الفرق بين تأين الحمض القوي الذي يتحول بالكامل إلى أيونات والحمض الضعيف الذي يتحول منه جزء ضئيل جداً إلى أيونات ويظل بقية الحمض جزيئات .





س1 أيا من الأشكال الثلاثة الآتية به أكبر عدد من أيونات الهيدرونيوم ؟

- HX **أ**  
HY **ب**  
HZ **ج**

س2 أي المواد الآتية محلولاها يوصل التيار الكهربائي بدرجة عالية ؟

- أ**  $\text{NH}_4\text{OH}$  **ب**  $\text{CH}_3\text{COOH}$  **ج**  $\text{H}_2\text{O}$  **د**  $\text{BaCl}_2$

## 2 محاليل لاإلكتروليزية :

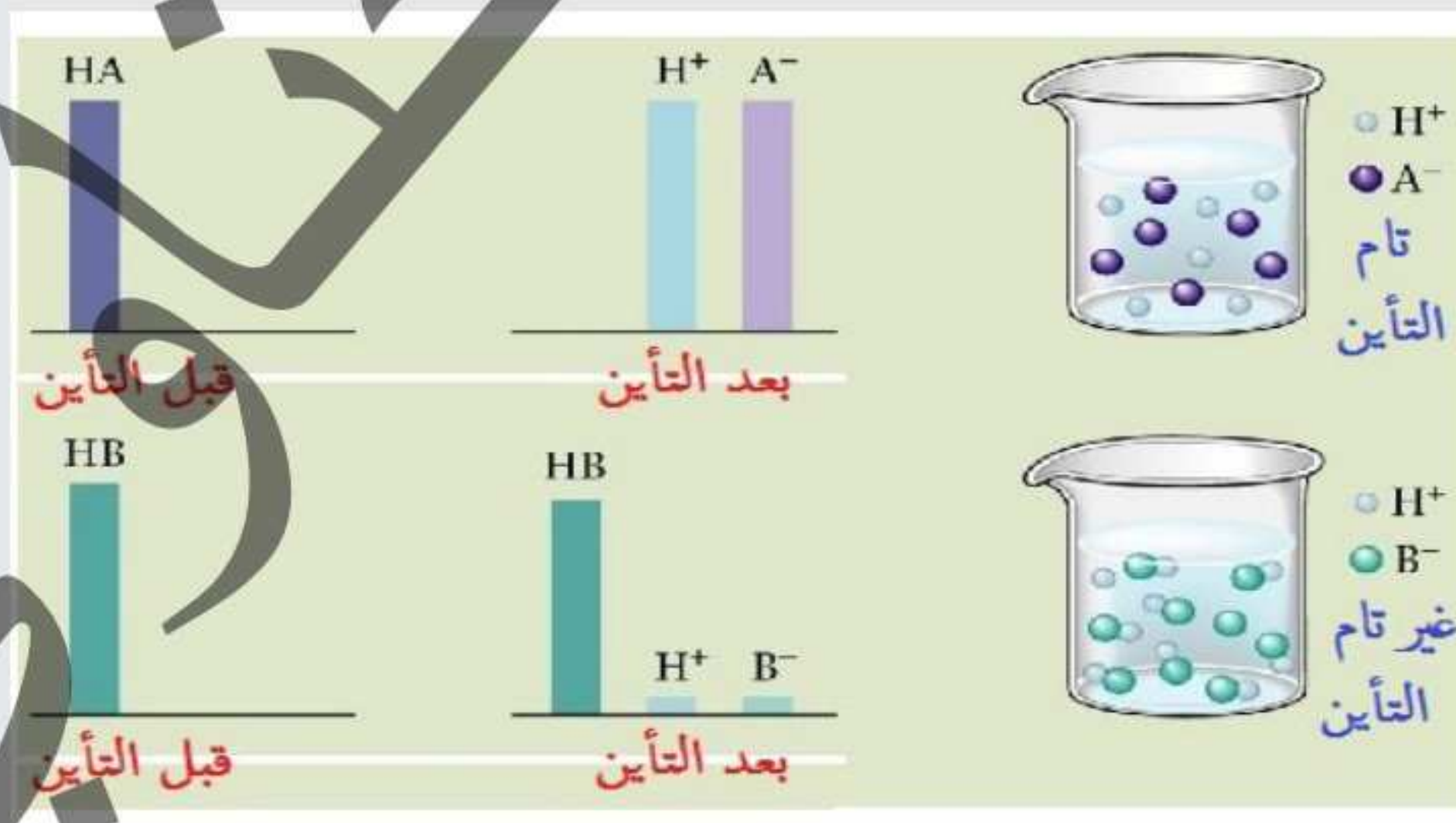


الكلاإلكتروليات : هي المواد التي لا توصل محاليلها أو مصاهيرها التيار الكهربائي لعدم وجود أيونات حرة أو مُمَاهة وإنما تحتوي علي جزيئات فقط ، مثل : السكر في الماء ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) - الكحول الإيثيلي ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) - الكحول الميثيلي ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) - فوق أكسيد الهيدروجين ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) - السكروز ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) - غاز كلوريد الهيدروجين في البنزين - حمض الخليك في البنزين.

## الفرق بين التفكك والتأين

**أ التفكك** : يحدث للمركب الأيوني الذي يحتوي علي روابط أيونية أو الذي يتكون من أيونات وعند ذوبانه في الماء فإنه يتفكك إلي أيونات حرة « مثل ذوبان كلوريد الصوديوم في الماء » .

**ب التأين** : يحدث للمركب التساهمي الذي يحتوي علي روابط تساهمية قطبية أو الذي يتكون من جزيئات وعند ذوبانه في الماء فإنه يتأين إلي أيونات مُمَاهة « مثل ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين في الماء » .



## الفرق بين التآين التام والتآين الغير تام (الضعيف):

**أ التآين التام:** عملية تحول كل الجزيئات الغير مُتآينة إلى أيونات ويحدث في الإلكتروليتات القوية ، مثل : ذوبان كلوريد الصوديوم في الماء أو ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين في الماء « فالإلكتروليتات القوية تتحول بالكامل في الماء إلى أيونات ونسبة التآين تكون عالية جداً : 100% »

**ب التآين الغير تام:** عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المُتآينة إلى أيونات ويظل الجزء الباقي في صورة جزيئات ويحدث في الإلكتروليتات الضعيفة ، مثل : ذوبان حمض الخليك في الماء أو الأحماض العضوية « فالإلكتروليتات الضعيفة يتحول جزء ضئيل جداً منها إلى أيونات ويظل الجزء الأكبر في صورة جزيئات ونسبة التآين تكون محدودة جداً تكون 1% أيونات والباقي 99% جزيئات »

(a) 1 M CH<sub>3</sub>OH

(b) 1 M NaCl(aq)

(c) 1 M CH<sub>3</sub>COOH(aq)

← لاحظ الفرق بين الأشكال الثلاثة الآتية :

١ حمض الخليك CH<sub>3</sub>COOH مُتآين جزئياً ، حيث محلوله يحتوي بالكامل علي جزيئات CH<sub>3</sub>COOH وجزء ضئيل جداً منه أيونات (CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> , H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) ، والقلّة القليلة من الأيونات تُضئ المصباح إضاءة خافتة .

٢ ملح كلوريد الصوديوم NaCl مُتآين كلياً (أو مُتفكك) ، حيث محلوله

يحتوي بالكامل علي أيونات (Na<sup>+</sup> , Cl<sup>-</sup>) ، وبالتالي يُضئ المصباح إضاءة قوية .

٣ الكحول الميثيلي CH<sub>3</sub>OH غير مُتآين تماماً ، حيث محلوله يحتوي بالكامل علي جزيئات فقط وبالتالي لا يُضئ المصباح لعدم وجود أيونات .

## سؤال هام

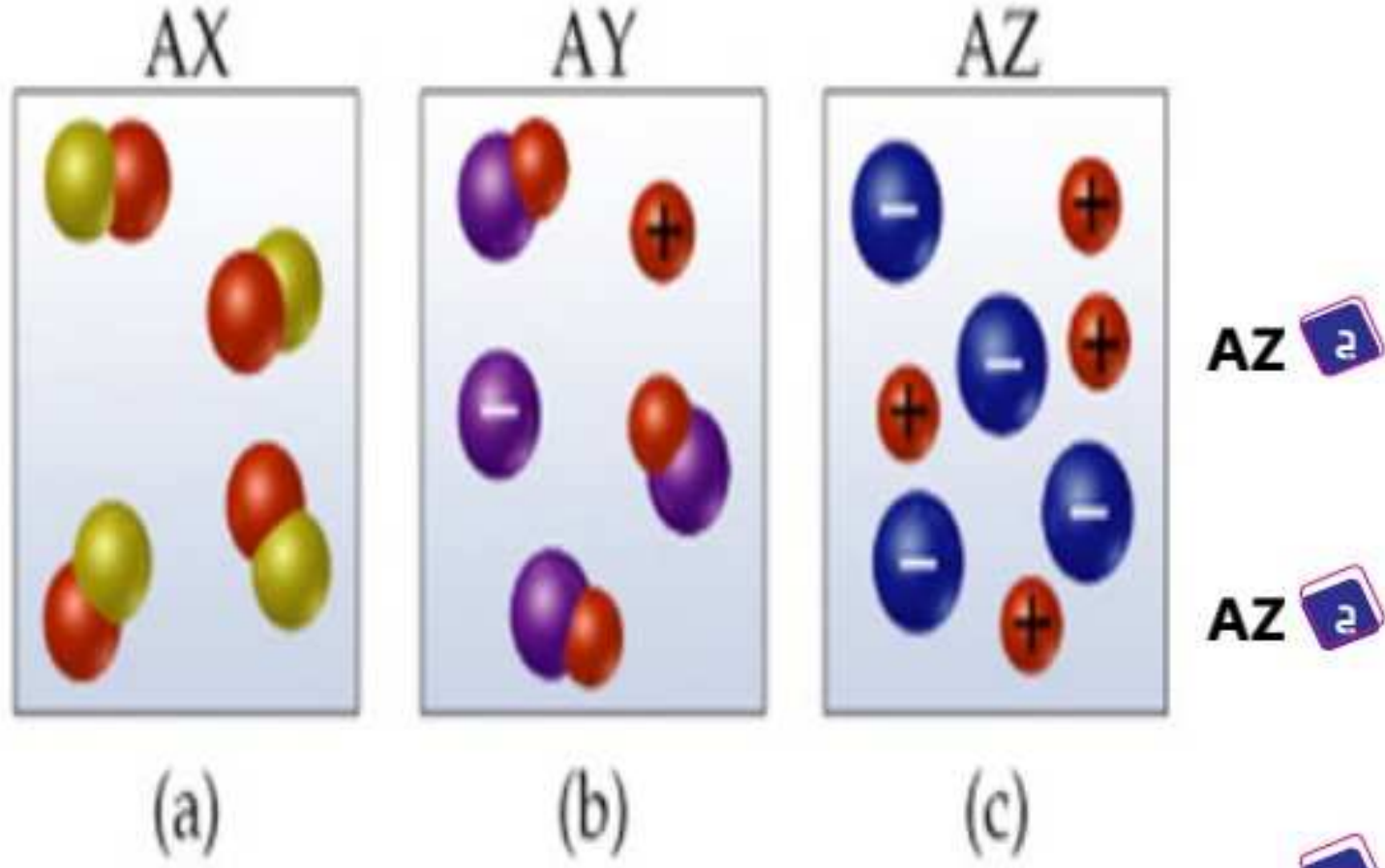
قارن بين ( كيف تفرق بين ) غاز كلوريد الهيدروجين وحمض الهيدروكلوريك ؟

١ غاز كلوريد الهيدروجين لا يوصل تيار كهربى لان جميع الغازات لاتوصل التيار الكهربى في الظروف العاديه بينما حمض الهيدروكلوريك موصل جيد للتيار الكهربى.

علائ حمض الهيدروكلوريك الكتروليت قوي ؟ لأنه تام التأين في الماء.

علائ محلول ملح الطعام في الماء محلول الكتروليتي ؟ لأنه يحتوي على ايونات وجيد التوصيل للكهرباء

علائ محلول السكر في الماء من اللاالكتروليتات ؟ لأنه مادة غير متأينه لاتوصل التيار الكهربى.



س١ وضع من خلال الشكل التالي ، أيًا منهم يُمثل :

١ حمض قوي ؟ .....

AX ١ AY ٢ AZ ٣

٢ حمض ضعيف ؟ .....

AX ١ AY ٢ AZ ٣

٣ كحول ؟ .....

AX ١ AY ٢ AZ ٣

س٢ أي العبارات الآتية توضح ماذا يحدث لكوريد الهيدروجين في البنزين ؟ .....

١ يذوب ويتأين .

٢ لا يذوب ويتأين .

٣ يذوب ولا يتأين .

٤ لا يذوب ولا يتأين .

س٣ أي من المحاليل الآتية جيدة التوصيل الكهربى ؟ .....

١ محلول كلوريد الماغنسيوم في الماء .

٢ محلول الجلوكوز في الماء .

٣ محلول السكر في الكحول الإيثيلي .

٤ محلول اليود في الكحول الإيثيلي .

س٤ أيًا من المواد الآتية لا تحتوي علي جزيئات غير متأينة في محاليلها المائية ؟ .....

١ الكحول الإيثيلي .

٢ الجلوكوز .

٣ حمض الكبريتيك .

٤ الميثانول .

س٥ عند ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين في الماء فإن أيون الهيدروجين  $H^+$  ؟ .....

١ ينفصل ويبقى في صورته الغازية .

٢ ينفصل ويتحد بجزئ الماء .

٣ ينفصل ويتصاعد في صورة غاز .

٤ لا ينفصل مُطلقاً

## 3 المحاليل تبعاً لدرجة التشبع

تُصنف المحاليل تبعاً لدرجة تشبعها إلى :



## 1 محلول غير المشبع

وهو المحلول الذي يتقبل إضافة كمية أخرى من المذاب عند درجة حرارة معينة.



## 2 المحلول المشبع

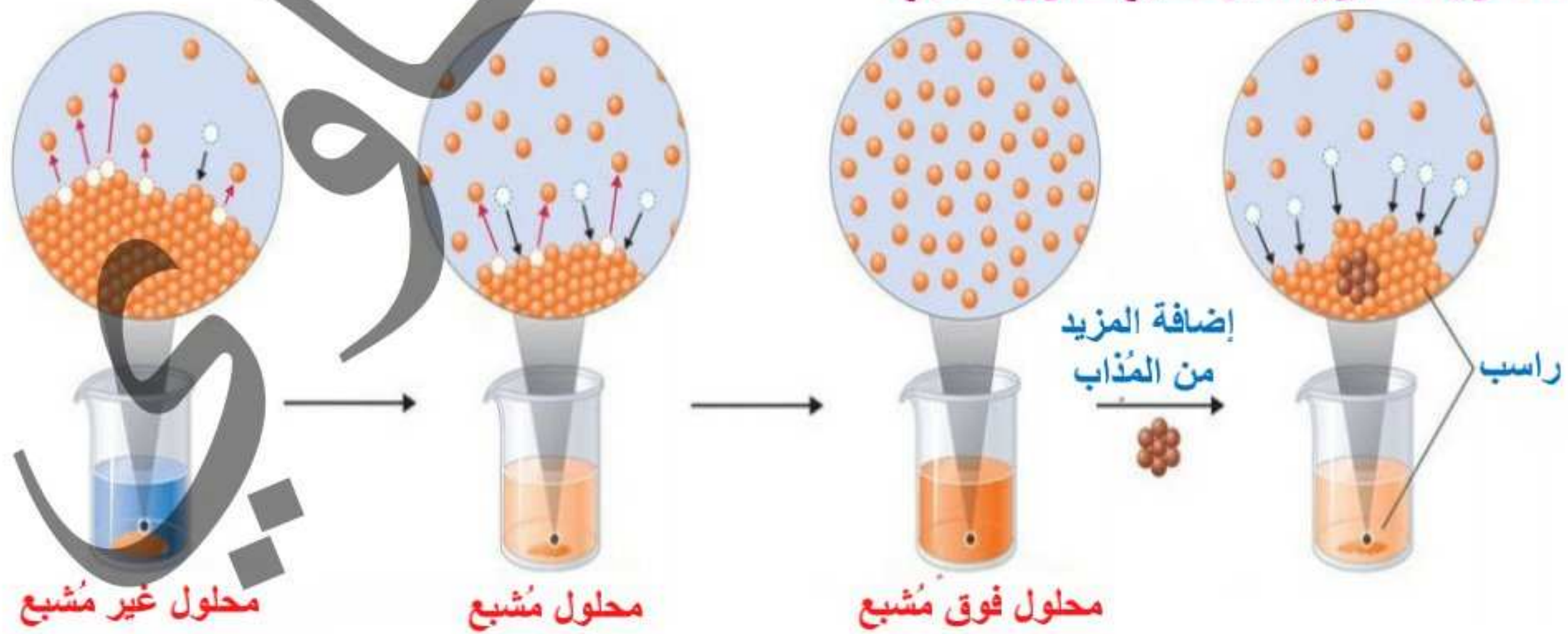
وهو المحلول الذي يحتوي على أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة.



## 3 المحلول فوق المشبع

وهو المحلول الذي يتقبل بالتسخين المزيد من المذاب بعد وصوله إلى حالة التشبع.

لاحظ تحول المحلول الغير مشبع للفوق مشبع :



محلول غير مشبع

محلول مشبع

محلول فوق مشبع

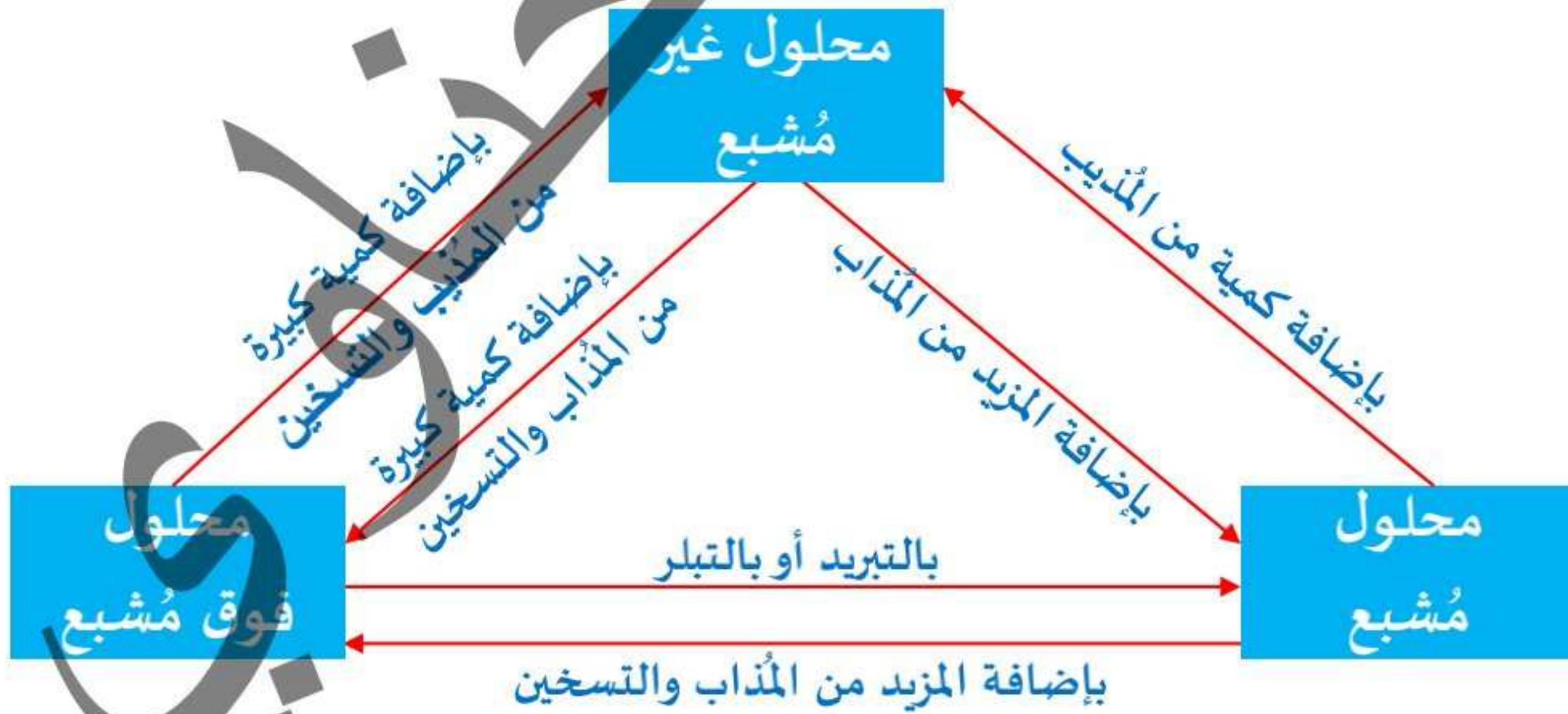
يُمكن تحويل :

- ١ المحلول الغير مُشبع إلي محلول مُشبع : عن طريق إضافة المزيد من المُذاب مع التقليب
- ٢ المحلول المُشبع إلي محلول فوق مُشبع : عن طريق تسخين المحلول المُشبع وإضافة المزيد من المُذاب مع التقليب .
- ٣ المحلول فوق المُشبع إلي محلول مُشبع : عن طريقين :-
  - أ طريقة التبريد : وذلك بإنخفاض درجة حرارة المحلول فوق المُشبع فتتفصل (تترسب) جزيئات المُذاب الزائدة عن حالة التشبع .
  - ب طريقة التبلر : وذلك بوضع بللورة صغيرة من المُذاب في المحلول فوق المُشبع فتتجمع جزيئات المُذاب الزائدة حولها علي هيئة بللورات ، كما هو موضح بالصور .



- يمكن تحويل المحلول الغير مُشبع إلي محلول فوق مُشبع : عن طريق إضافة المزيد من المُذاب مع التسخين مباشرة .
- يمكن تحويل المحلول المُشبع لأي غير مُشبع : عن طريق إضافة المزيد من المُذيب (الماء مثلا) .

خلاصة العلاقات بين المحاليل الثلاثة



## تدريب محلول :

كيف يمكنك تحويل :-

س1) المحلول الغير مشبع الى محلول مشبع .

ج) باضافة كمية من المذاب الى المذيب.

س2) المحلول المشبع الى محلول فوق مشبع .

ج) بتسخين المحلول المشبع واطافة المزيد من المذاب

س3) المحلول الفوق مشبع الى محلول مشبع .

ج) بطريقتين هما :

1) التبريد :- وذلك بخفض درجة حرارة المحلول الفوق مشبع فتنفصل ( تترسب ) جزيئات المذاب

الزائدة عن حالة التشبع .

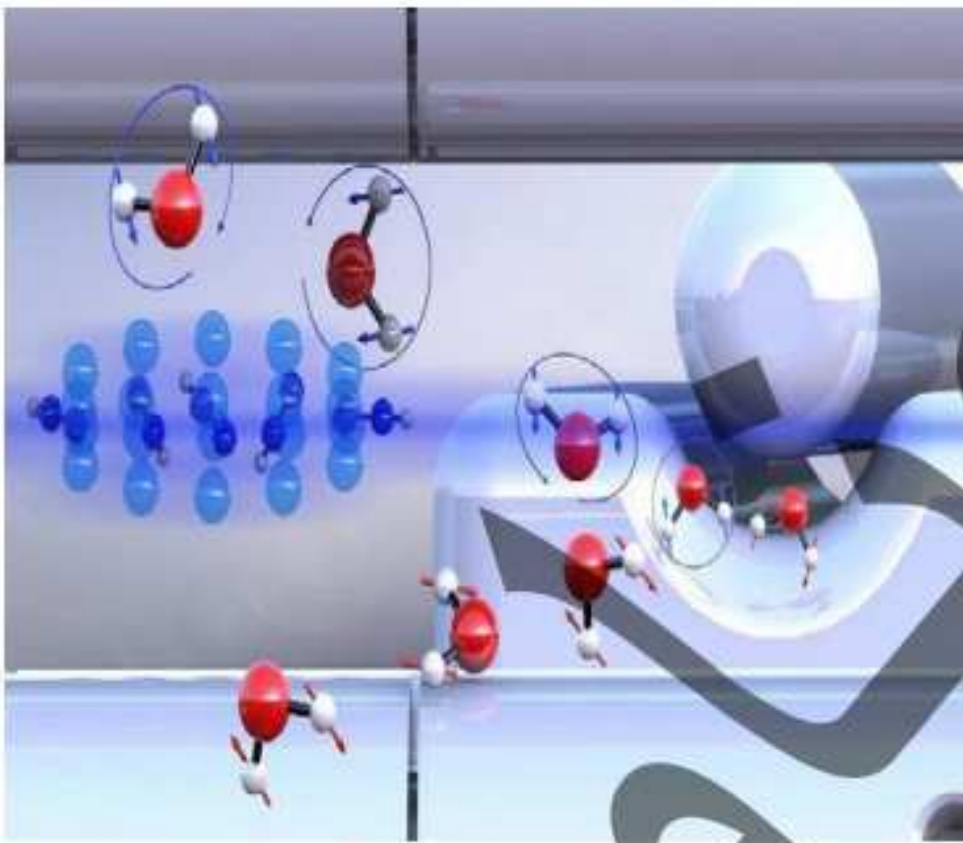
2) التبخر :- وذلك بوضع بلورة صغيرة من المذاب في المحلول فوق المشبع فتتجمع جزيئات المذاب

الزائدة حولها على هيئة بلورات .

عل) يمكن اضافة كميته من المذاب للمحلول المشبع بعد فتره من التسخين ؟

ج) لان التسخين يعمل على زيادة المسافات البينية للمذيب فيدخل فيها المزيد من المذاب .

## عملية الإذابة



يبدو أن الماء ساكناً علي المستوي المرئي ؛ ولكن ليس ساكناً علي المستوي الغير مرئي بل إن جزيئاته في حالة حركة مُستمرة وخاصة جزيئات السطح ؛ نظراً لطاقة حركة كل جزئ من جزيئات الماء .

عند إضافة مُذاب إلي الماء ؛ تحدث عملية الإذابة :

◀ إذا كان المُذاب:

1) مادة أيونية: فإن دقائق المُذاب تتفكك إلي أيونات موجبة وأيونات سالبة، ثم ترتبط بجزيئات المُذيب.

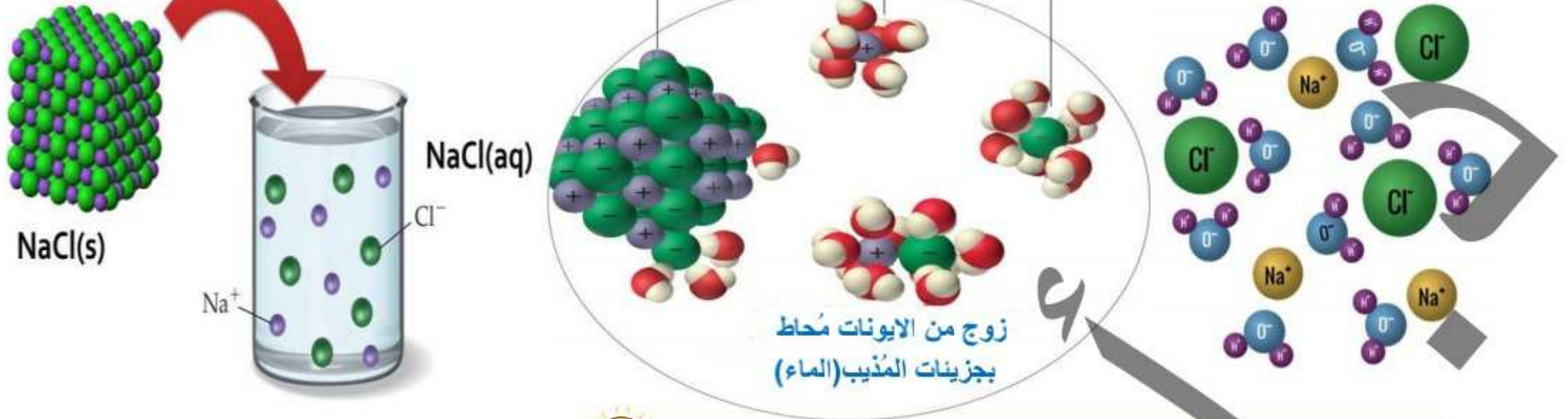
2) مادة قطبية : فإن دقائق المُذاب تتأين إلي جزيئات قطبية مُنفصلة ، ثم ترتبط بجزيئات المُذيب.

◀ وبالتالي فإن عملية الإذابة : هي عملية تفكك دقائق المُذاب إلي أيونات موجبة وأيونات سالبة

، أو تأين دقائق المُذاب إلي جزيئات قطبية مُنفصلة ، ثم ترتبط تلك الأيونات أو الجزيئات القطبية بجزيئات المُذيب.

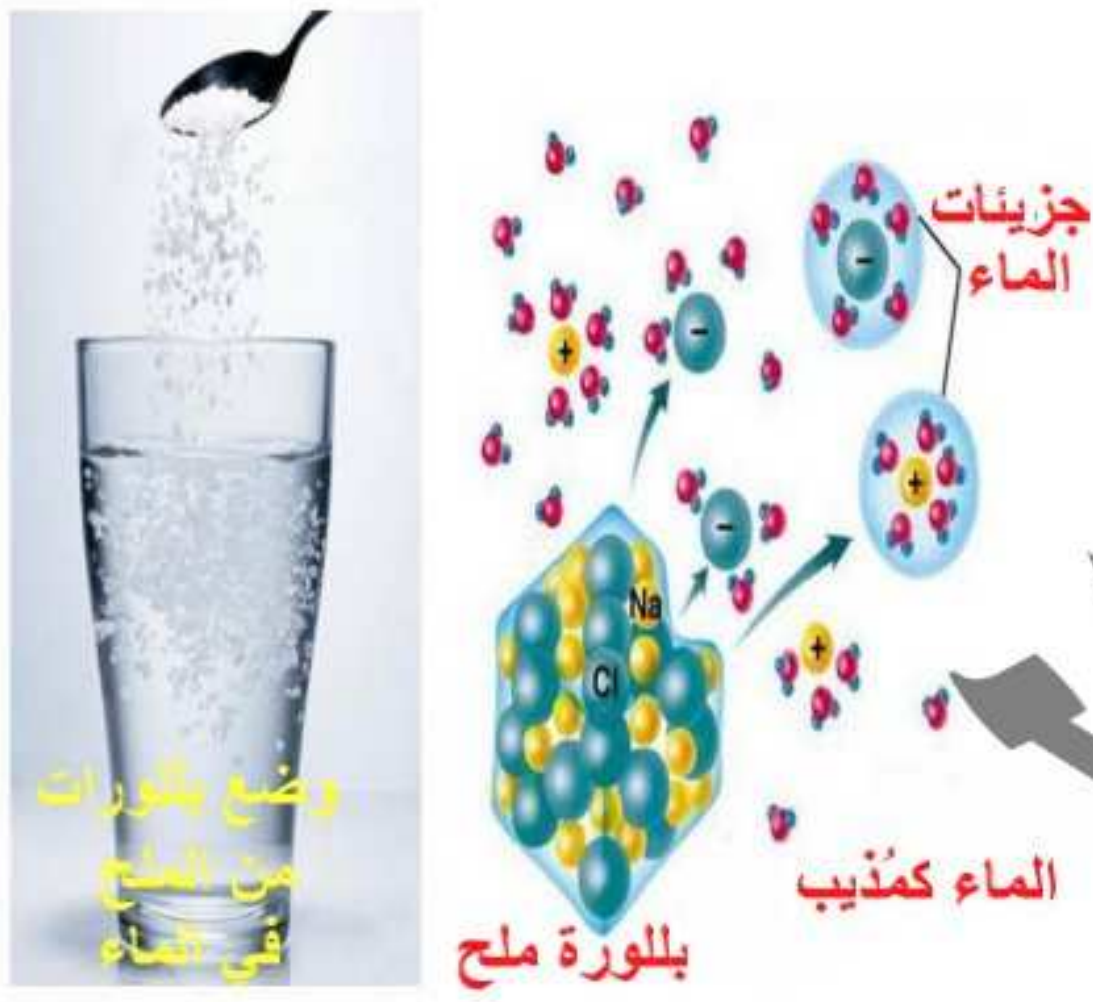


عملية ذوبان كلوريد الصوديوم في الماء



تفسير ذوبان ملح الطعام في الماء (NaCl) :

(اصطدام ثم تجاذب ثم إحاطة ثم إنتشار ثم تكوين محلول كلوريد الصوديوم)



عند وضع البلورة من كلوريد الصوديوم في الماء يحدث الآتي :

- ١ تصطدم جزيئات الماء القطبية بفعل طاقة حركتها بالبلورة .
- ٢ تجذب جزيئات الماء كل من أيونات الصوديوم الموجبة  $Na^+$  وأيونات الكلوريد السالبة  $Cl^-$  نحوها، فتتفصل هذه الأيونات مُبتعدة عن البلورة .
- ٣ تُحاط كل من أيونات الصوديوم وأيونات الكلوريد بجزيئات الماء لتكون أيونات مُماهة .
- ٤ تنتشر الأيونات المُماهة بشكل مُنتظم مكونة محلول .



العوامل التي تؤثر علي سرعة عملية الإذابة :

- ١ مساحة سطح المُذاب أو الطحن .
- ٢ عملية التقليب أو التحريك أو الخلط .
- ٣ درجة الحرارة .

لاحظ أن :

- ١ كلما زادت سرعة عملية الإذابة ؛ قل وقت الذوبان .
- ٢ المُذاب في حجم المسحوق أسرع في الإذابة من المُذاب في حجم القطع الصغيرة أو في حجم القطعة الواحدة .
- ٣ بزيادة عملية التقليب تزداد عملية الإذابة .
- ٤ بزيادة درجة الحرارة تزداد عملية الإذابة .

## الذوبانية :

- ١ قابلية المذاب للذوبان في مذيب معين أو قدرة المذيب علي إذابة مذاب ما .
- ٢ كتلة المذاب بالجرام التي تذوب في 100g من الماء لتكوين محلول مُشبع في الظروف القياسية .
- ٣ تُقدر بوحدة (100gH<sub>2</sub>O / مذاب g) .

## العوامل التي تؤثر علي الذوبانية :

- ١ طبيعة المذيب والمذاب .
- ٢ درجة الحرارة .

## أولاً أثر طبيعة المذيب والمذاب علي الذوبانية

- ” الشبيه يذيب الشبيه (like dissolves like) ” هذه القاعدة تحكم عملية الذوبانية .
- فإذا كان المذيب قطبي فإن المذاب يكون قطبي أيضاً أو أيوني .
- وإذا كان المذيب غير قطبي (عضوي) فإن المذاب غير قطبي (عضوي) أيضاً .

## المذيبات

غير القطبية (العضوية)	القطبية مثل : الماء تُذيب
مثل : البنزين أو ثنائي كلوروميثان أو الكحول الإيثيلي أو الكلورفورم أو الأسيتون أو رابع كلوريد الكربون .	١ المواد القطبية مثل : كلوريد الهيدروجين (HCl) - النشادر (NH <sub>3</sub> ) - بروميد الهيدروجين (HBr) - يوديد الهيدروجين (HI) - فلوريد الهيدروجين (HF)
١ المواد الغير قطبية مثل : الميثان (CH <sub>4</sub> ) - الزيت - الدهن - الشحم - اليود - الجازولين .	٢ المواد الأيونية مثل : كلوريد الصوديوم (NaCl) - هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) - كلوريد البوتاسيوم (KCl) - هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) - نترات النيكل Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> - كبريتات الصوديوم (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
ذوبان الزيت في الكحول	ذوبان الملح في الماء



تفسير ذوبانية بعض المواد في المذيبات القطبية وغير القطبية :

س1 الزيت يذوب في البنزين ؟

ج وذلك لأن البنزين مذيب غير قطبي ويذيب المواد الغير قطبية كالزيت ، وبالتالي فعند خلطهما فإن الشبيه يذيب الشبيه ، فتنشر جزيئات الزيت بين جزيئات البنزين ضعيفة الروابط فترتبط جزيئات المذاب (الزيت) بجزيئات المذيب (البنزين) .

س2 ملح الطعام يذوب في الماء ؟

ج وذلك لأن الماء مذيب قطبي ويذيب المواد الأيونية كملح الطعام ، وبالتالي فعند خلطهما فإن الشبيه يذيب الشبيه ، فتنشر جزيئات الملح بين جزيئات الماء ضعيفة الروابط فترتبط جزيئات المذاب (الملح) بجزيئات المذيب (الماء) .

س3 الزيت لا يذوب في الماء ؟

ج وذلك لأن الماء مذيب قطبي والزيت من المواد غير القطبية .

س4 ملح الطعام لا يذوب في البنزين ؟

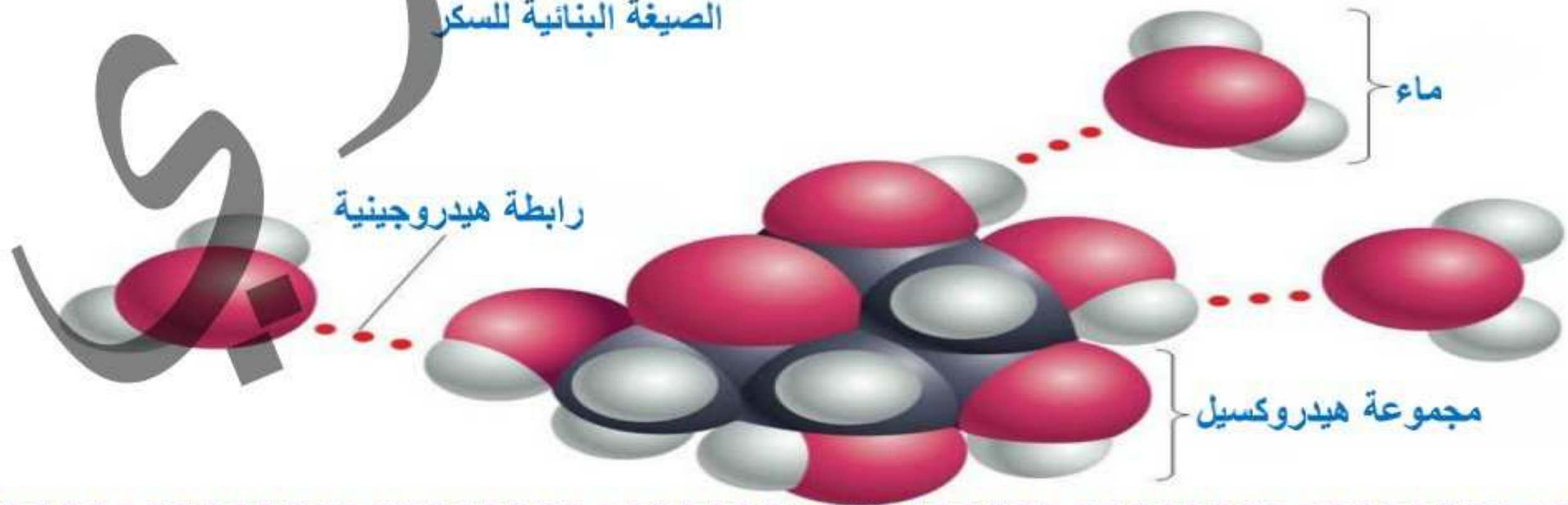
ج وذلك لأن البنزين مذيب عضوي والملح من المواد الأيونية .

س5 اليود يذوب في البنزين ولا يذوب في الماء ؟

ج وذلك لأن البنزين عضوي والماء قطبي ، بينما اليود من المواد غير القطبية (العضوية) .

س6 السكر ( $C_6H_{12}O_6$ ) من المواد غير القطبية ولكن يذوب في الماء ؟

ج وذلك لأن السكر يحتوي علي مجموعات الهيدروكسيل (OH) القطبية التي ترتبط بجزيئات الماء عن طريق الروابط الهيدروجينية .





## تطبيق علي القطبية وعدم القطبية :

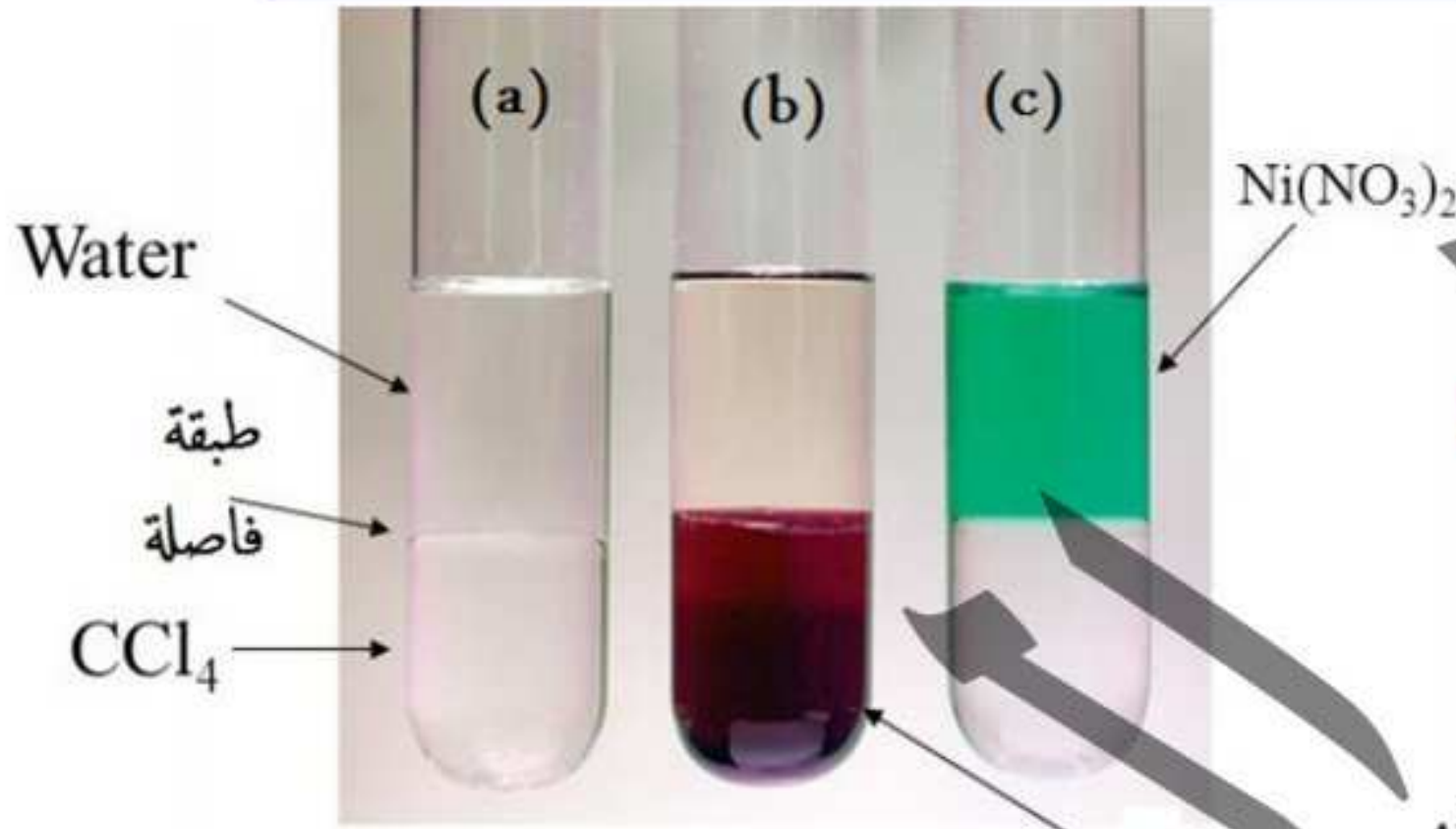
الملاح	الذوبانية في 100g من الماء عند درجة حرارة 20°C	الذوبانية في 100g من الإيثانول عند درجة حرارة 20°C
نترات الأمونيوم (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )	192g	3.8g
كلوريد الزئبق II (HgCl <sub>2</sub> )	6.5g	47.6g

◀ نترات الأمونيوم أعلى قطبية وذلك لأنه يذوب في المذيب القطبي (الماء) بدرجة أعلى من

كلوريد الزئبق II الأقل قطبية .

◀ كلوريد الزئبق II الأقل قطبية أعلى ذوبانية في الكحول الأقل قطبية من الماء.

● من خلال الشكل المقابل :



◀ نلاحظ 3 أنابيب تحتوي كل منها علي خليط

غير متجانس من الماء «مذيب قطبي» ورابع

كلوريد الكربون «مذيب غير قطبي» :

١ في الأنبوبة (a) : كلاً من المذيبين لا يذوبا في الآخر

؛ وذلك لأن الماء مذيب قطبي ورابع كلوريد الكربون مذيب غير قطبي .

٢ في الأنبوبة (b) : عند إضافة اليود إلي الأنبوبة (a) «الخليط من الماء ورابع كلوريد الكربون» ، نلاحظ أن اليود

يذوب في شبيهه وهو رابع كلوريد الكربون ولا يذوب في الماء ؛ لأن اليود من المركبات الغير قطبية وبالتالي

تذوب في المذيبات الغير قطبية كرابع كلوريد الكربون بينما الماء قطبي .

٣ في الأنبوبة (c) : عند إضافة نترات النيكل II الخضراء إلي الأنبوبة (a) ، نلاحظ أن نترات النيكل II تذوب في

الماء ولا تذوب في رابع كلوريد الكربون ؛ وذلك لأن نترات النيكل II من المركبات الأيونية التي تذوب في

المذيبات القطبية كالماء ولا تذوب في المذيبات الغير قطبية كرابع كلوريد الكربون .

س أربع تجارب أجريت لتكوين أربع محاليل متجانسة :

١ التجربة الأولى : تم إذابة 20g من كلوريد الصوديوم في 100g من الماء .

٢ التجربة الثانية : تم إذابة 20g من كلوريد الصوديوم في 100g من الكيروسين .

٣ التجربة الثالثة : تم إذابة 2L من غاز الميثان في أنبوبة مغلقة تحتوي علي 100g من الأستون (at STP) .

٤ التجربة الرابعة : تم إذابة 20g من الجازولين في 100g من الكلوروفورم .



س1 كل هذه التجارب تكون محاليل متجانسة عدا؟ .....

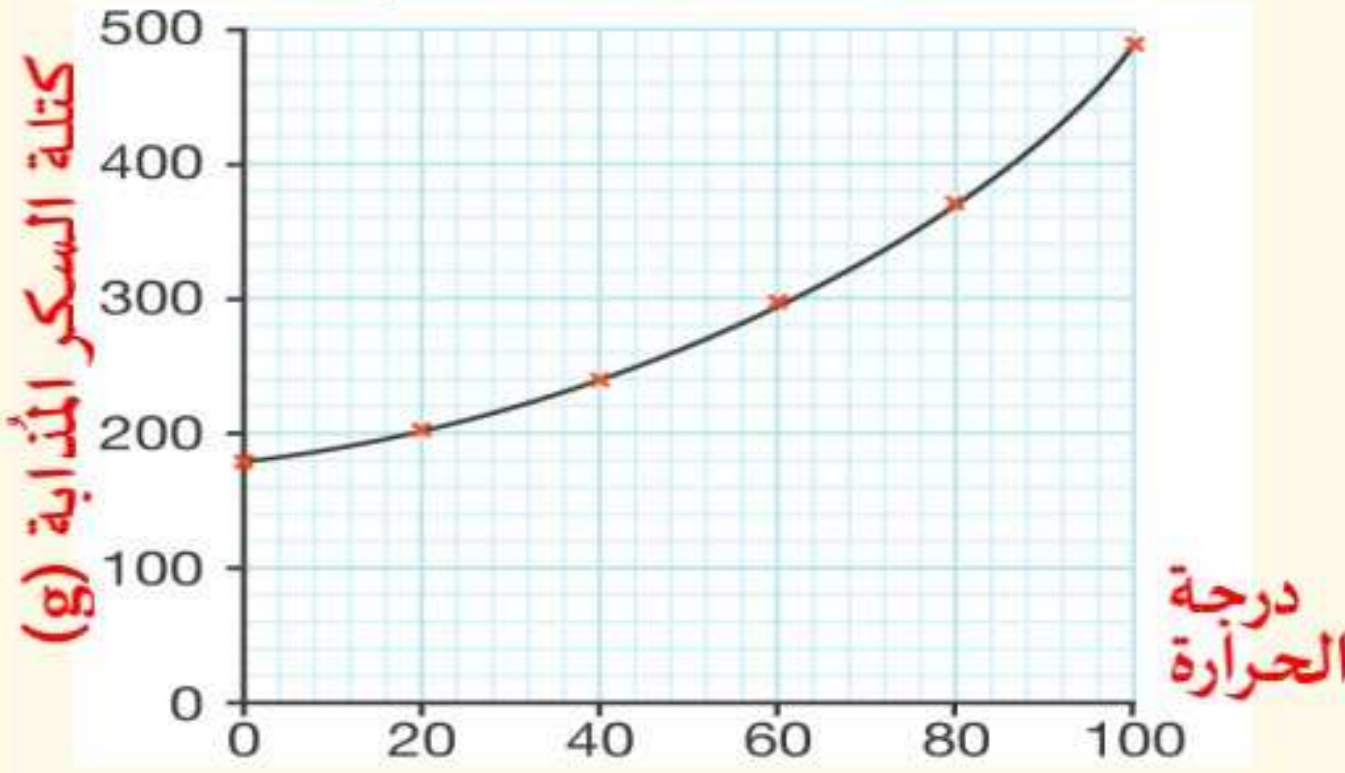
- أ التجربة الأولى . ب التجربة الثانية . ج التجربة الثالثة . د التجربة الرابعة .

س2 باستخدام قمع فصل يمكن فصل .....

- أ كبريتات الصوديوم في الماء . ب نترات البوتاسيوم في البنزين .  
ج غاز كلوريد الهيدروجين في الماء . د مكونات الدم .

### أولاً درجة الحرارة

” تعتمد الذوبانية على درجة الحرارة ؛ حيث أنه بزيادة درجة حرارة المذيب تزداد ذوبانية معظم المواد الصلبة ”



من خلال الشكل المقابل :

” يتضح أثر درجة حرارة الماء

على كتلة السكر المذابة في الماء ،

حيث أنه برفع درجة حرارة الماء بمقدار

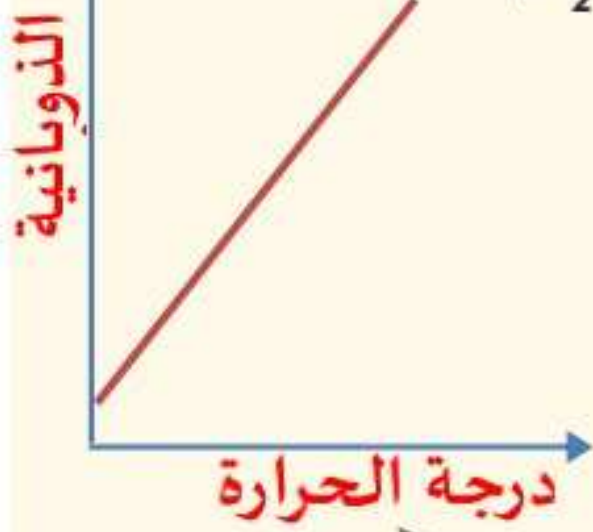
20°C تذوب كتلة من السكر مقدارها 100g.

تزداد ذوبانية معظم الأملاح زيادة كبيرة بزيادة درجة الحرارة ، مثل : نترات البوتاسيوم - نترات الصوديوم

- كلوريد البوتاسيوم - كلورات البوتاسيوم ( $KClO_3$ ) - بيكرومات البوتاسيوم ( $K_2Cr_2O_7$ ) -

نترات الرصاص II ( $Pb(NO_3)_2$ ) - كلوريد الكالسيوم .

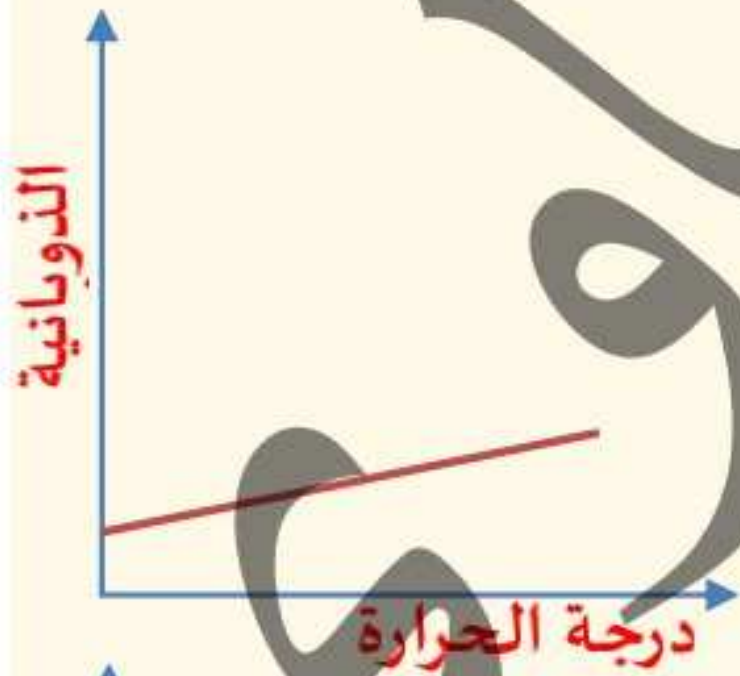
” أي كلما زادت درجة الحرارة زادت ذوبانية هذه الأملاح ”



تزداد ذوبانية بعض الأملاح زيادة طفيفة بزيادة درجة الحرارة ،

مثل : كلوريد الصوديوم .

” أي كلما زادت درجة الحرارة زادت ذوبانية كلوريد الصوديوم بدرجة قليلة ”



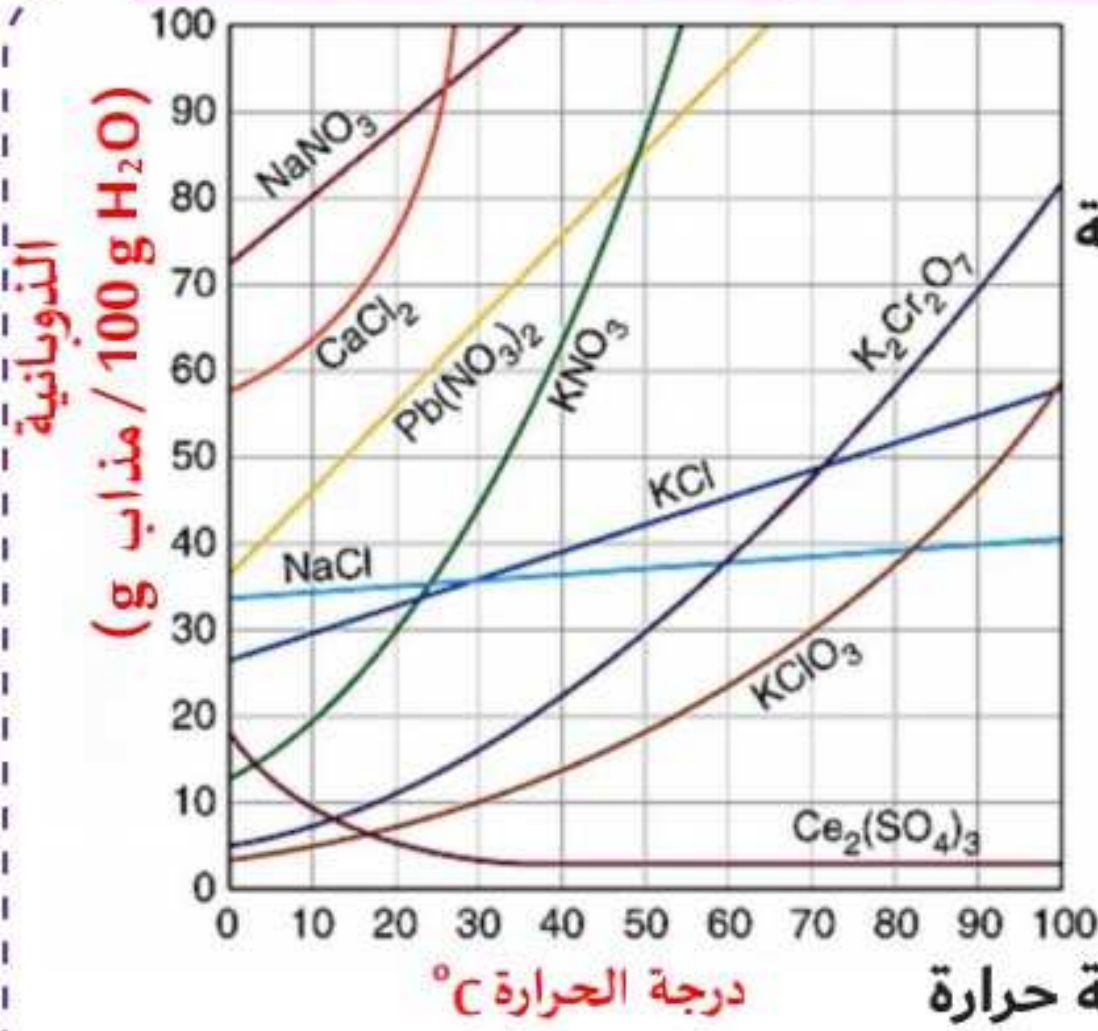
تقل ذوبانية بعض الأملاح بزيادة درجة الحرارة ،

مثل : كبريتات السيريوم  $Ce_2(SO_4)_3$

” أي كلما زادت درجة الحرارة قلت ذوبانية كبريتات السيريوم ”



يتضح من خلال المخطط المُقابل اختلاف ذوبانية هذه الأملاح برفع درجة الحرارة :



١) أملاح تذوب بدرجة كبيرة ولكن تقل بخفض درجة الحرارة

ع سبيل المثال : نترات البوتاسيوم بالشكل المُقابل : عند درجة

حرارة 0°C ذاب 12g ، وعند درجة حرارة 52°C ذاب 100g  
فعند رفع درجة الحرارة زادت ذوبانية نترات البوتاسيوم .

٢) أملاح تذوب بدرجة ضعيفة ولكن تقل بنفس الدرجة عند

خفض درجة الحرارة

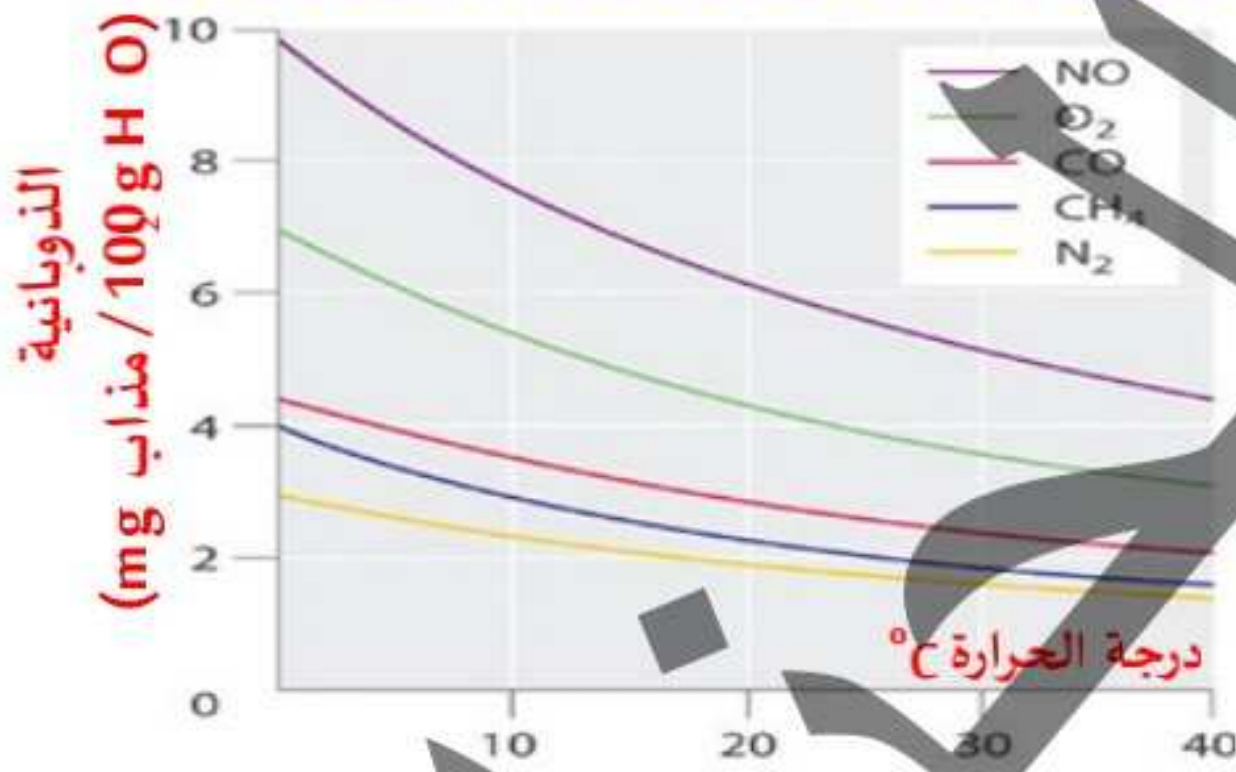
ع سبيل المثال : كلوريد الصوديوم بالشكل المُقابل : عند درجة حرارة

0°C ذاب 33g ، وعند درجة حرارة 100°C ذاب 100g فعند رفع درجة الحرارة زادت ذوبانية كلوريد الصوديوم  
ولكن بدرجة طفيفة جداً .

٣) أملاح لا تزداد ذوبانيتها بل تقل ولكن تزداد بخفض درجة الحرارة

ع سبيل المثال : كبريتات السيريوم بالشكل المُقابل : عند درجة حرارة 0°C ذاب 18g ، وعند 100°C ذاب

2g فعند رفع درجة الحرارة قلت ذوبانية كبريتات السيريوم .



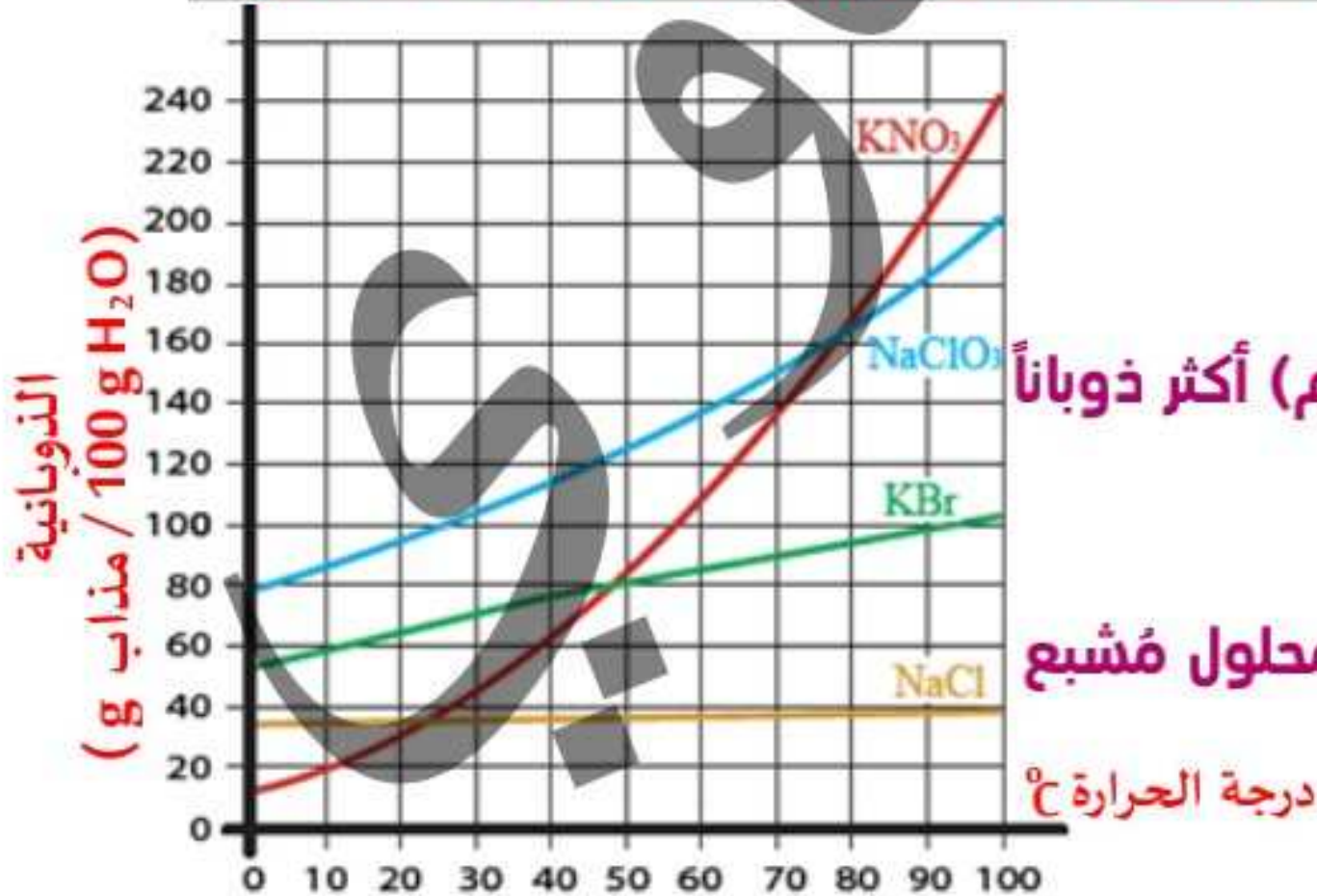
من خلال المخطط المُقابل :

نلاحظ أن الغازات تقل ذوبانيتها برفع درجة الحرارة

أي أن العلاقة عكسية بين درجة الحرارة وذوبانية الغازات

ولكن تزداد ذوبانية الغاز في الماء البارد وليس الساخن

ادرس الشكل المُقابل : الذي يُمثل منحنى الذوبانية لبعض الأملاح في الماء ، ثم اجب عما يلي :



١) ما الملح الذي يزداد ذوبانه برفع درجة الحرارة ؟

٢) ما الملح الأقل تغيراً في ذوبانيته برفع درجة الحرارة ؟

٣) أيًا من الملحين (بروميد البوتاسيوم أم كلورات الصوديوم) أكثر ذوباناً

برفع درجة الحرارة ؟

٤) احسب الفرق بين كتلة كلورات الصوديوم المُذابة في محلول مُشبع

منه عند تسخينها من 45°C إلي 90°C ؟

٥) احسب الفرق بين كتلة بروميد البوتاسيوم المُذابة في محلول مُشبع منه عند تسخينها من 50°C إلي 90°C ؟

٦ احسب كتلة كلورات الصوديوم اللازمة للذوبان في 200g من الماء لتكوين محلول مُشبع عند 90°C ؟

٧ احسب كتلة نترات البوتاسيوم اللازمة للذوبان في 50g من الماء لتكوين محلول مُشبع عند 60°C ؟

٨ احسب كتلة كلورات الصوديوم المُترسبة عند تبريد محلول مُشبع منه من 100°C إلي 25°C ؟

٩ احسب كتلة بروميد البوتاسيوم المُترسبة عند تبريد محلول مُشبع منه بمقدار 40°C ؟

١٠ احسب كتلة نترات البوتاسيوم المُترسبة من محلول مُشبع به 200g من الماء عند تبريده من 40°C إلي 10°C ؟

الحل

١ نترات البوتاسيوم . ٢ كلوريد الصوديوم .

٣ كلورات الصوديوم ؛ وذلك لأن ذوبانيته أعلى من ذوبانية بروميد البوتاسيوم .

٤ الفرق في كتلة كلورات الصوديوم : عند درجة الحرارة 45°C كانت كتلة كلورات الصوديوم 120g وعند درجة

الحرارة 90°C كانت كتلة كلورات الصوديوم 180g.

الفرق في كتلة كلورات الصوديوم = 180 - 120 = 60g

٥ الفرق في كتلة بروميد البوتاسيوم : عند درجة الحرارة 50°C كانت كتلة بروميد البوتاسيوم 80g وعند درجة

الحرارة 90°C كانت كتلة بروميد البوتاسيوم 100g

الفرق في كتلة بروميد البوتاسيوم = 100 - 80 = 20g

٦ يتضح من منحنى الذوبانية أنه عند 90°C يذوب 180g من كلورات الصوديوم في 100g من الماء لتكوين

محلول مُشبع ، إذن ما الكتلة المُذابة منه في 200g من الماء ؟



$$X \text{ (كتلة كلورات الصوديوم المُذابة في 200g من الماء)} = \frac{200 \times 180}{100} = 360g$$

٧ يتضح من منحنى الذوبانية أنه عند 60°C يذوب 110g من نترات البوتاسيوم في 100g من الماء لتكوين

محلول مُشبع ، إذن ما الكتلة المُذابة منه في 50g من الماء ؟



$$X \text{ (كتلة نترات البوتاسيوم المُذابة في 50g من الماء)} = \frac{50 \times 110}{100} = 55g$$

٨ كتلة كلورات الصوديوم المُترسبة : عند درجة حرارة 100°C كانت كلورات الصوديوم 200g وعند درجة حرارة

25°C كانت كتلة كلورات الصوديوم 100g

كتلة كلورات الصوديوم المترسبة =  $100 - 200 = 100\text{g}$

٩ كتلة بروميد البوتاسيوم المترسبة : عند درجة حرارة  $90^\circ\text{C}$  كانت بروميد البوتاسيوم  $100\text{g}$  وعند درجة حرارة

$50^\circ\text{C}$  كانت كتلة بروميد البوتاسيوم  $80\text{g}$  « بمفترض درجات الحرارة من  $90^\circ\text{C}$  إلي  $50^\circ\text{C}$  وذلك لأنه تم تبريد

المحلول بمقدار  $40^\circ\text{C}$  ، أي تم خفض درجة الحرارة بمقدار  $40^\circ\text{C}$  »

كتلة بروميد البوتاسيوم المترسبة =  $100 - 80 = 20\text{g}$

١٠ كتلة نترات البوتاسيوم المترسبة :

يتضح من منحنى الذوبانية أنه عند  $40^\circ\text{C}$  يذوب  $60\text{g}$  من نترات البوتاسيوم في  $100\text{g}$  من الماء لتكوين محلول

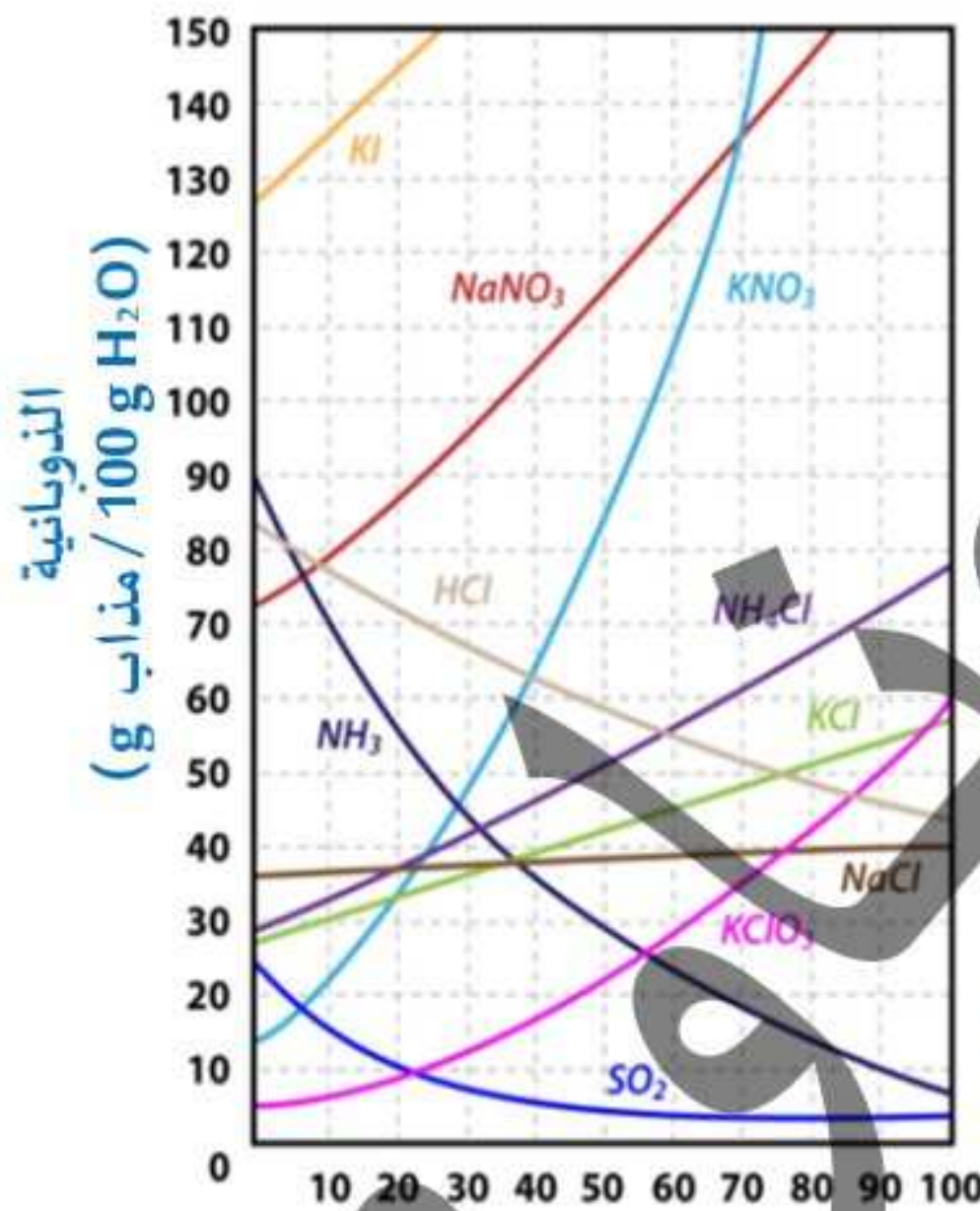
مُشبع ، وعند  $10^\circ\text{C}$  يذوب  $20\text{g}$  وبالتالي فإنه عند خفض درجة الحرارة بمقدار  $30^\circ\text{C}$  ( من  $40^\circ\text{C}$  إلي  $10^\circ\text{C}$  ) ،

فإنه يترسب  $40\text{g}$  في  $100\text{g}$  من الماء ، إذن كتلة نترات البوتاسيوم المترسبة في  $200\text{g}$  من الماء ؟



$$X \text{ (كتلة نترات البوتاسيوم المذابة في } 200\text{g من الماء)} = \frac{200 \times 40}{100} = 80\text{g}$$

١١ ادرس الشكل المقابل : الذي يُمثل منحنى الذوبانية لبعض الأملاح في الماء ، ثم اجب عما يلي :



١ ما المادة التي يزداد ذوبانها برفع درجة الحرارة ؟

٢ ما الملح الأقل تغيراً في ذوبانيته برفع درجة الحرارة ؟

٣ أيًا من الغازات (غاز النشادر - غاز ثاني أكسيد الكبريت - غاز كلوريد

الهيدروجين) أكثر ذوباناً بخفض درجة الحرارة ؟

٤ ما الملح

٥ احسب الفرق بين كتلة كلورات البوتاسيوم المذابة في محلول مُشبع

منه عند تسخينها من  $55^\circ\text{C}$  إلي  $90^\circ\text{C}$  ؟

٦ احسب الفرق بين كتلة كلوريد البوتاسيوم المذابة في محلول مُشبع

منه عند تسخينها من  $10^\circ\text{C}$  إلي  $60^\circ\text{C}$  ؟

٧ احسب كتلة كلوريد الأمونيوم اللازمة للذوبان في  $200\text{g}$  من الماء لتكوين محلول مُشبع عند  $70^\circ\text{C}$  ؟

٨ احسب كتلة نترات الصوديوم اللازمة للذوبان في  $50\text{g}$  من الماء لتكوين محلول مُشبع عند  $70^\circ\text{C}$  ؟

٩ احسب كتلة يوديد البوتاسيوم المترسبة عند تبريد محلول مُشبع منه من  $20^\circ\text{C}$  إلي  $10^\circ\text{C}$  ؟

١٠ احسب كتلة كلورات الصوديوم المترسبة عند تبريد محلول مُشبع منه بمقدار  $40^\circ\text{C}$  ؟

١١ احسب كتلة نترات البوتاسيوم المترسبة من محلول مُشبع به  $300\text{g}$  من الماء عند تبريده من  $70^\circ\text{C}$  إلي  $50^\circ\text{C}$  ؟



س12 احسب حجم غاز النشادر في عند تبريد محلوله المائي من 90°C إلى 50°C ؟ عند ثبوت الضغط .

س13 يوضح الجدول المقابل ذوبانية أنواع مختلفة من الأملاح في الماء عند درجة حرارة مُعينة ، أي الأملاح

الذوبانية في الماء عند 60°C	الملح
50g ماء / 10g	W
60g ماء / 20g	X
120g ماء / 30g	Y
80g ماء / 40g	Z

أقلها ذوبانية في الماء عند 60°C ؟ .....

ب الملح Y

د الملح Z

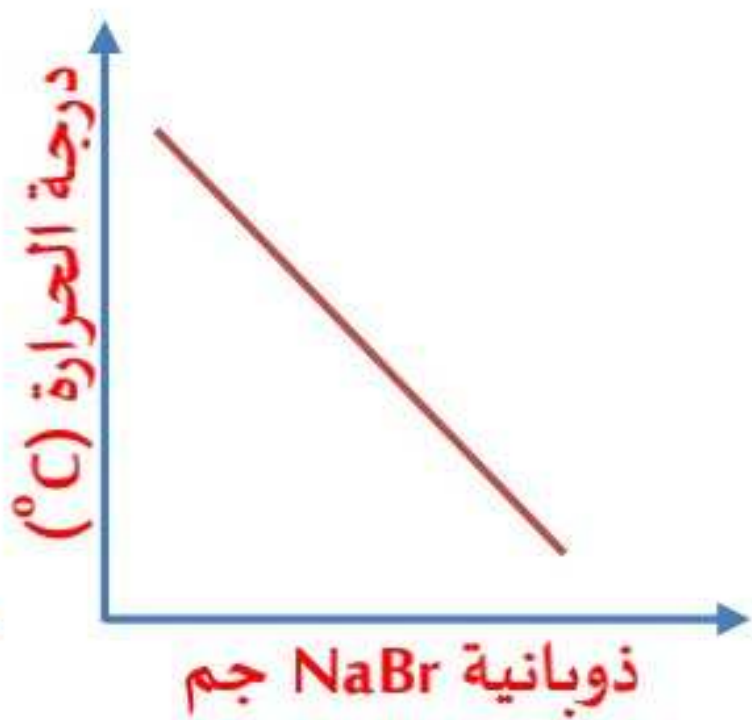
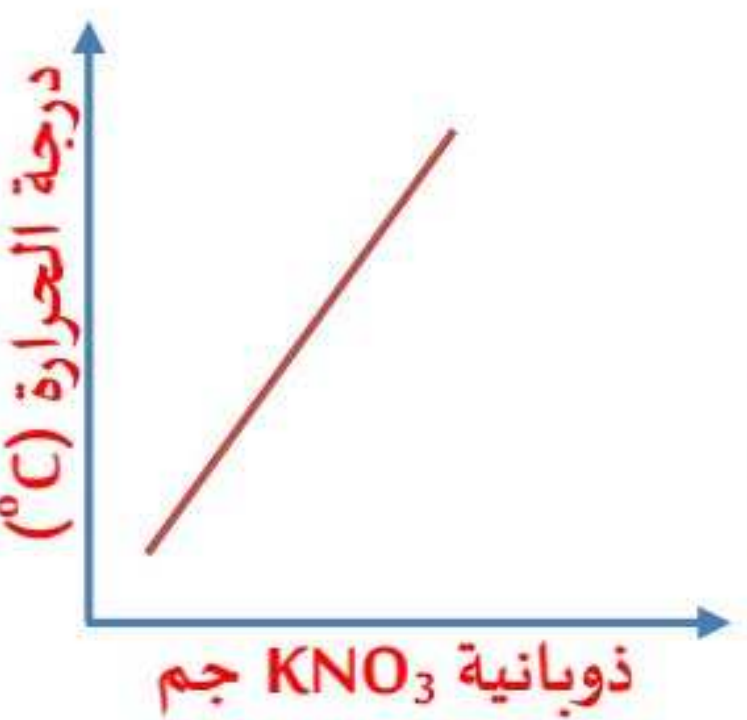
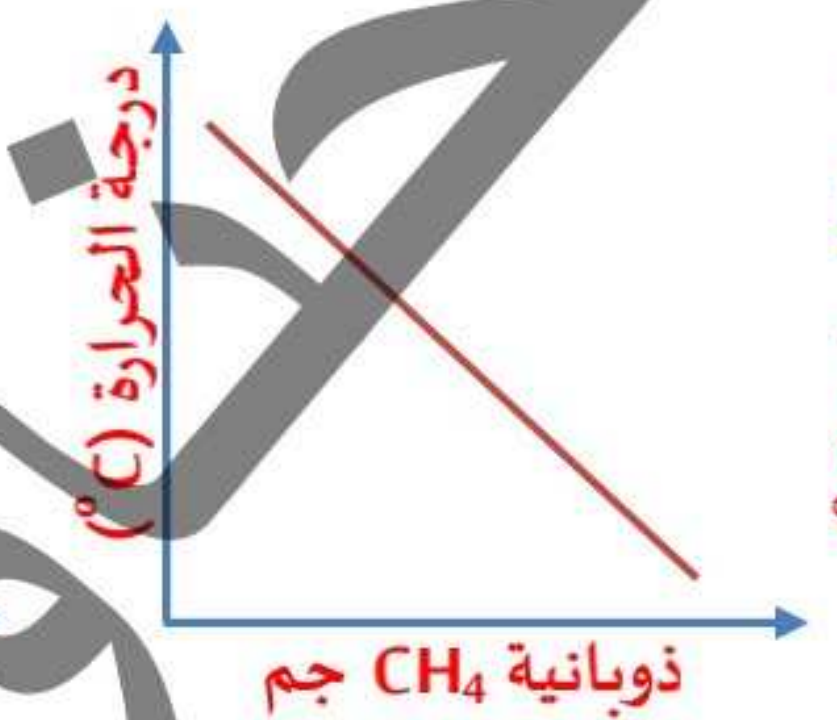
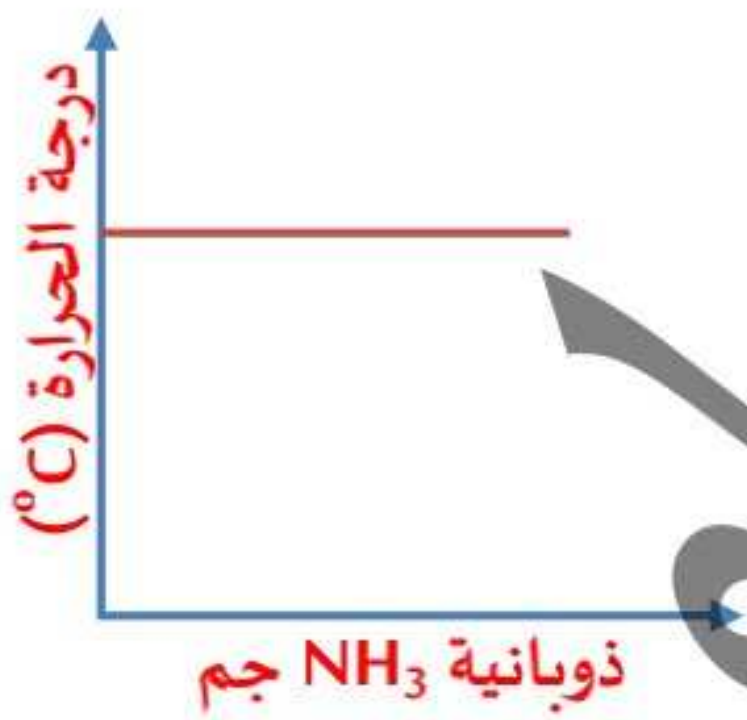
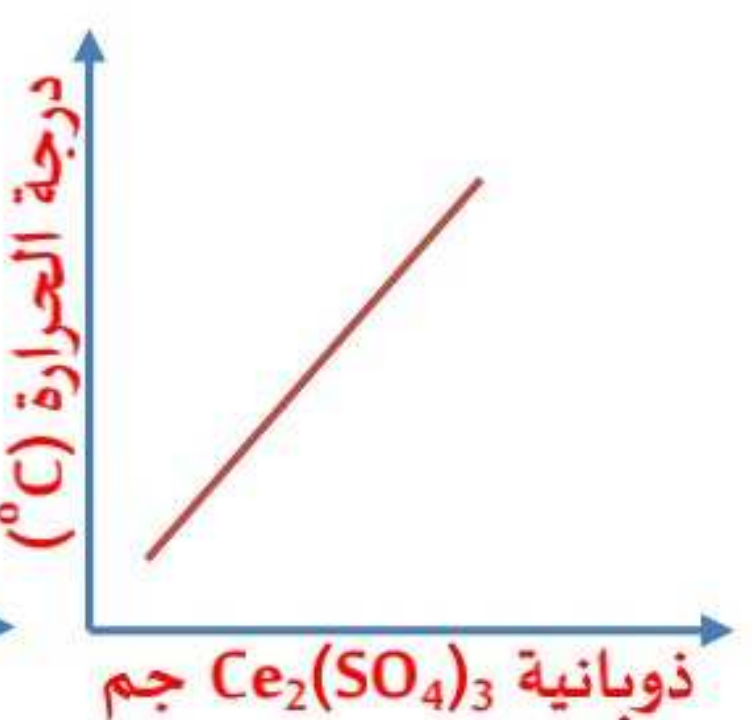
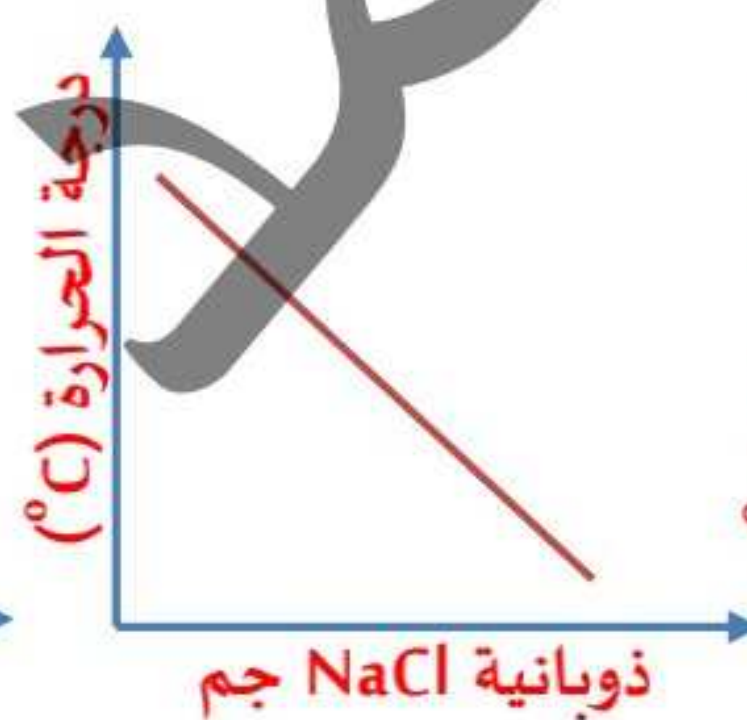
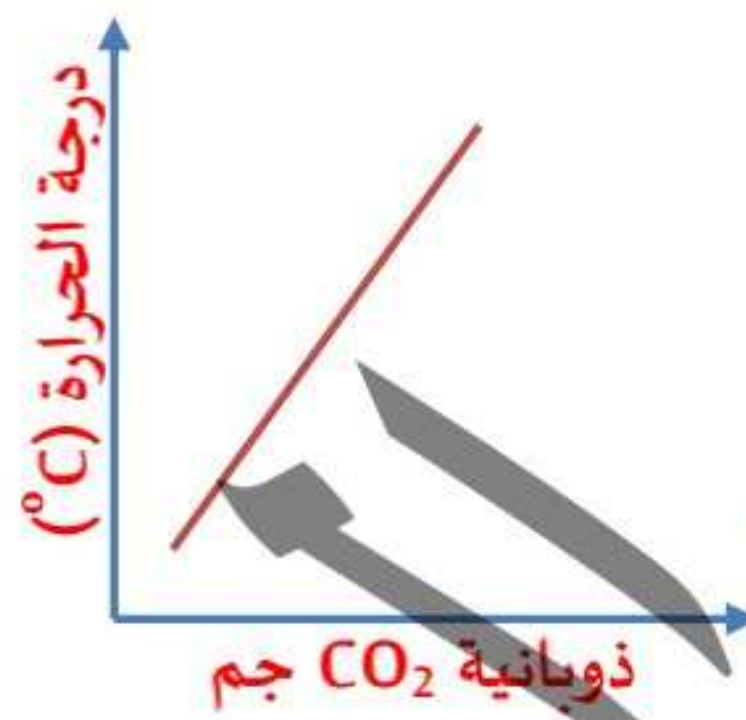
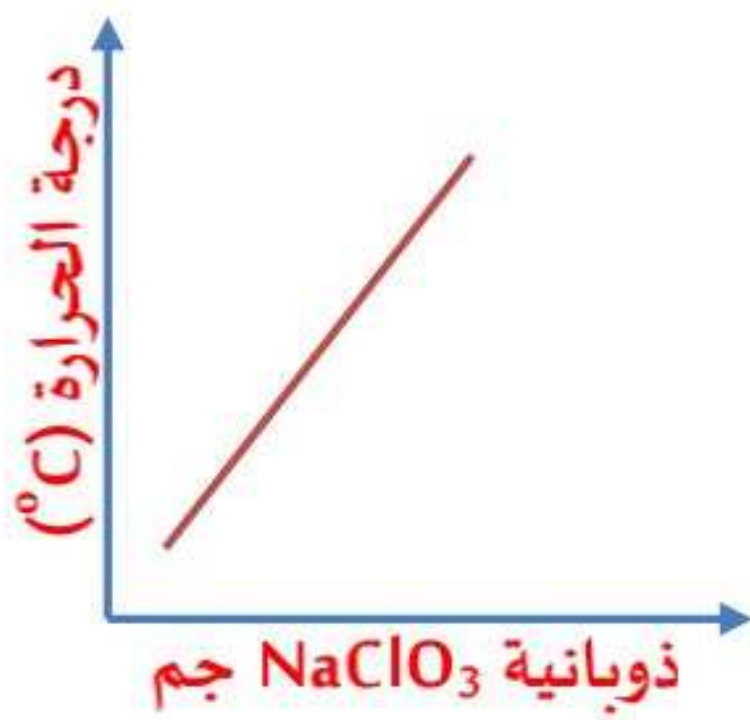
ا الملح W

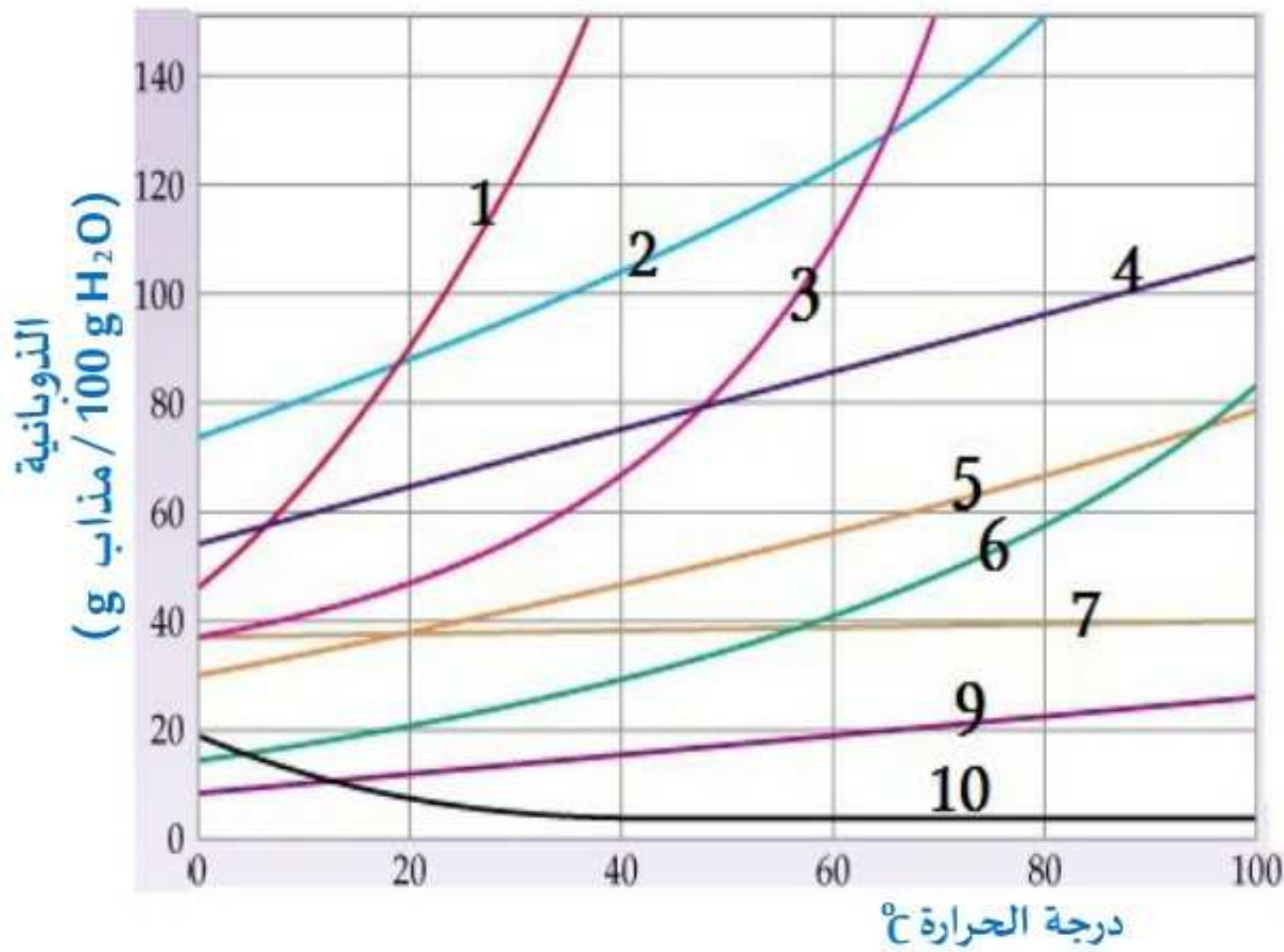
ج الملح X

س2 من خلال الجدول المقابل : أيًا من الأشكال البيانية الآتية تُعبر عن منحنى

الذوبانية (g)	درجة الحرارة (°C)
0.0069	0
0.0054	10
0.0043	20

ذوبانية هذا المركب ؟ .....

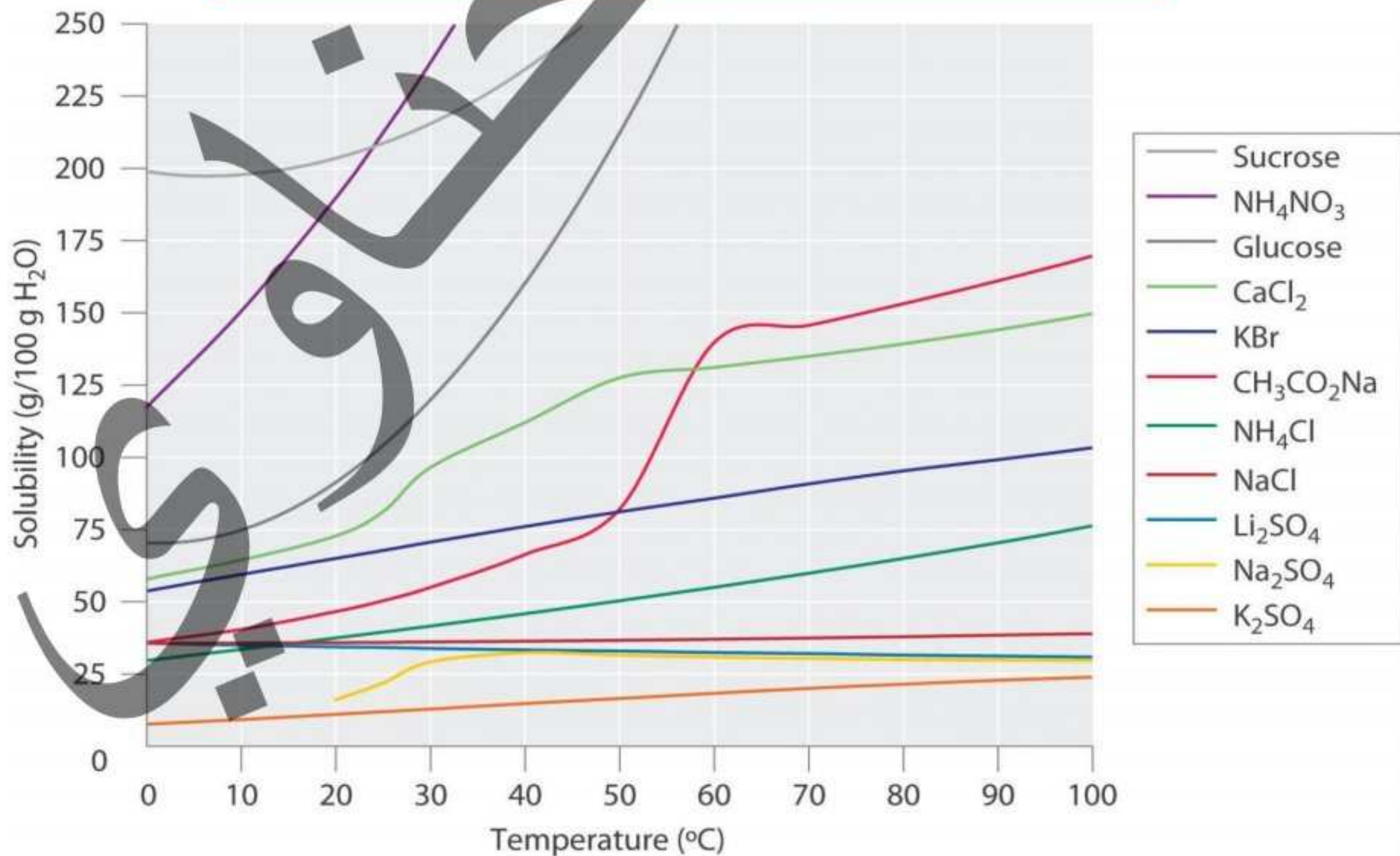




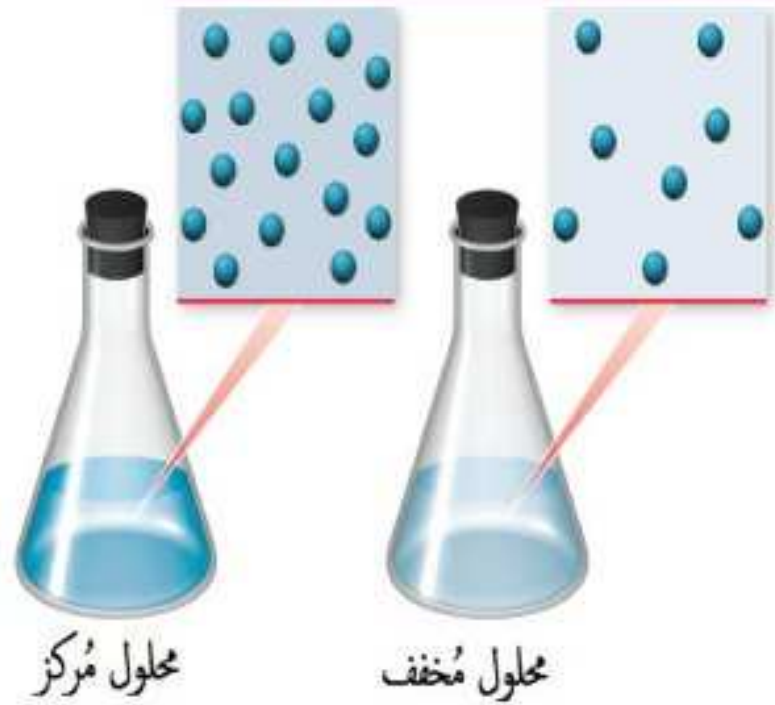
سؤال من خلال الشكل المُقابل ، اجب :

- سؤال 1 أعلي المواد ذوبانية عند رفع درجة الحرارة ؟
- سؤال 2 أقل المواد ذوبانية عند رفع درجة الحرارة ؟
- سؤال 3 أعلي المواد ذوبانية عند خفض درجة الحرارة ؟
- سؤال 4 أقل المواد ذوبانية عند خفض درجة الحرارة ؟
- سؤال 5 المادة التي تتغير ذوبانيتها قليلاً عند رفع درجة الحرارة ؟
- سؤال 6 رتب هذه المواد تصاعدياً حسب الذوبانية .
- سؤال 7 ما النسبة المئوية الكتلية للمادة (6) للمذاب (6) في المحلول المُشبع عند درجة حرارة 20°C ؟

منحني ذوبانية شامل لمعظم الأملاح المعروفة



## تركيز المحاليل والخواص الجمعية وخواص الغرويات والمعلقات .



- زيادة كمية المُذاب أو قلتها تؤثر علي تركيز المحلول وقوته .

- فإذا كانت كمية المُذاب كبيرة ولكنها اقل من كمية المُذيب ؛ فإن المحلول مُركّز .

- وإذا كانت كمية المُذاب صغيرة ؛ فإن المحلول مُخفف .



- الشكل المُقابل يوضح ذوبان المُذاب أكثر في المحلول المُركّز عن المحلول المُخفف .

- لتحويل المحلول المُخفف إلي مُركّز : زيادة كمية المُذيب .

- لتحويل المحلول المُركّز إلي مُخفف : زيادة كمية المُذاب .



### طرق التعبير عن تركيز المحاليل :

٣ المولالية .

٢ المولارية .

١ النسبة المئوية (%)

### 1 النسبة المئوية (%) :

عدد وحدات الجزء بالنسبة لكل 100 وحدة من الكل .

للتعبير عن تركيز مكونات المواد الغذائية والأدوية نستخدم النسب المئوية .

### هناك طريقتين للنسبة المئوية :-

النسبة المئوية الحجمية	النسبة المئوية الكتلية
هي حجم المُذاب في 100mL من المحلول	هي كتلة المُذاب في 100g من المحلول
القانون المُستخدم :	القانون المُستخدم :
النسبة المئوية الحجمية (v/v) (حجم / حجم) (mL/mL)	النسبة المئوية الكتلية (m/m) (كتلة / كتلة) (g/g)
$100\% \times \frac{\text{حجم المُذاب ( mL )}}{\text{حجم المحلول ( mL )}} =$	$100\% \times \frac{\text{كتلة المُذاب ( g )}}{\text{كتلة المحلول ( g )}} =$
حجم المحلول = حجم المُذاب + حجم المُذيب	كتلة المحلول = كتلة المُذاب + كتلة المُذيب

ما معنى قولنا أن ؟

١ النسبة المئوية (m/m) لمحلول تساوي 25% ؟

٢ أي أن كتلة المذاب في 100g من المحلول تساوي 25g

١ النسبة المئوية (V/V) لمحلول ما تساوي 20% ؟

٢ أي أن حجم المذاب في 100mL من المحلول يساوي 20mL

لاحظ أن :

١ إذا أعطى حجوم كلاً من المذيب و المذاب

$$\text{نستخدم : النسبة المئوية الحجمية} = \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100\%$$

٢ يقاس الحجم بوحدة اللتر (L) أو وحدة المليلتر (mL) لكن يجب أن تكون وحدة البسط هي نفسها وحدة المقام .

٣ حجم المحلول = حجم المذيب + حجم المذاب .

١ أما إذا أعطى كتل كلاً من المذيب و المذاب

$$\text{نستخدم : النسبة المئوية الكتلية} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\%$$

٢ يقاس الحجم بوحدة الكيلو جرام (Kg) أو وحدة الجرام (g) لكن يجب أن تكون وحدة البسط هي نفسها وحدة المقام .

٣ كتلة المحلول = كتلة المذيب + كتلة المذاب

٣ كتلة 1mL من المحلول المُخفف = 1g « حيث أن كثافة الماء = 1g/mL »

مسائل

١ احسب النسبة المئوية الكتلية (m/m) للمحلول الناتج من ذوبان 10g من السكر في 240g من الماء.

$$\text{كتلة المحلول} = \text{كتلة المذاب} + \text{كتلة المذيب} = 250g = 240 + 10$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية} = \frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{كتلة المحلول (g)}} \times 100\% = 100\% \times \frac{10}{250} = 4\%$$

٢ احسب النسبة المئوية الحجمية (V/V) للمحلول الناتج من إضافة 25mL من الإيثانول إلى كمية من الماء

لتكوين محلول حجمه 50mL

$$\text{النسبة المئوية الحجمية} = \frac{\text{حجم المذاب (mL)}}{\text{حجم المحلول (mL)}} \times 100\% = 100\% \times \frac{25}{50} = 50\%$$

تدريب علي السريع

١ ما النسبة المئوية الكتلية (m/m) للمحلول الناتج من ذوبان 20g من كلوريد الصوديوم في 180g من

الماء ؟.....

- 70% **ا** 50% **ب** 20% **ج** 10% **د**

٢ أضيف 50mL من الإيثانول في ورق عياري ، ثم أضيف إليه كمية من الماء فأكمل حجم المحلول إلى

250mL ، كم النسبة المئوية الحجمية (v/v) = .....

- 70% **ا** 50% **ب** 20% **ج** 10% **د**

٣ المولارية . المولالية .

المولارية والمولالية :-

المولالية (m)	المولارية (M)
هي عدد مولات المذاب في كيلوجرام من المذيب	هي عدد مولات المذاب في لتر من المحلول
القانون المستخدم : المولالية (m) $\frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (Kg)}} =$	القانون المستخدم : المولارية (M) $\frac{\text{المذاب مولات عدد (mol)}}{\text{المحلول حجم (L)}} =$
الوحدة : (mol/Kg) (مول/كجم) ويُمكن اختصارها إلى (m)	الوحدة : (mol/L) (مول/لتر) أو (Mol) (مولر) ويُمكن اختصارها إلى (M)
$\frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{الكتلة المولية من المذاب (g/mol)}} =$	$\text{عدد مولات المذاب (mol)} =$

- المحلول المولاري : محلول يحتوي اللتر منه على واحد مول من المادة المذابة .

- للتحويل من لتر (L) ← مليلتر (mL) نقسم على  $10^3$  أو نضرب  $\times 10^{-3}$  ، العكس نضرب  $\times 10^3$

## مسائل

١ احسب التركيز المولاري لمحلول سكر القصب  $C_{12}H_{22}O_{11}$  في الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة

$$(C=12, H=1, O=16)$$

$$85.5g \text{ في محلول حجمه } 0.5L$$

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

$$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول}} = (M) \text{ المولارية}$$

$$342g/mol = (12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16) = \text{الكتلة المولية لسكر القصب}$$

$$\text{المولارية (M)} = \frac{.25}{0.5} = 5.0 \text{ مول / لتر.}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{85.5}{342} = 0.25 \text{ مول}$$

٢ احسب التركيز المولالي لمحلول مُحضَر بإذابة 20g هيدروكسيد صوديوم في 800g من الماء علماً بأن

$$(O = 16, H = 1, Na = 23)$$

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

$$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب}} = (M) \text{ المولارية}$$

$$\text{كتلة المذاب} = 20g$$

$$\text{كتلة المذيب} = 800g$$

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

$$\text{المولالية (m)} = \frac{0.5}{0.8} = 0.625 \text{ مول / كيلوجرام.}$$

$$\text{عدد مولات NaOH} = \frac{20}{40} = 0.5 \text{ مول}$$

٣ ما تركيز أيونات الكلوريد والصوديوم المُذابة في الماء لتكوين محلول كلوريد الصوديوم تركيزه 0.5M؟



$$1mol \quad 1mol \quad 1mol$$

$$1 \times 0.5 M \quad 1 \times 0.5 M \quad 1 \times 0.5 M$$

- تركيز أيونات الكلوريد = 0.5M

- تركيز أيونات الصوديوم = 0.5M

## مسائل غير محلولة :

- ١ ما التركيز المولاري لمحلول حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  عند إذابة 9.8g منه في محلول حجمه 200mL  
( O = 16 ، H=1 ، S = 32 )
- 0.6M  0.5M  0.3M  0.2M
- ٢ ما التركيز المولالي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم عند إذابة 10g منه في محلول كتلته 510g  
( O = 16 ، H = 1 ، Na = 23 )
- 0.6M  0.5M  0.3M  0.2M
- ٣ احسب تركيز المحلول الناتج من خلط 1g من الإيثانول  $C_2H_5OH$  مع 99g من الماء مُعبراً عنه بالطرق التالية : ( O = 16 ، H = 1 ، C = 12 )
- (1) النسبة المئوية؟ .....
- (2) المولالية؟ .....
- ٤ ما هي النسبة المئوية الحجمية للإيثانول ( $C_2H_6O$ ) عندما يُخفف 85mL منه بالماء ليصل لحجم المحلول النهائي 250mL؟ .....
- 34%  44%  64%  84%
- ٥ ما هي النسبة المئوية الحجمية للأسيتون عند تخفيف 10mL منه بالماء ليعطي محلولاً حجمه 200mL؟
- 55%  25%  20%  5%
- ٦ كم عدد الميليلترات من  $H_2O_2$  (ماء الأكسجين المُطهر) الموضح علي ملصق علي زجاجة حيث أن تركيزه 3% علماً بأن حجمها من المحلول 400mL؟
- 5mL  12mL  30mL  20mL
- ٧ كم مولارية محلول يحتوي علي 0.9g من NaCl في 100mL من المحلول؟ ..... [NaCl=58.5]
- 0.2M  0.02M  0.1M  0.01M
- ٨ كم مولارية محلول حجمه 2L من الجلوكوز كتلته 36g؟ ..... [ الكتلة المولية للجلوكوز = 180g/mol ]
- 0.1M  0.5M  0.01M  0.05M
- ٩ ما مولارية محلول حجمه 250mL ويحتوي علي 0.7mol NaCl ، علماً بأن الكتلة المولية لكلوريد الصوديوم هي 58.5g/mol؟ .....
- 1.8M  2.1M  2.5M  2.8M

١٠ كم عدد مولات نترات الأمونيوم الموجودة في 335mL من محلول  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  تركيزه 0.4M ، علماً بأن

الكتلة المولية هي 80g/mol ؟ .....

0.134mol **د**

0.324mol **ا**

0.153mol **ب**

0.0534mol **ج**

١١ كم عدد مولات المُذاب الموجودة في  $\text{CaCl}_2$  من محلول 250mL تركيزه 2M ؟ ..... مول ، ثم

احسب عدد جرامات  $\text{CaCl}_2$  في هذا المحلول ؟ ..... [Ca=40 , Cl=35.5]

[0.5 mol – 55.5 g]

١٢ كم عدد جرامات يوديد البوتاسيوم الذي يلزم لتذوب في 500g الماء لتحضير محلول KI مولالته 0.06m ؟ .....

علماً بأن [1mL  $\text{H}_2\text{O}$  = 1 g  $\text{H}_2\text{O}$ ] ، الكتلة المولية ليوديد البوتاسيوم = 166g/mol

[5 g]

١٣ ما مولارية 4L من محلول كبريتات النحاس تحتوي علي 400g من  $\text{CuSO}_4$  ؟ ..... علماً بأن الكتلة

المولية لكبريتات النحاس هي 159.6g/mol

١٤ ما مولارية 1500mL من محلول بيكربونات الصوديوم تحتوي علي 0.06mol من بيكربونات الصوديوم

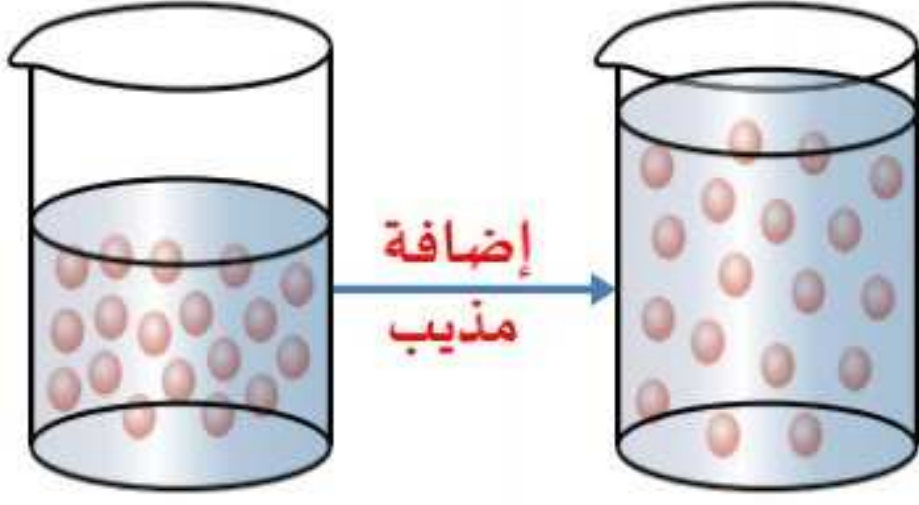
؟ ..... [Na=23 , C=12 , O=16 , H=1]

١٥ ما تركيز أيونات الفوسفات المُذابة في الماء لتكوين محلول فوسفات البوتاسيوم تركيزه 0.2M ؟

الحناوي



## تخفيف المحاليل



- المحاليل القياسية معلومة التركيز كيفية تحويلها إلى محاليل مُخففة ؟  
عن طريق إضافة المُذاب ، وبالتالي يُقلل ذلك عدد مولات المُذاب في وحدة الحجم ، لكن العدد الكلي لمولات المُذاب في المحلول تبقى كما هي ؛ لذلك عدد مولات المُذاب قبل التخفيف يساوي عدد المولات بعد التخفيف :

عدد المولات قبل التخفيف = عدد المولات بعد التخفيف .

التركيز الأصلي × الحجم الأصلي = التركيز النهائي × الحجم الكلي .

الحجم الكلي = حجم المحلول + حجم الماء المُضاف .

### مثال توضيحي :

كم حجم محلول  $MgSO_4$  مولارته 2M اللازم لتحضير 100mL من  $MgSO_4$  مولارته 0.4M ؟

∴ عدد مولات المُذاب قبل التخفيف = عدد مولات المُذاب بعد التخفيف  
∴ تركيز كبريتات الماغنسيوم الأصلي (2M) × حجم المحلول الأصلي (X mL) = تركيز كبريتات الماغنسيوم النهائي (0.4 M) × حجم المحلول الكلي (100 mL)

$$100 \times 0.4 = X \times 2 \quad \therefore$$

$$\therefore (X) \text{ حجم محلول كبريتات الماغنسيوم} = \frac{100 \times 0.4}{2} = 20\text{mL}$$

إذا توفرت لديك المحاليل المُركزة الآتية :

- ١) محلول NaCl مولارته 2M
- ٢) محلول  $KNO_3$  مولارته 4M
- ٣) محلول  $MgSO_4$  مولارته 0.5M

- احسب الحجم الذي يلزم تخفيفها من المحاليل السابقة لتحضير المحاليل الآتية :

- أ) 500mL NaCl مولارته 0.5M
- ب) 50mL  $KNO_3$  مولارته 2M
- ج) 2L  $MgSO_4$  مولارته 0.2M

## الخواص الجموعية

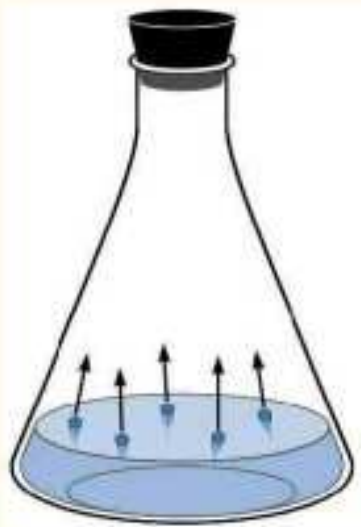
### 1 الخواص الجموعية

- « يتطلب طهي وجبات كثيرة من الطعام إضافة كميات صغيرة من الملح للماء الذي يُستخدم في عملية الطهي ، فمعظم الناس يُفضلون مذاق الطعام المُمَلح !! ، فما هو التأثير الآخر للملح علي عملية الطهي ؟؟؟!!»
  - « أيضاً في كثير من المناطق التي يكون شتاؤها بارداً وتنخفض فيها درجات الحرارة إلي ما دون الصفر ، تضطر هذه البلاد إلي رش الطرق بالملح الصلب لمنع تجمد الماء وتكوين جليد والحد من كثرة الحوادث .»
  - « أيضاً يضطر سائقو السيارات شراء بعض المواد المضادة للتجمد (Anti - gel) ويفرغونها في مبرد السيارة لتجنب تجمد مياه المبرد فيُصبح تشغيل المُحرك مُستحيلاً؛ ما أسباب هذه التأثيرات التي تخفض درجة التجمد ؟؟؟»
- وبالتالي :-

- « تختلف خواص المحاليل عن خواص المذيبات النقية لها بعد إذابة مواد غير متطايرة بها تحت نفس الظروف ، وتسمى هذه الخواص بالخواص الجموعية . ومن هذه الخواص :
- 1 انخفاض الضغط البخاري .
- 2 ارتفاع درجة الغليان .
- 3 انخفاض درجة التجمد .

### أولاً : انخفاض الضغط البخاري :

« عند وضع كمية من سائل معين وليكن ( الماء ) في إناء مغلق ، ثم التسخين نلاحظ أنه :



1 « في البداية يبدأ السائل في التبخر تدريجياً ، وتكون سرعة التبخر أكبر من سرعة التكاثر» عدد جزيئات السائل المُتبخرة أكبر من عدد جزيئات السائل المُتكثفة .»

2 « بمرور الوقت تزداد كمية البخار فيسبب ضغطاً على سطح السائل

يعرف بالضغط البخاري و تبدأ عملية التكاثر تدريجياً حتى تتساوي سرعة التكاثر مع سرعة التبخر .

و (عندما يكون سرعة التبخر = سرعة التكاثر)

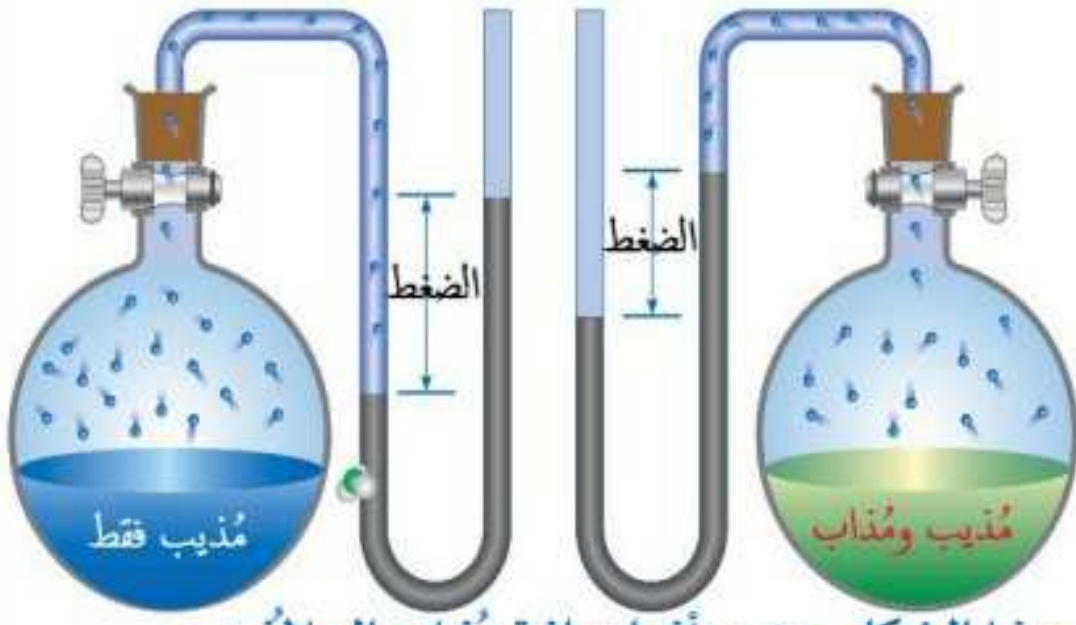
يوصف هذا النظام بأنه نظام متزن في حالة إتزان ديناميكي



### الضغط البخاري :

- « الضغط الذي يؤثر به بخار السائل علي سطح السائل ، عندما يكون البخار في حالة إتزان ديناميكي مع السائل ، داخل إناء مغلق عند ضغط و حرارة ثابتين .»

يعتمد الضغط البخاري للسائل على درجة حرارة السائل ، فكلما زادت درجة الحرارة :



هذا الشكل يوضح أثر إضافة مذاب إلى المذيب وتأثر الضغط البخاري للمذيب

١) يزداد معدل التبخر .

٢) يزداد الضغط البخاري .

الضغط البخاري للمذيب النقي أكبر من الضغط البخاري للمحلول عند نفس درجة الحرارة.

و للتوضيح انظر الجدول التالي :

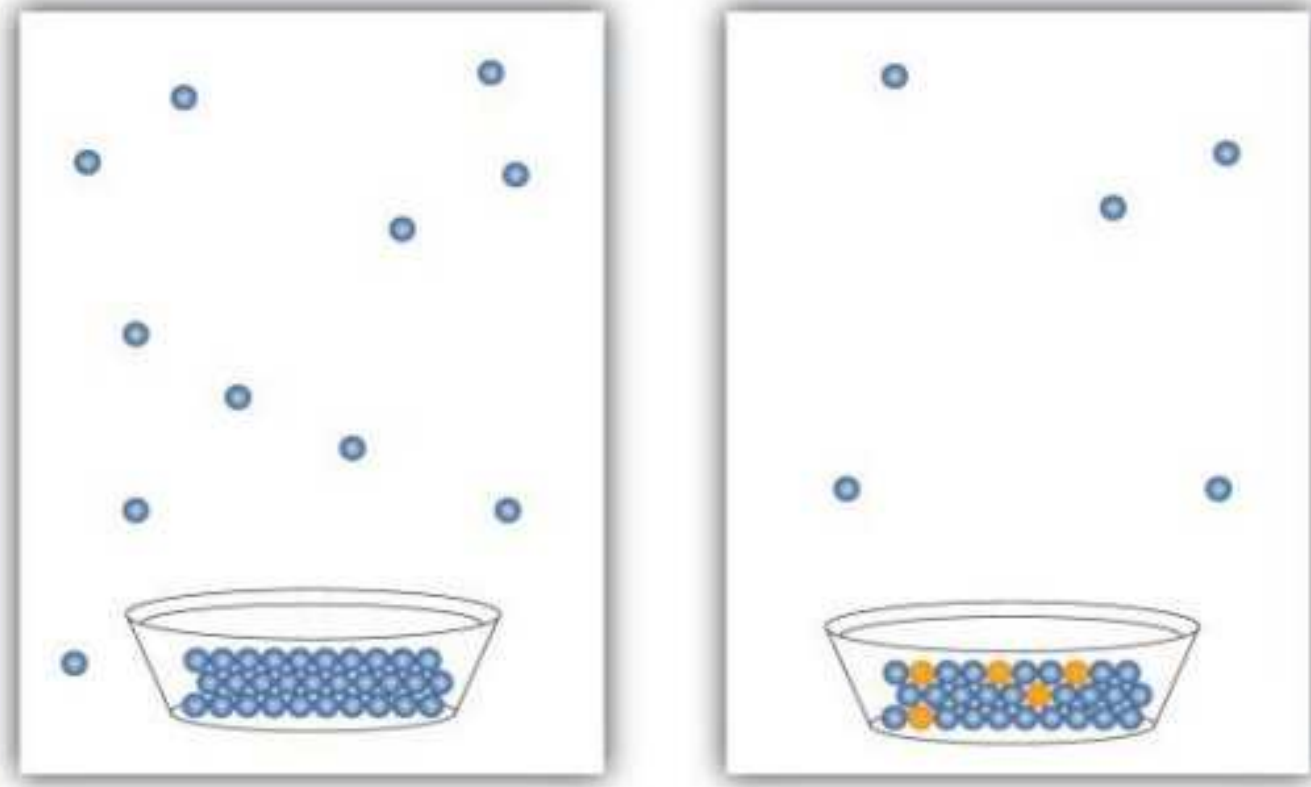
المحلول ( مخلوط متجانس )	المذيب النقي
ترتبط جزيئات المذاب بالمذيب فيقل من عدد جزيئات المذيب المعرضة للتبخر وتكون القوى التي يجب التغلب عليها هي قوى التجاذب بين جزيئات المذيب و المذاب	تكون جزيئات السطح المعرضة للتبخر جزيئات المذيب فقط وتكون القوى الوحيدة التي يجب التغلب عليها هي قوى التجاذب بين جزيئات المذيب و بعضها
قوة التجاذب بين جزيئات المذيب و بعضها	
<b>أضعف من</b>	
قوة التجاذب بين جزيئات المذيب و المذاب	
<b>لذلك نجد أن</b>	
<b>الضغط البخاري للمحلول أقل</b>	<b>الضغط البخاري للمذيب النقي أكبر</b>

عال) **الضغط البخاري للمحلول أقل دائماً من الضغط البخاري للمذيب النقي المكون له ؟**

لأن قوى التجاذب بين جزيئات المذيب و المذاب ( في المحلول ) أكبر من قوى التجاذب بين جزيئات المذيب و بعضها ( في حالة المذيب ) ، وبالتالي يقل عدد جزيئات المذيب المعرضة للتبخر من سطح المحلول .

## الضغط البخاري

ب عند إذابة مادة غير متطايرة في مذيب نقي يحدث الآتي :



لاحظ قلة الضغط البخاري (عدد جزيئات المذيب المتبخرة)

- ١ ترتبط جزيئات المذاب بالمذيب .
- ٢ فيقل عدد جزيئات المذيب المعرضة للتبخر .
- ٣ وتكون القوي التي يجب التغلب عليها هي قوي التجاذب بين جزيئات المذيب و المذاب .
- ٤ وبالتالي يقل الضغط البخاري .

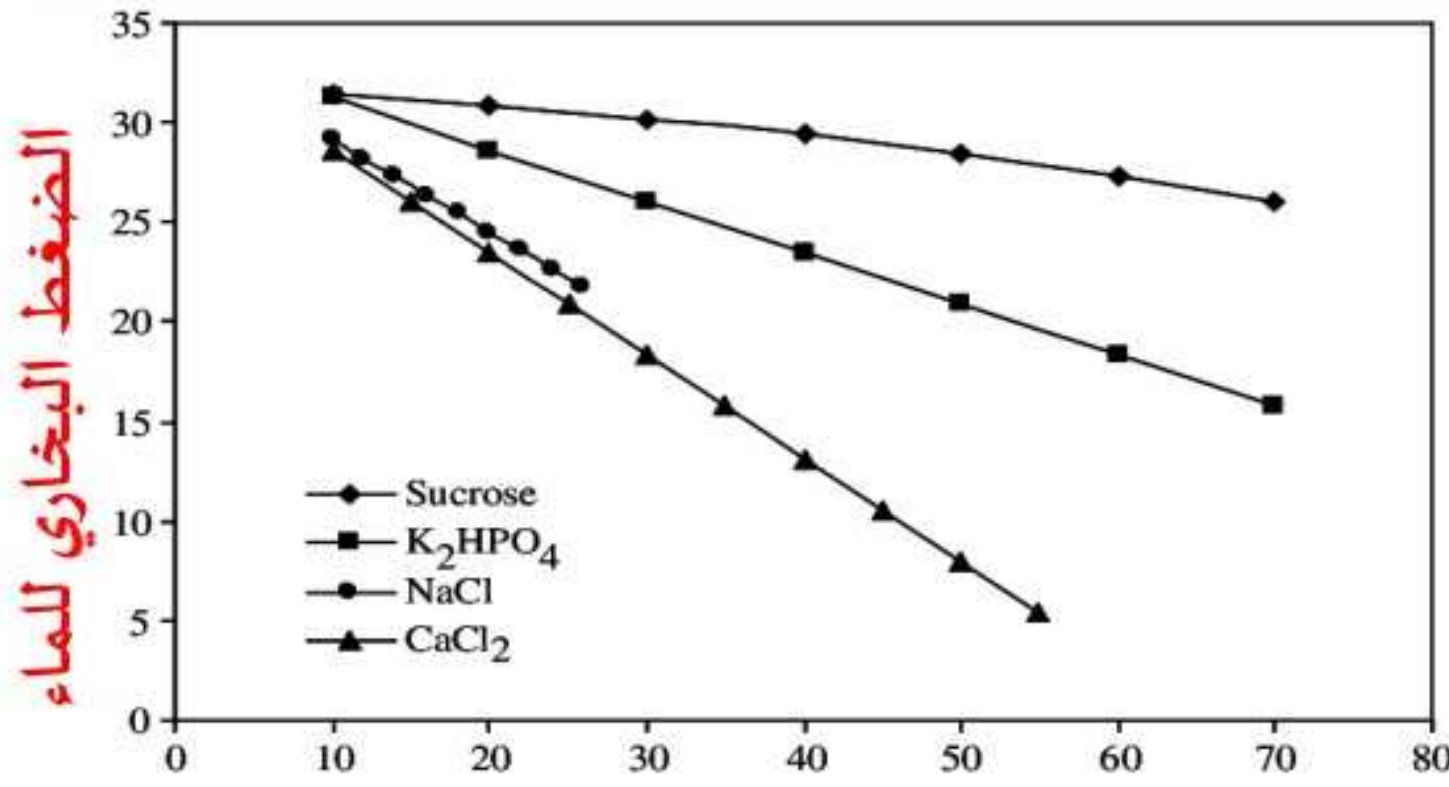


مذيب نقي  
حيث الضغط البخاري أكبر

مذيب به مادة غير متطايرة  
حيث الضغط البخاري أقل

## لاحظ أن :

- ١ كلما زادت عدد مولات أيونات أو جزيئات المذاب ؛ فإن الإنخفاض في الضغط البخاري يزداد «علاقة طردية» .
- ٢ كلما زادت عدد مولات أيونات أو جزيئات المذاب ؛ فإن الضغط البخاري يقل «علاقة عكسية» .
- ٣ الضغط البخاري لا يتوقف علي نوع المحلول بل علي عدد مولات الأيونات (بالمحلول الإلكتروليتي) وعدد مولات الجزيئات (بالمحلول اللاإلكتروليتي) .



الشكل المقابل يوضح العلاقة بين الضغط البخاري للماء وبعض المركبات عند ذوبانها في الماء :

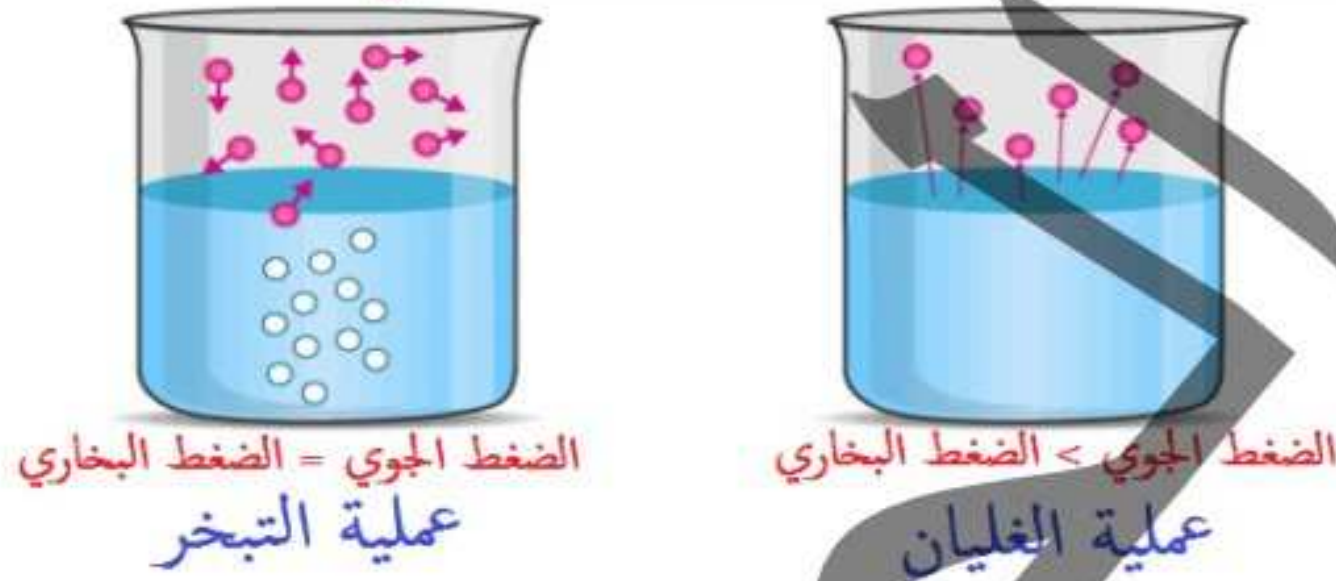
« من خلال الشكل السابق : يتضح بأن أكثر المواد المذسبة إنخفاضاً في الضغط البخاري للماء هي المادة الأكبر عدد مولات أيونات وهي (CaCl<sub>2</sub>) ثم (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>)

### ثانياً : ارتفاع درجة الغليان :

إذا استمرت درجة الحرارة في الإرتفاع حتى يصبح الضغط البخاري مساوياً للضغط الجوي فإن السائل يبدأ في الغليان ، و تسمى درجة حرارة السائل في هذه الحالة نقطة الغليان الطبيعية .

### نقطة (درجة) الغليان الطبيعية

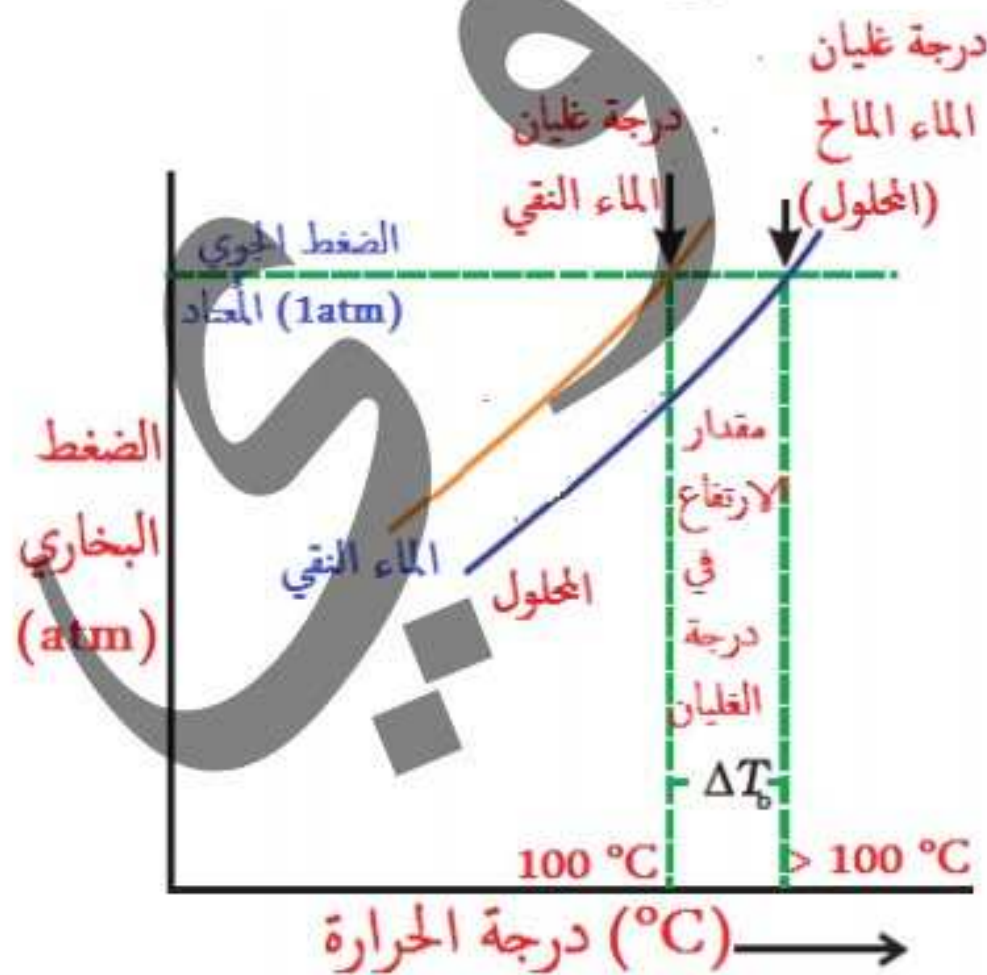
النقطة (أو : درجة الحرارة) التي يتساوى عندها الضغط البخاري مع الضغط الجوي المعتاد



### نقطة (درجة) الغليان المقاسة

النقطة (أو : درجة الحرارة) التي يتساوى عندها الضغط البخاري مع الضغط الواقع عليه .

يمكن الإستدلال على نقاء سائل من خلال درجة غليانها حيث يكون السائل نقي إذا تطابقت درجة غليانه المقاسة مع درجة الغليان الطبيعية له .



### ■ من الشكل التالي يتضح أن :

الماء النقي يغلي عند 100 °C ، في ضغط جوي مُعتاد (1atm)  
 عند إضافة نسبة من الملح في الماء النقي يصبح مخلوط متجانس ( محلول مائي ) وقد وجد أن : درجة غليانه أعلى من الماء النقي .



### من ذلك نستنتج أن :

← ارتفاع درجة غليان الماء المالح ( المحلول ) عن درجة غليان الماء النقي .  
 وتفسير ذلك هو أن : جسيمات الملح تقلل من عدد جزيئات الماء المتبخرة التي تهرب من سطح السائل ، وإذا قل عدد جزيئات البخار قل ضغطها البخاري وحتى نصل إلى نقطة الغليان نحتاج إلى زيادة الضغط البخاري حتى يتساوى مع الضغط الجوي ، فنزيد درجة الحرارة لأننا بحاجة إلى طاقة أكبر للتغلب على قوى التجاذب بين المذيب و المذاب و لزيادة عدد جزيئات الماء المتبخرة حتى يصبح ضغطها البخاري متساوي مع الضغط الجوي ، لذلك ترتفع درجة الغليان . و يتكرر ذلك مع أي مذاب غير متطاير يضاف للمذيب .

٢ تتوقف درجة غليان المحلول على : عدد مولات جزيئات أو أيونات المذاب في المحلول وليس على نوع المحلول .

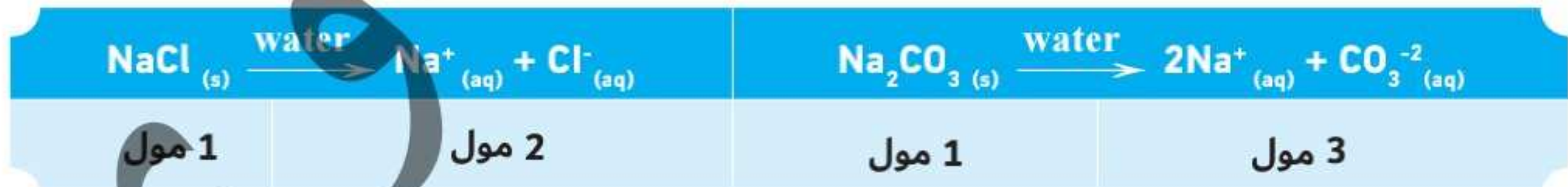


### أمثلة :

١ محلول 0.2M من ملح الطعام NaCl يحدث به نفس التغيرات الذي يحدث لمحلول 0.2M من نترات البوتاسيوم  $KNO_3$  نظراً لتساوي عدد مولات الملح الناتجة من تفككه عند الإذابة .



٢ ولكن إذا قارنا درجة غليان محلول 0.2M من ملح الطعام NaCl مع درجة غليان محلول 0.2M كربونات صوديوم  $Na_2CO_3$  فنجد ارتفاع درجة الغليان بدرجة أكبر في حالة محلول كربونات صوديوم نظراً لزيادة عدد مولات الملح الناتجة من تفككه عند الإذابة .



## تعليقات هامة

عال يمكن الإستدلال على نقاء السوائل من درجة غليانها ؟

عال لأن السوائل النقية تتساوى فيها درجة الغليان المقاسة مع درجة الغليان الطبيعية .

عال اختلاف درجة غليان الماء المالح عن درجة غليان الماء النقي ؟

عال لأن إضافة الملح للماء ترفع من درجة غليان المحلول عن الماء النقي حيث أن :

- ١ جسيمات الملح تقلل جزيئات الماء التي تهرب من سطح السائل .
- ٢ فيقل الضغط البخاري .
- ٣ ويحتاج الماء إلى طاقة أكبر .
- ٤ و بالتالي ترتفع درجة الغليان .

عال درجة غليان محلول كلوريد الصوديوم تساوي درجة غليان محلول نترات البوتاسيوم الذي له نفس التركيز؟

عال لأن كل منهما ينتج نفس عدد مولات الأيونات في المحلول .



عال ارتفاع درجة غليان محلول كربونات الصوديوم عن درجة غليان محلول كلوريد الصوديوم الذي له نفس التركيز ؟

عال بسبب زيادة عدد مولات الأيونات الناتجة في حالة كربونات الصوديوم عن كلوريد الصوديوم .

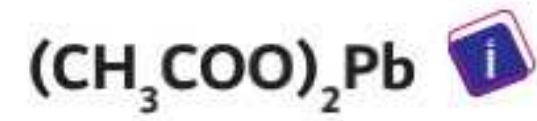
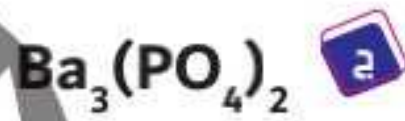
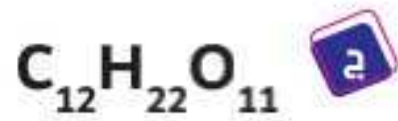


س١ محلولين لهما نفس التركيز أحدهما من ملح الطعام و الآخر من كربونات الصوديوم ، وضح أيهما أعلى في

درجة الغليان مع التفسير .

س٢ أيًا من المحاليل الآتية عند ذوبان كتلة متساوية منها في 100g من الماء تكون لها الأرتفاع الأكبر في

درجة الغليان ؟



## ثالثاً انخفاض درجة التجمد

◀ عند إضافة مذاب غير متطاير ك ( الملح ) إلى مذيب ما يؤثر ذلك تأثيراً عكسياً على درجة تجمد المحلول

عما يحدث في درجة الغليان . أي يحدث انخفاض في درجة تجمد المحلول

◀ فعند إضافة مذاب إلى المذيب : تنخفض درجة تجمد المذيب عن حالته النقية ، لأن قوى التجاذب بين

المذيب و المذاب في المحلول ، تعوق تحول المذيب من سائل إلى صلب ( بلورات جليد )

## تطبيق على درجة التجمد :



في المناطق الجليدية: يتم رش كميات كبيرة من الملح على الطرق الجليدية عقب سقوط الأمطار، حتى يمنع انزلاق السيارات ويقلل من الحوادث حيث أن ذوبان الملح في ماء المطر يقلل من درجة تجمده فتقل كمية الجليد على الطريق .

يتناسب مدى الإنخفاض في نقطة تجمد المحلول تناسباً طردياً مع عدد مولات جسيمات المذاب الذائبة في المذيب ولا يعتمد علي طبيعة كل منهما .

## تجربة للتوضيح

التجربة الأولى	التجربة الثانية
إضافة مول من الجلوكوز ( 180g ) إلى 1000g ماء	إضافة مول من كلوريد الصوديوم ( 58.5g ) إلى 1000g ماء .
الملاحظة	
يتجمد المحلول الناتج عند $- 1.86^{\circ}\text{C}$	يتجمد المحلول الناتج عند $- 3.72^{\circ}\text{C}$
أي أن درجة تجمد محلول الملح أقل من درجة تجمد محلول السكر	
التفسير	
لأن مولاً واحداً من NaCl ينتج مولين من الأيونات ، ويؤدي ذلك إلى مضاعفة الإنخفاض في درجة التجمد . أي أنه كلما زاد عدد مولات جسيمات المذاب الذائبة في المذيب يزداد الإنخفاض في درجة تجمد المحلول (أي : تقل درجة تجمد المحلول)	

## تعليقات هامة

علال درجة تجمد المحلول أقل دائماً من درجة تجمد المذيب النقي المكون له ؟

علال عند إضافة مذاب الي المذيب : تنخفض درجة تجمد المذيب عن حالته النقية ؟

لأن قوى التجاذب بين المذيب و المذاب في المحلول ، تعوق تحول المذيب من سائل إلى صلب (بلورات جليد ) فيلزم خفض حرارة المحلول إلى درجة أقل من درجة تجمد المذيب النقي ، حتى تنفصل بلورات المذاب عن بلورات المذيب .





## تدريب محلول :

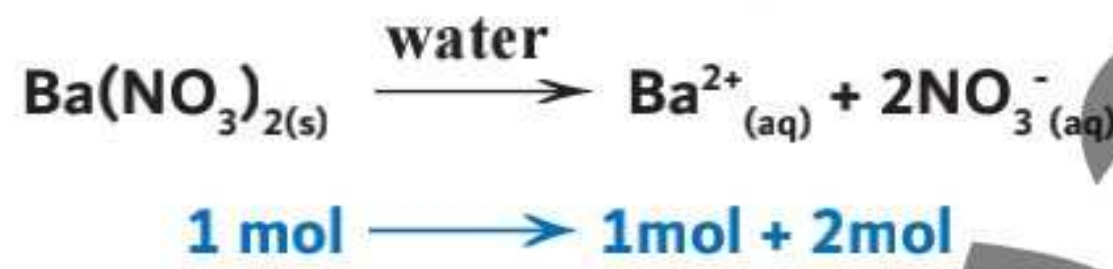
س1 ما التغير المُتوقع في درجة تجمد الماء في محلول مكون من 62.5g من نترات الباريوم  $Ba(NO_3)_2$  و 1Kg من الماء ؟ (الكتلة المولية لنترات الباريوم = 261g/mol)

طريقة الحل :

ب نحسب التركيز المولالي :-

$$0.24m = \frac{62.5}{261} = \frac{\text{عدد مولات المُذاب (mol)}}{\text{كتلة المُذيب (Kg)}}$$

ب نحسب عدد مولات الأيونات الناتجة عن ذوبان نترات الباريوم :-



ب حساب التركيز المولالي للأيونات الناتجة :-

$$0.72 \text{ mol} = 0.24 \text{ m} \times 3 \text{ mol}$$

د حساب الإنخفاض في درجة التجمد (التغير المتوقع) من خلال القانون المُستخدم :-

$$\Delta T_f = -1.86 \times 0.72 = -1.336 \text{ }^\circ\text{C}$$

س2 ما مقدار الإنخفاض في درجة التجمد المتوقع لمحلول يحتوي علي 0.2mol من كبريتات الماغنسيوم مُذابة في 1Kg من الماء ؟

[-7.4 °C]

س3 إذا كانت درجة تجمد لمحلول مائي من كلوريد الصوديوم  $-0.20^\circ\text{C}$  ، فما مولالية هذا المحلول ؟

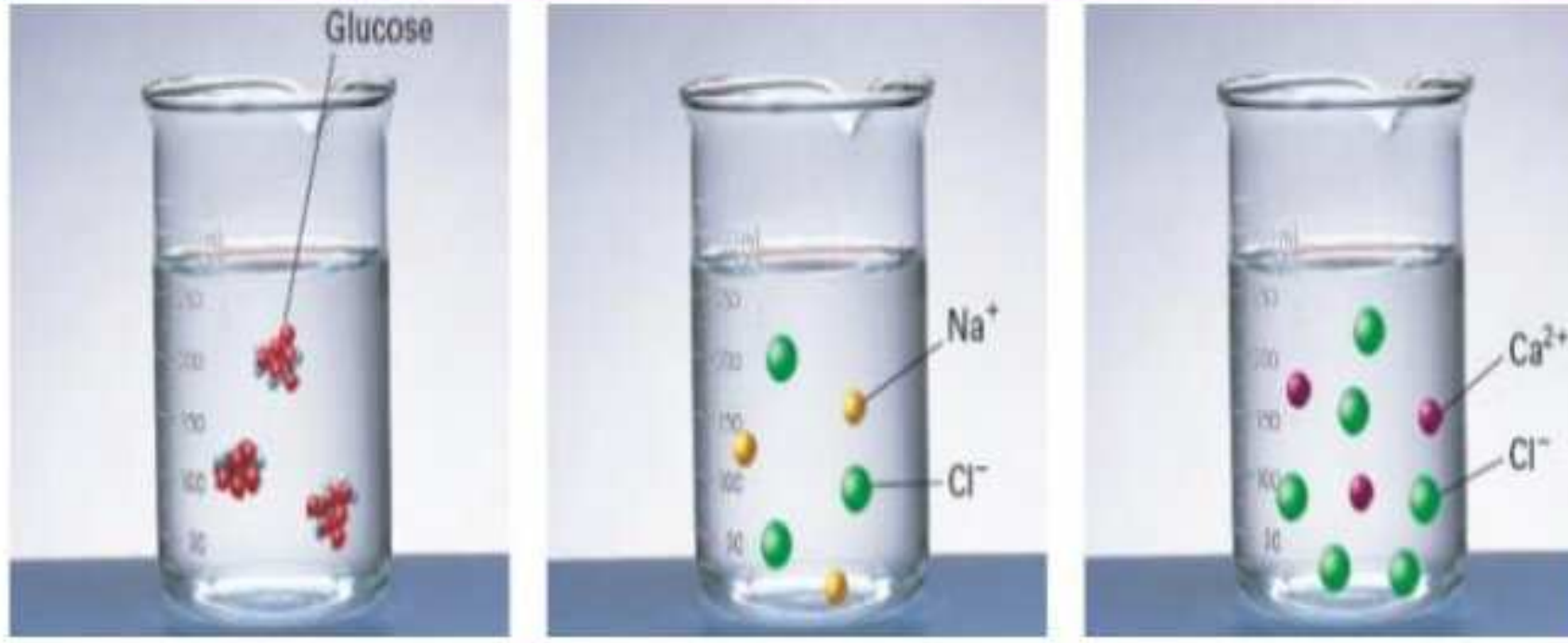
[0.054 m]

س4 تنخفض درجة تجمد الماء إلي  $-0.39^\circ\text{C}$  ، عندما يُذاب 3.9g من مُذاب جزيئي وغير مُتطاير في 475g من الماء ، احسب الكتلة المولية للمُذاب ؟

[39.2 g/mol]

س5 محلول يحتوي علي 16.9g من مركب جزيئي وغير مُتطاير في 250g من الماء ودرجة تجمده  $-0.744^\circ\text{C}$  ، ما الكتلة المولية للمُذاب ؟

[169 g/mol]



الشكل المقابل يوضح ذوبان الجلوكوز  
وكلوريد الصوديوم  
وكلوريد الكالسيوم في الماء :

من خلال الشكل نلاحظ أن :

الجلوكوز لا يتأين بل يذوب في الماء وبالتالي فإن عدد مولات الجزيئات الناتجة عن ذوبانه = 1 مول جزيء



ملح الطعام يتفكك في الماء وبالتالي فإن عدد مولات أيوناته = 2 مول أيون



كلوريد الكالسيوم يتفكك في الماء وبالتالي فإن عدد مولات أيوناته = 3 مول أيون (1 مول أيون كالسيوم



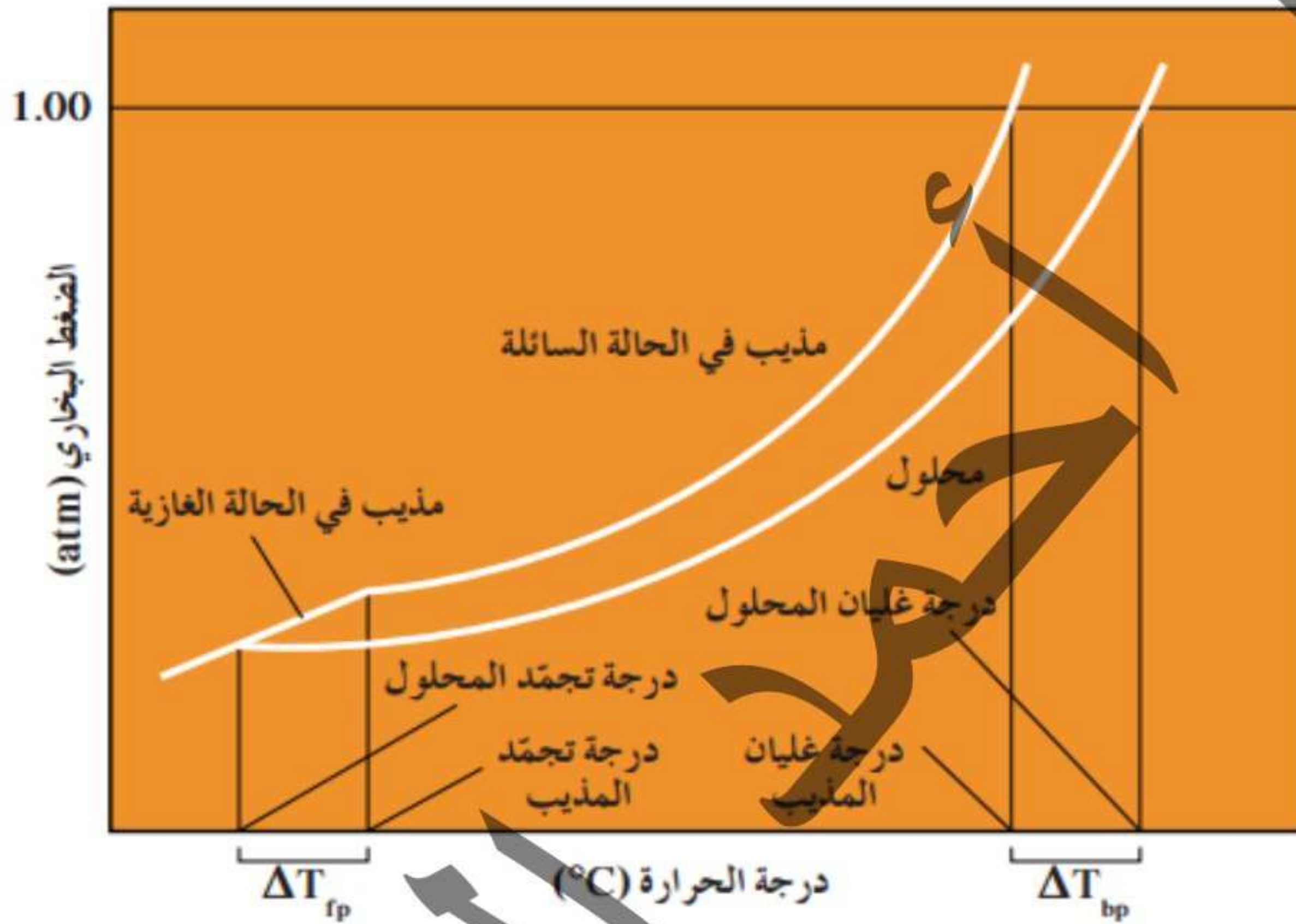
أكبر عدد مولات أيونات .. أكبر إنخفاض في الضغط البخاري ، أكبر ارتفاع في درجة الغليان ، أكبر إنخفاض في درجة التجمد (وهو كلوريد الكالسيوم) والعكس صحيح .

### ملخص الخواص الجمعية للمحاليل

ماذا يحدث عند : إضافة مذاب غير متطاير ( كملح الطعام ) إلى مذيب نقي ؟

<p>١ ترتبط جزيئات المذاب بالمذيب</p> <p>٢ فيقل عدد جزيئات المذيب المعرضة للبخار</p> <p>٣ تكون القوى التي يجب التغلب عليها هي قوى التجاذب بين جزيئات المذيب و المذاب</p> <p>٤ فيقل الضغط البخاري .</p>	بالنسبة للضغط البخاري
<p>١ جسيمات المذاب (كالمح) تقلل جزيئات الماء التي تهرب من سطح السائل .</p> <p>٢ فيقل الضغط البخاري . ٣ ويحتاج الماء إلى طاقة أكبر (تسخين).</p> <p>٤ فترتفع درجة الغليان</p>	بالنسبة لدرجة الغليان
<p>قوى التجاذب بين المذيب و المذاب في المحلول ، تعوق تحول المذيب من سائل إلى صلب (بلورات جليد)</p> <p>فتنخفض درجة تجمد المذيب عن حالته النقية .</p>	بالنسبة لدرجة التجمد

الشكل البياني المُقابل : يوضح التغير في الضغط البخاري ودرجتي غليان وتجمد المُذيب النقي(الماء النقي) ، عند إذابة مادة غير مُتطايرة فيه لتكوين محلول :-



### أسئلة تدريب علي الخواص الجمعية

- ١) محاليل متساوية التركيز ، أيًا منها يكون له أكبر ضغط بخاري ؟
  - أ) حمض الفورميك .
  - ب) ملح الطعام .
  - ج) فوسفات الصوديوم .
  - د) كبريتات البوتاسيوم .
- ٢) درجة غليان محلول مولالي من ملح الطعام ..... درجة غليان محلول مولالي من سكر الجلوكوز .
  - أ) أعلى من
  - ب) أقل من
  - ج) تساوي
  - د) نصف
- ٣) أيًا من المحاليل الآتية (متساوية التركيز) تكون درجة غليانه هي الأكبر ؟ .....
  - أ) نترات الصوديوم .
  - ب) كلوريد الكالسيوم .
  - ج) كبريتات الألومنيوم .
  - د) حمض الخليك .
- ٤) أيًا من المحاليل الآتية تكون أعلى في درجة الغليان ؟ .....
  - أ) 0.5m K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
  - ب) 1m K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
  - ج) 0.5m FeCl<sub>3</sub>
  - د) 1m FeCl<sub>3</sub>

٥ عند إذابة 15g من مادة إلكتروليتة غير مُتأينة (كتلتها الجزيئية = 60g/mol) في 500g من الماء ، فإن

درجة تجمد المحلول تقل بمقدار ؟ .....

- 1.86°C  أ 3.72°C  ب 0.93°C  ج 5.58°C  د

٦ أيًا المحاليل الآتية متساوية التركيز درجة تجمدها هي الأقل ؟ .....

1. كلوريد البوتاسيوم  أ  
2. كلوريد الحديد III  ب  
3. الجلوكوز  ج  
4. كلوريد الباريوم  د

٧ إذا كانت درجة تجمد ملح (X) تركيزه (1mol/Kg) هي -5.58°C ، فإن الملح الناتج يحتمل أن يكون .....

1. كلوريد الصوديوم  أ  
2. كبريتات الحديدوز  ب  
3. كربونات الصوديوم  ج  
4. كبريتات الحديد  د

٨ عند قياس درجتبي تجمد وغليان محلول مائي من كلوريد الصوديوم قد تكون قراءتي الترمومتر هي .....

1. 0°C / 100 °C  أ  
2. -7.44°C / 102 °C  ب  
3. -7.44°C / 98 °C  ج  
4. 0°C / 102 °C  د

٩ أيًا من العوامل الآتية تعتمد عليها الخواص الجمعية للمحاليل ؟ .....

1. تركيز جسيمات المُذاب في المحلول  أ  
2. درجة تشبع المحلول  ب  
3. نوع جسيمات المُذاب  ج  
4. درجة إنصهار جسيمات المُذاب  د

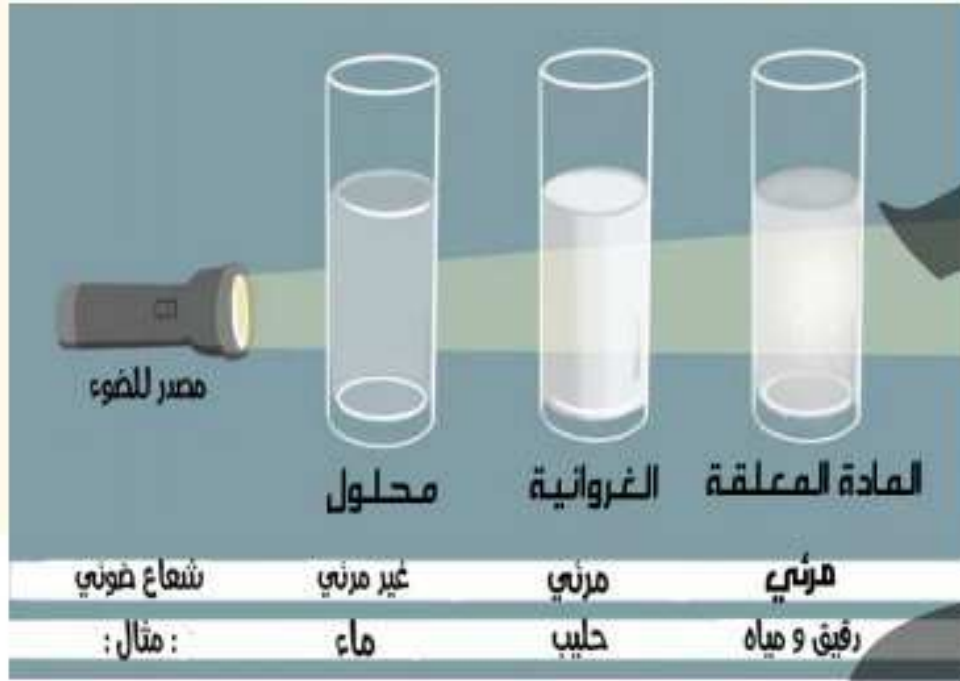
١٠ ما الصيغة الكيميائية لمُلاح إذا كانت درجة تجمد محلول مولالي من ملح الصوديومي = -5.58°C ؟

## خواص الغرويات والمعلقات

### مقدمة

- تعرفنا سابقاً علي أن المخاليط نوعان :  
١) مخاليط مُتجانسة :- وهي المحاليل .  
٢) مخليط غير مُتجانسة :- وهما [المُعلقات - الغرويات ] .
- سنتعرف علي بعض الخواص الفيزيائية للمخاليط المُتجانسة والغير مُتجانسة :

### أولاً : ظاهرة تندال :



- ظاهرة تندال : تأثير لتبعثر الضوء في جزيئات المادة الغروية أو في جزيئات المادة المُعلقة .
- المحلول الحقيقي ينفذ الضوء الساقط عليه لصغر قطر دقائقه المكونة له .
- الغروي (أو الغرواني) والمُعلق يُشتت الضوء الساقط عليهما لكبر قطر دقائقهما المكونة لهما .

### ثانياً : الأنظمة الغروية :-

يتكون النظام الغروي من :

- ١) دقائق غروية تُعرف بالصنف المُنتشر .
- ٢) وسط تنتشر فيه الدقائق الغروية يُعرف بوسط الإنتشار .
- ٣) الصنف المُنتشر يُشبه المُذاب في المحلول .
- ٤) وسط الإنتشار يُشبه المُذيب في المحلول .



الضباب من الغرويات ، فهو يتبع ظاهرة تندال ويشتت الضوء الساقط عليه .



الماء في سائل

المايونيز

الكريمة

غاز

في سائل

الداخان

صلب

في غاز

السحاب

سائل

في غاز

الزجاج الملون

صلب

في صلب

الجيلاتين

سائل

في صلب

المنسوج

غاز

في صلب

الدهان

صلب

في سائل

الحناوي



الجدول التالي يوضح بعض الأنظمة الغروية وأمثلة عليها :-

أمثلة	النظام الغروي	
	وسط الانتشار	الصف المنتشر
<p>" لا يوجد نظام غروي غاز في غاز " لأن الغازات تمتزج إمتزاجاً تاماً ببعضها البعض (تجانس تام) مكونة مخاليط متجانسة(محاليل) وليست غرويات .</p>	لا يوجد	غاز
	الكريمة - فقاعات الصابون - زجاجة مشروبات غازية غير مُثلجة بعد فتحها ورجها - زُلال البيض المخفوق "نظام غروي مكون من الهواء(غاز) في البيض(سائل) ويتم خفق البيض باستخدام مضرب كهربائي"	غاز
	حجر الخُف - الاسفنج - الفوم - حلوي الهلام المصنوعة من السكر "غزل البنات" (وهو عبارة عن الهواء(غاز) في السكر(صلب)	صلب
	رذاذ الأيروسولات"البخاخات"	غاز
	مُستحلب المايونيز - مُستحلب الزيت والخل	سائل
	چل الشعر - الجيلي - الجيلاتين - المراهم - الجبنة	صلب





العُبار أو التراب في الهواء أو الدخان في الهواء

غاز



الدهانات  
"نظام غروي مكون من مسحوق التلوين(صلب) في المذيب(سائل) - الدم - اللبن - النشا في الماء - الشامبو - مُنعم الشعر

سائل

صلب

" لا يوجد نظام غروي صلب في صلب " لأن المواد الصلبة تمتزج إمتزاجاً تاماً ببعضها البعض (تجانس تام) مكونة مخاليط مُتجانسة(محاليل) وليست غرويات .

لا يوجد

صلب

### طرق تحضير الغرويات :

١ طريقة الإنتشار .

٢ طريقة التكتيف .

### 1 طريقة الإنتشار :

طريقة يتم فيه تفتيت الدقائق كبيرة الحجم إلي دقائق بحجم دقائق الغروي ؛ ومن ثم تُضاف إلي

وسط الإنتشار مع التقليب .

من أمثلة الغرويات بطريقة الإنتشار :

١ سحق النشأ وتفتيته بحجم الغروي

٢ وضعه في الماء

٣ تقليب النشأ في الماء .

٤ التسخين .

- يتكون نظام غروي (صلب في سائل) بطريقة الإنتشار .

- دقائق النشأ (الصنف المُنتشر) في الماء (وسط الإنتشار)



## 2 طريقة التكثيف : (عكس طريقة الإنتشار) :-

طريقة يتم فيها تجميع الدقائق صغيرة الحجم إلى دقائق بحجم دقائق الغروي وتُجرب عن طريق

أيًا من العمليات الآتية :

العملية الأولى : عملية التحلل المائي :- المحاليل الغروية لأكاسيد الفلزات وهيدروكسيدات

الفلزات (للإطلاع فقط) .

العملية الثانية : عملية الأكسدة والاختزال « مثل : تفاعل محلول كبريتيد الهيدروجين مع غاز ثاني

أكسيد الكبريت »

من أمثلة الغرويات بطريقة التكثيف بعملية الأكسدة والاختزال :-

١ إضافة محلول كبريتيد الهيدروجين إلى غاز ثاني أكسيد الكبريت ،

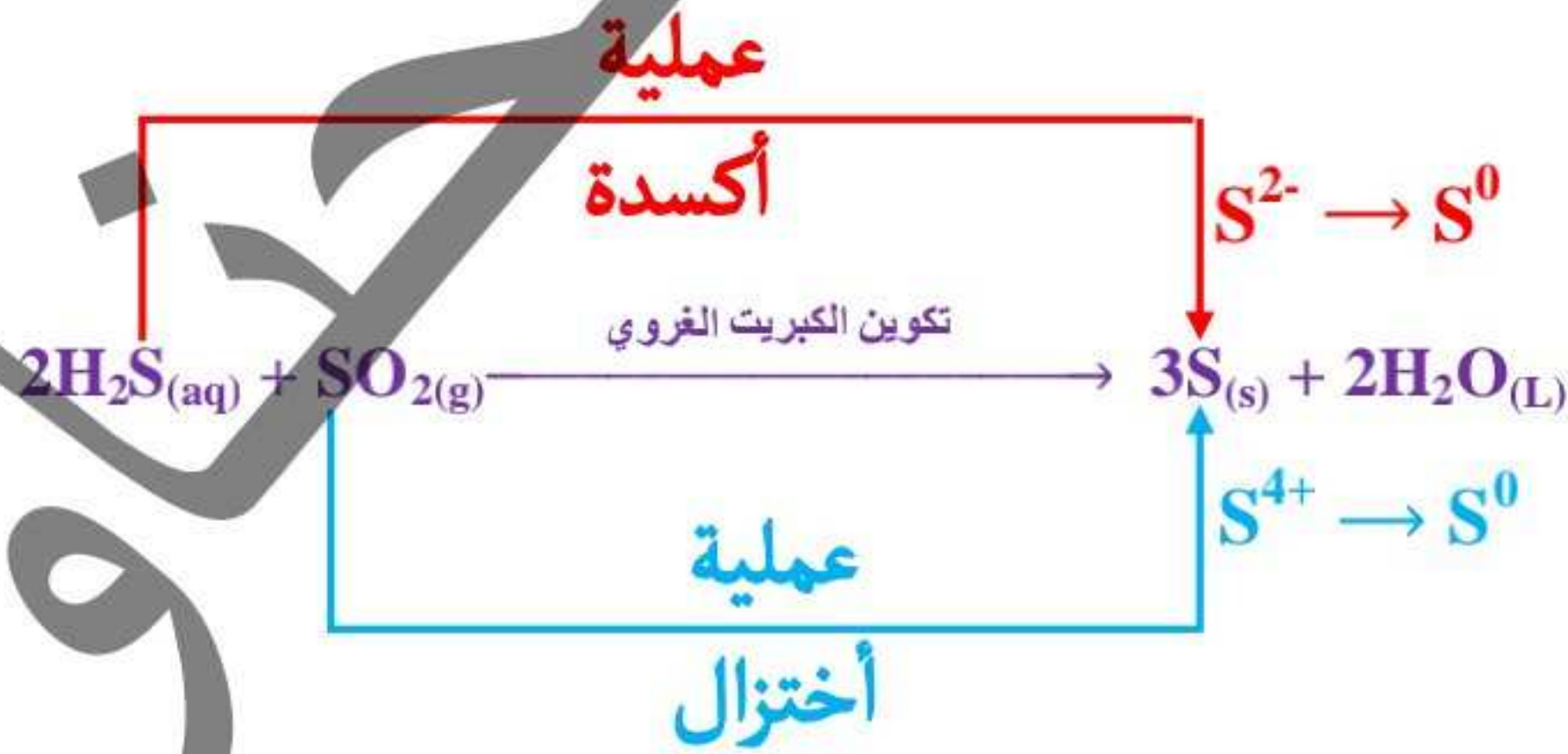
٢ يتجمع الكبريت الغروي ،

٣ يتكون نظام غروي «تجميع ذرات الكبريت بحجم دقائق الغروي في الماء»

٤ ما حدث من أكسدة واختزال : أيون الكبريتيد السالب  $S^{2-}$  بمحلول كبريتيد الهيدروجين يحدث

له عملية أكسدة ويتحول إلى كبريت ذري ، أيون الكبريت الموجب  $S^{4+}$  بغاز ثاني أكسيد الكبريت

يحدث له عملية اختزال ويتحول إلى كبريت ذري ، تبعاً للمعادلة التالية :



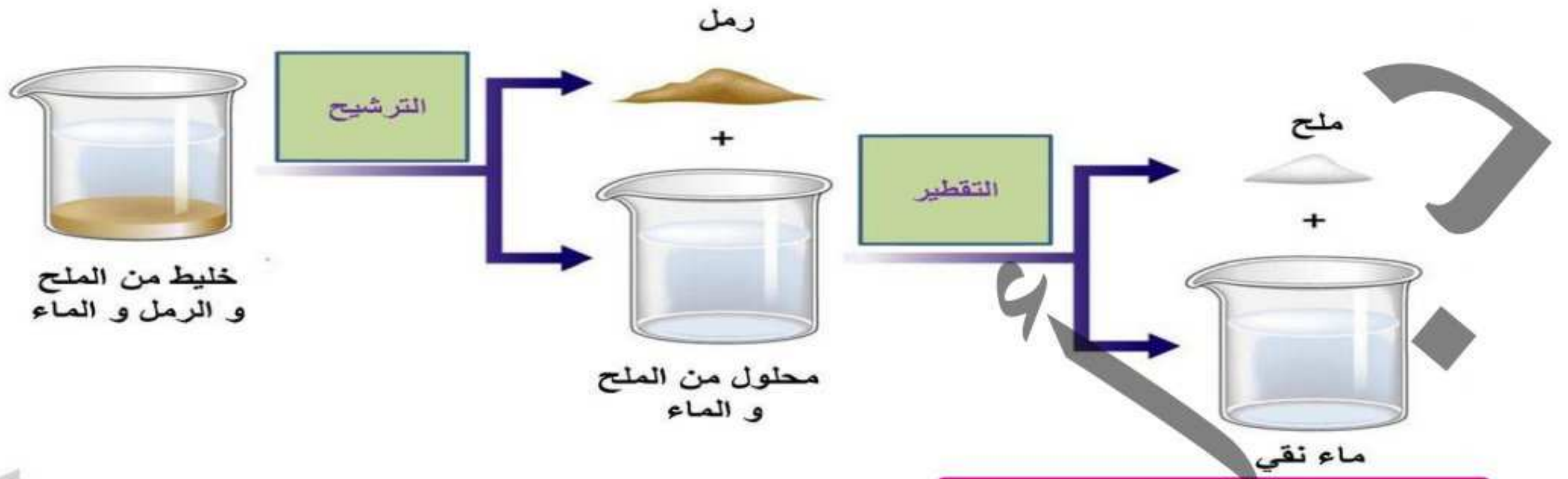
يوجد عمليات أخرى كالتبادل المزدوج وكإستبدال المذيب ...

المُعلق	الغروي	المحلول الحقيقي	
مخلوط غير مُتجانس يتكون من مُعلق صلب في سائل	مخلوط غير مُتجانس (يبدو مُتجانس ظاهرياً) يتكون من الصنف المُنتشر(كالنشأ) ووسط الإِنشَار(كالماء)	مخلوط مُتجانس يتكون من المُذاب(الكسكس) و المُذِيب (كالماء) "تتوزع دقائقه بشكل مُنتظم لذا يكون مُتماثلًا ومُتجانسًا تجانسًا تامًا في تركيبه وخواصه"	التجانس
أكبر من 1000 nm	تتراوح ما بين (1 : 1000 nm)	أقل من 1 nm	فطر الدقائق المكونة له
يمكن تمييز الدقائق المكونة له بالعين المُجردة أو بالمجهر	يمكن تمييز الدقائق المكونة له بالمجهر الإلكتروني فقط(الميكروسكوب) وليس بالعين المُجردة	لا يُمكن تمييز الدقائق المكونة له سواء بالعين المُجردة أو بالمجهر الإلكتروني (الميكروسكوب) نظرًا لتجانس قاتقه الشديد	تمييز الدقائق
يُشتت الضوء الساقط عليه	يُشتت الضوء الساقط عليه	ينفذ الضوء الساقط عليه ولا يُشتته أو يعكسه	نفاذية الضوء (ظاهرة تدال)
تترسب سواء تم رجها أم لا	لا تترسب (ولكن من المُمكن أن تترسب إذا تُركت بدون رج)	لا تترسب سواء تم رجها أم لا	ترسب الدقائق
يُمكن فصلها (عن طريق فصل المُعلق الصلب عن السائل) "حيثُ تحتجز ورقة الترشيح الدقائق الصلبة المُعلقة في حين ينفذ الماء من خلالها"	لا يُمكن فصلها	لا يُمكن فصلها	فصل الدقائق بالترشيح

<p>ملح الطعام في الكيروسين سكر المائدة في الكيروسين كلوريد الكوبلت II في الكيروسين الزيت في الماء الطباشير (الحجر الجيري) في الماء (كربونات الكالسيوم في الماء) الرمال أو الطحني في الماء هيدروكسيد الماغنسيوم في الماء (البن الماغنسيا) المضادات الحيوية التي يلزم رجاها قبل الاستعمال الأملاح الغير ذائبة في الماء (الرواسب في الماء)</p>	<p><b>- غاز (صنف مُنتَش)</b> غاز : لا يوجد سائل : الكريمة و زلال البيض المخفوق و فقاكات الصابون وزجاجات المشروبات الغازية صلب : حلوي الأهلَام و حجر الخُف و الاسفنج والفوم</p> <p><b>- سائل (صنف مُنتَش)</b> غاز: رذاذ الايروسولات سائل : مُستحلب المايونيز و مُستحلب الزيت والخل صلب : جل الشعر والجيلي والجيلاتين والمرام - <b>صلب (صنف مُنتَش)</b> غاز: الغبار في الهواء أو التراب في الهواء سائل : الدهانات والدم واللبن والنشأ في الماء والشامبو و مُنعم الشعر صلب : لا يوجد</p>	<p><b>- غاز (مُذَيب)</b> غاز: الهواء الجوي - الغاز الطبيعي سائل : قطرات بخار الماء في الهواء صلب : دقائق الغبار في الهواء</p> <p><b>- سائل (مُذَيب)</b> غاز: المشروبات الغازية والأكسجين الذائب في الماء سائل: الكحول في الماء و الإيثيلين جليكول في الماء صلب : ملح الطعام في الماء و سكر المائدة في الماء و كلوريد الكوبلت II في الماء و أملاح النترات في الماء و أملاح الصوديوم في الماء و أملاح الأمونيوم في الماء وأملاح البيكربونات في الماء</p> <p><b>- صلب (مُذَيب)</b> غاز: الهيدروجين علي البلاتين أو علي البلاتيوم سائل : مُملغم الفضة <math>Hg_{(l)}</math> / <math>Ag_{(s)}</math> صلب : السبائك كالبرونز والنيكل كروم</p>
---	---	---

أمثلة

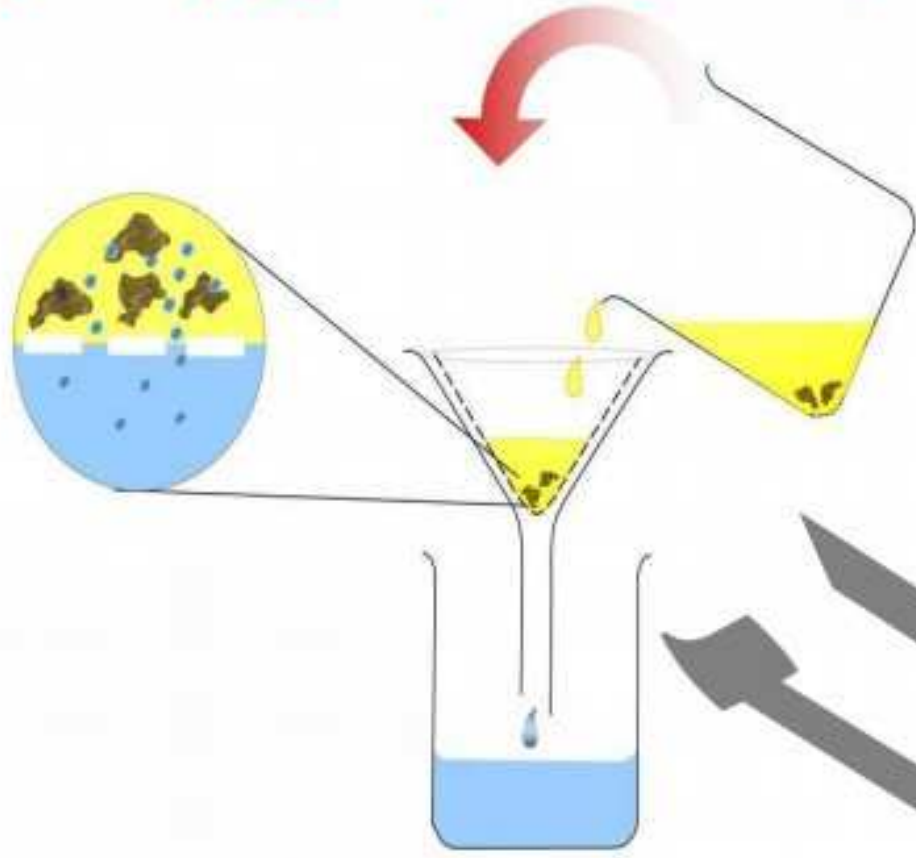
كيف يُمكن فصل خليط مكون من رمل وملح وماء؟



من طرق فصل المخاليط

١ الترشيح : عن طريق فصل المادة الصلبة الغير قابلة للذوبان في الماء باستخدام قمع وورقة الترشيح

« مثل فصل الرمل عن ملح الطعام باستخدام الماء كْمُذيب »



٢ التبخير أو التبلور : عن طريق تسخين المادة الصلبة المُذابة في محلول

« مثل تسخين ملح الطعام المُذاب في الماء حتي تمام تبخير الماء »



٣ التقطير البسيط : عن طريق تسخين وتكثيف المُذيب من المحلول.

« مثل فصل الماء بالتبخير ثم تكثيف البخار الناتج »





### أسئلة تدريب علي خواص المحاليل والغرويات والمعلقات :

١ كل المخاليط الآتية تُعبر عن حالة وسط بين المحلول الحقيقي والمُعلق عدا .....

- أ الزيت والخل .  
ب الكيروسين والملح .  
ج الدهانات .  
د الدم .

٢ قطر دقائق الزيت من المايونيز قد تساوي .....

- أ 0.5nm  
ب 0.25nm  
ج 600nm  
د 1200nm

٣ الضباب الذي يُعرف بالشبورة نظام غروي .....

- أ غاز في سائل .  
ب صلب في غاز .  
ج غاز في غاز .  
د سائل في غاز .

٤ ما المخلوط الذي يُمكن فصله باستخدام ورقة الترشيح ؟ .....

- أ النحاس ومحلول مائي من كلوريد النحاس II  
ب محلول مائي من كلوريد النحاس II وكلوريد الصوديوم .  
ج الماء والكحول الإيثيلي .  
د الإيثيلين جليكول والماء .

٥ وضع كيف يُمكنك فصل :

- أ الزيت والماء .  
ب السكر والملح والماء .  
ج الرمل والماء .

الخطأ في



# الفصل الثاني

## الأحماض والقواعد

# محتويات الفصل

1  
الدرس

استخدامات الأحماض والقواعد ونظريات تفسير الأحماض والقواعد

2  
الدرس

تصنيف الأحماض والقواعد وطرق تحضير الأملاح

إعداد : د/ أحمد الحناوي

استخدامات الأحماض والقواعد ونظريات تفسير الأحماض والقواعد

أولاً استخدامات الأحماض والقواعد :-

تمثل الأحماض والقواعد جزءاً كبيراً من حياة الانسان مثلاً :

حيث تدخل الأحماض في صناعة :



٢ الأدوية .

١ الأسمدة .

٤ البطاريات .

٣ المتفجرات .

٦ المشروبات الغازية .

٥ البلاستيك .

٧ زبادي والجبن .

وحيث تدخل أيضاً القواعد في صناعة :



٢ الأدوية .

١ الصابون .

٤ المنظفات الصناعية .

٣ الأصباغ .

و الجدول التالي يوضح بعض المنتجات والأحماض أو القواعد الداخلة في تركيبها

المنتج	القاعدة المستخدمة	المنتج	الحامض المستخدم
الصابون	هيدروكسيد الصوديوم	النباتات الحامضية ( ليمون ، برتقال ، طماطم )	حمض الستريك . حمض الأسكوربيك
صودا الخبيز	بيكربونات الصوديوم	منتجات الألبان ( الجبن ، الزبادي )	حمض اللاكتيك
صودا الغسيل	كربونات الصوديوم المتهدرته	المشروبات الغازية	حمض الكربونيك . حمض الفوسفوريك





القواعد	الأحماض	وجه المقارنة
<p>لها طعم قابض (مر) - لملمسها صابوني</p>	<p>لها طعم لاذع</p>	<p>الطعم</p>
<p>تُزرق صبغة عباد الشمس تُزرق ورقة عباد الشمس الحمراء المُبللة بالماء</p> 	<p>تُحمر صبغة عباد الشمس تُحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء المُبللة بالماء</p> 	<p>التأثير على عباد الشمس</p>
<p>مع الأحماض و تعطي ملحاً و ماء .</p>	<p>١. مع القواعد و يعطي ملحاً و ماء . ٢. مع الفلزات النشطة و يتصاعد الهيدروجين <math>H_2</math> الذي يشتعل بفرقة عند تقريب شظية مُشتعلة إليه ٣. مع أملاح الكربونات أو البيكربونات ويحدث فوران و يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعكر ماء الجير الرائق <math>Ca(OH)_2</math> هيدروكسيد الكالسيوم .</p> 	<p>التفاعلات الكيميائية</p>

الحناء



## المعادلات التالية توضح التفاعلات الكيميائية للأحماض والقواعد :-

١	تفاعل محلول حمض النيتريك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم لتكوين محلول ملح نترات الصوديوم والماء . $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HNO}_{3(l)} \longrightarrow \text{NaNO}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
٢	تفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك مع فلز الخارصين لتكوين محلول كلوريد الخارصين وماء $\text{Zn}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \text{ZnCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$
٣	تفاعل محلول حمض الكبريتيك مع محلول كربونات الصوديوم لتكوين محلول كبريتات الصوديوم وماء وغاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعكر ماء الجير الراقق $\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$

## تعريف الأحماض والقواعد :



## التعريف التجريبي (التنفيذي) :

التعريف التجريبي (التنفيذي) يعتمد على الخواص الظاهرية لكل من للأحماض و القواعد ، ولكنه تعريف قاصر حيث يقوم على الملاحظة و لا يصف أو يفسر الخواص غير المرئية التي أتت بهذا السلوك .

علال التعريف التجريبي للأحماض و القواعد يعتبر تعريف قاصراً ؟

لأنه يقوم على الملاحظة و لا يصف أو يفسر الخواص غير المرئية التي أتت بهذا السلوك .

والتعريف الأكثر شمولاً يأتي من خلال الدراسات والتجارب والتي وضعت في صورة نظريات يعطي العلماء

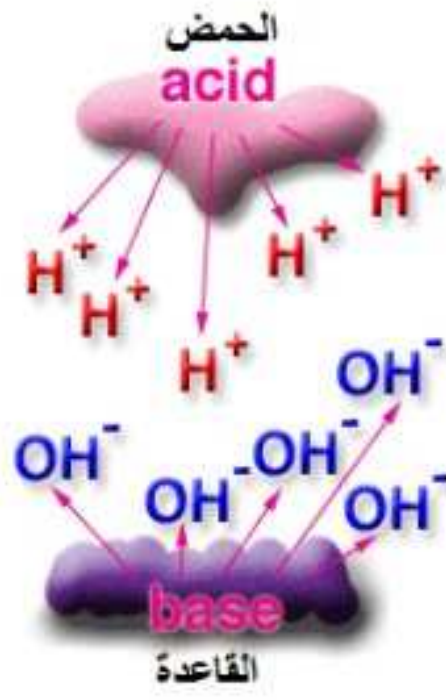
فرصة للتنبؤ بسلوك هذه المواد كالتالي :

١ نظرية أرهينيوس .

٢ نظرية برونشستد - لوري .

٣ نظرية لويس .

## نظرية أرهينيوس



لاحظ أرهينيوس أن المحاليل المائية للأحماض والقواعد توصل التيار الكهربائي فاستنتج أنها تذوب (تتأين أو تتفكك) في الماء، و يتضح ذلك في :

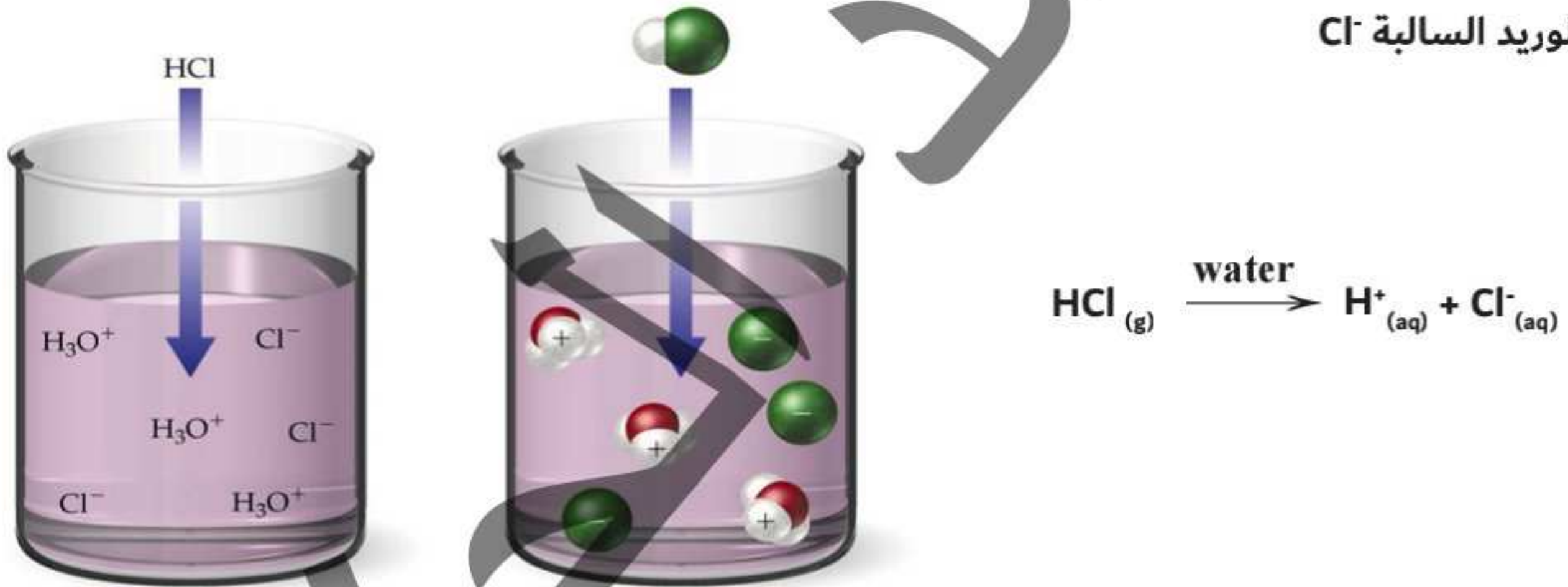
١ ذوبان كلوريد الهيدروجين .

٢ ذوبان هيدروكسيد الصوديوم .

كما وضحنا سابقاً الفرق بين التفكك والتأين " فالمركبات الأيونية **تتفكك** عند ذوبانها في الماء (ككلوريد الصوديوم في الماء) والمركبات التساهمية **تتأين** عند ذوبانها في الماء (ككلوريد الهيدروجين في الماء "تأين تام" وكحمض الخليك "تأين ضعيف")

ذوبان كلوريد الهيدروجين ( حمض الهيدروكلوريك ) :

عند ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين ( HCl ) في الماء فإنه يتأين إلى أيونات الهيدروجين الموجبة H<sup>+</sup> و أيونات الكلوريد السالبة Cl<sup>-</sup>



وبذلك تمكن من وضع تعريف للحمض كما يلي :

حمض أرهينيوس مادة تذوب في الماء و تعطي أيوناً أو أكثر من أيونات

الهيدروجين الموجبة H<sup>+</sup> أو أيونات الهيدرونيوم H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>

عند ذوبان هيدروكسيد الصوديوم ( NaOH ) في الماء فإنه يتفكك

مكوناً أيونات الصوديوم الموجبة Na<sup>+</sup> و أيونات الهيدروكسيد السالبة OH<sup>-</sup>



◀ وبذلك تمكن من وضع تعريف للقاعدة كما يلي :

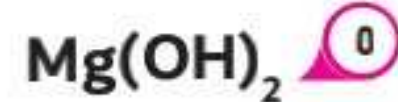
◀ قاعدة أرهينيوس : مادة تذوب في الماء و تعطي أيوناً أو أكثر من أيونات الهيدروكسيد السالبة  $\text{OH}^-$



• ويتضح من نظرية أرهينيوس أن

الحمض لابد أن	الحمض لابد أن
• تحتوي على مصدر لـ $\text{OH}^-$	• يحتوي على مصدر لـ $\text{H}^+$
• تعمل على زيادة تركيز الـ $\text{OH}^-$ في المحاليل المائية.	• يعمل على زيادة تركيز الـ $\text{H}^+$ في المحاليل المائية.
$\text{Ba(OH)}_{2(aq)} \xrightarrow{\text{water}} \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$	$\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \xrightarrow{\text{water}} 2\text{H}^+_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$

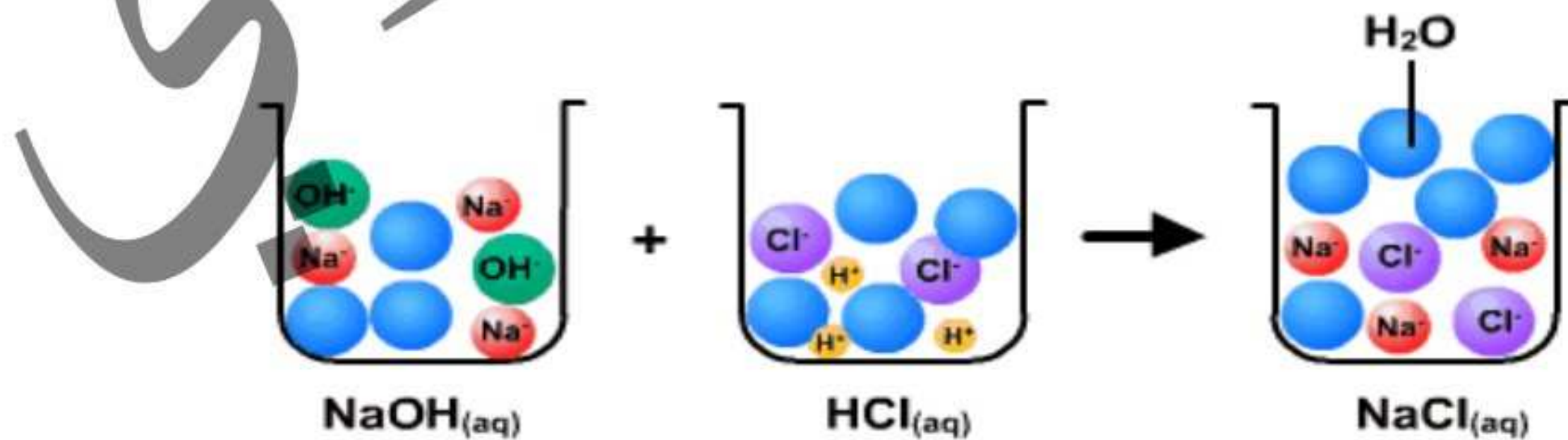
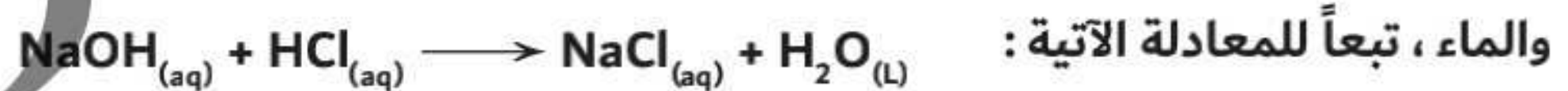
سأ أيًا من المواد الآتية حمض أرهينيوس و أيًا منها قاعدة أرهينيوس؟ مع التفسير.



◀ وبناء علي ما سبق : قام أرهينيوس بتفسير تفاعلات التعادل (حمض + قاعدة = ملح + ماء)

« يُعرف تفاعل الأحماض مع القواعد لتكوي الملح والماء بإسم التعادل

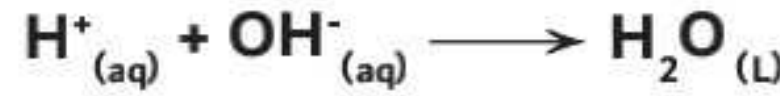
◀ مثال : تفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم لتكوين محلول كلوريد الصوديوم



◀ وعند إيجاد المعادلة الأيونية النهائية لهذا التفاعل ، نجد أن :  $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$

تساعد نظرية أرهينيوس في تفسير ما يحدث في تفاعل التعادل ..

- ١ الحمض يحتوي على أيون الهيدروجين الموجب .
- ٢ القاعدة تحتوي على أيون الهيدروكسيد السالب ،
- ٣ عند اتحاد الحمض مع القاعدة يتحد أيون الهيدروجين الموجب من الحمض مع أيون الهيدروكسيد السالب من القاعدة لتكوين الماء حسب المعادلة التالية :

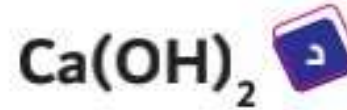


٤ وبالتالي يكون الماء ناتجاً أساسياً عند تعادل الحمض مع القاعدة .

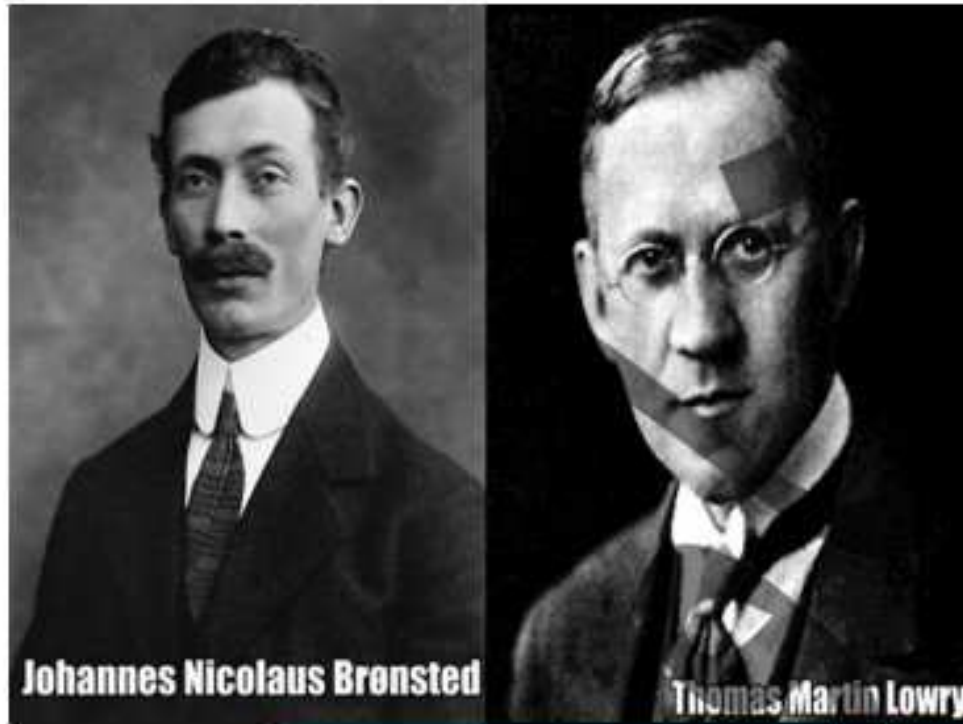
◀ ورغم جهود أرهينيوس إلا أن نظريته تُعتبر قاصرة ؛ لأنها لم تستطع تفسير :

- ١ حامضية بعض المركبات مثل : ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وثاني أكسيد الكبريت  $SO_2$  وثالث أكسيد الكبريت  $SO_3$  وثاني أكسيد النيتروجين  $NO_2$  .. وهي لا تحتوي على أيون  $H^+$
- ٢ قاعدية بعض المركبات مثل : النشادر  $NH_3$  والفوسفين  $PH_3$  .. وهي لا تحتوي على أيون  $OH^-$

سأ أيًا من المواد الآتية تمثل قاعدة أرهينيوس ؟



### نظرية برونشترد - لوري :-



◀ وضع العالمان برونشترد و لوري تصور آخر لمفهوم الحمض و القاعدة ، حيث استطاعا تفسير حامضية و قاعدية المواد التي فشل أرهينيوس في تفسيرها ، وهي كالتالي :

- ١ حمض برونشترد - لوري : مادة تفقد ( تمنح ) بروتوناً  $H^+$  لمادة أخرى .
- ٢ قاعدة برونشترد - لوري : مادة تستقبل بروتوناً  $H^+$  من مادة أخرى .

### لاحظ أن :

- ١ حمض برونشترد - لوري يشبه حمض أرهينيوس في احتوائه على ال  $H$  في تركيبه .
  - ٢ اتحاد الحمض و القاعدة : هو عبارة عن انتقال البروتون من الحمض إلى القاعدة .
  - ٣ عندما يفقد ( يمنح ) الحمض بروتوناً يتحول إلى قاعدة تعرف بـ ( القاعدة المرافقة ) .
- ◀ القاعدة المرافقة : المادة الناتجة بعدما يفقد الحمض بروتوناً  $H^+$  .
- ٤ عندما تكتسب القاعدة هذا البروتون تتحول إلى حمض يعرف بـ ( الحمض المرافق )

الحمض المرافق : المادة الناتجة عن اكتساب القاعدة بروتوناً  $H^+$  .



١ (B) : حمض لأنه مانح البروتون  $H^+$

٢ (HA) : قاعدة لأنه مُستقبل البروتون  $H^+$

٣ ( $HB^+$ ) : حمض مُرافق .

٤ ( $A^-$ ) : قاعدة مُرافقة .



### تطبيقات على نظرية برونشتد - لوري

١ عند إذابة حمض (HCl) في الماء :



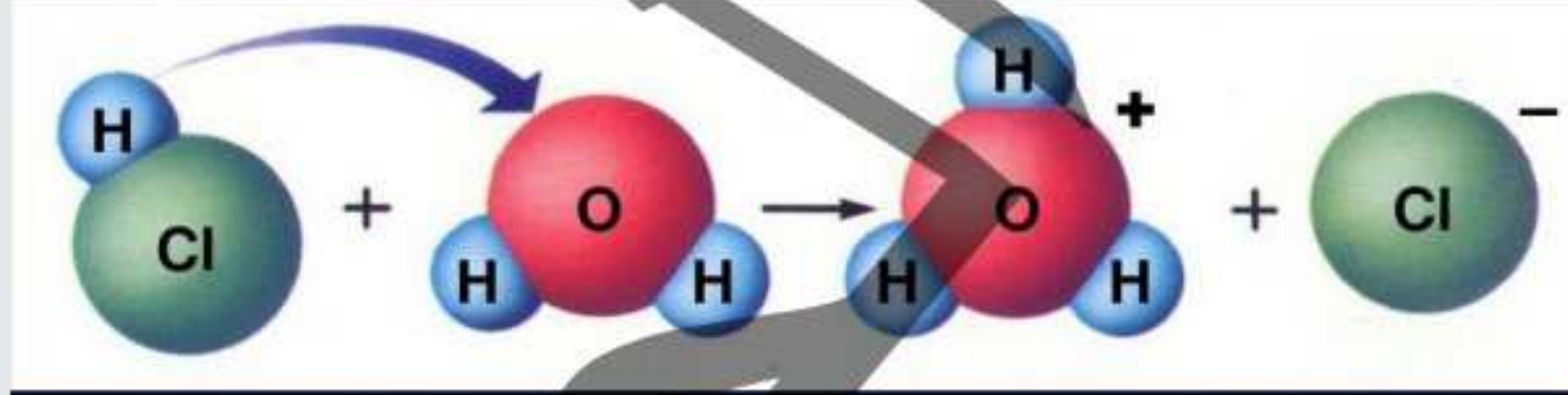
١ يعتبر (HCl) حمضاً لأنه منح بروتوناً إلى الماء .

٢ يعتبر الماء قاعدة لأنه يكتسب هذا البروتون .

٣ يصبح أيون الكلوريد ( $Cl^-$ ) قاعدة مرافقة .

٤ يصبح أيون الهيدرونيوم

( $H_3O^+$ ) حمض مرافق .



٢ عند إذابة النشادر ( $NH_3$ ) في الماء :



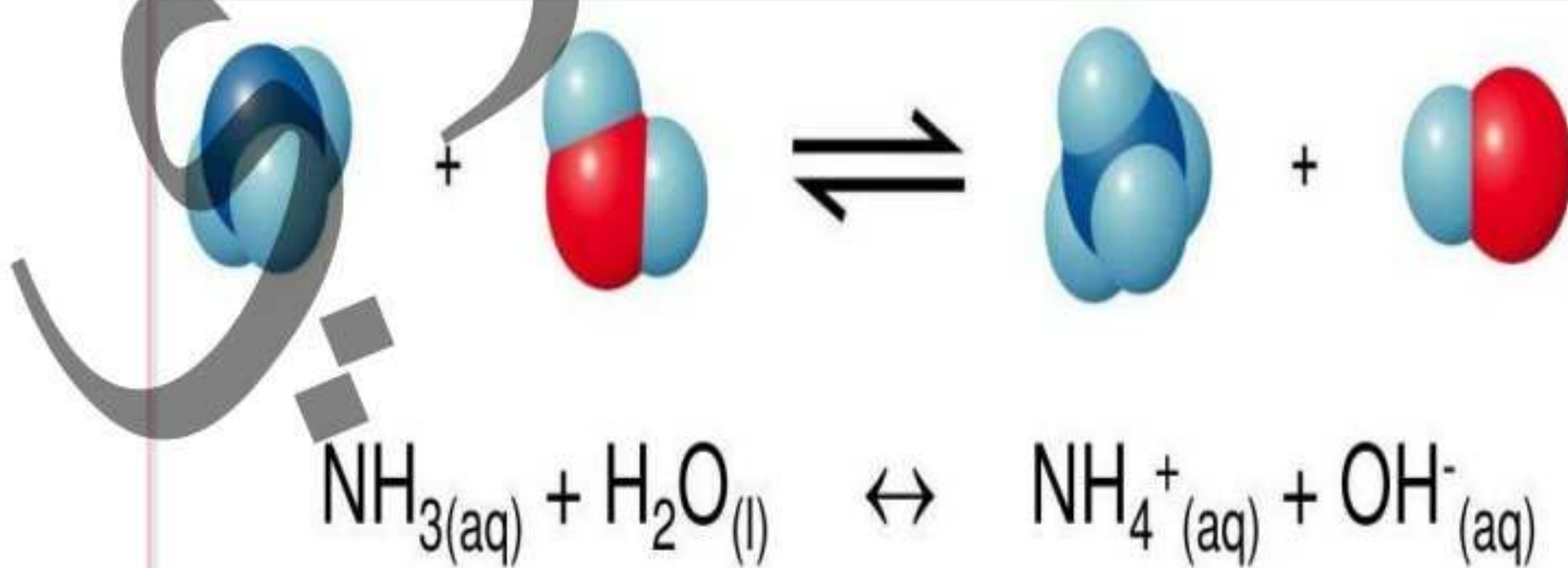
١ يعتبر الماء حمضاً لأنه منح بروتوناً إلى النشادر ( $NH_3$ ) .

٢ يعتبر النشادر ( $NH_3$ ) قاعدة لأنه يكتسب هذا البروتون .

٣ يصبح أيون الهيدروكسيد ( $OH^-$ ) قاعدة مرافقة .

٤ يصبح أيون الأمونيوم

( $NH_4^+$ ) حمض مرافق .



تطبيقات على نظرية برونشتد - لوري

عند ذوبان غاز فلوريد الهيدروجين ( HF ) في الماء :

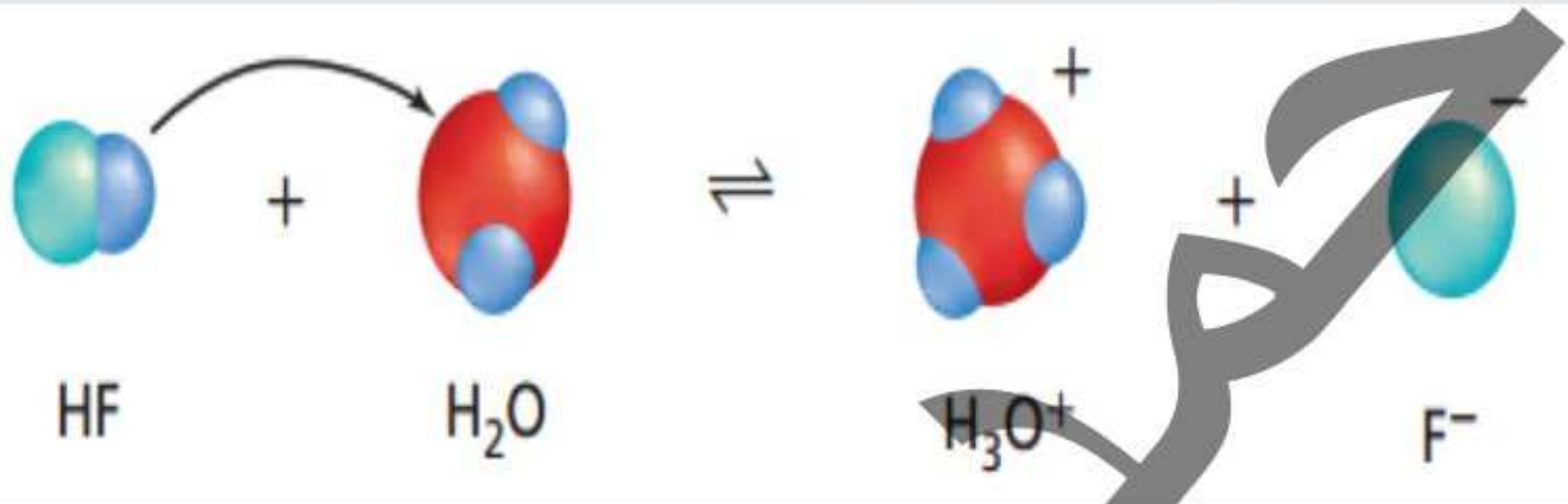


يعتبر فلوريد الهيدروجين حمضاً لأنه منح بروتوناً إلى الماء .

يعتبر الماء قاعدة لأنه يكتسب هذا البروتون .

يصبح أيون الفلوريد ( F<sup>-</sup> ) قاعدة مرافقة .

يصبح أيون الهيدرونيوم ( H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ) حمض مرافق .



عند ذوبان غاز حمض الخليك ( CH<sub>3</sub>COOH ) في الماء :

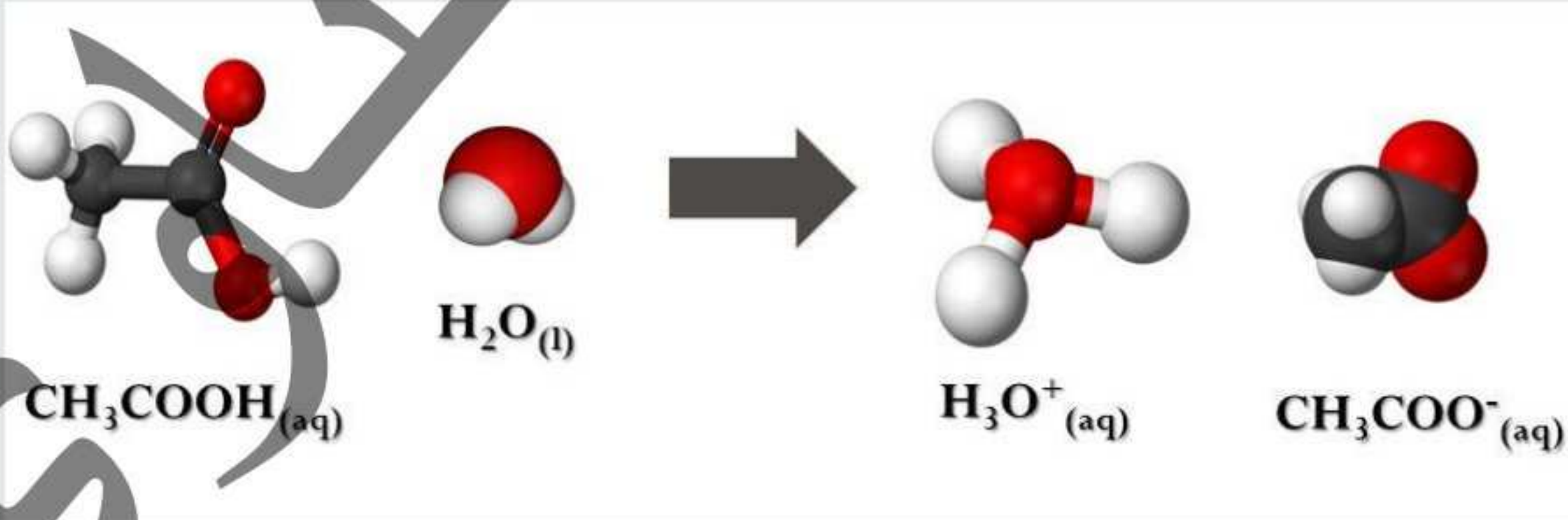


يعتبر CH<sub>3</sub>COOH حمضاً لأنه منح بروتوناً إلى الماء .

يعتبر الماء قاعدة لأنه يكتسب هذا البروتون .

يصبح أيون الخلات ( CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> ) قاعدة مرافقة .

يصبح أيون الهيدرونيوم ( H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ) حمض مرافق .



الجدول التالي يوضح بعض الأمثلة من الأحماض والقواعد علي نظرية برونشتد - لوري :

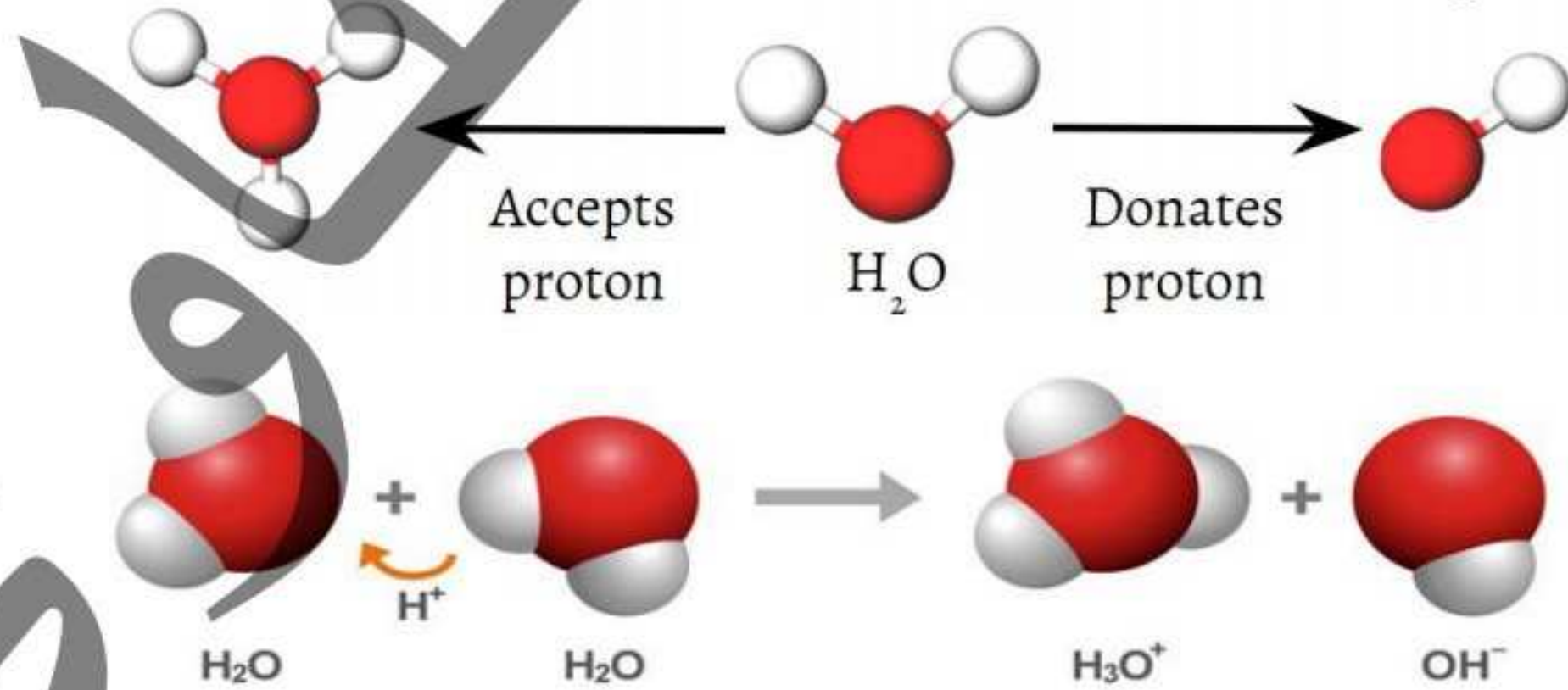
حمض		قاعدة		قاعدة مُرافقة		حمض مُرافق
HCl	+	H <sub>2</sub> O	→	Cl <sup>-</sup>	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
HNO <sub>3</sub>	+	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	→	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	+	H <sub>3</sub> SO <sub>4</sub> <sup>+</sup>
HClO <sub>4</sub>	+	H <sub>2</sub> O	→	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
HNO <sub>3</sub>	+	H <sub>2</sub> O	→	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
CH <sub>3</sub> COOH	+	H <sub>2</sub> O	⇌	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
H <sub>2</sub> O	+	NH <sub>3</sub>	⇌	OH <sup>-</sup>	+	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	+	H <sub>2</sub> O	⇌	NH <sub>3</sub>	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
HF	+	H <sub>2</sub> O	⇌	F <sup>-</sup>	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>

من خلال الجدول السابق نلاحظ أن القاعدة المُرافقة هي صيغة الحمض ناقصاً منها H<sup>+</sup> ، بينما الحمض المُرافق هو صيغة القاعدة مُضافاً إليه H<sup>+</sup>

وبالتالي فإن أي تفاعل يشتمل علي إنتقال H<sup>+</sup> من حمض إلي قاعدة يتألف من زوجين مُترافقين ما بين حمض وقاعدة .

لاحظ أنه عندما يذوب HF في الماء ؛ فإن الماء يسلك سلوك القاعدة ، بينما عندما يذوب الأمونيا NH<sub>3</sub> في الماء ؛ فإن الماء يسلك سلوك الحمض .

لذا الماء يسلك سلوك الحمض أو القاعدة بحسب طبيعة المواد المُذابة في المحلول ، ويُسمى الماء والمواد الأخرى التي تستطيع أن تسلك سلوك الأحماض والقواعد مواد مُترددة (أمفوتيرية) Amphoteric





أهمية نظرية برونشتد - لوري :

يمكن من خلال هذه النظرية تفسير الأحماض والقواعد التي تحتوي علي أيونات الهيدروجين و الهيدروكسيد ، ويمكن لهذه النظرية تفسير أيضاً القواعد التي لا تحتوي علي أيونات  $\text{OH}^-$  كالأمونيا  $\text{NH}_3$  وكالأيونات  $\text{HS}^-$  أو  $\text{CO}_3^{2-}$  ، وكذلك لا يُشترط توافر الوسط المائي ، وأيضاً يمكن تعريف الخواص الحامضية والقاعدية للأملاح بعد تفككها في الماء .

قد يكون حمض برونشتد - لوري :

١ حمض يحتوي علي الهيدروجين ، مثل :  $\text{HCl}$  ,  $\text{HCN}$  ,  $\text{HF}$  ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$

٢ أيوناً موجباً ، مثل :  $\text{H}_3\text{S}^+$  ,  $\text{NH}_4^+$  ,  $\text{H}_3\text{O}^+$

٣ أيوناً سالباً يحتوي علي هيدروجين ، مثل :  $\text{HCO}_3^-$  ,  $\text{HSO}_4^-$  ,  $\text{HS}^-$

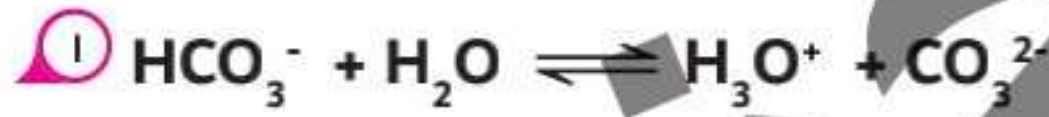
قد تكون قاعدة برونشتد - لوري :

١ قاعدة تحتوي علي الهيدروكسيد ، مثل :  $\text{NaOH}$  ,  $\text{KOH}$  ,  $\text{Ca(OH)}_2$

٢ جزيئاً متعادلاً ، مثل :  $\text{NH}_3$  ,  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  ,  $\text{N}_2\text{H}_4$  ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

٣ أيوناً سالباً ، مثل :  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ,  $\text{HSO}_4^-$  ,  $\text{CO}_3^{2-}$  ,  $\text{OH}^-$  ,  $\text{HS}^-$  ,  $\text{S}^{2-}$

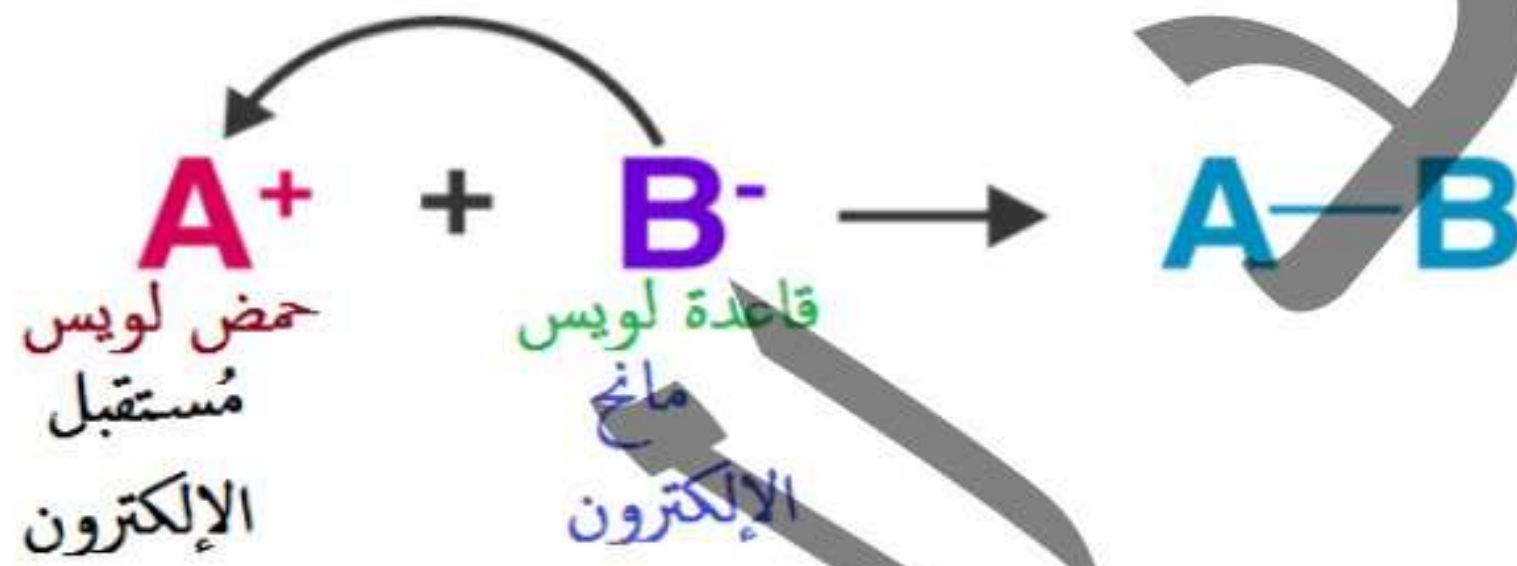
س حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في التفاعلات الآتية :





## نظرية لويس

- وضع لويس نظرية أكثر شمولاً لتعريف الحمض والقاعدة تعتمد على المشاركة بزوج من الإلكترونات الحرة بدلاً من انتقال البروتونات .
- حمض لويس** : مادة تستقبل زوج أو أكثر من الإلكترونات.
- قاعدة لويس** : مادة تمنح زوج أو أكثر من الإلكترونات .

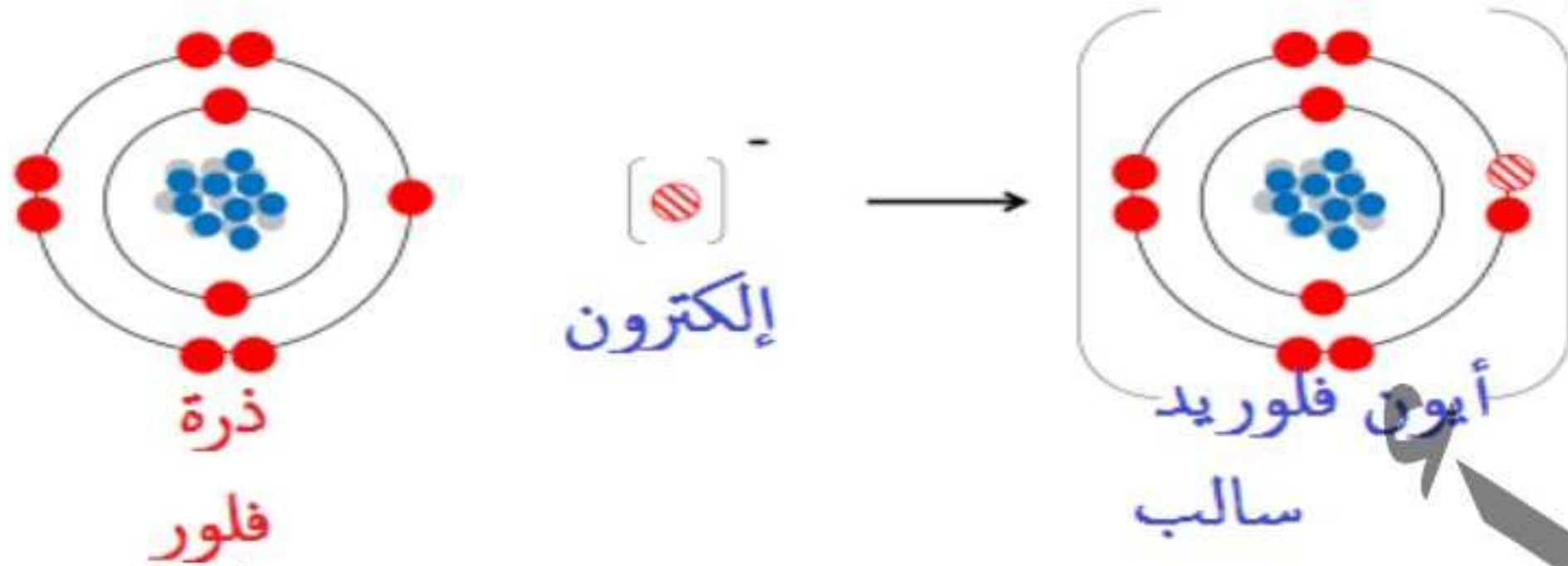


- عند اتحاد أيون الهيدروجين ( $H^+$ ) مع أيون الفلوريد ( $F^-$ ) ، يعتبر ( $H^+$ ) حمض لويس بينما أيون ( $F^-$ ) قاعدة لويس ويتضح ذلك في الشكل التالي :



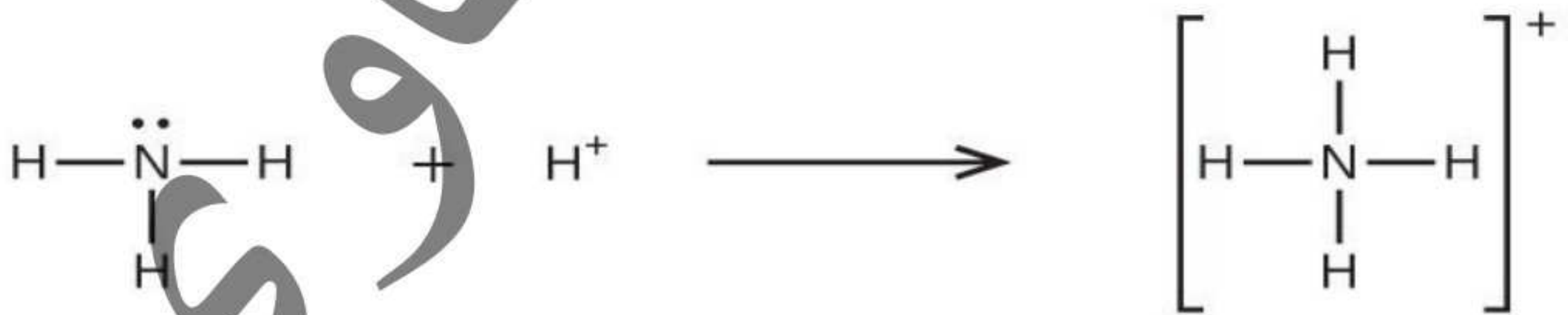
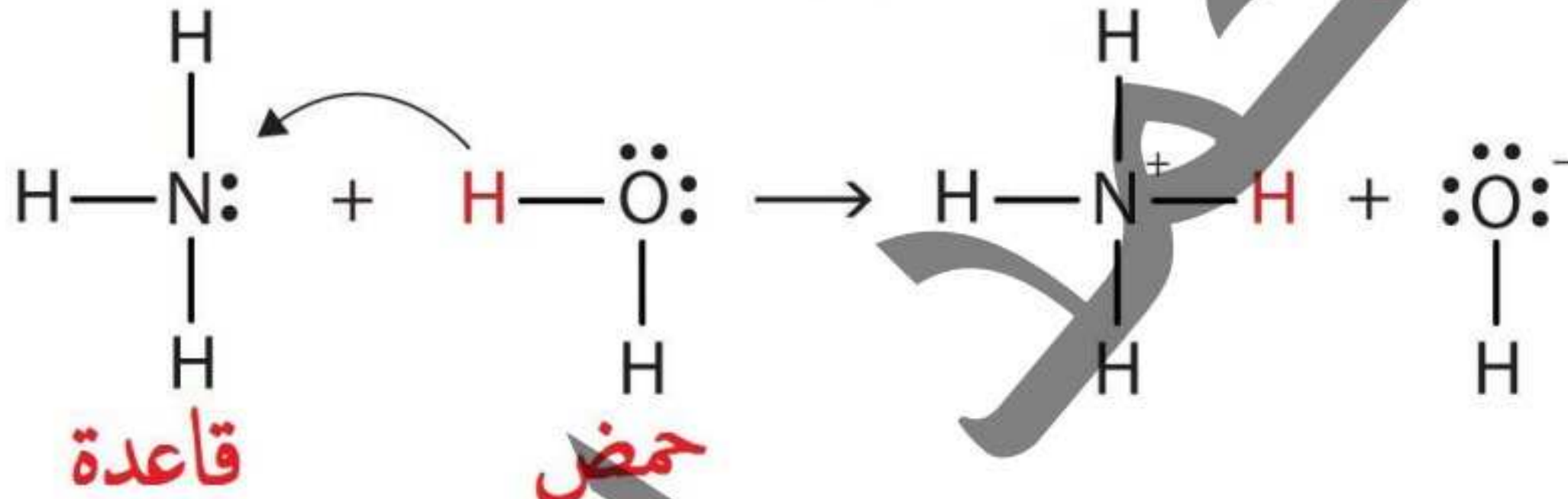
- أيون الفلوريد السالب ( $F^-$ ) قاعدة ؟ لأنه يمنح زوج من الإلكترونات الحرة لأيون الهيدروجين الموجب  $H^+$
- أيون الهيدروجين الموجب ( $H^+$ ) حمض ؟ لأنه يستقبل الزوج الحر من الإلكترونات القادم من أيون الفلوريد السالب  $F^-$

توضيح أيون الفلوريد السالب  $F^-$  :-



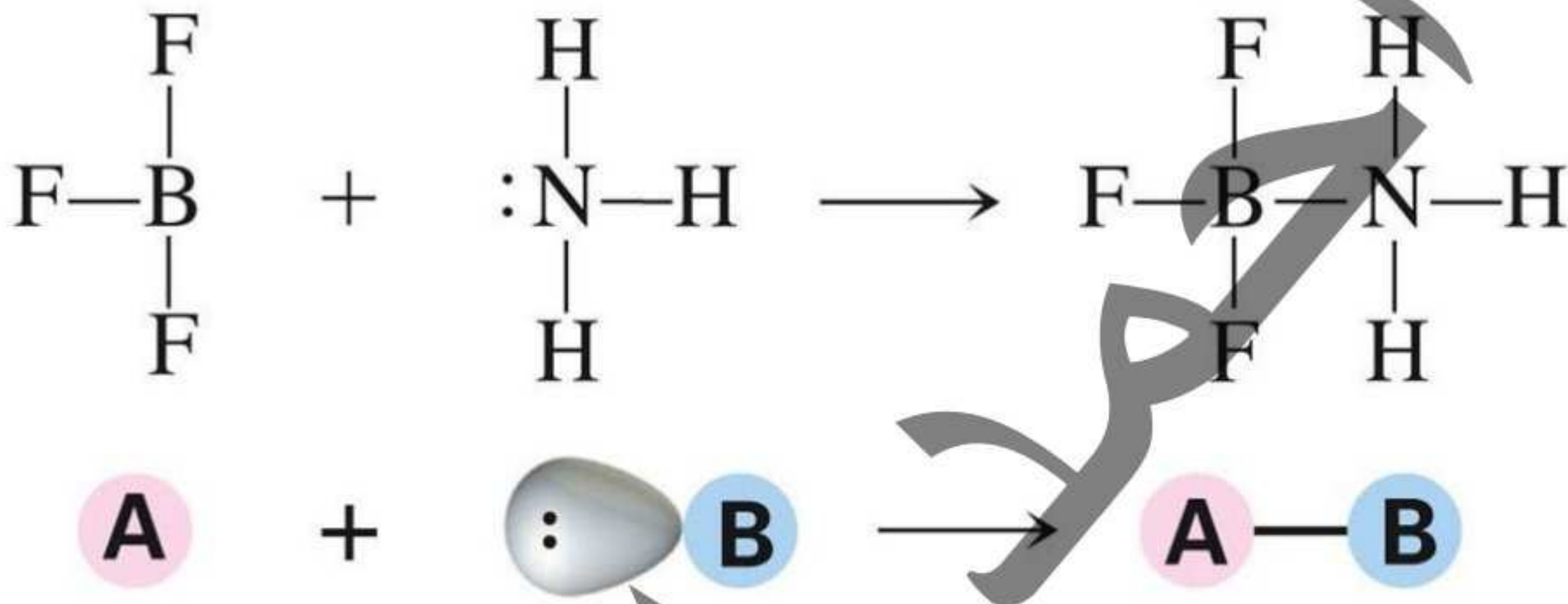
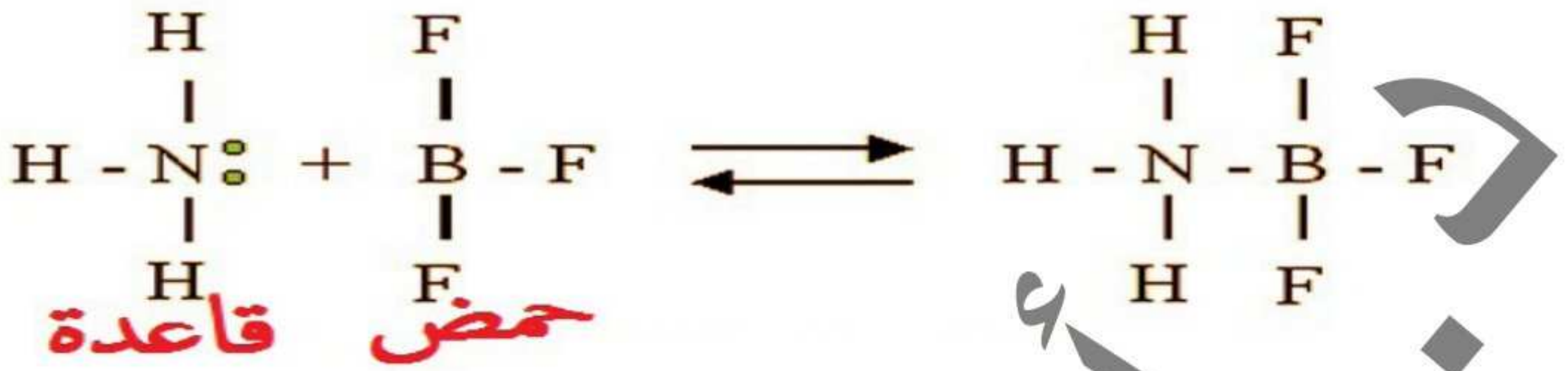
« ذرة الفلور بها  $9e^-$  تميل لإكتساب  $1e^-$  لتصل لحالة التشبع ( $10e^-$ ) وتتحول من ذرة فلور إلي أيون فلوريد سالب »

تفسير ذوبان النشادر  $NH_3$  في الماء حسب نظرية لويس :



ويلاحظ أن غاز النشادر يمنح زوج إلكتروناته الحر للماء، إذن غاز النشادر قاعدة، والماء يستقبل زوج الإلكترونات، إذن الماء حمض .

تفسير تفاعل الأمونيا مع فلوريد البورون ( $BF_3$ ) :-



### أحماض لويس ، مثل :-

١ جميع أحماض برونشتد - لوري وأحماض أرهينيوس :  $HF, HBr, HClO_4$

٢ جزيئات مُتعادلة تحتوي علي ذرة لم تصل غلي حالة الاستقرار :  $BF_3, AlCl_3$

٣ أيونات موجبة :

$[Al^{3+}, Fe^{3+}, K^+, Cu^{2+}, Ag^+, Co^{2+}, Ni^{2+}, Cr^{3+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Ag^+, Au^{3+}, Pb^{2+}]$

٤ أيون الهيدروجين الموجب  $H^+$

٥ جزيء به رابطة ثنائية أو الأكاسيد اللافلزية :  $CO_2, SO_3, CO, SO_2, NO_3, NO_2, NO$

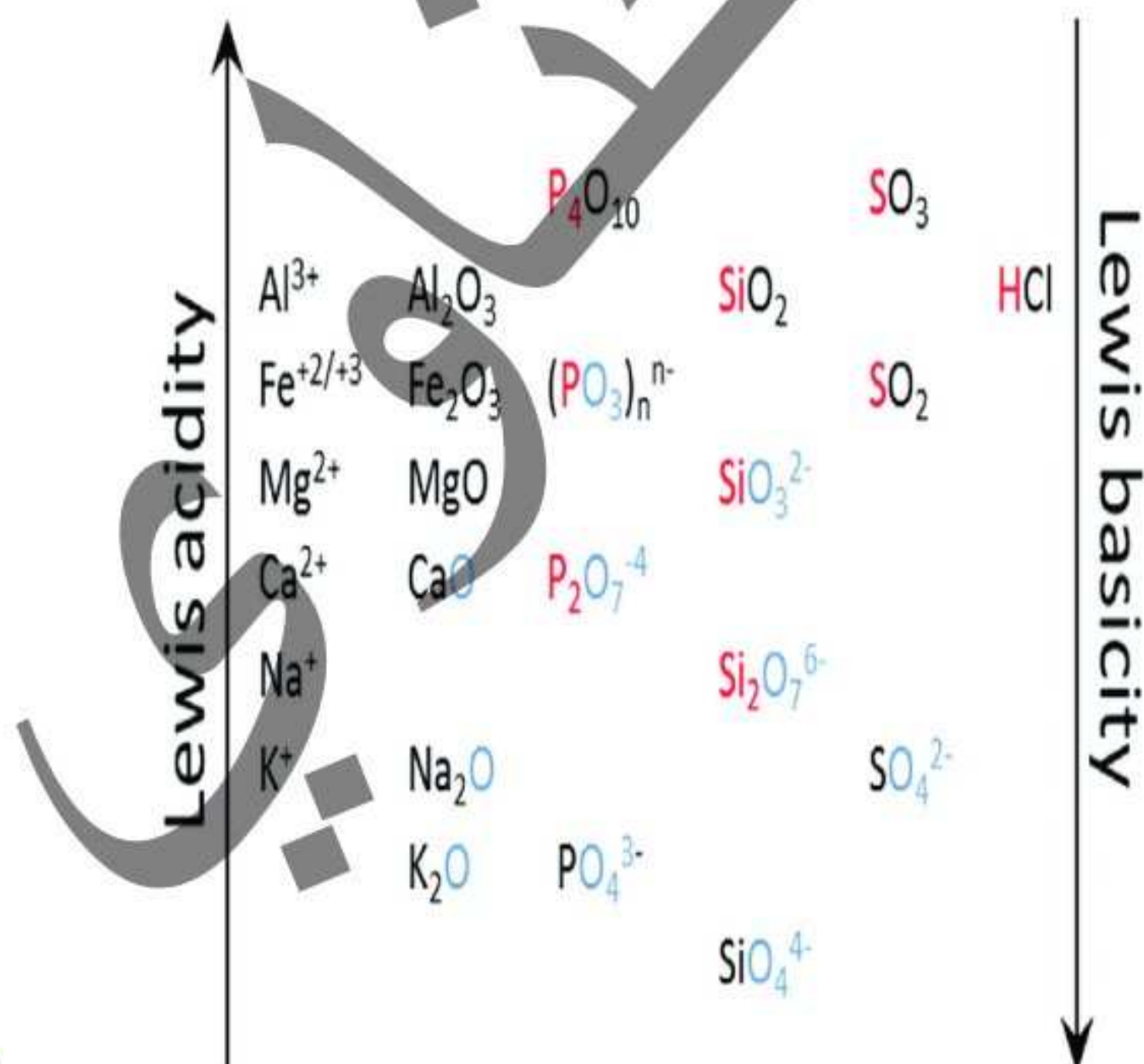
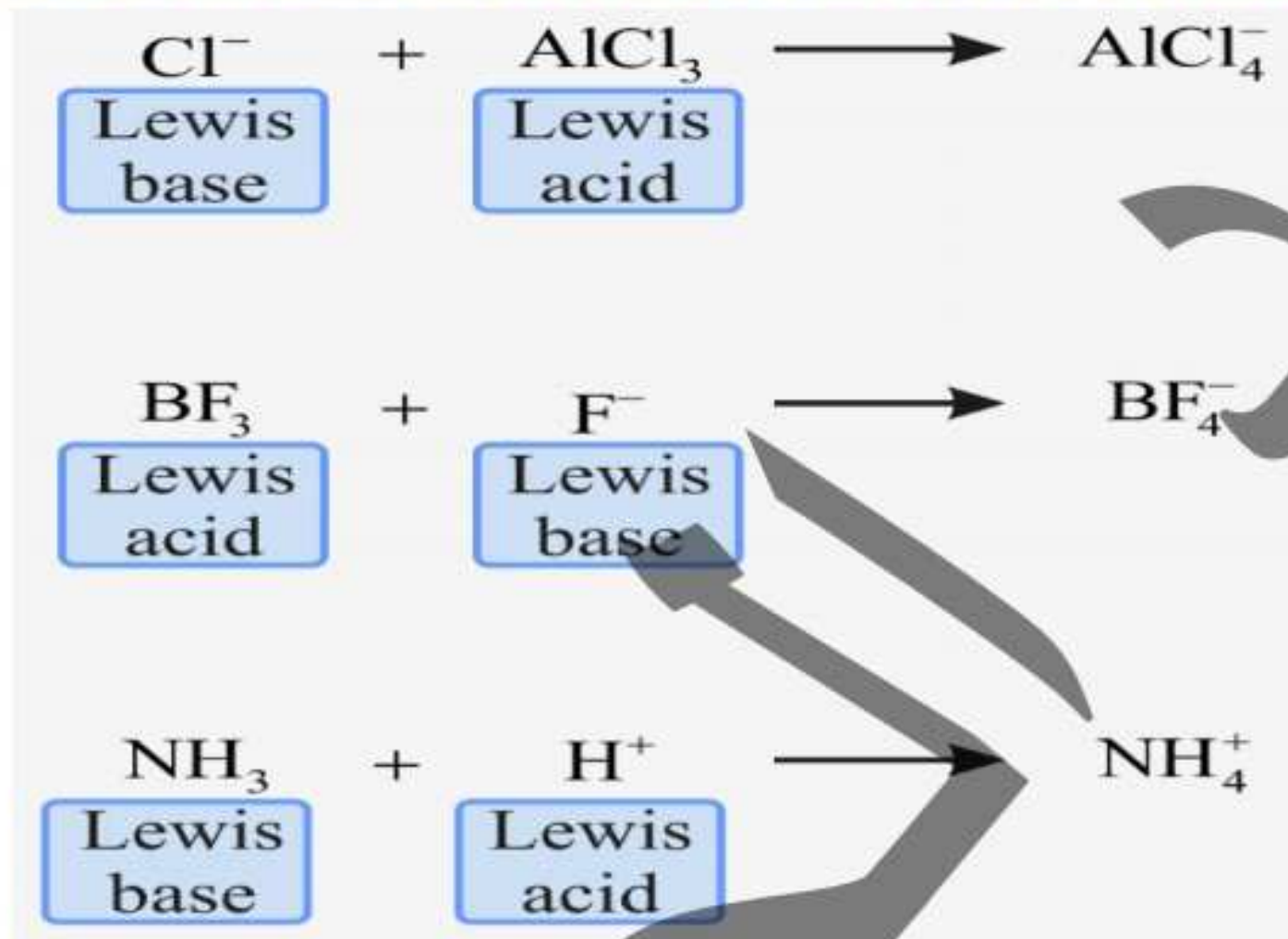
٦ كل المركبات التي تحتوي علي البورون والبريليوم :

$[B(OH)_3, BF_3, BCl_3, BeH_2, BeCl_2, Be(OH)_2, BeBr_2]$

« بشكل عام حمض لويس هو عبارة عن كاتيون موجب أو جزيء مُتعادل به ذرة لم تصل لحالة الاستقرار »

قواعد لويس ، مثل :-

- ١ قواعد برونشتد - لوري وقواعد أرهينيوس :  $\text{NaOH}$  ,  $\text{KOH}$  ,  $\text{Ca(OH)}_2$
- ٢ جزيئات مُتعادلة مُعطية إلكترونات :  $\text{NH}_3$  ,  $\text{PH}_3$  ,  $\text{H}_2\text{O}$  ,  $\text{OF}_2$
- ٣ أيونات سالبة :  $\text{SO}_4^{2-}$  ,  $\text{NO}_3^-$  ,  $\text{HS}^-$  ,  $\text{CN}^-$  ,  $\text{Br}^-$  ,  $\text{I}^-$  ,  $\text{O}^{2-}$
- ٤ أكاسيد فلزية :  $\text{Na}_2\text{O}$  ,  $\text{BaO}$  ,  $\text{CaO}$
- ٥ مركبات عنصر النيتروجين والفوسفور :  
 $[\text{PH}_3, \text{PCl}_3, \text{PF}_3, \text{PBr}_3]$  ,  $[\text{NH}_3, \text{NCl}_3, \text{NF}_3, \text{N}_2\text{H}_4, \text{CH}_3\text{NH}_2]$
- ٦ أيون الهيدريد السالب  $\text{H}^-$  أكثر قاعدية من أيون الهيدروكسيد السالب  $\text{OH}^-$   
 يوجد مواد تسلك كحمض أو كقاعدة ، مثل : الماء و  $\text{OH}^-$  و  $\text{HSO}_4^-$  و  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$





## تدريب علي السريع

١ أياً من المركبات الآتية حمض لويس وأياً منها قاعدة :



٢ أياً من المركبات الآتية يمثل حمض لويس ؟



٣ أياً من المركبات الآتية يمثل قاعدة لويس ؟



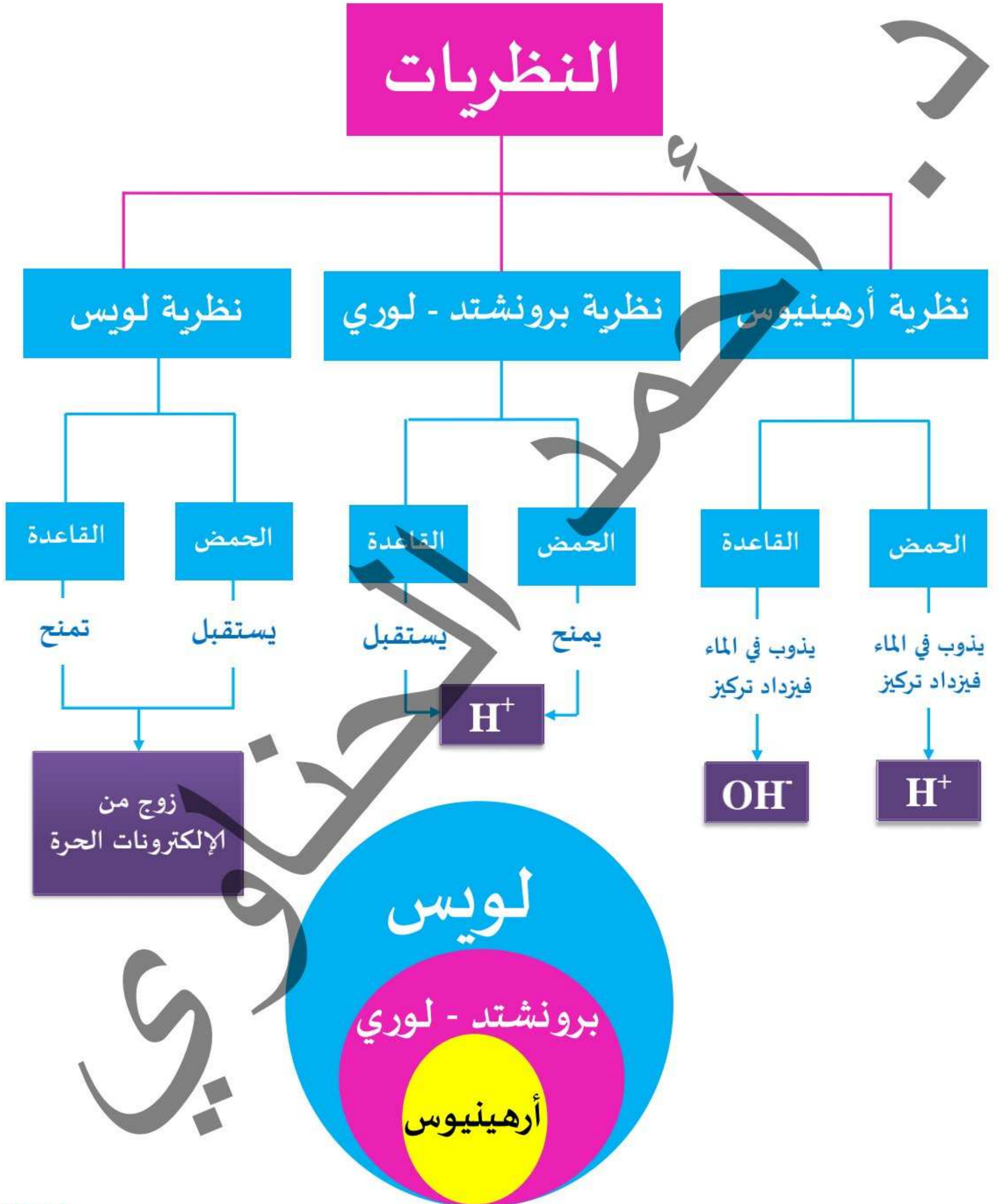
٤ رغم أن النشادر لا يحتوي علي أيونات الهيدروكسيد السالبة ( $\text{OH}^-$ ) إلا أنه قاعدة ؟

٥ وذلك نظراً لنظرية برونشتد - لوري فإنه يستقبل بروتون من مادة أُخري مُتفاعلة معه (كالماء) .

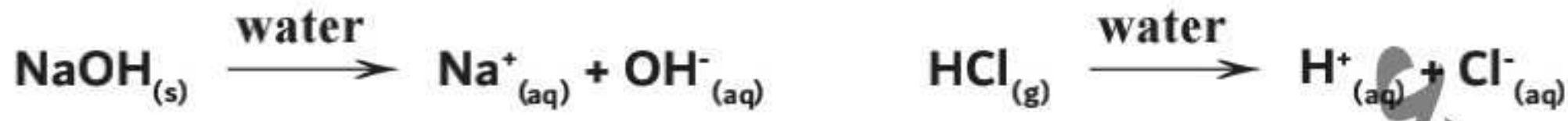
ونظراً لنظرية لويس فإنه يمنح زوج من الإلكترونات الحرة للمادة الأُخري الداخلة معه في التفاعل (كالماء) .

الأحماض والقواعد





وجه المقارنة	الحمض	القاعدة
نظرية أرهينيوس	المادة التي تذوب في الماء وتُعطى أيوناً أو أكثر من أيونات الهيدروجين الموجبة $H^+$	المادة التي تذوب في الماء وتُعطى أيوناً أو أكثر من أيونات الهيدروكسيد السالبة $OH^-$
نظرية برونشيد - لوري	المادة التي تمنح بروتوناً $H^+$ للمادة الأخرى	المادة التي تستقبل بروتوناً $H^+$ من المادة الأخرى
نظرية لويس	المادة التي تستقبل زوجاً أو أكثر من الإلكترونات الحرة لمادة أخرى	المادة التي تمنح زوجاً أو أكثر من الإلكترونات الحرة لمادة أخرى

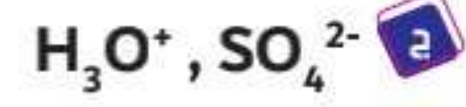
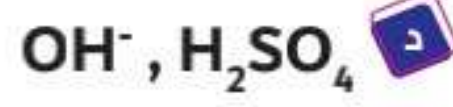
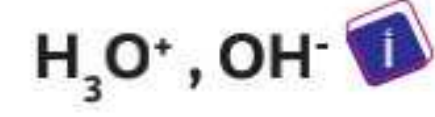
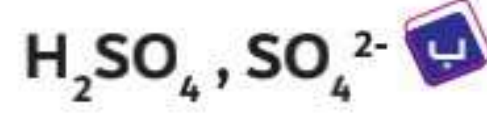




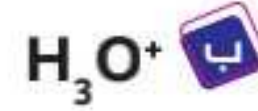


أسئلة تدريبية علي النظريات :

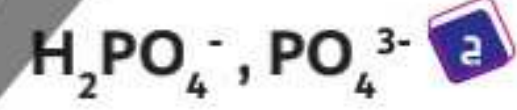
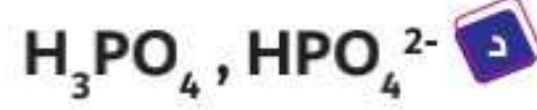
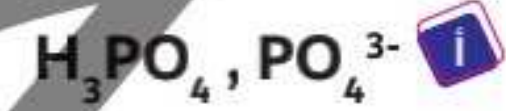
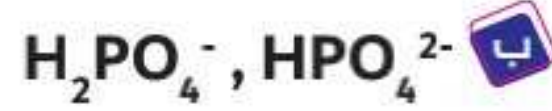
١) الحمض المُرافق والقاعدة المُرافقة لأيون البيكربونات .....



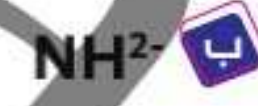
٢) يعتبر ..... قاعدة مُرافقة للماء .



٣) أيًا مما يلي يُمثل زوج من قاعدة مُرافقة وحمض ؟ .....



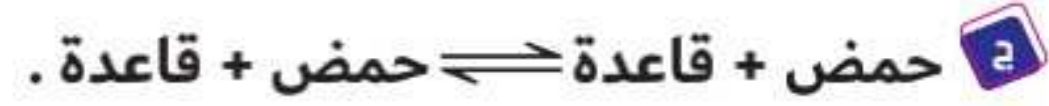
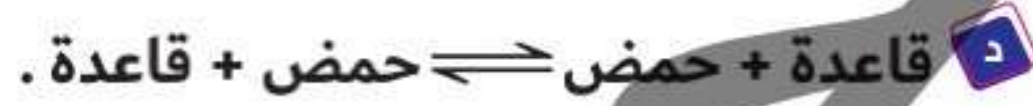
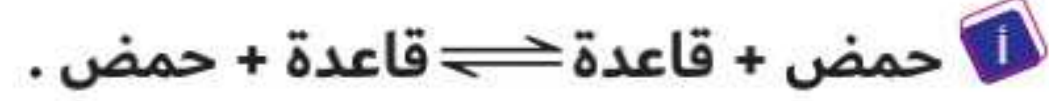
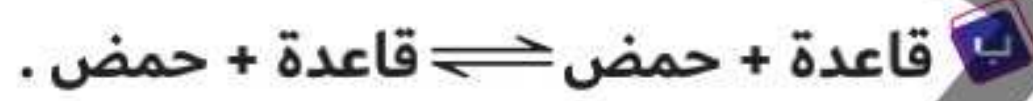
٤) أي من الأنواع الآتية لا يمكن أن يكون بمثابة قاعدة لويس ؟ .....



٥) في المعادلة الآتية :



- تُصنف المُتفاعلات والنواتج من اليسار إلي اليمين كالتالي : .....



٦) استنتج الحمض المُرافق والقاعدة المُرافقة حسب نظرية برونشتد - لوري في معادلة ذوبان حمض

الخليك في الماء ؟ .....

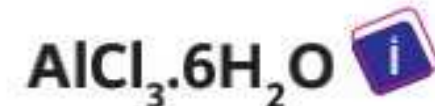
٧) حدد الحمض المُرافق والقاعدة المُرافقة في المعادلة الآتية :



٨) كيف تُميز بين حمض الزبادي (حمض اللاكتيك) والصابون ؟

٩) في معادلة تفاعل الأمونيا مع غاز كلوريد الهيدروجين في ضوء نظرية لويس وضع الحمض والقاعدة .

١٠) حدد الحمض والقاعدة من المركبات الآتية :-



## تصنيف الأحماض والقواعد وطرق تحضير الأملاح

تصنيف الأحماض :

٣ عدد قاعدتها .

٢ مصدرها (نشأتها) .

تصنيف الأحماض حسب :

١ درجة تأينها .

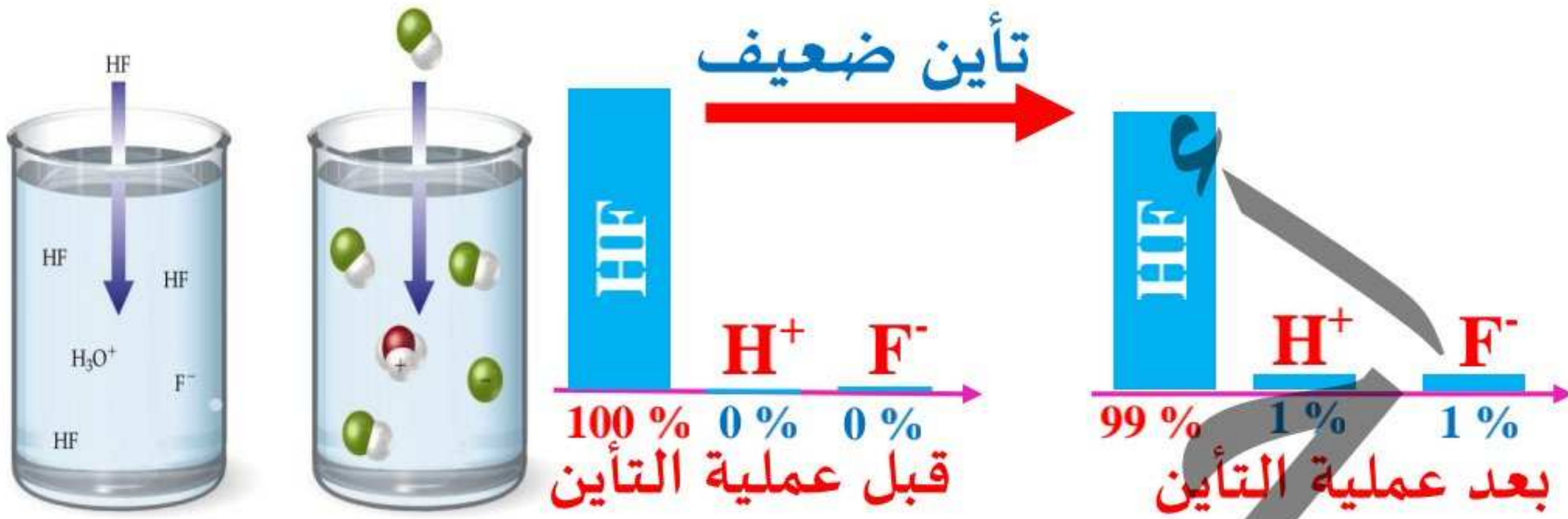
### 1 تصنيف الأحماض حسب درجة تأينها

أحماض ضعيفة		أحماض قوية			
أحماض غير تامة التآين .. يتأين جزءاً ضئيل من جزيئتها إلى أيونات .. محاليلها موصلة توصيل ضعيف للكهرباء .		أحماض تامة التآين .. تتأين كل جزيئتها في المحلول .. ومحاليلها موصلة قوية للكهرباء لإحتوائها على وفرة من الأيونات			التعريف
ضعيفة .		قوية			إلكترونيات
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> اللاكتيك	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> كربونيك	HNO <sub>3</sub> نيتريك	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> كبريتيك	HClO <sub>4</sub> بيروكلوريك	أمثلة
CH <sub>3</sub> COOH الأسيتيك	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> فوسفوريك	HCl هيدروكلوريك	HBr هيدروبروميك	HI هيدرويوديك	

الشكل التخطيطي للحمض القوي (مثل : حمض الهيدروكلوريك) :-



الشكل التخطيطي للحمض الضعيف (مثل : حمض الهيدروفلوريك) :-



أسئلة هامة :-

١ حمض النيتريك موصل جيد للتيار الكهربائي ، بينما حمض الفوسفوريك ضعيف التوصيل الكهربائي ؟

٢ لأن حمض النيتريك تام التأين ، بينما حمض الفوسفوريك غير تام التأين .

٣ يعتبر الحمض القوي من الإلكتروليتات القوية ؟

٤ لأن جميع جزيئاته تتأين في الماء إلى أيونات مكونة محلول جيد التوصيل.

٥ يعتبر الحمض الضعيف من الإلكتروليتات الضعيفة ؟

٦ لأن جميع جزء ضئيل من جزيئاته يتأين في الماء إلى أيونات مكونة محلول ردي التوصيل للكهرباء .

٧ تبعاً للشكل : وضع :-

١- الحمض الضعيف .....

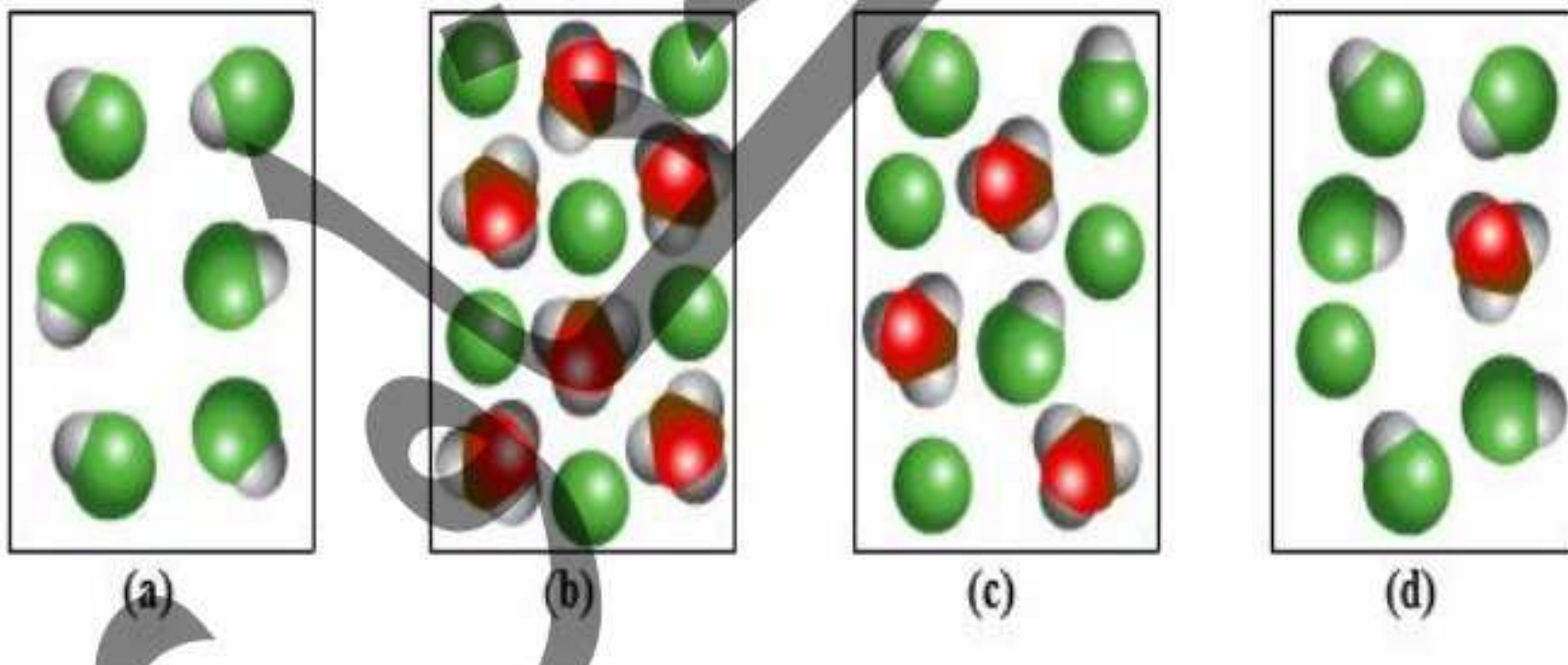
- a
- b
- c
- d

٢- الحمض الضعيف جداً .....

- a
- b
- c
- d

٣- الحمض القوي .....

- a
- b
- c
- d



## 2 تصنيف الأحماض حسب مصدرها

أحماض معدنية				أحماض عضوية			التعريف
أحماض يدخل في تركيبها عناصر لفلزية غالباً ك: الكلور/ الكبريت النيتروجين / الفوسفور وغيرها وليست من أصل عضوي كلها أحماض ضعيفة				أحماض ضعيفة من أصل عضوي .. تستخلص من أعضاء الكائنات الحية (نبات أو حيوان) تتميز بإحتوائها علي مجموعة الكربوكسيل (-COOH) بعضها قوية وبعضها ضعيفة			
HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HCl	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH بروبانويك	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> ستريك	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub> أوكساليك	
				C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> لاكتيك	CH <sub>3</sub> COOH أسيتيك	HCOOH فورميك	

الأحماض العضوية

3 تصنيف الأحماض حسب قاعديتها

قاعدة الحمض : عدد ذرات الهيدروجين البدول التي يتفاعل الحمض عن طريقها

أحماض ثلاثية القاعدية ( ثلاثي البروتون )	أحماض ثنائية القاعدية ( ثنائي البروتون )	أحماض أحادية القاعدية ( أحادي البروتون )	التعريف
أحماض يفقد الجزئ منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين أو ثلاثة .	أحماض يفقد الجزئ منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين .	أحماض تفقد الجزئ منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً $H^+$ .	
<p><b>أحماض عضوية ثلاثية</b></p> <p>حمض الستريك</p> $\begin{array}{c} H \\   \\ H - C - COOH \\   \\ HO - C - COOH \\   \\ H - C - COOH \\   \\ H \end{array}$ <p><b>أحماض معدنية ثلاثية</b></p> <p>الفوسفوريك <math>H_3PO_4</math></p>	<p><b>أحماض عضوية ثنائية</b></p> <p>حمض الأكساليك</p> $\begin{array}{c} COOH \\   \\ COOH \end{array}$ <p><b>أحماض معدنية ثنائية</b></p> <p>الكبريتيك <math>H_2SO_4</math></p> <p>الكربونيك <math>H_2CO_3</math></p>	<p><b>أحماض عضوية أحادية</b></p> <p>الفورميك <math>HCOOH</math></p> <p>الأسيتيك <math>CH_3COOH</math></p> <p><b>أحماض معدنية أحادية</b></p> <p>الهيدروكلوريك <math>HCl</math></p> <p>النتريك <math>HNO_3</math></p>	أمثلة

لا توجد علاقة بين قوة الحمض وعدد ذرات الهيدروجين في تركيبه الجزيئي

فحمض الفوسفوريك  $H_3PO_4$  يحتوي الجزيء منه على ثلاث ذرات هيدروجين ، ومع ذلك فهو أضعف من حمض النتريك  $HNO_3$  الذي يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة .



أسئلة هامة :-

- يتفق حمض الستريك مع حمض الفوسفوريك في عدد القاعدية ، بينما يختلف عنه في طبيعة المنشأ؟  
لأن كلاهما ثلاثي القاعدية ولكن الستريك حمض عضوي ، بينما الفوسفوريك حمض معدني .
- حمض الأسيتيك أحادي القاعدية ( أحادي البروتون ) رغم احتوائه على 4 ذرات هيدروجين ؟  
لأنه عندما يتأين في الماء يعطي بروتون واحد .
- لحمض  $H_2SO_4$  ملحان ؟  
لأنه يعطي عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين .



## أسئلة هامة :-

٤ حمض الستريك ثلاثي القاعدية ؟

لأنه يعطي عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين أو ثلاثة .

٥ لحمض الفوسفوريك ثلاث أملاح ؟

لأنه يعطي عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين أو ثلاثة .

٦ ما وجه الشبه والاختلاف بين :

أ حمض البوريك ( $H_3BO_3$ ) وحمض الستريك .ب حمض البنثانويك ( $C_4H_9COOH$ ) وحمض الهيدروسيانيك ( $HCN$ ) .ج حمض الكبريتوز ( $H_2SO_3$ ) وحمض المالونيك [ $CH_2(COOH)_2$ ]

## تصنيف القواعد :

١ تركيبها الجزيئي .

٢ درجة تأينها .

٣ تصنف القواعد حسب :

## 1 تصنيف القواعد حسب درجة تأينها

قواعد ضعيفة	قواعد قوية	التعريف
القواعد غير تامة التآين في الماء .	القواعد تامة التآين في الماء .	
١ هيدروكسيد أمونيوم $NH_4OH$	١ هيدروكسيد بوتاسيوم $KOH$ ٢ هيدروكسيد صوديوم $NaOH$ ٣ هيدروكسيد باريوم $Ba(OH)_2$	أمثلة

الشكل التخطيطي للقاعدة القوية (مثل : هيدروكسيد الصوديوم) :-



تأين تام



الشكل التخطيطي للقاعدة الضعيفة (مثل : هيدروكسيد الأمونيوم) :-



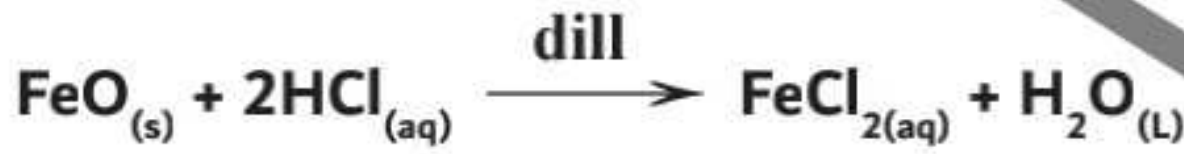
## 2 تصنيف القواعد حسب تركيبها الجزيئي

تفاعل بعض المواد مع الأحماض مكونة ملح و ماء لذا تعتبر هذه المواد قواعد .

1 أكاسيد الفلزات :

$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{MgO}$	$\text{CaO}$	$\text{PbO}$	$\text{FeO}$
أكسيد بوتاسيوم	أكسيد صوديوم	أكسيد ماغنسيوم	أكسيد كالسيوم	أكسيد رصاص II	أكسيد حديد II

تفاعل أكسيد حديد II مع حمض الهيدروكلوريك ينتج عنه كلوريد حديد II و ماء



2 هيدروكسيدات الفلزات :

$\text{KOH}$	$\text{NaOH}$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Ba}(\text{OH})_2$
هيدروكسيد بوتاسيوم	هيدروكسيد صوديوم	هيدروكسيد ماغنسيوم	هيدروكسيد كالسيوم	هيدروكسيد باريوم

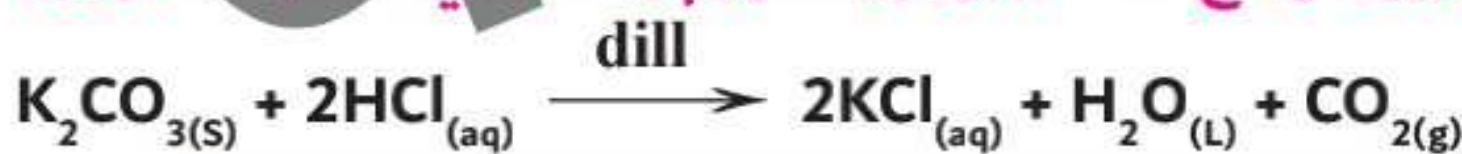
تفاعل هيدروكسيد كالسيوم مع حمض الكبريتيك ينتج عنه كبريتات كالسيوم و ماء



3 كربونات أو بيكربونات الفلزات :

$\text{K}_2\text{CO}_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{KHCO}_3$	$\text{NaHCO}_3$
كربونات بوتاسيوم	كربونات صوديوم	بيكربونات بوتاسيوم	بيكربونات صوديوم

تفاعل كربونات بوتاسيوم مع حمض الهيدروكلوريك ينتج عنه كلوريد بوتاسيوم و ماء و ثاني أكسيد الكربون .



تفاعل بيكربونات البوتاسيوم مع حمض الهيدروكلوريك ينتج عنه كلوريد بوتاسيوم و ماء و ثاني أكسيد الكربون .



## كشف الحامضية

تفاعل الحمض مع أملاح الكربونات أو أملاح البيكربونات وينتج ملح و ماء مع تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعكر ماء الجير الرائق (Ca(OH)<sub>2</sub>) عند إمراره فيه لفترة قصيرة .

## 3 تصنيف القواعد من حيث الذوبان في الماء

و تنقسم إلى : ١ قواعد تذوب ( قلويات ) . ٢ قواعد لا تذوب .

القلويات قواعد تذوب في الماء وتعطي أيون الهيدروكسيد OH<sup>-</sup> .

و هذا يعني أن :

١ القلويات جزء من القواعد

٢ فكل القلويات قواعد و ليس كل القواعد قلويات

تعتبر أكاسيد الحديد قواعد ولا تعتبر قلويات ،

١ تعتبر قواعد حيث ينتج عن تفاعلها مع الأحماض ملح و ماء .

٢ لا تعتبر قلويات لأنها لا تذوب في الماء

## القواعد

[FeO , MgO , PbO]

## القلويات

[NaOH , KOH] ,  
Ba(OH)<sub>2</sub>

## أسئلة هامة :-

١ تعتبر القاعدة القوية من الإلكتروليتات القوية ؟

ج لأن جميع جزيئاتها تتفك في الماء إلى أيونات مكونة محلول جيد التوصيل للكهرباء .

٢ يعتبر الحمض الضعيف من الإلكتروليتات الضعيفة ؟

ج لأن جميع جزء ضئيل من جزيئاته يتفك في الماء إلى أيونات مكونة محلول ردي التوصيل للكهرباء .

٣ تعتبر كربونات الصوديوم من القواعد ؟

ج لأنها تتفاعل مع الأحماض مكونة ملح و ماء .

٤ لا تعتبر كل القواعد قلويات ؟

ج لأن هناك قواعد لا تذوب في الماء



- توجد عدة طرق للتعرف على نوع المحلول ما إذا كان حمضياً او قلوياً او متعادلاً ومنها :

- ١) الأدلة ( الكواشف ) .  
٢) الرقم الهيدروجيني PH.

### 1 الأدلة ( الكواشف )

- ١) مواد كيميائية يتغير لونها بتغير نوع المحلول .  
٢) أحماض أو قواعد ضعيفة يتغير لونها بتغير نوع المحلول.  
والسبب في ذلك هو اختلاف لون الدليل المتأين عن لون الدليل غير المتأين

#### أهمية الأدلة :

- ١) التعرف على نوع المحلول .  
٢) أثناء عملية المعايرة بين الحمض والقاعدة .

#### امثلة لبعض الأدلة

اسم الدليل	في الوسط الحمضي PH < 7	في الوسط القاعدي PH > 7	في الوسط المتعادل PH = 7
الميثيل البرتقالي	أحمر	أصفر	برتقالي
الفينولفتالين	عديم اللون	احمر وردي	عديم اللون
عباد الشمس	أحمر	أزرق	بنفسجي
ازرق برموتيمول	أصفر	أزرق	أخضر

٣) لا يستخدم دليل الفينولفتالين في الكشف عن الأحماض

لأنه عديم اللون في الوسط الحامضي .

٤) لا يستخدم محلول قاعدي ك ( NaOH ) في التمييز بين عباد الشمس و أزرق برموتيمول

لأنه يعطي اللون الأزرق مع كلاهما .

٥) لا يستخدم محلول حامضي ك ( HCl ) في التمييز بين عباد الشمس و الميثيل البرتقالي

لأنه يعطي اللون الأزرق مع كلاهما .



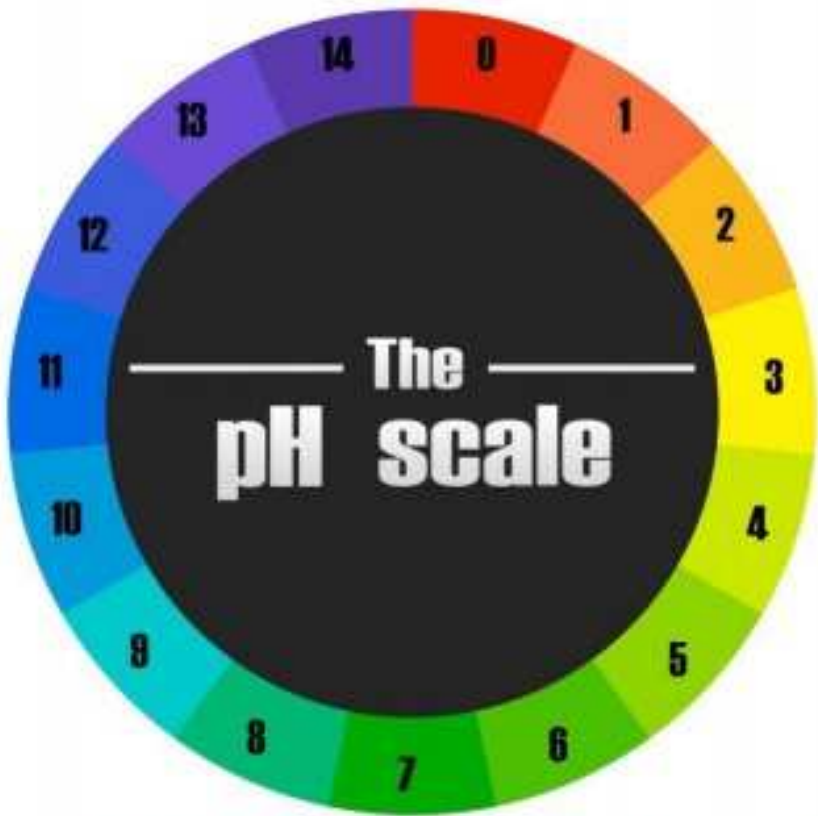
## 2 الرقم الهيدروجيني PH

### الرقم الهيدروجيني PH :

١ قياس يحدد تركيز أيونات الهيدروجين  $H^+$  في المحاليل ، لتحديد نوعها [ حامضية أو قاعدية أو متعادلة ] .

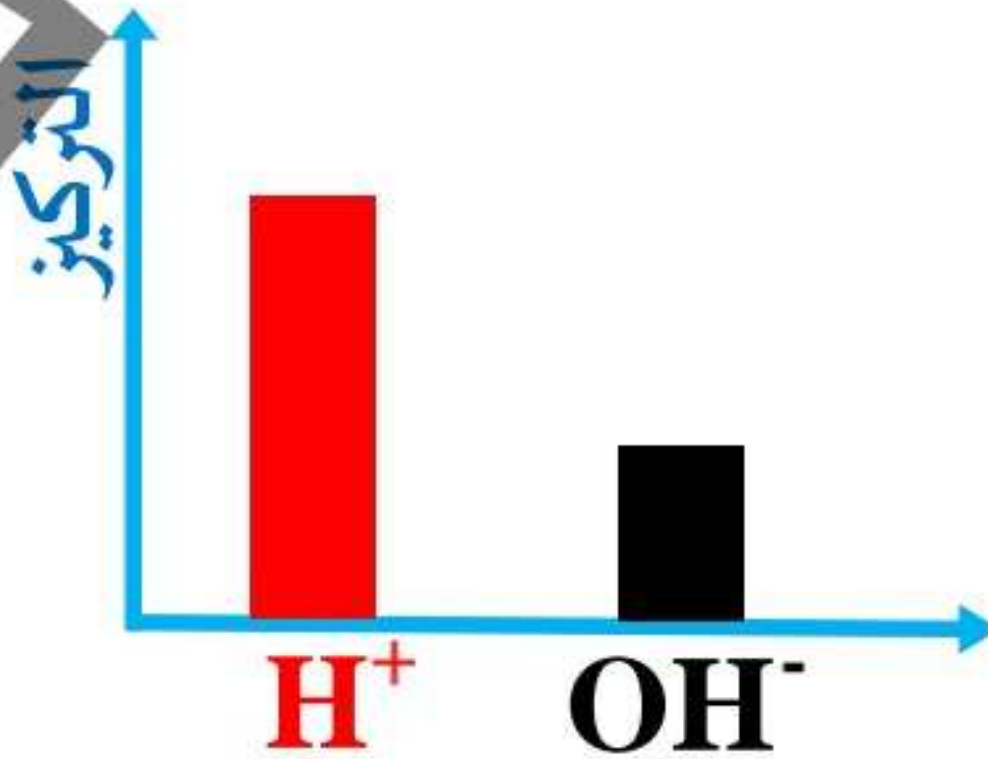
٢ أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة او القاعدية للمحاليل بأرقام من 0 إلى 14

٣ قد يستخدم في قياس الرقم الهيدروجيني جهاز رقمي أو شريط ورقي

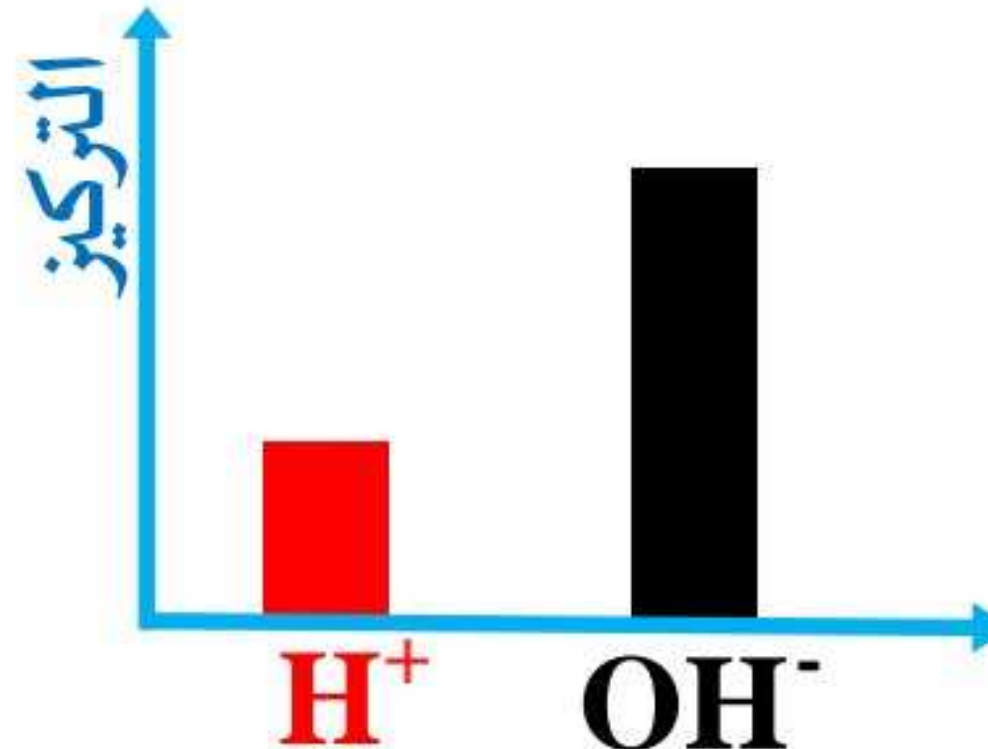
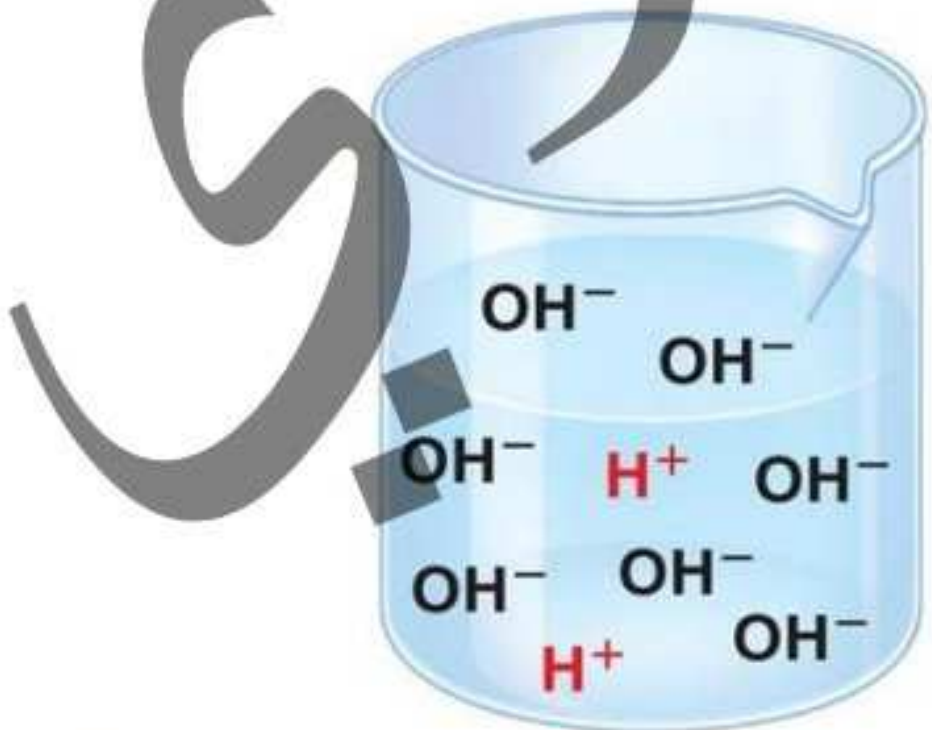


◀ جميع المحاليل المائية تحتوي على أيوني الهيدروجين  $H^+$  و الهيدروكسيل  $OH^-$  وتعتمد قيمة pH على تركيز كل منهما :

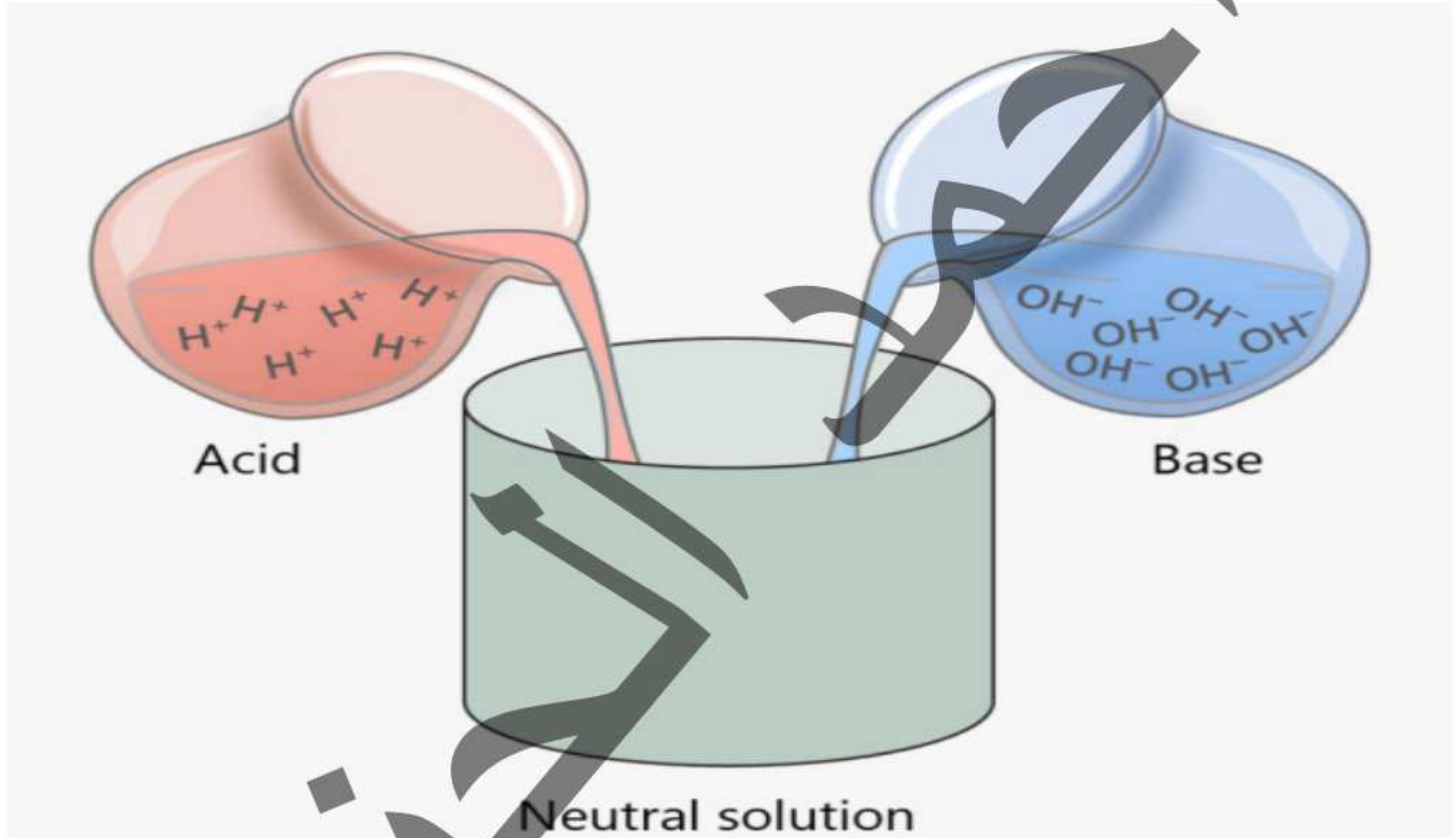
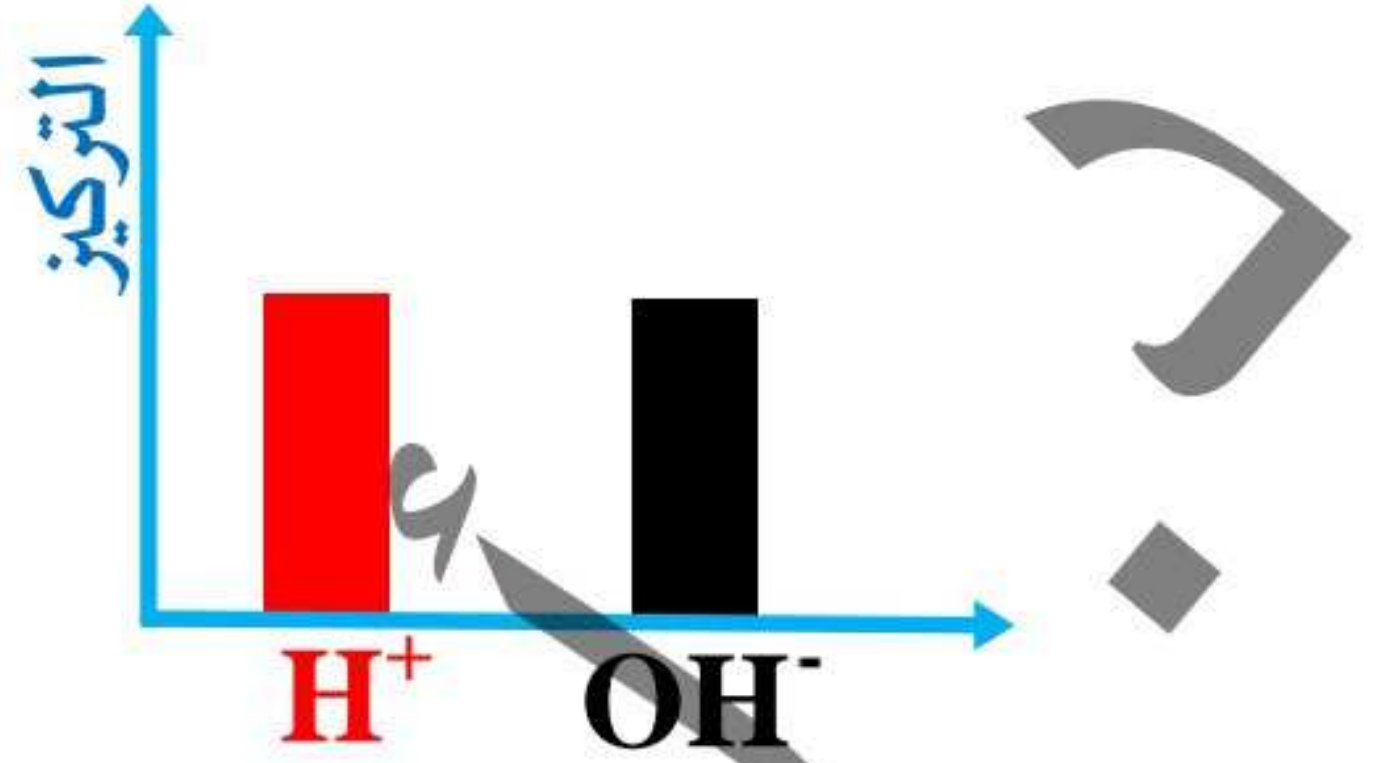
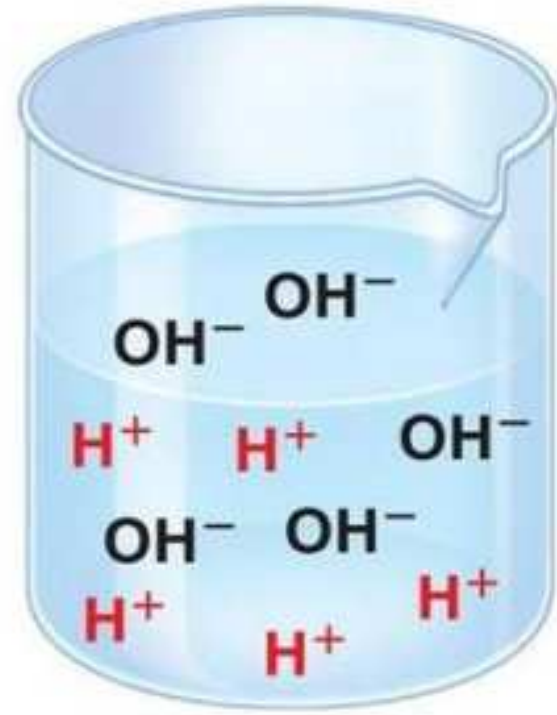
١ إذا كان تركيز  $H^+ < OH^-$  يكون المحلول حمضي وتكون قيمة pH أقل من 7



٢ إذا كان تركيز  $H^+ > OH^-$  يكون المحلول قاعدي وتكون قيمة pH أكبر من 7

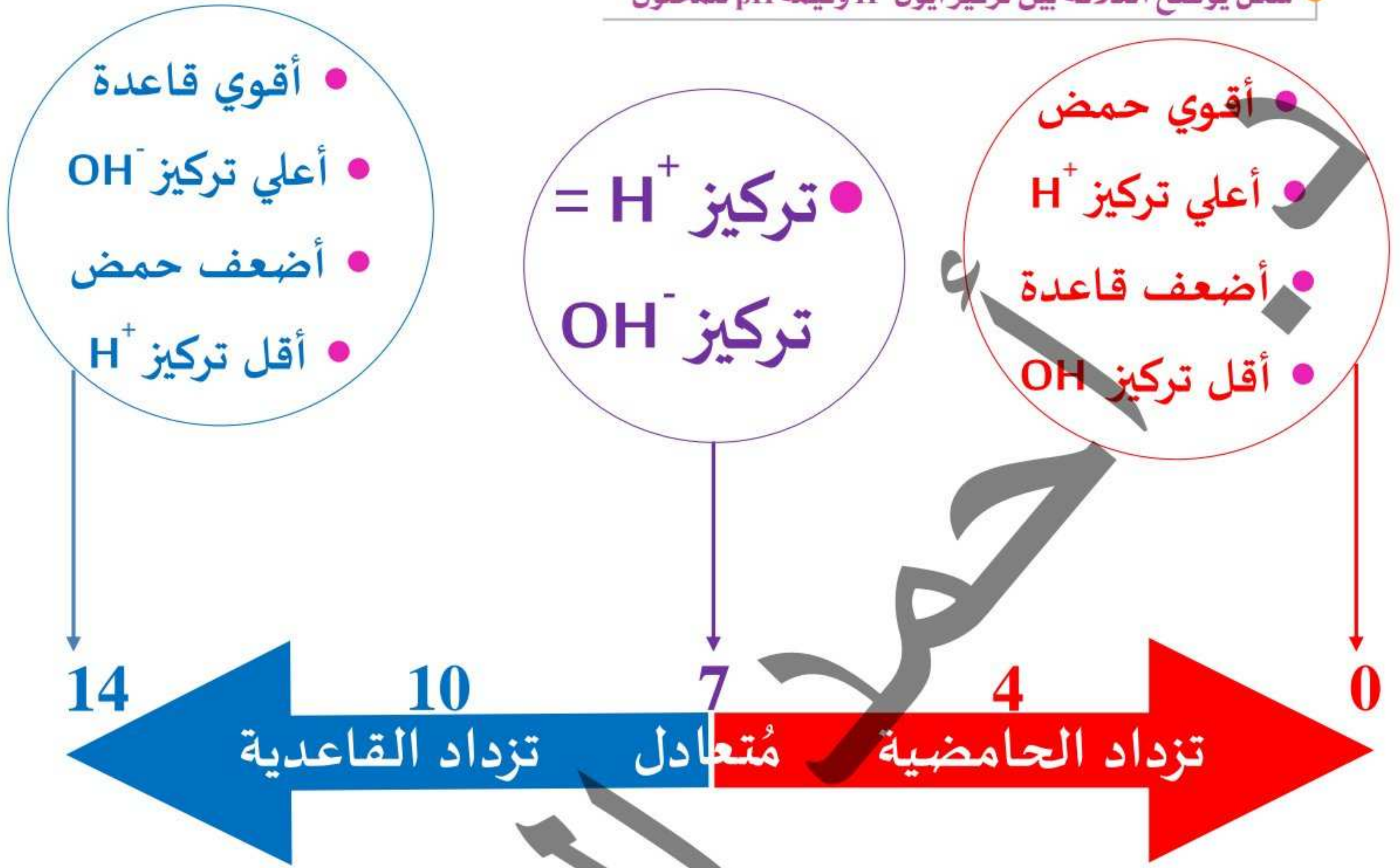


٣ إذا كان تركيز  $\text{OH}^- = \text{H}^+$  يكون المحلول متعادلاً وتكون قيمة  $\text{pH} = 7$ .



الحناء في الكيمياء

شكل يوضح العلاقة بين تركيز أيون  $H^+$  وقيمة pH للمحلول

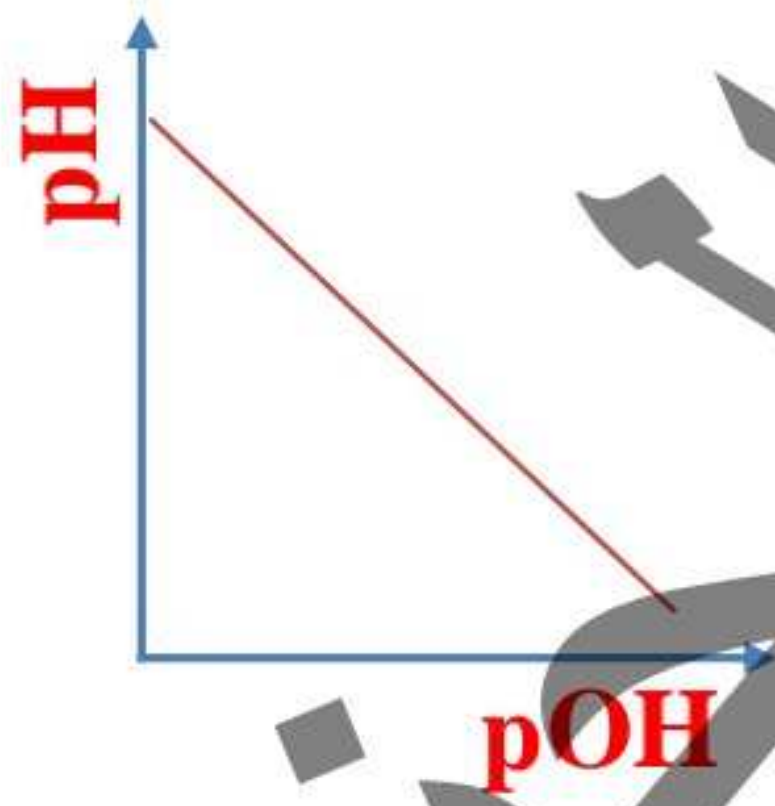
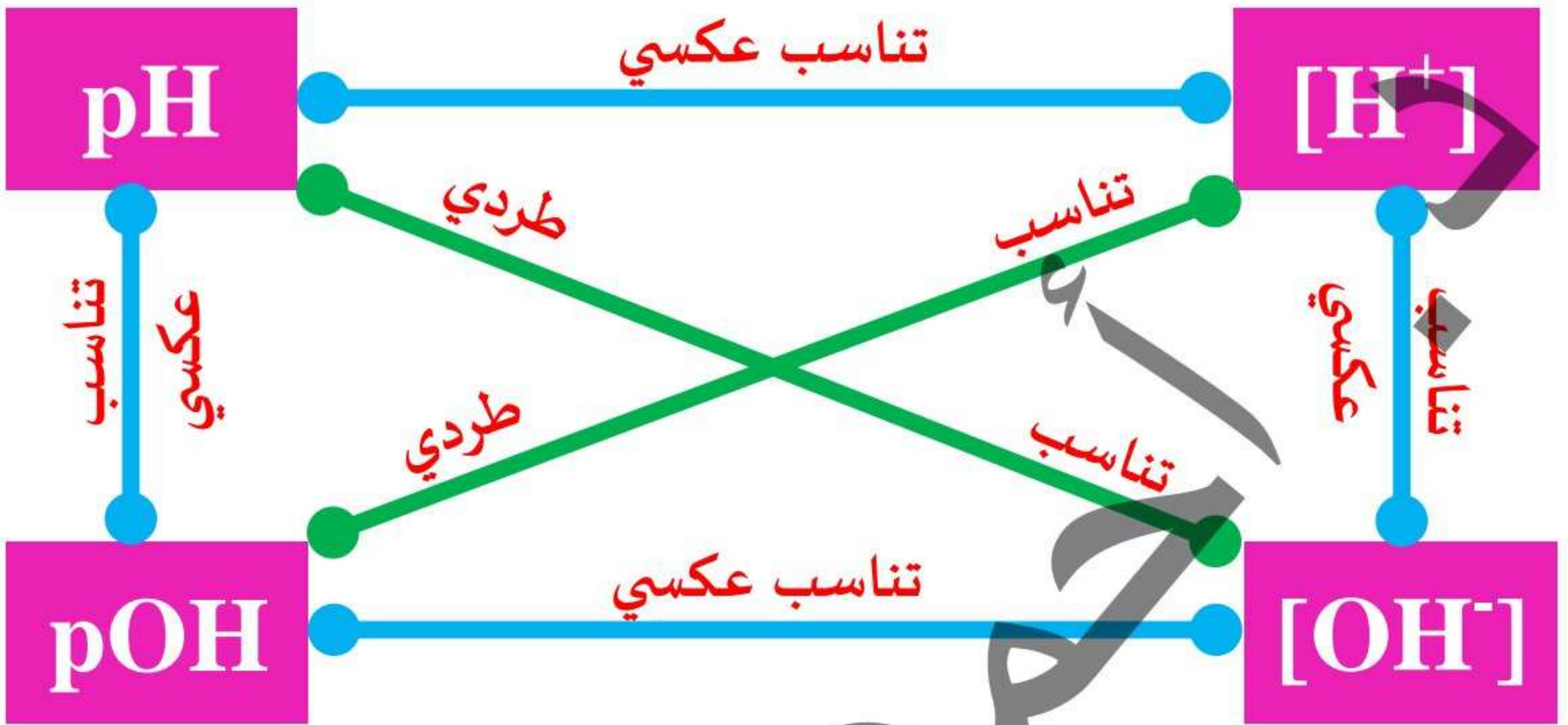


العلاقة بين pH (الأس الهيدروجيني) و pOH (الأس الهيدروكسي) و  $H_3O^+$  و  $OH^-$

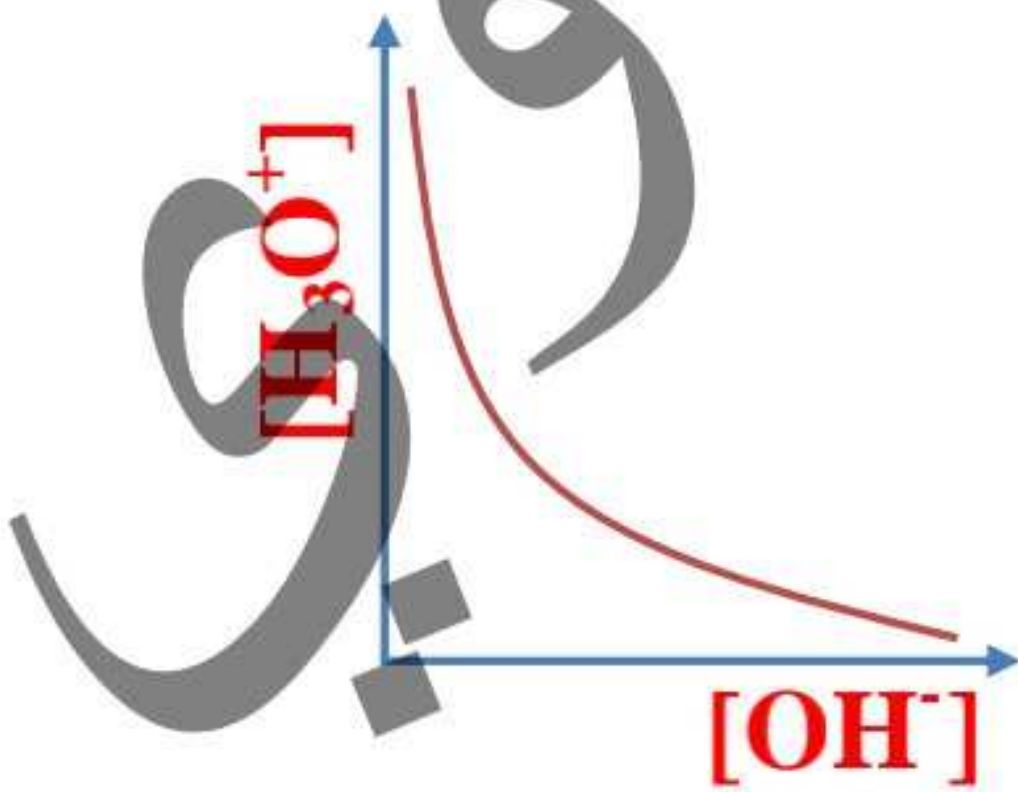
$$pH \propto [OH^-] \propto \frac{1}{pOH} \propto \frac{1}{[H_3O^+]}$$

كلما زاد تركيز  $H_3O^+$  كلما زادت قيمة الأس الهيدروكسي pOH وقل تركيز  $OH^-$  وقلت قيمة الأس الهيدروجيني pH «زادت الحمضية وقلت القاعدية»

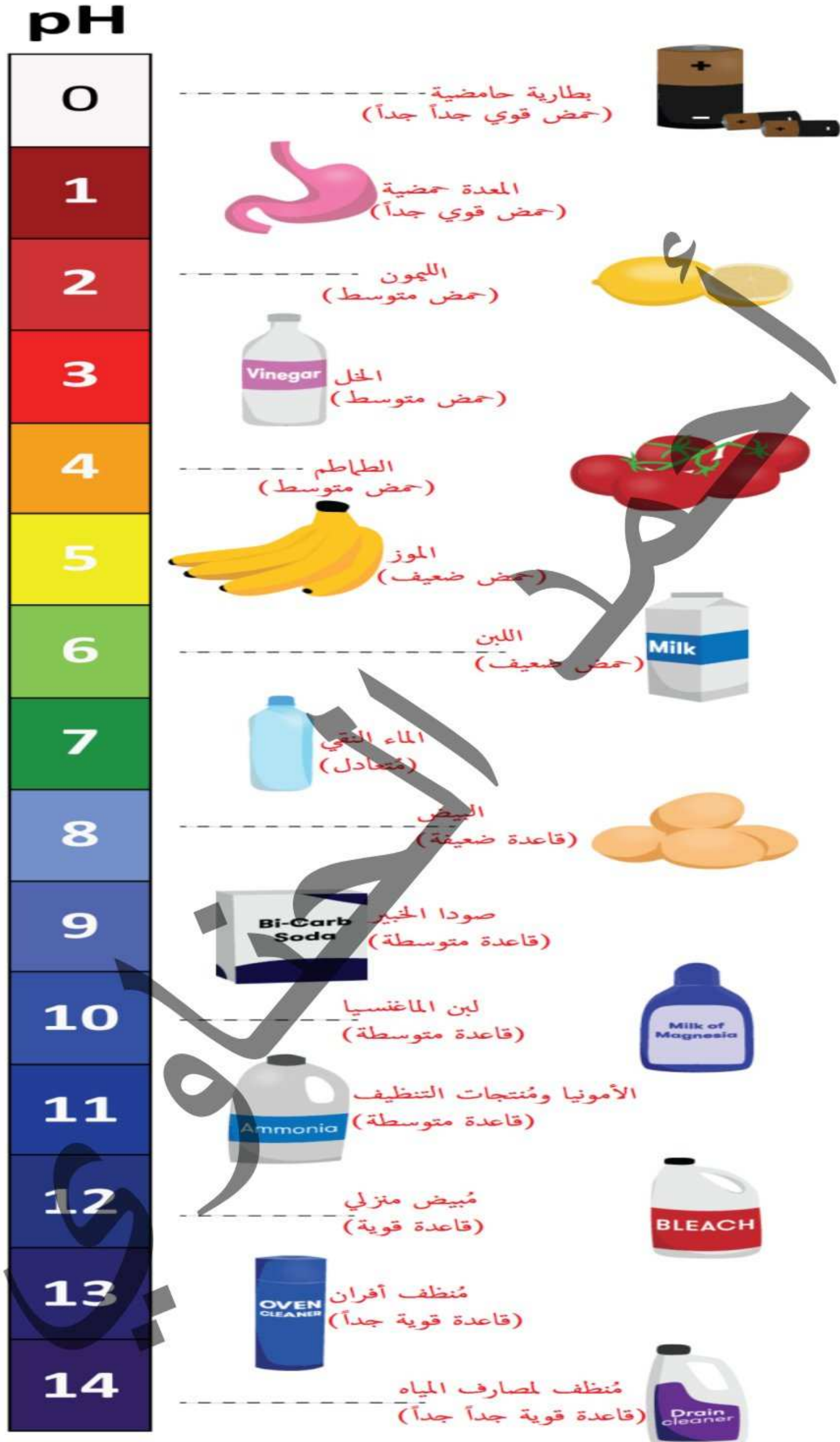
كلما زاد تركيز  $OH^-$  كلما زادت قيمة الأس الهيدروجيني pH وقل تركيز  $H_3O^+$  وقلت قيمة الأس الهيدروكسي pOH «زادت القاعدية وقلت الحمضية»



العلاقة البيانية بين الـ pH و الـ pOH :



- العلاقة البيانية بين الـ [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] و الـ [OH<sup>-</sup>] :



ويعتبر الخل وعصير الليمون وعصير الطماطم من المواد الحمضية ( $pH < 7$ ) بينما معجون الأسنان والمُنظفات الصناعية وبياض البيض «الزُّلال» وصودا الخبيز مواد قاعدية ( $pH > 7$ ) ، والماء النقي مادة مُتعادلة ( $pH = 7$ )

تدريب ( اختر الإجابة الصحيحة )

- ١ تزداد حامضية المحلول كلما (قلت- زادت) قيمة PH
- ٢ تزداد حامضية المحلول كلما (قلت- زادت) قيمة POH
- ٣ تزداد قاعدية المحلول كلما (قلت- زادت) قيمة PH
- ٤ تزداد قاعدية المحلول كلما (قلت- زادت) قيمة POH
- ٥ تقل حامضية المحلول كلما (قلت- زادت) قيمة PH
- ٦ تقل حامضية المحلول كلما (قلت- زادت) قيمة POH
- ٧ تقل قاعدية المحلول كلما (قلت- زادت) قيمة PH
- ٨ تقل قاعدية المحلول كلما (قلت- زادت) قيمة POH

الحناء في الكيمياء

## الأملاح

◀ الأملاح من المواد الكيميائية التي تتواجد بكثرة في القشرة الأرضية أو توجد ذائبة في ماء البحر أو قد تكون



مُترسبة .

## ● طرق تحضير الأملاح

- ١) تفاعل الفلز مع الحمض المُخفف .
- ٢) تفاعل أكسيد الفلز مع الحمض المُخفف « يُسمى بتفاعل التعادل »
- ٣) تفاعل هيدروكسيد الفلز مع الحمض المُخفف « تفاعل التعادل »
- ٤) تفاعل كربونات الفلز أو بيكربونات الفلز مع الحمض المُخفف « كشف الحمضية »

## ● أولاً تفاعل الفلز مع الحمض المُخفف : (نوع التفاعل : إحلال بسيط)

◀ الفلزات التي تسبق الهيدروجين في متسلسلة النشاط الكيميائي تحل محله في محاليل الأحماض المخففة ويتصاعد الهيدروجين الذي يشتعل بفرقة عند تقريب شظية مشتعلة إليه ويتبقى الملح ذائباً في الماء « ويمكن فصل الملح الناتج بتسخين المحلول فيتبخر الماء و يتبقى الملح »

◀ المعادلة العامة لفظياً :- فلز نشط + حمض ← ملح الحمض + غاز الهيدروجين .



◀ تفاعل قطعة من الخارصين مع حمض الكبريتيك المُخفف لتكوين محلول ملح كبريتات الخارصين وغاز الهيدروجين .



◀ ما ناتج تفاعل الألومنيوم مع حمض النيتريك المُخفف ؟



◀ هل النحاس يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك ؟

66



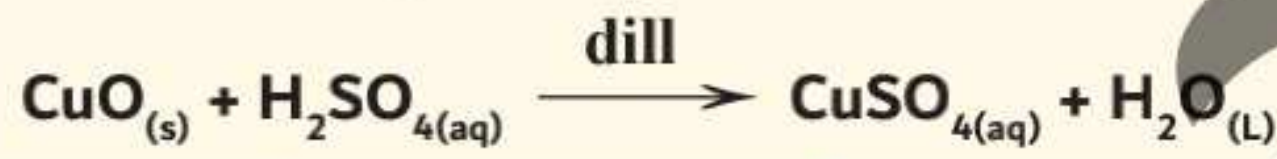
## ثانياً : تفاعل أكسيد الفلز مع الحمض المخفف (تفاعل التعادل) :-

تستخدم هذه الطريقة في حالة صعوبة تفاعل الفلز مع الحمض مباشرة لخطورة التفاعل « كتفاعل الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك » أو لقلّة نشاط الفلز عن الهيدروجين « كعدم تفاعل النحاس مع الأحماض نظراً لقلّة نشاطه الكيميائي عن هيدروجين الحمض ؛ فيفضل استخدام أكسيد النحاس مع الأحماض فيحدث تفاعل ويكون ملح النحاس وماء »

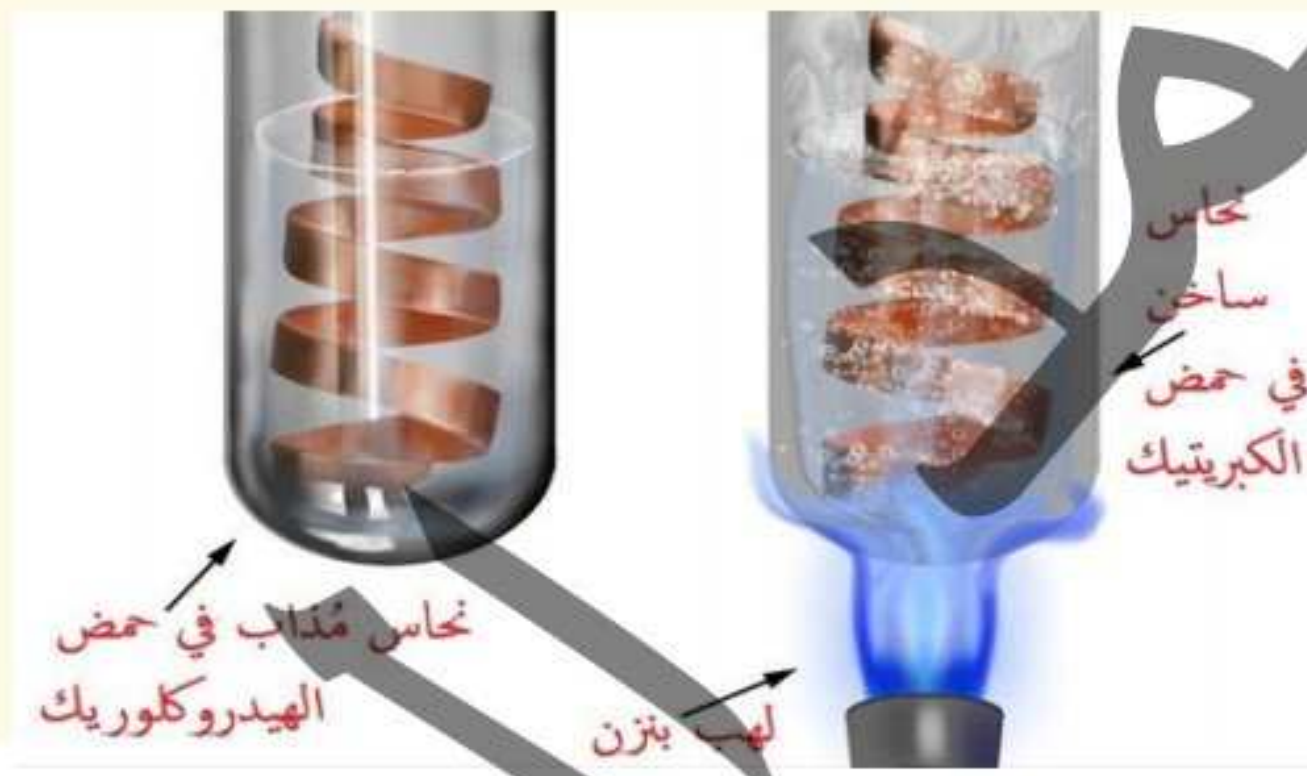
المعادلة العامة لفظياً :-

أكسيد فلز + حمض  $\xrightarrow{\text{مخفف}}$  ملح الحمض + ماء .

أكسيد النحاس II + حمض الكبريتيك  $\xrightarrow{\text{مخفف}}$  محلول ملح كبريتات النحاس II + ماء .



أكسيد نحاس II أسود مذاب في حمض الكبريتيك المخفف



لاحظ عدم حدوث تفاعلات بين قطع النحاس والأحماض

نحاس مذاب في حمض الهيدروكلوريك

لهب بزن

نحاس ساخن في حمض الكبريتيك

66

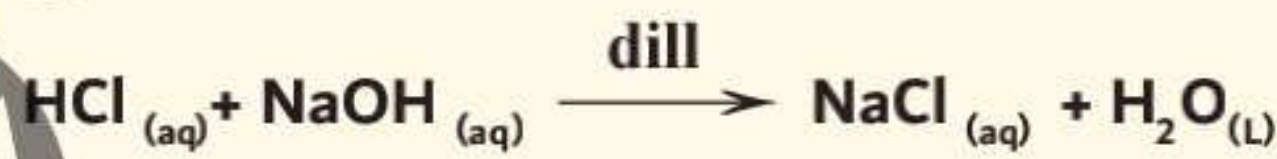
## ثالثاً : تفاعل هيدروكسيد الفلز مع الحمض المخفف :

تصلح هذه الطريقة مع هيدروكسيدات الفلزات القابلة للذوبان في الماء والتي تُعتبر (قلويات) .

المعادلة العامة لفظياً :

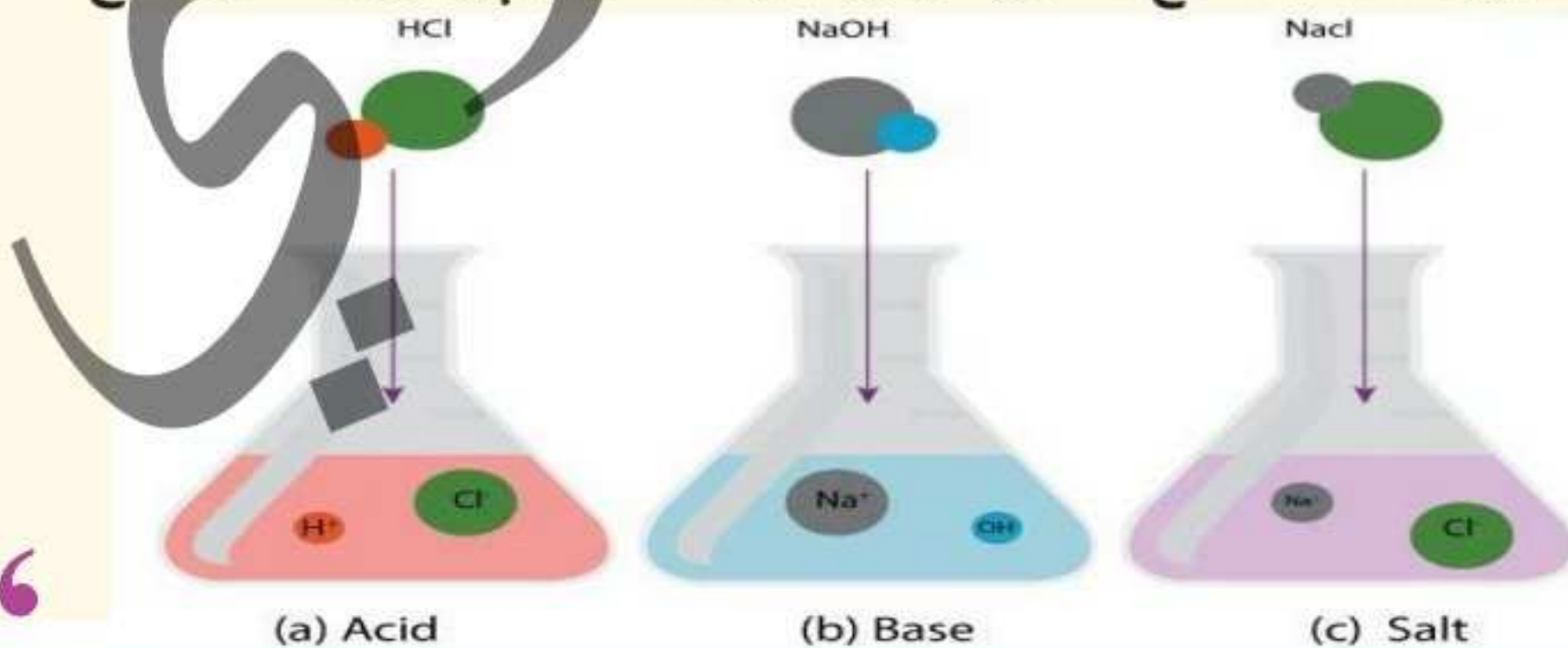
هيدروكسيد الفلز « يذوب في الماء » + حمض  $\xrightarrow{\text{مخفف}}$  محلول ملح الحمض + ماء

مثال : تفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك المُخفف مع محلول هيدروكسيد الصوديوم .



« عند تفاعل حمض الهيدروكلوريك المُخفف مع محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون محلول ملح

كلوريد الصوديوم وماء »



(a) Acid

(b) Base

(c) Salt

217

### أهمية تفاعلات التعادل :



◀ (تفاعل أكسيد الفلز أو هيدروكسيده مع الحمض المُخفف) :

◀ تُستخدم في التحليل الكيميائي أثناء عملية المعايرة لتقدير تركيز (حمض أو قلوي) مجهول التركيز باستخدام (قلوي أو حمض) معلوم التركيز في وجود (دليل) مناسب و يحدث التعادل عندما تكون كمية الحمض مكافئة تماماً لكمية القلوي « وتُسمى هذه النقطة بنقطة نهاية التفاعل »

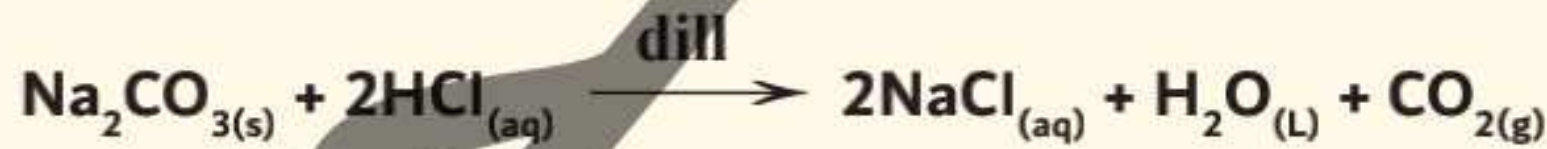
### رابعاً ◉ تفاعل كربونات أو بيكربونات الفلز مع الحمض

◀ وهي املاح حمض الكربونيك وهو غير ثابت (درجة غليانه منخفضة) لذا يمكن لأي حمض آخر أكثر ثباتاً منه أن يطرده من أملاحه ويحل محله « كحمض الهيدروكلوريك والكبريتيك والنيتريك والفوسفوريك » ويتكون ملح الحمض الجديد وماء يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون ويستخدم هذا التفاعل في اختبار الحامضية .

◀ المعادلة العامة لكربونات الفلز لفظياً :

كربونات الفلز + حمض  $\xrightarrow{\text{مخفف}}$  محلول ملح الحمض + ماء + غاز ثاني أكسيد الكربون « الذي يُعكر ماء الجير الرائق  $[Ca(OH)_2]$  عند إمراره فيه »

◀ مثال : تفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المُخفف :



◀ المعادلة العامة لبيكربونات الفلز لفظياً :

بيكربونات الفلز + حمض  $\xrightarrow{\text{مخفف}}$  محلول ملح الحمض + ماء + غاز ثاني أكسيد الكربون « الذي يُعكر ماء الجير الرائق  $[Ca(OH)_2]$  عند إمراره فيه »

◀ مثال : تفاعل بيكربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المُخفف :



◀ لماذا تُسمى تفاعلات البيكربونات أو الكربونات مع الأحماض بكشف الحامضية ؟

وذلك لأنه يُستخدم في الكشف عن هذه الأحماض نتيجة حدوث فوران لتصاعد غاز  $CO_2$  حامضي يُعكر ماء الجير الرائق (هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$ )





أسئلة تدريبية :-

١ عند إضافة الخارصين إلي محلول مائي من كلوريد الذهب III .....

أ تزداد أيونات  $Zn^{2+}$

ب تزداد أيونات  $Cl^-$

ج تزداد أيونات  $Cu^{2+}$

د تقل أيونات  $Cl^-$

٢ عند وضع ملعقة مطلية بالفضة في محلول كلوريد الصوديوم فإنه .....

أ يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة .

ب يتكون محلول كلوريد الفضة .

ج تزداد كتلة الملعقة نتيجة ترسب الصوديوم عليها .

د لن يحدث أي تغير نتيجة عدم إحلال الفضة محل الصوديوم في محلول ملحه .

٣ كل الاختيارات الآتية تنطبق علي الكربونات والبيكربونات عدا .....

أ كلاهما مُشتقان من حمض واحد وهو حمض الكربونيك .

ب كلاهما يتفاعلان مع الأحماض الأقل درجة غليان من حمض الكربونيك ويحدث فوران .

ج يحدث فوران عند تفاعلها فيتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعكر الجير المطفئ .

د الكربونات ثنائية التكافؤ بينما البيكربونات أحادية التكافؤ .

٤ لفصل سبيكة عنصر النحاس من سبيكة النحاس والخارصين يُستخدم محلول .....

أ كبريتات الخارصين .

ب كبريتات الصوديوم .

ج حمض الكبريتيك المُخفف .

د هيدروكسيد الصوديوم .

٥ وضع كيف تُميز بين سبيكة من النحاس خارصين وسبيكة من الحديد خارصين ؟

## تسمية الأملاح

اسم أي ملح يتكون من مقطعين (MX) مثل  $[Na_2SO_4]$

( المقطع الأول ) الشق الأيمن [ سالب ]	( المقطع الثاني ) الشق الأيسر [ موجب ]
$X^-$	$M^+$
الشق الحمضي للملح [ أنيون ] قادم من حمض $H_2SO_4$	الشق القاعدي للملح [ كاتيون ] قادم من قاعدة NaOH

وتتوقف الصيغة الكيميائية للملح الناتج على تكافؤ كل من الأنيونات و الكاتيونات ،



كاتيون

(شق قاعدي)

"مصدره هيدروكسيد"

الصوديوم  $NaOH$  "

أنيون

(شق حمضي)

"مصدره حمض الكبريتيك"

$H_2SO_4$  "

والجدول التالي يوضح أمثلة لبعض الأملاح وصيغتها والأحماض التي حضرت منها .

أمثلة لبعض الأملاح	الشق القاعدي (الكاتيون)	الشق الحامضي (الأنيون)	الحمض
نترات الصوديوم $\text{NaNO}_3$	كاتيون الصوديوم $\text{Na}^+$	أيون النترات $\text{NO}_3^-$	حمض النيتريك $\text{HNO}_3$
نترات الأمونيوم $\text{NH}_4\text{NO}_3$	كاتيون الأمونيوم $\text{NH}_4^+$		
نترات الكالسيوم $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	كاتيون الكالسيوم $\text{Ca}^{2+}$		
نترات الألومنيوم $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	كاتيون الألومنيوم $\text{Al}^{3+}$		
نترات الحديدوز (أو نترات الحديد II) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$	كاتيون الحديد (وز) II $\text{Fe}^{2+}$		
نترات الحديدك (أو نترات الحديد III) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	كاتيون الحديد (يك) III $\text{Fe}^{3+}$		
كلوريد الصوديوم $\text{NaCl}$	كاتيون الصوديوم $\text{Na}^+$	أيون الكلوريد $\text{Cl}^-$	حمض الهيدروكلوريك $\text{HCl}$
كلوريد الأمونيوم $\text{NH}_4\text{Cl}$	كاتيون الأمونيوم $\text{NH}_4^+$		
كلوريد الكالسيوم $\text{CaCl}_2$	كاتيون الكالسيوم $\text{Ca}^{2+}$		
كلوريد الألومنيوم $\text{AlCl}_3$	كاتيون الألومنيوم $\text{Al}^{3+}$		
كلوريد الحديدوز (أو كلوريد الحديد II) $\text{FeCl}_2$	كاتيون الحديد (وز) II $\text{Fe}^{2+}$		
كلوريد الحديدك (أو كلوريد الحديد III) $\text{FeCl}_3$	كاتيون الحديد (يك) III $\text{Fe}^{3+}$		

كبريتات الصوديوم $\text{Na}_2\text{SO}_4$	كاتيون الصوديوم $\text{Na}^+$	<p>حمض الكبريتيك <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math></p> <p>أيون الكبريتات <math>\text{SO}_4^{2-}</math></p>
كبريتات الأمونيوم $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	كاتيون الأمونيوم $\text{NH}_4^+$	
كبريتات الكالسيوم $\text{CaSO}_4$	كاتيون الكالسيوم $\text{Ca}^{2+}$	
كبريتات الألومنيوم $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	كاتيون الألومنيوم $\text{Al}^{3+}$	
كبريتات الحديدوز (أو كبريتات الحديد II) $\text{FeSO}_4$	كاتيون الحديد(وز) II $\text{Fe}^{2+}$	
كبريتات الحديدك (أو كبريتات الحديد III) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	كاتيون الحديد(يك) III $\text{Fe}^{3+}$	
كربونات الصوديوم $\text{Na}_2\text{CO}_3$	كاتيون الصوديوم $\text{Na}^+$	<p>حمض الكربونيك <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math></p> <p>أيون الكربونات <math>\text{CO}_3^{2-}</math></p>
كربونات الأمونيوم $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	كاتيون الأمونيوم $\text{NH}_4^+$	
كربونات الكالسيوم $\text{CaCO}_3$	كاتيون الكالسيوم $\text{Ca}^{2+}$	
كربونات الألومنيوم $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$	كاتيون الألومنيوم $\text{Al}^{3+}$	
كربونات الحديدوز (أو كربونات الحديد II) $\text{FeCO}_3$	كاتيون الحديد(وز) II $\text{Fe}^{2+}$	
كربونات الحديدك (أو كربونات الحديد III) $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$	كاتيون الحديد(يك) III $\text{Fe}^{3+}$	

فوسفات الصوديوم $\text{Na}_3\text{PO}_4$	كاتيون الصوديوم $\text{Na}^+$	أيون الفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$	حمض الفوسفوريك $\text{H}_3\text{PO}_4$
فوسفات الأمونيوم $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	كاتيون الأمونيوم $\text{NH}_4^+$		
فوسفات الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	كاتيون الكالسيوم $\text{Ca}^{2+}$		
فوسفات الألومنيوم $\text{AlPO}_4$	كاتيون الألومنيوم $\text{Al}^{3+}$		
فوسفات الحديدوز (أو فوسفات الحديد II) $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$	كاتيون الحديد (وز) II $\text{Fe}^{2+}$		
فوسفات الحديدك (أو فوسفات الحديد III) $\text{FePO}_4$	كاتيون الحديد (يك) III $\text{Fe}^{3+}$		
أسيتات الصوديوم $\text{CH}_3\text{COONa}$	كاتيون الصوديوم $\text{Na}^+$	أيون الأسيتات (الخلاط) $\text{CH}_3\text{COO}^-$	حمض الأسيتك (حمض الخليك) $\text{CH}_3\text{COOH}$
أسيتات الأمونيوم $\text{CH}_3\text{COONH}_4$	كاتيون الأمونيوم $\text{NH}_4^+$		
أسيتات الكالسيوم $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$	كاتيون الكالسيوم $\text{Ca}^{2+}$		
أسيتات الألومنيوم $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Al}$	كاتيون الألومنيوم $\text{Al}^{3+}$		
أسيتات الحديدوز (أو أسيتات الحديد II) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Fe}$	كاتيون الحديد (وز) II $\text{Fe}^{2+}$		
أسيتات الحديدك (أو أسيتات الحديد III) $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Fe}$	كاتيون الحديد (يك) III $\text{Fe}^{3+}$		

## ملاحظة هامة :



- ١ يُسمى  $FeCl_3$  بكلوريد الحديد III ، بينما يُسمى  $AlCl_3$  بكلوريد الألومنيوم فقط ؟  
وذلك نظراً لتعدد تكافؤات الحديد عن الألومنيوم ؛ حيث أن الحديد يمتلك حالتين تكافؤ (  $Fe^{3+}$  ,  $Fe^{2+}$  ) ،  
بينما الألومنيوم يمتلك حالة تكافؤ واحدة فقط (  $Al^{3+}$  ) .
- ٢ تدل الأرقام II أو III : على تكافؤ الفلز المرتبط بالشق الحامضي وتكتب مع الفلزات التي لها أكثر من تكافؤ.
- ٣ في حالة أملاح الأحماض عضوية (ك أسيتات البوتاسيوم  $CH_3COO^- K^+$  ) :  
نعكس الشقوق أي يكتب الشق الحامضي في اليسار و القاعدي في اليمين .
- ٤ الملح الذي يحتوي علي هيدروجين في الشق الحامضي له :  
إما أن يُسمى بإضافة ( بي Bi ) أو بإضافة كلمة هيدروجينية مثل :  
 $HSO_4^-$  يسمى بيكبريتات أو كبريتات هيدروجينية  
 $HCO_3^-$  يُسمى بيكربونات أو كربونات هيدروجينية

## عدد الأملاح الناتجة من الحمض :-

بعض الأحماض لها نوع واحد من الأملاح وهناك لها نوعان وهناك لها ثلاثة أنواع ؟ ويرجع ذلك لعدد ذرات

الهيدروجين في جزيء الحمض

## أ الأحماض أحادية الهيدروجين (أحادية القاعدية) تُعطي نوع واحد من الأملاح :-

- ١ حمض النيتريك  $HNO_3$  يكون ملح نترات فقط .
- ٢ حمض الهيدروكلوريك  $HCl$  يكون ملح كلوريد فقط .
- ٣ حمض الهيدروبروميك  $HBr$  يكون ملح بروميد فقط .
- ٤ حمض الهيدرويوديك  $HI$  يكون ملح يوديد فقط .
- ٥ حمض الهيدروسيانيك  $HCN$  يكون ملح سيانيد فقط .
- ٦ حمض الخليك  $CH_3COOH$  يكون ملح خلات فقط .

## ب الأحماض ثنائية الهيدروجين (ثنائية القاعدية) :-

- ١ حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  يكون نوعين من الأملاح (كبريتات  $SO_4^{2-}$  وبيكبريتات «أو كبريتات هيدروجينية»  $HSO_4^-$ )
- ٢ حمض الكربونيك  $H_2CO_3$  يكون نوعين من الأملاح (كربونات  $CO_3^{2-}$  وبيكربونات «كربونات هيدروجينية»  $HCO_3^-$ )





عدد الأملاح الناتجة من الحمض :-

٢ الأحمض ثلاثية الهيدروجين (ثلاثية القاعدية) :-

١ حمض الفوسفوريك  $H_3PO_4$  يكون ثلاثة أنواع من الأملاح (فوسفات  $PO_4^{3-}$  وفوسفات هيدروجينية

$HPO_4^{2-}$  وفوسفات ثنائية الهيدروجين  $H_2PO_4^-$ )

٢ حمض البوريك  $H_3BO_3$  يكون ثلاثة أنواع من الأملاح (بورات  $BO_3^{3-}$  وبورات هيدروجينية  $HBO_3^{2-}$  وبورات

ثنائية الهيدروجين  $H_2BO_3^-$ )

س ما عدد الأملاح التي يكونها كلاً من :

- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| ١ حمض النيتروز .                   | ٢ حمض الهيدروكبريتيك .      |
| ٣ حمض الستريك .                    | ٤ حمض الكبريتوز .           |
| ٥ حمض الثيوكبريتيك .               | ٦ حمض الأوكساليك .          |
| ٧ حمض الفورميك .                   | ٨ حمض البنزويك $C_6H_5COOH$ |
| ٩ حمض البالمتيك $C_{15}H_{31}COOH$ | ١٠ حمض البيروكلوريك .       |

المحاليل المائية للأملاح

تختلف المحاليل المائية في خواصها ، فمنها ما يكون حمضياً و منها القاعدي ومنها المتعادل و يعتمد ذلك على مصدر كل من الكاتيون و الأنيون الذي يتكون منهما الملح

الحمض	القاعدة	مثال	نوع المحلول	قيمة PH
قوى	قوية	كلوريد الصوديوم NaCl	متعادل	PH = 7
ضعيف	ضعيفة	خلات الأمونيوم $CH_3COONH_4$	حامضي	PH < 7
قوى	ضعيفة	كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$	قاعدي	PH > 7
ضعيف	قوية	خلات الصوديوم $CH_3COONa$		

الإلكتروليت القوي هو ما يحدد نوع المحلول

## تذكر الأحماض والقواعد القوية :-

الأحماض والقواعد القوية التي تتأين في الماء

حمض الهيدروكلوريك	HCl	$\text{HCl}_{(g)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$	أولاً : الأحماض القوية
حمض الهيدروبروميك	HBr	$\text{HBr}_{(g)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{Br}^-_{(aq)}$	
حمض الهيدرويودييك	HI	$\text{HI}_{(g)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{I}^-_{(aq)}$	
حمض النيتريك	HNO <sub>3</sub>	$\text{HNO}_{3(L)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)}$	ثانياً: القواعد القوية
حمض البيروكلوريك	HClO <sub>4</sub>	$\text{HClO}_{4(L)} \xrightarrow{\text{water}} \text{H}^+_{(aq)} + \text{ClO}_4^-_{(aq)}$	
حمض الكبريتيك	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$\text{H}_2\text{SO}_{4(L)} \xrightarrow{\text{water}} 2\text{H}^+_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$	
هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH	$\text{KOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{water}} \text{K}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	$\text{NaOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{water}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	
هيدروكسيد الباريوم	Ba(OH) <sub>2</sub>	$\text{Ba(OH)}_{(s)} \xrightarrow{\text{water}} \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$	

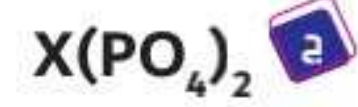
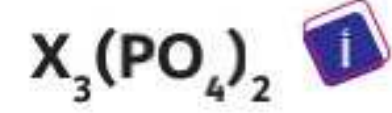
## أسئلة هامة :-

- ١) بحمر محلول كلوريد الأمونيوم ورقة عباد الشمس ؟  
لأنه حمضي التأثير حيث يتكون من حمض قوي وهو حمض الهيدروكلوريك (HCl) و قاعدة ضعيفة وهي هيدروكسيد الأمونيوم (NH<sub>4</sub>OH)
- ٢) الأس الهيدروجيني pH لمحلول ملح كبريتات النحاس II أقل من 7 ؟  
لأنه محلول حمضي التأثير حيث ينتج من تفاعل حمض قوي H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> مع قاعدة ضعيفة Cu(OH)<sub>2</sub>
- ٣) الأس الهيدروجيني pH لمحلول فوسفات الحديد III يساوي 7 ؟  
لأنه محلول مُتعادل التأثير حيث ينتج من تفاعل حمض ضعيف H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> مع قاعدة ضعيفة Fe(OH)<sub>3</sub>
- ٤) يُزرق محلول كربونات الصوديوم ورقة عباد الشمس ؟  
لأنه محلول قاعدي التأثير .
- ٥) لا يمكن استخدام دليل الفينولفثالين في التمييز بين محلولي خلات الأمونيوم وبروميد البوتاسيوم ؟  
لأن كلاهما مُتعادل التأثير ؛ حيث أن محلول خلات الأمونيوم مُشتق من حمض ضعيف CH<sub>3</sub>COOH وقاعدة ضعيفة NH<sub>4</sub>OH بينما بروميد البوتاسيوم مُشتق من حمض قوي HBr وقاعدة ضعيفة KOH

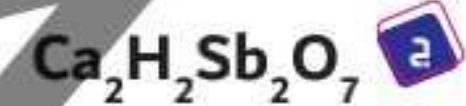
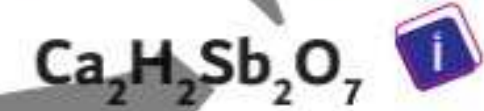
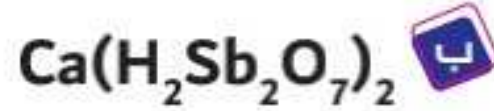


أسئلة تدريبية :-

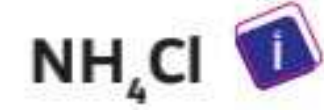
٦ إذا كانت الصيغة الكيميائية لكبريتات الفلز X هي  $XSO_4$ ، فإن الصيغة الكيميائية لفوسفات الفلز X؟ .....



٧ إذا كانت الصيغة الكيميائية لمركب بيروانتيمونات البوتاسيوم  $K_2H_2Sb_2O_7$ ، فإن الصيغة الكيميائية لمركب بيروانتيمونات الكالسيوم هي .....



٨ أيًا من المواد الآتية تذوب في الماء مكونة محلول متعادل؟ .....



٩ ملح كربونات البوتاسيوم يُعتبر ملح لحمض .....

ب أحادي القاعدية وحمضي التأثير.

ا أحادي القاعدية وقاعدي التأثير.

د ثنائي القاعدية وحمضي التأثير.

ج ثنائي القاعدية وقاعدي التأثير.

١٠ ما اللون المتكون عند إضافة قطرات من :

ا دليل أزرق بروموثيمول إلي محلول فلوريد الألومنيوم.

ب دليل الميثيل البرتقالي إلي محلول أسيتات الذهب III



# مذكراتك

مذكراتك

# مذكراتك

مذكراتك