الوحدة الأولى: الإلكترونات في الذرة

1- الإلكترونات في الذرة

- تميل ذرات العناصر " عالية الطاقة " للارتباط ببعضها البعض لتكوين مركبات " أقل طاقة وأكثر استقرار " من خلال قوى تجاذب مختلفة تسمى الروابط الكيميائية.
- الروابط الكيميائية يمكن أن تكون رابطة أيونية أو تساهمية أو تساهمية تناسقية.
- تعود فكرة الترابط التساهمي للعالم جيلبرت لويس الذي وصف الرابطة التساهمية بأنها مساهمة أزواج الإلكترونات بين الذرات.
- يفترض نموذج لويس أن كل زوج من إلكترونات الترابط يقع بين الذرتين المترابطتين.

الروابط الكيميائية:
ارتباط ذرات العناصر مع بعضها البعض بقوة تجاذب مختلفة لتكون مركبات.

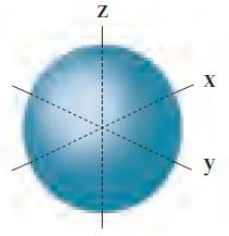
الفلك الذري:
منطقة الفراغ المحيطة بنواة الذرة والتي يتواجد فيها الإلكترون.

نظرية رابطة التكافؤ :
هي نظرية تنص على أن الإلكترونات تشغل الأفلاك الذرية في الجزيئات.

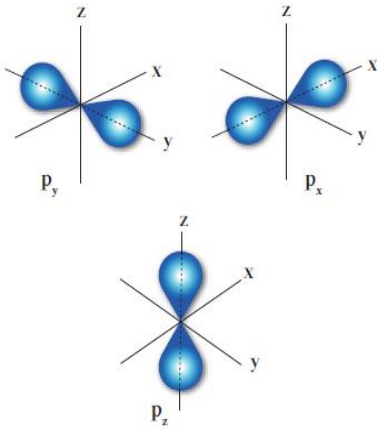
➢ لا يمكن تحديد مكان الإلكترون وسرعته بدقة تامة .علل.

– لأن له حركة موجية سريعة و ليس لها مكان محدد ، فيخضع تحديد مكانه لنظريات الاحتمال.

2- أشكال الأفلاك الذرية



الفلك S ويكون كروي الشكل .



الفلك p ويكون بيضاوي الشكل .

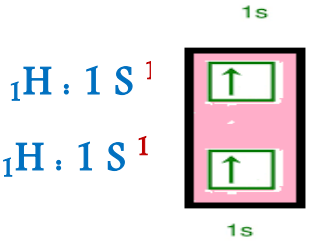
مراجعة على الرابطة التساهمية

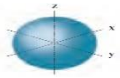
الروابط التساهمية : هي الرابطة التي تنتج من مشاركة أزاوج من الإلكترونات بين ذرتين .

- تتكون الرابطة التساهمية من مشاركة أو مساهمة كل ذرة بإلكترون مفرد أو أكثر مع ذرة أخرى لتكوين رابطة الجزئ ، بحيث تكمل كل ذرة غلاف تكافؤها للوصول للترتيب الإلكتروني لأقرب غاز نبيل.

1- الرابطة التساهمية الأحادية : هي الرابطة التي تنتج من مشاركة زوج من الإلكترونات بين ذرتين.

- **كمثل جزئ الهيدروجين H_2**

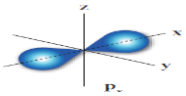




- لكل ذرة هيدروجين إلكترون مفرد في الفلك 1s كروي الشكل.
- تساهم كل ذرة هيدروجين بإلكترونها المفرد لتكوين جزئ الهيدروجين H–H ثنائي الذرة .

2- الرابطة التساهمية الثنائية : هي الرابطة التي تنتج من مساهمة زوجين من الإلكترونات بين ذرتين .

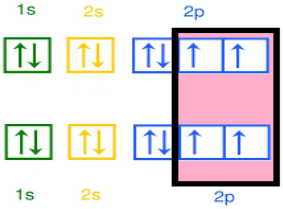
- **كمثل جزئ الأكسجين O_2**

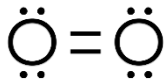


- لكل ذرة أكسجين إلكترونان مفردان في الفلكين 2Px , 2Py بيضاوي الشكل .
- تساهم كل ذرة أكسجين بإلكترونين مفردين مع الذرة الأخرى للوصول للترتيب الإلكتروني لغاز النيون و يتكون جزئ الأكسجين ثنائي الذرة.

$_8O : 1S^2\ 2S^2\ 2P^4$

$_8O : 1S^2\ 2S^2\ 2P^4$



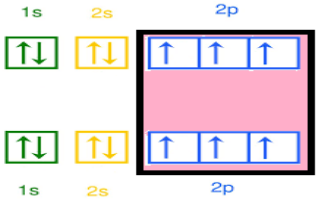


3- الرابطة التساهمية الثلاثية : هي الرابطة الناتجة عن مساهمة ثلاث أزواج إلكترونات بين ذرتين .

- **كمثل جزئ النيتروجين N_2 .**
- حيث تساهم كل ذرة نيتروجين بثلاثة إلكترونات مفردة مع الذرة الأخرى ويتكون جزئ النيتروجين ثنائي الذرة.

$_7N : 1S^2\ 2S^2\ 2P^3$

$_7N : 1S^2\ 2S^2\ 2P^3$





3- الأفلاك الجزيئية

- كل إلكترون ينتمي إلى فلك محدد.
- يؤدي تقاسم أو مشاركة الإلكترونات لتكوين الرابطة التساهمية إلى تداخل فلكين، تبعا لنظرية رابطة التكافؤ.

نظرية رابطة التكافؤ:

نظرية تفترض أن الإلكترونات تشغل الأفلاك الذرية في الجزيئات.

الفلك الجزيئي:

فلك ترابطي يتكون من أفلاك ذرية ويغطي النواة المترابطة .

نظرية الفلك الجزيئي:

نظرية تفترض تكوين فلك جزيئي من الأفلاك الذرية و يغطي كل من النواتين المترابطتين.

4- أنواع التداخل

أولا: التداخل المحوري

1- ينتج عن التداخل المحوري تكوين الرابطة التساهمية الأحادية " رابطة σ سيجما ".
2- يكون التداخل رأسا لرأس على طول محور التناظر بين الفلكين الذريين مكونا فلك جزيئي يحيط بنواتي الذرتين.
3- يحدث هذا النوع من التداخل للذرات التي تحتوي أفلاكها على إلكترون مفرد يتشارك مع إلكترون مفرد من ذرة أخرى.
4- تتوزع الكثافة الإلكترونية بشكل متماثل على طول المحور بين نواتي الذرتين المترابطتين بحيث تزداد بين النواتين وتقل خارجهما.

التداخل المحوري:

هو تداخل الأفلاك عندما تكون نواتي الذرتين المترابطتين على طول المحور وينتج عنها تكوين الرابطة سيجما.

الرابطة سيجما:

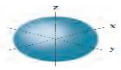
رابطة تساهمية تنتج من تداخل محوري بين ذرتين على طول المحور.

أنماط التداخل المحوري

1- تداخل فلكي S

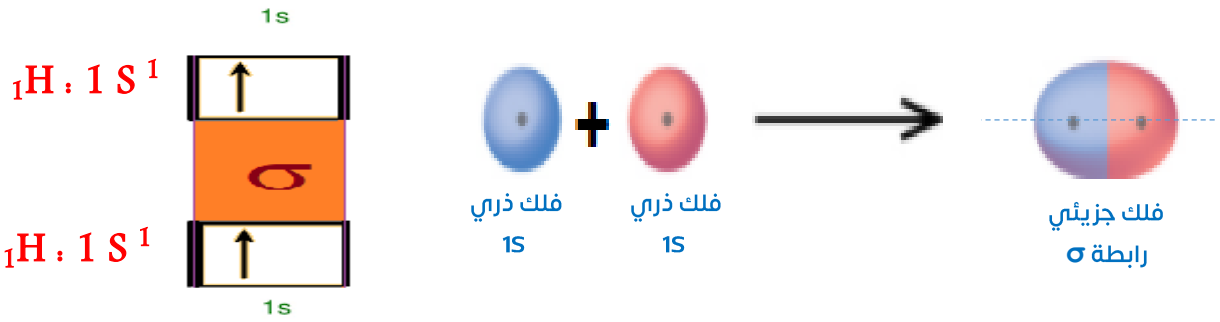
- الترتيب الإلكتروني لذرة الهيدروجين $_1H : 1s^1$



- نلاحظ وجود إلكترون مفرد في الفلك 1S ويكون فلكه الذري  كروي الشكل .

- عند مشاركة أو تقاسم الإلكترونات المفردة بين الذرتين:

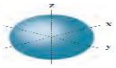
☒ يتداخل الفلكان 1S حيث تتواجد الإلكترونات المفردة تداخل رأسا لرأس ، وينتج عنه فلك جزيئي يحيط بنواتي الذرتين.

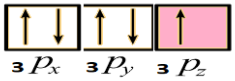


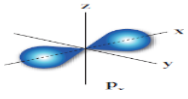
- تسمى الرابطة الناتجة عن هذا التداخل رابطة سيجما σ .

2- تداخل فلك S و فلك P

- الترتيب الإلكتروني لذرة الهيدروجين $_1H : 1s^1$ 

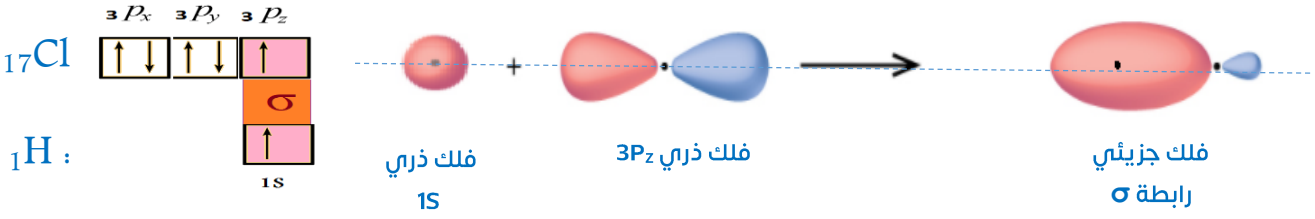
– نلاحظ وجود إلكترون مفرد في الفلك 1S ويكون فلكه الذري  كروي الشكل .

- الترتيب الإلكتروني لذرة الكلور $_{17}Cl : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ 

– نلاحظ وجود إلكترون مفرد في الفلك الذري $3P_Z$ ويكون فلكه الذري  بيضاوي الشكل .

- عند مشاركة الإلكترونات المفردة بين الذرتين :

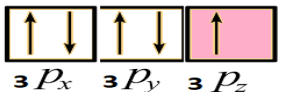
☒ يتداخل الفلك 1S حيث يوجد الإلكترون المفرد لذرة الهيدروجين مع الفلك $3P_Z$ حيث يوجد الإلكترون المفرد لذرة الكلور تداخل رأس لرأس ، وينتج عنه فلك جزيئي يحيط بنواتي الذرتين.

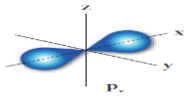


▪ ينتج عن هذا التداخل رابطة تساهمية سيجما σ على طول المحور P_Z .

3- تداخل فلكي P

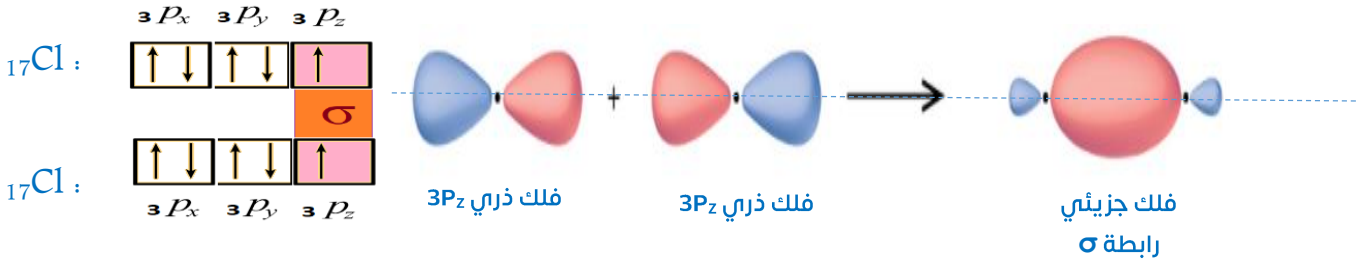
- الترتيب الإلكتروني لذرة الكلور $_{17}Cl : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$





- نلاحظ وجود إلكترون مفرد في الفلك الذري $3P_z$ و يكون بيضاوي الشكل
- عند مشاركة الإلكترونات المفردة بين ذرتي الكلور :

☒ يتداخل الفلكان $3P_z$ لكلتا ذرتي الكلور رأسا لرأس لتكوين رابطة تساهمية سيجما σ على طول المحور P_z-P_z



❖ **خواص الرابطة التساهمية سيجما σ :**

- هي كل رابطة تساهمية أحادية .
- يكون محور تداخل الفلكين محور التناظر.
- تكون هذه الرابطة أقوى كلما كان التداخل أكبر.
- تعتمد طاقة الرابطة سيجما على المسافة بين الذرتين و عدد الروابط التي تشكلها هاتان الذرتان.

➢ جزئ الهيدروجين يحتوي على رابطة واحدة من النوع سيجما. علل.

– لأن لكل ذرة هيدروجين إلكترون تكافؤ واحد في الفلك الذري 1s فيتداخل الفلكان تداخل محوري لتنتج الرابطة سيجما.

➢ بنية جزئ كلوريد الهيدروجين تحتوي على الرابطة التساهمية سيجما فقط. علل

– لوجود فلكين ذريين يقعان على محور واحد بين نواتين الذرتين المتجاورتين $3p_z - 1s$ و لكل منهما إلكترون مفرد فيتداخلان محوريا لتكوين رابطة سيجما على طول المحور.

➢ بنية جزئ الكلور تحتوي على رابطة تساهمية أحادية سيجما؟

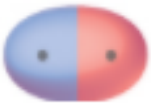
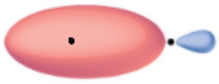
– لوجود فلكين ذريين يقعان على محور واحد بين نواتي الذرتين المتجاورتين $3p_z$ و لكل منهما إلكترون مفرد فيتداخلان تداخل محوري لتنتج الرابطة سيجما على طول المحور.

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل العبارات التالية :-

1. طبقا لنظرية رابطة التكافؤ فإن الإلكترونات تشغل _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ في الجزيئات.
2. يمكن حدوث التداخل بين الأفلاك بطريقة _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ أو _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ ,
3. ينتج عن مشاركة أو تقاسم الإلكترونات بين الأفلاك الذرية تكوين أفلاك _ _ _ _ _ _ _ .
4. للتداخل المحوري تتوزع الكثافة الإلكترونية بشكل _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ على طول المحور بين نواتي الذرتين المترابطتين.
5. الكثافة الإلكترونية الناتجة عن التداخل المحوري _ _ _ _ _ _ _ بين النواتين و _ _ _ _ _ _ _ خارجهما .
6. في جزئ الهيدروجين تنتج الرابطة التساهمية _ _ _ _ _ _ من تداخل فلكي 1s.
7. في بنية جزئ كلوريد الهيدروجين تنتج الرابطة التساهمية سيجما من تداخل فلك_ _ _ _ _ من ذرة الكلور مع فلك _ _ _ _ _ _ من ذرة الهيدروجين.

❖ أكمل جداول المقارنة التالية :

وجه المقارنة			
نوع الأفلاك المتداخلة	_ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _
نوع التداخل	_ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _
نوع الرابطة التساهمية	_ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _

وجه المقارنة	H_2	CH_4	NH_3
عدد الروابط سيجما	_ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _

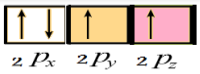
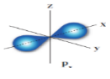
ثانيا : التداخل الجانبي

- يتداخل الفلكان جنبا لجنب عندما يكون محورا الفلكين متوازيين لتكوين فلك جزيئي.
- ينتج عن التداخل الجانبي تكوين الرابطة التساهمية باي Π " الرابطة التساهمية الثنائية أو الثلاثية "
- لا يتكون هذا النوع إلا إذا سبقته الرابطة سيجما σ أولا من تداخل محوري.
- يحدث هذا النوع من التداخل للذرات التي تحتوى أفلاكها على أكثر من إلكترون مفرد ، حيث تتشارك الذرات أكثر من إلكترون فيما بينها.

التداخل الجانبي:
هو تداخل الأفلاك عندما يكون محورا الفلكين متوازين وينتج عنه الرابطة باي π.

الرابطة باي π:
رابطة تساهمية تنتج من تداخل فلكين ذرين جنبا لجنب عندما يكون محورا الفلكين متوازين.

1- التداخل الجانبي في بنية جزئ الأكسجين O_2 :

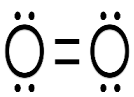
- الترتيب الإلكتروني لذرة الأكسجين  $_8O : 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
- نلاحظ وجود إلكترونين مفردين في الفلكين الذريين $2P_Y$ - $2P_Z$ ويكون الفلك الذري  بيضاوي الشكل.

- أولا : يتداخل الفلكان $2P_Y$ رأسا لرأس لتكوين رابطة تساهمية سيجما σ على طول محور $P_Y - P_Y$ الذي يصل بين نواتي الذرتين .
- ثانيا : يتوازى الفلكان $2p_z$ من كلتا الذرتين و يتداخلان جنبا لجنب لتكوين الرابطة التساهمية باي Π .

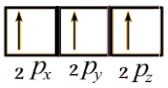


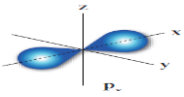
❖ يتكون جزئ الاكسجين من رابطتين تساهميتين:

- واحدة سيجما σ من تداخل فلكي $2P_Y$ ، واحدة باي Π من تداخل فلكي $2p_z$



2- التداخل الجانبي في بنية جزئ النيتروجين N_2 :

- الترتيب الإلكتروني لذرة النيتروجين  $_7N : 1s^2\ 2s^2\ 2p^3$

- نلاحظ وجود **ثلاثة إلكترونات مفردة** في الافلاك الذرية $2P_X$ - $2P_Z$ - $2P_Y$ وتكون الأفلاك الذرية  **بيضاوية** الشكل.

- أولا : **يتداخل** الفلكان $2P_X$ لكلتا الذرتين رأسا لرأس لتكوين رابطة تساهمية سيجما σ على طول محور $P_X - P_X$ الذي يصل بين نواتي الذرتين .
- ثانيا : **يتوازى** فلكي $2P_Z - 2P_Z$ و $2P_y - 2P_y$ من ذرة نيتروجين مع الذرة الأخرى و يتداخلان جنبا لجنب لتكوين رابطتين تساهميتين من النوع باي Π

❖ يتكون جزئ النيتروجين من **ثلاث** روابط تساهمية:

- واحدة سيجما σ من تداخل فلكي $2P_x - 2P_x$
- اثنتين باي Π من تداخل فلكي $2P_Z - 2P_Z$ و $2P_y - 2P_y$



❖ **خواص الرابطة التساهمية باي Π :**

- لا تتكون الرابطة Π إلا إذا تكونت الرابطة σ قبلها.
- تتواجد الرابطة Π في الجزيئات التي تحتوي على الرابطة التساهمية الثنائية وكذلك الثلاثية .
- تكون الرابطة باي أضعف من الرابطة سيجما لأنها أطول من الرابطة سيجما وتنتج عن تداخل جانبي لا يحقق أقصى تداخل بين الذرات.
- يمكن للجزيئات التي تحتوي على الرابطة Π أن تدخل في تفاعلات كيميائية إضافية كما في تفاعلات المركبات العضوية.

- الرابطة سيجما أقوي من الرابطة باي. علل.
- الرابطة سيجما قوية وصعبة الكسر بينما الرابطة باي ضعيفة سهلة الكسر. علل.

– لأن التداخل الرأسي في الرابطة سيجما أكبر فتكون قصيرة وكثافتها الإلكترونية كبيرة لكن الرابطة باي ناتجة عن تداخل جانبي فتكون طويلة وضعيفة وكثافتها الإلكترونية قليلة.

- يحتوي جزئ الأكسجين على رابطة تساهمية سيجما ورابطة باي. علل.

– لأن لكل ذرة أكسجين إلكترونان مفردان في الأفلاك الذرية $2p_y$-$2p_z$ ، فيتداخل الفلكان الذريان $2p_y$ تداخل محوري لتنتج الرابطة سيجما ، بينما يتداخل الفلكان الذريان $2p_z$ جنبا لجنب لتنتج الرابطة بايπ .

- يحتوي جزئ النيتروجين على رابطة تساهمية سيجما و رابطتين باي. علل.

– لأن لكل ذرة نيتروجين ثلاثة إلكترونات مفردة في الأفلاك الذرية $2p_x$ - $2p_y$-$2p_z$ ، فيتداخل الفلكان الذريان $2p_x$تداخل محوري لتنتج الرابطة سيجما ، بينما يتداخل الفلكان الذريان$2p_y$ و $2p_z$ جنبا لجنب لتنتج رابطتين تساهميتين من النوع باي.

	الرابطة سيجما	الرابطة باي
نوع التداخل	محوري	جانبي
طول الرابطة وقوتها	رابطة أحادية قصيرة وقوية يصعب كسرها في التفاعلات الكيميائية	رابطة طويلة وضعيفة توجد في الجزيئات التي تحتوي على الرابطة التساهمية الثنائية أو الثلاثية فيسهل كسرها.
سهولة الكسر	صعبة الكسر	سهلة الكسر
الكثافة الإلكترونية	كبيرة	قليلة
محور التداخل	محور التناظر	محور الفلكين المتوازيين.
نوع التفاعلات الكيميائية	تفاعلات استبدال	تفاعلات إضافة

أسئلة تطبيقية

❖ ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيح و (×) أمام كل إجابة خاطئة :

1. يمكن أن تحتوي أحد الجزيئات على الرابطة π فقط. ( )
2. الرابطة التساهمية δ أضعف من الرابطة التساهمية π. ( )
3. الجزيئات التي تحتوي على الرابطة π تتميز بنشاطها وقدرتها العالية على التفاعل الكيميائي. ( )
4. جميع الروابط في جزئ الأمونيا NH_3 من النوع سيجما δ . ( )
5. كلما كانت المسافة بين الذرتين المترابطتين أكبر كانت الرابطة بينهما أقوى. ( )
6. في الجزيء (Cl_2) ترتبط ذرتا الكلور برابطة تساهمية نتيجة تداخل الفلكين ($2p_z$) من كل منهما رأساً لرأس . ( )

❖ أكمل العبارات التالية: -

1. في بنية جزئ النيتروجين تتكون _ _ _ _ _ _ _ _ روابط تساهمية.
2. في بنية جزئ النيتروجين تتكون رابطة سيجما من تداخل _ _ _ _ _ _ بين الفلكين $2p_x$
3. الكثافة الإلكترونية للرابطة باي _ _ _ _ _ من الكثافة الإلكترونية للرابطة سيجما.
4. يمكن للجزيئات التي تحتوي على الرابطة باي أن تدخل في تفاعلات _ _ _ _ _ _ _بينما الجزيئات التي تحتوي على الرابطة سيجما تدخل في تفاعلات _ _ _ _ _ _ فقط.

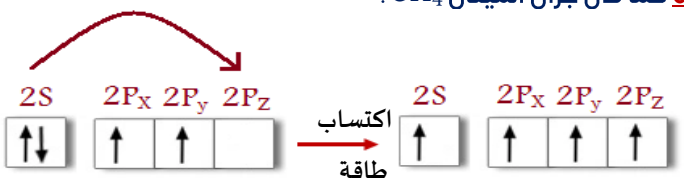
6- الأفلاك المهجنة

- أعطت نظرية رابطة التكافؤ وصفا بسيطا لتداخل الأفلاك نصف الممتلئة، وتفسيرا مقبولا لتكون الروابط وعددها في جزيئات بسيطة عدة و أشكالها، ولكنها لم تتمكن من تفسير عدد الروابط المتكونة في كثير من المركبات ولا حتى أشكالها وبخاصة مركبات الكربون.

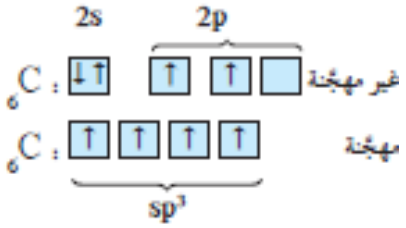
- بالنظر للتوزيع الإلكتروني لذرة الكربون :

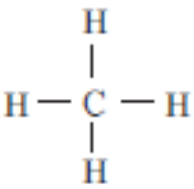


- نجد انها لا تحتوي إلا على إلكترونين مفردين في مستواها الأخير وطبقا لنظرية رابطة التكافؤ فإنها لا تكون إلا رابطتين تساهميتين فقط .
- وجد عمليا أن ذرة الكربون تكون أربعة روابط تساهمية كما في جزئ الميثان CH_4 .
- فعند اكتساب طاقة كافية ينتقل إلكترون واحد من فلك 2S إلى $2P_z$ وينتج فلك نصف ممتلئ



- وجد أن الروابط الأربع التي تحيط بذرة الكربون في جزئ الميثان متماثلة تقريبا ، وتم تفسير هذه الظاهرة وكيفية الترابط في ذرات الكربون من خلال نظرية التهجين.





الميثان
(الصيغة البنائية)

نظرية تهجين الأفلاك:

تنتج عن اندماج فلكين مختلفين عادة S , P ليتكون فلك جديد يسمى فلك مهجن يمتاز بخواص وسطية بين الأفلاك التي خضعت للتهجين .

الفلك المهجن:

الفلك الناتج عن عملية التهجين ويمتاز بخواص وسطية بين الأفلاك التي خضعت للتهجين.

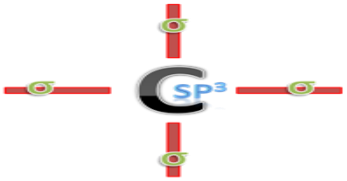
التهجين:

عملية يتم فيها اندماج أفلاك تختلف في الشكل والطاقة والاتجاه كي تنتج أفلاكا جديدة.

7- نماذج التهجين

❖ يعتمد التهجين على نوع الأفلاك التي اندمجت لتنتج الأفلاك المهجنة.

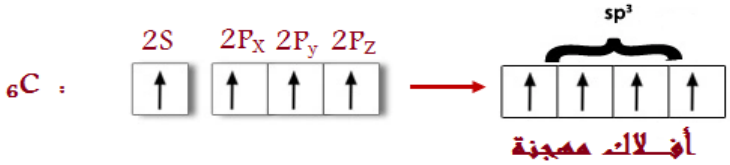
أولا: تهجين sp^3 " بنية جزئ الميثان CH_4 ":



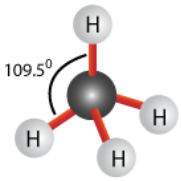
- طبقا لنظرية تهجين الأفلاك يمكن وصف الروابط التساهمية الأحادية في جزئ الميثان CH_4.
- نلاحظ أن:

جزئ الميثان يتكون من ذرة كربون و أربع ذرات هيدروجين ، ولكي تستطيع ذرة الكربون أن ترتبط مع أربعة ذرات هيدروجين يجب استخدام مجموعة من الأفلاك المهجنة sp^3 طبقا للاتي:

1- يندمج فلك 2S من ذرة الكربون مع ثلاثة أفلاك 2P لتكوين أربعة أفلاك مهجنة sp^3.



2- يتداخل كل فلك من الأربعة أفلاك المهجنة sp^3 لذرة الكربون مع فلك 1S لذرة الهيدروجين تداخل رأسا لرأس مكونا أربعة أفلاك جزيئية ترابطية من النوع سيجما.



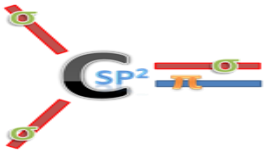
➢ جزئ الميثان يحتوي على أربعة روابط أحادية بين الكربون والهيدروجين.

➢ تشير الأفلاك المهجنة sp^3 باتجاه قمم رباعي السطوح وتكون الزاوية بين هذه الأفلاك 109.5°

✓ لاحظ أن:

- التهجين يتم باندماج أفلاك نفس الذرة، ويحدث قبل التداخل.
- التداخل يكون بين فلكين لذرتين متشابهتين أو مختلفتين.

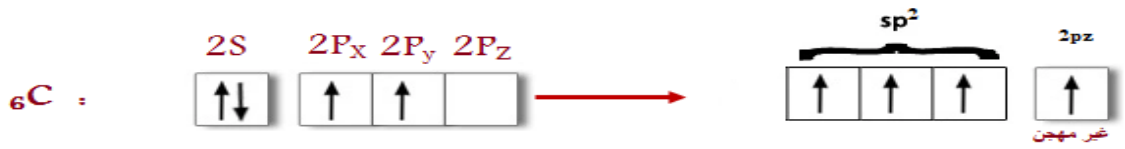
ثانيا: تهجين sp^2 " بنية جزئ الإيثين C_2H_4 ":



- طبقا لنظرية تهجين الأفلاك يمكن وصف الروابط التساهمية الثنائية في جزئ الإيثين C_2H_4.
- نلاحظ أن:

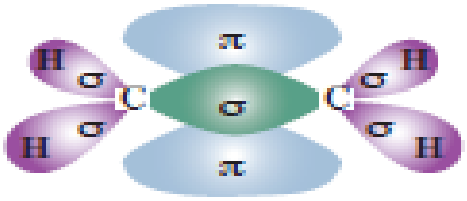
جزئ الإيثين يتكون من ذرتي كربون و أربع ذرات هيدروجين، ولكي تستطيع ذرة الكربون الواحدة أن تكون روابط مع ثلاث ذرات يجب استخدام مجموعة من الأفلاك المهجنة sp^2 طبقا للاتي:

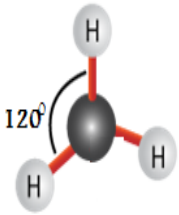
- يندمج فلك واحد 2S من ذرة الكربون مع فلكين 2P لتكوين ثلاثة أفلاك مهجنة sp^2.



- يتداخل فلكا sp^2 المهجنان من كل ذرة كربون مع فلكي 1S لذرتي الهيدروجين تداخل رأسا لرأس مكونا فلكيين جزيئيين ترابطيين من النوع سيجما بين ذرة الكربون و ذرتي الهيدروجين.
- يتداخل الفلكان المهجنان SP^2 لكلا ذرتي الكربون تداخل رأسا لرأس مكونا فلك جزيئي ترابطي من النوع سيجما بين ذرتي الكربون.
- تتداخل الأفلاك الذرية الغير مهجنة $2P_z$ لكلا ذرتي الكربون تداخل جانبا لجنب مكونا فلك جزيئي ترابطي من النوع باي بين ذرتي الكربون .

❖ جزئ الإيثين يحتوي على أربعة روابط أحادية بين الكربون والهيدروجين ، ورابطة واحدة ثنائية بين ذرتي الكربون بحيث يكون عدد الروابط سيجما : 5 و عدد الروابط باي : 1





➢ تشير الأفلاك المهجنة SP^2 باتجاه هرم مثلثي وتكون الزاوية بين هذه الأفلاك 120° .

ثالثا : تهجين sp "بنية جزئ الإيثاين أو الأسيتيلين " C_2H_2 ":



- طبقا لنظرية تهجين الأفلاك يمكن وصف الروابط التساهمية الثلاثية في جزئ الإيثاين C_2H_2.
- نلاحظ أن :

جزئ الإيثاين يتكون من ذرتي كربون و ذرتي هيدروجين، ولكي تستطيع ذرة الكربون الواحدة أن تكون روابط مع ذرتين يجب استخدام مجموعة من الأفلاك المهجنة sp طبقا للاتي:

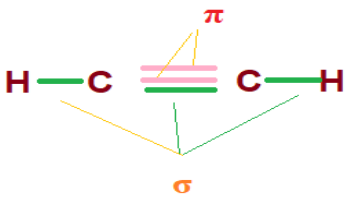
- يندمج فلك 2S من ذرة الكربون مع فلك واحد 2P لتكوين فلكان مهجنان sp.



- يتداخل فلك مهجن واحد sp من كل ذرة كربون مع فلك 1S لذرة الهيدروجين تداخل رأسا لرأس مكونا فلك جزيئي ترابطي من النوع سيجما بين ذرة الكربون و ذرة الهيدروجين.
- يتداخل الفلك المهجن sp الثاني لكلا ذرتي الكربون تداخل رأسا لرأس مكونا فلك جزيئي ترابطي من النوع سيجما بين ذرتي الكربون .
- يتداخل الفلكان الذريان الغير مهجنان 2p المتبقيان لكلا ذرتي الكربون تداخل جانبا لجنب ليتكون فلكان جزيئان ترابطيان من النوع باي بين ذرتي الكربون.

➢ يلاحظ أن جزئ الإيثاين جزئ خطي و أن زوايا الترابط بين H—C≡C—H تساوي 180° .

- جزئ الإيثاين يحتوي على رابطتين تساهميتين أحاديتين بين الكربون والهيدروجين ، ورابطة واحدة ثلاثية بين ذرتي الكربون. عدد الروابط سيجما : 3 عدد الروابط باي : 2



- الغازات النبيلة تفقد قدرتها على التفاعل وتكوين الروابط. علل.
- لعدم وجود إلكترونات مفردة في غلاف تكافؤها فلا تستطيع تكوين روابط تساهمية.
- لا يمكن الاعتماد على نظرية رابطة التكافؤ لشرح الترابط في مركبات الكربون. علل.
- تبعا لنظرية رابطة التكافؤ لا تستطيع ذرة الكربون إلا تكوين رابطتين تساهميتين. علل.
- على حسب نظرية التكافؤ يكون للكربون قدرة على تكوين رابطتين تساهميين لوجود إلكترونين مفردين في الأفلاك الذرية $2P_X$, $2P_Y$ وقد وجد عمليا أن ذرة الكربون تكون أربعة روابط تساهمية ، بالتالي لم توضح نظرية التكافؤ طريقة تكوين الأربع روابط .
- التهجين في الميثان من النوع sp^3 .علل.
- بنية جزئ الميثان تحتوي على أربعة روابط تساهمية أحادية؟
- لان الكربون مرتبط مع أربع ذرات لها إلكترونات مفردة مما يلزم أربع أفلاك مهجنة لكل منها يحتوي على إلكترون مفرد.
- التهجين لذرات الكربون في جزئ الإيثين من النوع sp^2 ؟
- تحتوي بنية الإيثين على رابطة تساهمية ثنائية. علل.
- لأن كل ذرة كربون مرتبطة مع ذرة كربون وذرتين هيدروجين ما يلزم ثلاثة أفلاك مهجنة لكل منها إلكترون مفرد ويكون لكل ذرة 3 روابط سيجما ناتجة عن تداخل محوري ورابطة باي بين ذرتي الكربون ناتجة عن التداخل الجانبي.
- التهجين لذرات الكربون في الإيثاين من النوع sp ؟
- تحتوي بنية الإيثاين على رابطة تساهمية ثلاثية .علل.
- لأن كل ذرة كربون مرتبطة مع ذرتين ما يلزم وجود فلكين مهجنين لكل منها إلكترون مفرد ويكون لكل ذرة كربون رابطتين سيجما ناتجة عن التداخل المحوري ورابطتين باي ناتجة التداخل الجانبي.

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل العبارات التالية :-

1. التهجين الذي تستخدمه ذرتي الكربون في الإيثان ($H_3C - CH_3$) هو من النوع _ _ _ _ _ _ _ _
2. في ثالث كلوريد الألومنيوم ($AlCl_3$) فإن التهجين الذي تستخدمه ذرة الألومنيوم هو من النوع _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
3. الشكل الفراغي للأفلاك المهجنة في كل ذرة كربون في غاز الإيثاين C_2H_2 هو _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
4. عدد الأفلاك غير المهجنة المتداخلة في ذرة الكربون واحدة في جزئ غاز الإيثين $CH_2=CH_2$ هو _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
5. في التهجين (sp^3) يكون عدد الأفلاك المهجنة _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
6. في التهجين (sp) يكون عدد الأفلاك المهجنة _ _ _ _ _ _ _ _ وعدد الأفلاك غير المهجنة _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
7. في التهجين (sp^2) يكون عدد الأفلاك المهجنة _ _ _ _ _ _ _ _ وعدد الأفلاك غير المهجنة _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .

❖ ضع علامة (✓) أمام أنسب عبارة تكمل كل جملة من الجمل التالية:

1. الروابط في الصيغة البنائية التالية $H - C \equiv C - H$:

❐ أربع روابط سيجما (δ) و رابطة باي (π)
❐ ثلاث روابط باي (π) و رابطة سيجما (δ) .
❐ خمس روابط سيجما (δ) .
❐ ثلاث روابط سيجما (δ) و رابطتين باي (π) .

2. الرابطة التساهمية الثلاثية تتكون من :

❐ ثلاث روابط سيجما (δ)
❐ رابطتين باي (π) ورابطة سيجما (δ).
❐ رابطة سيجما (δ) و رابطتين باي (π)
❐ ثلاث روابط باي (π)

3. عدد الأفلاك المهجنة التي تنتج عن تهجين فلك (s) مع فلكين (p) يساوي :

❐ 2 ❐ 4 ❐ 3 ❐ 1

4. أحد المركبات التالية يكون تهجين ذرة الكربون فيه من النوع (sp^3) هو:

❒ $O = C = O$ ❒ CH_4 ❒ $H_2C = CH_2$ ❒ $H - C \equiv C - H$

5. عدد التداخلات المحورية بين الأفلاك المختلفة في جزئ الكلوروفورم $CHCl_3$ هو:

❒ 2 ❒ 4 ❒ 3 ❒ 1

6. عدد التداخلات الجانبية بين الأفلاك المختلفة في جزئ البنزين C_6H_6 :

❒ 2 ❒ 4 ❒ 3 ❒ 1

7. أحد المركبات التالية يحتوي الجزيء فيه على ذرة كربون مهجنة من النوع SP^2 :

❒ CH_3CH_3 ❒ $CH_3CH_2CH_3$ ❒ $H - C \equiv C - H$ ❒ $CH_3CH=CH_2$

8. أحد المركبات التالية يحتوي الجزيء فيه على ذرات كربون مهجنة من النوع SP :

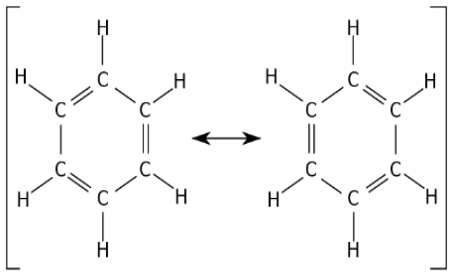
❒ CH_3CH_3 ❒ $CH_3CH_2CH_3$ ❒ $H - C \equiv C - H$ ❒ $CH_3CH=CH_2$

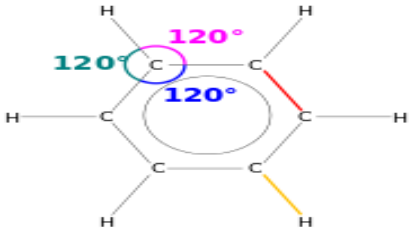
❖ أكمل الجدول التالي بما هو مطلوب :

نوع التهجين	Sp	sp^2	sp^3
عدد ونوع الأفلاك المتداخلة	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
الشكل الهندسي الأفلاك المهجنة	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
الزوايا بين الأفلاك	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

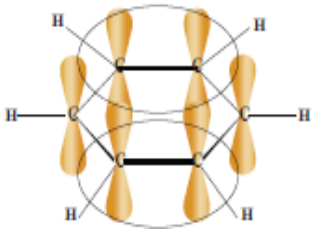
8- البنزين

1. يعتبر أصل المركبات الأروماتية وله الصيغة C_6H_6
2. ذرات الكربون موجودة في شكل مستوي حلقي سداسي يصاحبه سحابة من تداخل إلكترونات الرابطة باي أعلى وأسفل الحلقة.
3. كل ذرات الكربون الستة مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة و متكافئة من حيث طول الرابطة بينها و الزوايا بين الروابط.
4. كل ذرة كربون تقوم بعمل تهجين SP^2 و الزوايا بين الروابط متساوية 120° .
5. الرابطة سيجما قوية فتبقى الحلقة متماسكة .
6. الرابطة باي الناتجة من التداخل الجانبي للأفلاك الذرية P_Z غير متمركزة فتعمل على استقرار جزئ.

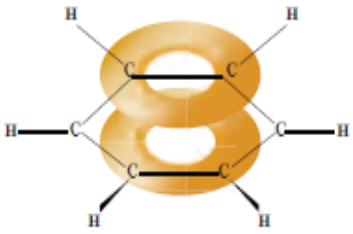




7. لحلقة البنزين: عدد الروابط سيجما σ :12 رابطة ، بينما عدد الروابط بايπ : 3.







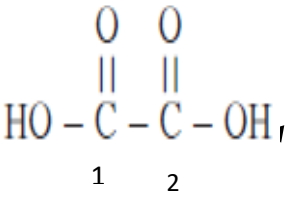
- حلقة البنزين متماسكة. علل
  - لأن الروابط الأحادية سيجما روابط قوية صعبة الكسر فتبقي الحلقة متماسكة.
- استقرار جزئ البنزين. علل
  - لوجود الرابطة باي الغير متمركزة في الحلقة فتعطي للجزيء استقرار.

أسئلة تطبيقية

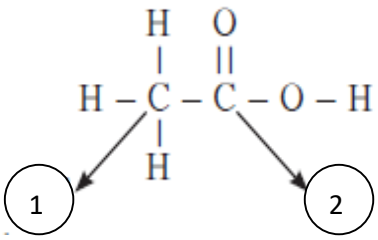
❖ أكمل الفراغات في الجدول التالي :

وجه المقارنة	الميثان	الإيثين	الإيثاين	البنزين
الصيغة الكيميائية	CH_4	$H_2C = CH_2$	$H - C \equiv C - H$	C_6H_6
عدد الروابط σ				
عدد الروابط π				
التهجين فى الكربون				
الشكل الفراغي للأفلاك المهجنة				
الزوايا بين الأفلاك المهجنة				
عدد الأفلاك المهجنة لكل ذرة كربون				
عدد الأفلاك الغير مهجنة لكل ذرة كربون				

❖ من الشكل المقابل أكمل الفراغات التالية :



- نوع التهجين لذرة الكربون رقم (1) هو : ----------
- نوع التهجين لذرة الكربون رقم (2) هو : ----------
- نوع الروابط التي تربط كل ذرة كربون بكل من ذرتي الأكسجين
  الرابطة الأولى هي رابطة: -------- , الرابطة الثانية هي الرابطة : ----------
- عدد الروابط سيجما في الجزيء هو ---------- , وعدد الروابط باي هو : ---------

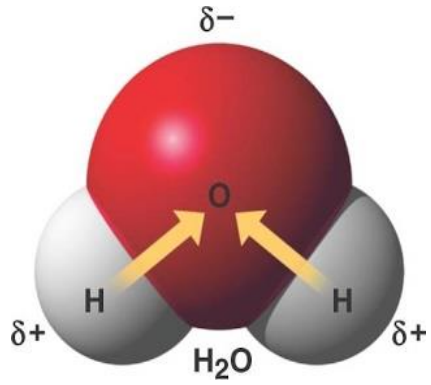


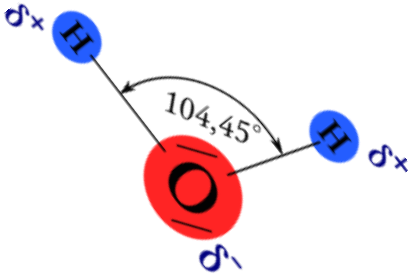
- نوع التهجين لذرة الكربون رقم (1) هو : ----------
- نوع التهجين لذرة الكربون رقم (2) هو : ----------
- نوع الروابط التي تربط كل ذرة كربون بكل من ذرتي الأكسجين
  الرابطة الأولى هي رابطة : -------- , الرابطة الثانية هي الرابطة : ----------
- عدد الروابط سيجما في الجزيء هو ---------- , وعدد الروابط باي هو : ------

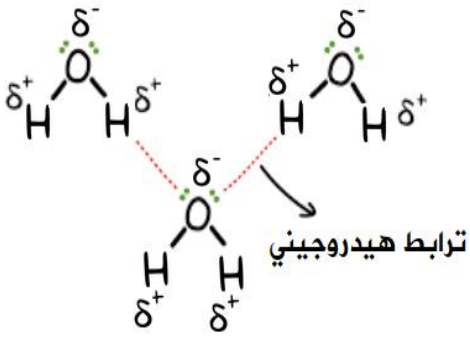
الوحدة الثانية: المحاليل

1- جزئ الماء H_2O

- الماء مركب مميز وفريد ولا يمكن أن توجد حياة نباتية أو حيوانية إلا بوجود الماء.
- تعددت صور وجود الماء فإما أن يكون على شكل جبال جليدية أو ماء سائل كما في الأنهار والمحيطات أو على شكل غازات كبخار الماء والسحاب.
- الماء جزئ بسيط يتكون من ثلاث ذرات مرتبطة بروابط تساهمية.
- تترابط جزيئات الماء فيما بينها بروابط هيدروجينية ضعيفة.







1. في الماء تكون لكل رابطة تساهمية O - H خاصية قطبية بدرجة كبيرة . علل.

– لأن الأكسجين أكثر سالبية كهربية من الهيدروجين بالتالي يجذب زوج الإلكترونات المكون للرابطة التساهمية $O-H$ نحوه فيكون للهيدروجين شحنة قطبية موجبة $H^{\delta+}$ و للأكسجين شحنة قطبية سالبة $O^{\delta-}$ ، وتكون الزاوية بين روابط الهيدروجين والأكسجين في جزئ الماء 104.5^0 على شكل زاوي.

2. لا تلغي قطبية كل من الرابطتين O-H في الماء بعضها البعض . علل.

- جزئ الماء ككل له خاصية قطبية. علل.

– لأن الزاوية بين روابط الهيدروجين والأكسجين في جزئ الماء 104.5^0 فيكون الشكل زاوي فلا تلغي قطبية كل من الرابطتين بعضها بعض.

3. للماء القدرة على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئاته. علل.

– لأن الماء جزئ قطبي يتكون من هيدروجين يحمل شحنه قطبية موجبة والأكسجين يحمل شحنة قطبية سالبة وينجذب الهيدروجين الموجب من أحد جزئيات الماء مع الأكسجين السالب لجزئ ماء اخر فتتكون الرابطة الهيدروجينية.

4. للماء خواص هامة. عددها.

- ارتفاع درجة الغليان. – ارتفاع حرارة التبخير. – ارتفاع التوتر السطحي.
- ارتفاع السعة الحرارية النوعية. – انخفاض الضغط البخاري.

5. للماء خواص فريدة عن باقي المركبات المشابهة له. علل.

- يتميز الماء بارتفاع درجة الغليان و حرارة التبخير و التوتر السطحي والسعة الحرارية النوعية ، وانخفاض الضغط البخاري . علل.

- لأن لجزيئات الماء القطبية القدرة على عمل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

6. للماء قدرة عالية على الإذابة. علل.

- بسبب القيمة العالية لثابت العزل والتي تفصل الأيونات المختلفة في الشحنة للمذاب عن بعضها البعض، وتحدث عملية الإماهة فتحدث عملية الإذابة.

- في بعض الأحيان يكون اتحاد الأيونات بدقائق الماء قويا جدا لدرجة أن البلورات تنفصل من المحلول المائي وتتحد بجزيئات الماء فيما يسمى **بماء التبلر**.
  - كمثل :

كبريتات النحاس الزرقاء : $CuSO_4.5H_2O$

الجبس : $CaSO_4.2H_2O$

ماء التبلر:
انفصال البلورات من المحلول المائي و اتحادها بجزيئات الماء.

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها علمياً:

1. ترتبط جزيئات الماء فيما بينها بروابط _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _.
2. نوع الرابطة بين (O-H) في جزيء الماء هي _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _..
3. من الأسباب التي جعلت للماء قدرة عالية على الإذابة قيمة _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ العالية للماء.
4. لكل رابطة تساهمية (O - H) خاصية قطبية بدرجة كبيرة لأن الأكسجين أكثر_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _.من الهيدروجين .
5. يعود السبب في الخواص المهمة للماء مثل ارتفاع درجة الغليان والتوتر السطحي إلى تجمع جزيئات الماء القطبية بروابط _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _.
6. وجود الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء أدت الى _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _الضغط البخاري للماء عن المركبات المشابهة له.

7. وجود الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء أدت الى _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _درجة الغليان للماء عن المركبات المشابهة له.

8. من الخواص المميزة للماء بسبب الروابط الهيدروجينية بين جزيئاته

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

2- المحاليل المائية

- المحاليل يمكن أن تكون محاليل صلبة أو سائلة أو غازية، طبقا لحالة المذيب .
- يكون المذيب بشكل عام ذو الكتلة أو الحيز الأكبر ، بينما المذاب يكون ذو الكتلة أو الحيز الأصغر .
- لجميع المحاليل المائية يكون الماء هو المذيب .

المحاليل:
هي مخاليط متجانسة وثابتة تحتوي على مذيب ومذاب واحد أو أكثر.

المذاب:
دقائق أو جسيمات المذاب التي تذوب في المذيب.

المذيب:
الوسط المذيب في المحلول.

- ما المقصود بأن المحاليل متجانسة وثابتة؟
- تمتاز المحاليل بأنها متجانسة وثابتة. علل.

– لان مكونات المحلول لا تنفصل عن بعضها البعض ولا تترسب عند تركها لفترة من الزمن في حالة ثبات الظروف مثل درجة الحرارة.

- عند ترشيح محلول كلوريد الصوديوم ينفذ كلا من المذاب والمذيب. علل.

– لأن حجم جزيئات المذاب أقل من واحد نانومتر ($1nm = 10^{-9}\ m$) مما يسمح لها بالنفاذ من ورقة الترشيح.

❖ الأنواع الشائعة للمحاليل حسب الحالة الفيزيائية للمذيب إلى :

	مثال على المحلول	حالة المذاب	حالة المذيب
صلب	سبائك " صلب ، ذهب ، برونز "	صلب	صلب
	الهيدروجين في البلاتين	غاز	
غاز	الهواء الجوي	غاز	غاز
	الغاز الطبيعي	غاز	
سائل	خل " حمض الأسيتيك " في ماء	سائل	سائل
	مضاد للتجمد في ماء	سائل	
	مياه البحر	صلب	
	المياه الغازية	غاز	
	ملح الطعام أو السكر في الماء	صلب	

أسئلة تطبيقية

❖ **ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة في كل مما يلي:**

1. تصنف المحاليل تبعا للحالة الفيزيائية للمذاب. ( )
2. ليست كل المحاليل سائلة حيث يمكن أن تكون صلبة أو غازية. ( )
3. قطبية الروابط التساهمية بين جزيئات الماء متساوية ولذلك فهي تلغي بعضها الآخر. ( )
4. للماء قدرة عالية على الإذابة تعزي إلى القيمة العالية لثابت العزل الخاص به وقطبيته. ( )
5. الهيدروجين في البلاتين هو مثال لمحلول غاز في صلب. ( )

❖ **أكمل العبارات التالية بما يناسبها علميا:**

1. السبائك هي مثال لمحلول يكون فيه حالة المذاب صلبة وحالة المذيب _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
2. تعتبر المياه الغازية حسب الحالة الفيزيائية للمذيب من المحاليل _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
3. في محلول الهيدروجين في البلاتين تكون الحالة الفزيائية للمذيب هي الحالة _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
4. في محلول الخل في الماء تكون الحالة الفيزيائية للمذاب هي الحالة _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
5. في المحلول المائي لملح الطعام (كلوريد الصوديوم) يكون المذاب هو_ _ _ _ _ _ _ _ والمذيب هو _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .

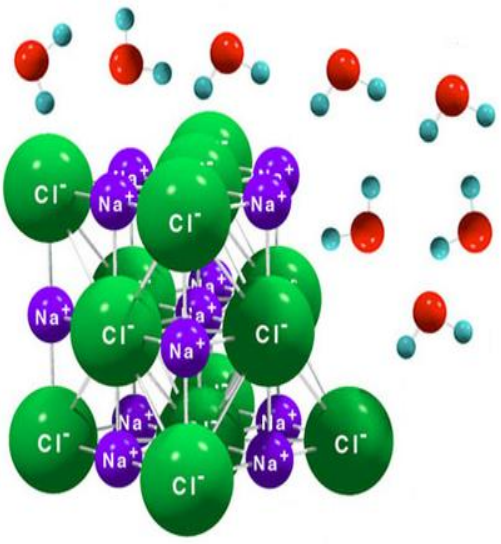
3- عملية الإذابة وتكوين المحلول

الإذابة:
هي عملية تحدث عندما يذوب المذاب وتتم إماهة " إحاطة " الكاتيونات والأيونات بالمذيب .

- المواد التي تذوب في الماء بسهولة تتضمن معظم المركبات الأيونية مثل كلوريد الصوديوم NaCl ، والجزيئات التساهمية القطبية مثل كلوريد الهيدروجين HCl.

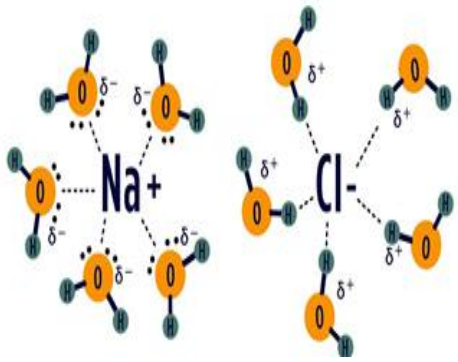
➢ لا يوجد الماء كيميائيا في صورة نقية و صافية. علل.
– لأنه يذيب الكثير من المواد التي تتواجد معه.

➢ معظم التفاعلات الكيميائية تتم في صورة محاليل .علل.
– لأن الجزيئات أو الأيونات تكون أكثر قدرة على الحركة في الحالة السائلة منها في الحالة الصلبة مما يمكنها من التفاعل مع بعضها البعض بصورة أسرع وأكبر.



- تمتاز جزيئات الماء بحركتها المستمرة الناتجة عن طاقتها الحركية .
- عند وضع بلورة من كلوريد الصوديوم في الماء ، تصطدم جزيئات الماء بالبلورة و يحدث الاتي:

– طرف الهيدروجين في جزئ الماء الذي يحمل شحنة قطبية موجبة يوجه نفسه ناحية الأيون السالب للمذاب Cl^- ويقوم بجذبه بعيدا عن البلورة.
– بينما يحمل طرف الأكسجين شحنة قطبية سالبة فيوجه نفسه للأيون الموجب Na^+ للمذاب ويقوم بجذبه بعيدا عن البلورة.
– تبدأ عملية الإذابة بمجرد انفصال كاتيونات الصوديوم و أنيونات الكلور بعيدا عن البلورة حيث تكون قوة جذب جزيئات الماء للأيونات أكبر من قوة تجاذب الأيونات فيما بينها.



- معظم المركبات الأيونية تذوب في الماء مثل كلوريد الصوديوم ، وبعضها لا يذوب مثل كبريتات الباريوم $BaSO_4$ أو كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ حيث أن قوى التجاذب بين الأيونات أكبر من قوة جذب الماء لها.

- الجزيئات التساهمية الغير قطبية مثل الميثان أو الزيت أو الشحم لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في البنزين طبقا لقاعدة المواد المتشابهة تذوب بعضها مع بعض.

- يعتبر الماء مذيب قوي لكثير من المركبات. علل.
  - بسبب قطبية جزيئات الماء و القيمة العالية لثابت العزل الخاصة به والتي بدورها تعمل على فصل الأيونات مختلفة الشحنة للمذاب عن بعضها البعض .
- تتحرك جزيئات الماء وتتوجه بطريقة مختلفة حول كاتيونات و أنيونات المذاب. علل.
  - لأن طرف الهيدروجين في جزئ الماء يحمل شحنة قطبية موجبة و يوجه نفسه ناحية الأيون السالب للمذاب، بينما يحمل طرف الأكسجين شحنة قطبية سالبة فيوجه نفسه للأيون الموجب للمذاب كي تتم عملية الإماهة.
- تذوب معظم المركبات الأيونية في الماء. علل.
  - بسبب الخاصية القطبية للماء والتي تجذب الأيونات الموجبة والسالبة بعيدا عن البلورة للمذاب فتتم عملية الإماهة فتذوب في الماء.
- يذوب كلوريد الصوديوم في الماء. علل.
  - لأن جزيئات الماء في حركة مستمرة ناتجة عن طاقتها الحركية فتصطدم جزيئات الماء بالبلورة وحيث أن لها خاصية قطبية فتتغلب قوة جذب جزيئات الماء على قوى التجاذب بين الأيونات في البلورة فتتم عملية الإماهة فتفصلها عن البلورة فتذوب.
- كبريتات الباريوم وكربونات الكالسيوم مركبات أيونية ولكنها لا تذوب في الماء. علل.
  - لأن قوى التجاذب بين الأيونات في البلورة تكون أكبر من قوة جذب جزيئات الماء لها فلا تحدث عملية الإماهة للأيونات فلا تذوب في الماء.
- ما المقصود بقاعدة المواد المتشابهة تذوب بعضها مع بعض؟
  - يقصد بها أن المذيبات القطبية كالماء تذيب المركبات الأيونية مثل كلوريد الصوديوم NaCl والمركبات التساهمية القطبية مثل كلوريد الهيدروجين HCl والكحولات.
  - بينما المذيبات الغير قطبية كالبنزين تذيب المركبات الغير قطبية مثل الزيت والشحم وذلك لانعدام قوى التنافر فيما بينهم.
- يذوب الزيت والشحم في البنزين ولا يذوب كلاهما في الماء. علل.
  - طبقا لقاعدة المواد المتشابهة تذوب بعضها مع بعض فإن الزيت والشحم مركبان تساهميان غير قطبيين فيذوب كلاهما في مذيب غير قطبي كالبنزين وذلك لانعدام قوى التنافر فيما بينهم، ولا يذوبان في الماء لأنه جزئ قطبي.

أسئلة تطبيقية

➢ اكمل الفراغات التالية بما يناسبها علميا :

1. عندما تحيط جزيئات المذيب بكاتيونات و أنيونات المذاب في المحلول فإن هذه العملية تسمى _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _.
2. كربونات الكالسيوم مركب أيوني لكنه _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _في الماء.
3. تعود عدم ذوبانية كبريتات الباريوم إلى أن قوى التجاذب بين أيوناته _ _ _ _ _ _ _ _ من قوة جذب جزيئات الماء لها.
4. يعود ذوبان الزيت في البنزين إلى _ _ _ _ _ _ _ قوة التنافر بينهما.
5. المذيبات القطبية تذيب المركبات - - - - - - - - - - والمذيبات الغير القطبية تذيب المركبات _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

➢ اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي :

1. إماهة الأيونات عملية يتم فيها:

❒ إحاطة أيونات المذاب بجزيئات الماء ❒ إحاطة جزيئات الماء بأيونات المذاب

❒ تفاعل أيونات المذاب مع الماء ❒ تبلر أيونات المذاب

2. جميع ما يلي يحدث عند ذوبان بلورة صلبة (مذاب) في الماء ماعدا:

❒ التجاذب بين جزيئات الماء وايونات المذاب ❒ انفصال جزيئات الماء عن بعضها البعض

❒ انفصال الكاتيونات عن الأنيونات للبلورة الصلبة ❒ اصطدام جزيئات الماء بالبلورة.

3. يرجع ذوبان زيت الزيتون (غير القطبي) في البنزين (غير القطبي) الى

❒ قوي التجاذب بينهما ❒ انعدام قوى التنافر بينهما

❒ انفصال جزيئات الزيت الى أنيونات و كاتيونات ❒ إماهة جزيئات البنزين.

4- المركبات الإلكتروليتية وغير الإلكتروليتية

المركبات الإلكتروليتية:
المركبات التي توصل التيار الكهربائي في المحلول المائي أو في الحالة المنصهرة.

المركبات الغير إلكتروليتية:
المركبات التي لا توصل التيار الكهربائي في المحلول المائي أو في الحالة المنصهرة.

1- المركبات الأيونية:

- جميع المركبات الأيونية مركبات إلكتروليتية وتنقسم إلى مركبات :

1. موصلة في حالة المحلول والحالة المنصهرة:

- كلوريد الصوديوم NaCl و كبريتات النحاس II $CuSO_4$ مركبات أيونية تذوب في الماء حيث أنها تتفكك كليا إلى أيونات حرة الحركة توصل التيار الكهربي.

2. موصلة في الحالة المنصهرة فقط:

- كبريتات الباريوم $BaSO_4$ مركب أيوني ولكنه لا يوصل التيار الكهربي في المحلول المائي لعدم ذوبانيته في الماء ، ولكنه يوصل التيار في الحالة المنصهرة فقط .

➢ كبريتات الباريوم مركب أيوني يوصل الكهرباء في الحالة المنصهرة ولا يوصلها في المحلول المائي. علل.

- لأنه في الحالة المنصهرة تتحرر الأيونات وتصبح حرة الحركة فتوصل التيار الكهربائي ولعدم ذوبانيتها في الماء فلا تتكون أيونات حرة ولا توصل التيار الكهربائي.

2- المركبات التساهمية:

- معظم مركبات الكربون كقصب السكر والكحول الطبي و الجليسرين مركبات غير إلكتروليتية حيث أنها لا تتكون من أيونات .
- معظم المركبات التساهمية " شديدة القطبية " غير إلكتروليتية في حالتها النقية ، ولكن عند إذابتها في الماء فإنها تنتج أيونات " تتأين " فتصبح محاليل موصلة للتيار الكهربي.

➢ غاز الأمونيا النقي لا يوصل التيار الكهربائي ولكن محلوله يوصل التيار الكهربي .علل.

- لأنه عبارة عن جزيئات غير متأينة في حالته النقية ، و عند إذابته في الماء يتكون أيون الأمونيوم (NH_4^+) و أيون الهيدروكسيد (OH^-) فتكون حرة الحركة و يصبح المحلول المائي للأمونيا قادر على توصيل الكهرباء

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

➢ غاز كلوريد الهيدروجين النقي أو المسال لا يوصل التيار الكهربائي بينما محلوله المائي يوصل. علل.

- لأنه عبارة عن جزيئات غير متأينة في حالته النقية , و عند إذابته في الماء يتكون أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) و أيون الكلوريد (Cl^-) فتكون أيوناته حرة الحركة فيصبح المحلول المائي موصلا للكهرباء

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

5- الإلكتروليتات ودرجة الـتأين

➢ تختلف الإلكتروليتات في قوة توصيلها للتيار الكهربي باختلاف درجة تفككها " تأينها " وتقاس القوة باستخدام جهاز اختبار درجة التأين .

مركبات إلكتروليتية قوية ناتجة عن تفكك أو تأين تام في المحلول		مركبات إلكتروليتية ضعيفة ناتجة عن تفكك أو تأين جزئي في المحلول		مركبات غير إلكتروليتية
$NaOH$	KCl	NH_3	$AgCl_2$	**الجلوكوز**
KOH	$MgSO_4$	CH_3COOH	$PbCl_2$	**الجليسرين**
HCl	$KClO_3$	$C_6H_5NH_2$	$HgCl_2$	
HBr	$CaCl_2$			
HI				

➢ محلول كلوريد الصوديوم الكتروليت قوي و يوصل التيار الكهربائي بدرجة كبيرة. علل.

– لأنه يتأين بدجة كبيرة في المحلول المائي وتتواجد كمية كبيرة منه مذابة على شكل أيونات Cl^- و Na^+منفصلة وتتحرك بحرية في المحلول وتوصل التيار الكهربائي بشدة.

➢ محلول كلوريد الرصاص الكتروليت ضعيف و يوصل التيار الكهربائي بدرجة قليلة. علل.

– لأنه يتأين بدرجة محدودة في المحلول المائي ويعطي عدد قليل من الأيونات حرة الحركة لذلك يوصل التيار بدرجة قليلة.

➢ محلول الجلوكوز و الكحول الإيثيلي غير الكتروليتي ولا يوصل التيار الكهربائي؟

– لأنه عبارة عن جزيئات تساهمية غير متأينة ولا يحتوي محلوله على أيونات حرة الحركة توصل التيار الكهربائي.

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل العبارات التالية :-

1. جميع المركبات الأيونية تعتبر مركبات _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
2. غاز الأمونيا _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ التيار الكهربائي في حالته النقية.
3. محلول كلوريد الهيدروجين (حمض الهيدروكلوريك) _ _ _ _ _ _ _ _ _ التيار الكهربائي.
4. محلول الجلوكوز مثال لمحلول _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ لذلك لا يوصل التيار الكهربائي.

❖ اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي :

1. جميع المحاليل التالية محاليلها المائية توصل التيار الكهربي عدا:

❒ محلول الأمونيا.
❒ محلول الجلوكوز.
❒ محلول كلوريد الصوديوم.
❒ كلوريد الهيدروجين.

2. المركب A لا يوصل الكهرباء وهو في الحالة الغازية بينما محلوله المائي يوصل الكهرباء فمن المتوقع أن يكون:

❒ مركب أيوني.
❒ مركب تساهمي قطبي.
❒ مركب تساهمي غير قطبي.
❒ مركب يحتوى على رابطة تناسقية.

3. أحد المركبات التالية الكتر وليت قوي:

❒ الأمونيا.
❒ حمض الأسيتيك.
❒ الجلوكوز.
❒ هيدروكسيد الصوديوم.

4. يمكن التمييز بين محلولي حمض الهيدروكلوريك وحمض الأسيتيك المتساويين في التركيز من خلال:

❒ الذوبانية في الماء.
❒ درجة حرارة كل منهما.
❒ تشتيت الضوء.
❒ درجة التوصيل الكهربي.

5. أقل المحاليل التالية قدرة على توصيل التيار الكهربي

❒ CH_3COOH
❒ HCl
❒ $CaCl_2$
❒ $MgSO_4$

6- العوامل المؤثرة على الذوبانية في المحلول

- عند إضافة 36 gm من ملح كلوريد الصوديوم إلى الماء ستذوب كل كمية الملح.
- و إذا أضفنا كمية أخرى قدرها 1 gm في نفس المحلول السابق ، فإن الكمية الجديدة لن يذوب منها سوا 0.2 gm مهما طال التحريك ، ويترسب 0. 8 gm ، مما يدل على تكون محلول مشبع تحدث فيه حالة اتزان ديناميكي بين المحلول والكمية الزائدة " المترسبة" من المذاب ، ويكون معدل سرعة الذوبان مساويا لمعدل سرعة التبلور وذلك عند درجة حرارة ثابتة 25 °C.

المحلول المشبع :
هو المحلول الذي يحتوي على أكبركمية من المذاب في كمية محددة من المذيب عند ثبات درجة الحرارة.

الذوبانية :
كتلة المادة التي تذوب في كمية معينة من المذيب عند درجة حرارة معينة لتكون محلول مشبع.

الامتزاج :
هي عملية تحدث عند إذابة سائلين معا .

- لا تذوب الكمية المتبقية من بلورات كلوريد الصوديوم في المحلول المشبع .علل.
  - بسبب حدوث عملية تبادلية فعندما تذوب جزيئات جديدة من الملح الصلب و تذهب إلى المحلول يترسب من المحلول عدد مساو من جزيئات الملح التي سبق إذابتها و تترسب على شكل مادة صلبة و تتبلور و تبقى كتلة البلورات غير الذائبة ثابتة " أي تصل لمرحلة الاتزان "

أنواع المحاليل طبقا لدرجة التشبع

المحلول الغير مشبع	المحلول المشبع	المحلول الفوق مشبع
المحلول الذي لا يزال يستطيع إذابة مذاب ما.	المحلول الذي يحتوي على أكبر كمية من المذاب في كمية معينة من المذيب عند درجة حرارة ثابتة.	المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب زائدة على الكمية المسموح بها نظريا و التي تكفي لتشبعه عند درجة حرارة معينة.

أنواع امتزاج السوائل

■ عند خلط مادتين سائلتين تتباين درجة الإذابة بينهما مهما كانت الكمية ،فمنها ما هو :

ممتزج كليا	ممتزج جزئيا	عديم الامتزاج
عندما يذوب السائلان كل منهما في الاخر تمام.	عندما تكون السوائل شحيحة الذوبان كل منها في الاخر.	عندما لا يذوب أحدهما في الاخر.
الماء و الإيثانول	الماء و ثاني إيثيل الإيثر	الخل و الزيت ، الزيت والماء

7- العوامل المؤثرة على ذوبانية المركبات

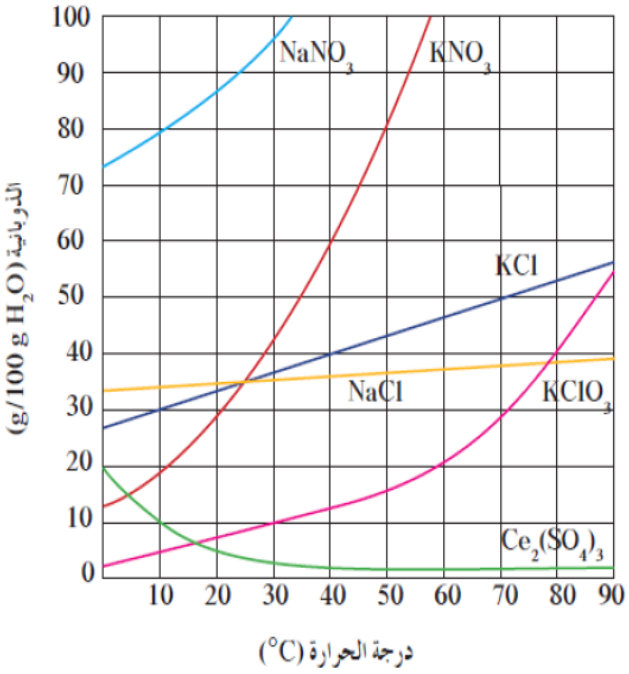
1. الخلط أو المزج و التقليب:

- أحد العوامل الهامة التي تحدد ذوبانية مادة ما هي طبيعة كل من المذاب والمذيب.
- إحدى الطرق **الأكثر شيوعا** لتسريع عملية الذوبان لأي مركب، **لكنها غير مفضلة** نظرا للوقت والمجهود المبذول فيها.

2. الطحن أو زيادة مساحة السطح:

- للمواد الصلبة ، يفضل **طحنها وتحويلها لمسحوق أو إذابتها في الماء** ، ما **يزيد من مساحة السطح** المشتركة بين المذيب و المذاب الصلب وبذلك **تسرع** عملية الإذابة.

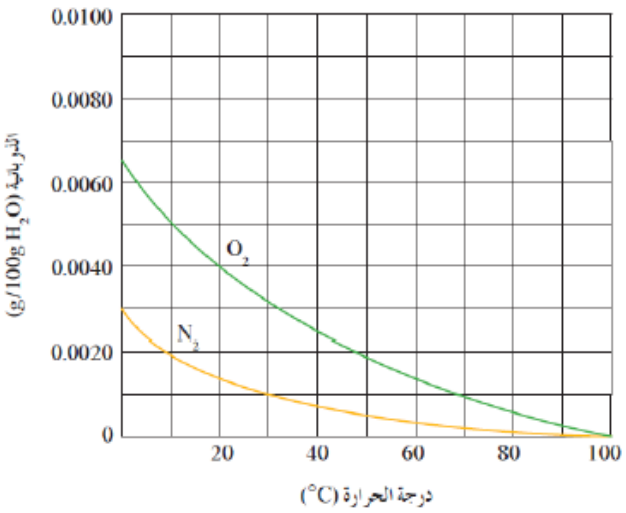
3. درجة الحرارة:



- **بزيادة** درجة الحرارة **تزداد الطاقة الحركية** لجزيئات الماء ما يزيد من احتمالات **قوة التصادم** بين تلك الجزيئات **بسطح البلورات** ، فتساعد في تسريع عملية الإذابة .
- في حالة تسخين محلول مع التقليب وظلت كمية مترسبة في قاع الإناء فإن المحلول يكون في **حالة التشبع**.

➢ **يزداد ذوبان المادة المذابة في الماء بالتسخين. علل.**

- لأن الطاقة الحركية لجزيئات الماء تزداد عند درجة الحرارة المرتفعة مما يزيد من احتمالات قوة تصادم جزيئات الماء بسطح البلورات فيساعد على سرعة الذوبان.



- **في حالة الغازات:**

كمثل غاز الأكسجين أو النيتروجين، فإن **ذوبانية الغازات تقل بزيادة درجة الحرارة، و تزداد بخفض درجة الحرارة** .

- **يقل ذوبان الغازات في الماء بارتفاع درجة الحرارة. علل.**

- لأن جزيئات الغاز تكتسب طاقة حركية وتتحول إلى الحالة الغازية فيقل الذوبان.

- **يحدث تلوث حراري للأنهار عندما تستخدم المصانع الماء البارد و تعيده ماء ساخن. علل.**

- لأن ارتفاع درجة حرارة مياه النهر يؤدي إلى تقليل تركيز الأكسجين المذاب مما يؤثر سلبا على الحياة النباتية والحيوانية المائية.

- **خروج فقاعات هوائية قبل وصول الماء لدرجة غليانه .علل.**

- لأن ذوبانية الغازات تكون أكبر في الماء البارد منها في الماء الساخن ورفع درجة الحرارة يعمل على اكتساب جزيئات الغاز طاقة حركية فتقل ذوبانيتها و تتحول إلى الحالة الغازية.

4. الضغط :

- تتأثر ذوبانية الغازات **بدرجة الحرارة و بالضغط.**
- **تزداد ذوبانية الغازات بزيادة الضغط الجزئي** لها فوق السائل ، **وتقل بتقليل الضغط الجزئي** لها .

قانون هنري:

عند ثبوت درجة الحرارة فإن ذوبانية الغاز في سائل تتناسب طرديا مع الضغط الموجود فوق سطح السائل.

- **حدوث فوران في المشروب الغازي و تسببه للسعة في الفم عند تناوله .علل.**

- لأن هذه المشروبات تحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الذائب في الماء حيث تعبأ زجاجات المشروبات الغازية تحت ضغط عال من ثاني أكسيد الكربون داخلها مما يدفع بكميات كبيرة من ذلك الغاز إلى تلك المشروبات.

- **إذا تركت زجاجة مياه غازية مفتوحة يتغير طعم المشروب .علل.**

- لأنه عند فتحها يقل الضغط الجزيئي لغاز ثاني أكسيد الكربون على سطح المشروب مباشرة ويقل تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون الذائب وتتسرب فقاعات غاز ثاني أكسيد الكربون من فوهة الزجاجة.

8- المحلول الفوق مشبع

- يمكن تحويل المحلول المشبع لمحلول فوق مشبع عن طريق:
  - رفع درجة حرارة المحلول المشبع الذي يحتوي على زيادة قليلة من المادة الصلبة وبالتالي فإن جزءاً من المادة الصلبة الزائدة أو كلها سوف يذوب في المحلول.
- عند ترك المحلول المشبع ليبرد ببطء حتى يصل إلى درجة حرارته الأصلية ، فإن الكمية الزائدة من المذاب لا تترسب عند درجة حرارة منخفضة.

المحلول فوق مشبع:
المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب زائدة على الكمية المسموح بها نظريا عند درجة حرارة معينة.

تطبيقات على التبلور في المحاليل فوق مشبعة:

1. إنتاج سكر النبات : من خلال عملية التبلور التي تحدث عن طريق إضافة مادة بدء التبلور على محلول فوق مشبع من السكر.
2. الأمطار الصناعية المخلقة : حيث يتم ببذر السحب التي تحتوي على كتل من الهواء فوق المشبع ببخار الماء ببلورات دقيقة من يوديد الفضة (AgI) لجذب جزيئات الماء إلى أيونات اليوديد مشكلة قطرات مائية تعمل بدورها كمادة بدء التبلور لجزيئات أخرى فتتساقط على شكل أمطار.

- عند بذر السحب التي تحتوي على كتل من الهواء فوق المشبع ببخار الماء ببلورات دقيقة من يوديد الفضة يتساقط المطر الصناعي ؟
- لأن جزيئات الماء تنجذب إلى ايونات يوديد الفضة (AgI) مكونة قطرات مائية تعمل بدورها كبلورات بدء التبلور لجزيئات ماء أخرى و تنمو قطرات الماء و تكبر مع مرور الوقت لتسقط على شكل أمطار.

أسئلة تطبيقية

❖ ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيح و (✗) أمام كل إجابة خاطئة :

1. يعمل التسخين على زيادة سرعة ذوبان المادة الصلبة في السائل المذيب . ( )
2. يزداد ذوبان الغاز في السائل بارتفاع درجة الحرارة. ( )
3. تقل ذوبانية غاز في سائل كلما ارتفعت درجة حرارة المحلول. ( )
4. الأمطار الاصطناعية تعد من تطبيقات المحاليل المشبعة. ( )
5. إنتاج سكر النبات يعد من أحد تطبيقات المحاليل فوق المشبعة. ( )
6. يمكن تحويل المحلول غير المشبع الى محلول مشبع بإذابة كميات أخرى من المذاب عند نفس درجة الحرارة. ( )
7. المحلول المشبع يكون في حالة اتزان ديناميكي بين المحلول والمادة الصلبة غير المذابة عند ثبات درجة الحرارة . ( )

❖ أكمل الفراغات في الجمل التالية :-

1. عند طحن المذاب الصلب _ _ _ _ _ _ مساحة السطح المشترك بين المذاب والمذيب مما يسرع من عملية الإذابة.
2. ذوبانية الغازات تكون _ _ _ _ _ _ في الماء الساخن منها في الماء البا رد.
3. يمكن تسريع عملية الذوبان عن طريق _ _ _ _ _ _ _ مساحة السطح المشتركة بين المذاب والمذيب بواسطة عملية الطحن.
4. عند رفع درجة الحرارة_ _ _ _ _ _ _ _ ذوبانية الغاز في السائل.
5. ذوبانية الغاز في السائل _ _ _ _ _ _ _ _ _ كلما زاد الضغط الجزيئي على سطح المحلول.

❖ اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي :

1. يمكن تحويل المحلول المشبع في أغلب الأحيان الى محلول غير مشبع بأحد العوامل التالية:

❐ إضافة كميات أخرى من الماء.
❐ إضافة كميات أخرى من المذاب.
❐ خفض درجة الحرارة .
❐ بجميع ما سبق.

2. جميع العوامل التالية تؤثر على سرعة ذوبان كلوريد الصوديوم الصلب في الماء عدا واحدا منها وهو:

❐ المزج والتقليب.
❐ درجة الحرارة.
❐ الطحن.
❐ الضغط.

3. يمكن زيادة ذوبان الغاز في السائل بأحد العوامل التالية:

❐ زيادة درجة الحرارة وزيادة الضغط.
❐ زيادة درجة الحرارة وخفض الضغط.
❐ خفض درجة الحرارة وخفض الضغط.
❐ خفض درجة الحرارة وزيادة الضغط.

4. من الأمثلة على المحاليل تامة الامتزاج :

❐ الزيت والماء.
❐ ثنائي إيثيل إيثر والماء.
❐ الايثانول والماء.
❐ الزيت والخل.

5. في المحلول فوق المشبع تكون كمية المذاب عند درجة حرارة معينة:

❐ أكبر مما يجب لتشبعه.
❐ أقل مما يجب لتشبعه.
❐ تساوي الكمية اللازمة لتشبعه.
❐ ثابته لا تتغير في جميع درجات الحرارة.

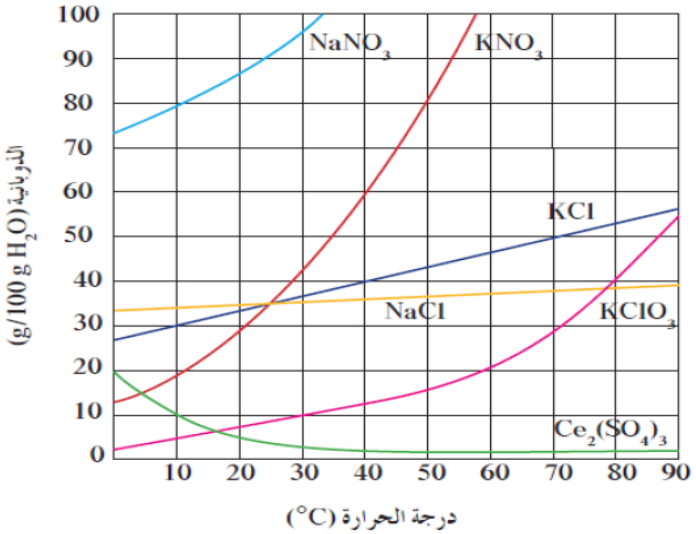
6. في المحلول المشبع وعند درجة حرارة ثابته تكون:

❐ كمية المذاب أقل ما يمكن.
❐ عدد الجسيمات التي تذوب > عدد التي تترسب.
❐ كمية المذاب أكبر ما يمكن.
❐ عدد الجسيمات التي تذوب < عدد التي تترسب.

7. ذوبان غاز في سائل:

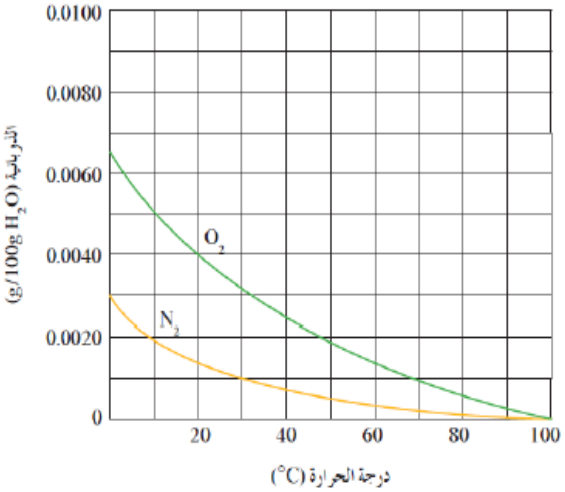
❐ يقل بزيادة ضغط الغاز وارتفاع درجة الحرارة.
❐ يقل بزيادة ضغط الغاز والتبريد.
❐ يزداد بزيادة ضغط الغاز وانخفاض درجة الحرارة.
❐ يزداد بتقليل ضغط الغاز والتسخين.

❖ من الرسم البياني المقابل أجب عما يلي :



1. ذوبانية نيترات الصوديوم $NaNO_3$ في الماء البارد _ _ _ _ من ذوبانيته في الماء الساخن.
2. ذوبانية كلورات البوتاسيوم $KClO_3$ في الماء عند درجة 30 °C هي H_2O g /100g _ _ _ _ _ .
3. ذوبانية كبريتات السيزيوم $Ce_2(SO_4)_3$ في الماء _ _ _ _ بارتفاع درجة الحرارة.
4. ذوبانية نيترات الصوديوم في الماء عند درجة 20 °C _ _ _ _ _ من ذوبانية كلورات البوتاسيوم.
5. درجة الحرارة التي تكون عندها ذوبانية نيترات البوتاسيوم في الماء مساوية H_2O 59 g/100g هي °C _ _ _ _ .

❖ من الرسم البياني المقابل أجب عما يلي :



1. استنتج العلاقة بين ذوبانية غازي N_2 , O_2 ودرجة الحرارة _
2. ذوبانية غاز الأكسجين في الماء الساخن _ _ _ _ _ _ _ من ذوبانيته في الماء البارد.
3. ذوبانية غاز النيتروجين في الماء البارد _ _ _ _ _ _ _ من ذوبانيته في الماء الساخن .
4. ذوبانية غاز الأكسجين في الماء عند 70°C تساوي _ _ _ _ g/100g H_2O
5. ذوبانية غاز النيتروجين في الماء عند 0°C تساوي H_2O g/100g _ _ _ _ _ _ .
6. درجة الحرارة التي تكون عندها ذوبانية غاز الأكسجين مساوية H_2O 0.0050 g/100g تساوي °C _ _ _ _ _ _ .
7. ذوبانية غاز الأكسجين في الماء عند 10 °C _ _ _ _ _ _ من ذوبانية غاز النيتروجين عند نفس الدرجة.
8. ذوبانية غاز الأكسجين وغاز النيتروجين تقل كلما _ _ _ _ درجة الحرارة , وتزداد كلما _ _ _ _ درجة الحرارة.

9- تركيب المحاليل

- ذوبانية المركبات ليست بالدرجة نفسها ، حيث أن لكل مركب كما معينا ومحددا يمكن أن يذوب في حجم معين من محلول ما وتحت ظروف معينة ، بالتالي استخدام التعبيرات الوصفية للمحاليل بأنها مشبعة أو غير مشبعة أو مركزة أو مخففة مصطلحات غير دقيقة في المسائل الحسابية المتعلقة بالمحاليل المائية .

1- تركيز المحلول:

- تركيز المحلول هو مقياس لكمية المادة الذائبة في كمية معينة من المذيب، وينتج عن اختلاف التركيز تكون محلول مركز أو محلول مخفف.
- يعبر عن تركيز المحلول بـ :
  - التركيز المولاري M.
  - التركيز المولالي m .

تركيز المحلول:
هو مقياس لكمية المذاب في كمية معينة من المذيب.

المحلول المخفف:
هو المحلول الذي يحتوي على تركيز منخفض من المذاب.

المحلول المركز:
هو المحلول الذي يحتوي على تركيز مرتفع من المذاب.

المولارية:
هي عدد مولات المذاب الموجودة في واحد لتر من المحلول.

1- المولارية M أو التركيز المولاري C :

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

- حيث ان : حجم المحلول = حجم المذاب + حجم المذيب.

$$\text{عدد مولات المذاب } n = \frac{m_{s\ (gm)}}{Mwt.\ (g/mol)}$$

➢ وحدة التركيز المولاري أو المولارية هي : M أو mol / L

لإيجاد كتلة المذاب :	لإيجاد عدد مولات المذاب:	لإيجاد الكتلة المولية :
$ms = M \times Mwt. \times V$	$n = M \times V_{(L)}$	$Mwt. = \frac{ms}{M \times V_{(L)}}$

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل الفراغات التالية:

1. أذيب 5.85 g من كلوريد الصوديوم NaCl =58.5 g/ mol في الماء وأكمل المحلول بالماء حتى أصبح حجمه 250 ml فيكون تركيزه M .....
2. كتلة حمض الهيدروكلوريك HCl = 36.5 g/ mol المذابة في 1000ml من محلول تركيزه 0.2 M تساوي ..... g
3. اذيب 14.8 g من هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ = 74 g/ mol في الماء فتكون محلول تركيزه 0.2 M فيكون حجم المحلول الناتج ..... ml
4. محلول تركيزه 2M من حمض الكبريتيك H_2SO_4 = 98 g/ mol في الماء فإن ذلك يعني أن كل لتر من هذا المحلول يحتوي على ..... جرام من حمض الكبريتيك.
5. حضر محلول لحمض الكبريتيك H_2SO_4 = 98 g/ mol بإذابة 4.9 g منه في كمية من الماء حتى أصبح حجم المحلول 500 ml فإن تركيزه يساوي .....

1. احسب مولارية محلول حجمه 2L ويحتوي على و 36 جلوكوز، علما بأن الكتلة المولية للجلوكوز 180 g/ mol.

2. كم عدد المولات الموجودة في 335ml من نيترات الأمونيوم الموجودة في محلول تركيزه 0.4 M علما بأن الكتلة المولية لنيترات الأمونيوم هي 80 g/ mol .

3. احسب حجم الماء اللازم لتحضير 0.25 mol/L عند إذابة 1gm من هيدروكسيد الصوديوم NaOH = 40 g/mol .

2- المولالية m أو التركيز المولالي:

المولالية m:

هي عدد مولات المذاب في 1Kg من المذيب.

$$\text{المولالية } m = \frac{\text{عدد مولات المذاب } n\,(mol)}{\text{كتلة المذيب بالكيلوجرام } (Kg)}$$

➢ وحدة التركيز المولالي أو المولالية هي: m أو mol / kg

لإيجاد كتلة المذاب :	لإيجاد عدد مولات المذاب:	لإيجاد الكتلة المولية :
$ms = m \times Mwt. \times kg$	$n = m \times kg$	$Mwt. = \frac{ms}{m \times Kg}$

✓ لاحظ أن:

- المولالية تختلف عن المولارية في أن المولالية m تشير لعدد مولات المذاب المذابة في $1kg$ من المذيب، بينما تشير المولارية M إلى عدد مولات المذاب المذابة في $1L$ من المحلول.
- في حالة استخدام الماء كمذيب فإن $1000\ ml$ منه تساوي $1kg$.
- تعتمد الخواص التجميعية للمحاليل على نسبة عدد جسيمات المذاب إلى عدد جسيمات المذيب فقط بالتالي تعتمد على التركيز المولالي.

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل الفراغات التالية :

1. إذا كان تركيز هيدروكسيد البوتاسيوم KOH = 56 g/ mol في الماء يساوي 0.5 mol/ Kg فإن كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم في 2Kg من الماء تساوي g _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
2. حضر محلول تركيزه 0.5 m من هيدروكسيد الصوديوم NaOH = 40 g/ mol في الماء فإن ذلك يعني أن هذا المحلول يحضر بإذابة _ _ _ _ _ _ _ _ جرام من هيدروكيسد الصوديوم في g 1000من الماء.
3. حضر محلول بإذابة g 4.68 من كلوريد الصوديوم NaCl = 58.5 g/ mol في الماء فتكون محلول تركيزه 0.4 m فإن كتلة الماء في المحلول تساوي g _ _ _ _ _ _ _ _ _ .
4. كتلة الماء اللازمة لتحضير محلول تركيزه 0.5 m ويحتوي g 8 من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH = 40) تساوي Kg _ _ _ _ _ _ _ _ _ .

❖ احسب كتلة يوديد البوتاسيوم اللازمة لتذوب في g 500 من الماء لتحضير محلول منه مولاليته 0.06 m ؟ علما بأن الكتلة المولية ليوديد البوتاسيوم هي g/ mol 166.1

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _

2- التخفيف:

المحلول القياسي:

هو محلول معلوم تركيزه بدقة ويمكن من خلاله تحضير الكثير من المحاليل ذات التراكيز المختلفة.

- تتوفر المحاليل القياسية في المختبرات ومنها يمكن تحضير المحاليل المخففة بحيث يختلف تركيزه عن تركيز المحلول القياسي وذلك بتخفيف المحلول القياسي بالمذيب.
- المحلول المركز أو المحلول القياسي يحتوي على مقدار أكبر من الجسيمات لكل وحدة حجمية من المحلول مقارنة بالمحلول المخفف لذلك تقلل إضافة المذيب إلى المحلول المركز من تركيزه، لكن العدد الكلي من مولات المذاب يظل ثابت

حيث أن :

عدد مولات المذاب قبل التخفيف = عدد مولات المذاب بعد التخفيف

$$n_1 = n_2$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

قبل التخفيف بعد التخفيف

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل الفراغات التالية :

1. المحلول القياسي يحتوي على عدد جسيمات _ _ _ _ _ _ _ _ من المحلول المخفف
2. _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ يحتوي على عدد جسيمات لكل وحدة حجمية أكثر من المحلول المخفف.
3. لتحضير 2L من محلول $MgSO_4$ بتركيز 0.2 M تتم إضافة 0.8 L من الماء إلى محلول نفس المركب الذي تركيزه _ _ _ _ _ _ _ _M
4. حجم الماء اللازم إضافته إلى محلول KNO_3 الذي تركيزه 4M للحصول على 50 ml من محلول نفس المركب بتركيز 0.2 M يساوي _ _ _ _ _ _ _ _ml

5. عدد جسيمات المذاب في وحدة الحجم في محلول تركيزه 0.2 M _ _ _ _ _ _ _ _ _ عددها في حدة الحجم في محلول تركيزه 0.02M عند تخفيف المحلول.

6. محلول مائي من كلوريد الصوديوم تركيزه 1M تم تخفيف هذا المحلول حتى أصبح تركيزه 0.5 M و بالتالي فإن عدد مولات كلوريد الصوديوم في المحلول الذي تركيزه 1M _ _ _ _ _ _ _ _ _ عدد مولاته في المحلول الذي تركيزه 0.5M .

❖ كم عدد المليلترات من محلول $MgSO_4$ و الذي مولاريته 2M اللازم لتحضير 100ml من محلول $MgSO_4$ مولاريته 0.4 M.

_ _ _ _ _ _ _ _ _

10- الحسابات المتعلقة بالخواص المجمعة

- إذا علمت أن الماء النقي له درجة تجمد ثابتة 0 °C و درجة غليان ثابتة 100 °C ، ولكن عند إضافة مادة مذابة غير إلكتروليتية وغير متطايرة (مركب جزئي غير أيوني) مثل السكر أو جليكول الإيثيلين ، تتغير الخواص الفيزيائية للماء بحيث يلاحظ الاتي :
  - انخفاض الضغط البخاري.
  - ارتفاع درجة الغليان عن 100 °C.
  - انخفاض درجة التجمد عن 0 °C .
- الخواص المجمعة للمحلول تتأثر بعدد جزيئات المذاب بالنسبة لعدد جزيئات المذيب أي بالتركيز المولالي أو الكسر المولي .

الخواص المجمعة:

هي التغير في الخواص الفيزيائية للمحلول النقي عند إضافة مادة غير إلكتروليتية وغير متطايرة .

1-الانخفاض في الضغط البخاري:

الضغط البخاري:

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

- عند إذابة مادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية يقل الضغط البخاري للمحلول عن الضغط البخاري للسائل النقي. علل.
- لأن بعض جسيمات المذاب تحل محل بعض جزيئات المذيب – السائل النقي – الموجودة على سطح المحلول و بالتالي يقل عدد جزيئات المذيب التي يمكنها الانطلاق الى الحالة الغازية فيقل في هذه الحالة الضغط البخاري للمحلول عن الضغط البخاري للسائل النقي.

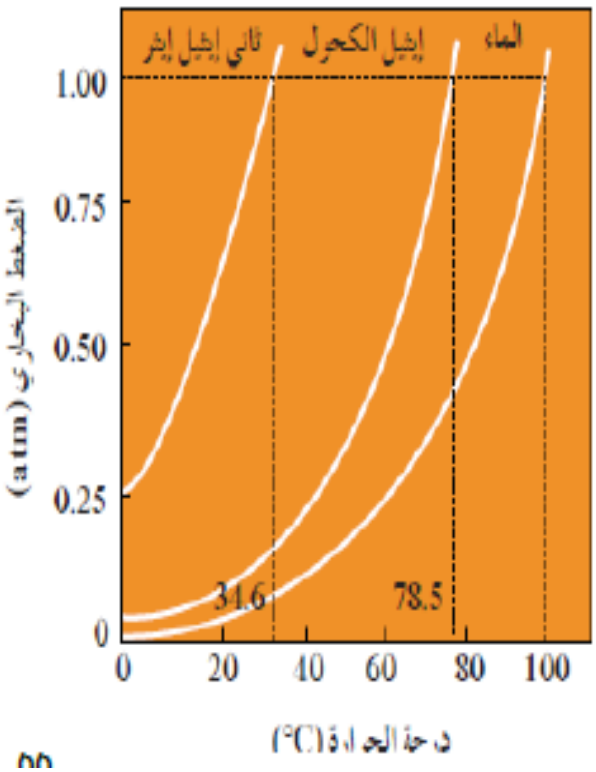
الضغط البخاري للمذيب النقي > الضغط البخاري للمحلول المخفف > الضغط البخاري للمحلول المركز.

أسئلة تطبيقية

❖ ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و (✗) أمام كل إجابة خاطئة :

1. الخواص المجمعة للمحاليل تتأثر بعدد جسيمات المذاب بالنسبة لعدد جزيئات المذيب ولا تتأثر بنوع جسيمات المذاب. ( )
2. الضغط البخاري للمحلول يقل بزيادة تركيز المذاب غير المتطاير فيه. ( )
3. الضغط البخاري للماء أكبر من الضغط البخاري للمحلول المائي للجلوكوز. ( )
4. عند إضافة جليكول الإيثيلين للماء النقي يقل الضغط البخاري للمحلول حيث أن عدد جسيمات المذيب تكون أكثر تواجد على سطح المحلول. ( )
5. الضغط البخاري للماء النقي مساو للضغط البخاري لمحلول الجلوكوز. ( )
6. كلما زاد تركيز المادة الجزيئية في المحلول زاد عدد جسيمات المذاب على سطح المحلول فيزداد الضغط البخاري. ( )

❖ من الشكل المقابل أكمل الفراغات التالية :



1. عند درجة 0 °C السائل الأعلى في الضغط البخاري هو _ _ _ _ _ _ _ _ _
2. الضغط البخاري لإيثيل الكحول عند درجة 78.5 °C يساوي _ _ _ _ _ _ _
3. درجة الحرارة التي يكون عندها الضغط البخاري للماء يساوي 1atm يساوي _ _ _ _ _ _ _ _
4. أكثر السوائل تطايرا هو_ _ _ _ _ _ _ _ _
5. يزداد الضغط البخاري للسوائل _ _ _ _ _ _ درجة الحرارة
6. يزداد الانخفاض في الضغط البخاري للمحلول بزيادة _ _ _ _ _ _ _ المادة المذابة في السائل النقي.

2- الارتفاع في درجة الغليان ΔT_{bp}:

- عند إذابة مادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية (مركب تساهمي) إلى مذيب نقي فإن درجة غليان المذيب تزداد .
- يتناسب مقدار الارتفاع في درجة الغليان ΔT_{bp} تناسبا طرديا مع التركيز المولالي m .

التغير في درجة الغليان ΔT_{bp} :

هو عبارة عن الارتفاع في درجة غليان المذيب.

ثابت الغليان المولالي أو الجزيئي K_{bp} :

هو التغير في درجة غليان محلول تركيزه المولالي واحد لمذاب جزيئي وغير متطاير ووحدته °C / m

- يضاف جليكول الإيثيلين الى الماء في نظام تبريد السيارة في المناطق الحارة؟
  - لأنه مادة غير إلكتروليتية و غير متطايرة فيؤدي الى ارتفاع درجة غليان الماء فيزيد من كفاءة دورة التبريد للمحرك.
- يستخدم التركيز المولالي عند حساب الارتفاع في درجة الغليان و الانخفاض في درجة التجمد ولا يستخدم التركيز المولاري ؟
  - لأن الخواص المجمعة للمحاليل تتأثر بعدد جسيمات المذاب بالنسبة لعدد جزيئات المذيب.

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

- حيث أن :
  - m : هي التركيز المولالي
  - K_{bp} : هي ثابت الغليان و تعتمد على نوعية المذيب ، ووحدته °C / m أو °C.kg / mol
  - التغير في درجة الغليان ΔT_{bp} = درجة غليان المحلول – درجة غليان المذيب النقي.

درجة غليان المحلول المركز > درجة غليان المحلول المخفف > درجة غليان للمذيب النقي

ΔT_{bp} = درجة غليان المحلول − درجة غليان المذيب النقي.

درجة غليان المحلول = ΔT_{bp} + درجة غليان المذيب النقي.

لإيجاد كتلة المذاب :	لإيجاد عدد مولات المذاب:	لإيجاد الكتلة المولية :
$m_s = \frac{\Delta T \times Mwt. \times Kg}{K_{bp}}$	$n = \frac{\Delta T \times Kg}{K_{bp}}$	$Mwt. = \frac{m_s \times K_{bp}}{\Delta T \times Kg}$

لإيجاد التركيز المولالي

$$m = \frac{\Delta T \times Mwt. \times Kg}{K_{bp} \times m_s}$$

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل الفراغات التالية :

1. درجة غليان المحلول المخفف _ _ _ _ _ _ _ درجة غليان المحلول المركز لنفس المذاب والمذيب.
2. درجة غليان الماء النقي _ _ _ _ _ _ _ من درجة غليان المحلول المائي لجليكول الإيثيلين.
3. درجة غليان محلول السكروز الذي تركيزه 0.4 m _ _ _ _ _ _ _ من درجة غليان نفس المحلول الذي تركيزه 0.1 m .
4. الخواص المجمعة للمحاليل تعتمد على _ _ _ _ _ _ _ جسيمات المذاب في كمية معينة من المذيب.
5. إذا كان سكر الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) وسكر السكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$) مادتين غير إلكتروليتين وغير متطايرتين فإن درجة غليان محلول الجلوكوز الذي تركيزه (0.5 m) _ _ _ _ _ _ _ درجة غليان محلول السكروز الذي له نفس التركيز .
6. إذا كانت قيمة ثابت الغليان للماء هي (0.521°C/m) فإن درجة غليان محلول مادة غير إلكتروليتية وغير متطايرة في الماء تركيزه (0.2 m) تساوي °C _ _ _ _ _ _ _.

❖ **احسب درجة غليان محلول الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ الذي تركيزه 1.5 m ، علما بأن ثابت الغليان للماء يساوي**
(Kbp = 0.512°C / m)

❖ **احسب مقدار الارتفاع في درجة غليان محلول يحتوي على 1.25 mol من $C_2H_4(OH)_2$ في 1400g من حمض الأسيتيك ، علما بأن ثابت الغليان للحمض يساوي** K_{bp} = 3.07 °C / m

❖ **ما هي كتلة السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$ اللازمة للذوبان في 1500 g من الإيثانول لرفع درجة الغليان بمقدار** 0.2 °C **علما بأن ثابت الغليان للإيثانول يساوي** K_{bp} = 1.19 °C / m

Mwt . ($C_{12}H_{22}O_{11}$) = 342 g / mol

3- الانخفاض في درجة التجمد ΔT_{Fp}:

- عند إذابة مادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية (مركب تساهمي) إلى مذيب نقي فإن درجة تجمد المذيب تقل .
- يتناسب مقدار الانخفاض في درجة التجمد ΔT_{Fp} تناسبا طرديا مع التركيز المولالي m .

التغير في درجة التجمد ΔT_{fp} :

هو عبارة عن الانخفاض في درجة تجمد المذيب.

ثابت الغليان المولالي أو الجزيئي K_{fp} :

هو التغير في درجة تجمد محلول تركيزه المولالي واحد لمذاب جزيئ وغير متطايرو وحدته °C / m

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

➢ حيث أن :

- m : هي التركيز المولالي
- K_{fp} هي ثابت التجمد و تعتمد على نوعية المذيب ، وحدته °C / m أو °C.kg / mol
- التغير في درجة التجمد ΔT_{fp} = درجة تجمد المذيب النقي – درجة تجد المحلول.

درجة تجمد للمذيب النقي > درجة تجمد المحلول المخفف > درجة تجمد المحلول المركز.

- تضطر السلطات بالدول التي تنخفض فيها درجات الحرارة الى ما دون الصفر لرش الطرقات بالملح الصلب . علل.
- لخفض درجة تجمد الماء ومنع تكون الجليد على الطرق مما يحد من حوادث الانزلاق.

ΔT_{fp} = درجة تجمد المذيب النقي – درجة تجمد المحلول.

درجة تجمد المحلول = درجة تجمد المذيب النقي - ΔT_{fp}

لإيجاد كتلة المذاب :	لإيجاد عدد مولات المذاب:	لإيجاد الكتلة المولية :
$m_s = \frac{\Delta T \times Mwt. \times Kg}{K_{fp}}$	$n = \frac{\Delta T \times Kg}{K_{fp}}$	$Mwt. = \frac{m_s \times K_{fp}}{\Delta T \times Kg}$

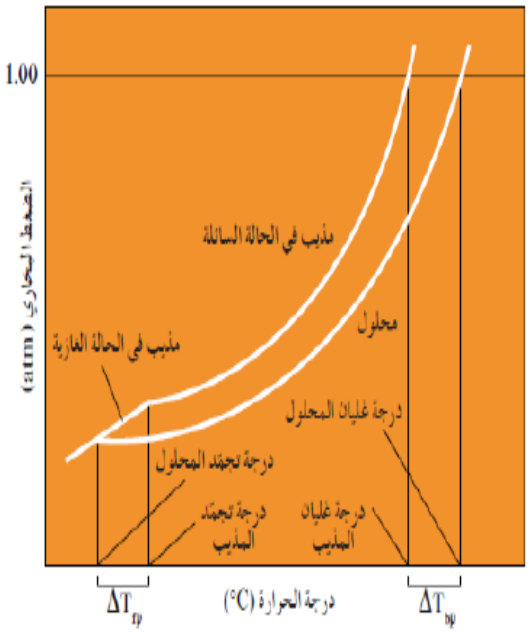
لإيجاد التركيز المولالي

$$m = \frac{\Delta T \times Mwt. \times Kg}{K_{fp} \times m_s}$$

أسئلة تطبيقية

➢ أكمل الفراغات التالية :

1. مقدار الانخفاض في درجة تجمد محلول تركيزه 0.4 m من مادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية في الماء _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ من الانخفاض في درجة تجمد محلول تركيزه 0.2 m من نفس المادة .
2. درجة تجمد محلول تركيزه 0.4 m من مادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية في الماء من _ _ _ _ _ _ _ _ من درجة تجمد محلول تركيزه 0.2 m من نفس المادة .
3. إذا كانت قيمة ثابت التجمد للماء هي 1.86 °C / m فإن درجة تجمد محلول لمادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية في الماء تركيزه 0.1 تساوي _ _ _ _ _ _ _ _ _.
4. درجة تجمد المحلول المخفف _ _ _ _ _ _ درجة تجمد المحلول المركز لنفس المذيب و المذاب .
5. درجة تجمد محلول يحتوي على 1.4 mol من الجليسرول في 1750 g من الماء علما بأن ثابت التجمد للماء يساوي 1.86°C / m تساوي _ _ _ _ _ _ _ _ _ .



❖ من الشكل المقابل أكمل الفراغات التالية :

1. درجة غليان المحلول _ _ _ _ _ _ من درجة غليان المذيب النقي .
2. درجة تجمد المحلول _ _ _ _ _ _ من درجة تجمد المذيب النقي.
3. مقدار الإرتفاع في درجة غليان المحلول_ _ _ _ _ _ _ من مقدار الإرتفاع في درجة غليان المذيب النقي.
4. مقدار الانخفاض في درجة تجمد المحلول _ _ _ _ _ _ من مقدار الإنخفاض في درجة تجمد المذيب النقي.

➢ اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي :

1. محلول السكر الذي له أعلى درجة تجمد هو الذي تركيزه:

❒ 1 m ❒ 2 m ❒ 0.5 m ❒ 0.1 m

2. مادة جليكول الإيثيلين هي مادة تضاف الى ماء راديياتير السيارة لمنع تجمد الماء في المناطق الباردة فإن أفضل تركيز لمحلول هذه المادة في راديياتير السيارة للعمل بكفاء عالية هو:

❒ 3 m ❒ 2 m ❒ 0.5 m ❒ 0.1 m

❖ **تنخفض درجة تجمد الماء إلى** $-0.390\ ^\circ C$ **عندما يذاب** $3.9\ g$ **من مذاب جزيئي و غير متطاير في** $475\ g$ **من الماء ، احسب الكتلة المولية للمذاب علما بأن ثابت التجمد للماء يساوي** $1.86\ ^\circ C / m$

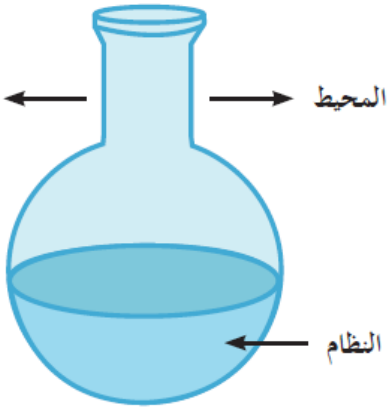
❖ **احسب درجة تجمد محلول عند إذابة** $12\ g$ **من رابع كلوريد الكربون في** $750\ gm$ **بنزين عطري درجة تجمده** $5.48\ ^\circ C$ **علما بأن كتلته المولية** $154\ g/mol$ **و** $k_{fb} = 5.12^\circ C / m$

❖ **محلول يحتوي على** $16.9\ g$ **من مركب جزيئي وغير متطاير في** $250\ g$ **من الماء، ودرجة تجمده** $-0.744\ ^\circ C$ **، ما هي الكتلة المولية للمذاب ، علما بأن ثابت التجمد للماء يساوي** $1.86\ ^\circ C / m$

الوحدة الثالثة: الكيمياء الحرارية

1- التغيرات الحرارية

- الكيمياء الحرارية تهدف لتقدير كميات الطاقة المتبادلة خلال التفاعل من خلال طرق مناسبة لحساب كمية الطاقة أو الحرارة و ذلك من خلال فهم النظام والمحيط و الحرارة وغيرها من المصطلحات.



- النظام يتألف من مجموعة من الأجسام المادية التي تتفاعل مع بعضها. والتي يمكن أن تكون مادة نقية أو خليط سواء كان في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية.
- يتألف النظام من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل.
- المحيط يمكن أن يكون أنبوب اختبار أو دورق أو وعاء .

الكيمياء الحرارية:

من أهم فروع الكيمياء الفيزيائية التي تهتم بدراسة التغيرات الحرارية التي تر افق التفاعلات الكيميائية.

النظام:

هو جزء من المحيط الفيزيائي الذي هو موضع الدراسة وهو مجموعة أجسام مادية تتفاعل فيما بينها بطريقة تعكس نمطاً معيناً في بنية العالم المادي.

المحيط:

هو ما تبقى من الفضاء الذي يحيط بالنظام.

الحرارة:

هي الطاقة التي تتدفق داخل النظام أو خارجه بسبب وجود اختلاف في درجة الحرارة بين النظام ومحيطه.

2- أنواع التفاعلات الحرارية:

1- التفاعلات الكيميائية اللا حرارية:

التفاعلات الكيميائية اللاحرارية:

هي تفاعلات تكون فيها كمية الحرارة اللازمة لتفكيك الروابط في جزيئات المتفاعلات متساوية مع كمية الحرارة اللازمة لتكوين الروابط في النواتج.

- كمثل تفاعل حمض الأسيتيك مع الإيثانول لإنتاج الإستر مع الماء، وتكون قيمة التغير في الإنثالبي لها $\Delta H = 0$

$$CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(aq)} \rightarrow CH_3COOC_2H_{5\,(aq)} + H_2O_{(l)}$$

2- التفاعلات الكيميائية الطاردة للحرارة:

التفاعلات الكيميائية الطاردة للحرارة:

تفاعلات ينتج عنها طاقة يمتصها المحيط خارج النظام.

- كمثل إذابة ملح هيدروكسيد الصوديوم في الماء التي ينتج عنها طاقة حرارية يمتصها المحيط .

☒ للتعبير عن التفاعلات الطاردة للحرارة من خلال المعادلة :

$$HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl + \mathbf{heat}$$

$$NaOH_{(s)} + H_2O_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} + 56\ kJ$$

$$2H_{2\,(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -483.6 kJ$$

- الحرارة تكون أحد النواتج.
- تنتج طاقة كأحد النواتج.
- قيمة التغير في الإنثالبي يكون لها إشارة سالبة.

3- التفاعلات الكيميائية الماصة للحرارة:

التفاعلات الكيميائية الماصة للحرارة:

تفاعلات يمتص فيها النظام طاقة من المحيط .

- كمثل تفاعل الكربون والهيدروجين في الظروف القياسية لتكوين غاز الإيثاين حيث يمتص النظام حرارة من محيطه.

☒ للتعبير عن التفاعلات الماصة للحرارة من خلال المعادلة:

$$2C_{(s)} + H_{2\,(g)} + \mathbf{heat} \rightarrow C_2H_{2(g)}$$

$$2C_{(s)} + H_{2\,(g)} + 227KJ \rightarrow C_2H_{2(g)}$$

$$2H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2\,(g)} \qquad \Delta H = +483.6\ KJ$$

- الحرارة تكون أحد المتفاعلات.
- تلزم طاقة لتفكيك المتفاعلات.
- قيمة التغير في الإنثالبي يكون لها إشارة موجبة.

3- حرارة التفاعل تحت ضغط ثابت / التغيير في الإنثالبي ΔH :

- تتم التفاعلات في أوعية مفتوحة ويكون لها ضغط يساوي الضغط الجوي تقريبا وحيث أن الضغط الجوي لا يتغير تحت الظروف نفسها، بالتالي تمثل حرارة التفاعل **بالتغيير في الإنثالبي** ΔH .
- **وحدة قياس** كمية الحرارة هي الكيلو جول KJ .
- تسمى H بالإنثالبي أو المحتوى الحراري **ولا يمكن قياسها** لنظام ما مباشرة.
- ΔH تسمى التغير في الإنثالبي أو التغير في المحتوى الحراري ويتم حسابها كالاتي :

حرارة التفاعل:

- كمية الحرارة التي تنطلق أو تمتص عندما يتفاعل عدد من المولات للمواد المتفاعلة بعضها مع بعض خلال تفاعل كيميائي لتتكون مواد ناتجة.
- **أو هي** محصِّلة تغيّرات الطاقة الناتجة عن تحطّم الروابط الكيميائية في الموادّ المتفاعِلة وتكوين روابط جديدة في الموادّ الناتجة

التغير في المحتوى الحراري ΔH :

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة خلال تفاعل كيميائي تحت ضغط ثابت.

التغير في الإنثالبي = التغير في الإنثالبي للنواتج − التغير في الإنثالبي للمتفاعلات

$$\Delta H_{reaction} = \Delta H_{products} - \Delta H_{reactants}$$

➢ في تفاعل **إنتاج** الماء: $H_{2\,(g)} + {}^{1}/_{2}O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -285.8$ kJ/ mol

- يكون التفاعل طارد للحرارة حيث أن ΔH لها قيمة سالبة.
- أي أن المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة أكبر من المحتوى الحراري للمواد الناتجة وهذا يدل على أن التفاعل طارد للحرارة وتكون ΔH لها قيمة سالبة.

➢ في تفاعل **تفكك** جزئ الماء: $H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2\,(g)} + {}^{1}/_{2}O_{2\,(g)}$ $\Delta H = 285.8$ kJ/ mol

- يكون التفاعل ماص للحرارة حيث أن ΔH لها قيمة موجبة.
- أي أن المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة أقل من المحتوى الحراري للمواد الناتجة وهذا يدل على أن التفاعل ماص للحرارة وتكون ΔH لها قيمة موجبة.

- التغير في الإنثالبي للتفاعلات الطاردة للحرارة تكون بإشارة سالبة (أقل من الصفر) ؟

– لأن مجموع المحتويات الحرارية للمواد الناتجة أقل من مجموع المحتويات الحرارية للمواد المتفاعلة لذلك يطرد النظام الحرارة إلى الوسط المحيط .

- التغير في الإنثالبي للتفاعلات الماصة للحرارة تكون بإشارة موجبة (أكبر من الصفر) ؟

– لأن مجموع المحتويات الحرارية للمواد الناتجة أكبر من مجموع المحتويات الحرارية للمواد المتفاعلة لذلك يمتص النظام الحرارة من الوسط المحيط.

- التغير في الإنثالبي للتفاعلات اللاحرارية يساوي صفر؟

– لأن الطاقة اللازمة لتفكيك الروابط بين جزيئات المواد المتفاعلة تساوي الطاقة المنطلقة عند تكوين الروابط بين جزيئات المواد الناتجة و تكون ($\Delta H = 0$) لذلك يسمى تفاعل لاحراري .

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها علمياً:

1. في تفاعل ما إذا كانت قيمة ΔH (متفاعلات) أكبر منΔH (نواتج) فإن قيمة ΔHr لهذا التفاعل لها إشارة _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ و يكون هذا التفاعل من النوع _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ للحرارة .
2. في تفاعل ما إذا كانت قيمة ΔH (متفاعلات) أقل منΔH (نواتج) فإن قيمة ΔHr لهذا التفاعل لها إشارة _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ و يكون هذا التفاعل من النوع _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ للحرارة .
3. في التفاعلات الكيميائية الماصة للحرارة يكون التغير في الإنثالبي للمواد المتفاعلة _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

❖ اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1- في تفاعل ما إذا كانت كمية الحرارة المصاحبة لتفكيك الروابط في جزيئات المتفاعلات أكبر من كمية الحرارة المصاحبة لتكوين الروابط في النواتج فإن هذا التفاعل يكون

❒ من التفاعلات الكيميائية الطاردة للحرارة. ❒ من التفاعلات الكيميائية الماصة للحرارة.

❒ من التفاعلات الكيميائية التي لا ينطبق عليها . ❒ من التفاعلات الكيميائية اللاحرارية.

2- في التفاعلات الطاردة للحرارة يكون :

❐ قيمة التغير في الإنثالبي أكبر من الصفر.

❐ قيمة التغير في الإنثالبي أقل من الصفر.

❐ قيمة التغير في الإنثالبي مساوية الصفر.

❐ قيمة التغير في الإنثالبي سالبة أو موجبة.

3- إذا كانت (ΔH) لتفاعل ما لها إشارة موجبة فإن التفاعل :

❐ لا حراري.

❐ لا يتبادل الحرارة مع المحيط.

❐ طارد للحرارة.

❐ ماص للحرارة.

4- في التفاعل التالي : $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890\ kJ$

❐ يطرد النظام الحرارة إلى محيطه .

❐ يمتص النظام الحرارة من محيطه.

❐ النظام لا يطرد ولا يمتص الحرارة .

❐ لا تتغير درجة حرارة النظام .

.

4- أشكال حرارة التفاعل ΔH

1- حرارة التكوين القياسية ΔH°_f:

☒ يشترط لحرارة التكوين القياسية أن:

- تكون لمول واحد من المركب الناتج .
- تكون المواد المتفاعلة عناصر أولية.
- تكون العناصر المتفاعلة في حالتها القياسية .

➢ يمكن لحرارة التكوين ΔH°_f أن تكون لها قيمة موجبة أو سالبة.

حرارة التكوين القياسية ΔH°_f:

التغير في المحتوى الحراري المصاحب لتكوين مول واحد من المركب انطلاقا من عناصره الأولية و أن جميع المواد تكون في حالتها القياسية عند 25 °C.

- تذكر أن المحتوى الحراري لأي عنصر في حالته القياسية يساوي صفر.

العناصر السائلة	العناصر الغازية	العناصر الصلبة
Hg , Br_2	Cl_2 , O_2 N_2 , H_2	S , I_2 , C , P . $C_{graphite}$, Na , K , Fe

➢ كمثل :

1. $H_{2\,(g)} + {}^1/_2 O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\quad \Delta H^\circ_f = -285.8\ kJ/mol$

2. $C_{(s)} + {}^1/_2\ O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{(g)}$ $\quad \Delta H^\circ_f = -110\ kJ/mol$

لاحظ أن: المواد المتفاعلة جميعها في حالتها القياسية و أن مول واحد تكون من المواد الناتجة.

2- حرارة الاحتراق القياسية:

☒ يشترط لحرارة الاحتراق القياسية أن:

- تكون لمول واحد من المادة المحترقة سواء عنصر أو مركب في حالته القياسية.
- يكون الاحتراق احتراقا تاما في وجود الهواء الجوي أو كمية وافرة من الاكسجين في الظروف القياسية.
- حرارة الاحتراق ΔH° دائما منطلقة ولها إشارة سالبة.

حرارة الاحتراق القياسية :

هي كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة (عنصرية أو مركبة) احتر اقا تاما في وفرة من الأكسجين أو الهواء الجوي عند 25°C وتحت ضغط يعادل 1atm .

➢ تذكر أن احتراق الكربون يكون تام عند تكون غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 .

➢ كمثل :

1. $CO_{(g)} + {}^1/_2\ O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H^{\circ} = -393.5\ kJ/mol$
2. $CH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\quad \Delta H^{\circ} = -890\ kJ/mol$

5- العلاقة بين حرارة التكوين القياسية وحرارة الاحتراق القياسية

- حرارة التكوين القياسية قد تساوي حرارة الاحتراق القياسية إذا توافرت شروط كل من حرارة الاحتراق والتكوين.

➢ حرارة التكوين القياسية للماء تساوي حرارة الاحتراق القياسية للهيدروجين. علل.

$$H_{2(g)} + {}^1/_2\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H^{\circ}_f = -285KJ$$

– لأنه عند تكوين 1 مول من الماء من عناصره الأولية في الظروف القياسية يلزم حرق 1 مول من الهيدروجين حرقا تاما في كمية وافرة من الاكسجين.

➢ حرارة التكوين القياسية لأكسيد الألمنيوم ضعف حرارة الاحتراق القياسية للألمنيوم. علل.

$$2\,Al_{(s)} + {}^3/_2\ O_{2\,(g)} \rightarrow Al_2O_{3\,(s)} \quad \Delta H^{\circ}_f = -285.8\ kJ/mol$$

– لأنه عند تكوين مول واحد من أكسيد الألمنيوم من عناصره الأولية في حالتها القياسية يحترق مولين من الألمنيوم احتراقا تاما مع انطلاق نفس كمية الحرارة.

- يمكن تسمية التغير الحراري المصاحب للتفاعل التالي حرارة احتراق قياسية للكربون و كذلك يسمى حرارة التكوين القياسية لثاني أكسيد الكربون. علل.

$$C_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{f} = -393.5KJ\backslash mol$$

- يمكن تسميته حرارة احتراق قياسية للكربون لأن مول واحد من الكربون احترق تماما في وجود وفرة من الأكسجين , و يسمى كذلك حرارة التكوين القياسية لثاني أكسيد الكربون لتكون مول واحد منه من اتحاد عناصره الأولية و هي الكربون الصلب و الأكسجين الغاز في الظروف القياسية .

- التغير الحراري المصاحب للتفاعل التالي يعتبر حرارة تكوين قياسية لغاز CO ولا يعتبر حرارة احتراق قياسية للكربون. علل

$$C_{(S)} + {}^{1}/_{2}\, O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{f} = -110KJ\backslash mol$$

- يعتبر حرارة تكوين قياسية لغاز CO لتكون مول واحد منه من اتحاد عناصره الأولية في ظروف القياسية , ولا يعتبر حرارة احتراق قياسية للكربون لأنه لم يحترق تماما و لأن الاحتراق التام ينتج عنه CO_2

- التغير الحراري المصاحب للتفاعل التالي لا يعتبر حرارة تكوين قياسية ليوديد الهيدروجين

$$H_{2(g)} + I_{2(S)} \rightarrow 2HI_{(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{f} = +51.8KJ$$

- لتكون مولان من الغاز من اتحاد عناصره الأولية في حالتها القياسية

أسئلة تطبيقية

❖ أكمل الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها علمياً:

1. $C_{(S)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)}$, $\Delta H^\circ = -393.5$ kJ/mol

- يعتبر حرارة _____ وحرارة : _____

2. $C_{(S)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$ $\Delta H^\circ = -110$ kJ /mol

- يعتبر حرارة _____ و لا يعتبر حرارة : _____

3. $\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}I_{2(S)} \rightarrow HI_{(g)}$ $\Delta H^\circ = +25.9$ kJ /mol

- يعتبر حرارة _____ و لا يعتبر حرارة : _____

➢ يمثل التفاعل التالي احتراق الميثان :

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890\ KJ$$

- احسب كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق 1.5 مول من الميثان .

احتراق 1 mol يعطي -890 KJ

احتراق 1.5 mol يعطي X KJ

$$X = \frac{1.5 \times -890}{1} = -1335 \text{ kj}$$

- احسب كمية الحرارة المنطلقة من احتراق 48 جرام من الميثان .

علما بأن (C =12 , H = 1)

الكتلة المولية لغاز الميثان $Mwt = (1 \times 12) + (4 \times 1) = 16$ g/mol

عدد مولات غاز الميثان $n = \frac{48}{16} = 3$ mol

$$\Delta H = \frac{3 \times -890}{1} = -2670 \text{ kj}$$

❖ أكمل الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها علمياً:

1. من التغير التالي : $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$, $\Delta H = -3340kJ$

فإن حرارة الاحتراق القياسية للألومنيوم تساوي _____ kJ/mol .

2. من المعادلة الحرارية التالية: $2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(s)}$, $\Delta H = -847.8$ kJ فإن كمية الحرارة

الناتجة من تفاعل 13.5 g من الألومنيوم (Al=27) تساوي _____ kJ

3. إذا كانت حرارة الاحتراق القياسية لغاز الإيثان($C_2H_6 = 30$) تساوي -1560 kJ/mol ، فإن كمية الحرارة

المنطلقة عند احتراق (15 g) من غاز الإيثان تساوي _____ kJ .

4. إذا كانت حرارة احتراق (20 g) من الكالسيوم (Ca = 40) تساوي -318 kJ ، فإن حرارة التكوين القياسية

أكسيد الكالسيوم CaO تساوي _____ kJ/mol.

❖ أكتب المعادلة الكيميائية الحرارية الموزونة الدالة على التفاعلات التالية :

1. تكوين مول واحد من غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3 علما بأن $\Delta H^\circ_f = -395kj/mol$.

_____

2. تفاعل غاز أول أكسيد الكربون مع غاز الأكسجين لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون علما بأن حرارة التفاعل القياسية ΔH° لهذا التفاعل تساوي -566 kj .

_____

6- قانون هس

1- معظم التفاعلات تحدث على خطوات متتالية بحيث يصعب تحديد كل خطوة على حدة بطريقة مباشرة.

2- تكون قيمة التغير في الإنثالبي لأي تفاعل كيميائي ثابتة عند ثبوت الضغط و الحرارة سواء حدث التفاعل على خطوة أو عدة خطوات.

قانون هس:

حرارة التفاعل الكيميائي تساوي قيمة ثابتة سواء حدث التفاعل مباشرة خلال خطوة واحدة أو خلال عدة خطوات.

قانون هس للجمع الحراري:

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

➤ لحساب ΔH° لعملية تحول الماس إلى جرافيت:

$$C_{(diamond)} \rightarrow C_{(graphite)} \quad , \Delta H^\circ = ???$$

– نستخدم قانون هس للجمع الحراري للمعادلات التالية :

1. $C_{(diamond)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \Delta H^\circ = -395.4\ Kj$
2. $C_{(graphite)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \Delta H^\circ = -393.5\ kJ$
3. $CO_{2(g)} \rightarrow C_{(graphite)} + O_{2(g)} \quad , \Delta H^\circ = +393.5\ kJ$

– بجمع المعادلة 1 و 3 للحصول على المعادلة المطلوبة :

$$C_{(diamond)} + \cancel{O_{2(g)}} \rightarrow \cancel{CO_{2(g)}} \quad , \Delta H^\circ = -395.4\ Kj$$

$$\cancel{CO_{2(g)}} \rightarrow C_{(graphite)} + \cancel{O_{2(g)}} \quad , \Delta H^\circ = +393.5\ kJ$$

$$C_{(diamond)} \rightarrow C_{(graphite)} \quad , \Delta H^\circ = -1.9\ KJ$$

➤ نلاحظ أن عملية تحول الماس إلى جرافيت طاردة للحرارة.

أسئلة تطبيقية

➢ باستخدام المعادلات الحرارية التالية :

1. $2Al + {}^{3}/_{2}O_2 \rightarrow Al_2O_3 \qquad \Delta H^0 = -1669.8\ KJ$

2. $2Fe + {}^{3}/_{2}\ O_2 \rightarrow Fe_2O_3 \qquad \Delta H^0 = -822.1\ KJ$

– أحسب التغير في المحتوي الحراري لتفاعل الحديد مع الألمونيوم للتفاعل التالي :

$$2Al + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe + Al_2O_3 \qquad \Delta H^0 = ??$$

- بضرب التفاعل رقم 2 في -1 مع عكس إشارة ΔH

3. $Fe_2O_3 \rightarrow 2\ Fe + {}^{3}/_{2}\ O_2 \qquad \Delta H^0 = 822.1\ KJ$

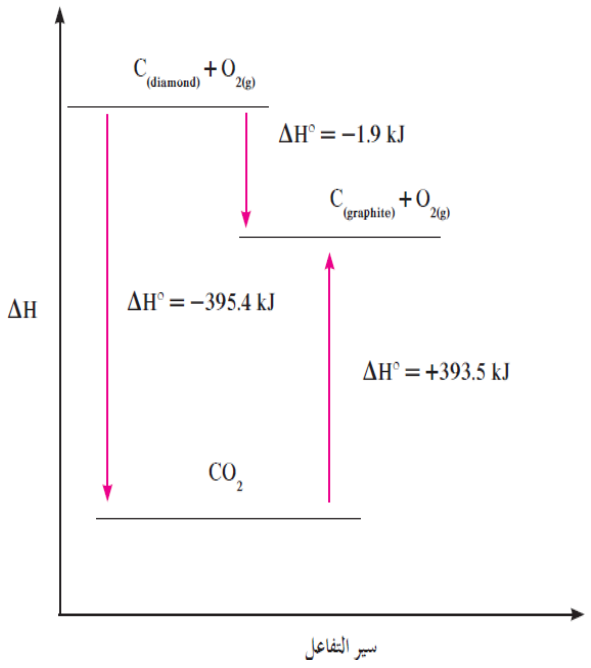
- بجمع المعادلتين 1 و 3 :

$2Al + {}^{3}/_{2}O_2 \rightarrow Al_2O_3 \qquad \Delta H^0 = -1669.8\ KJ$

$Fe_2O_3 \rightarrow 2\ Fe + {}^{3}/_{2}O_2 \qquad \Delta H^0 = 822.1\ KJ$

$$2Al + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe + Al_2O_3 \qquad \Delta H^0 = -847.7\ KJ$$

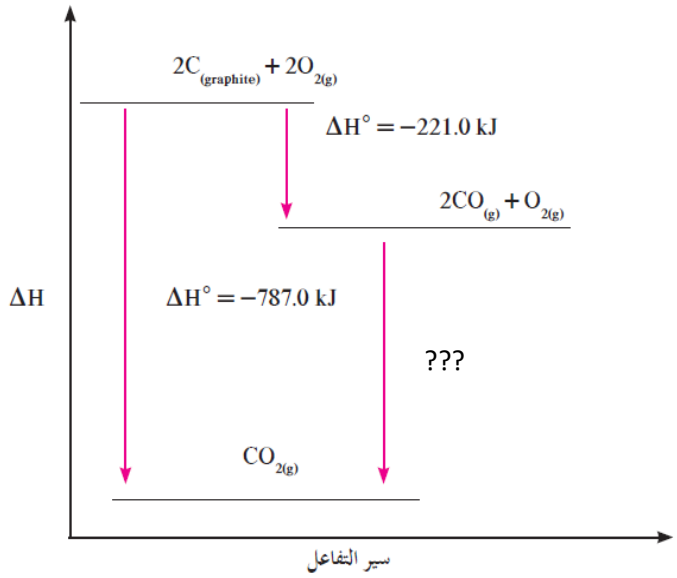
❖ من الشكل المقابل : أستنتج ما يلي



– قيمة ΔH^0 المصاحبة لتحول الماس إلى جرافيت هي

– قيمة ΔH^0 المصاحبة لتحول الجرافيت إلى الماس هي

– المعادلة الحرارية التي تمثل احتراق الماس:



❖ من الشكل المقابل عين التغيّر في الإنثالبي لتفاعل أوّل أكسيد الكربون مع الأكسجين :

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$$