

# الأفلاك الجزيئية Molecular Orbitals

لوعدنا الى الصف العاشر وتذكرنا بعض المفاهيم مثل : **الفلك الذري** :

**هي المنطقة من الفراغ المحيطة بنواة الذرة والتي يتواجد فيه الإلكترون**

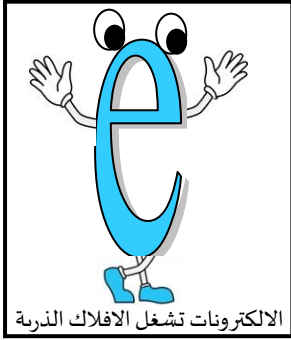
و لو تذكرنا السبب في صعوبة تحديد مكان الإلكترون و سرعته بدقة تامة في الوقت نفسه

لأن الحركة الموجية للإلكترون ليس لها مكان محدد

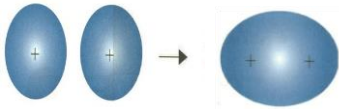
و الان نتعرف على **نظرية رابطة التكافؤ** :

**نظرية تفترض أن الإلكترونات تشغل الأفلاك الذرية في الجزيئات**

و نتعرف على النظرية الثانية : **نظرية الفلك الجزيئي** :



الإلكترونات تشغل الأفلاك الذرية



**نظرية تفترض تكوين فلك جزيئي من الأفلاك الذرية يغطي النواة المترابطة و يسمى الفلك الجزيئي**

ينشأ التداخل بين الأفلاك في الرابطة التساهمية الذادية عندها تتقاسم ذرتان زوجا

واحد من الإلكترونات حيث ينتهي كل الكترون الى فلك محدد

## أنواع التداخل

التداخل الجانبي (جنباً لجنب)

التداخل المحوري (رأساً لرأس)



يتشاعن التداخل المحوري رابطة تسمى **الرابطة سيجمما  $\sigma$**

كيف تنتج الرابطة سيجمما  $\sigma$  ؟ " من تداخل فلكي ذرتين رأساً لرأس "

كيف تتوزع الكثافة الإلكترونية في حالة الرابطة  $\sigma$  ؟

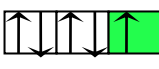
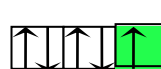

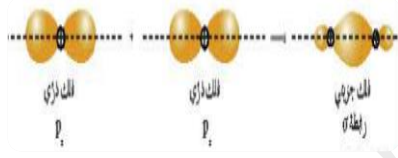
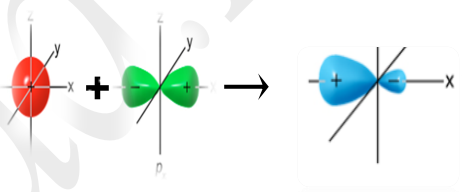
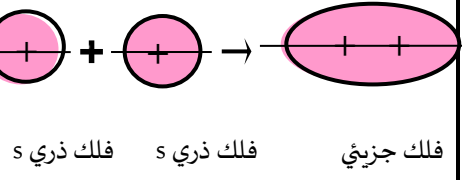
① تتوزع بشكل متماثل على طول المحور الواصل بين نواتي الذرتين المترابطتين

② تزداد الكثافة الإلكترونية بين النواتين و تقل خارجهما .

**ملاحظة** : يحدث التداخل في الأفلاك التي تحتوي على إلكترون مفرد فقط !!!

# أنماط التداخل المحوري - الرابطة $\sigma$

لدينا ثلاث أنماط للتداخل :

③ تداخل فلكي ( p )	② تداخل فلك ( S ) مع فلك ( p )	① تداخل فلكي ( S )
<p>مثال : جزيء غاز الكلور <math>Cl_2</math></p> <p><math>Cl - Cl</math></p>	<p>مثال : غاز كلوريد الهيدروجين <math>HCl(g)</math></p> <p><math>H - Cl</math></p>	<p>مثال : جزيء غاز الهيدروجين <math>H_2</math></p> <p><math>H - H</math></p>
<p><math>_{17}Cl : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5</math></p> 	<p><math>_{17}Cl : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5</math></p> 	<p>تحتوي ذرة الهيدروجين على إلكترون واحد و بالتالي يكون الترتيب الإلكتروني لها</p> <p><math>{}_1H : 1s^1</math></p> 
<p>عندما تقترب ذرتا الكلور من بعضهما يتداخل الفلكان <math>3p_z</math> رأساً لرأس ، وينتج عن هذا التداخل فلك جزيئي وتتكون الرابطة <math>\sigma</math></p> 	<p>عندما تقترب ذرتا الهيدروجين والكلور من بعضهما ، يتداخل الفلك الذري <math>1s</math> من ذرة الهيدروجين مع الفلك الذري <math>3p_z</math> من ذرة الكلور رأساً لرأس ، وينتج عن هذا التداخل فلك جزيئي يحيط بنواتي الذرتين</p> 	<p>عندما تقترب ذرتا هيدروجين من بعضهما البعض لتكوين جزيء الهيدروجين <math>H_2</math> يتداخل الفلك <math>s</math> لذرة الهيدروجين الأولى مع الفلك <math>s</math> لذرة الهيدروجين الثانية رأساً لرأس ، وينتج عن هذا التداخل فلك جزيئي يحيط بنواتي ذرتي الهيدروجين</p> 

أذكر أهم خواص الرابطة  $\sigma$  ؟

① تعتبر كل رابطة تساهمية أحادية في الكيمياء رابطة  $\sigma$

② محور تداخل الفلكين هو **محور تناظر** " في نفس الوقت "

③ تكون الرابطة  $\sigma$  أقوى كلما كان التداخل أكبر

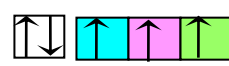
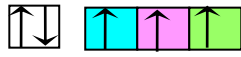
④ تعتد طاقة الرابطة  $\sigma$  على :

أ - المسافة بين الذرتين المترابطين ب - عدد الروابط التي تشكلها هاتان الذرتان

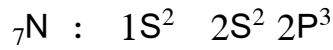
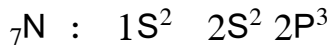
# التداخل الجانبي (الرابطة $\pi$ ) Overlapping Side by

كيف يتكون التداخل الجانبي؟ (ما المقصود بالتداخل الجانبي)

يتكون عندما يتداخل فلكا ذرتين جنباً لجنب ، حيث يكون محورا الفلكين متوازيين ليتكون الفلك الجزيئي "

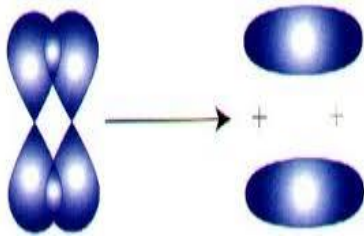


مثال بنية جزئ النيتروجين  $N_2$

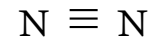


أكتب الترتيب الإلكتروني لذرة النيتروجين

نلاحظ من هذا الترتيب وجود الكترون مفرد في كل فلك من أفلاك 2P الثلاثة .



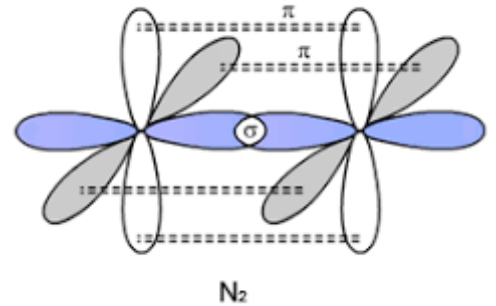
أشرح بنية جزئ النيتروجين  $N_2$  ؟



أ - عندما تقترب ذرتا النيتروجين من بعضهما - يتداخل فلك واحد من كل ذرة رأساً لرأس لتتكون الرابطة  $\sigma$

ب - يتوازي فلكين من ذرة النيتروجين الأولى مع فلكين من ذرة النيتروجين

الثانية ، وتتداخل الأفلاك المتوازية جنباً لجنب لتكوين رابطتين من نوع  $\pi$



ملاحظة : يتكون جزئ النيتروجين من ثلاث روابط تساهمية (واحدة  $\sigma$  ، ورابطتين  $\pi$ )

أذكر خواص الرابطة  $\pi$  ؟

① لا تتكون الرابطة $\pi$ ، إلا إذا تكونت الرابطة $\sigma$ قبلها .
② تكون الرابطة $\pi$ ، أضعف من الرابطة $\sigma$ .
③ تتواجد الرابطة $\pi$ في الجزيئات التي تحتوي على رابطة تساهمية ثنائية و رابطة تساهمية ثلاثية .
④ يهك للجزيئات التي تحتوي على الرابطة $\pi$ أن تدخل في تفاعلات كيميائية إضافية ( خاصة في الكيمياء العضوية )

قارن بين الرابطة سيجما  $\sigma$  و الرابطة باي  $\pi$

وجه المقارنة	الرابطة سيجما $\sigma$	الرابطة باي $\pi$
نوع التداخل	محوري	جانبي
طول الرابطة	أقصر	أطول
قوة الرابطة	أقوى	أضعف
محور التداخل	محور التناظر	محور الفلكين المتوازيين
سهولة الكسر	صعبة الكسر	سهولة الكسر
نوع التفاعلات الكيميائية	الاستبدال	الاضافة

**علل لها يلي :**

1 يصعب كسر الرابطة التساهمية سيجما  $\sigma$  ( تدخل في تفاعلات استبدال )

لأن كثافتها الإلكترونية كبيرة

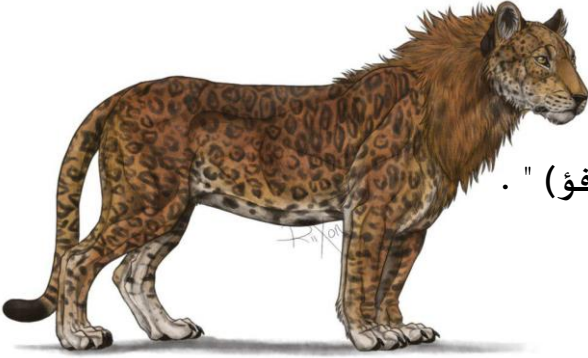
2 من السهل كسر الرابطة التساهمية باي  $\pi$  ( تدخل في تفاعلات اضافة )

لأن كثافتها الإلكترونية منخفضة



# الأفلاك المهجنة Hybrid Orbitals (نظرية التهجين)

متى تستطيع الذرة تكوين رابطة تساهمية ؟



ينتج حيوان Lepon الهجين من تزاوج الاسد مع أنثى الفهد

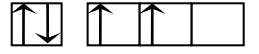
" عندما يمتلك أحد أفلاكها إلكترونات واحداً ( تبعاً لنظرية رابطة التكافؤ ) . "

**علل** : لا تكون الغازات النبيلة ( الخاملة ) روابط .

لأن أفلاك ذرة الغاز النبيل لا تحتوي على إلكترون مفرد فيها

**علل** : لا يمكن الاعتماد على نظرية رابطة التكافؤ لتفسير الترابط في بعض الجزيئات مثل  $CH_4$

" لأنه بحسب نظرية رابطة التكافؤ لا تستطيع ذرة الكربون C تكوين أكثر من رابطتين تساهميتين لأنها لا تحتوي إلا على إلكترونين مفردين



$1s^2 2s^2 2p^2$  :  $C_6$  ، و لكن ثبت بالتجربة العلمية أن ذرة الكربون تستطيع تكوين أربع روابط تساهمية كما في جزيء  $CH_4$

## نظرية الأفلاك المهجنة Hybrid Orbitals

ما المقصود بـ : نظرية الأفلاك المهجنة :

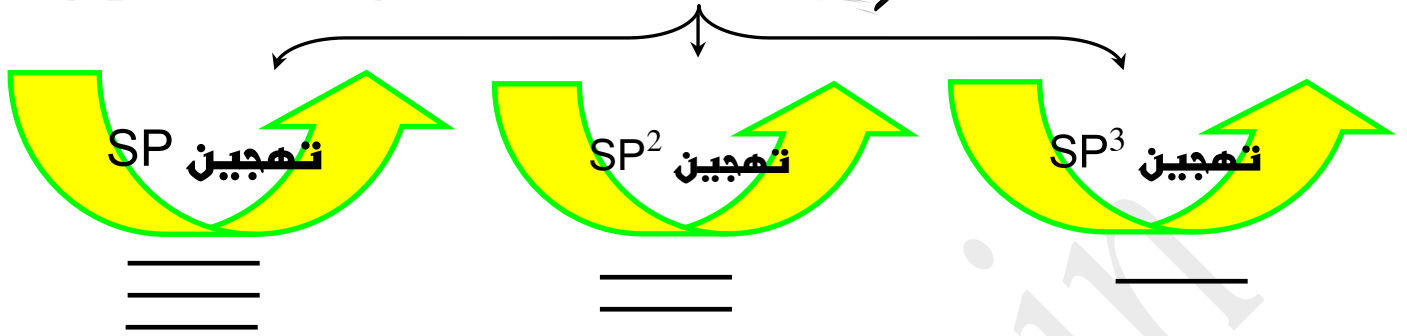
تنتج نظرية التهجين عن اندماج فلكن مختلفين عادةً ( S , P ) ليتكون فلكن جديد يسمى ( فلكن مهجن ) ، يمتاز بخواص وسطية بين الأفلاك التي فضعت للتهجين

**ملاحظات هامة** : أ- يعتمد نوع التهجين (  $SP$  ,  $SP^2$  ,  $SP^3$  ) على نوع الأفلاك المندمجة .

ب- يحدث التهجين بين أفلاك الذرة الواحدة ، بينما يحدث التداخل بين أفلاك ذرتين أو أكثر .

ج- يحدث التهجين أولاً ، وبعدها يحدث التداخل .

# أنماط التهجين Types Of Hybridisation



( ينشأ عن هذا التهجين الرابطة التساهمية الأحادية - )

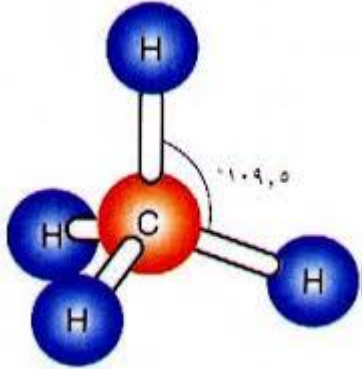
**أولاً : التهجين SP<sup>3</sup>**

مثال جزئ الميثان CH<sub>4</sub>

أرسم التوزيع الإلكتروني في الأفلاك التي خضعت للتهجين SP<sup>3</sup> في ذرة الكربون قبل التهجين و بعد التهجين

6C غير المهجنة ( بحسب نظرية رابطة التكافؤ )  $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\square$   $\square$

6C مهجنة ( بحسب نظرية التهجين )  $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$



أشرح كيفية تكون الروابط في جزئ الميثان CH<sub>4</sub>

أ - يندمج الفلك 2S في ذرة الكربون مع الافلاك الثلاثة 2P لتكوين أربعة أفلاك مهجنة SP<sup>3</sup>

ب - تتداخل الأفلاك المهجنة SP<sup>3</sup> الأربعة لذرة الكربون C مع أفلاك 1S لذرات الهيدروجين الأربعة H

**ملاحظات :** أ - تترتب الأفلاك SP<sup>3</sup> المهجنة في اتجاه قمم **رباعي السطوح**

ب - تكون الزاوية بين الأفلاك المهجنة SP<sup>3</sup> ( 109,5° )

ج - لكي تتم عملية التهجين يجب منح طاقة كافية لنقل الإلكترون من فلك ممتلئ إلى فلك فارغ من الإلكترونات

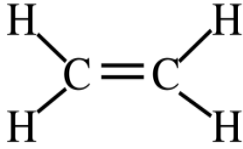
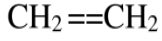
## ثانياً : التهجين $SP^2$

( ينشأ عن هذا التهجين رابطة تساهمية ثنائية = )

مثال بنية جزئ الإيثين  $C_2H_4$

أرسم التوزيع الإلكتروني في الأفلاك التي خضعت للتهجين  $SP^2$  في ذرة الكربون قبل التهجين و بعد التهجين

### ETHENE



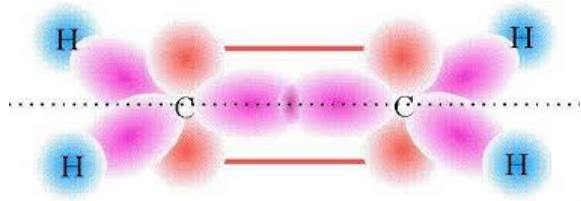
$\pi$

غير المهجنة  ${}_6C$

مهجنة  ${}_6C$

مهجن

غير مهجن



اشرح كيفية تكون الروابط في جزئ الإيثين  $C_2H_4$  ؟

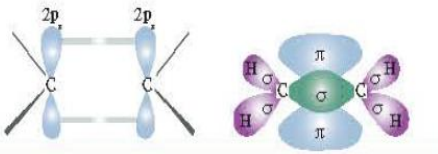
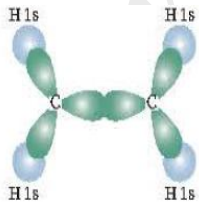
أ - يندمج فلك  $2S$  في كل ذرة الكربون مع فلكي  $2P$  لتكوين ثلاثة أفلاك مهجنة  $SP^2$

ب - يتداخل فلكا  $SP^2$  مهجنان من كل ذرة الكربون  $C$  مع فلكي  $1S$  لذرتي هيدروجين رأساً لرأس

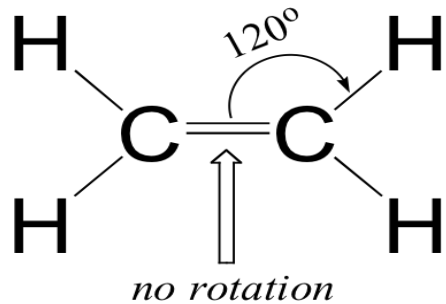
ج - يتداخل الفلك المهجن الثالث  $SP^2$  لذرة الكربون الأولى رأساً لرأس مع الفلك المهجن الثالث  $SP^2$  لذرة الكربون الثانية

د - يتداخل فلك  $2P_z$  (الغير مهجن) لذرة الكربون الأولى جنباً لجنب مع فلك  $2P_z$  (الغير مهجن) لذرة الكربون

الثانية ( لتتكون الرابطة  $\pi$  )



ملاحظة : تكون الزوايا بين الأفلاك المهجنة  $SP^2$  في جزئ الإيثين  $(120^\circ)$  .

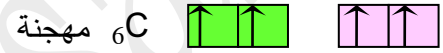


## ثالثاً : التهجين SP ( تنشأ عن هذا التهجين الرابطة التساهمية الثلاثية )



□ مثال بنية جزئ الإيثاين (الأسيتلين)  $C_2H_2$

أرسم التوزيع الإلكتروني في الأفلاك التي خضعت للتهجين SP في ذرة الكربون قبل التهجين و بعد التهجين

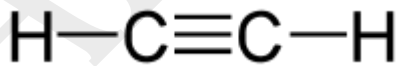


أ - يندمج فلك 2S في كل ذرة الكربون مع فلك 2P لتكوين فلكي مهجنين SP

ب - يتداخل فلك المهجن SP من كل ذرة الكربون C مع فلك 1S لذرة هيدروجين رأساً لرأس

ج - يتداخل الفلك المهجن الثاني SP لذرة الكربون الأولى رأساً لرأس مع الفلك المهجن الثاني SP لذرة الكربون الثانية

د - يتداخل فلكا  $2P_z$  (الغير مهجنين) لذرة الكربون الأولى جنباً لجنب مع فلكا  $2P_z$  (الغير مهجنين) لذرة الكربون

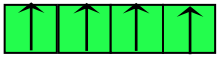
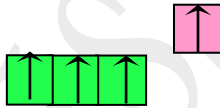
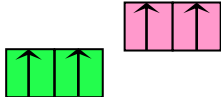


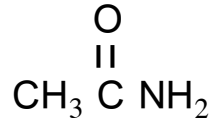
الثانية ( لتتكون الرابطة  $\pi$  )

ملاحظة : تكون الزوايا بين الأفلاك المهجنة SP في جزئ الإيثاين (  $180^\circ$  ) وبالتالي يكون جزئ الإيثاين خطي

اذكر نوع التهجين في  $BCl_3$  .....  $SP^2$  .....

## ﴿ مقارنة بين أنماط التهجين ﴾

نوع التهجين / الخاصية	sp <sup>3</sup>	Sp <sup>2</sup>	sp
مثال الصيغة الجزيئية	الميثان CH <sub>4</sub>	الايثين C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	الايثاين (الاستيلين) C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
الصيغة التركيبية ( البنائية )	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = & \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	$\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$
التوزيع الإلكتروني لإلكترونات مستوى التكافؤ لذرة الكربون	 sp <sup>3</sup>	 sp <sup>2</sup> p	 sp    p <sup>2</sup>
عدد الأفلاك المستخدمة في التهجين ( المهجنة )	4	3	2
عدد أفلاك p غير المهجنة	لا يوجد	1	2
عدد الروابط σ في الجزيء	4	3	2
عدد الروابط π في الجزيء	لا يوجد	1	2
الزاوية بين الروابط H - C	109.5 °	120 °	180 °
الشكل الفراغي للأفلاك المهجنة	هرمي رباعي السطوح	مستوى مثلثي	مستوى خطي
أنواع الروابط التساهمية حول ذرة الكربون	4 روابط أحادية $\begin{array}{c}   \\ - \text{C} - \\   \end{array}$ (روابط سيجما) (3 سيجما ، 1 باي)	رابطة ثنائية و رابطتين أحاديتين $\begin{array}{c} \diagdown \\ \text{C} = \\ / \end{array}$ (3 سيجما ، 1 باي)	رابطة ثلاثية و رابطة أحادية $- \text{C} \equiv$ (2 سيجما ، 2 باي)



لديك جزيء الأسيتاميد

والمطلوب :

	عدد الروابط سيجما $\sigma$ في الأسيتاميد	1
	عدد الروابط باي $\pi$ في الأسيتاميد	2
	نوع التهجين في ذرة كربون مجموعة الكربونيل	3
	نوع التهجين في ذرة كربون مجموعة الميثيل	4
	نوع التداخل بين أفلاك ذرة النيتروجين وذرة الكربون	5
	نوع التداخل بين أفلاك ذرة الأكسجين وذرة الكربون	6
	نوع التداخل بين أفلاك ذرة الهيدروجين وذرة الكربون	7

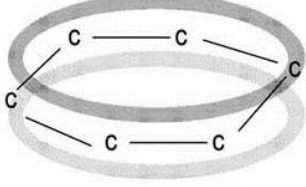
# البنزين Benzene



□ يعتبر .. البنزين .. أصل المركبات الأروماتية

😊 : أذكر أهم خواص البنزين ؟

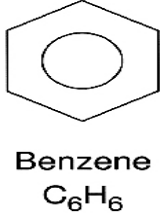
① الصيغة الجزيئية للبنزين  $C_6H_6$



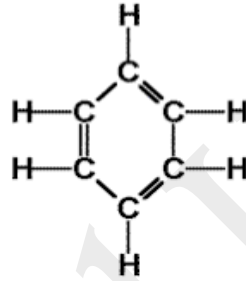
سحابة إلكترونات  $\pi$  غير متوضعة

② تترتب ذرات الكربون في جزئ البنزين في شكل مستوي حلقي سداسي .  
( مصحوبة بسحابة ناتجة عن تداخل إلكترونات الرابطة أعلى وأسفل الحلقة )

③ تكون ذرات الكربون متكافئة من حيث طول أ - طول الرابطة ب - الزوايا بين الروابط



Benzene  
 $C_6H_6$



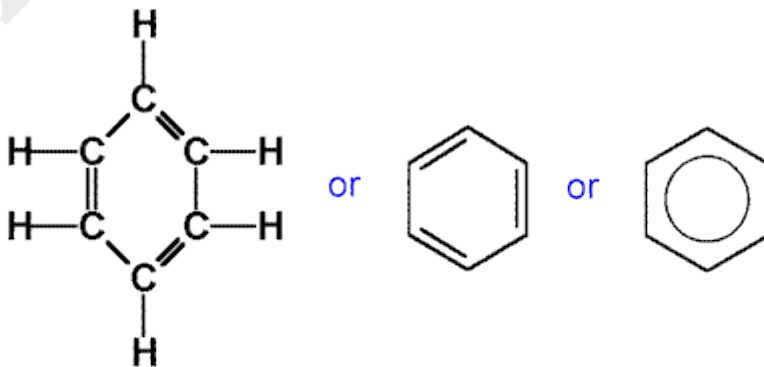
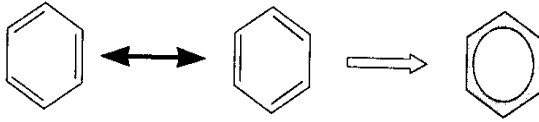
④ تتوزع ذرات الهيدروجين توزيعاً متكافئاً على الحلقة

⑤ علل ( حلقة البنزين متماسكة )  $\rightarrow$  لوجود روابط سيجما القوية

⑥ علل : ( يعتبر جزئ البنزين جزيئاً مستقراً )

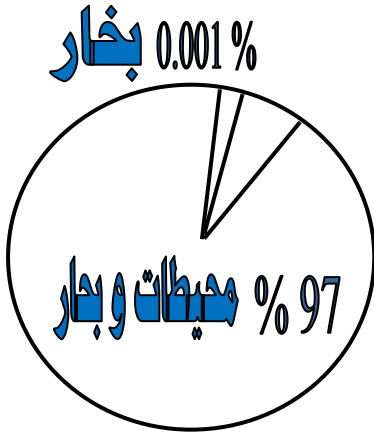
$\rightarrow$  بسبب عدم التمرکز التام في نظام باي  $\pi$  و الذي ينتج عن التداخل الجانبي للأفلاك الذرية  $P_z$  2 من الاتجاهين (+) و (-)

⑦ نوع التهجين في كل ذرة كربون في جزئ البنزين هو تهجين  $SP^2$  ، وبالتالي تكون الزوايا بين الروابط (  $120^\circ$  )



Molecular Formula for benzene is  $C_6H_6$

# المحاليل Solutions



مياه عذبة (أنهار- متجمدات ..)

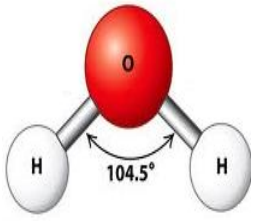
كيف يتوزع الماء على سطح الكرة الأرضية

كم تبلغ نسبة الأملاح في مياه البحار؟  
96,5 % ماء نقي ، 3,5 % (أملاح وغازات منحلّة ..)

## الماء كجزيء

**علل :** يعتبر جزيء الماء  $H_2O$  جزيئاً قطبياً

لأن الأكسجين أكثر سالبية كهربائية من الهيدروجين ، و بالتالي يجذب زوج الإلكترونات الهكون للرابطة التساهمية (O - H) ، و تظهر شحنة سالبة جزئياً على ذرة الأكسجين ، فيها تظهر شحنة موجبة جزئياً على ذرة الهيدروجين



تكون الزاوية بين روابط الهيدروجين و الأكسجين في جزيء الماء (  $104,5^\circ$  )

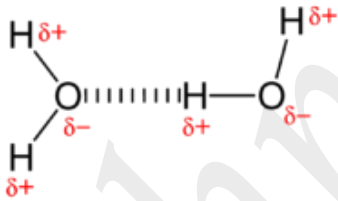
**علل :** قطبية الرابطين في جزيء الماء لا تلغي بعضها على الرغم من أنها متساوية لأنها تأخذ شكلاً زاوياً يعطي جزيء الماء ككل الخاصية القطبية

كيف تتكون الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء؟

➔ **يجذب الهيدروجين الموجب جزئياً من أحد جزيئات الماء الأكسجين السالب جزئياً في جزيء آخر مكوناً هذه الرابطة**

**علل :** ارتفاع درجة غليان و حرارة التبخر و التوتر السطحي و السعة الحرارية النوعية

و انخفاض الضغط البخاري للماء عن المركبات المشابهة له (  $H_2S$  ,  $H_2Se$  )



لأن جزيئات الماء القطبية تتجمع مع بعضها عن طريق الرابطة الهيدروجينية

عدد الخواص التي يتميز بها الماء عن المركبات المشابهة له ؟

انخفاض الضغط البخاري

ارتفاع السعة الحرارية النوعية

ارتفاع التوتر السطحي

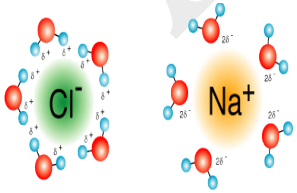
ارتفاع درجة التبخر

ارتفاع درجة الغليان

**علل :** يتميز الماء بقدرة على الإذابة

لأن قيمة ثابت العزل الخاصة به مرتفعة ، و بالتالي تقوم جزيئات الماء القطبية بعزل الأيونات

المتختلفة في الشحنة ، للذباب عن بعضها البعض و بالتالي تفصلها عن بعضها البعض و تحدث عملية الإذابة



ما هو سبب تكون **ماء التبلر** ؟

في بعض الحالات يكون اتحاد أيونات الملح بجزيئات الماء قوياً جداً لدرجة أن الملح

عندما يتبلر في المحلول المائي تنفصل بلوراته و تتحد مع الماء ، مكونةً ما يعرف ( **بماء التبلر** )

➔ أمثلة (كبريتات النحاس الزرقاء  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  ، الجبس  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ )





# المحاليل المائية Aqueous Solutions

**علل :** يُنفذ الكيمائيون الكثير من التفاعلات في المحاليل السائلة .

لأن الأيونات و الجزيئات تكون أكثر قدرة على الحركة في الحالة السائلة منها في الحالة الصلبة و بالتالي

تتفاعل مع بعضها البعض بسرعة أكبر

## المذاب

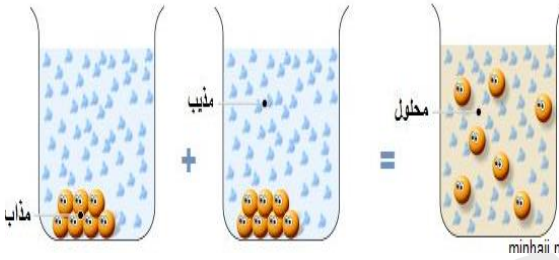
### هي الجزيئات المذابة في المحلول

## المذيب

### هو الوسط المذيب في المحلول

**علل :** لا يوجد الماء كيميائياً في صورة نقية ➔ لأنه يذوب الكثير من المواد التي تتواجد معه

لدينا محلول ملحي ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) ، حدد المذيب والمذاب ؟



المذيب : الماء ، المذاب : كلوريد الصوديوم

ما المقصود بـ المحلول : هو مخلوط متجانس و ثابت

توضيح : ما المقصود بـ متجانس و ثابت ؟

➤ أي لا تنفصل جزيئات المذاب عن المذيب ولا ترسب في القاع إذا ترك المحلول لفترة زمنية بعد تحضيره ،

و لا يحجز في ورقة الترشيح إذا قمنا بترشيح المحلول ( مثال محلول  $\text{NaCl}_{(aq)}$  )

➤ أذكر أمثلة لمركبات تذوب في الماء ① مركبات أيونية  $\text{NaCl}$  ② جزيئات تساهمية قطبية (  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ، الكحول )

أكمل الجدول التالي :

حالة المذيب	حالة المذاب	حالة المحلول	أمثلة على المحاليل
غازية	غازية	غازية	هواء ، غاز طبيعي
سائلة	سائلة	سائلة	( خل + ماء ) ، ( مضاد تجمد + ماء )
صلب	صلب	صلب	سبائك ( برونز ، صلب )
سائلة	صلبة	سائلة	مياه البحر
سائلة	غازية	سائلة	مياه غازية
صلب	غازية	صلب	هيدروجين في البلاطين

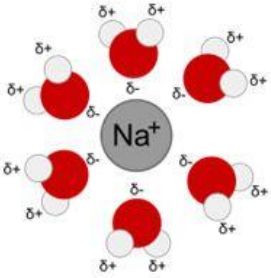
# عملية الإذابة وتكوين المحلول Solvation and The solvation Process

**علل** : جزيئات الماء في حالة حركة مستمرة . ➔ " بسبب طاقتها الحركية "

أشرح عملية إذابة كلوريد الصوديوم NaCl في الماء H<sub>2</sub>O ؟

" عند وضع بلورة كلوريد الصوديوم في الماء فإن جزيئات الماء تصطدم بالبلورة ، حيث تجذب جزيئات المذيب (الماء)

أيونات المذاب (Na<sup>+</sup> , Cl<sup>-</sup>) إليها ، لتبدأ عملية إذابة NaCl بمجرد انفصال Na<sup>+</sup> و Cl<sup>-</sup> بعيداً عن البلورة



ما المقصود بـ **الإذابة** :

**هي عملية تحدث عندما يذوب المذاب و تتم إمامة الكاتيونات و الأنيونات بالمذيب**

**ملاحظة** : الإمامة = الإحاطة (أي إحاطة جزيئات المذيب بأيونات المذاب)

**علل** : بعض المركبات الأيونية ( مثال : BaSO<sub>4</sub> ، CaCO<sub>3</sub> ) لا تذوب في الماء .

لأن قوى التجاذب بين الأيونات في بلورات هذه المركبات أكبر من قوى جذب جزيئات الماء لهذه الأيونات

و بالتالي لا تحدث عملية الإمامة .

**علل** : جزيئات الزيت والبنزين غير قطبية ، ومع ذلك يذوب الزيت في البنزين ويتكون محلول .

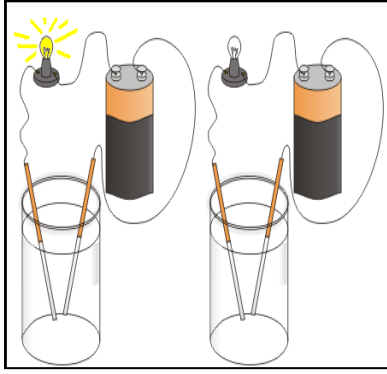
لانعدام قوى التنافر بينها

**قاعدة** : ﴿ الأشياء المتشابهة تذوب بعضها مع بعض ﴾

أشرح القاعدة السابقة تذيب المذيبات القطبية المركبات الأيونية والجزيئات القطبية ( **الكحول** ، H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> )

و تذيب المذيبات غير القطبية المركبات غير القطبية ( **زيت + بنزين** )

# المركبات الأيونية وغير الأيونية Electrolytes and Non Electrolytes



ما المقصود بـ **المركبات الأيونية** :

**هي المركبات التي توصل التيار الكهربائي في حالة الملول المائي أو في الحالة المنصهرة**

**علل** : جميع المركبات الأيونية هي مركبات إلكتروليتيه

**لأنها توصل التيار الكهربائي في حالة الملول المائي أو في الحالة المنصهرة**

**علل** بعض المركبات الأيونية لا توصل التيار الكهربائي في حالة الملول المائي ( مثل  $\text{CaSO}_4$  ،  $\text{BaSO}_4$  ) .  
**لأنها لا تذوب في الماء .**

**علل** : بعض المركبات الأيونية ( مثل  $\text{CaSO}_4$  ،  $\text{BaSO}_4$  ) توصل التيار الكهربائي في الحالة المنصهرة ولا توصلها في الملول المائي

**لأنها لا تذوب في الماء ، و لكن عندها تنصهر فإن أيوناتها تصبح حرة الحركة و بالتالي توصل التيار الكهربائي**

ما المقصود بـ **المركبات غير الأيونية** :

**هي المركبات التي لا توصل التيار الكهربائي سواءً في الملول المائي أو في الحالة المنصهرة**

**علل** : تعتبر ( المركبات التساهمية ) مركبات غير إلكتروليتيه لا توصل التيار الكهربائي سواءً في الملول المائي أو في الحالة المنصهرة .  
**لأنها لا تتكون من أيونات**

**علل** : بعض المركبات التساهمية غير إلكتروليتيه لا توصل التيار الكهربائي في حالتها النقية ولكنها تصبح موصلة للتيار الكهربائي عندما تنحل في الماء ( مثال  $\text{NH}_3(\text{g})$  ،  $\text{HCl}(\text{g})$  )

**لأنه عند إذابتها في الماء تنتج أيونات و بالتالي توصل التيار الكهربائي**

**علل** : غاز الأمونيا  $\text{NH}_3(\text{g})$  لا يوصل التيار الكهربائي في الحالة النقية ، ولكن عند إذابته في الماء يصبح إلكتروليتياً

**لأنه عند إذابة الأمونيا في الماء يتكون أيون الأمونيوم  $(\text{NH}_4^+)$  و أيون الهيدروكسيد  $(\text{OH}^-)$  و بالتالي يصبح الملول المائي للأمونيا قادر على توصيل التيار الكهربائي "**  
$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$

**علل** : غاز كلوريد الهيدروجين  $\text{HCl}(\text{g})$  لا يوصل التيار الكهربائي في الحالة النقية ، ولكن عند إذابته في الماء يصبح إلكتروليتياً.

**لأنه عند إذابة غاز كلوريد الهيدروجين في الماء يتكون أيون الكلوريد  $(\text{Cl}^-)$  و أيون الهيدرونيوم  $(\text{H}_3\text{O}^+)$  و بالتالي يصبح**

**الملول المائي لغاز كلوريد الهيدروجين قادر على توصيل التيار الكهربائي**



# الإلكتروليتات ودرجة التأيين Electrolytes and Degree Of Ionisation

**علل :** تختلف الإلكتروليتات في قوة توصيلها للتيار الكهربائي .

لاختلاف درجة تفككها (تأيينها)

**علل :** يعتبر محلول كلوريد الصوديوم  $\text{NaCl}_{(aq)}$  إلكتروليتاً قوياً

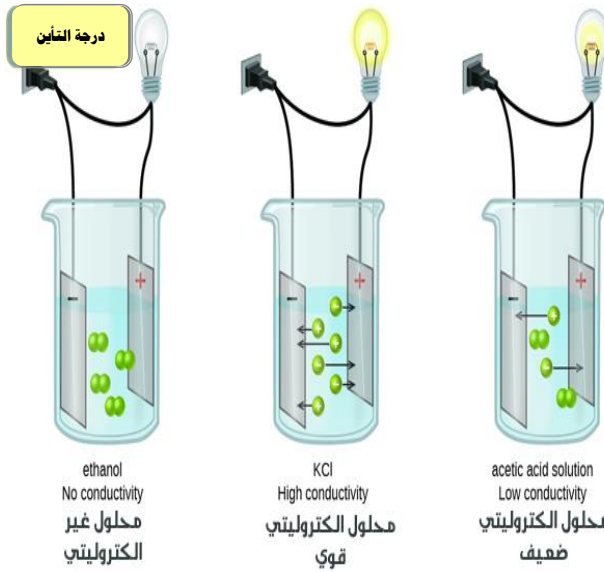
لأن درجة تأينه كبيرة (يتأين كلياً)

**علل :** يعتبر محلول كلوريد الزئبق ( II ) إلكتروليتاً ضعيفاً .

لأن درجة تأينه ضعيفة ( يتأين جزئياً )

**علل :** لا يوصل محلول الجلوكوز  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ( سكر الطعام ) التيار الكهربائي

لأنه لا يعطي أيونات في المحلول



المركبات غير الإلكتروليتية	الإلكتروليتات الضعيفة	الإلكتروليتات القوية
معظم المركبات العضوية	هاليدات الفلزات الثقيلة	أملاح تذوب في الماء
الجلوكوز	$\text{HgCl}_2$	KCl
	$\text{PbCl}_2$	$\text{MgSO}_4$
	القواعد الضعيفة	$\text{CaCl}_2$
	$\text{NH}_3$	$\text{KClO}_3$
	الأحماض الضعيفة	القواعد القوية
	حمض الأسيتيك $\text{CH}_3\text{COOH}$	NaOH
الجليسرين		KOH
زيت الزيتون	الأنيلين $(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)$	الأحماض القوية
		HI ، HBr ، HCl
		$\text{HNO}_3$
		$\text{H}_2\text{SO}_4$
		$\text{HClO}_4$

# التفاعلات في المحاليل المائية Reactions in Aqueous Solutions

ما هي الشروط الواجب معرفتها من اجل كتابة معادلة نهائية لتفاعل ترسيب ما ؟

④ القواعد العامة للذوبانية

③ عملية الإذابة

② صيغ النواتج

① صيغ المتفاعلات

إذابة مركب أيوني في الماء .



## قواعد الذوبانية Laws of Solubility

تتعدد أنواع المركبات الأيونية بحسب ذوبانها في الماء ؟

مركبات لا تذوب في الماء ( شحيحة الذوبان )

مركبات عالية الذوبانية

تنقسم درجة ذوبان المركبات الأيونية الى قسمين :

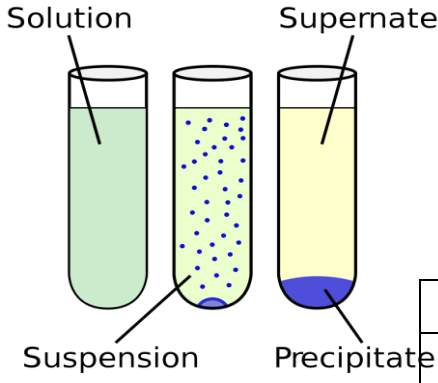
② مركبات أيونية شحيحة الذوبان في الماء ( S )	① مركبات أيونية تذوب في الماء ( aq )
<p>1</p> <p>يكون الملح شحيحة الذوبان في الماء (راسب) إذا كان أحد انيوناته:</p> <p>① فوسفات <math>\text{PO}_4^{3-}</math> إلا إذا ارتبط مع عناصر المجموعة 1A ، <math>\text{NH}_4^+</math> عندها يذوب</p>	<p>يكون الملح ذوياً في الماء إذا كان أحد أيوناته <math>\text{NH}_4^+</math> ، <math>\text{Na}^+</math> ، <math>\text{K}^+</math> ، <math>\text{Li}^+</math> أو <math>\text{ClO}_4^-</math> ، <math>\text{ClO}_3^-</math> ، <math>\text{CH}_3\text{COO}^-</math> ، <math>\text{NO}_3^-</math></p>
<p>2</p> <p>كبريتيت <math>\text{SO}_3^{2-}</math> إلا إذا ارتبط مع عناصر المجموعة 1A ، <math>\text{NH}_4^+</math> عندها يذوب</p>	<p>يكون الملح ذوياً في الماء إذا كان أحد أيوناته <math>\text{Cl}^-</math> ، <math>\text{Br}^-</math> ، <math>\text{I}^-</math> إلا إذا ارتبطت بكاتيونات بعض المعادن الثقيلة مثل <math>\text{Pb}^{2+}</math> ، <math>\text{Ag}^+</math> ، <math>\text{Hg}^{2+}</math> عندها يترسب الملح</p>
<p>3</p> <p>كربونات <math>\text{CO}_3^{2-}</math> إلا إذا ارتبط مع عناصر المجموعة 1A ، <math>\text{NH}_4^+</math> عندها يذوب</p>	<p>يكون الملح ذوياً في الماء إذا كان أحد أيوناته <math>\text{F}^-</math> إلا إذا ارتبط هذا الأنيون مع <math>\text{Pb}^{2+}</math> ، <math>\text{Sr}^{2+}</math> ، <math>\text{Ca}^{2+}</math> ، <math>\text{Mg}^{2+}</math> ، <math>\text{Ba}^{2+}</math></p>
<p>4</p> <p>الهيدروكسيد <math>\text{OH}^-</math> إلا إذا ارتبط مع عناصر المجموعة 1A ، <math>\text{NH}_4^+</math> ، <math>\text{Ba}^{2+}</math> ، <math>\text{Sr}^{2+}</math> ، <math>\text{Ca}^{2+}</math> عندها تذوب في الماء</p>	<p>يكون الملح ذوياً في الماء إذا كان أحد أيوناته <math>\text{SO}_4^{2-}</math> إلا إذا ارتبط مع <math>\text{Ag}^+</math> ، <math>\text{Pb}^{2+}</math> ، <math>\text{Sr}^{2+}</math> ، <math>\text{Ba}^{2+}</math> ، <math>\text{Ca}^{2+}</math> عندها سترسب</p>
<p>5</p> <p>كبريتيد <math>\text{S}^{2-}</math> إلا إذا ارتبط مع عناصر المجموعتين 1A ، 2A ، <math>\text{NH}_4^+</math> عندها يذوب في الماء .</p>	<p>يكون الملح ذوياً في الماء إذا كان أحد أيوناته الكرومات <math>\text{CrO}_4^{2-}</math> إلا إذا ارتبط مع <math>\text{Ag}^+</math> ، <math>\text{Pb}^{2+}</math> ، <math>\text{Sr}^{2+}</math> ، <math>\text{Ba}^{2+}</math> ، <math>\text{Ca}^{2+}</math> عندها سترسب</p>

ملاحظة : عناصر المجموعة 1A هي ( Li ، Na ، K ، Cs )

بينما عناصر المجموعة 2A هي ( Be ، Mg ، Ca ، Ba ، Sr )

# تحديد الراسب و المعادلة الأيونية النهائية

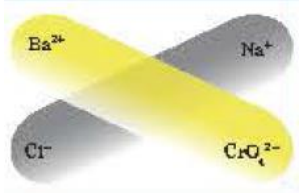
ما هي الخطوات المتبعة في تحديد الراسب عند مزج محلولي ملحين وكتابة المعادلة الأيونية ؟



1	كتابة صيغ مركبات المحلولين
2	كتابة الأيونات والكاتيونات لكل من المحلولين
3	كتابة صيغ المركبات المحتملة تكونها بعد مزج المحلولين ( مع استبعاد ارتباط الأيونات والكاتيونات مع بعض )
4	استخدام قواعد الذوبانية لتوقع المركب الناتج الذي لا يذوب " الراسب " ، والمركب الناتج الذي يذوب في الماء
5	إعادة كتابة الصيغ المائية على شكل أيونات .
6	حذف الأيونات التي لم تشارك في التفاعل ( المتفرجة ) ، وعندها سنحصل على المعادلة الأيونية النهائية .

مثال : حدد الراسب المتكون عند مزج محلولي كلوريد الباريوم وكرومات الصوديوم ؟

1 نحدد الصيغة الكيميائية للمحلولين : كلوريد الباريوم  $BaCl_2(aq)$  ، كرومات الصوديوم  $Na_2CrO_4(aq)$



2 كتابة الأيونات والكاتيونات لكل من المحلولين  $BaCl_2(aq) \rightarrow Ba_{(aq)}^{2+} + 2Cl_{(aq)}^{-}$

$Na_2CrO_4(aq) \rightarrow 2Na_{(aq)}^{+} + CrO_4(aq)^{2-}$

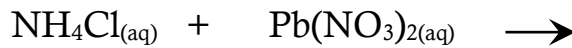
3 المتوقع تكون كرومات الباريوم  $BaCrO_4$  ، وكلوريد الصوديوم  $NaCl$

4 باستخدام قواعد الذوبانية يكون الراسب  $BaCrO_4$  ، في حين تبقى الأيونات  $Na_{(aq)}^{+}$  ،  $Cl_{(aq)}^{-}$  ذائبة في الماء

5 المعادلة النهائية الموزونة  $BaCl_2(aq) + Na_2CrO_4(aq) \rightarrow BaCrO_4(s) \downarrow + 2NaCl(aq)$

تعتبر المعادلة الأيونية النهائية عن الأيونات التي شاركت في التفاعل .

مثال : عين الراسب المتكون مع كتابة المعادلة الأيونية النهائية عند خلط المحلولين التاليين :



→ الحل :

1	نقوم بكتابة المعادلة الكيميائية الموزونة الناتجة عن التفاعل مع تحديد الحالة الفيزيائية للمتفاعلات والنواتج :
	$2NH_4Cl_{(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2NH_4NO_3(aq) + PbCl_2(s) \downarrow$
2	نقوم بكتابة المعادلة الأيونية الكاملة :
	$2NH_4(aq)^{+} + 2Cl_{(aq)}^{-} + Pb_{(aq)}^{2+} + 2NO_3(aq)^{-} \rightarrow 2NH_4(aq)^{+} + 2NO_3(aq)^{-} + PbCl_2(s) \downarrow$
3	نقوم بحذف الأيونات ( المتفرجة ) التي لم تشارك في التفاعل :
	$2\cancel{NH_4(aq)^{+}} + 2\cancel{Cl_{(aq)}^{-}} + Pb_{(aq)}^{2+} + 2\cancel{NO_3(aq)^{-}} \rightarrow 2\cancel{NH_4(aq)^{+}} + 2\cancel{NO_3(aq)^{-}} + PbCl_2(s) \downarrow$
4	نقوم بكتابة المعادلة الأيونية النهائية :
	$Pb_{(aq)}^{2+} + 2Cl_{(aq)}^{-} \rightarrow PbCl_2(s) \downarrow$



# العوامل المؤثرة على الذوبانية في المحاليل Factors Affecting Solubility in Solutions

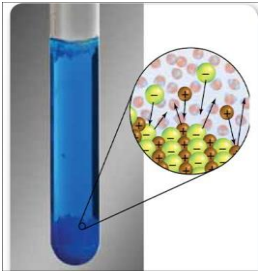
ما المقصود بـ **المحلول المشبع** :

**هو المحلول الذي يحتوي على أكبر كمية من المذاب في كمية معينة من المذيب عند درجة حرارة ثابتة**

**مثال توضيحي** : عند إضافة 36.2 g من كلوريد الصوديوم الى 100 g من الماء يتكون محلول مشبع عند الدرجة 25°C

ما المقصود بـ **ذوبانية مادة ما**

**كتلة تلك المادة التي تذوب في كمية معينة من المذيب عند درجة حرارة معينة لتكون محلولاً مشبعاً**



اتزان ديناميكي

**علل** : في حالة المحلول المشبع لا تذوب كمية إضافية من الملح في الماء

→ **لحدث عملية تبادلية بين المحلول ( الجزيئات الذائبة ) و الكمية الزائدة من المذاب ( المترسبة ) .**

حيث يكون معدل سرعة الذوبان يساوي معدل سرعة التبلور و هو ما يعرف بحالة ( **الاتزان الديناميكي** )

**في المحلول المشبع يكون معدل الذوبان = معدل الترسيب**

متى نسمي امتزاج سائلين " **امتزاجاً كلياً** " عندها يذوب أحدهما في الآخر مهما كانت كمية كل منها

سوائل تمتاز بامتزاج كلياً	سوائل شحيحة الامتزاج	سوائل عديمة الامتزاج
( الماء مع الإيثانول ) ( الماء مع الخل )	الماء مع ثنائي إيثيل الإيثر	( الزيت مع الخل ) ( الماء مع الزيت )

# العوامل المؤثرة على ذوبانية المركبات

طبيعة كل من المذاب والمذيب الخلط أو (التقليب) الطحن أو (مساحة السطح) درجة الحرارة الضغط

( مثال : تحريك الملعقة عند اضافة السكر للشاي ليذوب السكر ويختفي في المحلول )

## الطحن (مساحة السطح)



متى نستخدم الطحن ؟ **عندما يكون الهذاب على شكل اذجار صغيرة أو كبيرة .**

ما هي فائدة الطحن ؟ ( علل : طحن مكعبات السكر يزيد من سرعة ذوبانيتها )

**يحول الهذاب الى جسيمات صغيرة ما يزيد من مساحة السطح المشتركة بين الهذاب والمذيب وبالتالي تسرع عملية الإذابة**

ما المقصود بـ **المطول غير المشبع** : هو **المطول الذي يستطيع إذابة كمية إضافية من المذاب**

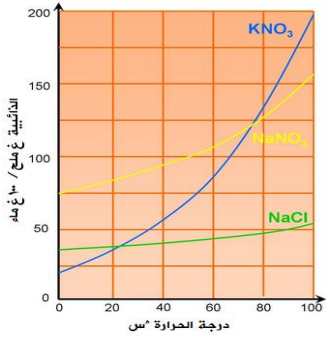
## درجة الحرارة

**علل** : عند تسخين المحلول يذوب ما تبقى من المذاب في المذيب ( أو تزداد عملية ذوبان المذاب في المذيب )

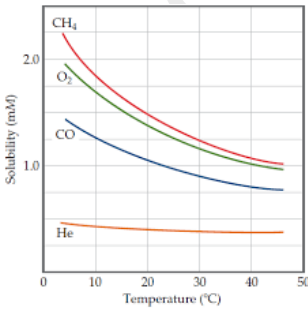
لأن الطاقة الحركية لجزيئات الماء تزداد بزيادة درجة الحرارة و بالتالي تزداد قوة تصادم جزيئات الماء

بسطح بلورات الهذاب مما يساعد على زيادة سرعة ذوبانه

**ملاحظة** : تزداد ذوبانية هادة صلبة ما بزيادة درجة الحرارة . ( علاقة طردية )



**ملاحظة** : تقل ذوبانية غاز ما بزيادة درجة الحرارة . ( علاقة عكسية )



**توضيح** : عند رفع درجة الحرارة تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الغاز الذائبة في الماء

وبالتالي تتحول الى الحالة الغازية " حيث نلاحظ تكون فقاعات هوائية قبل وصول الماء الى درجة الغليان "

**علل** : تسبب المصانع التي تأخذ الماء البارد من النهر من ثم تعيده اليه ساخناً تلوثاً حرارياً لهذا النهر

لأن ارتفاع درجة حرارة مياه النهر تؤدي الى تقليل الأوكسجين المذاب وهذا يؤثر على الحياة النباتية والحيوانية المائية





# الضغط



**ملاحظة :** تزداد ذوبانية الغاز كلما ازداد الضغط الجزيئي له على سطح المحلول "

**علل :** تتم تعبئة زجاجات المشروبات الغازية تحت ضغط عالٍ .

**زيادة كمية غاز CO<sub>2</sub> الذائبة في تلك المشروبات**

**علل :** تتصاعد فقاعات غاز ثاني أكسيد الكربون عند فتح زجاجات المشروبات الغازية .

**لان الضغط الجزيئي لغاز ثاني أكسيد الكربون ينخفض على سطح المشروب مباشرةً**

**علل :** يتغير طعم المشروبات الغازية اذا تركت الزجاجاة مفتوحة .

**لفقدانها غاز ثاني اكسيد الكربون ( حيث يعود الطعم اللاذع للمشروبات الغازية لهذا الغاز )**

**أذكر نص قانون هنري : ذوبانية الغاز في سائل تتناسب تناسباً طردياً مع ضغط الغاز الموجود فوق السائل**

**أو " كلما زاد ضغط الغاز فوق سائل تزداد ذوبانيته فيه " ( و العكس صحيح )**

**أكتب المعادلة الرياضية لقانون هنري :**

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

**S :** ذوبانية الغاز في السائل ( تقاس بوحدة g/l )

**P :** ضغط الغاز ( يقاس بوحدة atm )

**ما المقصود بـ المحلول فوق المشبع :**

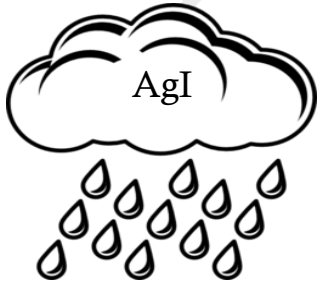
**هو المحلول الذي يحتوي على كمية زائدة من المذاب عن الكمية المسموح بها نظرياً عند درجة حرارة معينة**

**كيف نحصل على محلول فوق مشبع ؟**

نقوم برفع درجة حرارة محلول مشبع يحتوي على كمية قليلة من المادة الصلبة ، فيذوب جزءٌ منها أو كلها في المحلول

( مع ملاحظة أن الكمية الزائدة من المذاب لا تترسب عند درجة حرارة معينة )

**من تطبيقات الحاليل فوق المشبعة 1 - سكر النبات 2 - الامطار الاصطناعية**



**كيف تتكون الامطار الاصطناعية ؟**

بإضافة بلورات بدء التبلور " يوديد الفضة AgI الى سحُبٍ فوق مشبعةٍ ببخار الماء ، حيث تنجذب

جزيئات الماء الى بلورات يوديد الفضة مكونةً قطرات الماء التي تتجمع لتكون قطرات أكبر والتي تتساقط على شكل أمطار .

# Solutions Composition تركيب المحلول

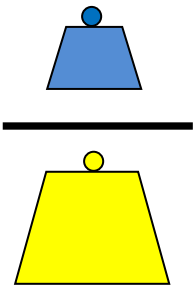
الفواص الجمعة للمحاليل

التخفيف

التركيز

النسبة المئوية

النسبة المئوية percentage



الحجمية

الكتلية

هي التعبير عن تركيز المادة المذاب بالنسبة المئوية لجمها في المحلول

هي تعبير كمية المذاب الموجودة في مئة جرام من المحلول

$$\text{النسبة المئوية الحجمية} = 100 \times \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية} = 100 \times \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}}$$

ملاحظة :  $\text{كتلة المحلول} = \text{كتلة المذاب} + \text{كتلة المذيب}$

ملاحظة :  $\text{حجم المحلول} = \text{حجم المذاب} + \text{حجم المذيب}$

ملاحظة : يجب ذكر الوحدات المستخدمة في الحسابات  $(\frac{m}{m})$  أو  $(\frac{v}{v})$

**مثال 1 :** خفف 10 ml من الأسيتون النقي بالماء ليعطي محلولاً حجمه 200 ml ، ما هي النسبة المئوية الحجمية

للأسيتون في المحلول ؟

**الحل :** المُعطيات ( المعلوم : حجم الأسيتون = 10 ml ، حجم المحلول = 200 ml )

( غير المعلوم : النسبة المئوية الحجمية = ؟ )

.....

.....

.....

.....

**مثال 2 :** يوضح الملصق على زجاجة ما الأكسجين (مُطهر) أن تركيزه ( v/v ) 3 % ، كم عدد المليلترات من

$H_2O_2$  الموجودة في زجاجة حجمها 400 ml من هذا المحلول ؟

**الحل :** المعطيات ( المعلوم : النسبة المئوية الحجمية = 3 % ، حجم المحلول = 400 ml )

( غير المعلوم : حجم المذاب = ؟ )

.....

.....

.....

.....

# Concentration التركيز

الكسر المولي

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

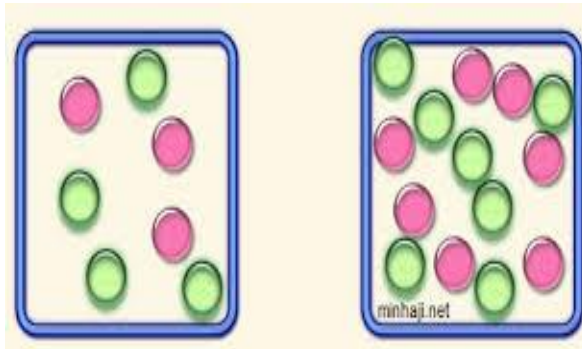
المولي (المولية)

$$m = \frac{n}{Kg_{(solvent)}}$$

المولي (المولية)

$$M = \frac{n}{V_{(L)}}$$

تركيز المحلول	هو مقياس لكمية المذاب في كمية معينة من المذيب
المحلول المخفف	هو المحلول الذي يحتوي على تركيز ومنخفض من المذاب
المحلول المركز	هو المحلول الذي يحتوي على تركيز مرتفع من المذاب

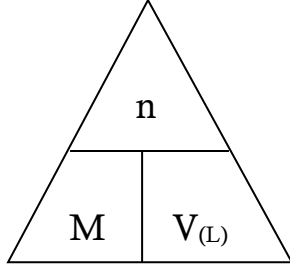


ما المقصود بـ المولارية M أو ( التركيز المولاري C ) :

**هي عدد مولات المذاب الموجودة في واحد ليتر من المحلول**

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

أكتب قانون المولارية أو ( التركيز المولاري ) :



$$\text{تذكر : } n = \frac{m_s}{M_{wt}}$$

الكتلة بالجرام ↓  
↑  
الكتلة المولية

**مثال 1 :** احسب مولارية المحلول الذي يحتوي على 2 mol جلوكوز مذابة في 5 L من المحلول ؟

$$M = \frac{n}{v} = \frac{2}{5} = 0.4 \text{ mol/l}$$

الحل :

**مثال 2 :** احسب مولارية محلول حجمه 2 L ويحتوي على 36 g جلوكوز (سكر الطعام) ، علماً أن الكتلة المولية للجلوكوز 180 g/mol .

الحل :

**مثال 3 :** كم عدد مولات نترات الأمونيوم الموجودة في 335 mL من محلول  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  تركيزه 0.4 M ، علماً أن

الكتلة المولية هي 80 g/mol ؟

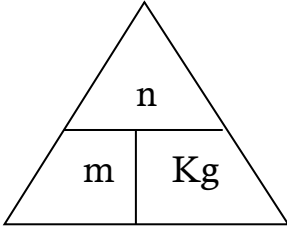
الحل :

ما المقصود بـ المولالية m أو ( التركيز المولالي )

**هي عدد مولات المذاب في واحد كيلوجرام من المذيب**

$$\frac{n}{kg} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}} = \text{المولالية M (التركيز المولالي)}$$

أكتب قانون المولالية أو ( التركيز المولالي ) :



**مثال 1** : كم عدد جرامات يوديد البوتاسيوم يلزم لتذوب 500 g من الماء لتحضير محلول KI مولالته 0.06 m ؟  
( علماً أن 1 mL H<sub>2</sub>O = 1 g H<sub>2</sub>O ، والكتلة المولية ليوديد البوتاسيوم هي 166.1 g/mol )

الحل

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الكسر المولي :

هي نسبة عدد مولات المذاب أو المذيب في المحلول الى عدد المولات الكلي لكل من المذيب و المذاب

ملاحظة في المحلول لدينا مذاب A ، ومذيب B

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \text{الكسر المولي للمذاب A}$$

$$X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \text{الكسر المولي للمذيب B}$$

\*  $n_A$  هو عدد مولات المذاب A ،  $n_B$  هو عدد مولات المذيب B

$$X_A + X_B = 1$$

ملاحظة : يجب أن يكون مجموع  $X_A$  و  $X_B$  يجب أن = 1

مثال : احسب الكسر المولي لكل من السكروز ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) و الماء ( $H_2O$ ) في المحلول المائي الذي نتج عن

اذابة 5 g من السكروز في 100 g من الماء .

( علماً أن  $M.w.t ( H_2O ) = 18 \text{ g/mol}$  ,  $M.w.t ( C_{12}H_{22}O_{11} ) = 342.8 \text{ g/mol}$  )

الحل :

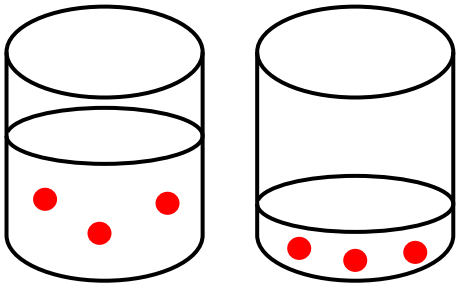
.....

.....

.....

.....

.....



# التخفيف

ما المقصود بـ **التخفيف** :

**هو زيادة عدد مولات المذيب**

أكتب قانون التخفيف :

عدد مولات المذاب قبل التخفيف = عدد مولات المذاب بعد التخفيف

$$n_2 = n_1$$

أكتب العلاقة الرياضية لقانون التخفيف

$$n = C \times V \quad \text{و منه} \quad C = \frac{n}{V}$$

\* نعوض في القانون فنحصل على :

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

قبل التخفيف = بعد التخفيف

مثال :

كم عدد المليلترات من محلول  $MgSO_4$  مولارته 2 M اللازم لتحضير 100 mL من  $MgSO_4$  مولارته 0,4 M ؟

الحل :

كيف نحضر المحاليل القياسية ؟

① نزن كميةً من المذاب النقي . ② نضعه في كأس زجاجي يحتوي على ماء ونحركه حتى يذوب .

③ ننقله الى دورق مستدير مسطح القاعدة .

④ نغسل الكأس الزجاجي فوق الدورق .

⑤ نضيف المذيب الى الدورق حتى يصل الى العلامة الموجودة على عنق الدورق .

كيف يمكن تحضير المحاليل المخففة من المحاليل الأكثر تركيز معلومة المولارية ؟

نضيف المذيب للمحلول المركز حتى نحصل على المولارية المطلوبة .





# الحسابات المتعلقة بالخواص الجمعية للمحاليل Calculations Related to Solutions Properties



**علل** : يرش الملح الصلب على الطرقات في المناطق شديدة البرودة .

➔ " **لمنع تكون الجليد عليها** "

ما هي الخواص الجمعية ؟

① الضغط البخاري ② درجة الحرارة ③ درجة التجمد

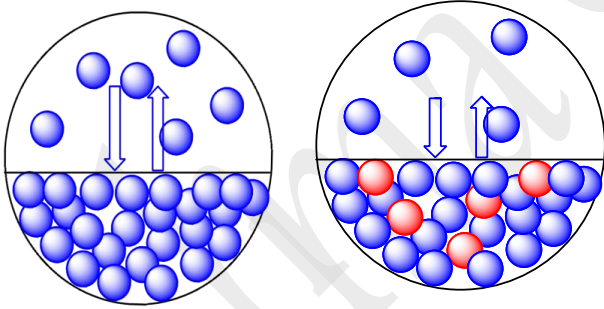
**ملاحظة** : عند إضافة مذاب لمذيب تتغير الخواص الفيزيائية للمذيب .

ما هو العامل المؤثر على الخواص الجمعية للمحاليل ؟

➔ تغير عدد جزيئات المذاب بالنسبة لعدد جزيئات المذيب

ماذا يحدث عند إضافة قليل من مادة غير متطايرة وغير الكتروليتية ( مثل سكر الطعام " الجلوكوز " ) الى الماء ؟

➔ ① انخفاض الضغط البخاري ② ارتفاع درجة الغليان عن  $100^{\circ}C$  ③ انخفاض درجة التجمد عن  $0^{\circ}C$



## الانخفاض في الضغط البخاري

ما المقصود بـ الضغط البخاري :

**هو ضغط البخار على السائل عند حدوث حالة اتزان بين السائل وبخاره عند درجة حرارة معينة**

ماذا يحدث عند إضافة مادة غير متطايرة وغير الكتروليتية الى مذيب سائل ؟

➔ سينخفض الضغط البخاري للمحلول عن الضغط البخاري للسائل النقي عند درجة الحرارة نفسها .

**علل** : ينخفض الضغط البخاري للمحلول عن الضغط البخاري للسائل النقي عند درجة الحرارة نفسها .

➔ " **لأن بعض جسيمات المذاب ستحل محل بعض جزيئات المذيب الموجودة على سطح المحلول ، و بالتالي سيقبل عدد**

**جزيئات المذيب التي يمكنها الانطلاق الى الحالة الغازية فيقل الضغط البخاري للمحلول عن الضغط البخاري للسائل النقي**"

**ملاحظة** : العلاقة بين الضغط البخاري ودرجة الغليان علاقة طردية ( فكلما زادت درجة الغليان زاد الضغط البخاري )

# الارتفاع في درجة الغليان



**ملاحظة :** عند إضافة مادة صلبة غير متطايرة الى مذيب ما ترتفع درجة غليان هذا المذيب .

**ملاحظة :** العلاقة بين التركيز المولي ودرجة الغليان علاقة طردية.

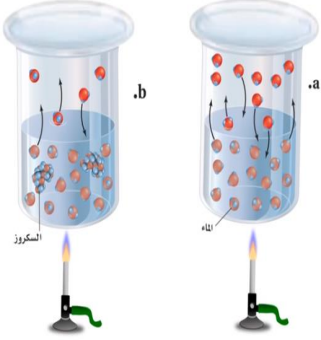
أكتب العلاقة الرياضية للقانون المعبر عن حساب التغير في درجة الغليان  $\Delta T_{bp}$

$$\Delta T_{bp} = k_{bp} \times m$$

\*  $\Delta T_{bp}$  : توضح الفرق بين درجة غليان للمحلول ودرجة غليان للمذيب النقي .

\*  $k_{bp}$  : يسمى **ثابت الغليان المولي** أو ( **الجزئي** ) [ وتعتمد قيمته على نوعية المذيب وواحدته  $C^\circ/m$  ]

**هو مقدار التغير في درجة غليان محلول تركيزه المولي واحد لمذاب جزئي وغير متطاير**



# الانخفاض في درجة التجمد

**ملاحظة :** عند إضافة مادة صلبة غير متطايرة الى مذيب ما تنخفض درجة التجمد هذا المذيب .

أكتب العلاقة الرياضية للقانون المعبر عن حساب التغير في درجة التجمد  $\Delta T_{fp}$  ؟

$$\Delta T_{fp} = k_{fp} \times m$$

\*  $\Delta T_{fp}$  : توضح الفرق بين درجة التجمد للمحلول ودرجة التجمد للمذيب النقي .

\*  $k_{fp}$  : يسمى **ثابت التجمد المولي** أو ( **الجزئي** ) [ وتعتمد قيمته على نوعية المذيب وواحدته  $C^\circ/m$  ]

**هو مقدار التغير في درجة التجمد محلول تركيزه المولي واحد لمذاب جزئي وغير متطاير**



**مثال 1** 📞 : ما هي درجة غليان محلول يحتوي على (  $C_2H_4(OH)_2$  1.25 mol ) في 1400 g من الماء ؟

( علماً أن  $K_{bp}$  للماء تساوي 0.512 C/M )

**الحل :**

**مثال 1** : تنخفض درجة تجمد الماء الى  $-0.390\text{ C}$  - عندما يُذاب 3.9 g من مذاب جزيئي وغيرمتطاير في

475 g من الماء ، احسب الكتلة المولية للمذاب .

**الحل :**

**مثال 2** 📞 : احسب درجة تجمد محلول عند اذابة 12 g رابع كلوريد الكربون في 750 g بترين عطري

( درجة تجمده  $5.48\text{ C}$  ) ، علماً أن كتلته المولية هي  $154\text{ g/mol}$  و  $K_{fp}$  تساوي  $5.12\text{ C/M}$  .

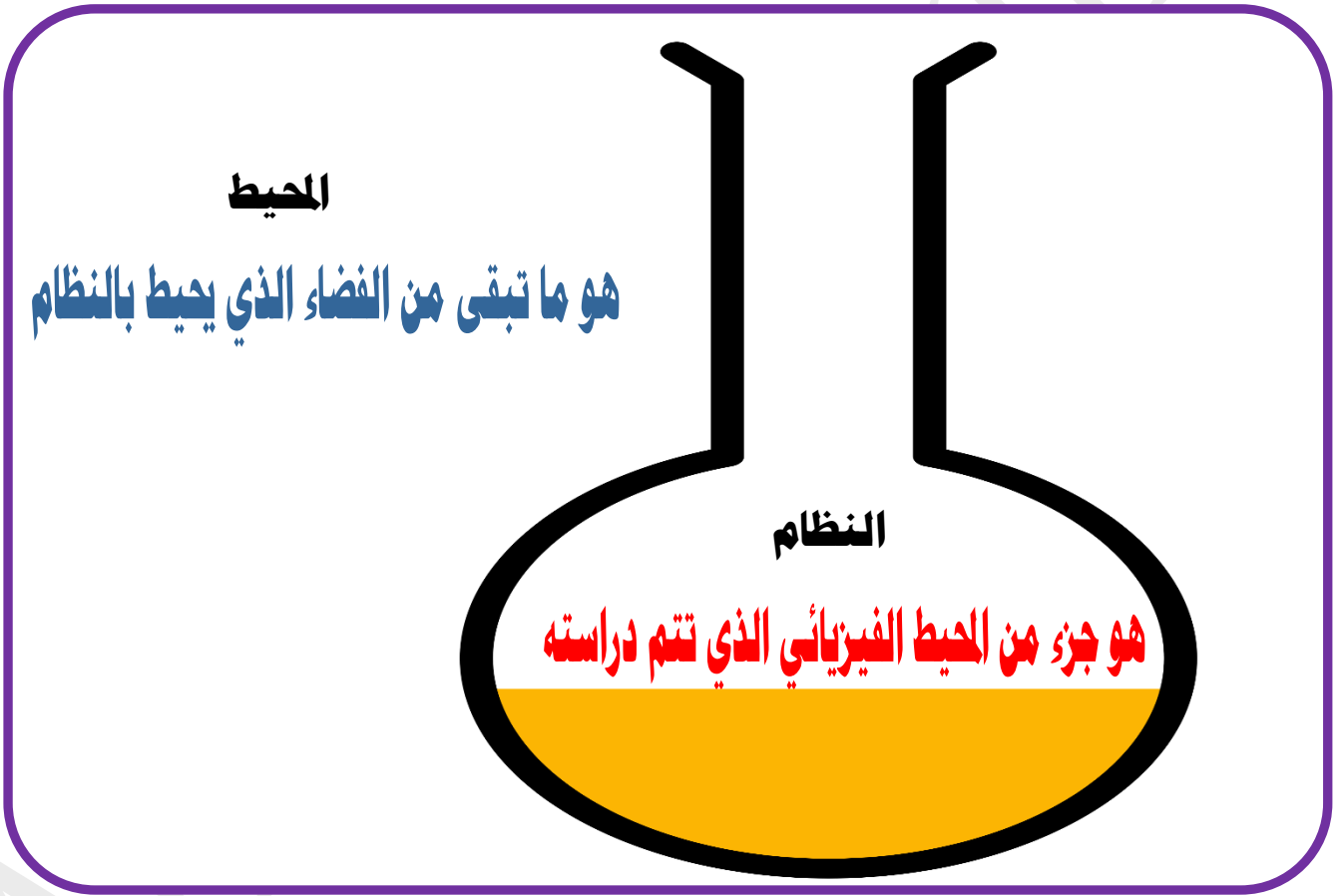
**الحل :**

# الكيمياء الحرارية Thermochemistry

س 1 - ما المقصود بـ الكيمياء الحرارية :

هي فرع من فروع الكيمياء الفيزيائية تهتم بدراسة التغيرات الحرارية التي ترافق التفاعلات الكيميائية

الفضاء = المحيط + النظام



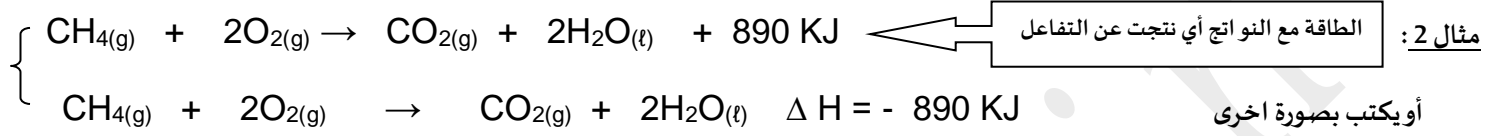
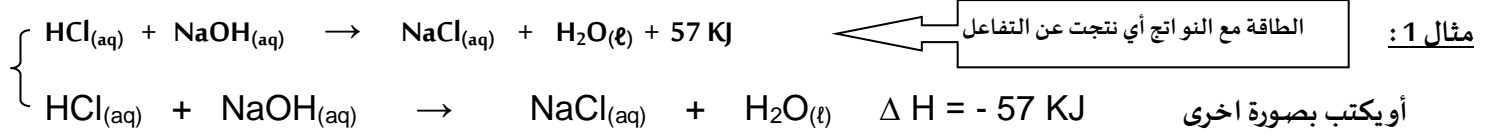
- ما المقصود بـ الحرارة :

هي الطاقة التي تتدفق داخل النظام أو خارجه بسبب وجود اختلاف في درجة الحرارة بين النظام و محيطه



① أولاً : تفاعلات كيميائية طاردة للحرارة

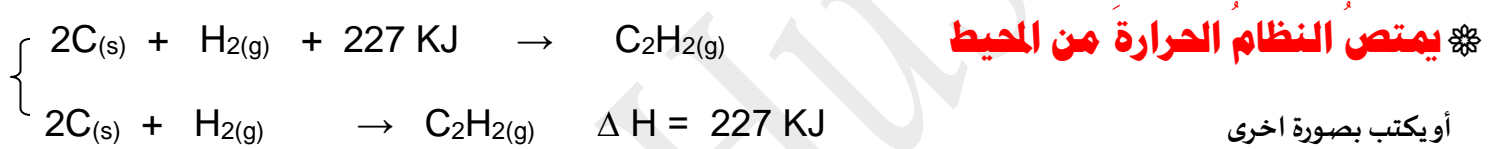
✳️ ينتج عن هذه التفاعلات طاقة حرارية يمتصها المحيط خارج النظام



هام : يُعتبر ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء من التفاعلات الطاردة للحرارة حيث تكون ( سالبة  $\Delta H$  )

الطاقة مع المتفاعلات

② ثانياً : تفاعلات كيميائية ماصة للحرارة

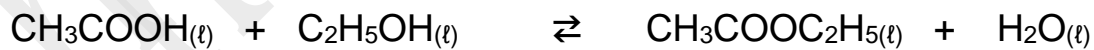


يحتاج الكربون طاقة حرارية لكي يتفاعل مع الهيدروجين ( و بالتالي يعتبر التفاعل ماص للحرارة ) ( موجبة  $\Delta H$  )

③ ثالثاً : التفاعلات الكيميائية اللادارية

✳️ حيث ( كمية الحرارة الممتصة = كمية الحرارة المنطلقة )  $\Delta H = 0$

هام : مثال : تفاعل حمض الاسيتيك مع الايثانول لتكوين الاسترالماء



✳️ لدينا جدول يبين أنواع التفاعلات الكيميائية تبعاً للتغيرات الحرارية :

نوع التفاعلات	قيمة التغير الحراري $\Delta H$	اتجاه تدفق الحرارة
تفاعلات طاردة للحرارة	سالبة $\Delta H < 0$	يطرد النظام الحرارة الى محيطه
تفاعلات ماصة للحرارة	موجبة $\Delta H > 0$	يمتص النظام الحرارة من محيطه
تفاعلات لا حرارية	لا تغير حراري $\Delta H = 0$	لا يطرد ولا يمتص الحرارة

# حرارة التفاعل تحت ضغط ثابت (المحتوى الحراري) & التغير في الانثاليبي $\Delta H$

أولاً: يرمز حرف H الى المحتوى الحراري لنظام ما تحت ضغط ثابت Heat Of Reaction

ثانياً: لا يمكن قياس المحتوى الحراري لنظام ما ، ولكن يمكن قياس التغير في المحتوى الحراري  $\Delta H$

- ما المقصود بـ (المحتوى الحراري)  $\Delta H$  :

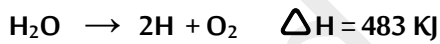
هي كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة خلال تفاعل ما تحت ضغط ثابت

كيف يمكن حساب التغير في الانثاليبي  $\Delta H$

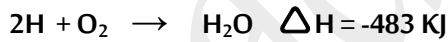
التغير في الانثاليبي لتفاعل ما = التغير في الانثاليبي للوحدات الناتجة - التغير في الانثاليبي للوحدات المتفاعلة

$$\Delta H^{\circ} (\text{للتفاعل}) = \Delta H^{\circ} (\text{نواتج}) - \Delta H^{\circ} (\text{متفاعلات})$$

✿ ملاحظات : إذا كان :

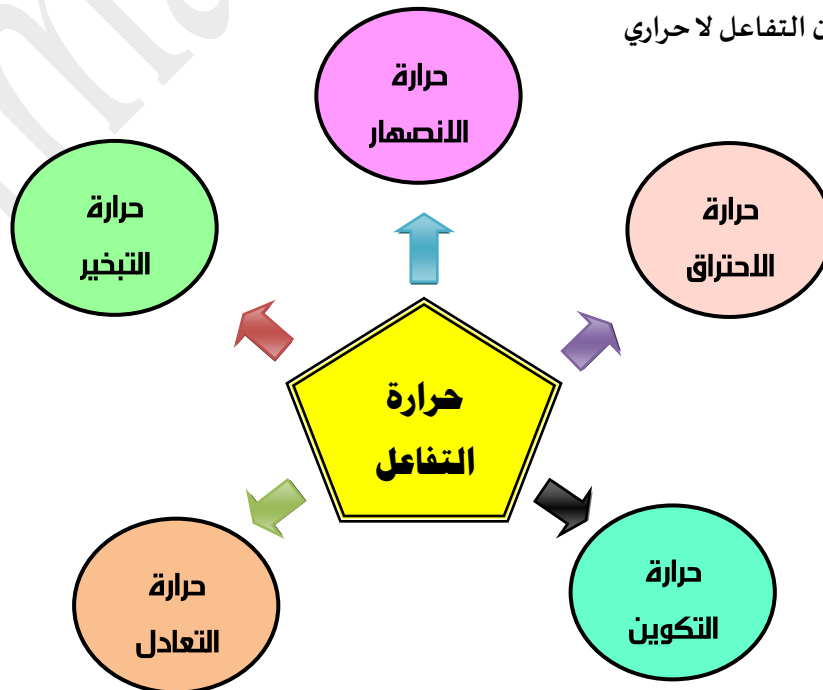


$\Delta H > 0$  (موجبة) يكون التفاعل ماص للحرارة



$\Delta H < 0$  (سالبة) يكون التفاعل طارد للحرارة

$\Delta H = 0$  يكون التفاعل لا حراري



# ① أولاً : حرارة التكوين القياسية لمركب $\Delta H^{\circ}_{\text{formation}}$

هي مقدار التغير في المحتوى المصاحب لتكوين مول واحد من المركب انطلاقاً من عناصره الأولية ، وهي في حالتها القياسية عند الدرجة 25 °C

ملاحظة: الظروف القياسية هي : ( T = 25 C = 298 k ) & ( P = 1 atm = 101.3 kpa )

ما هي الشروط المرتبطة بتحديد حرارة التكوين القياسية ؟

① أن تُحسب لكل مول من المركب الناتج من اتحاد عناصره الأولية في حالتها القياسية
② تُعتبر مساويةً للمحتوى الحراري في الظروف القياسية .
③ تعتبر مساويةً للصفر للعنصر في الحالة العنصرية .
$\Delta H^{\circ}$ للعناصر ( Na , K , C , Fe , ... ) في الظروف القياسية = 0
$\Delta H^{\circ}_f$ للجزيئات ثنائية الذرة ( Cl <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , ... ) = 0

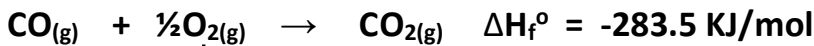
$$\Delta H^{\circ}(\text{reaction}) = \Delta H^{\circ}(\text{products}) - \Delta H^{\circ}(\text{Reactants})$$

حرارة التكوين  
القياسية

حرارة التكوين  
القياسية للنواتج

حرارة التكوين  
القياسية للمتفاعلات

✓ تكون مول واحد



لدينا التفاعل التالي :

هل هذه حرارة تكوين قياسية ✗

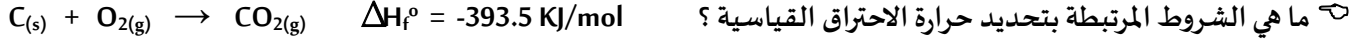
✗ CO مركب وهذا يخالف  
الشرط الاول

( ان تكون المواد المتفاعلة في حالتها  
العنصرية )

✓ جزئ الاكسجين في حالة القياسية (غازية)

② ثانياً : حرارة الاحتراق القياسية لمركب  $\Delta H^\circ$

هي كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة الأكسجين عند الظروف القياسية



① أن تُحسب لكل مول من المادة المحترقة (عنصرية أو مركبة) في حالتها القياسية .
② تُعتبر طاردة وتأخذ الإشارة السالبة $\Delta H_f^\circ = -$ .
③ يكون <u>الاحتراق تاماً</u> بوجود الهواء أو كمية وافرة من الأكسجين في الظروف القياسية (مثلاً ينتج غاز $CO_2$ وليس $CO$ )

ضع إشارة ✓ أو إشارة × في الفراغ المقابل للعبارات التالية : هل تعبر التفاعلات التالية عن كل من :

$C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} \quad \Delta H^\circ = -110 \text{ KJ}$		
	✓	حرارة التفاعل القياسية
محققة لجميع شروط حرارة التكوين	✓	حرارة التكوين القياسية
نتج $CO$ أي ان الاحتراق غير تام	×	حرارة الاحتراق القياسية

$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H^\circ = -285 \text{ KJ}$		
	✓	حرارة التفاعل القياسية
لان $CO$ يجب ان يكون عنصراولي وهو مركب	×	حرارة التكوين القياسية
محققة لجميع شروط حرارة الاحتراق	✓	حرارة الاحتراق القياسية

$H_{2(g)} + I_{(s)} \rightarrow 2HI_{(g)} \quad \Delta H_f^\circ = +51.8 \text{ KJ/mol}$		
	✓	حرارة التفاعل القياسية
لأنه تكون لدينا 2 مول بدل 1 مول حسب الشروط	×	حرارة التكوين القياسية
① لان $\Delta H_f^\circ$ موجبة ② لا يوجد غازا أكسجين	×	حرارة الاحتراق القياسية

بالقسمة على 2

ملاحظة: يمكن تحويلها الى حرارة تكوين قياسية القسمة معادلة التفاعل على 2





$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -483 \text{ KJ}$		
	✓	حرارة التفاعل القياسية
لأنه تكون لدينا 2 مول بدل 1 مول حسب الشروط	✗	حرارة التكوين القياسية
لان عندي مولين من المادة المحترقة 2H	✗	حرارة الاحتراق القياسية

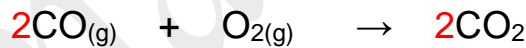
$\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = + 9.6 \text{ KJ}$		
		حرارة التفاعل القياسية
		حرارة التكوين القياسية
		حرارة الاحتراق القياسية

$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H^\circ = - 890 \text{ KJ}$		
		حرارة التفاعل القياسية
		حرارة التكوين القياسية
		حرارة الاحتراق القياسية

مسألة ① : احسب حرارة التفاعل القياسية  $\Delta H^\circ$  لتفاعل غاز اول اكسيد الكربون مع الاكسجين لتكوين غاز ثاني اكسيد الكربون

$\Delta H_f^\circ [\text{CO}(\text{g})] = -110.5 \text{ KJ/mol}$	$\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})] = -393.5 \text{ KJ/mol}$	$\Delta H_f^\circ [\text{O}_2(\text{g})] = 0 \text{ kJ/mol}$
--	--	--

الحل

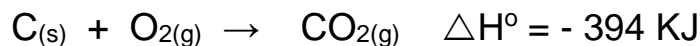


اولا : نكتب المعادلة الهيكلية الموزونة

$$\Delta H^\circ(\text{reaction}) = \Delta H^\circ(\text{products}) - \Delta H^\circ(\text{Reactants}) \quad \text{باستخدام القانون}$$

$$\Delta H^\circ(\text{reaction}) = 2\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2(\text{g})) - [2\Delta H_f^\circ (\text{CO}(\text{g})) + \Delta H_f^\circ (\text{O}_2(\text{g}))]$$

$$\Delta H^\circ(\text{reaction}) = 2(-393.5) - [2(-110.5) + 0] = \underline{\underline{-566 \text{ KJ/mol}}}$$



مسألة ② اذا كانت

احسب كمية الحرارة الناتجة من حرق 10 mol من الكربون

$$1 \text{ mol احتراق يعطي } -394 \text{ KJ}$$

$$10 \text{ mol } \quad \quad \quad \text{X KJ}$$

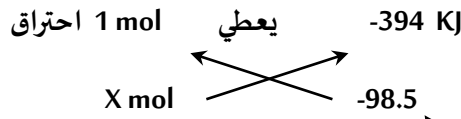
الحل

$$\Delta H^\circ (\text{X}) = \frac{10 \times -394}{1} = -3940 \text{ KJ}$$



مسألة ③ اذا كانت

احسب كتلة الكربون اللازم حرقها للحصول على كمية حرارة قدرها ( 98.5 KJ/mol ) ( O = 16 . C = 12 )



الحل

وضعنا السالب لأنها منطلقة

$$\frac{1 \text{ X } -98.5}{-394} = 0.25 \text{ mol}$$

$$m_s = n \times Mwt = 0.25 \times (12) = \underline{3 \text{ g}}$$

والان نسحب كتلة الكربون من قانون



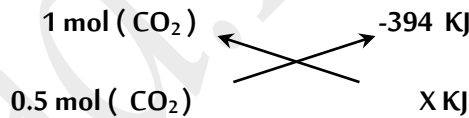
مسألة ④ اذا كانت

احسب كمية الحرارة الناتجة عندما تتكون كتلة قدرها 22 g من غاز ثاني اكسيد الكربون ( O = 16 . C = 12 )

الحل

$$n = \frac{ms}{mwt} = \frac{22}{(12+16 \times 2)} = 0.5 \text{ mol}$$

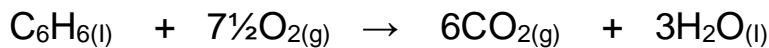
اولا نحسب عدد المولات من قانون



$$\text{X} = \frac{0.5 \text{ X } -394}{1} = \underline{-197 \text{ KJ}}$$

مسألة ⑤ اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لكل من الماء وثاني اكسيد الكربون والبنزين على الترتيب هي

-286 KJ , -393.5 , + 49 احسب حرارة الاحتراق القياسية للبنزين العطري طبقا للتفاعل التالي :



الحل

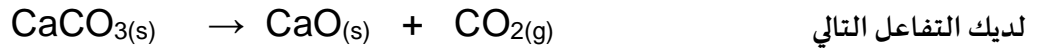
$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = \Delta H^\circ_{(\text{products})} - \Delta H^\circ_{(\text{Reactants})}$$

$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = [ (6 \text{ X } -393.5) + (3 \text{ X } -286) ] - [ 0 + 1 \times 49 ] = \underline{-3268 \text{ KJ}}$$



حرارة التكوين للأكسجين العنصري = الصفر

مسألة ⑥



فإذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لكل من (  $\text{CO}_2$  ,  $\text{CaO}$  ,  $\text{CaCO}_3$  ) هي

( - 1207 , - 636 , - 394 )  $\text{KJ/mol}$  على الترتيب ، فأجب عن الأسئلة التالية :

1- أي المركبات السابقة أكثر ثباتاً تجاه الانحلال الحراري

2- احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل السابق

الحل

1- أكثر المركبات اطلاقاً للطاقة هو الأكثر ثباتاً: وبالتالي على الترتيب  $\text{CaCO}_3 > \text{CaO} > \text{CO}_2$

$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = \Delta H^\circ_{(\text{products})} - \Delta H^\circ_{(\text{Reactants})} \quad -2$$

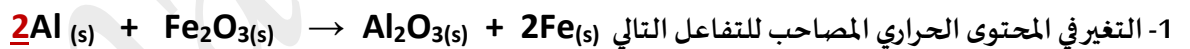
$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = [\Delta H^\circ \text{CaO} + \Delta H^\circ \text{CO}_2] - \Delta H^\circ \text{CaCO}_3$$

$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = [-636 + (-394)] - (-1207)$$

$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = \underline{177 \text{ KJ}}$$

مسألة ⑦ إذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لكل من أكسيد الحديد III ، أكسيد الألمنيوم هي  $-822 \text{ KJ/mol}$  ,  $-1670$  على

الترتيب احسب :



2- الحرارة الناتجة من تفاعل 13.5 g من الألمنيوم (  $\text{Al} = 27$  )

$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = \Delta H^\circ_{(\text{products})} - \Delta H^\circ_{(\text{Reactants})}$$

$$= \Delta H^\circ_{(\text{Al}_2\text{O}_3)} - \Delta H^\circ_{(\text{Fe}_2\text{O}_3)}$$

$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = (-1670 - (-822)) = -848 \text{ KJ}$$

$$n = \frac{ms}{Mwt} = \frac{13.5}{27} = 0.5 \text{ mol}$$

<u>2</u> mol	↔	-848 KJ
0.5 mol	↔	$\Delta H^\circ = ?$

$$\Delta H^\circ = 0.5 \times -848 / 2 = \underline{-212 \text{ KJ}}$$

إذاً

اختر الإجابة الصحيحة بوضع علامة (✓) في المربع المقابل لها في كل مما يلي :

1 - إذا كانت  $\Delta H^\circ$  لتفاعل ما لها إشارة موجبة فهذا يدل على أن التفاعل :

لا حراري  طارد للحرارة  ماص للحرارة  لا يتبادل الحرارة مع المحيط

2 - في التفاعل التالي :  $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890 \text{ KJ}$

يطرد النظام الحرارة الى محيطه  يمتص النظام الحرارة من محيطه

النظام لا يطرد ولا يمتص الحرارة  لا تتغير درجة حرارة النظام

3 - حرارة التكوين القياسية لأكسيد الألومنيوم ( $Al_2O_3$ ) تساوي :

حرارة الاحتراق القياسية للألمنيوم  حرارة الاحتراق لمولين من الألمنيوم

حرارة الاحتراق لنصف مول من الألمنيوم  حرارة الاحتراق لأربع مولات من الألمنيوم

4 - حرارة التكوين القياسية لأحد الأنواع التالية لا تساوي ( صفر ) و هو :

$Fe(s)$    $Hg(l)$    $Cl_2(g)$    $CO_2(g)$

5 - إذا علمت أن :  $2C_2H_4(g) + 6O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 4H_2O(l) + 2750 \text{ KJ}$

فإن حرارة الاحتراق القياسية للإيثين تساوي :

+ 5500 KJ  - 2750 KJ  + 1375 KJ  - 1375 KJ

6 - إذا علمت أن تكوين ( 8 g ) من غاز الميثان ( $CH_4$ ) يصاحبه انطلاق ( 37.5 KJ ) فإن حرارة التكوين

القياسية للميثان تساوي :

+ 75 KJ / mol  - 4.7 KJ / mol  - 300 KJ / mol  - 75 KJ / mol

7 – إذا كانت حرارة التكوين القياسية للماء السائل (H<sub>2</sub>O) تساوي (- 286 KJ / mol)

فإن احتراق مولين من الهيدروجين (H<sub>2</sub>) تساوي :

+ 286 KJ / mol       - 572 KJ / mol       - 143 KJ / mol       - 286 KJ / mol

8 – في التفاعل التالي :  $I_{2(s)} + H_{2(g)} + 51.8 \text{ KJ} \rightarrow 2HI_{(g)}$  نستنتج أن :

التفاعل طارد للحرارة       حرارة التكوين القياسية ليوديد الهيدروجين يساوي 51.8 KJ

التغير في المحتوى الحراري إشارته سالبة       المحتوى الحراري لمولين من يوديد الهيدروجين يساوي 51.8 KJ

9 – في التفاعلات الهاصة للحرارة تكون :

قيمة التغير في الانثالي أقل من الصفر       قيمة التغير في الانثالي أكبر من الصفر

قيمة التغير في الانثالي تساوي من الصفر       قيمة التغير في الانثالي سالبة أو موجبة

علل لها يأتي تعليلا علميا صحيحا لكل من العبارات التالية :

1 – الحرارة المصاحبة للتغير التالي :  $C_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$  لا تُعتبر حرارة الاحتراق القياسية للكربون .

لأن الاحتراق غير تام حيث تكون أول أكسيد الكربون لعدم وجود كمية وافرة من الأكسجين من لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>

2 – حرارة التكوين القياسية للماء السائل H<sub>2</sub>O تساوي حرارة الاحتراق القياسية لغاز الهيدروجين H<sub>2</sub>

لأن كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين مول واحد من H<sub>2</sub>O تساوي كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من H<sub>2</sub>

3 – الحرارة المصاحبة للتغير التالي :  $SO_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} + 49 \text{ KJ} \rightarrow SO_{3(g)}$  لا تعتبر حرارة احتراق

قياسية لغاز ثاني أكسيد الكبريت

لأن حرارة الاحتراق القياسية هي كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من الهادة المحترقة ( طارد ) بينها في التفاعل السابق ماص للحرارة ( سالبة ΔH° )

# قانون هيس

😊 **ملاحظة:** معظم التفاعلات تحدث على خطوات متتالية ، حيث يصعب تحديد كل خطوة على حده بطريقة مباشرة .

😊 **ملاحظة:** تكون قيمة التغير في المحتوى الحراري  $\Delta H$  لأي تفاعل كيميائي ثابتة عند ضغط ودرجة حرارة ثابتة

سواءً حدث هذا التفاعل في خطوة واحدة أو عدة خطوات .

☞ أذكر نص قانون هيس للجمع الحراري :

عند جمع المعادلات الكيميائية الحرارية لتفاعل ما نحصل على المعادلة النهائية وهنا نقوم أيضاً بجمع الحرارة الناتجة عن كل تفاعل لنحصل على حرارة التفاعل النهائية

**مثال ①:** احسب  $\Delta H^\circ$  لعملية تحول الماس الى جرافيت  $C(\text{diamond}) \rightarrow C(\text{graphit})$

😊 قبل البدء بالحل لدينا بعض الملاحظات :

☛ يعتبر الجرافيت أكثر ثباتاً من الماس

☛ بمرور الزمن يتحول الماس الى جرافيت ولكن هذا التفاعل بطيء جداً ويستغرق ملايين السنين ، لذلك سنستخدم قانون

هيس في حساب  $\Delta H^\circ$  لهذا التفاعل وفقاً لمعادلات الاحتراق التالية :

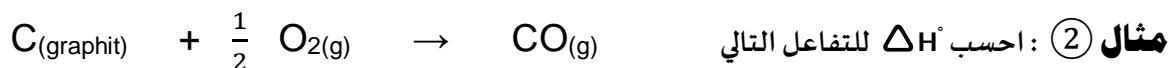
①	$C(\text{diamond}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	$\Delta H^\circ = -395,4 \text{ KJ}$
②	$C(\text{graphit}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	$\Delta H^\circ = -393,5 \text{ KJ}$
③	$CO_2(g) \rightarrow C(\text{graphit}) + O_2(g)$	$\Delta H^\circ = +393,5 \text{ KJ}$

الحل

بجمع ① + ③ للحصول على المعادلة المطلوبة (  $C(\text{diamond}) \rightarrow C(\text{graphit})$  ) :



سنلاحظ ان عملية تحول الماس الى جرافيت طاردة للحرارة (  $\Delta H < 0$  )

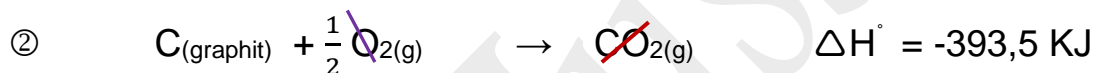


😊 ملاحظة : يتكون غاز ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  " كنتاج ثانوي " وبالتالي عندما سنحسب حرارة التفاعل ستكون محصلة

تكون  $\text{CO}$  و  $\text{CO}_2$  وبالتالي سنضطر لاستخدام قانون هس لإيجاد حرارة التفاعل لل  $\text{CO}$  فقط

①	$\text{CO}_{(\text{g})} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}$	$\Delta H^\circ = -283,0 \text{ KJ}$
②	$\text{C}_{(\text{graphit})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}$	$\Delta H^\circ = -393,5 \text{ KJ}$
③	$\text{CO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{(\text{g})} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(\text{g})}$	$\Delta H^\circ = +283.0 \text{ KJ}$

بجمع ① + ② نحصل على معادلة تكون  $\text{CO}_{(\text{g})}$

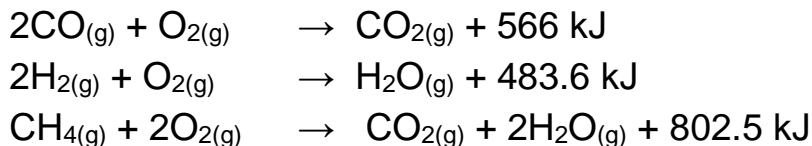


# مسائل على قانون هس

مسألة ① توضح المعادلة التالية تفاعلاً كيميائياً حرارياً:

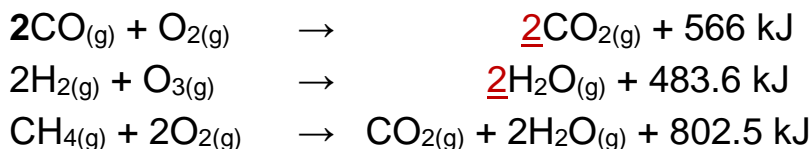


احسب X بالاعتماد على المعادلات التالية:



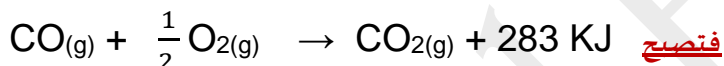
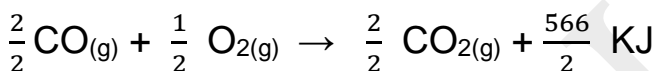
الحل

أول شي نتأكد ان المعادلات موزونة



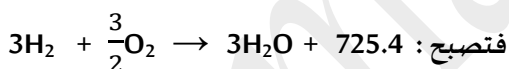
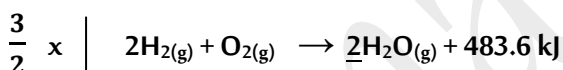
نطابق المعادلات مع المعادلة الأصلية **مثلاً** نبدأ بـ CO ونبحث عنه في المعادلات فنجده في المعادلة الأولى ولكن نجد ان لدينا مولين منه

أما في المعادلة الأصلية يوجد واحد مول فنقوم بقسمة المعادلة الأولى على 2



والآن دور الهيدروجين ففي المعادلة الأصلية لدينا 3H<sub>2</sub>(g) ونبحث عنه في المعادلات فنلاحظ أنه موجود في المعادلة الثانية

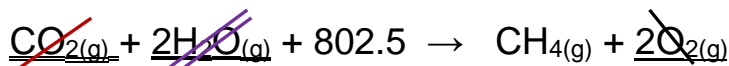
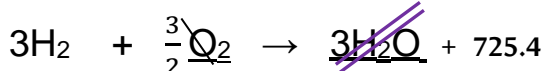
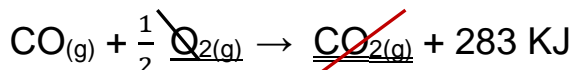
ولكن يوجد مولين منه ولذلك سنضرب المعادلة الثانية بـ  $\frac{3}{2}$  لكي تصبح عدد مولاته في المعادلة الثانية 3



والآن دور الميثان CH<sub>4</sub> ونقوم بالبحث عنه في المعادلات فنجده في المعادلة الثالثة ولكنه في طرف المتفاعلات بينما في المعادلة الأصلية

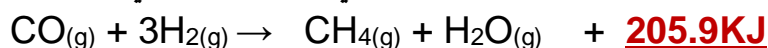


بعد المطابقة نجمع المعادلات الثلاثة بعد التعديل ونختصر ان امكن:



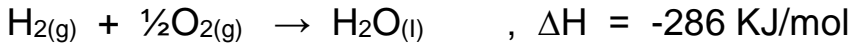
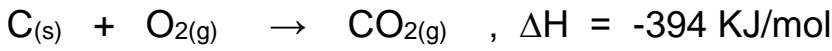
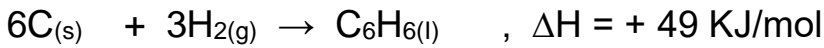
طبعا في نفس المكان نجمع أما اذا كان احدهما قبل السهم والاخر بعد السهم نطرح

ونسفط الطريقة للطاقة ويبقى بالأخير ما تبقى من كمية الطاقة الأكبر في نفس مكانها الأصلي



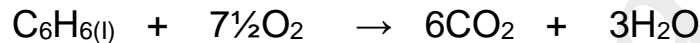


مسألة ② مستعيناً بالمعادلات الحرارية التالية :



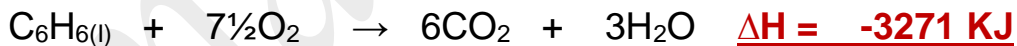
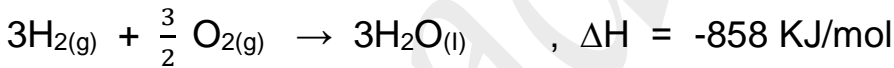
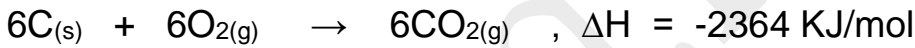
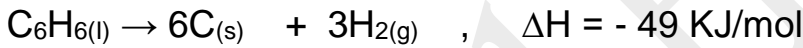
والمطلوب 1 - احسب حرارة الاحتراق القياسية للبنزين  $C_6H_{6(l)}$  من المعادلة التالية :

الحل



نفس الحل : نطابق المعادلات مع المعادلة الاصلية وندع الاكسجين لتزنه في النهاية

(أي جزء مكرر في اكثر من معادلة يترك للأخر عند المطابقة) :



2 - احسب حرارة احتراق g 7.8 من البنزين ( $C_6H_6 = 78$ )

$$n = \frac{ms}{Mwt} = \frac{7.8}{78} = 0.1 \text{ mol}$$

1 mol ( $C_6H_6$ )

-3271

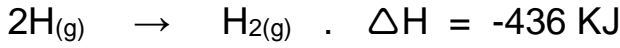
0.1 mol ( $C_6H_6$ )

$\Delta H = ?$

$$\Delta H = \frac{0.1 \times -3271}{1} = \underline{\underline{-327.1 \text{ KJ}}}$$

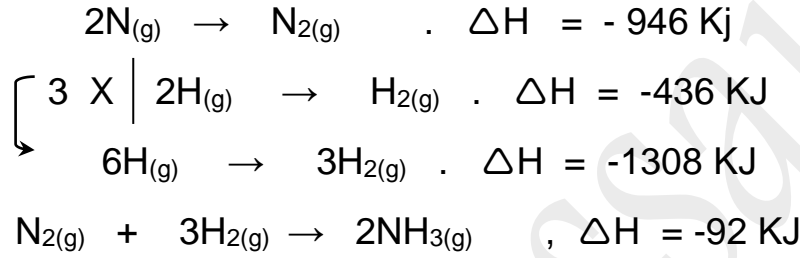
مسألة ③ احسب حرارة التفاعل القياسية للتفاعل التالي :  $2N_{(g)} + 6H_{(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

بالاستفادة من المعادلات التالية :

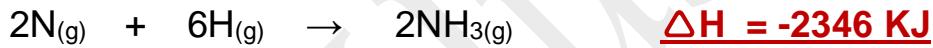


الحل

نفس الحل السابق نعمل على مطابقة المعادلة الاصلية مع المعادلات الثلاثة :

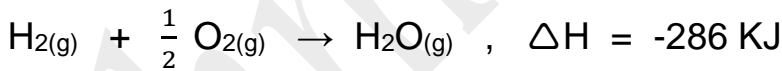


والان بجمع المعادلات نحصل على المعادلة النهائية :



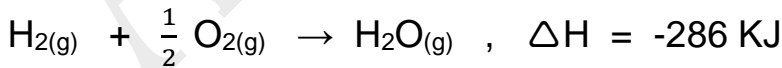
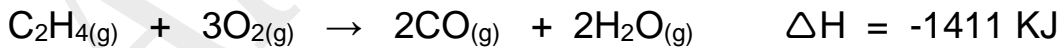
مسألة ④ احسب حرارة التفاعل القياسية للتفاعل التالي :  $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$

بالاستفادة من المعادلات التالية :  $C_2H_6(g) + \frac{7}{2} O_2(g) \rightarrow 2CO(g) + 3H_2O(g) \quad . \quad \Delta H = -1560 \text{ KJ}$

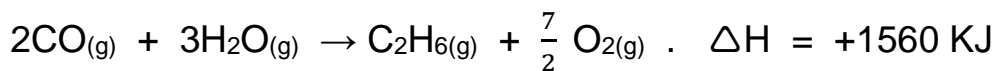


الحل

الحل بنفس الترتيب السابق :



أما المعادلة الثالثة نضربها بـ 1 - (لعكسها)

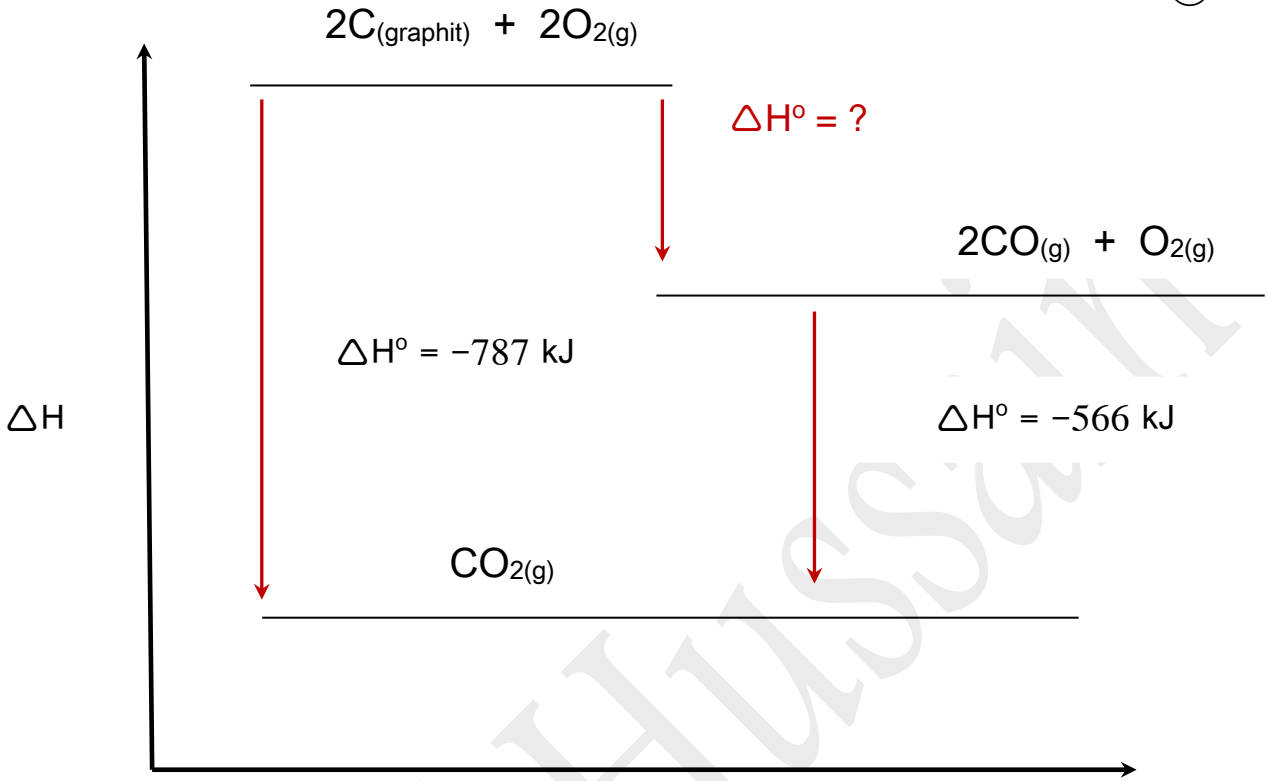


والان نجمع المعادلات ونختصر للحصول على المعادلة الاصلية ومنه نكون قد حصلنا على  $\Delta H$



استنتاج المعادلات الحرارية من الرسم :

مسألة ① 

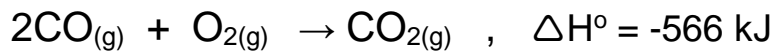


سير التفاعل

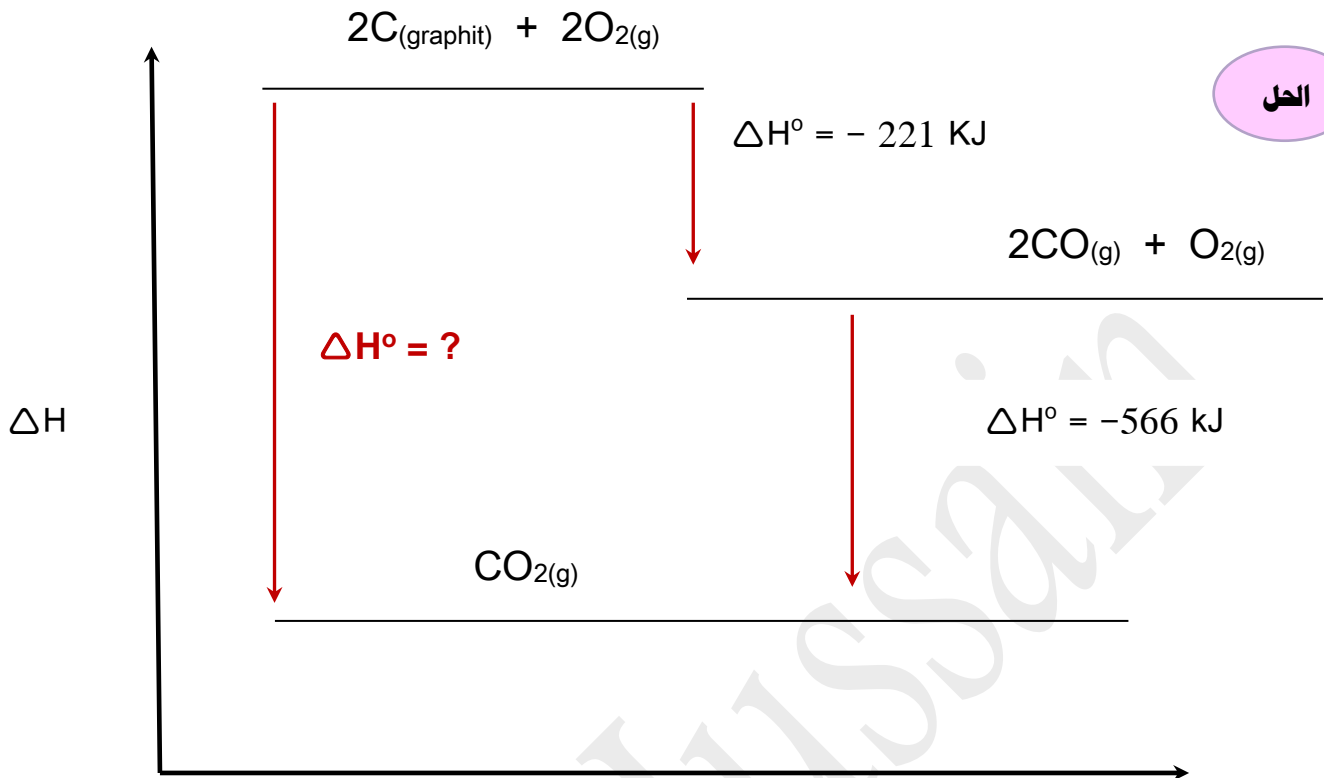
الحل

لإيجاد  $\Delta H^\circ = ?$

نخرج المعادلات الحرارية من الرسم :

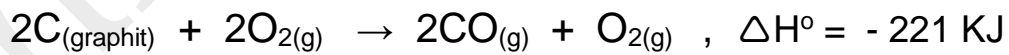
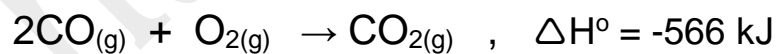
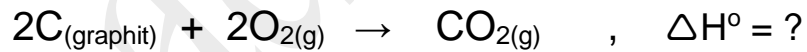


$$\underline{\Delta H^\circ = -787 - (-566) = -221 \text{ KJ}}$$

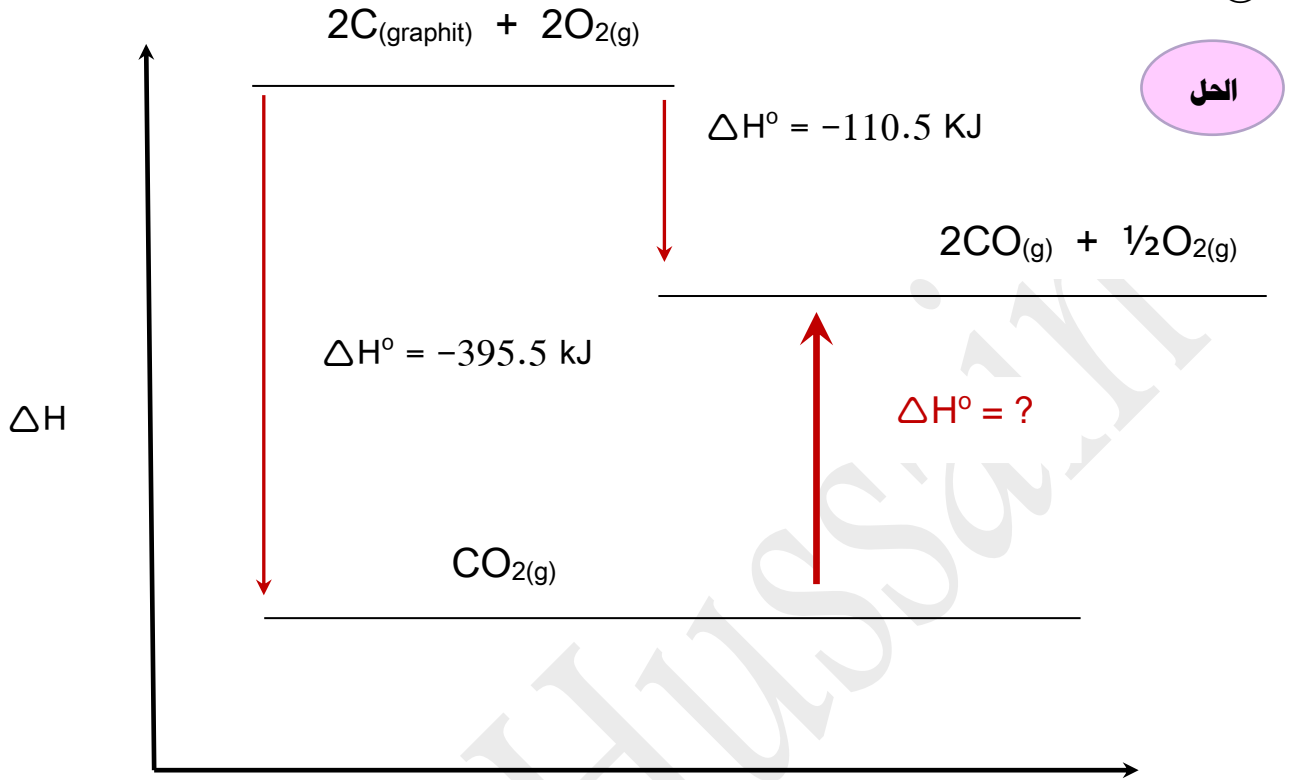


لإيجاد  $\Delta H^\circ = ?$

نخرج المعادلات الحرارية من الرسم :



$$\underline{\Delta H^\circ = -221 + (-566) = -787 \text{ KJ}}$$

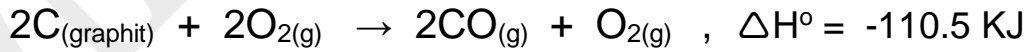
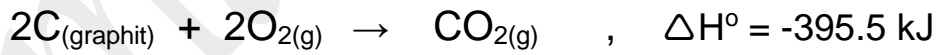


الحل

سير التفاعل

لإيجاد  $\Delta H^\circ = ?$

نخرج المعادلات الحرارية من الرسم:



$$\Delta H^\circ = -395.5 - (-110.5) = -285 \text{ KJ}$$



ونقوم بعكس الاشارة  $\Delta H^\circ = + 285 \text{ KJ}$  لان السهم للأعلى