

2021

## سلوك الغازات



نبدء هذه الوحدة بمقارنة بين حالات المادة الثلاثة ( الصلبة و السائلة و الغازية )

حالة المادة	الصلبة	السائلة	الغازية
الشكل	ثابت	غير ثابت	غير ثابت
الحجم	ثابت	ثابت	غير ثابت
التماسك	كبيرة جداً	متوسط	صغيرة جداً
قابلية الانضغاط	صغيرة جداً	صغيرة	كبيرة جداً

و الن و بالاستفادة من الجدول السابق سنعدد خواص الغازات :

- 1 - ليس لها شكل أو حجم ثابت بل تأخذ شكل و حجم الإناء الذي توضع فيه
- 2 - تنضغط بسهولة و تتمدد بسهولة
- 3 - لها القدرة على الانتشار و التسرب عبر الثقوب و الفتحات الضيقة
- 4 - كثافتها صغيرة جداً بالنسبة للمواد السائلة و المواد الصلبة
- 5 - معظمها عديم اللون و بعضها ملون
- 6 - قوى التجاذب بين جزيئاتها صغيرة جداً
- 7 - تتحرك جسيمات الغاز حركة عشوائية في جميع الاتجاهات و لكنها في خطوط مستقيمة

نستوع لنشرة أخبار الطقس فما المقصود بـ " الأرصاد الجوية "

علم يدرس أحوال الطقس و يحاول توقعها بتحليل مجموعة من المتغيرات أهمها الضغط الجوي ، الحرارة ، الرطوبة ، سرعة الرياح

سنتكلم الآن عن « النظرية الحركية للغازات » فما المقصود بالنظرية الحركية للغازات :

هي نظرية تفترض أن جسيمات الغاز كروية الشكل ، صغيرة الحجم تفصل بينها مسافات كبيرة

و لا يوجد بين هذه الجسيمات قوى تافراً أو قوى تجاذب و تتحرك حركة عشوائية منتظمة في اتجاهات مستقيمة

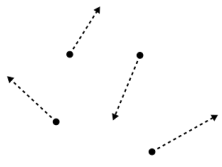
عند ترك كيس البطاطا الجاهزة تحت أشعة الشمس نلاحظُ انتفاخه فما السبب ( **علل** )

لزيادة ضغط الهواء الموجود داخله على جدران الكيس نتيجة زيادة درجة الحرارة

**علل** : يكثر الهواء في مناطق الضغط الجوي المرتفع عنه في مناطق الضغط الجوي المنخفض

لأن الهواء الساخن أقل كثافة من الهواء البارد ، و بالتالي ترتفع كتل الهواء الساخن فوق كتل الهواء البارد

ما هو المتغير الذي يُعبّر عن متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الغاز (درجة الحرارة)



و الذن سنتعرف الى فرضيات النظرية الحركية للغازات :

## 1 الغازات عبارة عن جسيمات كروية الشكل



2 جسيمات الغاز صغيرة جداً بالمقارنة مع المسافات التي تفصل بينها

3 لا توجد قوى تنافر أو تجاذب بين جسيمات الغاز

4 تتحرك جسيمات الغاز بسرعة في حركة عشوائية ثابتة في مسارات مستقيمة

5 تحدث جسيمات الغاز ضغطاً على جدار الوعاء الحاوي لها نتيجة التصادمات المستمرة بين هذه الجسيمات و جدران الوعاء

**علل :** الغازات قابلة للانضغاط بسهولة .

لوجود فراغ بين جزيئاته

**علل :** تتحرك جسيمات الغاز بحرية داخل الأوعية التي توجد بها

لعدم وجود قوى تنافر أو تجاذب بين جسيمات الغاز

**علل :** يأخذ الغاز شكل و حجم الاناء الحاوي له

لعدم وجود قوى تنافر أو تجاذب بين جسيمات الغاز

**علل :** تكون التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة تماماً

لأن الكمية الكلية للطاقة الحركية تظل ثابتة أثناء

الاصطدام و تنتقل من جسيم الى آخر دون هدر أي منها

**علل :** هبوط بالون الهيليوم عند تسرب الغاز منه .

للتناقص عدد جسيمات غاز الهيليوم داخل البالون و بالتالي

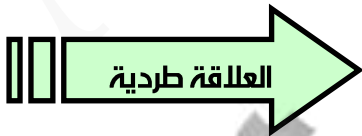
تقل التصادمات بينها و ينخفض ضغط الغاز داخل البالون

**ملاحظة :** تسير جسيمات الغاز في مسارات مستقيمة ( الحركة البراونية ) .

**ملاحظة :** يمكن للجسيمات أن تحيد عن مسارها اذا اصطدمت مع بعضها البعض .

**ملاحظة :** تكون التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة تماماً .

**تذكير :** متوسط الطاقة الحركية لمجموعة من جسيمات الغاز تتناسب طردياً مع درجة الحرارة المطلقة ( k ) للغاز .



ترداد الطاقة الحركية لجسيمات الغاز مع ارتفاع درجة الحرارة ، و تقل مع انخفاضها

● يتكون الهواء من مجموعة من جزيئات الغازات ثنائية الذرة مثل (  $N_2$  ,  $H_2$  ,  $O_2$  ,  $Cl_2$  ) , ويتواجد فيه أيضاً

الغازات النبيلة ( الخاملة ) في شكل جزيئات أحادية الذرة مثل (  $He$  ,  $Ne$  ,  $Ar$  )

# المتغيرات التي تصف غازاً ما

ما هي المتغيرات التي تُستخدم لوصف غاز ما ؟

درجة الحرارة المطلقة (T)  
الكلفن K

عدد المولات (n)  
المول mol

الحجم (V)  
الليتر L

الضغط (P)  
Kpa

## العوامل التي تؤثر على ضغط الغاز P

**ملاحظة هامة جداً :** ضغط الغاز ينشأ عن تصادم جزيئات الغاز مع بعضها البعض ومع جدران الوعاء



ما هي العوامل التي تؤثر على ضغط الغاز؟

العوامل التي تؤثر على ضغط الغاز P				
ملاحظات	نوع العلاقة	نقص	زيادة	
لأنه بزيادة عدد الجسيمات تزداد التصادمات بينها وبين جدران الوعاء وبالتالي يزداد الضغط	طردية		✓	① كمية الغاز n (عدد الجسيمات)
عند مضاعفة الحجم سيقل الضغط للنصف	عكسية	✓		② الحجم V
لزيادة سرعة حركة جسيمات الغاز نتيجةً لامتصاصها للطاقة الحرارية , وبالتالي زيادة اصطدام جسيمات الغاز بجدران الوعاء , وبالتالي تمارس ضغط أكبر	طردية		✓	③ درجة الحرارة T

**ملاحظة :** كلما تضاعف ( زاد ) عدد جسيمات الغاز تضاعف الضغط والعكس صحيح . ( العلاقة طردية )

ما هي آلية عمل عبوات الرذاذ ( مثل كريم الحلاقة , سائل تثبيت الشعر , عبوات الدهان المضغوطة ... ) ؟

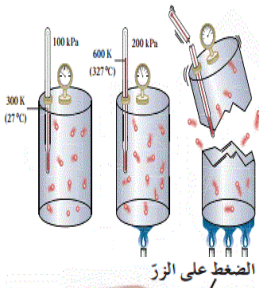
عند فتح وعاء محكم الإغلاق يحتوي على غاز مضغوط ,

ينتقل الغاز داخل الوعاء من الحيز ذي الضغط المرتفع الى الحيز الخارجي ذي الضغط المنخفض

**علل :** يُحذر من إحراق أو ( تسخين ) علب الرذاذ حتى لو كانت فارغة .

لأنها تصبح قابلة للانفجار , لزيادة سرعة حركة جسيمات الغاز نتيجةً لامتصاصها للطاقة الحرارية ,

وزيادة , بالتالي اصطدام جسيمات الغاز بجدران الوعاء , وبالتالي تمارس ضغط أكبر

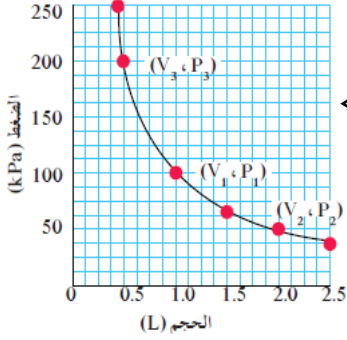


# قوانين الغازات Gases Laws

## قانون بويل درس العلاقة بين الضغط P و الحجم V

أكتب نص قانون بويل :

يتناسب الحجم الذي تشغله كمية معينة من الغاز تناسباً عكسياً مع ضغط الغاز ، عند درجة حرارة ثابتة



العلاقة عكسية

أكتب العلاقة الرياضية لقانون بويل :

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

مثل بيانياً العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه

س : أكتب العلاقة الرياضية لقانون بويل ، و اشرح رموزها ، ما هو الشرط المتعلق بالحرارة ؟

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

مسألة ( ١ ) :

يحتوي منطاد على 30 L من غاز الهيليوم (He) عند ضغط 103 kPa على ارتفاع معين ، ما حجم غاز الهيليوم عندما يصعد المنطاد يصل الضغط فيه الى 25 kPa فقط ؟ ( مع افتراض أن درجة الحرارة ثابتة )

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

الحل : نستخدم قانون بويل

$$103 \times 30 = 25 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{103 \times 30}{25} = 123.6 \text{ L}$$

مسألة ( ٢ ) :

يتغير ضغط 2.5 L من غاز التخدير من 105 kPa الى 40.5 kPa ، احسب الحجم الجديد عند ضغط 40.5 kPa ( مع افتراض ثبات درجة الحرارة )

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

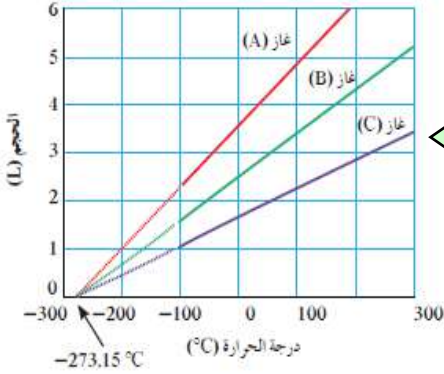
الحل : نستخدم قانون بويل

$$105 \times 2.5 = 40.5 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{105 \times 2.5}{40.5} = 6.481 \text{ L}$$

# قانون تشارلز : درس العلاقة بين الحجم و درجة الحرارة

يتناسب حجم كمية معينة من الغاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة بالكلفن ، عند ثبات الضغط و كمية الغاز



أكتب النص الرياضي لقانون تشارلز

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

ملاحظة : العلاقة بين درجة الحرارة و الحجم طردية ، بثبات الضغط .

**علل** : تقاس العلاقة بين درجة الحرارة و الحجم لأي كمية من الغاز من الناحية العملية في مدى محدود فقط .

لأن الغازات تتكثف عند درجات الحرارة المنخفضة لتكون سوائل

ملاحظة : تسمى درجة الحرارة ( -273.15 °C ) بدرجة الصفر المطلق أو الصفر كالفن

ما المقصود بـ **درجة الصفر المطلق** (0 K) = ( -273.15 °C ) :

هي درجة الحرارة التي تساوي عندها متوسط الطاقة الحركية لجسيمات الغاز الصفر

ملاحظة : في مقياس كلفن لدرجة الحرارة تقابل **درجة الصفر** (0 K) **الدرجة** ( -273.15 °C )

$$T_{(k)} = T_{(c)} + 273$$

ملاحظة

مسألة ( ١ ) :

نُفخ بالون حجمه 4 L عند درجة حرارة 24 °C . ثم سُخن البالون الى درجة حرارة 58 °C . ما الحجم الجديد للبالون مع بقاء الضغط ثابتاً

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{4}{297} = \frac{V_2}{331} = 4.457 \text{ L}$$

الحل : نستخدم قانون تشارلز

مسألة ( ٢ ) :

تشغل عينة غاز 6.8 L عند درجة حرارة 325 °C . ما الحجم الذي ستشغله عند درجة حرارة 25 °C مع بقاء الضغط ثابتاً



# قانون جاي لوساك

درس العلاقة بين درجة الحرارة **T** و الضغط **P**

يتناسب ضغط كمية معينة من الغاز تناسباً طردياً مع درجة حرارتها المطلقة ، بثبات الحجم

أكتب العلاقة الرياضية لقانون جاي لوساك ؟

العلاقة طردية

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

مسألة ( ١ )

إذا كان ضغط الغاز المتبقي في عبوة رذاذ مُستخدمة يساوي 103 kPa عند درجة حرارة 25 °C

احسب ضغط الغاز في حال أُلقيت هذه العبوة في النار عند درجة حرارة 928 °C ( مع افتراض ثبات الحجم )

الحل : نستخدم قانون جاي لوساك

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow \frac{103}{298} = \frac{P_2}{1201} = 415.11 \text{ Kpa}$$

مسألة ( ٢ ) :

إذا كان ضغط غاز ما 2.58 kPa عند درجة حرارة 539 K . فكم يبلغ ضغطه عند درجة حرارة 211 K

( مع افتراض ثبات الحجم )

مسألة ( ٣ ) :

ضغط الهواء في إطارات سيارة هو 198 kPa عند درجة حرارة 27 °C وفي نهاية رحلة في يوم مشمس حار، ارتفع

الضغط إلى 225 kPa . ما درجة حرارة الهواء داخل إطارات السيارة ( بفرض أن الحجم لم يتغير )

# القانون الموحد للغازات

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

أكتب العلاقة الرياضية للقانون الموحد للغازات ؟

**ملاحظة :** يمكن استنتاج القوانين الثلاثة السابقة باستخدام القانون الموحد للغازات , وذلك بجعل

أحد المتغيرات الثلاثة ( الحجم , الضغط , درجة الحرارة ) ثابتاً , بشرط أن تبقى كمية الغاز n ثابتة

**ما هي المجموعة القياسية ( STP )**

و الضغط القياسي 101.3 Kpa

درجة الحرارة القياسية 273 k

**مسألة ( ١ ) :**

إذا كان حجم بالون مملوء بالغاز يساوي 30 L عند درجة حرارة 40 °C و ضغط 153 kPa , فما هو حجم البالون عند الضغط ودرجة الحرارة القياسيين ( STP )

**الحل :** نستخدم القانون الموحد للغازات :

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

$$\frac{153 \times 30}{313} = \frac{101.3 \times V_2}{273} \rightarrow V_2 = \quad L$$

**مسألة ( ٢ ) :**

يشغل غاز عند ضغط يساوي 155 kPa ودرجة حرارة 25 °C وعاء حجمه الأصلي 1 L , يزداد ضغط الغاز الى 605 kPa بفعل ارتفاع درجة الحرارة الى 125 °C ويتغير الحجم , احسب الحجم الجديد

معلمة الكويت  
KuwaitTeacher.Com

# P. V = n R T Ideal Gases الغازات المثالية

ما المقصود بالغاز المثالي : هو غاز افتراضي يحقق جميع فرضيات النظرية الحركية

ما المقصود بالثلج الجاف : هو غاز ثاني أكسيد الكربون في الحالة الصلبة  $CO_2(s)$



علل : تسمية ثاني أكسيد الكربون الصلب بالثلج الجاف .

لأنه يتبخر مباشرة دون أن ينصهر " ( يتسامى )

## قانون الغاز المثالي

يمكن ادخال عدد المولات n الى قانون الغازات الموحد لتصبح العلاقة الرياضية له كالتالي :

$$\frac{V_1 \times P_1}{T_1 \times n_1} = \frac{V_2 \times P_2}{T_2 \times n_2}$$

ملاحظة : من العلاقة السابقة نحصل على ثابت يسمى ثابت الغاز المثالي R ، و يُعَيَّنُ باستخدام القيم القياسية

$$R = \frac{V \times P}{T \times n} = \frac{101.3 \times 22.4}{273 \times 1} = 8.31 \text{ kpa.L/mol.k}$$

ملاحظة : يشغل المول الواحد لكل غاز مثالي حجماً قدره 22.4 L في الظروف القياسية

Pressure

Temperature

Number of moles

( P = 101.3 Kpa , T = 273 k )

$$PV = nRT$$

Volume

Gas constant

Kuwaitteacher.Com

ملاحظة : بإعادة ترتيب المعادلة السابقة نحصل على قانون الغاز المثالي



## مسألة ( ١ )

تحتوي كرة مجوفة مثبتة على 685 L من غاز الهيليوم عند درجة حرارة 621 K وضغط غاز  $1.89 \times 10^3$  kpa

ما هو عدد مولات الهيليوم التي تحتوي عليها الكرة ( اعتبر غاز الهيليوم غازاً مثالياً )

$$P \cdot V = nRT$$

الحل : نستخدم قانون الغاز المثالي :

$$n = \frac{p \times v}{R \times T} = \frac{1.89 \times 10^3 \times 685}{8.31 \times 621} = \text{mol}$$

## مسألة ( ٢ ) :

ما الضغط الذي يمارسه عدد مولات يساوي 0.45 mol من غاز مثالي محبوس في دورق حجمه 0.65 L

عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  ؟

---

---

---

---

---

# قانون الغاز المثالي و النظرية الحركية

**ملاحظة :** الغاز المثالي ( هو غاز افتراضي ) يتبع قوانين الغازات عند جميع الظروف القياسية.

**ملاحظة :** لا وجود للغاز المثالي , ولكن في ظروف محددة من الضغط ودرجة الحرارة

( عند درجات حرارة مرتفعة و ضغط منخفض ) تسلك الغازات الحقيقة سلوك الغاز المثالي الى حد كبير

ما المقصود ب **الغاز الحقيقي** :

**هو غاز يمكن اسالته و يمكن تحويله الى الحالة الصلبة بالتبريد تحت تأثير الضغط**

**ملاحظة :** اركانبة اسالة الغاز و تصلبه تدل على وجود قوى تجاذب بين جزيئاته

معلمة  
صفوة  
كويت  
Kuwaitteacher.Com

# سرعة التفاعل الكيميائي و الأتزان الكيميائي

ما المقصود ب سرعة التفاعل الكيميائي :

في حياتنا اليومية الكثير من التفاعلات الكيميائية ومنها السريع مثل ( احتراق الفحم ) بوجود أكسجين الهواء الجوي

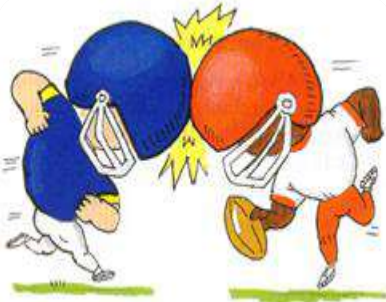
و منها البطيء مثل ( صدأ الحديد )

كيف تقاس سرعات التفاعلات الكيميائي ؟

→ يُقاس التغير في عدد الجولات خلال فترة زمنية معينة



هي كمية المواد المتفاعلة التي يحدث لها تغير في وحدة الزمن

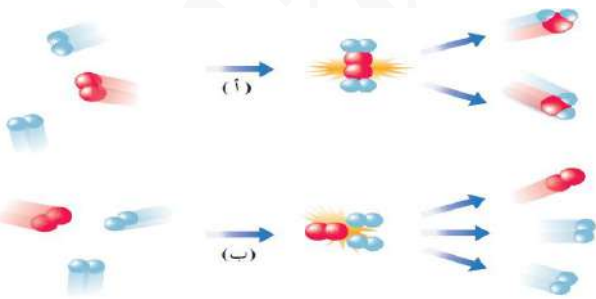


## نظرية التصادم

ما المقصود بـ

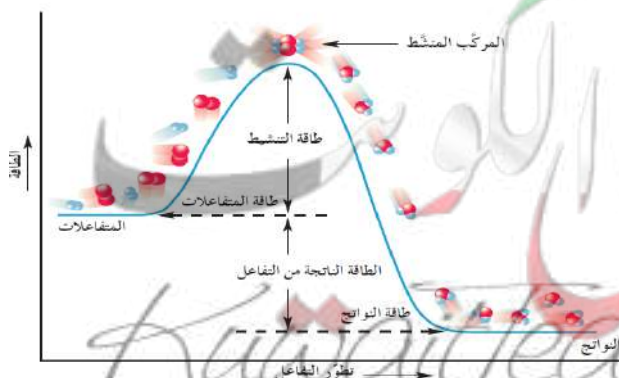
تنص نظرية التصادم على ان الذرات و الأيونات و الجزيئات يمكن أن تتفاعل و تكون نواتج عند ما تصدم بعضها البعض بطاقة حركية كافية في الاتجاه الصحيح

ملاحظة : الجسيمات التي لا تملك طاقة حركية كافية ترتد بعيداً عند اصطدامها ولا يحدث تفاعل



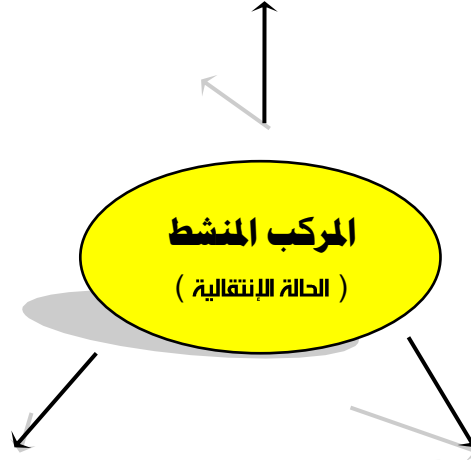
ما المقصود بـ طاقة التنشيط :

هي أقل كمية من الطاقة التي تحتاج إليها الجسيمات للتفاعل



ما المقصود بـ **المركب المنشط** ( الحالة الانتقالية ) :

**هي جسيمات تتكون لحظياً عند قمة حاجز طاقة التنشيط ولا تكون من المواد المتفاعلة ولا الناتجة**



**مركب غير مستقر بدرجة كبيرة**

**تبلغ فترة عمر المركب المنشط حوالي  $10^{-13}$  s**

**علل** : المركب المنشط غير مستقر بدرجة كبيرة .

**لأنه ما إن يتكون حتى يتفكك مرة أخرى ليعطي المواد المتفاعلة أو يستمر ليكون النواتج**

**إذا توافرت طاقة كافية و توجيه صحيح للذرات**

**علل** : أحياناً يسمى المركب المنشط بالحالة الانتقالية .

**لأنه ما إن يتكون حتى يتفكك مرة أخرى ليعطي المواد المتفاعلة أو يستمر ليكون النواتج**

**إذا توافرت طاقة كافية و توجيه صحيح للذرات**



**مثال** : في درجة حرارة الغرفة لا تكون تصادمات جزيئات الأكسجين والكاربون فعالة و

نشيطه بدرجة كافيه لكسر روابط ( O = O ) و ( C - C ) لذلك تكون سرعة التفاعل مساويةً = 0

# العوامل التي تؤثر في سرعة التفاعل الكيميائي

## درجة الحرارة      التركيز      حجم الجسيمات      المواد المحفزة

**علل :** في أغلب التفاعلات تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة .



**زيادة طاقة الجسيمات و بالتالي زيادة سرعتها مما يزيد من احتمال تصادمها و بالتالي يسرع من عملية تكوين النواتج**

ما هو التأثير الرئيسي لدرجة الحرارة على سرعة التفاعل الكيميائي ؟

يزداد عدد الجسيمات ذات الطاقة الحركية الكافية لتخطي حاجز طاقة التنشيط حيث تتفاعل عند اصطدامها .

**علل :** لا يحترق الفحم بسرعة يمكن قياسها في درجة حرارة الغرفة، ولكن اذا قمنا بتعرض الفحم للهب تزداد سرعة التفاعل

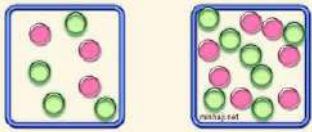
**لأنه في درجة حرارة الغرفة تكون التصادمات بين جزيئات الأوكسجين و الكربون غير نشطة و فعالة لتخطي حاجز طاقة التنشيط**

**و لكن عند رفع درجة الحرارة تتصادم ذرات الكربون و الأوكسجين بطاقة أكبر و بالتالي تزداد سرعة التفاعل**

**علل :** يستمر التفاعل بين الكربون و الأوكسجين دون الحاجة الى مصدر طاقة خارجي بعد إزالة اللهب

**لأن الحرارة المنطلقة من عملية الاحتراق تعطي التفاعل طاقة كافية لتخطي حاجز طاقة التنشيط و تكوين المواد الناتجة  $CO_2$**

## التركيز



**علل :** تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة ( عدد الجسيمات ) في حجم محدد .

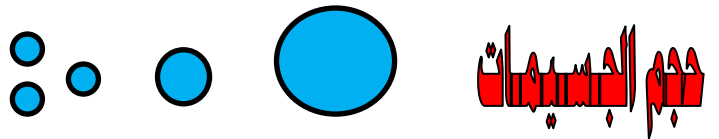
**لأن زيادة تركيز المواد المتفاعلة تؤدي الى زيادة عدد الجسيمات المتفاعلة و بالتالي زيادة عدد التصادمات و بالتالي زيادة سرعة التفاعل**

**علل :** يمنع التدخين في المناطق التي تستخدم فيها الأنابيب المعبأة بالأوكسجين .

**لأن تركيز غاز الأوكسجين يكون مرتفعاً و يزداد خطر اشتعالها و انفجارها لزيادة تفاعل الاحتراق**

**علل :** يزداد توهج رقاقة من الخشب عند ادخالها في زجاجة تحتوي على غاز الأوكسجين النقي

**لأن زيادة تركيز غاز الأوكسجين تؤدي الى زيادة عدد التصادمات و يزداد تفاعل الاحتراق**



## حجم الجسيمات

**علل :** كلما قل (صغر) حجم الجسيمات المتفاعلة زادت سرعة التفاعل

**لأن تقليل حجم الجسيمات يزيد من مساحة السطح و بالتالي تزداد كوية الهادة المتفاعلة المعرضة للتفاعل و بالتالي يزداد**

**معدل التصادمات و بالتالي يزداد سرعة التفاعل .**

**علل :** غبار الفحم المعلق و المتناثر في المناجم يعتبر خطراً للغاية بالمقارنة مع كتل الفحم الكبيرة

**لأن حجم جسيماته صغير جداً و بالتالي يكون نشط جداً و قابل للانفجار**

**أذكر طرق تستخدم لزيادة مساحة سطح التفاعلات الصلبة ١**

① إذابة المادة الصلبة يؤدي الى انفصال الجسيمات عن بعضها و بالتالي زيادة تفاعلها مع المواد الأخرى

② طحن المادة الصلبة و تحويلها الى مسحوق ناعم

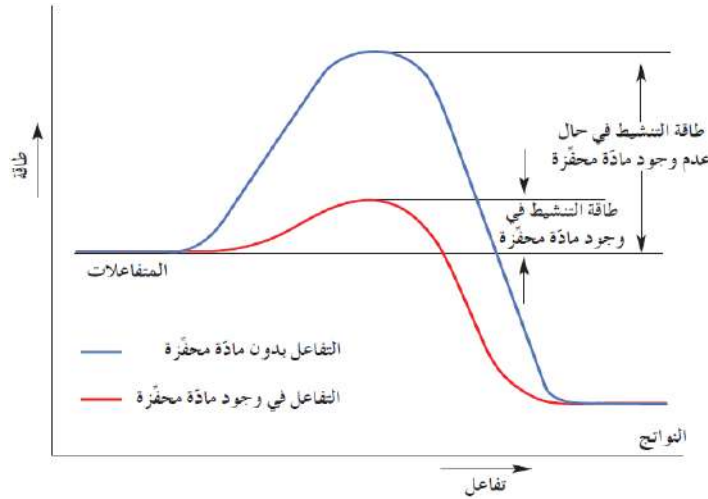
# المواد المحفزة



ما المقصود بـ **المادة المحفزة** :

**هي مادة تزيد من سرعة التفاعل ولا تستهلك ولا يتغير تركيبها الكيميائي عند نهاية التفاعل**

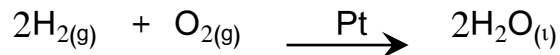
**ملاحظة** : تعمل المواد المحفزة على إيجاد آلية بديلة ذات طاقة تنشيط أقل من الطاقة المطلوبة للتفاعل



**علل** : تزداد سرعة التفاعل الكيميائي عند وجود مادة محفزة

**لأن** الهادة المحفزة تؤدي الى خفض حاجز طاقة التنشيط و بالتالي تزداد سرعة تكوين الناتج

**مثال** : إضافة كمية صغيرة من البلاتين Pt الى تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين لكي يصبح سريعاً



**ملاحظة** : تكتب المادة المحفزة فشوق السهم الذي يشير الى الناتج

**علل** : تعتبر المواد المحفزة هامة للغاية في كثير من العمليات الحيوية

**لأن** الأنزيمات تعتبر مواد محفزة تزيد سرعة التفاعلات البيولوجية ( مثل هضم البروتينات )

**ملاحظة** : لا يمكن رفع درجة حرارة جسم الإنسان عن 37 °C بهدف زيادة سرعة التفاعلات الحيوية **لأن ذلك** سيسبب

خطراً على حياته , لذلك تستخدم المواد المحفزة لزيادة سرعة التفاعلات البيولوجية ( كهضم البروتين مثلاً )

ما المقصود بـ **المادة المانعة للتفاعل** :

**هي مادة تعارض تأثير المادة المحفزة و تضعف تأثيرها و هذا يؤدي الى بقاء التفاعلات أو انعدامها**

# التفاعلات العكسية و الأتزان الكيميائي

## ① التفاعلات العكسية و التفاعلات غير العكسية

تقسم التفاعلات الكيميائية بحسب اكتمالها أو عدم اكتمالها الى نوعين :

### التفاعلات العكسية      التفاعلات غير العكسية

ما المقصود بـ التفاعلات غير العكسية :

هي تفاعلات تحدث في اتجاه واحد حيث لا تستطيع المواد الناتجة من التفاعل أن تتحد مع بعضها لتكوين المتفاعلة مرة أخرى



علل : تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم من التفاعلات غير العكسية

لأن المواد الناتجة من التفاعل لا تتحد مع بعضها لتكوين المتفاعلة مرة أخرى

ما المقصود بـ التفاعلات العكسية :

هي تفاعلات لا تستمر باتجاه واحد بحيث لا تستهلك المواد المتفاعلات تماماً

لتكوين النواتج فالمواد الناتجة تتحد مع بعضها البعض ثانية لتعطي المواد المتفاعلة مرة أخرى تحت ظروف التجربة نفسها



ملاحظة : عند نفس درجة الحرارة يحدث التفاعلان أحدهما باتجاه تكوين ثالث أكسيد الكبريت (الطردي) ، والآخر

باتجاه تكوين الاكسجين وثاني أكسيد الكبريت (العكسي) .

علل : في بداية التفاعل يكون معدل التفاعل العكسي = 0 .

لعدم وجود المواد الناتجة في بداية التفاعل

توضيح : مع بدء تكون  $\text{SO}_3$  تتفكك كمية صغيرة منه ببطء ليبدأ التفاعل العكسي ويتكون  $\text{SO}_2$  و  $\text{O}_2$  ، ومع زيادة

تركيز  $\text{SO}_3$  تزداد سرعة التفاعل العكسي ومعها تقل سرعة التفاعل الطردي لنقص كمية المتفاعلات  $\text{SO}_2$  و  $\text{O}_2$

# التفاعلات العكوسة المتجانسة و غير المتجانسة

تقسم التفاعلات العكسية الى قسمين :

تفاعلات عكوسة غير متجانسة

تفاعلات عكوسة متجانسة

ما المقصود بـ **التفاعلات العكوسة المتجانسة** :

هي تفاعلات عكوسة تكون جميع المواد المتفاعلة و الناتجة من التفاعل في حالة واحدة من حالات المادة ( في نفس الحالة الفيزيائية )



مثال :



**علل** : يعتبر التفاعل التالي

لأن المواد المتفاعلة و الناتجة في حالة واحدة من حالات المادة و يمكن للمادة الناتجة  $\text{SO}_3$  أن تتفكك لتكوين المواد

المتفاعلة مرة أخرى

ما المقصود بـ **التفاعلات العكوسة غير المتجانسة** :

هي تفاعلات عكوسة تكون فيها المواد المتفاعلة و الناتجة من التفاعل في أكثر من حالة لحالات المادة



مثال :





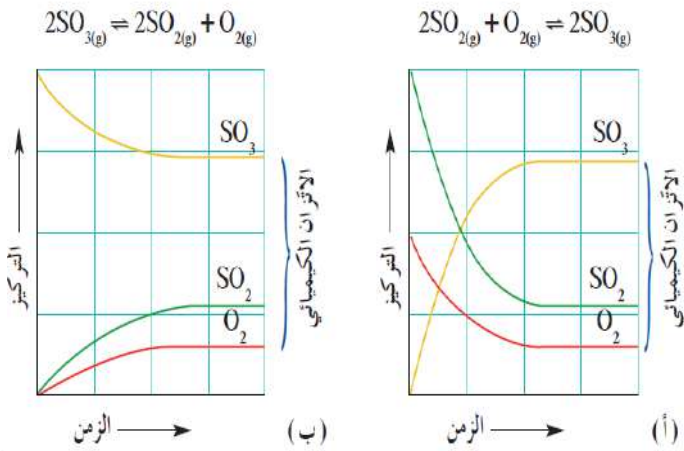
# الاتزان الكيميائي الديناميكي

ما المقصود بـ **الاتزان الكيميائي الديناميكي** :

لو أخذنا تفاعلاً عكوساً  $\rightleftharpoons$  من بدايته سيكون تركيز المواد المتفاعلة في البداية مرتفعاً وتكون سرعة التفاعل الطردي (المباشر) أكبر ما يمكن ، و لكن بعد مرور فترة زمنية سيقبل تركيز المتفاعلات ويزداد تركيز النواتج و عندها ستصبح سرعة التفاعل العكسي أكبر من سرعة التفاعل الطردي و يستمر التفاعل في الاتجاهين الى ان نصل الى وقت تتساوى عنده سرعة التفاعل الطردي مع سرعة التفاعل العكسي و هنا يكون النظام قد وصل الى حالة نسميها بحالة الاتزان الديناميكي :

**وهي حالة النظام التي يثبت فيها تراكيز المواد المتفاعلة و المواد الناتجة و بالتالي تكون سرعة التفاعل الطردي مساوية لسرعة التفاعل العكسي طالما بقي النظام بعيداً عن أي مؤثر خارجي**

لدينا علاقة تربط بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركيزات المواد المتفاعلة ، وتعرف هذه العلاقة بـ **قانون فعل الكتلة** :



**عند ثبات درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائي طردياً مع تراكيز المواد المتفاعلة كل مرفوع الى أس يساوي عدد المولات امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة**

**ملاحظة هامة جداً جداً** : بالرغم من تساوي معدل سرعة كل من التفاعل الطردي والعكسي عند الاتزان

إلا أن تركيز كل من المواد المتفاعلة و الناتجة على جانبي المعادلة الكيميائية لا يكون متساويين بالضرورة و لكنه يثبت



# موضع الاتزان

ما هي مكونات موضع الاتزان لتفاعل ما ؟

التركيزات النسبية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند الاتزان

**ملاحظة :** تُسرّع المادة المحفزة التفاعل الطردى والتفاعل العكسي بدرجة متساوية .

**علل :** تُسرّع المادة المحفزة التفاعل الطردى والتفاعل العكسي بدرجة متساوية .

**لأن التفاعل العكسي هو التفاعل الهضاد تهاه للتفاعل الطردى**

ما هي فائدة المادة المحفزة ؟

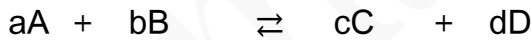
تقليل الفترة الزمنية للوصول الى الاتزان .

## ثابت الاتزان $K_{eq}$

عند الوصول الى حالة الاتزان لديناميكي نحصل على ثابت يسمى :

بـ ثابت الاتزان  $K_{eq}$  :

هو النسبة بين حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة من التفاعل الى حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة كل مرفوع الى أس يساوي عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة



أكتب المعادلة الرياضية لثابت الاتزان للمعادلة الكيميائية التالية

$$K_{eq} = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$$

**ملاحظة هامة جداً جداً :** ترتبط قيمة  $K_{eq}$  للتفاعل بدرجة الحرارة ، أي تتغير بتغيرها

**ملاحظة هامة جداً جداً :** هناك فرق بين ثابت الاتزان  $K_{eq}$  و موضع الاتزان

فقيمة ثابت الاتزان لا تتغير ( ثابتة ) اما موضع الاتزان ممكن ان يتغير لموضع جديد



## اذكر فوائد و أهمية معرفة ثابت الاتزان $K_{eq}$ ؟

① معرفة تراكيز المواد عند الاتزان

② تحدد أي من التفاعلات الطرية أو العكسية سيكون مفضلاً عند الاتزان .

③ تحدد أي من المواد ستكون الأكثر تواجداً عند الاتزان ( المواد الناتجة أم المواد المتفاعلة )

**ملاحظة هامة جداً جداً** : عندما تكون قيمة  $1 < K_{eq}$  تكون المواد الناتجة أكثر تواجداً من المواد المتفاعلة

( أي أن موضع الاتزان يُزاح في اتجاه تكوين المواد الناتجة " أي باتجاه التفاعل الطردي " )

**ملاحظة هامة جداً جداً** : عندما تكون قيمة  $1 > K_{eq}$  تكون المواد المتفاعلة أكثر تواجداً من المواد الناتجة

( أي أن موضع الاتزان يُزاح في اتجاه تكوين المواد المتفاعلة " أي باتجاه التفاعل العكسي " )

توضيح : ① يكون تكون المواد الناتجة **مفضلاً** عندما يكون  $K_{eq} > 1$

② يكون تكون المواد المتفاعلة **مفضلاً** عندما يكون  $K_{eq} < 1$

**ملاحظة** : ثابت الاتزان للتفاعل العكسي يساوي مقلوب ثابت الاتزان للتفاعل الطردي  $K_{eq} = \frac{1}{K_{eq}}$

## كتابة عبارة ثابت الاتزان $K_{eq}$

**أولاً** : في حالة الأنظمة المتجانسة ( حيث جميع المواد فيها في الحالة الغازية او السائلة )

😊 مثال توضيحي ١ : عبر عن ثابت الاتزان بالمعادلة الرياضية للتفاعل الكيميائي التالي :

$$K_{eq} = \frac{[PCl_3] \times [Cl_2]}{[PCl_5]}$$



👤 مثال توضيحي ٢ : عبر عن ثابت الاتزان بالمعادلة الرياضية للتفاعل الكيميائي التالي :

$$K_{eq} = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \times [O_2]}$$



## ثانياً : في حالة الأنظمة غير المتجانسة :

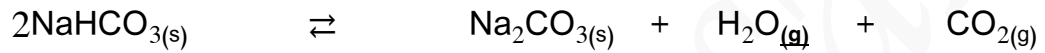
**علل :** لا يشمل تعبير ثابت الاتزان  $K_{eq}$  المواد الصلبة .

**لأن تركيزها ثابت لا يتغير و يساوي الواحد**

**علل :** لا يشمل تعبير ثابت الاتزان  $K_{eq}$  الماء في الحالة السائلة .

**لأنه يععمل كهذيب و بالتالي يكون تركيزه ثابت و يساوي الواحد**

مثال ١ : عبر عن ثابت الاتزان  $K_{eq}$  بالمعادلة الرياضية للتفاعلات التالية :



$$K_{eq} = [\text{H}_2\text{O}] \times [\text{CO}_2]$$



$$K_{eq} = [\text{CO}_2]$$



$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}_3^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HNO}_3]}$$

**مسألة :** أعطى تحليل خليط في حالة اتزان مكون من النيتروجين والهيدروجين والامونيا , و موجود في دورق سعته 1 L , النتائج

التالية : هيدروجين 0.15 mol , نيتروجين 0.25 mol , امونيا 0.1 mol , احسب ثابت الاتزان  $K_{eq}$  لهذا التفاعل



# العوامل التي تؤثر في الاتزان الكيميائي



ما هو نص : مبدأ لوشاتليه

إذا حدث تغير في احد العوامل التي تؤثر في نظام متزن ديناميكياً يعدل النظام نفسه الى حالة اتزان جديدة ، بحيث يبطل أو يقلل من تأثير هذا التغير

ملاحظة : تشمل العوامل السابقة :

① التغيرات في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة .

② التغيرات في درجة الحرارة والضغط

ملاحظة : تكون إزاحة موضع الاتزان تعويضاً عن الاختلال الذي سببه التغير في أي من العوامل

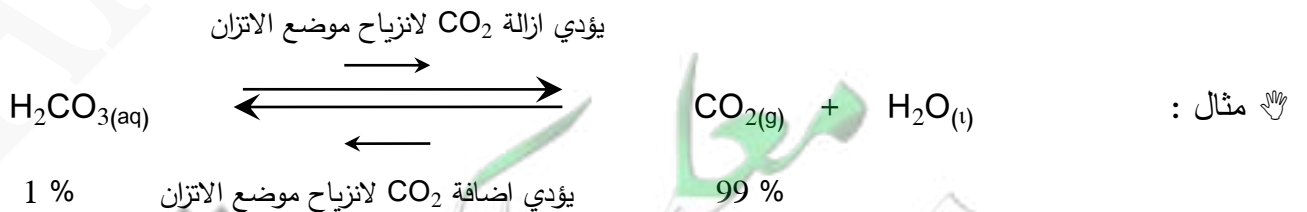
ما هي العوامل التي تؤثر في الاتزان الكيميائي ؟



## التركيز

تمهيد : يُسبب تغير أي كمية أو تركيز لمادة متفاعلة أو ناتجة اختلال في اتزان النظام ، وهنا سيعدل النظام نفسه

ليقلل من تأثير هذا التغير .



» عن اضافة المزيد من غاز ثاني أكسيد الكربون ( مادة ناتجة ) الى التفاعل : يختل الاتزان و عندها سينزاح موضع الاتزان باتجاه التفاعل العكسي (

بهدف استهلاك كمية CO المضافة لكي يصل الاتزان الى حالة جديدة

» أما عند تقليل تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون يحدث العكس حيث ينزاح موضع الاتزان باتجاه اليمين أي باتجاه التفاعل الطردي بهدف تعويض النقص

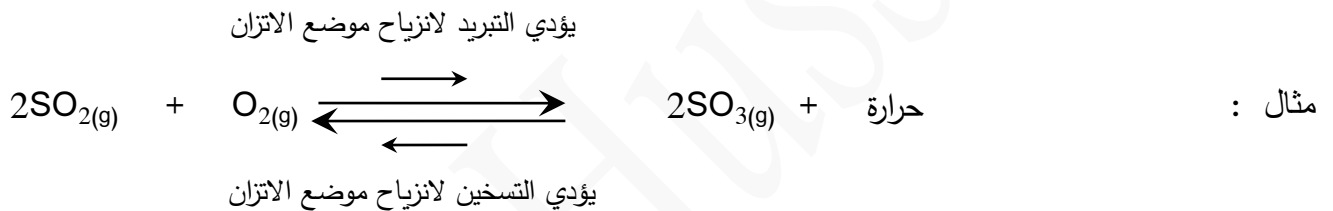
في كمية CO<sub>2</sub> أي سيزداد تفكك H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

# درجة الحرارة

تمهيد : يؤدي ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة على موضع اتزان التفاعل الكيميائي

## و هو العامل الوحيد الذي يغير قيمة ثابت الاتزان .

قيمة التغير الحراري $\Delta H$	نوع التفاعلات
سالبة $\Delta H < 0$	تفاعلات طاردة للحرارة
موجبة $\Delta H > 0$	تفاعلات ماصة للحرارة
لا تغير حراري $\Delta H = 0$	تفاعلات لا حرارية

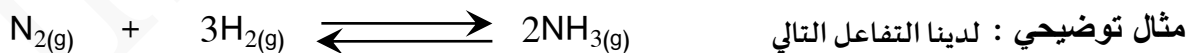


ملاحظة : تم اعتبار الحرارة في التفاعلات السابقة كإحدى المواد الناتجة

## الضغط

توضيح : يؤثر الضغط على المواد الغازية عندما يكون هناك اختلاف في عدد هولات المواد المتفاعلة والناتجة على

كل من جانبي المعادلة .



- عند زيادة الضغط في التفاعل السابق سيميل التفاعل الى تخفيف الضغط الزائد عليه من خلال تقليل عدد جزيئات الغاز

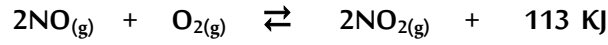
في وسط التفاعل أي من خلال تكوين جزيئات من الغاز الناتج .

- أما في حالة نقص أو تقليل الضغط سيميل النظام الى زيادة عدد الجزيئات الغازية (المواد المتفاعلة) في وسط التفاعل

حيث سيحدث تفكك جزيئي للأمونيا لتتكون اربعة جزيئات من المواد المتفاعلة .

ملاحظة هامة : قيمة Keq للتفاعل المتزن ترتبط بدرجة الحرارة أي تتغير بتغيرها ولا تتغير قيمة Keq بتغير كل

من الضغط والتركيز

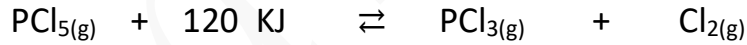


في النظام المتزن التالي :

وضح تأثير كل مما يلي على الاتجاه الذي يُزاح إليه موضع الاتزان

١	تقليل تركيز الأوكسجين :
٢	إضافة المزيد من $\text{NO}_2$ :
٣	تقليل حجم الوعاء :
٤	إضافة المزيد من $\text{NO}$ :
٥	تقليل الضغط :
٦	خفض درجة الحرارة :

ماذا يحدثُ **لقِيمة ثابت الاتزان** ( $K_{eq}$ ) ولكمية ( $\text{PCl}_5$ ) في التفاعل التالي :



في الحالات التالية :

١	رفع درجة حرارة التفاعل :
٢	زيادة الضغط المؤثر على النظام :
٣	زيادة حجم الوعاء :
٤	زيادة تركيز غاز الكلور :
٥	خفض درجة حرارة التفاعل :
٦	سحب غاز ( $\text{PCl}_3$ ) المتكون باستمرار :



# الأحماض و القواعد Acids and Bases



## الدرس الأول ( ١ - ١ ) وصف الأحماض و القواعد

الخواص العامة للقواعد	الخواص العامة للأحماض
① طعمها مر و ملمسها زلق	① طعمها لاذع
② تغير لون بعض الأدلة ( تُزرق ورقة تباع الشمس ذات اللون الأحمر )	② تُغير لون بعض الأدلة ( تُحمر ورقة تباع الشمس ذات اللون الأزرق )
③ يمكن أن تكون محاليلها إلكتروليات قوية أو ضعيفة	③ يمكن أن تكون محاليلها إلكتروليات قوية أو ضعيفة
④ تستخدم في صناعة المنظفات	④ تستخدم الأحماض والقواعد في الكثير من العمليات الصناعية مثل إعداد الخل والمشروبات الغازية والأقراص المضادة للحموضة وصناعة بطاريات السيارات ومواد التنظيف المنزلية
⑤ يستخدم حليب المغنيسيا ( معلق من هيدروكسيد المغنسيوم في الماء ) وهو قاعدة لمعالجة زيادة حموضة المعدة	⑤ يحتاج جسم الإنسان إلى الأحماض والقواعد ليقوم بوظائفه الحيوية على أكمل وجه
⑥ تتفاعل القواعد مع الأحماض لتكوين ماء وملح	⑥ يتفاعل الكثير من الفلزات مثل الخارصين Zn والمغنسيوم Mg مع المحاليل المائية للأحماض لتعطي غاز الهيدروجين وتتفاعل الأحماض أيضاً مع القواعد لتكوين ماء وملح

## نظريات الأحماض و القواعد

لويس

برونستد - لوري

أرهينيوس

القاعدة	الحمض	
تنتج $OH^-$	يعطي ( يُنتج ) $H^+$	أهينيوس
تستقبل $H^+$	يُعطى $H^+$	برونستد - لوري
تُعطى زوج من الإلكترونات	يستقبل زوج من الإلكترونات	لويس



# أحماض وقواعد أرهينيوس

قواعد أرهينيوس	أحماض أرهينيوس
هي مركبات تتأين لتعطي أنيونات الهيدروكسيد $OH^-$ في المحلول المائي	هي مركبات تحتوي على هيدروجين و تتأين لتعطي كاتيون الهيدروجين $H^+$ في المحلول المائي

ملاحظة هامة : ( يجب أن يكون المركب ذواباً في الماء حتى تطبق عليه نظرية أرهينيوس )

تتقسم الأحماض حسب عدد البروتونات التي تعطيها في المحلول الى :



أحماض ثلاثية البروتون	أحماض ثنائية البروتون	أحماض أحادية البروتون
هي الأحماض التي تحتوي على ثلاث ذرات هيدروجين قابلة للتأين	هي الأحماض التي تحتوي على ذرتي هيدروجين قابلتين للتأين	هي الأحماض التي تحتوي على ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين
حمض الفوسفوريك $H_3PO_4$	حمض الكبريتيك $H_2SO_4$	حمض النيتريك $HNO_3$
	حمض الكربونيك $H_2CO_3$	حمض الهيدروكلوريك $HCl$
		حمض الاسيتيك $CH_3COOH$

## ملاحظات :

**علل** لا يعتبر الميثان  $CH_4$  من الأحماض رغم احتوائه على أربع ذرات هيدروجين

لأن ذرات الهيدروجين الأربعة في مركب الميثان  $CH_4$  مرتبطة بذرة الكربون  $C-H$  بروابط

قطبية ضعيفة وبالتالي لا يحتوي الميثان على ذرات هيدروجين قابلة للتأين (لا يذوب في الماء)

**علل** يعتبر حمض الأسيتيك ( $CH_3COOH$ ) يعتبر حمضاً أحادي البروتون

لأن حمض الأسيتيك  $CH_3COOH$  يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة متصلة بذرة أكسجين

ذات السالبية الكهربائية العالية و لذلك تكون قابلة للتأين في حين أن ذرات الهيدروجين الثلاث

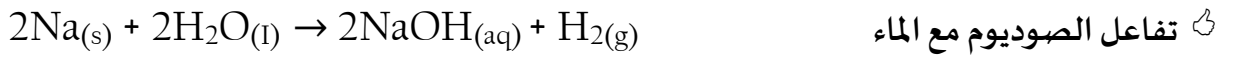
الأخرى تتصل بذرة الكربون بروابط قطبية ضعيفة وبالتالي تكون غير قابلة للتأين

## أمثلة لبعض القواعد :

اسم القاعدة	الصيغة	الذوبانية في الماء
هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH	عالية
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	عالية
هيدروكسيد الكالسيوم	Ca(OH) <sub>2</sub>	منخفضة جداً
هيدروكسيد المغنيسيوم	Mg(OH) <sub>2</sub>	منخفضة جداً

## تحضير بعض القواعد الشائعة

① هيدروكسيد الصوديوم NaOH أكثر القواعد شيوعاً ينتج هذا المركب من خلال :



يستخدم هيدروكسيد الصوديوم في تحضير المنتجات المنزلية المستخدمة في تسليك البالوعات وتنظيفها

يعتبر كل من هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم مواد صلبة أيونية تذوب في الماء .



هيدروكسيدات المجموعة 2A	هيدروكسيدات المجموعة 1A	وجه المقارنة
Mg(OH) <sub>2</sub>	NaOH	أمثلة
Ca(OH) <sub>2</sub>	KOH	
أقل	أكبر	الذوبان في الماء (أقل - أكبر)
منخفض	مرتفع	تركيز أيون الهيدروكسيد OH <sup>-</sup> (مرتفع - منخفض)
محاليلها دائماً تكون مخففة	محاليلها دائماً تكون مركزة	محاليلها

**علل :** المحاليل القلوية لهيدروكسيدات عناصر المجموعة 1A يجب غسلها وإزالتها عن

الجلد بالماء في حال لمسها أو انسكابها

لأن تلك الهاليل القاعدية تسبب ألها شديد وتأكلاً للجلد نظر إلى خواصها الكاوية للجلد

و لا يلتئم الجرح الذي تسببه بسرعة لذلك يجب غسلها جيد

**علل :** يمكن تحضير محاليل مركزة من هيدروكسيدات فلزات المجموعة 1A (مثل هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم)

لأن ذوبانيتها في الماء عالية

**علل :** لا يمكن تحضير محاليل مركزة من هيدروكسيدات فلزات المجموعة 2A (مثل هيدروكسيد المغنيسيوم أو الكالسيوم)

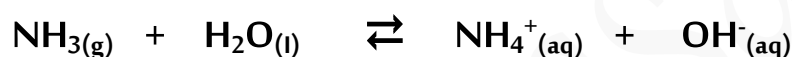
لأن ذوبانيتها في الماء ومنخفضة جداً

**ملاحظة :** كلما زادت ذوبانية القاعدة في الماء زادت قوتها وزاد تركيز OH<sup>-</sup> في محلولها المائي

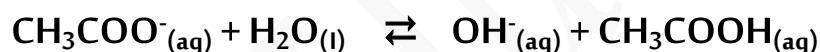
## تُصور نظرية أرهينيوس للأحماض و القواعد

① نظرية أرهينيوس محصورة **بالمحاليل المائية** فقط حيث أنها لم تفسر حالة المحاليل غير المائية

② بعض المركبات لا تحتوي على مجموعات الهيدروكسيد مثل الأمونيا (NH<sub>3</sub>) عند ذوبانها في الماء تنتج محاليل مائية قاعدية



وكذلك أسيتات الصوديوم (CH<sub>3</sub>COONa) عند ذوبانها في الماء تنتج محاليل مائية قاعدية



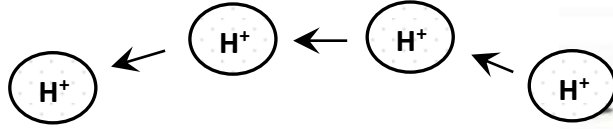
وكذلك كربونات الصوديوم (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) عند ذوبانها في الماء تنتج محاليل مائية قاعدية

③ بعض المركبات لا تحتوي على كاتيونات الهيدروجين H<sup>+</sup> مثل كلوريد الأمونيوم NH<sub>4</sub>Cl

وغاز (CO<sub>2</sub>) ولكنها تُنتج محلولاً حمضياً عند ذوبانها في الماء .



# نظرية برونستد - لوري للأحماض والقواعد



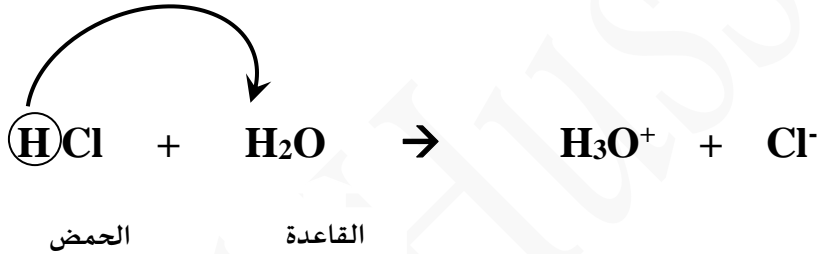
## قواعد برونستد - لوري

## أحماض برونستد - لوري

هي الهادة (جزئ أو أيون) التي تستقبل كاتيون هيدروجين  $\text{H}^+$  (بروتون) في المحلول وتسمى مستقبل بروتون

هي الهادة (جزئ أو أيون) التي تعطي كاتيون هيدروجين  $\text{H}^+$  (بروتون) في المحلول و تسمى معطي بروتون

يُمكنُ حدوثُ التفاعل بين حمض وقاعدة عند **انتقال البروتون** من الحمض واستقبال القاعدة له



## الأزواج المترافقة

عندما يفقد الحمض بروتونه ( $\text{H}^+$ ) يتحول إلى قاعدة مرافقة  
وعندما تستقبل القاعدة البروتون من الحمض تصبح حمضاً مرافقاً.

### القاعدة المرافقة

هي الجزء المتبقي من الحمض بعد فقد البروتون

### الحمض المرافقة

هو الجزء الناتج من القاعدة بعد استقبال البروتون

وهي أقل من حمضها المرافق بذرة هيدروجين واحدة

وهو أكثر من قاعدتها المرافقة بذرة هيدروجين واحدة

(أو ما تبقى من القاعدة بعد استقبال بروتون)

الزوج المترافق : هو كل حمض وقاعدته المترافقة ، أو كل قاعدة و حمضها المرافق

زوج مترافق

حمض	+	قاعدة	$\rightleftharpoons$	حمض مترافق	+	قاعدة مترافقة
H Br	+	H <sub>2</sub> O	$\rightleftharpoons$	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+	Br <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> O	+	NH <sub>3</sub>	$\rightleftharpoons$	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	+	OH <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightleftharpoons$	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	+	H <sub>2</sub> O	$\rightleftharpoons$	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>

زوج مترافق

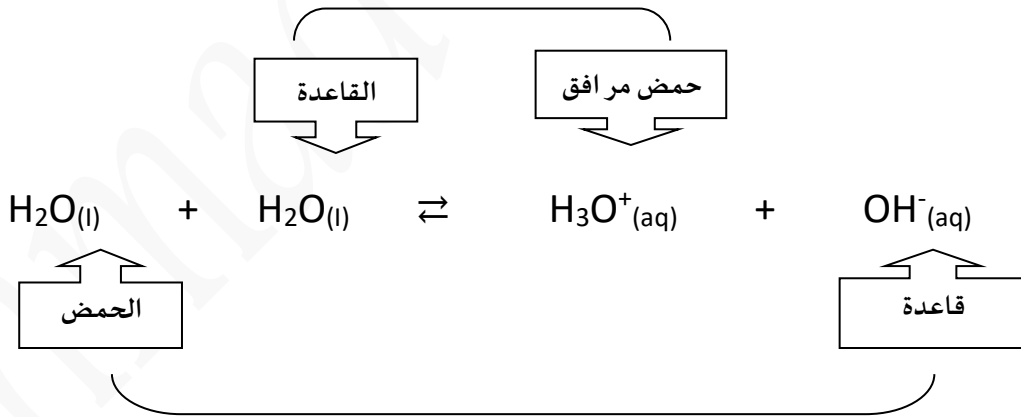
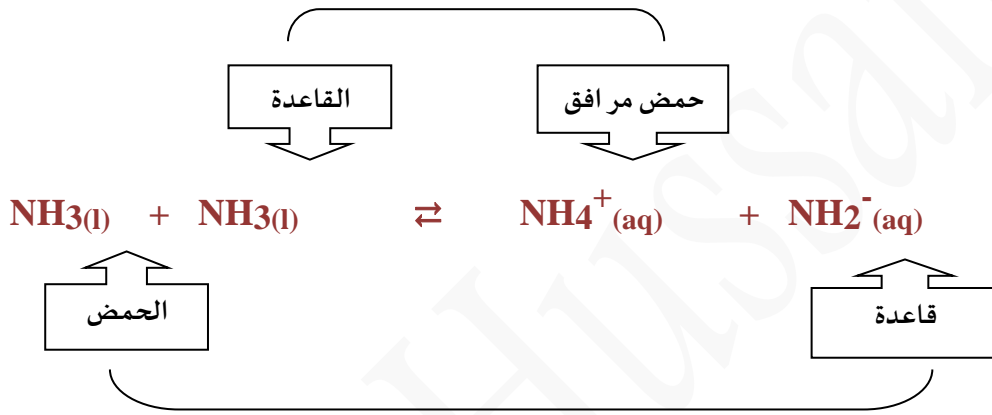
الحمض	القاعدة المترافقة
HCl	Cl <sup>-</sup>
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
CH <sub>3</sub> COOH	
H <sub>2</sub> O	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	

# المواد المترددة :

بعض المواد يمكن أن تتأين ذاتياً مثل الماء والأمونيا وفي هذه الحالة يسلك جزء منها كحمض بينما يسلك الجزء الآخر

كقاعدة وتسمى هذه المواد بالمواد المترددة

**وهي المواد التي تسلك كحمض عندما تتفاعل مع القواعد ، وتسلك كقاعدة عندما تتفاعل مع الحمض**



ضع علامة (✓) بين القوسين المتقابلين لأنسب اجابة صحيحة تكول بها العبارات التالية :

١ تتنيز الاحماض بالخواص التالية ، عدا خاصية واحدة منها ، و هي :

- تُحمر ورقة عباد الشمس  لها طعم لاذع  
 لا تتفاعل مع الفلزات القلوية  مركبات تحتوي على هيدروجين يتأين في المحلول

٢ احد المركبات التالية يُمكن اعتباره حمض برفهوم أرهينيوس :

- $\text{CH}_4$    $\text{NH}_3$   
  $\text{H}_2\text{S}$    $\text{LiH}$

٣ الحمض حسب رفهوم برونستد لوري في التفاعل التالي :  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_3$  هو :

- $\text{H}_3\text{O}^+$    $\text{NH}_3$   
  $\text{NH}_4^+$    $\text{H}_2\text{O}$

٤ أحد الأزواج التالية لا يُكون زوج مترافق حسب رفهوم برونستد لوري للأحماض و القواعد :

- $\text{OH}^- , \text{NaOH}$    $\text{NH}_4^+ , \text{NH}_3$   
  $\text{H}_2\text{S} , \text{HS}^-$    $\text{OH}^- , \text{H}_2\text{O}$

٥ في التفاعل التالي :  $\text{HF}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{F}^-_{(aq)}$  الحمض المرافق هو :

- $\text{H}_3\text{O}^+$    $\text{HF}$   
  $\text{F}^-$    $\text{H}_2\text{O}$

٦ الصيغة الكيميائية للقاعدة المرافقة للماء هي :

- $\text{O}^{2-}$    $\text{OH}^-$   
  $\text{OH}$    $\text{H}_3\text{O}^+$

٧ في التفاعل التالي :  $\text{HCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$

- يُعتبر أيون الهيدرونيوم حمضاً مرافقاً للماء  يُعتبر أيون الكلوريد قاعدة مرافقة لأيون الهيدرونيوم  
 يُعتبر الماء حمضاً مرافقاً لكاتيون الهيدرونيوم  يُعتبر  $\text{HCl}$  قاعدة مرافقة لأيون الكلوريد



٨ أحد الأنواع التالية لا يُعتبر حمضاً حسب تعريف برونستد لوري ، و هو :

$\text{HSO}_4^-$

$\text{NH}_4^+$

$\text{H}_2\text{O}$

$\text{Ag}^+$

**علل** لما يلي تعليلاً علمياً صحيحاً :

١ الأمونيا تُعتبر قاعدة حسب نظرية برونستد – لوري لأنها تستطيع استقبال بروتون

٢ يسلك الماء سلوكاً متذبذباً حسب تعريف برونستد – لوري

لأنه يستطيع فقد أو استقبال بروتون و بالتالي يسلك سلوك الحمض و القاعدة معا



٣ في التفاعل التالي  $\text{H}_3\text{N} + \text{BF}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{N}:\text{BF}_3$  تُعتبر الأمونيا قاعدة لويس ، بينما يُعتبر ثالث فلوريد البورون حمض لويس

لأن الأمونيا تُعطي زوج من الإلكترونات بينما ثالث فلوريد البورون يستقبل زوج من الإلكترونات

٤ لا يُعتبر ثالث فلوريد البورون حمضاً بحسب برونستد – لوري ، لكنه يُعتبر من أحماض لويس :

لأنه لا يستطيع فقد بروتون لكنه يستطيع استقبال زوج من الإلكترونات

# الدرس الثاني (٢-١) تسمية الأحماض والقواعد

الأحماض الثلاثية

الأحماض الثنائية

(الأكسجينية)

HA (غير الأكسجينية)



هي أحماض تتكون من عنصرين فقط الهيدروجين و عنصر فلزي أكثر سالبية كهربائية

طريقة التسمية : كلمة حمض + هيدرو + اسم العنصر (A) + المقطع يك			
صيغة الحمض	اسم الحمض	العنصر A	اسم العنصر
HCl	حمض الهيدروكلوريك	Cl	الكلور
HF	حمض الهيدروفلوريك	F	الفلور
HBr	حمض الهيدروبروميك	Br	البروم
HI	حمض الهيدرويوديك	I	اليود
H <sub>2</sub> S	حمض الهيدروكبريتيك	S	الكبريت

الأحماض الثلاثية



(الأكسجينية)

هي أحماض تتكون من ثلاثة عناصر هي الهيدروجين و الأكسجين و عنصر ثالث ( فلز ) يسمي بالذرة المركزية

♦ ملاحظة : يكون العنصر x عادةً عنصراً لا فلزياً ويمكن أن يكون في بعض الأحيان عنصراً فلزياً

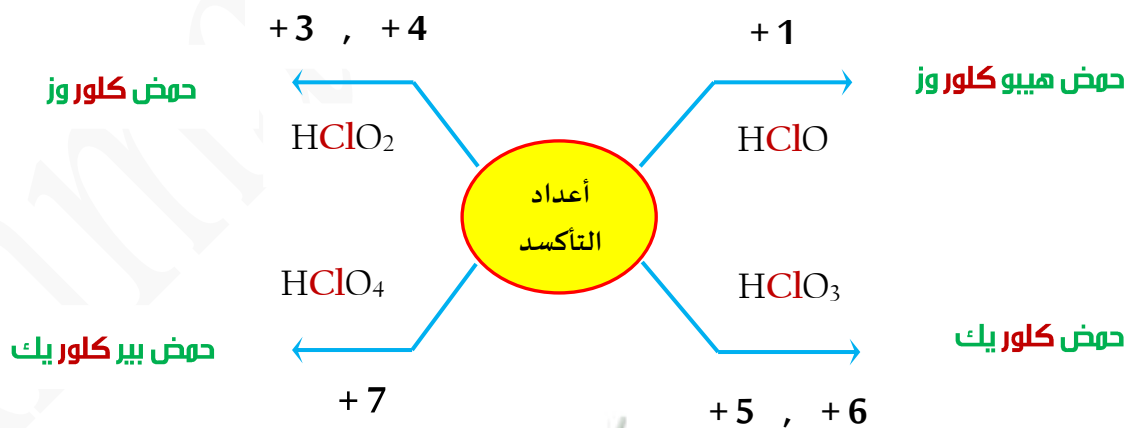
من الفلزات الانتقالية حيث يكون عدد تأكسده مرتفعاً مثل  $Mn^{+7}$  ,  $Mn^{+6}$  ,  $Cr^{+6}$

عدد التأكسد	X
+7 , +5 , +3 , +1	الهالوجينات
+6 , +4	عنصر الكبريت S
+5 , +3	عنصر النيتروجين N
+5 , +3	عنصر الفوسفور P
+4	عنصر الكربون C

# تسمية الأحماض الثلاثية ( الأوكسجينية ) $H_a X_b O_c$

نَعْتَمِدُ فِي تَسْمِيَةِ الْأَحْمَاضِ الثَّلَاثِيَةِ عَلَى مَعْرِفَةِ عَدَدِ تَأَكْسِدِ الذَّرَةِ الْمُرْكُزِيَةِ حَيْثُ سَنَسْتَفِيدُ مِنَ الْجَدْوَلِ التَّالِيِ :

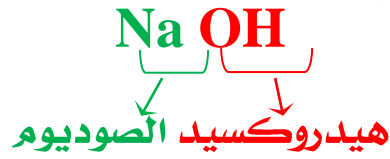
المقطع الأخير	المقطع المتوسط	المقطع الأول	إذا كان عدد تأكسد الذرة المركزية
وز	اسم الذرة المركزية	هيبو	+ 1
وز	اسم الذرة المركزية	—	+ 4      +3
يك	اسم الذرة المركزية	—	+ 6      + 5
يك	اسم الذرة المركزية	بير	+ 7



[ حالة خاصة ] تُكوِّن ذرَّة الكربون حمض أوكسجيني واحدا ( وهو حمض الكربونيك )



# تسمية القواعد : اسم الكاتيون + اسم الأنيون

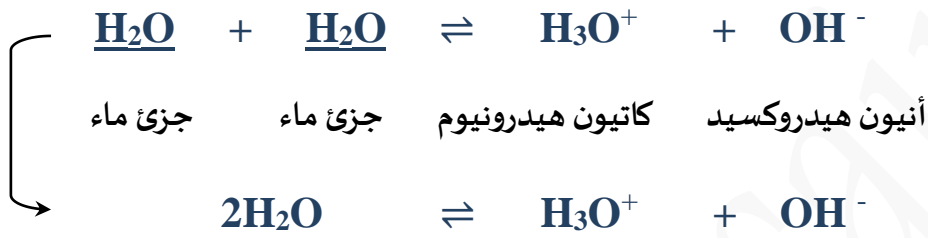


أكمل الجدول التالي:

صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة القاعدة	اسم القاعدة
HBrO	حمض الهيبوبروموز	Ba(OH) <sub>2</sub>	هيدروكسيد الباريوم
HBrO <sub>2</sub>	حمض البروموز	RbOH	
HBrO <sub>3</sub>		Ca(OH) <sub>2</sub>	
HBrO <sub>4</sub>		Al(OH) <sub>3</sub>	
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		Fe(OH) <sub>2</sub>	هيدروكسيد الحديد II
H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>		LiOH	
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>			هيدروكسيد البريليوم
	حمض النيتريك		هيدروكسيد النحاس I
	حمض الكبريتيك	NaOH	
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>		KOH	

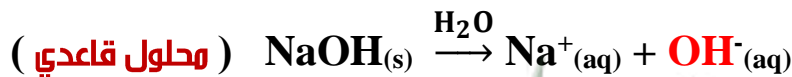
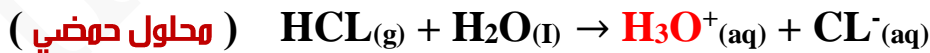
# الدرس الثالث (١-٣) كاتيونات الهيدروجين و الهيدروكسيد

التأين الذاتي للماء: التفاعل الذي يحدث بين جزيئي ماء لإنتاج كاتيون هيدرونيوم وأنيون هيدروكسيد



يُطلق على أيونات الهيدروجين في المحلول المائي اسم بروتونات أو كاتيونات هيدروجين أو كاتيونات هيدرونيوم

حاصل ضرب تركيزي كاتيونات الهيدرونيوم وأنيونات الهيدروكسيد في الماء عند 25°C $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$	ثابت تأين الماء أو (الحاصل الأيوني $K_w$ )
هو المحلول الذي يتساوى فيه تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ و $1 \times 10^{-7} \text{M}$ عند 25°C	المحلول المتعادل
هو المحلول الذي يكون فيه تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ ويكون $[\text{H}_3\text{O}^+] < 1 \times 10^{-7} \text{M}$ عند 25°C	المحلول الحمضي
هو المحلول الذي يكون فيه تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ ويكون $[\text{H}_3\text{O}^+] > 1 \times 10^{-7} \text{M}$ عند 25°C	المحلول القاعدي



ملاحظة: في المعاليل المائية: 

يكون حاصل ضرب تركيز كاتيون الهيدرونيوم و تركيز أنيون الهيدروكسيد عند درجة حرارة 25°C

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

مسألة ١ : إذا كان تركيز أنيون الهيدروكسيد في محلول مائي يساوي  $1 \times 10^{-3} \text{ M}$  فما هو

تركيز كاتيون الهيدرونيوم في المحلول؟ وهل المحلول حمضي أم قاعدي أم متعادل؟

الحل:

$$K_w = [ \text{H}_3\text{O}^+ ] \times [ \text{OH}^- ]$$

$$1 \times 10^{-14} = [ \text{H}_3\text{O}^+ ] \times [ 1 \times 10^{-3} ]$$

$$[ \text{H}_3\text{O}^+ ] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^{-11} \text{ M}$$

بما أن  $[ \text{H}_3\text{O}^+ ] > 1 \times 10^{-7}$  إذاً المحلول قاعدي

مسألة ٢ : صنف المحاليل التالية الى حمضية وقاعدية ومتعادلة : -

$[ \text{OH}^- ] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ ④	$[ \text{OH}^- ] = 3 \times 10^{-2} \text{ M}$ ③	$[ \text{H}_3\text{O}^+ ] = 2 \times 10^{-7} \text{ M}$ ②	$[ \text{H}_3\text{O}^+ ] = 6 \times 10^{-10} \text{ M}$ ①

**ضع علامة (✓) بين القوسين المتقابلين لنسب اجابة صحيحة تكمل بها العبارات التالية :**

١ ﴿ في محلول حمض النيتريك ( $\text{HNO}_3$ ) الذي درجة حرارته ( $25^\circ\text{C}$ ) يكون :

تركيز كاتيون الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$  أكبر من  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$   تركيز كاتيون الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$  أقل من  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$

تركيز أنيون الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  أكبر من  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$   تركيز كاتيون الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$  يساوي  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$

٢ ﴿ إذا كانت قيمة تركيز كاتيون الهيدرونيوم في الماء المقطر يساوي ( $2.5 \times 10^{-7}$ ) فإن تركيز أنيون الهيدروكسيد :

يساوي  $4 \times 10^{-8} \text{ M}$   يساوي  $2.5 \times 10^{-7} \text{ M}$

أكبر من  $2.5 \times 10^{-7} \text{ M}$   يساوي  $1 \times 10^{-14} \text{ M}$

٣ ﴿ المحلول الحمضي من بين المحاليل التالية التي درجة حرارتها ( $25^\circ\text{C}$ ) يكون فيه تركيز :

كاتيون الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$   $1 \times 10^{-7} \text{ M}$   كاتيون الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$   $2 \times 10^{-12} \text{ M}$

أنيون الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$   $2 \times 10^{-12} \text{ M}$   أنيون الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$   $1 \times 10^{-2} \text{ M}$

**ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة و علامة (×) أمام العبارة الغير صحيحة لكل من العبارات التالية :**

١ ﴿ ثابت تايين الماء ( $K_w$ ) مقدار ثابت يساوي ( $1 \times 10^{-14}$ ) عند جميع درجات الحرارة [ ]

٢ ﴿ في المحلول المائي لحمض النيتريك  $\text{HNO}_3$  يكون تركيز أنيون الهيدروكسيد أكبر من  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$  عند ( $25^\circ\text{C}$ ) [ ]

٣ ﴿ في محلول الأمونيا يكون تركيز كاتيون الهيدرونيوم أقل من تركيز أنيون الهيدروكسيد [ ]

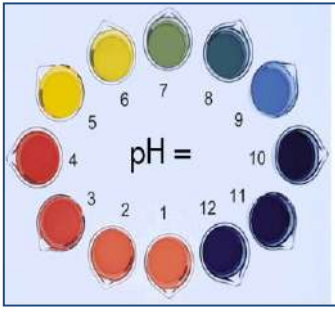
٤ ﴿ في الماء المقطر يكون تركيز كاتيون الهيدروجين يساوي تركيز أنيون الهيدروكسيد عند أي درجة حرارة [ ]

٥ ﴿ إذا كان تركيز كاتيون الهيدروجين  $[\text{H}^+]$  في الماء النقي عند ( $40^\circ\text{C}$ ) يساوي  $1.7 \times 10^{-7} \text{ M}$  فإن ثابت تايين [ ]

الماء يساوي  $2.89 \times 10^{-14}$

٦ ﴿ المحلول المائي الذي تركيز أنيون الهيدروكسيد فيه  $1.7 \times 10^{-8} \text{ M}$  عند ( $25^\circ\text{C}$ ) يُحمر ورقة تباع الشمس [ ]

# ما هو الأس الهيدروجيني pH



يُستخدمُ الأسُّ الهيدروجينيُّ بدلاً من التركيز المولاري للتعبير عن تركيز كاتيون  $[H_3O^+]$

يتراوحُ الأسُّ الهيدروجيني بين (0 - 14) ( تكون pH = 7 للمحاليل المتعادلة )

( تكون pH = 0 للمحاليل الحمضية القوية جداً ) ( تكون pH = 14 للمحاليل القلوية القوية جداً )

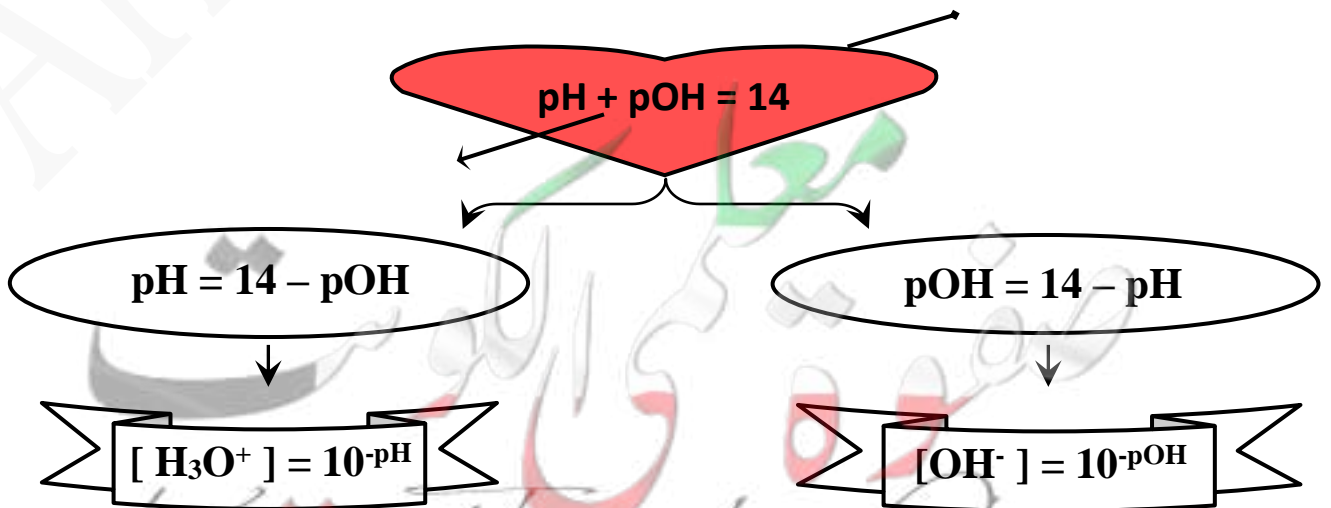
$pH = -\log [H_3O^+]$	هي القيمة السالبة اللوغاريتم العشري لتركيز كاتيون $[H_3O^+]$	الأسُّ الهيدروجينيُّ pH
$pOH = -\log [OH^-]$	هي القيمة السالبة اللوغاريتم العشري لتركيز أنيون $[OH^-]$	الأسُّ الهيدروكسيديُّ pOH

$[H_3O^+]$	pH	عند $(25^\circ C)$	pOH
$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7} M$	pH = 7	محلول متعادل	pOH = 7
$[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7} M$	pH < 7	محلول حمضي	pOH > 7
$[H_3O^+] < 1 \times 10^{-7} M$	pH > 7	محلول قاعدي	pOH < 7

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

## العلاقة بين pH و pOH





**ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة و علامة (×) أمام العبارة الغير صحيحة لكل من العبارات التالية :**

١ ✎ زجاجة ماء كُتِبَ عليها الأُس الهيدروجيني ( pH = 7.2 ) فهذا يعني أن الماء فيها قلوي التأثير [ ]

٢ ✎ عينة من أحد المنظفات , قيمة الأَس الهيدروكسيدي ( pOH = 5 ) عند ( 25 °C ) , فإن قيمة الأَس [ ]

الهيدروجيني ( pH ) لهذه العينة تساوي ( 9 )

٣ ✎ في جميع المحاليل المائية  $pH + pOH = 14$  عند ( 25 °C ) [ ]

٤ ✎ تزداد حمضية المحاليل بزيادة الأُس الهيدروجيني ( pH ) لها [ ]

**ضع علامة (✓) بين القوسين المتقابلين لنسب اجابة صحيحة تكمل بها العبارات التالية :**

١ ✎ حاصل جمع ( pOH , pH ) يساوي 14 عند ( 25 °C ) :

للمحاليل الحمضية فقط  للمحاليل القلوية فقط

للمحاليل المتعادلة فقط  لجميع المحاليل المائية

٢ ✎ إذا كان تركيز أنيون الهيدروكسيد في محلول هائي يساوي (  $1 \times 10^{-5}$  ) عند ( 25 °C ) :

الأُس الهيدروجيني للمحلول يساوي 5 و المحلول قلوي  الأُس الهيدروجيني للمحلول يساوي 5 و المحلول متعادل

الأُس الهيدروجيني للمحلول يساوي 9 و المحلول قلوي  الأُس الهيدروكسيدي للمحلول يساوي 9 و المحلول قلوي

٣ ✎ المحلول الأكثر حمضية من بين الهاليل التالية عند ( 25 °C ) :

الأُس الهيدروجيني له 12  الأُس الهيدروكسيدي له 3.5

تركيز كاتيون الهيدرونيوم فيه  $1 \times 10^{-7} M$   تركيز أنيون الهيدروكسيد فيه  $1 \times 10^{-2} M$

٤ ✎ قيمة الأُس الهيدروجيني pH لمحلول حمض HCl الذي تركيزه 0.0001 M :

1  10

3  4

**علل :** الماء النقي يُعتبر متعادلاً عند جميع درجات الحرارة

لأن تركيز  $[H_3O^+] = [OH^-]$

مسألة ١ : أوجد قيمة pH لكل محلول من المحاليل التالية :-

$$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-4} \text{ M ( أ )}$$

$$[H_3O^+] = 0.0010 \text{ M ( ب )}$$

$$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-9} \text{ M ( ج )}$$

مسألة ٢ : احسب تركيز كاتيون الهيدرونيوم للمحاليل التي لها قيم pH التالية :-

8 (ج)

11 (ب)

4 (أ)

مسألة ٣ : احسب الأس الهيدروجيني pH عند 25°C لمحلول يساوي فيه تركيز أنيون

$$[OH^-] = 4 \times 10^{-11} \text{ M الهيدروكسيد}$$

مسألة ٤ : احسب الأس الهيدروجيني pH لكل من المحاليل التالية :

$$[H_3O^+] = 5 \times 10^{-6} \text{ M ( أ )}$$

$$[H_3O^+] = 8.3 \times 10^{-10} \text{ M ( ب )}$$

$$[OH^-] = 4.3 \times 10^{-5} \text{ M ( ج )}$$

# الدرس الرابع (٤-١) قوة الأحماض والقواعد

**مقدمة:** المعادلة العامة لتأين حمض ما في الماء هي :-



بالنسبة للحمض القوي نجد أنه يُنتج أكبر كمية من كاتيونات الهيدرونيوم ( $\text{H}_3\text{O}^+$ )

أو كاتيونات الهيدروجين ( $\text{H}^+$ ) أي درجة تأينه كبيرة مثل حمض الهيدروكلوريك

<p>هي الأحماض التي تتأين بشكل تام في المحلول الهائي و لا وجود لحالة إتران له لأن التفاعل طردي فقط</p>	<p><b>الأحماض القوية</b></p>
<p>حيث يتحول الحمض كلياً إلى <b>قاعده المرافقة</b> و يصبح تركيز الحمض غير المتأين HA يساوى صفر</p> $\text{HCl}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$	
<p>هي الأحماض التي تتأين جزئياً في المحلول الهائي و تشكل حالة إتران</p>	<p><b>الأحماض الضعيفة</b></p>
$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)}$	
<p>هي القواعد التي تتأين بشكل تام في محاليلها المائية</p>	<p><b>القواعد القوية</b></p>
$\text{NaOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	
<p>هي القواعد التي تتأين جزئياً في المحاليل المائية</p>	<p><b>القواعد الضعيفة</b></p>
$\text{NH}_3_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	

## ثابت تأين الحمض (Ka)

### النسبة بين حاصل ضرب تركيز كاتيون الهيدرونيوم بتركيز القاعدة المرافقة إلى تركيز الحمض

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \times [القاعدة المرافقة]}{[الحمض]}$$

وتكون العلاقة الرياضية لثابت تأين الحمض

لا يوجد ثابت تأين للأحماض القوية أو القواعد القوية **على** لأنها تتأين بشكل تام و لا توجد حالة اتزان

الحمض القوي تكون قاعدته المرافقة ضعيفة و العكس صحيح .

كلما كانت قيمة (Ka ثابت التأين) صغيرة فإن درجة تأين الحمض في المحلول تكون صغيرة و ذلك للأحماض الضعيفة

كلما كانت قيمة (Ka) ثابت التأين كبيرة فإن درجة تأين الحمض في المحلول تكون كبيرة و ذلك للأحماض القوية .

الأحماض **ثنائية البروتون** تتأين على مرحلتين والأحماض **ثلاثية البروتون** تتأين على ثلاث مراحل

و لكل مرحلة ثابت التأين الخاص بها , أكبرها قيمة ثابت تأين المرحلة الأولى حيث يكون

الحمض أقوى في هذه المرحلة (مثل حمض الفوسفوريك H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> له ثلاث ثوابت تأين)

ثابت تأين الحمض (عند 25 °C)	معادلة التأين	الحمض
K <sub>a1</sub> = 5.6 x 10 <sup>-2</sup> K <sub>a2</sub> = 5.1 x 10 <sup>-5</sup>	HOOC <sub>2</sub> COH <sub>(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + HOOC <sub>2</sub> COO <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub> HOOC <sub>2</sub> COO <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + OOC <sub>2</sub> COO <sup>2-</sup> <sub>(aq)</sub>	حمض أوكساليك
K <sub>a1</sub> = 7.5 x 10 <sup>-3</sup> K <sub>a2</sub> = 6.2 x 10 <sup>-8</sup> K <sub>a3</sub> = 4.8 x 10 <sup>-13</sup>	H <sub>3</sub> PO <sub>4(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> <sub>(aq)</sub> HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> <sub>(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> <sub>(aq)</sub>	حمض الفوسفوريك
K <sub>a</sub> = 1.8 x 10 <sup>-4</sup>	HCOOH <sub>(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + HCCOO <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>	حمض الميثانويك
K <sub>a</sub> = 6.3 x 10 <sup>-5</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH <sub>(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COO <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>	حمض البنزويك
K <sub>a</sub> = 1.8 x 10 <sup>-5</sup>	CH <sub>3</sub> COOH <sub>(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>	حمض الاسيتيك
K <sub>a1</sub> = 4.3 x 10 <sup>-7</sup> K <sub>a2</sub> = 4.8 x 10 <sup>-11</sup>	H <sub>2</sub> CO <sub>3(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub> ⇌ H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> <sub>(aq)</sub>	حمض الكربونيك

يمكن المقارنة بين قوة الأحماض باستخدام قيم (pK<sub>a</sub>, K<sub>a</sub>) كلما زادت قيمة pK<sub>a</sub> كلما قلت قيمة K<sub>a</sub> وكان الحمض أضعف و العكس صحيح .

$$pK_a = - \log K_a$$

يمكن التعبير عن ثابت تأين الحمض بالرمز pK<sub>a</sub> حيث إن :-

كلما كانت قيمة pK<sub>a</sub> أكبر , كلما كانت قيمة K<sub>a</sub> أصغر , هذا يعني أن الحمض أضعف و العكس صحيح

# ثابت تأين القاعدة $K_b$

النسبة بين حاصل ضرب تركيز أنيون الهيدروكسيد بتركيز الحمض المرافق إلى تركيز القاعدة

$$K_b = \frac{[OH^-] \times [الحمض المرافق]}{[القاعدة]}$$

وتكون العلاقة الرياضية لثابت تأين القاعدة

## ملاحظات:

- تتأين القواعد القوية بالكامل إلى كاتيونات فلزية وأنيونات هيدروكسيد في الماء ولذلك ليس لديها ثابت تأين
- كلما كانت قيمة  $(K_b)$  صغيرة فإن درجة تأين القاعدة في المحلول تكون صغيرة وذلك للقواعد الضعيفة والعكس صحيح
- بعض القواعد القوية مثل  $Ca(OH)_2$  و  $Mg(OH)_2$  شحيحة الذوبان في الماء ولكن الكمية القليلة التي تذوب في الماء تتأين تماماً

القوى النسبية	الصيغة الكيميائية	المركبات	
أحماض قوية	HCl HBr HI HNO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	حمض الهيدروكلوريك حمض الهيدروبروميك حمض الهيدرويويديك حمض النيتريك حمض الكبريتيك	أحماض قوية
تزداد قوة الحمض	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> HF CH <sub>3</sub> COOH HCOOH H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> S HClO H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	حمض الفوسفوريك حمض الهيدروفلوريك حمض الأسيتيك حمض الفورميك حمض الكربونيك حمض الهيدروكبريتيك حمض الهيبوكلوروز حمض البوريك	أحماض ضعيفة
محاليل متعادلة	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> NH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	هيدرازين أمونيا ميثيل أمين إيثيل أمين	أحماض ضعيفة
تزداد قوة القاعدة	Ca(OH) <sub>2</sub> NaOH KOH	هيدروكسيد الكالسيوم هيدروكسيد الصوديوم هيدروكسيد البوتاسيوم	أحماض قوية
قواعد قوية			

**ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة و علامة (×) أمام العبارة الغير صحيحة لكل من العبارات التالية :**

- ١ ✦ تركيز أيون الهيدرونيوم الناتج من تأين ( $H_2SO_4$ ) أقل من تركيزه الناتج من تأين  $HSO_4^-$  [ ]
- ٢ ✦ يتأين حمض الفوسفوريك ( $H_3PO_4$ ) على ثلاث مراحل [ ]
- ٣ ✦ ثابت تأين المرحلة الثالثة لحمض الفوسفوريك أقل من ثابت تأني المرحلة الثانية له [ ]
- ٤ ✦ الأحماض الضعيفة هي الاحماض التي تكون درجة تأينها منخفضة في المحاليل المائية [ ]
- ٥ ✦ تحتوي محاليل الأحماض الضعيفة على جزيئات الحمض غير المتأين مع الأيونات الناتجة عن التأين [ ]
- ٦ ✦ يحتوي المحلول المائي لحمض الهيدروكلوريك على كاتيونات ( $H_3O^+$ ) , و أنيونات ( $Cl^-$ ) فقط [ ]
- ٧ ✦ يحتوي المحلول المائي لحمض الاسيتيك على كاتيونات ( $H_3O^+$ ) و أنيونات ( $CH_3COO^-$ ) فقط [ ]
- ٨ ✦ المحاليل المتساوية التركيز من ( $NaOH$ ) و ( $NH_3$ ) تحتوي على نفس التركيز من أيون الهيدروكسيد [ ]
- ٩ ✦ يحتوي المحلول المائي للأمونيا على أنيونات الهيدروكسيد و كاتيونات الأمونيوم و جزيئات أمونيا غير متأينة [ ]
- ١٠ ✦ الصيغة العامة للأحماض ثنائية العنصر ثنائية البروتون هي  $HA$  [ ]
- ١١ ✦ يتأين حمض الهيدروكبريتيك  $H_2S$  على مرحلتين [ ]
- ١٢ ✦ يُعتبر حمض الكربونيك  $H_2CO_3$  حمض ثنائي البروتون [ ]
- ١٣ ✦ لا يُمكن تحضير محلول مُركز من هيدروكسيد الكالسيوم لأنه شحيح الذوبان في الماء [ ]
- ١٤ ✦ قيمة ثابت تأين الماء في الهيدروكلوريك  $0.1 M$  تُساوي قيمته في محلول هيدروكسيد الصوديوم  $0.1 M$  [ ]
- ١٥ ✦ إذا كانت  $K_a$  لحمض الأستيك تُساوي  $1.8 \times 10^{-5}$  , و لحمض الهيبوبروموز  $2 \times 10^{-9}$  فإن حمض الاستيك هو الأقوى [ ]
- ١٦ ✦ إذا كانت  $K_a$  لحمض الاسيتيك تساوي  $1.8 \times 10^{-5}$  , و لحمض الفورميك تُساوي  $1.8 \times 10^{-4}$  فإن الاس الهيدروجيني لمحلول حمض الفورميك يكون أكبر من الاس الهيدروجيني لمحلول حمض الاسيتيك المُساوي له بالتركيز [ ]
- ١٧ ✦ في المحلول لحمض الهيدروكلوريك المخفف لا توجد جزيئات  $HCl$  [ ]
- ١٨ ✦ أقوى الأحماض التالية ( $H_3PO_4$  ,  $H_2PO_4^-$  ,  $HPO_4^{2-}$ ) هو حمض  $H_3PO_4$  [ ]
- ١٩ ✦ الحمض الأقوى تكون قيمة تأين  $K_a$  له أكبر و  $pK_a$  له أقل [ ]
- ٢٠ ✦ القاعدة القوية يوجد لها ثابت اتزان لأن تأنها جزيئي في المحاليل المائية [ ]
- ٢١ ✦ محلول لحمض مُركز أو مُخفف تعني محلول لحمض قوي أو ضعيف [ ]

ضع علامة (✓) بين القوسين المتقابلين لأنسب اجابة صحيحة تكمل بها العبارات التالية :

١ ✎ المواد التالية تُعتبر نواتج التأيين (أو التفكك) في المحاليل المائية عدا مادة واحدة منها , و هي :

HCl

NH<sub>3</sub>

Na<sub>2</sub>O

NaOH

٢ ✎ المعادلات التالية تُمثل مراحل تأيّن حمض الفوسفوريك , عدا معادلة واحدة منها , و هي :



٣ ✎ المرحلة الثانية لتأيين حمض الفوسفوريك في المحاليل المائية تُؤدي الى تكون كاتيون الهيدرونيوم و :

H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>

HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

٤ ✎ تركيز كاتيون الهيدرونيوم يكون أكبر ما يمكن في محلول أحد الأحماض التالية المتساوية عند نفس درجة الحرارة , و هو محلول حمض :

HF

HNO<sub>3</sub>

HClO

CH<sub>3</sub>COOH

٥ ✎ يحتوي المحلول المائي لحمض الهيدروسيانيك HCN على :

أيونات CN<sup>-</sup> فقط

أيونات (CN<sup>-</sup>) , (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) فقط

أيونات (CN<sup>-</sup>) , (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) و جزيئات (HCN)

أيونات (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) فقط

٦ ✎ يحتوي المحلول المائي لهيدروكسيد الصوديوم NaOH على :

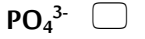
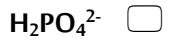
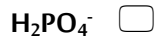
أيونات (OH<sup>-</sup>) و جزيئات (Na<sub>2</sub>O) فقط

أيونات (CN<sup>-</sup>) , (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) فقط

أيونات (OH<sup>-</sup>) , (Na<sup>+</sup>) فقط

أيونات (OH<sup>-</sup>) و جزيئات (Na<sub>2</sub>O) و جزيئات (NaOH)

٧ الصيغة الكيميائية للحمض اليرافق للأيون التالي ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ):



٨ أضعف الأحماض التالية هو حمض :



**مسألة ١ :** عند إذابة 2 mol من حمض HCl في 1 L من الماء , تبين أن المحلول المائي يحتوي

على 2 mol من كاتيون الهيدرونيوم و 2 mol من أنيون الكلوريد ,

حدد ما إذا كان HCl حمضاً قوياً , أو حمضاً ضعيفاً أو قاعدة قوية أو قاعدة ضعيفة

**الحل :** عند إذابة الحمض في الماء يتفكك وفق المعادلة التالية  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

بما أن تفكك الحمض تام ( يتأين كلياً ) إذا هو حمض قوي

**مسألة 4 :** احسب  $K_a$  لحمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  , إذا كان تركيز كاتيون الهيدرونيوم في

محلل 0.1 M يساوي  $4.2 \times 10^{-3} \text{ M}$

**الحل :** يعتبر حمض الاستيك حمض الفورميك و بالتالي يتأين جزئياً  $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCOO}^-$



**مسألة:** يساوي تركيز محلول حمض ضعيف أحادي البروتون 0.2 M , و يساوي تركيز كاتيون الهيدرونيوم  $9.86 \times 10^{-4} M$

① ما هو الأس الهيدروجيني pH لهذا المحلول ؟

② ما هي قيمة  $K_a$  لهذا الحمض ؟

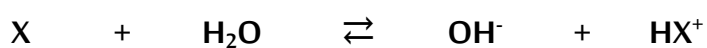
**الحل :**

② لدينا حمض ضعيف أحادي بروتون نفرض رمزه HA

**مسألة:** قاعدة ضعيفة أحادية الحمضية قيمة الاس الهيدروجيني لها 8.75 في محلول تركيزه 0.1 M

احسب قية ثابت التأيين  $K_b$  لهذه القاعدة

**الحل :** في البداية وكما تعودنا نكتب معادلة التأيين

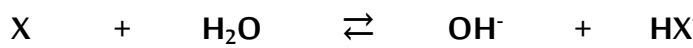


ثم باستخدام القانون المعروف  $pH + pOH = 14$

نحسب  $pOH$  والتي  $pOH = 14 - 8.75 = 5.25$

$$[OH^-] = 10^{-5.25}$$

نعود للمعادلة



$$0.1 - 10^{-5.25} \qquad 10^{-5.25} \qquad 10^{-5.25}$$

$$K_b = \frac{10^{-5.25} \times 10^{-5.25}}{0.09999} = 3.15 \times 10^{-10}$$

**مسألة:** من خلال القياسات المخبرية تبين أن 1.4 % فقط من محلول 0.8 M لحمض ضعيف يتأين

احسب قيمة  $K_a$  لهذا الحمض

**الحل:** نكتب المعادلة المشهورة لتأين الحمض  $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$

$$[H_3O^+] = 0.8 \times \frac{1.4}{100} = 1.12 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \times [A^-]}{[HA]} = \frac{10^{-5.25} \times 10^{-5.25}}{0.09999} = 1.6 \times 10^{-4}$$

**مسألة:** احسب الأس الهيدروجيني عند درجة 25 °C لمحلول يساوي فيه تركيز أيون الهيدروكسيد  $4 \cdot 10^{-11} \text{ M}$

$$[OH^-] = 4 \times 10^{-11} \text{ M}$$

**الحل:**

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log 4 \times 10^{-11} = 10.4$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - 10.4 = 3.6 \text{ و بالتالي يكون}$$

**أهمل الفراغات في الجمل و العبارات التالية بها يناسبها:**

- ١ ✦ المرحلة الأولى لتأين حمض  $H_3PO_4$  في المحاليل المائية تؤدي لى تكون أيون الهيدرونيوم وأيون آخر صيغته  $H_2PO_4^-$
- ٢ ✦ الحمض الضعيف تكون قاعدته المرافقة **قوية**
- ٣ ✦ محلولان من حمض الاسيتيك  $CH_3COOH$  و حمض الهيدروسيانيك  $HCN$  متساويان , فإذا علمت أن ثابت التأين للحمضين  $1.8 \times 10^{-5}$  ,  $4.5 \times 10^{-4}$  على الترتيب فإن المحلول الذي لهو قيمة الاس الهيدروجيني الأقل  **$HCN$**
- ٤ ✦ دليل حمض ثابت التأين له يساوي  $7.95 \times 10^{-5}$  فإن قيمة الأس الهيدروجيني له في الحالة القاعدية يساوي **5.1**