

تجارب

5



CHEMISTRY

الكيمياء



اعداد الاستاذ

هشام بن الغزالي

953



1 0953





## قناة تعليمية تقدم لكم

1

الملازم الدراسية والوزارية

2

المراجعات المركزة

3

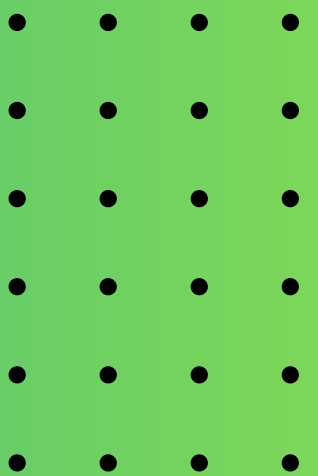
الكتب المنهجية

4

الامتحانات والملخصات الدراسية

5

الاخبار مع التحفيزات والنصائح



Telegram Bot



@EDIRQBot

Telegram Channel



@SadsHelp

Telegram Group



@SadsGroup



## الفصل الاول

### تطور المفهوم الذري

#### المقدمة

1-1

كيف وصفت نظرية دالتون للذرة؟

س

أوضح دالتون في نظريته أن الذرة غير قابلة للانقسام لكن من خلال تجارب التفريغ الكهربائي أصبح ممكناً تجزئة الذرة الى دقائق أصغر ... أي أن الذرة قابلة للتجزئة .

الاجواب

#### اكتشاف الالكترن

2-1

كيف تم اكتشاف الالكترن؟

س

في انبوبة تفريغ كهربائي تحتوي غاز الهيدروجين عند وضع حاجز مغطى بكبريتيد الخارصين ولوح معدني قرب الكاثود به شق ضيق مستطيل ، عند امرار تيار كهربائي نرى خطأ مضيئاً عبر الحاجز ، يمكن تفسيره بأن حزمة أو أشعة تنبعث من الكاثود نحو الأنود أما الشق المستطيل فيسمح بسريران هذه الحزمة الضيقة من خلاله . وعند تقرب قطب الشمال المغناطيسي من ناحية الأنبوب يتقوس الخط المضيء إلى الأسفل وإذا قربنا القطب الجنوبي يتقوس نحو الأعلى ، ويدل الانحراف على أن اشعة الكاثود مشحونة بشحنة كهربائية سالبة سميت هذه الجسيمات بالإلكترونات .

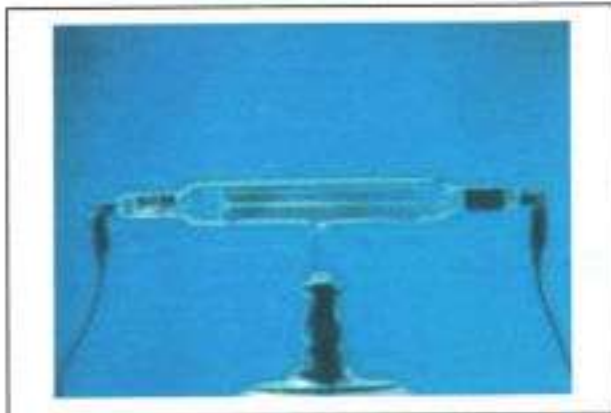
الاجواب

صف نموذج انبوب التفريغ الكهربائي مع الرسم ؟

س

هو انبوبة زجاجية تحتوي غاز الهيدروجين تحت ضغط منخفض بحاجز مغطى بكبريتيد الخارصين ولوح معدني قرب الكاثود به شق ضيق مستطيل ، ويكون قطبيه الموجب (الانود) والسالب (الكاثود) مربوطين بمصدر كهربائي

الاجواب







ما هي خواص الأشعة الكاثودية ؟

تمرين 1-1

- 1 تسير بخطوط مستقيمة من القطب السالب باتجاه القطب الموجب .
- 2 تتكون من دقائق مادية ذات كتلة متناهية في الصغر وتسير بخطوط مستقيمة .
- 3 تتأثر بالمجال الكهربائي وتنجذب نحو القطب الموجب مما يدل على أنها سالبة .
- 4 تتأثر بالمجال المغناطيسي .
- 5 تؤين الوسط الذي تمر فيه .

الجواب

تسير الاشعة الكاثودية باتجاه الانود؟

علل

لأنها تحمل شحنة سالبة.

الجواب

تسمى الاشعة الكاثودية بهذا الاسم؟

علل

لأنها تنبثق من الكاثود وتتجه الى الأنود .

الجواب

اكتشاف البروتون

3-1

كيف تم اكتشاف البروتون؟

س

أثبت جولدشتاين أن الجسيمات الموجبة أيضاً تتكون في انبوب التفريغ الكهربائي ، يتكون الأنبوب من معدن محفور فيه ثقب مع وجود حاجز كاشف ، عند مرور تيار كهربائي يتكون خط مضيء لأن الإلكترونات المنبعثة من الكاثود تنجذب نحو الأنود وبسبب وجود غاز الهيدروجين في الأنبوب سوف تصطم الإلكترونات بالذرات المتعادلة للغاز . وقد يؤدي هذا الاصطدام إلى طرد الإلكترونات الأخرى بعيداً عن الذرات المتعادلة فتتخلف جسيمات موجبة متبقية في هذا المكان يلتقط أغلبها الإلكترونات وتصبح متعادلة ، وينزلق بعض الجسيمات الموجبة من خلال الثقب الى منطقة خلف الكاثود ولذا تسمى ( إشعة القناة ) ، وقد لوحظ أن الجسيمات هذه أثقل من الإلكترونات في الكتلة وقد سميت فيما بعد البروتونات .

الجواب

هي حزمة من جسيمات تنبثق عندما تنزلق الجسيمات الناتجة عن طرد الإلكترونات من ذرات الغاز المتعادلة من خلال ثقب في المعدن الى منطقة خلف الكاثود وتتأثر بالمجال الكهربائي والمغناطيسي ولها شحنة موجبة وسالبة وكتلتها تعتمد على نوع الغاز في انبوبة التفريغ .

إشعة القناة







ما هي خواص أشعة القناة ( الأنود ) ؟

س

الاجواب

- 1 تنجذب نحو القطب السالب مما يدل على أنها موجبة الشحنة .
- 2 ذات كتلة وسرعة مما يدل على أنها دقائق مادية وتعتمد كتلتها على نوع الغاز الموجود في أنبوب التفريغ الكهربائي .
- 3 تتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي .

إيجاد نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته

4-1

كيف تم إيجاد نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته؟

س

الاجواب

استخدم ثومسون أنبوبة الأشعة الكاثودية في تحديد نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته، حيث وجد أن هذه الأشعة تنحرف عن مسارها تحت تأثير المجال المغناطيسي ثم تعود إلى مسارها الأصلي عند تسليط مجال كهربائي مساوي في الشدة للمجال المغناطيسي، ومن معرفة شدة المجالين الكهربائي والمغناطيسي يمكن حساب النسبة والتي تساوي  $1.76 \times 10^{11} \text{ C / Kg}$ .

تعيين شحنة الإلكترون

5-1

كيف تم تعيين شحنة الإلكترون؟

س

الاجواب

وضع مليكان قطرات زيتية مشحونة بشحنة سالبة بين قطبين كهربائيين ، فلاحظ أن القطب الموجب في الأعلى يحاول جذب القطرات سالبة الشحنة ، وفي نفس الوقت تحاول القطرات النزول للأسفل بفعل الجاذبية الأرضية وهنا عند استقرار القطرات في الوسط تمكن مليكان من حساب الشحنة المحمولة وهي  $(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$  لأن القطرات يمكن أن تشحن بأكثر من شحنة واحدة سالبة .

كيف يمكن حساب كتلة الإلكترون؟

س

الاجواب

من معرفة نسبة الشحنة إلى الكتلة وكما يلي :-

كتلة الإلكترون =  $\frac{\text{شحنة الإلكترون التي أوجدها مليكان}}{\text{نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته التي أوجدها ثومسون}}$

$$\frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{1.76 \times 10^{11} \text{ C / Kg}} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$$







## اكتشاف النواة

6-1

أفترض ثومسون أن الذرة كرة موجبة الشحنة مغمورة فيها الإلكترونات السالبة وقد استنتج أن الجزء الأكبر من كتلة الذرة يجب أن يرتبط بالمنطقة الكروية الموجبة ، من أجل ذلك تفحص رذرفورد نموذج ثومسون من تشتت دقائق ألفا بواسطة شرائح رقيقة من المعدن ، من المفروض أن الطاقة العالية لدقائق ألفا تجعل مسارها مستقيماً عند نفاذها من المعدن لأن الشحنة والكتلة موزعتان بالتساوي ، وبالفعل فإن 99 % من الدقائق اخترقت الشريحة وقد انحرف قسم منها بحدة وانعكس بعضها الآخر على طول مسارها.

لمن ينسب اكتشاف نواة الذرة

تمرين 2-1

ينسب اكتشاف نواة الذرة الى العالم رذرفورد

الجواب

علل / قصور نموذج ثومسون حول مفهوم البناء الذري؟

س

لأنه لم يستطع تفسير الانحرافات الناتجة من تشتت دقائق ألفا عند اصطدامها بالمعدن ، حيث أنه تصور أن الذرة كرة مغمورة فيها الإلكترونات السالبة .

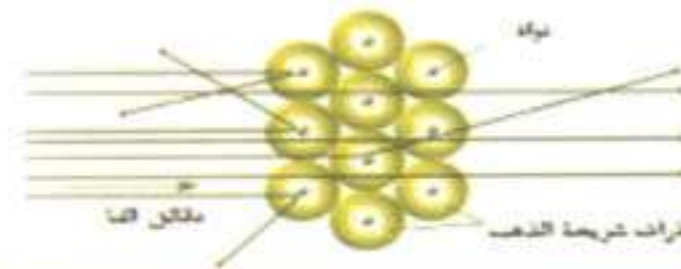
الجواب

ما الذي توصل إليه رذرفورد من خلال تجاربه؟

س

توصل رذرفورد إلى أن الذرة لها نواة تتمركز فيها الشحنة الموجبة وكتلتها وقطر هذه النواة يعادل  $10^{-13}$  cm وللذرات اقطار تعادل تقريباً 100000 مرة بقدر قطر النواة وأن معظم حجم الذرة فراغ تشغله الإلكترونات .

الجواب



الشكل 7-1

نموذج لتجربة رذرفورد

## اكتشاف العدد الذري

7-1

ما هو العدد الذري ومن الذي اكتشف العدد الذري

س

تم اكتشاف العدد الذري من قبل العالم موزلي عام 1913 والذي يمثل عدد البروتونات الموجودة في نواة ذرة العنصر .

مكتبة المساع  
@SadsHelp





## اكتشاف النيوترون

8-1

كيف تم اكتشاف النيوترون؟



قام شادويك بقذف شريحة رقيقة من البريليوم فتولدت أشعة تشبه أشعة كاما ذات طاقة عالية من شريحة المعدن وهي تمثل النيوترونات التي تكون متعادلة الشحنة وكتلتها تعادل تقريبا كتلة البروتون .

عدد الكتلة (A): هو مجموع البروتونات والنيوترونات في نواة العنصر

## ترتيب الإلكترونات في الذرة

9-1

كما درسنا سابقاً أن الإلكترونات تتعرض لقوة جذب النواة عند دورانها لكن هذا النموذج لم يتطرق إلى فقدان الطاقة الناتجة من الدوران بفعل الجاذبية ، ولعل هذا هو سر فشل نموذج رذرفورد.

فسر سبب فشل نموذج رذرفورد في البناء الذري؟



لأنه تصور أن الإلكترونات عندما تدور حول النواة تنجذب نحوها تدريجياً في مسار حلزوني و تبعث طاقة بشكل طيف مستمر أشبه ما يكون بطيف الأشعة الشمسية ، وفي الحقيقة فإن هذا لا يحدث لأنه يعني انهيار الذرات وبما أن الذرات مستقرة في بنائها الذري فقد تطلب الأمر البحث عن نظريات أكثر شمولية .

## الإشعاع الكهرومغناطيسي

10-1

هو إشعاع ذو طبيعة موجية تشبه الأمواج المتشكلة فوق سطح الماء عندما يلقي فيه حجر، ويتكرر الإشعاع على فترات منتظمة ويطلق على عدد هذه الموجات في الثانية الواحدة بـ (تردد الموجة) .

ملاحظة كلما كانت الأمواج صغيرة يكون التردد عالي والعكس صحيح ، حيث يرتبط طول الموجة مع ترددها بالعلاقة :

$$v = \frac{c}{\lambda}$$

حيث

C: سرعة الضوء بوحدة ( m / s )

v: ( نيو ) التردد بوحدة ( 1 / s )

λ: ( لامدا ) طول الموجة بوحدة ( m )





## 11-1 نظرية الكم

افترض ماكس بلانك أن (الأشعة الكهرومغناطيسية) عبارة عن حزمة من مجموعات الطاقة الصغيرة تدعى (الكمات) .

لقد توصل إلى ذلك عندما لاحظ انبعاث طاقة بكميات محددة من الأجسام الساخنة سميت (الكمات) أو (الكم) .

**الكم** أقل طاقة لازمة يمكن أن يفقدها أو يكتسبها الجسم وهي لا تتولد جملة واحدة وإنما بشكل دفعات من الطاقة بحيث أن طاقة الكم تعادل مضاعف صحيح لهذا الكم .

**ملاحظة** يعتمد مقدار الكم على تردد الإشعاع ويرتبط به ثابت يسمى ثابت بلانك

**س** ما هي طاقة بلانك ؟

مقدار طاقة الكم المفقودة أو المكتسبة بشكل دفعات والتي تعتمد على تردد الإشعاع ويمكن إيجادها من العلاقة : -

$$E = h \nu$$

حيث E الطاقة بوحدة الجول ( J ) ، h ثابت بلانك  $6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

**س** كيف وسع انشتاين نظرية ماكس بلانك ؟

وجد انشتاين أن انبعاث الإلكترونات يعتمد على تردد الضوء (طاقته) ، فالإشعاع عندما يرتطم بالمعدن لا نلاحظ انبعاث الإلكترونات إلا عندما يصل التردد فجأة إلى حد يبدأ عنده الانبعاث ، وإذا تجاوز تردد الإشعاع تلك القيمة الدنيا لا يزداد عدد الإلكترونات لكن تزداد الطاقة التي يحملها الإلكترون

**ملاحظة** من علاقة بلانك توصل انشتاين إلى معرفة طاقة الكم الضوئية التي سماها ( الفوتون ) .

**تمرين 3-1** ما هو الفوتون

هو جسيم من الإشعاع الكهرومغناطيسي كتلته تساوي صفر يحمل كماً من الطاقة تعتمد على تردد الموجة الكهرومغناطيسية .

**طاقة الفوتون** أقل تردد ممكن لانبعاث الإلكترونات بالتغلب على قوة ارتباطها بالذرة .







## 12-1 الأطياف الذرية

لاحظ نيوتن تحلل ضوء الشمس العادي إلى ألوانه المعتادة من خلال موشور زجاجي على شكل طيف مستمر .

طيف الانبعاث المستمر

هو مجموعة من الألوان المتحللة لضوء الشمس والتي تبدأ من اللون البنفسجي وتنتهي باللون الأحمر وتكون مستمرة أي متصلة مع بعضها.

طيف الانبعاث الخطي

هو مجموعة من الألوان المتحللة لذرات عنصر نقي في الحالة الغازية مثار وتكون ألوانه منفصلة بمسافات معتمدة كبيرة ويكون لكل عنصر طيف خطي يميزه نسبياً عن غيره من العناصر.

سمي الطيف المستمر بهذا الاسم ؟

علل

لعدم وجود مناطق منفصلة بين لون وآخر .

الاجواب

يكون طيف الانبعاث الذري طيفاً خطياً وليس متصلاً. لماذا ؟

علل

لأنه فقدان الطاقة لا يتم دفعة واحدة بل بشكل دفقات من الإشعاع بطاقات محددة على وفق أسلوب الكم وليس على نحو متصل .

الاجواب

ان قوس قزح هو سلسلة من الألوان ؟ ناقش هل تعتبر هذه السلسلة طيف انبعاث خطي ام مستمر

تمرين 4-1

تعتبر طيف انبعاث مستمر وذلك لعدم وجود مناطق منفصلة بين لون وآخر.

الاجواب

## 13-1 طيف الانبعاث الخطي للهيدروجين

عند امرار تيار في غاز الهيدروجين تمر الذرة في أدنى مستوى من الطاقة ( المستوى المستقر) وعندما تثار تتحول إلى المستوى المثار .  
وتنتقل الذرة من المستوى المستقر إلى المستوى المثار عندما تصبح الطاقة الكامنة للذرة أعلى من طاقتها وهي في المستوى المستقر وسوف ترقى إلى المستوى المثار .

ماذا يقصد بالحالة المثارة للذرة وماذا يحدث للالكترون خلالها

تمرين 6-1

الحالة المثارة : هي انتقال الالكترون من المستوى الأدنى ( المستوى المستقر) الى مستوى طاقة اعلى من المستوى الذي يشغله وان الالكترون يكتسب طاقة تساوي الفرق بين المستويين.

مكتب المساعدة  
@Sadshelp





**س** عندما تعود الذرة من مستوى الطاقة المثار إلى المستوى المستقر تفقد ما اكتسبته من طاقة ، اين تتبدد هذه الطاقة ؟

**الجواب** هذه الطاقة تبرز بشكل اشعاع كهرومغناطيسي ( فوتون ) طاقتها تساوي الفرق في الطاقة بين المستويين .

**علل** أن ذرة الهيدروجين لا تبعث سوى ترددات محدودة من الضوء ؟

**الجواب** لأن إلكترون الهيدروجين الوحيد موجود في مستويات ذات طاقة محددة جداً ، فإن فرق الطاقة بين مستويات الذرة سوف يكون محدد جداً ، فلا نرى سوى ترددات محدودة من الضوء المنبعث من قبل ذرة الهيدروجين .

### نظرية بور لذرة الهيدروجين

1-13-1

**س** ما هي فرضيات نظرية بور ؟

- 1** يدور الإلكترون في مدارات ثابتة ذات قطر محدد وطاقة محددة ولا يشع طاقة نتيجة هذا الدوران .
- 2** تنبعث الطاقة من الذرة في حالة واحدة فقط وهي : عند انتقال الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل

**س** على ماذا اعتمد بور في وضع نظريته ؟

**الجواب** اعتمد على حقيقتين :-

- 1** أن الذرة لا تنهار .
- 2** ينبعث الضوء من الذرة بتردد معين محدد .

**تمرين 1-5** لماذا فشلت نظرية بور :

**الجواب** أثبتت نظرية بور جدواها على بنية ذرة الهيدروجين ولكنها فشلت في تفسير الأطياف الذرية للعناصر الأخرى حيث مستويات الطاقة للإلكترونات في هذه الذرات أكثر تعقيداً.





## الطبيعة الموجية للإلكترون

14-1

أثبت بمعادلات أن للإلكترون طبيعة موجيه ودقائقية؟



أقترح دي برولي احتمال وجود طبيعة ثنائية (موجيه ودقائقية) للإلكترون وأعتمد على ماوصل اليه اينشتاين وبلانك



معادلة انشتاين

$$(1) \dots\dots\dots E = mc^2$$

معادلة بلانك

$$(2) \dots\dots\dots E = h\nu$$

وبما أنه  $E = E$  أذن المعادلتين متساويتين

$$(3) \dots\dots\dots h\nu = mc^2$$

وبما أن  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  تعوض في معادلة (3)

$$(4) \dots\dots\dots mc^2 = \frac{hc}{\lambda}$$

$$(5) \dots\dots\dots mc = \frac{h}{\lambda}$$

$$(6) \dots\dots\dots \lambda = \frac{h}{mc}$$

وبما أن  $P = mc$  نحصل على المعادلة النهائية

$$(7) \dots\dots\dots \lambda = \frac{h}{P}$$

وراء كل شخص  
عظيم إرادته







## الميكانيكا الموجية

15-1

توصل شرودنكر إلى حل معادلة رياضية فتحت الآفاق لعلم ميكانيكا الموجية ( ميكانيك الكم ) وهي معادلة الموجة .

س ماذا افترض شرودنكر لحل معادلة الموجة ؟

- 1 يتحرك الإلكترون ضمن سلسلة من الأمواج ضمن المدار المستقر بدلاً من وجوده ضمن مدار ثابت
- 2 محيط المدار المستقر يجب أن يعادل مضاعف بسيط لطول موجة الإلكترون .
- 3 السلوك الموجي للإلكترون يعطي احتمال وجود الإلكترون ضمن حدود موجية .

ملاحظة

يصف علم ميكانيكا الموجة حركة الكتلون بدلالة الدالة الموجية ( الإوربيتال )

الإوربيتال

هو الدالة الموجية التي تصف حركة الإلكترون وفق ميكانيكا الموجة حيث تفترض أن الإلكترون يتحرك ضمن سلسلة من الأمواج في مدار مستقر وليس على أنه جسيم يدور في مدار ذي نصف قطر ثابت محدد .

س علام تعتمد الدالة الموجية للإلكترون ؟

الجواب تعتمد على الطاقة الكلية وعلى طاقته الكامنة وإحداثيات موقعه (  $x, y, z$  )

مبدأ هايزنبرك ( مبدأ اللادقة ) ينص مبدأ هايزنبرك على أنه لا يمكن تحديد موقع جسيم وزخمه في نفس الوقت .

تمرين 7-1 كيف استطاعت ميكانيكا الكم من تفسير وجود الإلكترون في موقع معين من الذرة؟

الجواب استطاعت من تفسير سلوك الإلكترون الموجي ودورانه وفق دالة موجية ( الإوربيتال ) ضمن المدار المستقر حول النواة .

س كيف اقتضت الحاجة لإيجاد أعداد الكم ؟

الجواب لحل معادلة الموجة ومعرفة قيم الدالة الموجية تطلب الأمر تقديم ثلاثة أعداد كم حقيقية نتعرف من خلالها على طاقة وموضع الإلكترون وشكل السحابة الإلكترونية

س ما فائدة عدد الكم الرابع إذا كانت أعداد الكم الثلاثة المقدمة تفي بالغرض ؟

الجواب توجب اقتراح عدد كم رابع لتفسير جميع الخواص المشاهدة للإلكترونات في الذرات ، وسمي عدد الكم المغزلي





## ملاحظة

سمي عدد الكم المغزلي لأنه يوضح اتجاه غزل الإلكترون أثناء دورانه حول النواة حيث يمكن تصور الإلكترون كما لو كان يغزل حول محوره .

## أعداد الكم

16-1

عدد الكم الرئيسي (  $n$  )

1

ويحدد مستوى الطاقة الرئيسي ويرمز له بالرمز (  $n$  ) حيث تحدد قيمة  $n$  حجم المستوى ، وكلما زادت قيمة  $n$  زادت طاقة المستوى ومعدل البعد عن النواة . وتأخذ  $n$  ارقام صحيحة ( 1 و 2 و 3 و ..... )



مثلاً :-

عدد الكم الرئيسي (  $n$  ) = رقم آخر مستوى رئيسي = 3

عدد الكم الثانوي ( الزخم الزاوي  $l$  )

2

يحدد شكل السحابة الإلكترونية التي يحتمل وجود الإلكترون فيها من جراء حركته حول النواة وأن لكل مستوى طاقة رئيسي (  $n$  ) يكون واحد أو أكثر من المستويات الثانوية (  $l$  ) يكون (  $n-1$  )

4	3	2	1	$n$
3	2	1	0	$l$
f	d	p	s	مستوى ثانوي

## ملاحظات

- 1 تقابل كل قيمة من (  $n$  ) قيمة محددة لعدد الكم الثانوي (  $l$  ) وهي تبدأ من  $l = 0$  إلى (  $n - 1$  )
- 2 كل مستوى رئيسي مكون من واحد أو أكثر من المستويات الثانوية وكما يلي :-  
عندما (  $n = 1$  ) هناك مستوى ثانوي واحد هو  $s$  ،  $l = (n - 1) = 0$   
أي أن هناك قيمة واحدة لـ  $l$  وهي 0  
عندما (  $n = 2$  ) هناك مستويين ثانويين هما  $s$  و  $p$  ،  $l = (n - 1) = 1$  أي أن هناك قيمتان لـ  $l$  هما 0 ، 1  
عندما (  $n = 3$  ) هناك ثلاث مستويات ثانوية من الطاقة هي  $s$  و  $p$  و  $d$  ،  $l = (n - 1) = 2$  أي أن هناك ثلاث قيم لـ  $l$  هي 0 ، 1 ، 2  
عندما (  $n = 4$  ) هناك أربع مستويات ثانوية من الطاقة هي  $s$  ،  $p$  ،  $d$  ،  $f$  ،  $l = (n - 1) = 3$  أي أن هناك أربع قيم لـ  $l$  هي 0 ، 1 ، 2 ، 3

3 في هذه المرحلة سوف نهتم بالمستويات  $s$  ،  $p$  ،  $d$  ،  $f$  وكما تعلمنا في دراستنا السابقة عند التعبير عن أي مستوى ثانوي بطريقة رمزية نكتب  $n$  للمستوى الرئيسي ثم الحرف المخصص للمستوى

التعبير  
الثانوي

معدة المساء  
@SadsHelp

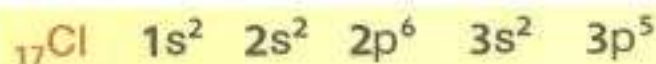




مثال

3p تعني المستوى الثانوي p الواقع ضمن المستوى الرئيسي الثالث .

أو على سبيل المثال قيمة l في الكلور  $^{17}\text{Cl}$  هي : -



بما أن آخر مستوى ثانوي ينتهي به الترتيب الالكتروني في ذرة الكلور هو p وبما أن القيمة المقابلة ل p هي ( 1 ) لذا فإن قيمة عدد الكم الثانوي  $l = 1$  .

### عدد الكم المغناطيسي ml

3

يشير إلى اتجاه الأوربيتال حول النواة ، لأنه كما هو معلوم لكل مستوى ثانوي أوربيتال واحد أو أكثر .

س ماذا فسر ظهور عدد الكم المغناطيسي ml ؟

فسر عدد الكم المغناطيسي ظهور خطوط اضافية في طيف الذرة عندما توضع في مجال مغناطيسي .

س لماذا يكون التوزيع الفراغي للأوربيتال s كروي ؟

لأن احتمال تواجده حول النواة يكون متماثل من جميع الجهات من النواة .

ملاحظة التوزيع الفراغي للإلكترون p يكون بشكل فصين منتشرين لحد ما ويتكون مستوى p من ثلاث أوربيتالات أما مستوى d فيتضمن 5 أوربيتالات ، بينما المستوى f له 7 أوربيتالات وكل من d و f لهما أشكال أكثر تعقيدا من حيث التوزيع الفراغي .







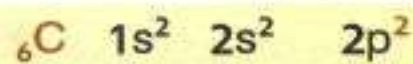
## ملاحظة

لكل قيمة من  $ml$  عدد من قيم عدد الكم المغناطيسي وتكون أعداد صحيحة موجبة وسالبة . وحسب الجدول المرفق

عدد الأوربيتالات في المستوى الثانوي	عدد الكم المغناطيسي $ml$	رمزه	عدد الكم الثانوي $l$	عدد الكم الرئيسي $n$
1	0	1s	0	1
1	0	2s	0	2
3	+1 , 0 , -1	2p	1	
1	0	3s	0	3
3	+1 , 0 , -1	3p	1	
5	+2 , +1 , 0 , -1 , -2	3d	2	
1	0	4s	0	4
3	+1 , 0 , -1	4p	1	
5	+2 , +1 , 0 , -1 , -2	4d	2	
7	+3 , +2 , +1 , 0 , -1 , -2 , -3	4f	3	

## مثال

لمعرفة قيمة عدد الكم المغناطيسي للإلكترون الأخير لذرة عنصر الكربون  ${}^6C$



+1	0	-1
1	1	

بما أن آخر الكترون في الترتيب الالكتروني مقابل قيمة ( 0 ) لذا تكون قيمة عدد الكم المغناطيسي

$$0 = ml$$

عدد الكم المغزلي  $ms$ 

4

يشير إلى دوران الإلكترون المغزلي المتضاد مع شقيقه الموجود ضمن نفس الأوربيتال .

كيف فسر أوتوسترون السلوك المغناطيسي للذرات المنفردة ؟

مرر أوتوسترون حزمة من ذرات الفضة المتعادلة بين قطبين مغناطيسيين فوجد انفلاق الحزمة إلى حزمتين منفصلتين ولتفسير ذلك افترض أوتوسترون أن كل إلكترون يسلك سلوك مغناطيس دقيق وهذه المغناطيسية ناتجة من دوران مغزلي للشحنة السالبة .

الاجابات

معدة المساهم  
@SadsHelp





س ما الذي يبطل التجاذب بين الإلكترونين الموجودين في أوربيتال واحد ؟

س

التنافر الحاصل بين شحنتيهما والناتجة من الدوران المغزلي المتضاد مما يجعل التنافر يلغي تجاذبهما .

الجواب

ملاحظة بما أن حركة دوران الإلكترون محصورة في اتجاهين فقط ، لذا فهناك قيمتين لعدد الكم المغزلي  $ms$  هما

↓ قيمته  $-\frac{1}{2}$  و 1 قيمته  $+\frac{1}{2}$

مثال لمعرفة قيمة عدد الكم المغزلي لذرة عنصر الفلور  ${}^9F$

مثال

${}^9F$   $1s^2$   $2s^2$   $2p^5$

1↓	1↓	1
----	----	---

نلاحظ أن الإلكترون الأخير في الترتيب الإلكتروني لذرة الفلور له برم بعكس اتجاه عقارب الساعة لذا فهو يمتلك قيمة عدد كم البرم  $-\frac{1}{2}$

س ما هي الصفات المميزة لوصف الإلكترون في الذرة ؟

س

الجواب

- 1 عدد الكم الرئيسي ( $n$ ) الذي يصف ترتيب الالكترونات وبعدها عن النواة .
- 2 عدد الكم الثانوي ( $l$ ) الذي يصف نوع الأوربيتال الذي يشغله الإلكترون .
- 3 عدد الكم المغناطيسي ( $ml$ ) يحدد أي أوربيتال من أوربيتالات المستوى الثانوي محتمل وجود الإلكترون فيه .
- 4 عدد الكم المغزلي ( $ms$ ) الذي يحدد أي من الاتجاهات ممكن أن يدور فيها الإلكترون دوران مغزلي .
- 5 بعد معرفة هذه الخواص يمكن القول بأنه لا يمكن للإلكترونين أن يكون لهما نفس الخواص الأربعة هذه وهذا ما يعرف بـ ( التحديد الجوهري ) أو مبدأ باولي للاستثناء .

لا يمكن للإلكترونين في نفس الذرة أن يكون لهما القيم نفسها لكل أعداد الكم الأربعة .

مبدأ باولي للاستثناء





## كيفية كتابة الترتيب الإلكتروني

17-1

كما نعلم أن العدد الذري يمثل عدد إلكترونات الذرة ويمكن لنا أن نتذكر مبدأ أوفباو لملي الأوربيتالات بالإلكترونات من الأوطأ طاقة إلى الأعلى طاقة بالشكل التالي :-

1s 2s 2p 3s 3p 3d 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d

وكما هو معروف ( اس اس بس بدس دبس دبس في دبس فد )

## ملاحظات

- 1 العدد الذري حيث أن عدد الالكترونات = العدد الذري
- 2 نبدأ بمليء الاوربيتالات بالالكترونات من أقل طاقة الى الأكثر طاقة وكما يلي:  
( $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^6, 7s^2, 5f^{14}, 6d^{10}$ )
- 3 يمكن اتباع الطريقة الآتية في الترتيب اعتماداً على الاعداد الذرية لبعض العناصر النبيلة

أركون  $_{18} [Ar] 4s^2 3d^{10} 4p^6 \dots\dots$

كربتون  $_{36} [Kr] 5s^2 4d^{10} 5p^6 \dots\dots$

زينون  $_{54} [Xe] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 \dots\dots$

- 4 إذا كانت d تحوي على (4) الكترونات يرفع لها إلكترون من s فتصبح نصف مشبعة (5) وإذا كانت d تحوي على (9) الكترونات يرفع لها إلكترون من s فتصبح مشبعة (10) .

أكتب الترتيب الإلكتروني للعناصر التالية :-  $_{23} V$  ,  $_{19} K$  ,  $_{18} Ar$

مثال 1-1

الحل

$_{23} V$   $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$

$_{19} K$   $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

$_{18} Ar$   $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

أكتب الترتيب الإلكتروني للعناصر التالية :-  $_{20} Ca$  ,  $_{30} Zn$

تمرين 8-1

$_{20} Ca$   $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

الحل

يمكن تبسيط كتابة الترتيب الإلكتروني للعنصر بكتابة رمز

$_{20} Ca$   $_{18} [Ar] 4s^2$

$_{30} Zn$   $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

يمكن تبسيط كتابة الترتيب الإلكتروني للعنصر بكتابة رمز

$_{30} Zn$   $_{18} [Ar] 4s^2 3d^{10}$

موقع الأستاذ هاشم الفرباوي  
@SadsHelp

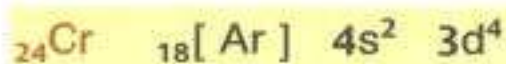




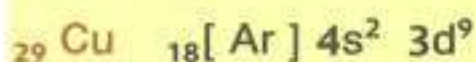
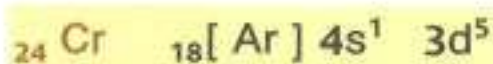
أكتب الترتيب الإلكتروني للعناصر التالية :  $^{24}\text{Cr}$  ,  $^{29}\text{Cu}$

مثال 2-1

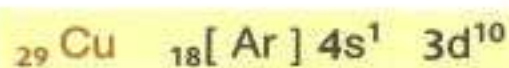
الحل



لكن في هذه الحالة وللوصول إلى حالة الاستقرار يحتاج  $d$  إلى إلكترون ليصبح نصف مشبع لأنه كما هو معلوم أن الذرات تكون مستقرة أكثر عندما تكون مشبعة أو نصف مشبعة ، لذا يكون الترتيب بالشكل :-



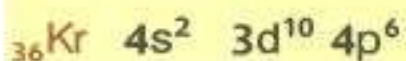
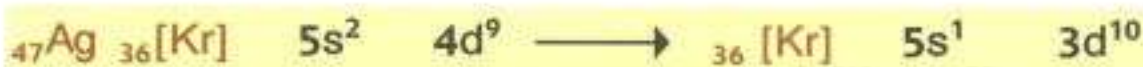
ولنفس السبب أعلاه سوف يكتب الترتيب الإلكتروني للنحاس بالشكل



أكتب الترتيب الإلكتروني  $^{47}\text{Ag}$  و  $^{36}\text{Kr}$

مثال 3-1

الحل

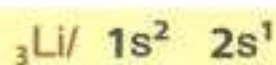


عين قيم أعداد الكم الأربعة للإلكترون الأخير لكل من العناصر الآتية :



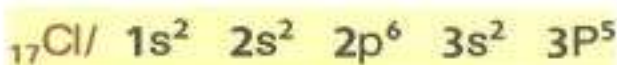
مثال 4-1

الحل



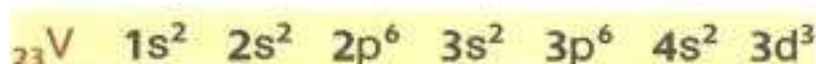
$$\begin{array}{c} 0 \\ 1 \end{array}$$

$\therefore n = 2$  و  $l = 0$  لأنه أوربيتال  $s$  و  $ml = 0$  و  $ms = +\frac{1}{2}$  باتجاه عقرب الساعة



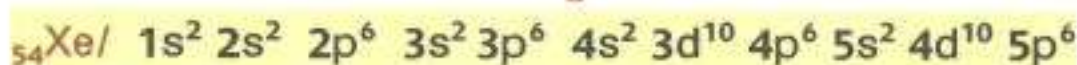
$$\begin{array}{c} 3p^5 \\ +1 \quad 0 \quad -1 \\ \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1\downarrow & 1\downarrow & 1 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$\therefore n = 3$  و  $l = 1$  لأنه أوربيتال  $p$  و  $ml = 0$  و  $ms = -\frac{1}{2}$  باتجاه عكس عقرب الساعة



$$\begin{array}{c} 3d^3 \\ 1+ \quad 0 \quad 1- \quad 2- \\ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 & \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$\therefore n = 3$  و  $l = 2$  لأنه أوربيتال  $d$  و  $ml = 0$  و  $ms = +\frac{1}{2}$  باتجاه عقرب الساعة



$$\begin{array}{c} 5p^6 \\ +1 \quad 0 \quad -1 \\ \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1\downarrow & 1\downarrow & 1\downarrow \\ \hline \end{array} \end{array}$$

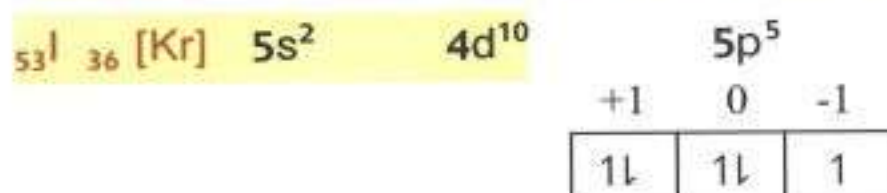
و  $l = 1$  لأنه أوربيتال  $p$  و  $ml = -1$  و  $ms = -\frac{1}{2}$  باتجاه عكس عقرب الساعة



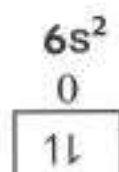


## تمرين 9-1

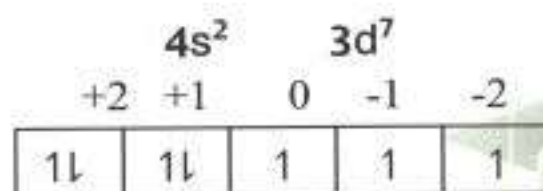
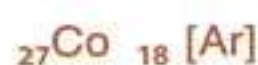
عين قيم اعداد الكم الاربعة للإلكترون الأخير لكل من الذرات الآتية:  $^{53}\text{I}$ ,  $^{56}\text{Ba}$ ,  $^{27}\text{Co}$



$$ms = -\frac{1}{2} \quad ml = 0 \quad l = 1 \quad n = 5$$



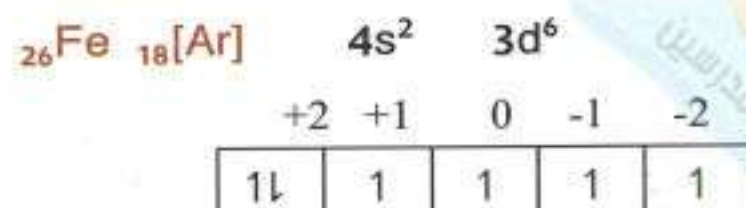
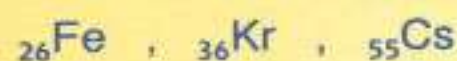
$$ms = -\frac{1}{2} \quad ml = 0 \quad l = 0 \quad n = 6$$



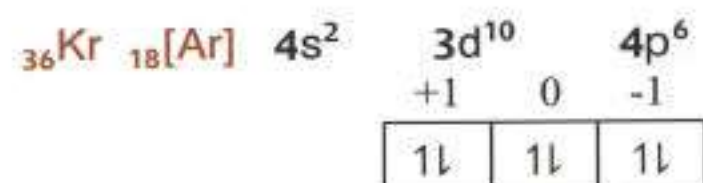
$$ms = -\frac{1}{2} \quad ml = +1 \quad l = 2 \quad n = 3$$

اكتب اعداد الكم الاربعة للإلكترون ما قبل الأخير لكل من الذرات الآتية:

## تمرين 10-1



$$n = 3 \quad l = 2 \quad ml = -2 \quad ms = \frac{1}{2}$$



$$n = 4 \quad l = 1 \quad ml = 0 \quad ms = -\frac{1}{2}$$



$$n = 5 \quad l = 1 \quad ml = -1 \quad ms = -\frac{1}{2}$$

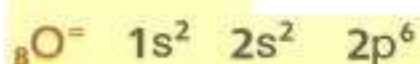
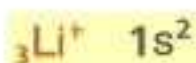






تمرين 11-1 اكتب الترتيب الالكتروني للأيونات الآتية  ${}^8\text{O}^-$  ,  ${}^3\text{Li}^{+1}$

الحل



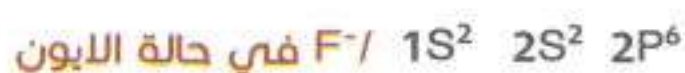
مثال 5-1 اكتب اعداد الكم الاربعة الاخيرة للأيونات الآتية:  $\text{F}^{-}$  و  ${}^{20}\text{Ca}^{+2}$

الحل

ملاحظات

1 إذا كانت شحنة موجبة فتطرح الشحنة من العدد الذري.

2 إذا كانت شحنة سالبة فتضاف الى العدد الذري.



$$2p^6$$

+1	0	-1
↑↓	↑↓	↑↓

$\therefore n=2$  و  $l=1$  لانه اوربيتال p و  $ml=-1$  و  $ms=-\frac{1}{2}$  باتجاه عكس عقرب الساعة

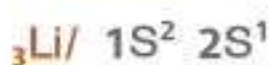


$$3p^6$$

+1	0	-1
↑↓	↑↓	↑↓

$\therefore n=3$  و  $l=1$  لانه اوربيتال p و  $ml=1$  و  $ms=-\frac{1}{2}$  باتجاه عكس عقرب الساعة

مثال 6-1 قارن بين اعداد الكم الاربعة للإلكترون الأخير  ${}^{11}\text{Na}$  و  ${}^3\text{Li}$



0
1

n	l	ml	ms
2	0	0	$+\frac{1}{2}$



0
1

n	l	ml	ms
3	0	0	$+\frac{1}{2}$

الفرق في مستوى الطاقة الرئيسي فقط

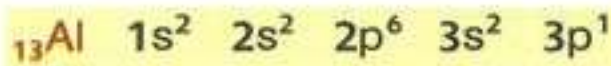
شبكة المساء  
@SadsHelp





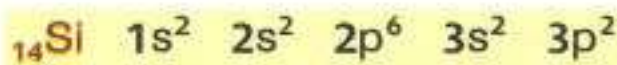
قارن بين اعداد الكم الاربعة للإلكترون الاخير من ذرتي  $^{14}\text{Si}$  و  $^{13}\text{Al}$  عنصري

مثال 12-1



+1	0	-1
1		

$n = 3 \quad l = 1 \quad ml = +1 \quad ms = +\frac{1}{2}$



+1	0	-1
1	1	

$n = 3 \quad l = 1 \quad ml = 0 \quad ms = +\frac{1}{2}$

نلاحظ الفرق في عدد الكم المغناطيسي فقط

إذا كانت للإلكترون الأخير لذرّة عنصر ما اعداد الكم الاربعة :

مثال 7-1



$n = 3 \quad l = 1 \quad ml = -1 \quad ms = -\frac{1}{2}$  فما العدد الذري للعنصر؟

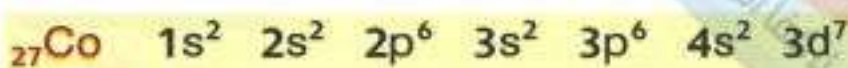
بما انه  $n = 3$  يعني ذلك المستوى الثالث 4 ، و  $l = 2$  يعني اوربيتال d و  $ml = +1$

الحل

3d

و  $ms = -\frac{1}{2}$  يعني الكترونين في نفس الاوربيتال

2+	1+	0	1-	2-
1↓	1↓	1	1	1



العدد الذري = 27

إذا كانت للإلكترون الأخير لذرّة عنصراها اعداد الكم الاربعة الآتية:

تمرين 13-1

$n = 4 \quad l = 1 \quad ml = 0 \quad ms = -\frac{1}{2}$

اكتب الترتيب الالكتروني لهذه الذرة وما العدد الذري لها

الحل

$l = 1$

المستوى الثانوي p

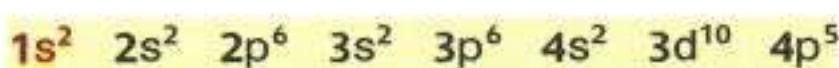
المستوى الرئيسي الرابع  $n = 4$

قيمة  $ml = 0$

يقع الالكترون في الاوربيتال الذي فيه  $ml = 0$

الإلكترون الثاني في الاوربيتال  $ms = -\frac{1}{2}$

+1	0	-1
1↓	1↓	1



إذا العدد الذري = 35

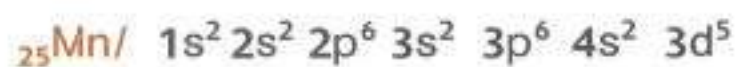






## مثال 8-1

اكتب الترتيب الالكتروني لذرة  $({}_{25}\text{Mn})$  ثم اكتب اعداد الكم الاربعة للإلكترونات المستوي الثانوي الاخير لها.

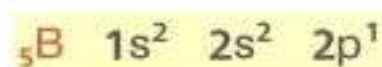


2+	1+	0	1-	2-
1	1	1	1	1

الالكترون	n	l	ml	Ms
الاول	3	2	+2	$+\frac{1}{2}$
الثاني	3	2	+1	$+\frac{1}{2}$
الثالث	3	2	0	$+\frac{1}{2}$
الرابع	3	2	-1	$+\frac{1}{2}$
الخامس	3	2	-2	$+\frac{1}{2}$

اكتب الترتيب الالكتروني  ${}_5\text{B}$  ثم اكتب اعداد الكم الاربعة لجميع الالكترونات فيها؟

## تمرين 14-1



ms	ml	l	n	الالكترون
$+\frac{1}{2}$	0	0	1	الاول
$-\frac{1}{2}$	0	0	1	الثاني
$+\frac{1}{2}$	0	0	2	الثالث
$-\frac{1}{2}$	0	0	2	الرابع
$+\frac{1}{2}$	+1	1	2	الخامس

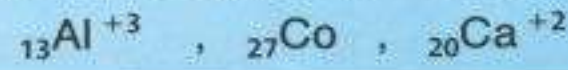
الحل





سؤال واجب

ما هي قيم اعداد الكم الاربعة للإلكترون الاخير لكل مما يلي :-



سؤال واجب

عنصر ينتهي ترتيبه الالكتروني بـ  $(3p^5)$  ، جد :-  
 ① الترتيب الالكتروني ② قيم اعداد الكم الاربعة للإلكترون الاخير لذرة هذا العنصر

الحل


 شبكة المساء  
 @SadsHelp





## مفاهيم أساسية

## Bohr theory

## نظرية بور

- 1- يدور الإلكترون في مدار ثابت وطاقة محددة.
- 2- تنبعث الطاقة عن الذرة عند انتقال الكترون من مدار ذي طاقة اعلى الى مدار اقل طاقة.

## Uncertainty Principle

## مبدأ اللادقة

لا يمكن تحديد موقع الكترون وزخمه بدقة في الوقت ذاته فإذا تمكن من قياس احدهما زاد عدم اليقين في دقة قياس الاخر.

## عدد الكم الرئيسي

## Principal quantum number

عدد يحدد مقدار بعد الالكترون عن النواة ومقدار الطاقة للالكترون بمستويات الطاقة وتكون قيم اعداده صحيحة موجبة.

## عدد الكم الثانوي (الزخم الزاوي)

## Momentum quantum number

عدد يحدد شكل السحابة الالكترونية التي يحتمل وجود الالكترون فيها والنتيجة من حركة الالكترون حول النواة ولكل مستوى رئيسي واحد او اكثر من المستويات الثانوي وهي s , p , d , f ..... الخ.

## عدد الكم المغناطيسي

## Magnetic quantum number

عدد يحدد اتجاه الاوربيتال حول النواة ويبين الاحتمال الاكثر لموقع الالكترون في اي اوربيتال موجود ولكل مستوى ثانوي اوربيتال واحد او اكثر.

## عدد الكم المغزلي

## Spin quantum number

عدد يحدد الزخم الزاوي لدوران الالكترون حول نفسه وتكون هذه الحركة اما باتجاه عقرب الساعة او بعكس اتجاه عقرب الساعة .

## مبدأ الاستثناء لباولي

## Pauli - excluded principle

لا يمكن لالكترونين في نفس الذرة ان يكون لهما قيم واحدة لكل اعداد الكم الاربعة.

## Cathod ray

## الاشعة الكاثودية

حزمة من الجسيمات تنبثق من الكاثود وتتجه ناحية الانود وذلك عند امرار تيار كهربائي في انبوبة التفريغ الكهربائي يحتوي على غاز الهيدروجين تحت ضغط منخفض وتتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي ولها شحنة سالبة وكتلة.

## Canal ray

## اشعة القناة

حزمة من الجسيمات تنبثق عندما تنزلق الجسيمات الناتجة عن طرد الالكترونات من ذرات الغاز المتعادلة من خلال الثقب في المعدن الى منطقة خلف الكاثود، وتتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي ولها شحنة موجبة وكتلتها تعتمد على نوع الغاز المستخدم في انبوبة التفريغ الكهربائي.

## الاشعاع الكهرومغناطيسي

## Electro magnetic radition

تعبير يستخدم للتعرف على الانواع المختلفة من الاشعاع ويشترك بصفات متشابهة كأنقاله في الفراغ بسرعة واحدة ولكل نوع من الاشعاع له صفة موجبة او تردد خاص به وايضاً له صفة دقاتية.

## Quantum

## الكوانتم

الكمية الادنى من الطاقة التي يمكن ان يفقدها أو يكتسبها الجسم وتتم عملية فقد الطاقة أو اكتسابها على شكل دفعات او دقات من الطاقة ومقدار الطاقة المفقودة أو المكتسبة هي مضاعف صحيح لهذا الكم .

## طيف الانبعاث المستمر

## Continue emission spectrum

مجموعة الالوان المتحللة لضوء الشمس والتي تبدأ من اللون البنفسجي وتنتهي باللون الاحمر وتكون مستمرة اي متصلة مع بعضها.

## طيف الانبعاث الخطي

## Line emission spectrum

مجموعة الالوان المتحللة لذرات عنصر نقي في الحالة الغازية مثار وتكون الوانه منفصلة اي يفصل كل لون عن لون مسافات معتمدة كبيرة نسبياً ويكون لكل عنصر طيف خطي يميزه عن غيره من العناصر.



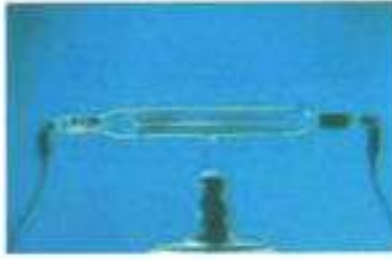


1

## حل اسئلة الفصل الاول

س 1-1

صف نموذج لانبوبة التفرفف الكهرفائف مع الرسم واشرف اكشفاف الالكفرون؟



ج/ أنبوبة التفرفف الكهرفائف: أنبوبة زجاففة مفرغة من الهواء فففوف على غاز الهفدروففن ففف ففط منففف ومزودة بفافز كاشف مغطف بمادة كبرفففد الفارففن وقرب الكاثود لوح معدنف به شق ضفق، وفرفبط الأنبوبة بمصدر عال للفر الكهرفائف. عند إمرار الففر الكهرفائف نلاحظ ظهور خط مضيء على الفافز ففسر أن هناك أشعة كهرفائففة ففبثق من الكاثود فوقف اللوح المعدنف اغبفها ولكن الشق الضفق الموجود فف اللوح فسمح بمزور قسم من هفذه الأشعة، نلاحظ أن هفذه الأشعة ففأفر بالمجالفن الكهرفائف والمغنطففسف أفف لها شحنة وإن نوع هفذه الشحنة هو سالفة ولهفذه الأشعة كففة أفضا سمفف ففما بعد الففافق المكونة للأشعة بالالكفرونات.

س 1-2

ما هف فوافف أشعة الفناة؟

- ج/ 1 تنفذب نحو القطب السالف مما فؤكد أن لها شحنة موجفة.  
2 لها كففة وسرعة وكفففها أثقل من كففة الالكفرون وففعمد على نوع الغاز الموجود فف أنبوبة التفرفف.  
3 ففأفر بالمجالفن الكهرفائف والمغنطففسف.

س 1-3

ماذا فعنف الرمز ( A , Z ) ؟

ج/ Z فمفل قفمة العد الذرف للعنصر وهو لذك فمفل عدد البروففونات فف فواة الذرة.  
A فمفل عدد الكففة للعنصر ففساوف مجموع عدد البروففونات والنفوففرونات فف فواة العنصر.

س 1-4

اشرف ظاهرة الفأفر الكهروفوفوف وففن ففسفر افنشافن لهفذه الظاهرة وماذا أضفف هفذا الففسفر؟

ج/ ظاهرة الفأفر الكهروفوفوف: هف ظاهرة انبعاف الالكفرونات من على سطح فلز عندما فوففه ففه ضوء وففعمد عملفة الانبعاف على تردد الضوء المسلط وففبأ عملفة الانبعاف فتردد معفن لكل فلز، أما إذا كان تردد الضوء المسلط أقل من هفا الفردد المعفن فلا ففأف عملفة الانبعاف ولكن إذا فافز تردد الأشعاع القفمة الفففا للانبعاث لا ففزاف عدد الالكفرونات المنبعفة ولكن هنا ففزاف الطاقة الفف فحملها الالكفرون المنبعف. أضفف ففسفر افنشافن لهفذه الظاهرة أن للوء صفة دفافقفة الى فافب الصفة الموجفة له.





س 1-5

ماذا يحدث للإلكترون عند اكتسابه طاقة؟

ج/ عند اكتساب الإلكترون طاقة فإنه يصبح مُثار فينتقل الى مستوى آخر من الطاقة. طاقة هذا المستوى تكون أعلى من طاقة المستوى الذي كان به.

س 1-6

ما أهمية تعرض أنبوبة التفريغ الكهربائي للمجالين المغناطيسي والكهربائي عند دراسة خواص الإلكترونات والبروتونات؟

ج/ وذلك لمعرفة هل إن هذه الجسيمات مشحونة أم لا. وكذلك لمعرفة نوع الشحنة التي يحملها كل جسيم وذلك من خلال ملاحظة اتجاه انجذابها، فإذا انجذبت للقطب السالب تكون شحنتها موجبة أما إذا انجذبت للقطب الموجب فتكون شحنتها سالبة.

س 1-7

تكلم عن تجربة ميليكان وما أهمية ما توصل اليه؟

ج/ قام ميليكان بدراسة سلوك قطيرات من الزيت مشحونة بشحنة سالبة عند وجودها بين قطبين كهربائيين، القطب الأعلى موجب يحاول جذب هذه القطيرات بعكس قوة جذب الأرض لها، وعند استقرار القطيرات في حالة السكون بين القطبين ومن معرفة نصف قطرها وكثافتها وشدة المجال الكهربائي تمكن ميليكان من حساب شحنة القطيرة فوجدها تساوي  $1.6 \times 10^{-19}$  كولوم أو إحدى مضاعفاتها البسيطة وبذلك نعتبر أن شحنة الإلكترون تساوي  $1.6 \times 10^{-19}$  كولوم. إن أهمية اكتشافه هذا هو لأنه من خلال معرفة شحنة الإلكترون استطاع إيجاد كتلة الإلكترون بالتعويض عنها في العلاقة التي وضعها ثومسون بين شحنة وكتلة الإلكترون.

س 1-8

كيف اكتشف رذرفورد نواة الذرة وما العلاقة بين حجم الذرة ونواتها؟

ج/ عرض رذرفورد شريحة رقيقة من المعدن الى دقائق ألفا فوجد أن 99% من دقائق ألفا قد نفذت من خلال شريحة المعدن على هيئة خط مستقيم كما هو متوقع ولكن بعضها قد انحرفت وقسم قليل انعكس على طول مسارها. إن الدقائق التي انحرفت أو انعكست جعلت رذرفورد يتساءل عن السبب حيث أن نموذج ثومسون لا يستطيع تفسير ذلك ونتيجة لذلك فسر رذرفورد أن الشحنة الموجبة والكتلة في شريحة الفلز متركزة في منطقة صغيرة جداً في الذرة سماها بالنواة. وقد أوضحت النتائج العملية أن العلاقة بين حجم الذرة ونواتها أن حجم الذرة أكبر من حجم النواة بنحو 100000 مرة.





س 1-9

بين الاختلاف بين:

- نموذج رذرفور وتومسون حول البناء الذري
- نموذج رذرفور وبور حول البناء الذري
- اشكال المستويات الرئيسية عند بور ونظرية الكم
- طيف الانبعاث الخطي والمستمر

ج/ أ. نموذج تومسون: الذرة عبارة عن كرة موجبة تحتوي على اللالكترونات سالبة الشحنة مغمورة في النواة. نموذج رذرفور الذرة تحتوي على بروتونات موجودة في منطقة النواة لذا شحنة النواة موجبة وتدور اللالكترونات حولها ضمن مدارات.

ب. نموذج رذرفور: اللالكترونات تتحرك في مدارات حول النواة بسرعة ثابتة وبمسار منحنى وهذا يعني أن اللالكترونات بتحركها هذا كدقيقة مشحونة سوف تفقد طاقة على صورة أشعة كهرومغناطيسية وهذا يؤدي الى تباطؤ سرعة اللالكترون وبالتالي انهيار التصور حول البناء الذري هذا.

نموذج بور: اللالكترونات تتحرك ضمن مدارات ذات حجم ثابت وطاقة ثابتة والالكترون لا يشع طاقة نتيجة لدورانه هذا، وانبعاث الطاقة لا يتم الا عند انتقال اللالكترون من مدار أعلى طاقة الى أقل طاقة.

ج. المستويات الرئيسية: عند بور مدارات ذات أنصاف أقطار محددة ويزداد نصف قطر المدار كلما اقترب من النواة ولكل مدار طاقة تقل طاقته كلما ابتعد عن النواة. المستويات الرئيسية عند نظرية الكم أن المدار عبارة عن سلسلة من الأمواج ومحيط المدار يجب أن يساوي عدداً مضاعفاً بسيطاً لطول موجة اللالكترون.

د. الطيف المستمر: مجموعة من الألوان تبدأ من اللون البنفسجي وتنتهي بالأحمر ولا توجد مناطق منفصلة بين لون وآخر.

الطيف الخطي: هو الطيف الناتج من انبعاث إشعاع ناتج من ذرات العنصر المتوهج ويتكون من عدد قليل من خطوط الضوء تفصلها مسافات معتمدة كبيرة نسبياً.

س 1-10 اشتق العلاقة الرياضية  $\lambda = \frac{h}{p}$  استناداً الى معادلتى بلانك واينشتاين؟

ج/ ذكرنا أن اللالكترون دقيقة ذات كتلة محددة وشحنة كهربائية سالبة وأن للضوء طبيعة المادة، إضافة الى طبيعته الموجية، اقترح دي برولي (De Broley) في عام 1924 احتمال وجود الطبيعة الثنائية في حالة الدقائق أيضاً وقد اعتمد في ذلك على ما وصل اليه آينشتاين وبلانك.

معادلة اينشتاين  $E = mc^2$  ..... (1)

معادلة بلانك  $E = h\nu$  ..... (2)

وبما أنه  $E = E$  إذن المعادلتين متساويتين

(3) .....  $h\nu = mc^2$

وبما أن  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  تعوض في معادلة (3)

(4) .....  $mc^2 = \frac{hc}{\lambda}$

(5) .....  $mc = \frac{h}{\lambda}$

(6) .....  $\lambda = \frac{h}{mc}$

وبما أن  $P = mc$  نحصل على المعادلة النهائية

(7) .....  $\lambda = \frac{h}{p}$





س 1-11

ما الفرق بين المستوى الثانوي والاوربیتال وماعدد الاوربيتالات في المستويات الرئيسية الاربعة الاولى؟

ج / **المستوى الثانوي**: هو الذي يحدد شكل السحابة الالكترونية التي يحتمل وجود الالكترون فيها وهناك عدة مستويات ثانوية تحتوي على مجموعة مختلفة من الاوربيتالات. **الاوربیتال**: هو الحيز الذي يحتمل وجود الالكترون فيه وهذا الحيز يعتمد على الطاقة الكلية وعلى طاقته الكامنة واحداثيات موضعه  $(x, y, z)$ .

المستوى الرئيسي **الأول** يحتوي على اوريبتال واحد.  
المستوى **الثاني** يحتوي على اربعة اوريبتالات.  
المستوى **الثالث** يحتوي على تسعة اوريبتالات.  
المستوى **الرابع** يحتوي ستة عشر اوريبتال.

س 1-12

ما المقصود بتردد الموجة؟ وماوحدات التردد ثم أذكر العلاقة الرياضية بين التردد والطول الموجي؟

ج / **تردد الموجة**: عدد الأمواج المنتظمة والكاملة التي تتكرر في الثانية عندما يمر الإشعاع بنقطة محددة في الفضاء ويُعبّر عنه بعدد الدورات في الثانية الواحدة  $c/s$  والتي يُصطلح على تسميتها بالهيرتز. والعلاقة بين الطول الموجي والتردد عكسية فاذا كان طول الموجة قصيراً كان ترددها عالياً كما أن العكس صحيح.

العلاقة بين التردد والطول الموجي  $v = \frac{c}{\lambda}$ .

س 1-13

اشرح تجربة أوسترون وبين اهميتها؟

ج / أمرت حزمة من ذرات الفضة المتعادلة (**الناتجة من تبخير الفضة**) بين قطبين مغناطيسيين وقد وجد أن الحزمة تنفلق الى حزمتين منفصلتين أي أن نصف الذرات تنحرف في اتجاه معين وينحرف الباقي بالاتجاه المقابل، ولتفسير هذه المشاهدة يُعتبر أن كل الكترون يسلك سلوك مغناطيس دقيق ويمكن التفسير بأن هذه المغناطيسية تنتج من الدوران المغزلي للشحنة السالبة وذلك لأنه من المعروف أن الدوران المغزلي لأي شحنة يولّد مجالاً مغناطيسياً وأنه يوجد اتجاهان للدوران المغزلي متضادان لذا نتوقع أن يجذب كل الكترون الآخر ولكن الذي يبطل عمل هذا التجاذب بين الكتروني الاوربیتال الواحد هو تنافر شحنتيهما. وبما أن حركة دوران الالكترونين محصورة في اتجاهين فقط فان هناك قيمتين لعدد الكم المغزلي  $m_s$  وهما  $+1/2$  و  $-1/2$ .

إن أهمية تجربة أوتوسترون تتمثل في أنها استطاعت أن تفسر سبب عدم تنافر الالكترونات بالرغم من أن شحنتها متشابهة وكذلك تمكن من معرفة قيمة عدد الكم المغزلي  $m_s$  للالكترونين الموجودين في الاوربیتال فالذي يدور باتجاه عقرب الساعة قيمته  $+1/2$  والذي يدور عكس اتجاه عقرب الساعة قيمته  $-1/2$ .





س 1-14

ماذا تفترض نظرية الكم؟

ج/ أن الأجسام الساخنة تبعث طاقة بكميات صغيرة تدعى كمات أو الكم وتمثل القيمة الأدنى من الطاقة التي يمكن أن يفقدها أو يكتسبها جسم معين ولا تتم عملية فقد الطاقة أو اكتسابها على نحو مستمر وإنما بشكل دفعات أو دفقات من الطاقة وكمية الطاقة الكلية التي فقدت أو اكتسبت هي مضاعف صحيح لهذا الكم من الطاقة ومقدار الكم يعتمد على تردد الإشعاع. ويمكن حسابها من العلاقة: الطاقة تساوي  $E = hv$  حيث  $h$  يمثل ثابت بلانك.

س 1-15

علل الاتي:

- أ. عدم تنافر الالكترונים الموجودين في نفس الاوربيتال.
- ب. تعتبر تجربة مليكان مكملية لتجربة ثومسون.
- ج. يتسع الغلاف الثانوي s للكترونين فقط. اما المستوي الثانوي p فيتسع لستة الكترونات فقط.
- د. لا يمكن تعيين موقع وزخم الالكترون في الذرة بدقة عالية في آن واحد.
- هـ. امتلاء المستوي الثانوي 3P بالالكترونات بعد المستوي الثاني 3S.
- و. جذب النواة على الالكترون الاقرب اليها أشد.

- ج/ أ. يسلك الالكترون سلوك مغناطيس دقيق حيث ينتج من الدوران المغزلي للالكترون مجال مغناطيسي، ونظراً لأن الحركة المغزلية للالكترون الموجودين في نفس الأوربيتال تكون متضادة لذلك ينشأ مجالان مغناطيسيان متعاكسان يحاول كل الكترون جذب الالكترون الآخر لكن الذي يبطل عمل هذا التجاذب هو التنافر في شحنتي الالكترونين.
- ب. استطاع ثومسون ايجاد نسبة الشحنة الى الكتلة بالنسبة للالكترون واستطاع مليكان قياس شحنة الالكترون، ومن خلال هاتين العلاقتين أمكن قياس كتلة الالكترون لذا نعتبر تجربة مليكان مكملية لتجربة ثومسون.
- ج. لأن المستوي الثانوي s يحتوي على أوربيتال واحد فقط بينما يحتوي المستوي الثاني p على ثلاثة أوربيتالات، وكما هو معلوم فان كل أوربيتال يتسع للكترونين اثنين فقط لذلك فإن الغلاف الثانوي s يتسع للكترونين بينما يتسع الغلاف p لستة الكترونات.
- د. لأننا إذا تمكنا من قياس أحدهما بدقة زاد عدم اليقين في دقة قياس الآخر وذلك حسب مبدأ اللادقة الذي وضعه العالم هايزنبرغ.
- هـ. لأن المستوي الثانوي 3p طاقته أعلى من طاقة المستوي الثانوي 3s وان الالكترونات تفضل إشغال المستويات الأقل طاقة أولاً.
- و. لأن طاقة الالكترونات في المستويات التي هي أقرب الى النواة تكون واطنة لذا تكون قوة الجذب عليه أشد من قبل النواة ولكن كلما ابتعد عن النواة زادت طاقته وبالتالي تضعف قوة جذب النواة إليه. لأن القوة الالكتروستاتيكية (بين الشحنت المختلفة) تتناسب عكسياً مع مربع البعد بين الشحنتين.





س 16-1

عرف اعداد الكم الاربعة ( $n, l, m_l, m_s$ ) وماذا نستفيد منها؟

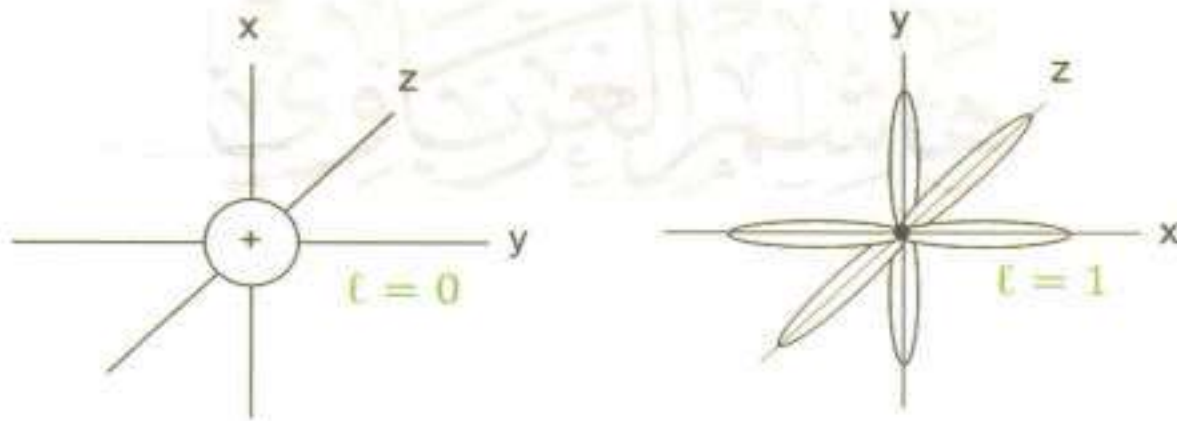
ج/ عدد الكم الرئيسي ( $n$ ): عدد الكم الذي يحدد مستويات الطاقة الالكترونية الرئيسية في الذرة وكلما زادت قيمته زادت طاقة المستوى ومعدل المسافة التي تفصله عن النواة وتحدد قيمته حجم المستوى و( $n$ ) يأخذ أعداداً موجبة صحيحة.

عدد الكم الثانوي ( $l$ ): عدد الكم الذي يحدد شكل السحابة الالكترونية التي يحتمل وجود الالكترون فيها والناجمة من حركة الالكترون حول النواة.

عدد الكم المغناطيسي ( $m_l$ ): عدد الكم الذي يشير الى اتجاه الأوربيتال حول النواة ويستخدم لتفسير ظهور الخطوط الإضافية في طيف الذرة عندما توضع في مجال مغناطيسي.

عدد الكم المغزلي ( $m_s$ ): عدد الكم الذي يحدد اتجاه الحركة المغزلية للالكترون حول نفسه وبأخذ الأعداد  $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ .

س 17-1

ارسم شكل الاوربيتال عندما تكون قيمة  $l = 0$  وعندما تكون قيمة  $l = 1$ .

س 18-1

ماذا نعني بكل مما يأتي: أ. الفوتون ب. طول الموجة ج. الصفة المزدوجة للالكترون

ج/ أ. الفوتون: جسيم الإشعاع الكهرومغناطيسي له طبيعة مزدوجة دقائقية وموجية، يحمل كمّاً من الطاقة تعتمد على تردد موجته.

ب. طول الموجة: المسافة التي تفصل بين قمتين موجيتين متعاقبتين ويرمز لها بالرمز  $\lambda$  ووحداتها الأساسية هي المتر وأجزاءه.

ج. الصفة المزدوجة للالكترون: للالكترون طبيعتان دقائقية تمثل كتلة الالكترون الواحد وطبيعة موجية المتمثلة بالطول الموجي المصاحب لحركته والممكن حسابها من العلاقة  $\lambda = \frac{h}{p}$ .







س 1-19

بماذا يستفاد من قاعدة هوند في عملية الترتيب الالكتروني؟

ج/ تنص قاعدة هوند أنه لا يحدث ازدواج بين الكترونيين في مستوى الطاقة الثانوي الا بعد أن تشغل أوربيتالاته فراداً لذا يستفاد منها في توزيع الالكترونات في الأوربيتالات واحداً بعد الآخر حتى إذا تم استكمال التوزيع للالكترونات بصورة مفردة نبدأ بعدها بعملية ازدواج الالكترونات في نفس الأوربيتال.

س 1-20

بين: أ. مبدأ هايزنبرغ. ب. مبدأ الاستثناء لباولي. ج. كيف يمكن للذرة ان تصدر فوتوناً. د. كيف استطاع شرودنكر من تفسير طيف الذرات التي لها عدد ذري أعلى من الهيدروجين.

ج/ أ. مبدأ هايزنبرغ: ينص على أنه لا يمكن تحديد موضع جسيم وزخمه بدقة في الوقت ذاته فإذا أمكن قياس أحدهما بدقة زاد عدم اليقين في دقة قياس الآخر ويطلق على مبدأه بمبدأ عدم الدقة.

ب. مبدأ الاستثناء لباولي: ينص هذا المبدأ على أنه لا يمكن للالكترونين في الذرة نفسها أن يكون لهما نفس القيم لكل أعداد الكم الأربعة.

ج. الذرة في الحالة الاعتيادية تكون في أدنى مستوى من الطاقة (المستوى المستقر) وعند إثارتها بشيء من الطاقة فإن أحد الالكترونات التكافؤ سوف يثار وتصبح الذرة مثارة (غير مستقرة). وعند عودة الالكترون من حالة الاستثارة الى المستوى المستقر تفقد الذرة ما اكتسبته من طاقة في شكل أشعة كهرومغناطيسية (فوتون) وتكون طاقة الفوتون مساوية للفرق بين مستويي الطاقة اللذين أنتقل الالكترون بينهما.

د. توصل شرودنكر من تفسير طيف الذرات التي لها إعداد ذرية أعلى من الهيدروجين أنه بدل أن نفكر بأن الالكترون يتحرك دائرياً في مدار ثابت فإن الالكترون يسلك سلوكاً موجياً وأنه يتحرك ضمن الحدود الموجية للمدار لذا هناك أكثر من دالة تحدد موقعه أو حركته ولكل دالة طاقة خاصة بها.

س 1-21

ما قيم اعداد الكم الرئيسية والثانوية والمغناطيسية في المستويات الرئيسية الاتية:  
الثالث والرابع؟

n	l	ml
3	0	3s
3	1	3p
3	2	3d
4	0	4s
4	1	4p
4	2	4d
4	3	4f







س 1-22

على التوالي:

$$n = 4 \quad l = 2 \quad m_l = +1 \quad m_s = -\frac{1}{2}$$

$$n = 2 \quad l = 0 \quad m_l = 0 \quad m_s = +\frac{1}{2} \quad \text{ب.}$$

$$n = 3 \quad l = 1 \quad m_l = -1 \quad m_s = -\frac{1}{2}$$

أكتب الترتيب الإلكتروني للذرات (أ و ب و ج ) وما العدد الذري لكل منها

**الحل**

$4d^7$				
+2	+1	0	-1	-2
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^7$$

العدد الذري للعنصر 45

$2s^1$

 $1s^2 2s^1$ 

### العدد الذري للعنصر 3

$3p^6$

$\updownarrow$	$\updownarrow$	$\updownarrow$
----------------	----------------	----------------

 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ 

العدد الذري للعنصر 18

س 1-23

اذكر عنصرين ينتهي توزيعهما الا لكتروني الاخير بالمستويات :  $d^6$   $S^2$

ج/ العنصرين الذين ينتهي توزيعهما الالكتروني الاخير بالمستوى  $d^6 S^2$  :

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$$

عنصر عدده الذري 26

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^6$$

عنصر عددہ الذری 44



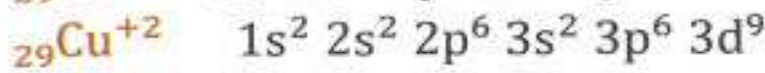
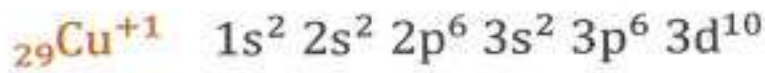




س 1-24

اكتب الترتيب الالكتروني للايونات الاتية:  ${}_{29}\text{Cu}^{+1}$   ${}_{29}\text{Cu}^{+2}$ 

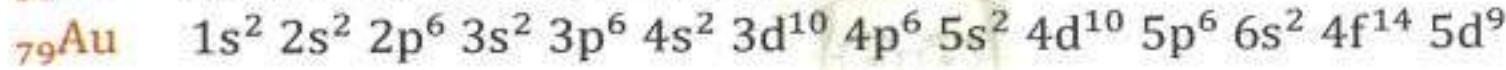
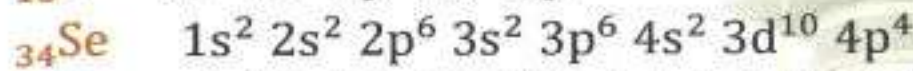
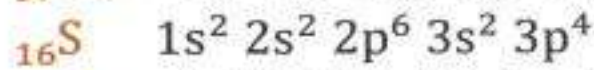
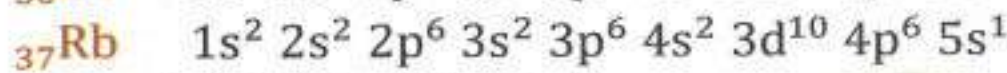
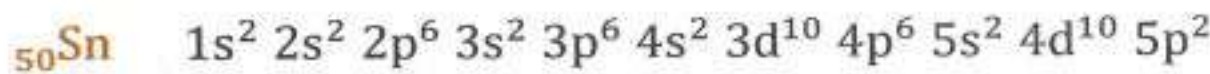
ج/ الترتيب الالكتروني للأيون  ${}_{29}\text{Cu}^{+2}$   $27 \leftarrow$  لانه فقد الكترونين و الترتيب الالكتروني للأيون  ${}_{29}\text{Cu}^{+1}$   $28 \leftarrow$  لانه فقد الكترون



س 1-25

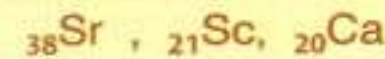
اكتب الترتيب الالكتروني للذرات والايونات التالية:  ${}_{50}\text{Sn}$  ,  ${}_{37}\text{Rb}$  ,  ${}_{16}\text{S}$  ,  ${}_{34}\text{Se}$  ,  ${}_{79}\text{Au}$ 

ج/ الترتيب الالكتروني للذرات والايونات

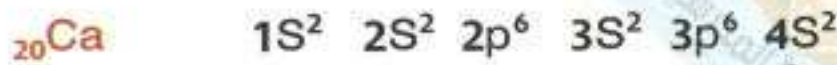


س 1-26

قارن بين اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير لكل من ذرات العناصر الاتية:



ج/ عندما تقارن بين اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير للعناصر



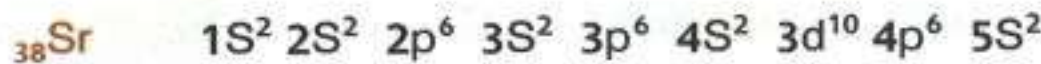
0
1

n	l	ml	ms
4	0	0	$-\frac{1}{2}$



+2	+1	0	-1	-2
1				

n	l	ml	ms
3	2	+2	$+\frac{1}{2}$



0
1

n	l	ml	ms
5	0	0	$-\frac{1}{2}$







الفرق هو كما في الجدول الاتي :

Sr	Sc	Ca	
5	3	4	n
0	2	0	l
0	+2	0	ml
$-\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	ms

س 1-27 اكتب الترتيب الالكتروني لذرة F، ثم اكتب اعداد الكم لجميع الالكترونات فيها وبين المبدأ الذي يتوافق من خلال ملاحظتك لقيم اعداد الكم للالكترونات ؟

ج / ان الترتيب الالكتروني لذرة (F)

$1s^2 2s^2 2p^5$  واعداد الكم لجميع الالكترونات فيها

الالكترون	n	l	ml	ms
الاول	1	0	0	$+\frac{1}{2}$
الثاني	1	0	0	$-\frac{1}{2}$
الثالث	2	0	0	$+\frac{1}{2}$
الرابع	2	0	0	$-\frac{1}{2}$
الخامس	2	1	+1	$+\frac{1}{2}$
السادس	2	1	0	$+\frac{1}{2}$
السابع	2	1	-1	$+\frac{1}{2}$
الثامن	2	1	+1	$-\frac{1}{2}$
التاسع	2	1	0	$-\frac{1}{2}$

ان المبدأ الذي ينطبق عليه حل السؤال هو مبدأ الاستثناء لباولي، حيث لا يوجد لالكترونين في ذرة الفلور اعداد الكم الاربعة لهما متطابقة او متشابهة.

ملاحظة



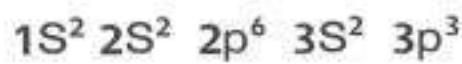




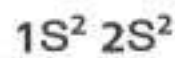
س 1-28

عين قيم اعداد الكم الاربعة للالكترونات الموجودة في المستوى الرئيسي الاخير لكل من الذرات الاتية:  ${}_{15}\text{P}$  ،  ${}_4\text{Be}$  ؟

ج / اعداد الكم الاربعة للذرات الآتية :

 ${}_{15}\text{P}$ 

الالكترون	n	l	ml	ms
الحادي عشر	3	0	0	$+\frac{1}{2}$
الثاني عشر	3	0	0	$-\frac{1}{2}$
الثالث عشر	3	1	+1	$+\frac{1}{2}$
الرابع عشر	3	1	0	$+\frac{1}{2}$
الخامس عشر	3	1	-1	$+\frac{1}{2}$

 ${}_4\text{Be}$ 

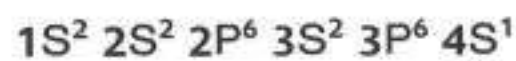
الالكترون	n	l	ml	ms
الثالث	2	0	0	$+\frac{1}{2}$
الرابع	2	0	0	$-\frac{1}{2}$

س 1-29

عين قيم اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير فقط لكل من الذرات الاتية :

${}_{19}\text{K}$  ،  ${}_{35}\text{Br}$  ،  ${}_{78}\text{Pt}$

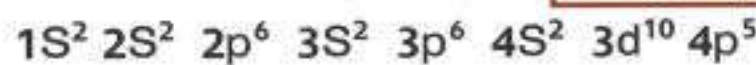
ج / اعداد الكم الاربعة للذرات الآتية :

 ${}_{19}\text{K}$ 

0

1

n	l	ml	ms
4	0	0	$+\frac{1}{2}$

 ${}_{35}\text{Br}$ 

+1 0 -1

1↓	1↓	1
----	----	---

n	l	ml	ms
4	1	0	$-\frac{1}{2}$





 $^{78}\text{Pt}$  $_{54}[\text{Xe}] 6s^2 4f^{14} 5d^8$ 

+2	+1	0	-1	-2
1↓	1↓	1↓	1	1

n	l	ml	ms
5	2	0	$-\frac{1}{2}$

اختر الاجابة الصحيحة:

س 1-30

- 1 (أ) اسفل
- 2 (ج)  $9.1 \times 10^{-31}$
- 3 (ج) جيمس شادويك.
- 4 (ب) عكسياً.
- 5 (ج) تردد الطاقة التي يحملها الالكترون.
- 6 (ب) الثانوي.
- 7 (ج) 100000 مرة.
- 8 (ب) قيمتين محددة لعدد الكم الثانوي = صفر و 1
- 9 (ب) مبدأ الاستثناء لباولي.
- 10 (ج)
- 11 (أ)  $ms = +\frac{1}{2}$
- 12 (ج) 14
- 13 (ب) 10
- 14 (ب) عدد الكم المغناطيسي.
- 15 (ج) عدد الكم المغزلي.
- 16 (ج) عدد الكم المغناطيسي والمغزلي .
- 17 (أ) مدارات ذات حجم ثابت وطاقة ثابتة.
- 18 (ب) أشعة القناة.
- 19 (ج) لا يوجد اختلاف في عدد الكتلة لجميع ذرات العنصر الواحد.
- 20 (ب) أن الأجسام الساخنة تطلق الطاقة الكهرومغناطيسية على شكل كميات صغيرة محددة.
- 21 (ب) عندما يصبح مستوى الطاقة في الذرة أعلى من المستوى المستقر.
- 22 (ب) عدد الكم المغناطيسي.
- 23 (أ) المستويات الثانوية.
- 24 (ج) لا يبعث طاقة.





## الفصل الثاني

### قوى الترابط والاشكال الهندسية للجزيئات

#### مقدمة

1-2

لمعرفة كيفية حدوث التفاعل الكيميائي يجب أن نمر بالعناصر النبيلة أو الخاملة والتي تشمل (الهيليوم ، النيون ، الأرجون ، الكريبتون ، الزنون ) والتي تعتبر عناصر خاملة كيميائياً وغير فعالة في الظروف الطبيعية ( لماذا ؟ ) لأن مستوى الطاقة الخارجي لها مشبع بالإلكترونات ، أي أن كل ذرة تبغي الوصول إلى حالة من الاستقرار من جراء التفاعل الكيميائي . جميع الذرات ما عدا الغازات النبيلة تمتلك نشاط كيميائي وتشارك في تفاعلات كيميائية لإشباع مستوى الطاقة الأخير من خلال فقدان أو اكتساب عدد من الإلكترونات .

#### س عرف التأصر الكيميائي .



يعبر التأصر عن كيفية ارتباط الذرات أو الأيونات مع بعضها لتكوين جزيئات تساهمية أو مركبات أيونية أو غيرها . مما جعلها ذات أهمية بالغة في استحداث مركبات عديدة لها فضل كبير في تقدم علم الكيمياء .



#### التفاعل الكيميائي

1-1-2

هو تفاعل يحصل بين ذرات عنصرين أو أكثر لتشكيل مركب جديد له صفات كيميائية وفيزيائية مختلفة عن صفات العناصر الداخلة في التفاعل

#### س ما هي الحقائق العلمية والملاحظة من التفاعل الكيميائي ؟



- 1 لا تدخل النوى كطرف في التفاعل وكذلك الأغلفة الداخلية .
- 2 يقتصر التفاعل على مشاركة إلكترونات التكافؤ .
- 3 ترتبط الذرات في المركب بقوة تختلف باختلاف العناصر المشاركة وتعتمد قوة الأصرة على طبيعة القوة الرابطة وأهم عامل مؤثر هو الكهروسلبية للذرات المشاركة .
- 4 عند فصل عنصرين عن بعضهما نحتاج إلى كسر الأصرة ومن أجل ذلك يجب الحصول على طاقة مساوية للطاقة المنبعثة عند تكوين هذه الأصرة .
- 5 يعاد الترتيب الإلكتروني للذرات عند الإتحاد للأوربيتالات غير المشبعة لأن الذرات حينئذ تمتلك أوربيتالات جزيئية مشبعة .







## 2-1-2 رمز لويس وقاعدة الثمانية

يحاط رمز كل عنصر بنقاط تمثل كل نقطة إلكترونًا وكل نقطتين تمثلان زوجًا إلكترونيًا . وتحدد هذه الإلكترونات طبيعة الأواصر والصيغ الكيميائية للمركبات الناتجة .

اكتب رمز لويس للذرات:  $^{12}\text{Mg}$  ,  $^{17}\text{Cl}$

مثال 1-1



اكتب رمز لويس للذرات:  $^{16}\text{S}$  ,  $^{11}\text{Na}$  ,  $^{10}\text{Ne}$

تمرين 1-2



تبغى ذرات العناصر الوصول إلى الاستقرار لتشابه الترتيب الإلكتروني للعناصر النبيلة والتي تمتلك 8 إلكترونات عند كتابة رمز لويس لها باستثناء الهيليوم الذي له إلكترونين فقط . وفي هذه الأمثلة توضيح لكتابة رمز لويس للجزيئات لغرض فهم قاعدة الثمانية

ملاحظة

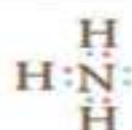
## جزيئة الماء

رمز لويس لذرة الهيدروجين هو H .

رمز لويس لذرة الأوكسجين هو  $\cdot\ddot{\text{O}}\cdot$



ولذا يكتب رمز لويس لجزيئة الماء بالشكل



رمز لويس لجزيئة الأمونيا  $\text{NH}_3$  :-

إذن قاعدة الثمانية هي قاعدة تفرض أن يحاط رمز كل ذرة بثمانية إلكترونات في الجزيء ، ولا تنطبق هذه القاعدة على جميع الذرات كما في جزي  $\text{PCl}_5$  أو مركب ثلاثي فلوريد البورون  $\text{BF}_3$  .







## تمرين 2-2

اي من هذه الجزيئات تنطبق على ذرته المركزية قاعدة الثمانية  $CH_4$  ,  $BeF_2$  علما ان العدد الذري  $C$  ,  $H$  ,  $F$  ,  $Be$  ؟



ذرة الكربون المركزية تنطبق عليها قاعدة الثمانية



الذرة المركزية  $Be$  لا تنطبق عليها قاعدة الثمانية.

## 2-2 أنواع الأواصر الكيميائية

ترتبط ذرات المواد مع بعضها بأواصر كيميائية تعتمد قوتها على الترتيب الإلكتروني للذرات المكونة.

## 1-2-2 الأصرة الايونية

أصرة ناشئة من عنصرين فلزي ولا فلزي (أيون موجب و أيون سالب ) أي من ذرتين أحدهما ذات كهروسلبية عالية مثل الهالوجينات وأخرى ذات كهروسلبية واطنة مثل الفلزات القلوية أو فلزات الأتربة القلوية

## كيف تتكون الأصرة الأيونية ؟



ينتقل إلكترون التكافؤ انتقالاً كاملاً من العنصر ذات الكهروسلبية الواطنة إلى العنصر ذات الكهروسلبية العالية فيتكون أيونان الأول موجب الشحنة والثاني سالب ، ونتيجة هذا التجاذب تتكون شبكية بلورية مثل كلوريد الصوديوم .



## ما هي خواص المركبات الأيونية ؟



- 1 توجد على شكل شبكية بلورية .
- 2 لها درجات انصهار وغليان مرتفعة للتغلب على قوى التجاذب ولتكسير الشبكية البلورية.
- 3 غير موصلة للكهرباء في الحالة الصلبة ( بسبب عدم قدرتها على الحركة داخل الشبكة البلورية ) وعند صهرها تصبح حرة الحركة فتوصل الكهرباء .
- 4 تذوب في المذيبات القطبية مثل الماء ولا تذوب في المذيبات غير القطبية .







## الأصرة التساهمية

2-2-2

هي اصرة تنشأ بين بين ذرتين متشابهتين او بينهما فرق طفيف بالكهروسلبية حيث تشارك كل ذرة بالكترون من غلافها الخارجي وتشارك الذرتان بهذا الزوج الالكتروني بقوة ارتباط تسمى الاصرة التساهمية

متى تتكون الاصرة التساهمية ؟

س

عندما يصعب انتقال الالكترون من ذرة الى اخرى حيث يتكون مزدوج إلكتروني ناتج من مساهمة كل من الذرتين . ولا تظهر شحنات على الذرات ، وهي غالباً ما تتكون بين اللافلزات.

الاجواب

وجود نوعين من الاواصر التساهمية .

علل

بسبب الفرق في قيمة الكهروسلبية والتي تلعب دور مهم في تشكيل الاصرة التساهمية.

الاجواب

1 الأصرة التساهمية النقية : أصرة تنشأ بين ذرتي عنصر لا فلزي أو عنصرين متشابهين في

الكهروسلبية، وفيها يكون الفرق في الكهروسلبية بين الذرتين

يساوي صفر . مثل الأصرة التساهمية بين ذرتي  $N_2$  أو  $F_2$ .

2 الأصرة التساهمية القطبية : أصرة ناشئة بين ذرتي عنصرين متقاربين في الكهروسلبية بشرط أن

يكون الفرق أكبر من صفر وأقل من 1.7 مثل كلوريد الهيدروجين

$HCl$  أو جزيئة  $HF$  ، وفي هذا النوع تحمل إحدى الذرتين شحنة جزئية

سالبة ( دلتا سالب -  $\delta$  ) والذرة الثانية تحمل شحنة موجبة جزئية (دلتا

موجب +  $\delta$  )

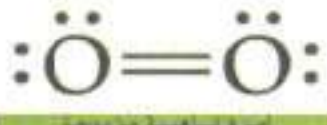
ملاحظة تصنف الأواصر التساهمية بناءً على عدد المزدوجات الإلكترونية إلى :-

ملاحظة



1 الأصرة التساهمية المنفردة: أو الأحادية وتتم بمشاركة زوج إلكتروني واحد

فقط مثل جزيئة الفلور  $F_2$  .



2 الأصرة التساهمية المزدوجة: تنتج من مشاركة زوجين من الإلكترونات مثل

جزيئة الأوكسجين  $O_2$  .



3 الأصرة التساهمية الثلاثية: تنشأ من مساهمة ثلاث مزدوجات إلكترونية مثل

جزيئة النتروجين  $N_2$  .







س ما هي صفات المركبات التساهمية ؟

س

- 1 ذات درجات انصهار منخفضة فهي لا تحتاج طاقة حرارية عالية لكسر الأصرة بسبب ضعف قوى التجاذب .
- 2 لا توصل الكهرباء لأنها لا تكوّن أيونات سالبة أو موجبة في منصهراتها .
- 3 لا تذوب معظمها في المذيبات القطبية مثل الماء بينما تذوب في المذيبات العضوية مثل الإيثر .

الجواب

تمرين 2-3 استخدم رمز لويس للذرات F , O , N لتوضيح تكون الاواصر التساهمية المنفردة والمزدوجة والثلاثية:

الحل



أصرة تساهمية أحادية



أصرة تساهمية مزدوجة



أصرة تساهمية ثلاثية

3-2-2 الأصرة التناسقية

تحدث عندما تهب إحدى الذرات زوج إلكترونات لذرة أخرى فيكون الزوج مشترك بين الذرتين .

س ما هي قاعدة لويس وما هو حامض لويس ؟

س

قاعدة لويس: - أي مادة قادرة على منح زوج إلكترونات حر مثل ذرة الأوكسجين في جزيئة الماء .

الجواب

حامض لويس : أي مادة مستقبلية لزوج من الإلكترونات وهي غالباً ما تكون من الفلزات الإنتقالية ، لأنها تملك أوربيتال فارغ من نوع d مثل النيكل أو أيون ذرة الهيدروجين .

الأصرة التناسقية نوع خاص من الأصرة التساهمية ، الفرق الوحيد هو أن مصدر زوج الإلكترونات من ذرة واحدة

ملاحظة

موقع المساعد  
@SadsHelp

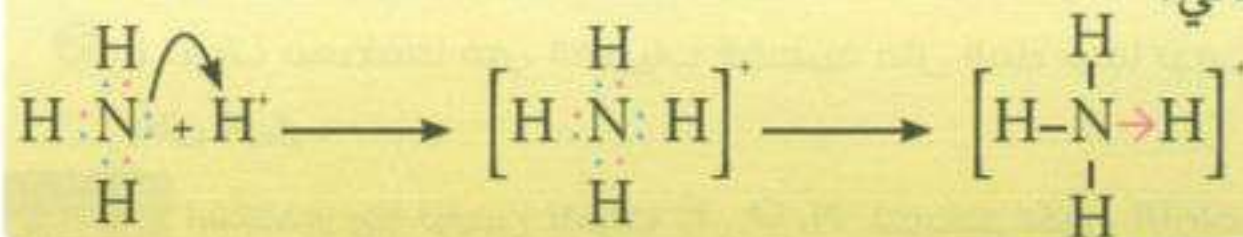




مثال 2-2 مثل بالرسم نشوء الأصرة التناسقية بين  $\text{NH}_3$  و  $\text{H}^+$  لتكوين ايون  $\text{NH}_4^+$

الحل

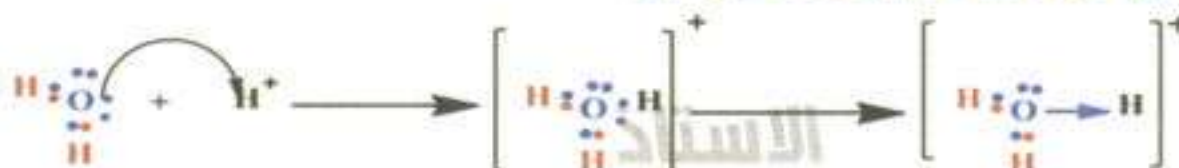
يتكون هذا الايون من ارتباط الامونيا  $\text{NH}_3$  بأيون الهيدروجين  $\text{H}^+$  في المحلول المائي:



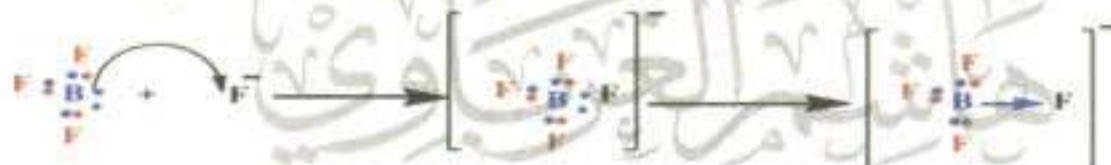
تمرين 2-4 مثل أيوني  $\text{BF}_4^-$  و  $\text{H}_3\text{O}^+$  باستخدام ترتيب لويس وفسر تكوين الأصرة التناسقية فيهما .

الحل

يتكون هذا الايون  $\text{BF}_4^-$  من ارتباط  $\text{BF}_3$  بأيون الفلور  $\text{F}^-$ :



يتكون هذا الايون  $\text{H}_3\text{O}^+$  من ارتباط الماء ( $\text{H}_2\text{O}$ ) بأيون الهيدروجين  $\text{H}^+$  في المحلول المائي :-



## 4-2-2 الأصرة الفلزية

أصرة تنتج بين ذرات عنصر من الفلزات ، وتتكون كما يلي تمتلك ذرة الفلز إلكترون في غلافها الخارجي ليساهم في تكوين بلورة من الذرات مع حرية في الحركة ضمن البلورة . تفقد ذرات الفلزات إلكترونات تكافؤها لتصبح أيونات موجبة بسبب كهروسلبية المنخفضة

س ما هي العوامل المؤثرة على قوة الأصرة الفلزية ؟

الحل

- 1 كثافة الشحنة ، والتي تساوي الشحنة / الحجم ، كلما كانت الكثافة أعلى زادت قوة الأصرة وزادت درجة الانصهار.
- 2 عدد إلكترونات حزمة التكافؤ ، حيث يزداد تماسك الفلز ويكون أكثر صلابة وأعلى درجة غليان .

تعزى خواص الفلزات إلى الأصرة الفلزية فالتوصيل الحراري والكهربائي سببه حركة الإلكترونات الحرة بين الذرات

ملاحظة





## 5-2-2 الأصرة الهيدروجينية

أصرة ناتجة من تجاذب الطرف الموجب ( ذرة هيدروجين ) مع الطرف السالب من ذرة تملك مزدوج إلكتروني ( مثل F , O , N )

تكتل جزيئات الماء والأمونيا و فلوريد الهيدروجين بتأثير الأصرة الهيدروجينية .

علل

إن الأصرة الهيدروجينية ناتجة من تجاذب ذرة الهيدروجين مع ذرة تمتاز بكونها : -

الجواب

- 1 صغيرة الحجم
- 2 ذات كهروسلبية عالية
- 3 تملك مزدوج إلكتروني واحد أو أكثر . وهذه الصفات لا نجدها إلا في ذرات النتروجين والفلور والأوكسجين .

لماذا يطفو الثلج فوق الماء؟ وهل تؤثر الأصرة الهيدروجينية على الخواص الفيزيائية للماء؟

علل

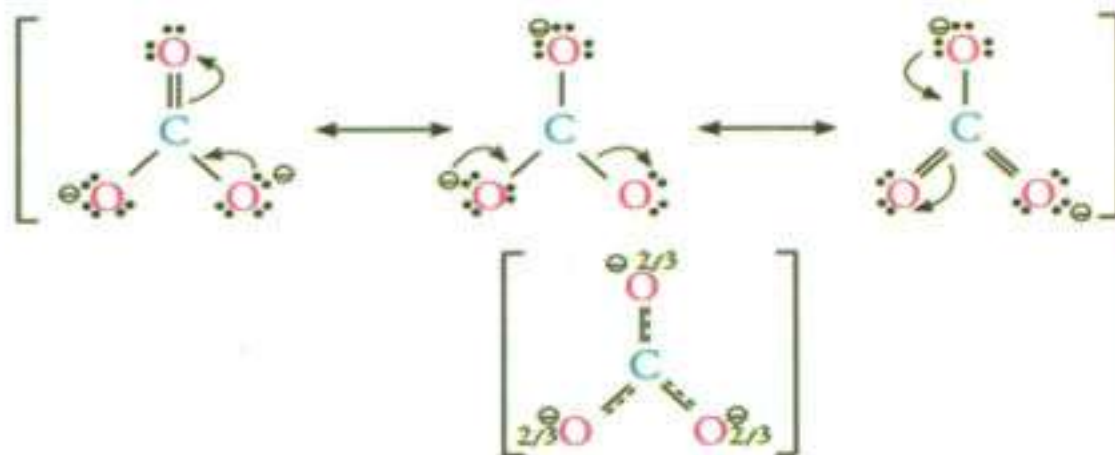
بسبب وجود الأصرة الهيدروجينية التي تربط ذرة الهيدروجين في جزيئة الماء مع ذرة اوكسجين في جزيئة ماء اخرى ويسبب ذلك الى زيادة في درجة الغليان والانصهار للماء او تمدد حجم الماء عند الانجماد.

الجواب

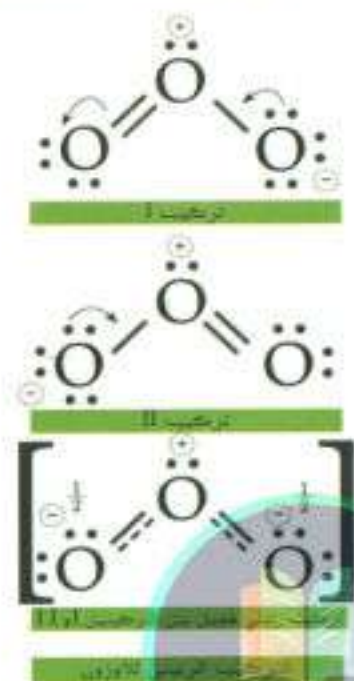
## 3-2 الرنين

الرنين : وهو ظاهرة عدم تمركز الالكترونات حول قوى ذرات محددة في الجزيئة أو الأيون ولها فائدة انها تعطي استقراراً أكثر للجزيئة والتركيب الرنيني مهجن وبدلاً من وجود أصرة ثنائية واخرى أحادية تكون الأصرتان متساويتان في حالة وسط بين الأحادية والأصرة الثنائية.

أو أيون الكربونات  $\text{CO}_3^{2-}$



كما في جزيئة الأوزون  $\text{O}_3$



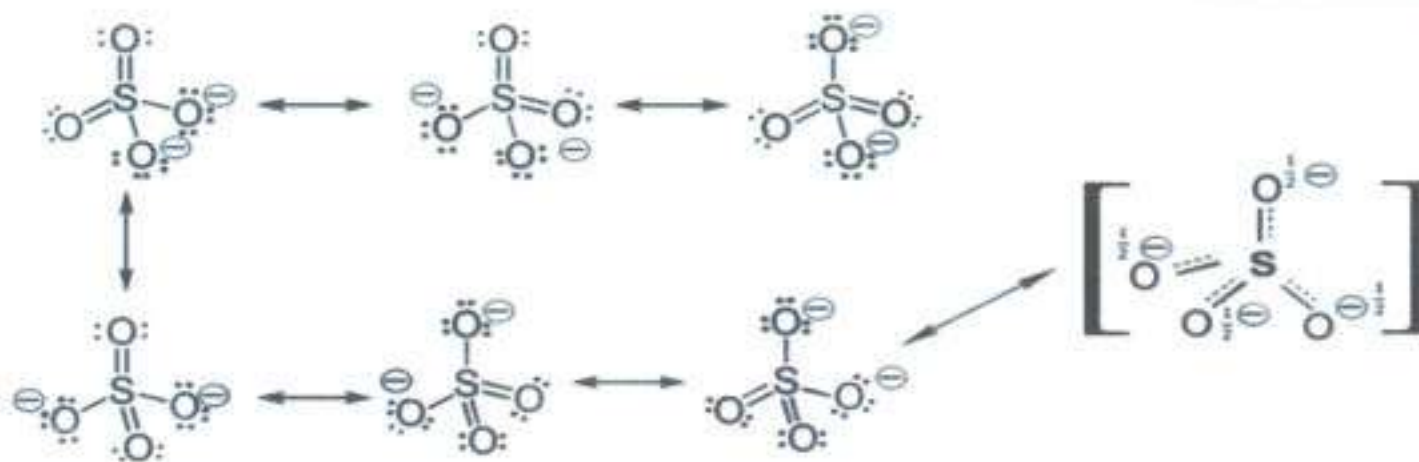




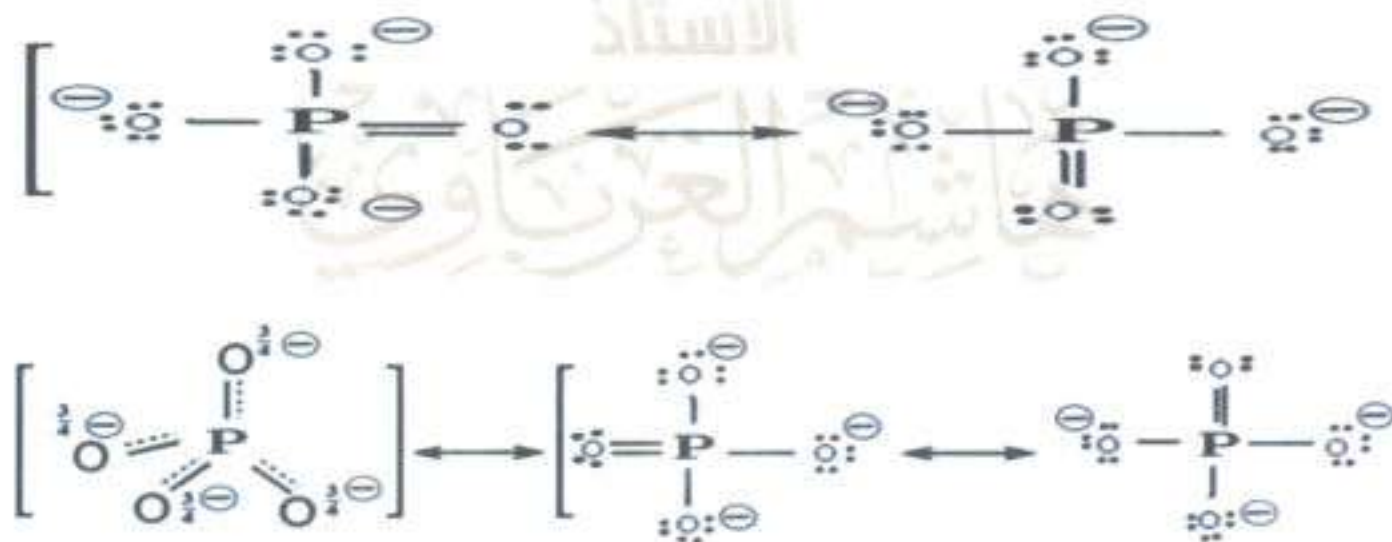
تمرين 5-2 ارسم الاشكال الرنينية لأيون الكبريتات  $SO_4^{2-}$  وأيون الفوسفات  $PO_4^{3-}$

الاجواب

أيون الكبريتات  $SO_4^{2-}$



أيون الفوسفات  $PO_4^{3-}$



## 4-2 الشكل الهندسي للجزيئات

أهم العوامل المؤثرة في تكوين الأشكال الهندسية للجزيئات هي :-

- 1 عدد ونوع الذرات المرتبطة .
- 2 الترتيب الإلكتروني لذرات العناصر المشاركة .
- 3 القدرة على فقدان أو اكتساب أو المشاركة بالإلكترونات .
- 4 وجود أو عدم وجود أغلفة ثانوية خارجية في الذرة .

حيث تصب النظريات جل اهتمامها على أدنى حد من التنافر بين الإلكترونات بينما تتجاذب الذرات بأقصى ما يمكن . ومن هذه النظريات





## ① نظرية تنافر أزواج إلكترونات غلاف التكافؤ ( VSEPR )

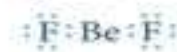
تفسر هذه النظرية الإشتراك بين الذرات المكونة للأصرة بحيث يكون التنافر بين هذه الأزواج أقل ما يمكن وفي نفس الوقت تحقق أكبر تجاذب بين الذرات ، كما في جزيئة فلوريد البريليوم  $\text{BeF}_2$

عند كتابة رمز لويس لكل من ذرة البريليوم Be وذرة الفلور F على النحو الآتي :-



الشكل العظمي لجزيء فلوريد البريليوم

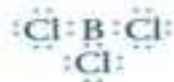
يتضح من رمز لويس ان ذرة البريليوم تشارك ذرتي الفلور بزواج من الالكترونات ليصبح لدينا زوجان من الالكترونات المشتركة حول ذرة البريليوم ، وحتى يكون زوجا الالكترونات في ادنى حالة من التنافر فإنهما يتوزعان على جانبي ذرة البريليوم وتتوزع ذرتا الفلور على وفق الآتي :-



لذلك تلاحظ ان الذرات الثلاث ترتب على خط مستقيم بحيث تقع ذرة Be في وسطه ويكون الشكل الفراغي للجزيء خطياً والزاوية بين الأصرتين  $180^\circ$  [الشكل (6-2)].

جزيء  $\text{BCl}_3$

يكتب رمز لويس لجزيء كلوريد البورون  $\text{BCl}_3$  كالآتي :



يتضح من هذا الرمز ان هناك ثلاثة أزواج من الالكترونات تحيط بذرة البورون ، ولكي يكون التنافر بين أزواج الالكترونات أقل مايمكن فإن ذرات الكلور تتوزع حول ذرة البورون على شكل مثلث متساوي تكون الزوايا بين أواصره  $120^\circ$  [الشكل (7-2)].

جزيء  $\text{CCl}_4$

يكون رمز لويس لجزيء رباعي كلوريد الكربون  $\text{CCl}_4$  كالآتي :



ويلاحظ ان هناك أربع مجموعات من أزواج الالكترونات تحيط بذرة الكربون ، ويكون التنافر بينها في ادنى حالاته عندما تتوزع ذرات الكلور باتجاه رؤوس شكل رباعي الاوجه منتظم (Tetrahedral) بحيث تكون الزاوية بين كل زوجين منها  $109.5^\circ$  [الشكل (8-2)].

جزيء الماء  $\text{H}_2\text{O}$

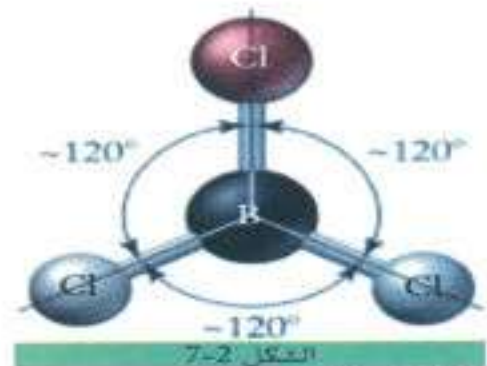


يتضح من رمز لويس لجزيء الماء ان هناك أربعة أزواج من الالكترونات تحيط بذرة الاوكسجين ، ويلاحظ كذلك ان تركيب ذرة الاوكسجين في جزيء الماء يشبه تركيب ذرة الكربون في جزيء  $\text{CCl}_4$  ويتوقع ان تتوزع أزواج الالكترونات باتجاه شكل رباعي الاوجه منتظم ، الا ان وجود الأزواج الالكترونية غير المشاركة يدفع بذرتي الهيدروجين لان تتوزعا على رأسي ضلعين متخذهتين الشكل المنحني بزاوية مقدارها  $(104.5^\circ)$  تقريباً [الشكل (9-2)].

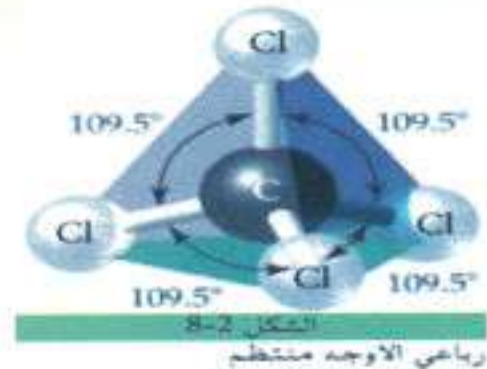
جزيء الامونيا  $\text{NH}_3$



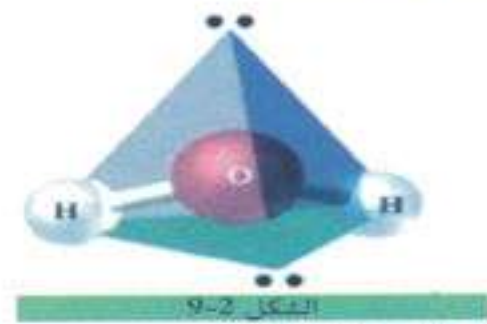
يتضح من رمز لويس ان هناك أربع مجموعات من أزواج الالكترونات تحيط بذرة النشروجين ويتوقع ان تتوزع كما في حالة جزيء  $\text{CCl}_4$  باتجاه شكل رباعي الاوجه منتظم الا ان وجود الزوج الالكتروني غير المشترك يدفع بذرات الهيدروجين الثلاث لان تتوزع على رؤوس الهرم ثلاثي القاعدة وتكون الزاوية بين الأواصر الثلاث نحو  $(107.3^\circ)$  [الشكل (10-2)].



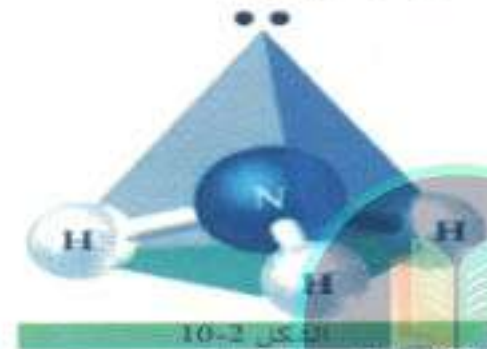
مثلث متساوي



رباعي الاوجه منتظم



الشكل الهندسي للماء



الشكل الهندسي للامونيا





## نظرية أصرة التكافؤ

2

لم تفلح نظرية التناظر في تفسير توزيع إلكترونات التآصر بين أغلفة التكافؤ للذرتين المكونتين لذا برزت نظرية أصرة التكافؤ لتفسر حدوث الأصرة التساهمية على أساس التداخل بين الأوربيتالات الذرية لغلاف التكافؤ .

كيف تفسر تكوين الأصرة التساهمية على ضوء نظرية أصرة التكافؤ ؟

س

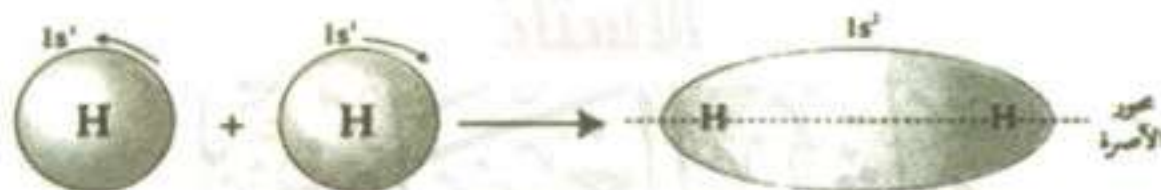
تزداد الكثافة الإلكترونية في منطقة تداخل الإلكترونات حول النواتين بين الذرتين مما يؤدي الى اقترابهما من بعضهما فتتخفص طاقتيهما وتزداد قوة الجذب نحو منطقة التداخل فتتكون الأصرة التساهمية بينهما . كما في بعض الجزيئات مثل  $H_2$  ,  $HF$

الاجواب

تتداخل الأوربيتالات الذرية وفق نظرية أصرة التكافؤ كما يلي :-

1 تداخل أوربيتالي  $s$  لذرتي الهيدروجين في جزيئة الهيدروجين . من الملاحظ من ترتيب ذرة الهيدروجين  $1s^1$   $H$

يتداخل أوربيتال  $s$  من ذرة الهيدروجين مع أوربيتال  $s$  من ذرة الهيدروجين الثانية كما في الشكل 1



ونلاحظ تمركز إلكترونات الأصرة بين نواتي الذرتين حيث تزداد الكثافة الإلكترونية في منطقة التداخل وتسمى هذه الأصرة ( أصرة سيكما  $\sigma$  )

2 تداخل أوربيتال  $s$  مع أوربيتال  $p$  من ذرة أخرى كما في جزيئة  $HF$  .

الترتيب الإلكتروني لذرة الهيدروجين هو  $1s^1$   $H$  1

والترتيب الإلكتروني لذرة الفلور هو  $1s^2 2s^2 2p^5$   $F$  1 1 1

سوف تنشأ أصرة سيكما من تداخل أوربيتال  $s$  من ذرة الهيدروجين مع أوربيتال  $p$  من ذرة الفلور فيتم توزيع الكثافة الإلكترونية حول المحور الواصل بين النواتين . ونوع الأصرة أيضا أصرة سيكما . كما في الشكل :-

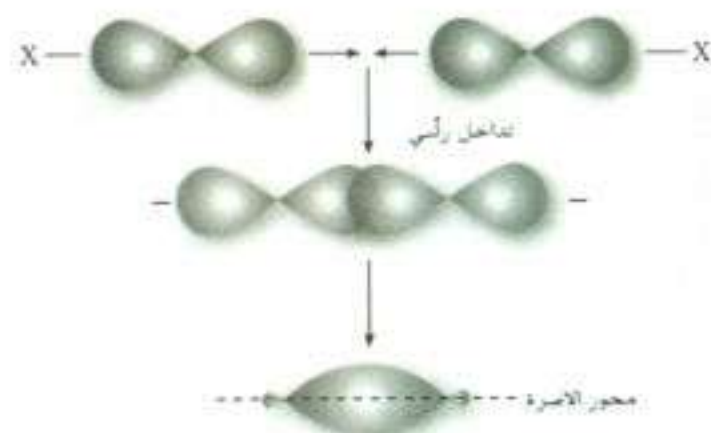
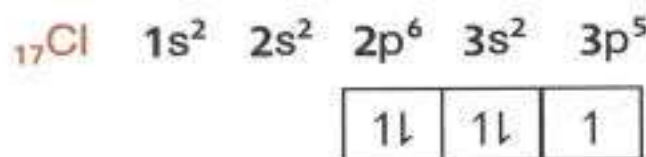






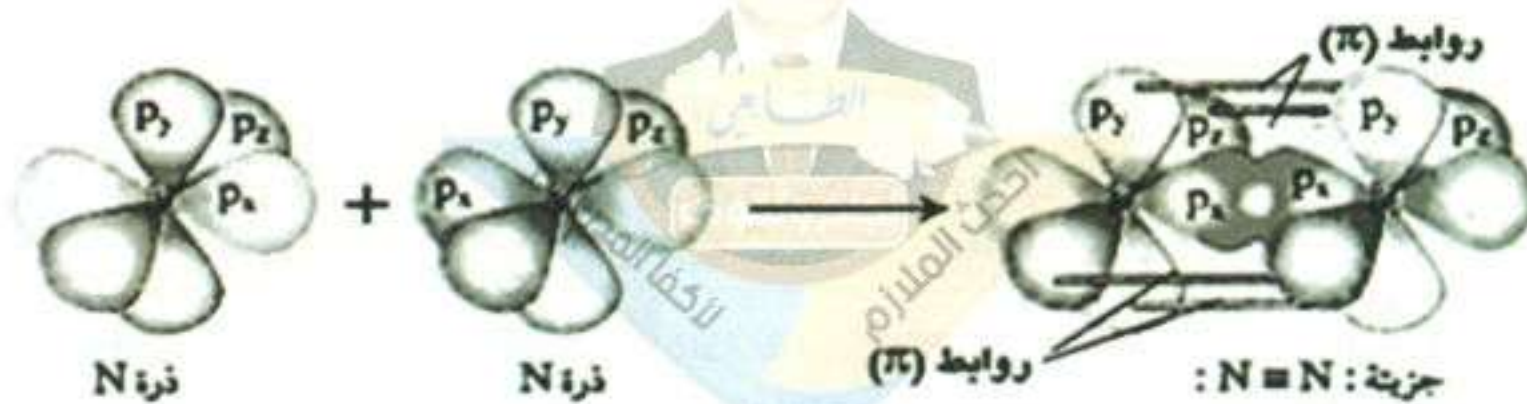
3 تداخل أوربيتال p من الذرة الأولى مع أوربيتال p من الذرة الثانية وهنا يتم التداخل بطريقتين كما يلي

1 التداخل على نفس المحور:- حيث تتوزع الكثافة الإلكترونية رأسياً . بشكل متماثل على طول المحور وهذه الأصرة تسمى أصرة سيكما كما في جزيئة الكلور  $Cl_2$ .



2 التداخل على المحاور الجانبية:- عندما يتم تداخل جانبي وبشكل عمودي سوف تتوزع السحابة الإلكترونية فوق محور الأصرة الرابطة وتحتها ، وتكون أصرة تساهمية من نوع ( باي  $\pi$  ) كما في جزيئة الأوكسجين  $O_2$  .

أما إذا حصل التداخل بشكل أفقي سوف تتوزع السحابة الإلكترونية يمين ويسار محور الأصرة الرابطة وينتج عنه أيضاً أصرة باي . كما في جزيئة النتروجين  $N_2$  .



## التهجين الأوربيتالي

5-2

عملية التهجين هي عبارة عن عملية خلط ( تداخل ) الأوربيتالات الذرية المتقاربة مع بعضها في الطاقة لينتج عدد من الأوربيتالات المهجنة مساوية لعدد الأوربيتالات النقية الداخلة في التهجين للحصول على أواصر تساهمية أقوى بين الذرات المشاركة في تكوين الجزيء .

وفي ما يأتي أهم الملاحظات المتعلقة بالتهجين :-

1 يحدث التهجين في أوربيتالات نفس الذرة بعد إثارة الإلكترونات ضمن المستوى الرئيسي الخارجي للتقليل من حدة التنافر بينها .

2 يتم التهجين بين الأوربيتالات المتقاربة في الطاقة مثل







- 3 شكل الأوربيتال المهجن يختلف عن شكل الأوربيتال الذري المشارك قبل التهجين ، وهو يتكون من فصين تتركز السحابة الإلكترونية في إحداها وغالباً ما يهمل الأصغر عند الرسم .
- 4 اسم الأوربيتال يشتق من أسماء وعدد الأوربيتالات النقية الداخلة في التهجين ، مثلاً الأوربيتال  $sp^3$  المهجن يعني مشاركة ثلاثة أوربيتالات من نوع ( p ) مع أوربيتال واحد من نوع ( s ) ضمن نفس الغلاف الإلكتروني الرئيسي .
- 5 عدد الأوربيتالات المهجنة = عدد الأوربيتالات الذرية المشاركة في عملية التهجين ، أي عملية تهجين ثلاثة أوربيتالات من نوع ( p ) مع أوربيتال من نوع ( s ) ينتج عنه أربعة أوربيتالات من نوع  $sp^3$  .
- 6 طاقة الأوربيتالات المهجنة المتكونة تكون متكافئة أو متساوية .
- 7 قدرة الأوربيتالات المهجنة على التداخل مع الأوربيتالات الذرية أكبر من قدرة الأوربيتالات الذرية غير المهجنة ( علل ) لأن الأوربيتالات المهجنة أكثر امتداد في الفراغ من الأوربيتالات الذرية غير المشاركة في التهجين .

## ملاحظات

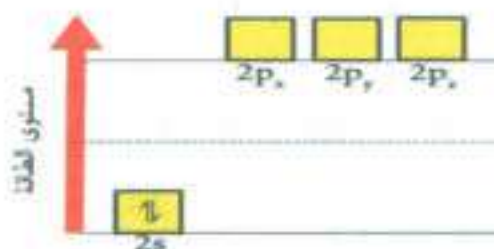
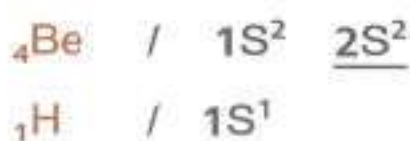
- 1 إذا طلب في السؤال نوع التهجين والشكل الهندسي ونوع الأواصر يجب عمل مخطط بثلاث مراحل يمثل : - الحالة المستقرة والحالة المثارة والحالة المهجنة ويمكن معرفة نوع التهجين من عدد ونوع الأوربيتالات المشاركة في التهجين كما في الملاحظات أعلاه .
- 2 الشكل الهندسي فإن لكل نوع من التهجين شكل هندسي يقابله وكما يلي :-

نوع التهجين	الشكل الهندسي
sp	خطي ( مستقيم )
$sp^2$	مثلث مستوي
$sp^3$	هرم رباعي الأوجه

- 3 نوع الاواصر فتعرف من الالكترونات : فإذا شاركت كل الالكترونات في عملية التهجين تكون الاواصر من نوع سكما أما اذا تبقى عدد من اواصر الالكترونات لم يشارك في التهجين فيكون التداخل غير مباشر ( جانبي أو عمودي ) وهنا تكون الاواصر من نوع سكما وبأي

## أنواع الأوربيتالات المهجنة

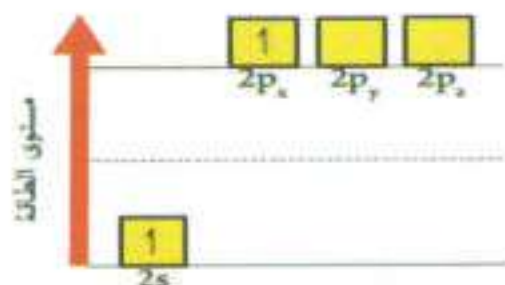
- 1 أوربيتال من نوع (sp) : - يتكون من مشاركة أوربيتالين أحدهما من نوع ( s ) والآخر من نوع (p) والتداخل بينهما يؤدي إلى تكوين أوربيتالين ذريين يقعان على خط مستقيم بزاوية مقدارها  $180^\circ$  ليحصل أقل تنافر بين الأوربيتالين كما في جزيئة هيدريد البريليوم  $BeH_2$  .
- 1 في الحالة المستقرة تكون الأوربيتالات في ذرة البريليوم كما يلي :-



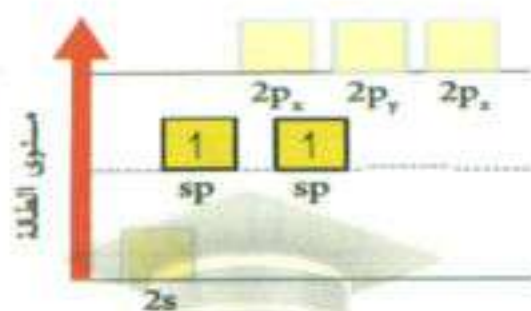




② يثار أحد الإلكترونين من  $2s$  إلى الأوربيتال  $2p_x$  كما في الشكل



③ عندئذ يحصل التداخل لتوليد الأوربيتالين المهجنين من نوع  $sp$  بطاقة أقل من طاقات  $2p_x$  ,  $2p_y$  ,  $2p_z$  وأعلى من طاقة  $2s^2$  وكما في الشكل :-



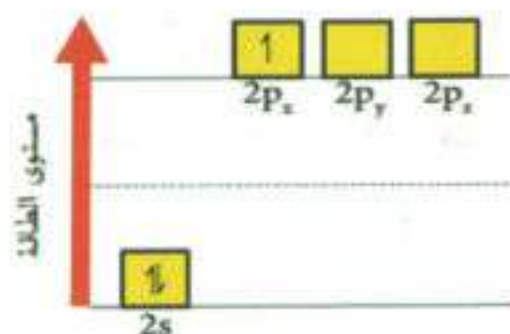
④ من هذه الأوربيتالات المهجنة يمكنها تكوين أوربيتالات جزيئية مع أوربيتالي ذرة  $H (1s^1)$  لتكوين أواصر تساهمية في جزيئة  $BeH_2$

يمكن تمثيل كل هذه الخطوات الأربعة بالشكل



② للأوربيتالات المهجنة من نوع  $(sp^2)$ :- يحصل عند مشاركة أوربيتال واحد من  $s$  مع أوربيتالين من نوع  $p$  ضمن نفس المستوى الرئيسي حيث تتكون ثلاث أوربيتالات مهجنة من نوع  $sp^2$  بسبب التداخل بين هذه الأوربيتالات الثلاثة ومقدار الزاوية  $120^\circ$  بحيث يحصل أقل تنافر بين الأوربيتالات . كما في جزيء ثلاثي فلوريد البورون  $BF_3$

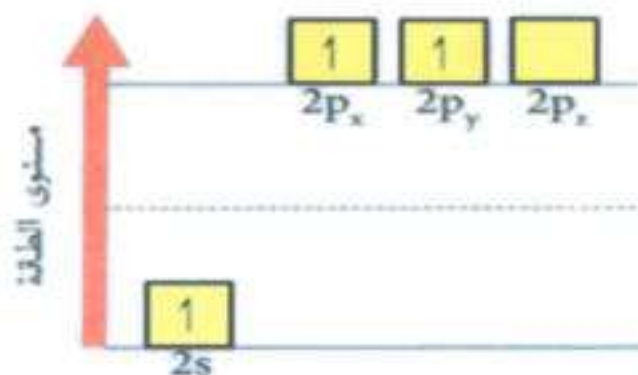
① ترتيب ذرة البورون  $1s^2 2s^2 2p^1$  و هنا لن يشارك  $1s^2$  الداخلي في التهجين فنمثل الحالة المستقرة أولاً :-



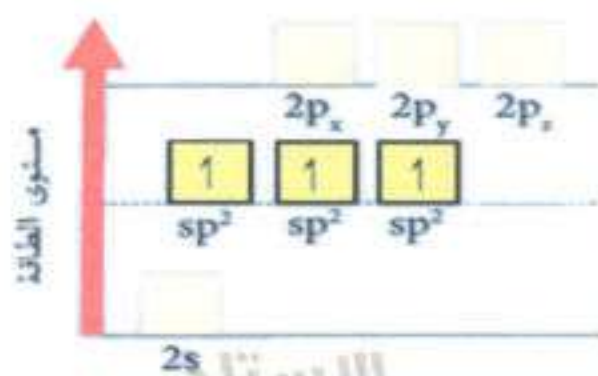




② يرتقي أحد إلكترونات  $2s^2$  إلى  $p_y$  ذي الطاقة المقاربة .



③ يحصل التداخل لتوليد ثلاثة أوربيبتالات مهجنة من نوع  $sp^2$  بطاقة أقل من طاقة  $2p_x$  ,  $2p_y$  ,  $2p_z$  وأعلى من طاقة  $2s^2$  غير المهجن .



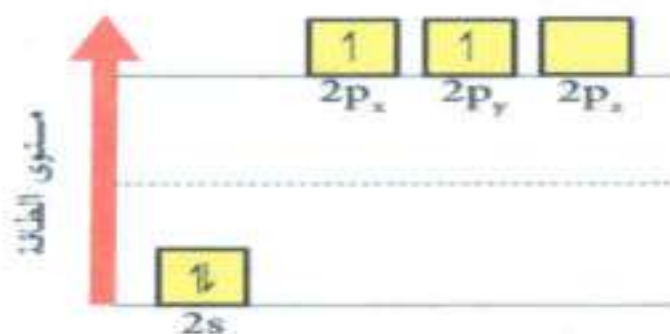
④ تكون هذه الأوربيبتالات المهجنة ثلاثة أوربيبتالات جزيئية مع ثلاث أوربيبتالات لثلاث ذرات فلور لتكوين جزيئة ثلاثي فلوريد البورون  $BF_3$  . كما في الشكل :



③ الأوربيبتالات المهجنة من نوع  $sp^3$  - يتداخل في هذا النوع أوربيبتال واحد من  $s$  مع ثلاث أوربيبتالات من  $p$  حيث تتكون أربع أوربيبتالات ذرية مهجنة من نوع  $sp^3$  على هيئة شكل رباعي الأوجه بزاوية مقدارها  $109.5^\circ$  كما في جزيئة الميثان  $CH_4$

للحصول على أقل تنافر بين الأوربيبتالات حيث يحدث التهجين وفق الخطوات التالية :

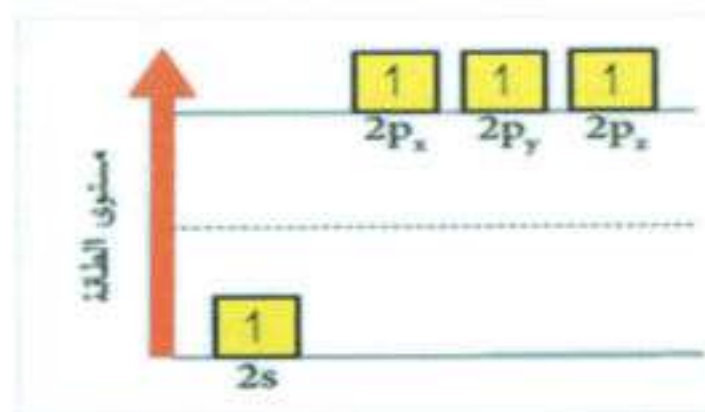
① ترتيب ذرة الكربون نمثل الترتيب الإلكتروني بالشكل : -  $1s^2 2s^2 2p^2$  C ،



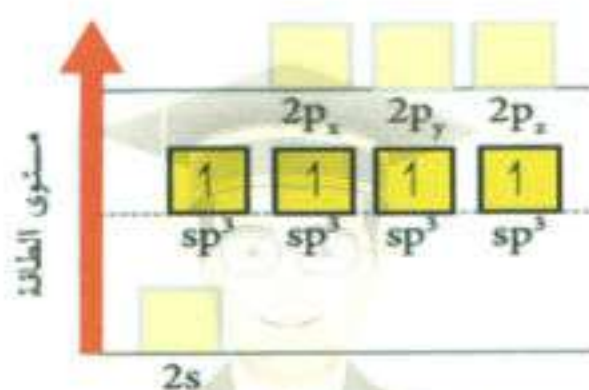




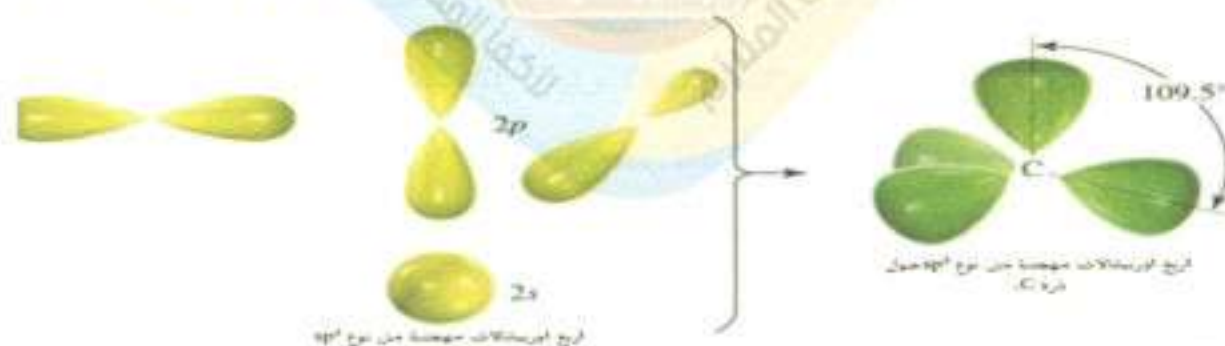
② يرتقي إلكترون واحد من  $2s^2$  إلى الأوربيتال  $2p_z$  .



③ يحصل تداخل لتوليد أربعة أوربيتالات ذرية مهجنة من نوع  $sp^3$  بطاقة أقل من طاقات  $2p_x$  ,  $2p_y$  ,  $2p_z$  وأعلى من طاقة الأوربيتال الذري  $2s$  بشكل رباعي الأوجه حول ذرة الكربون المركزية .

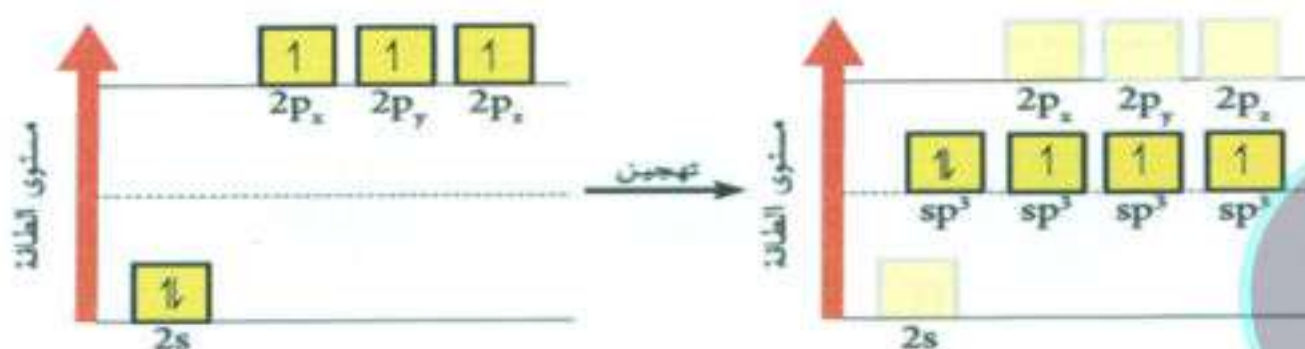


④ تكون هذه الأوربيتالات الأربعة ذات قدرة لتكوين أربعة أوربيتالات جزيئية مع أربعة أوربيتالات ذرية من الهيدروجين ( $1s^1$ ) لتكوين جزيء الميثان  $CH_4$  ويمكن توضيح الخطوات الأربعة بالمخطط .



### أمثلة على التهجين والشكل الهندسي

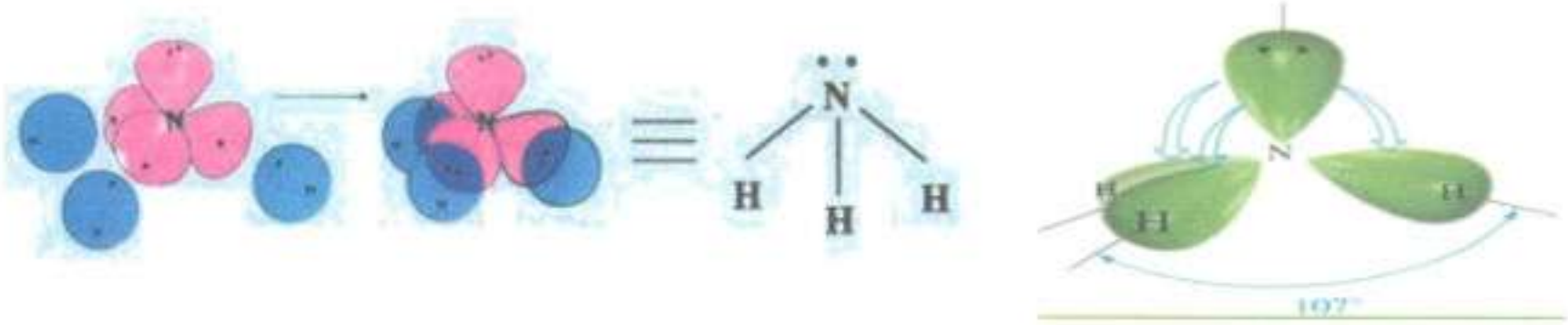
① جزيئة الأمونيا  $NH_3$  :- الترتيب الإلكتروني لذرة النتروجين N هو  $1s^2 2s^2 2p^3$  N نمثل الترتيب الإلكتروني وحالة التهجين



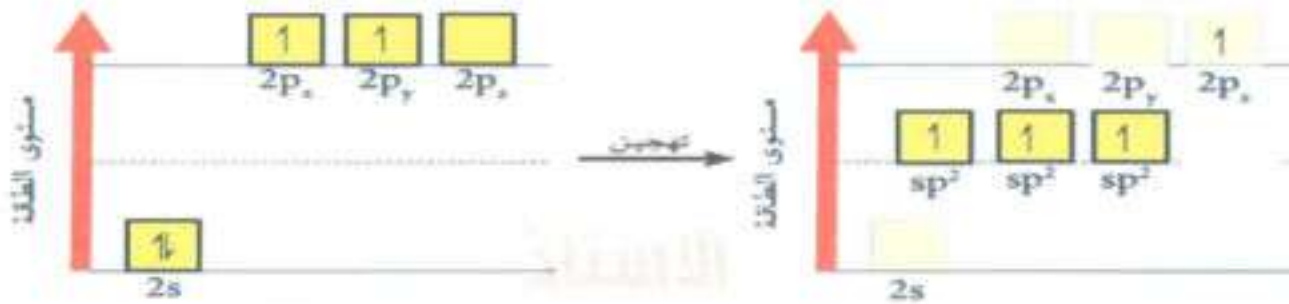




تشكل أوربيتالات ذرة النروجين المهجنة ثلاثة أوربيتالات جزيئية عند ارتباطها بثلاث أوربيتالات من ذرة الهيدروجين  $1s^1$  ولا يتداخل الأوربيتال الذي يحتوي المزدوج الإلكتروني ، فتكون أربعة أوربيتالات مهجنة من نوع  $(sp^3)$  تحتوي إلكترون واحد في كل أوربيتال لتكوين ثلاث أواصر من نوع سيكما  $\sigma$  والشكل الهندسي يكون رباعي الأوجه كما يلي :-

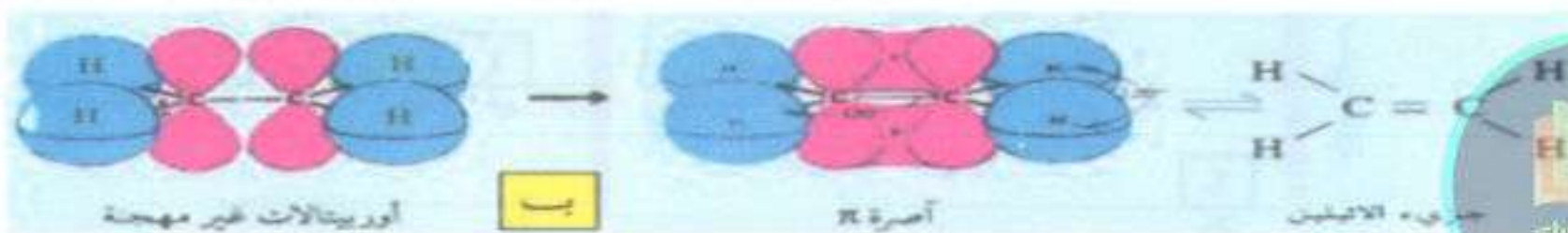
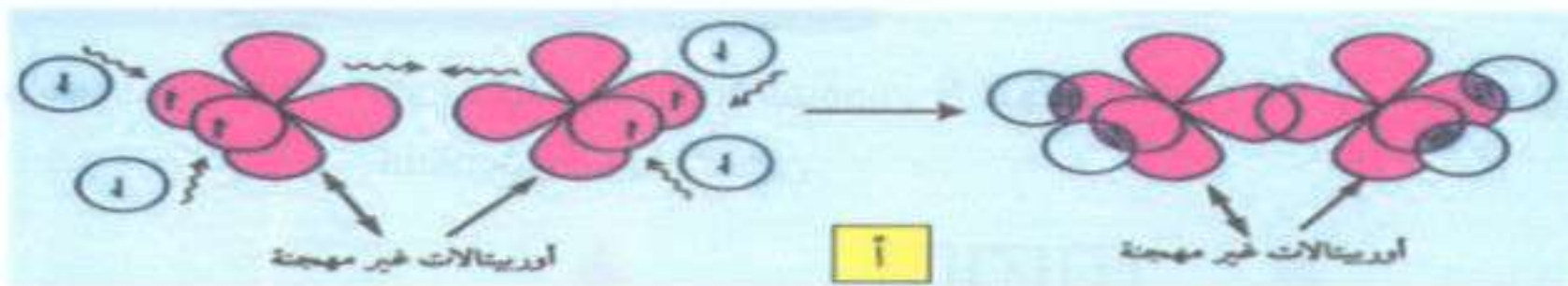


2 جزيء الأثيلين  $C_2H_4$  :- ترتيب ذرة الكربون هو  $C \ 1s^2 \ 2s^2 \ 2p^2$



من الترتيب الإلكتروني واضح أن أحد إلكترونات  $2s$  يرقى إلى أوربيتال  $p_z$  فيحصل التداخل بين الأوربيتالات الذرية لنحصل على ثلاثة أوربيتالات مهجنة من نوع  $(sp^2)$  والأوربيتال الرابع  $p_z$  يبقى غير مهجن . عند اقتراب ذرتي C المهجنتين من بعضهما وفي نفس الوقت تقترب أربع ذرات H لكل منها إلكترون واحد في  $s$  وهنا يتم التداخل بين هذه الأوربيتالات فتتكون خمس أواصر تساهمية سيكما :- واحدة  $(C-C)$  والأربعة  $(C-H)$  ، ثم تتكون أصرة باي  $\pi$  بين  $C-C$  بسبب التداخل الجانبي للأوربيتالين غير المهجنين من نوع  $p_z$  ، أي أن :- الأصرة سيكما ناتجة من تداخل الأوربيتالات المهجنة  $sp^2$  .

الأصرة باي ناتجة من تداخل أوربيتالات  $p_z$  غير المهجنة لذرتي الكربون المتجاورتين فينشأ جزيء الأثيلين  $C_2H_4$ .



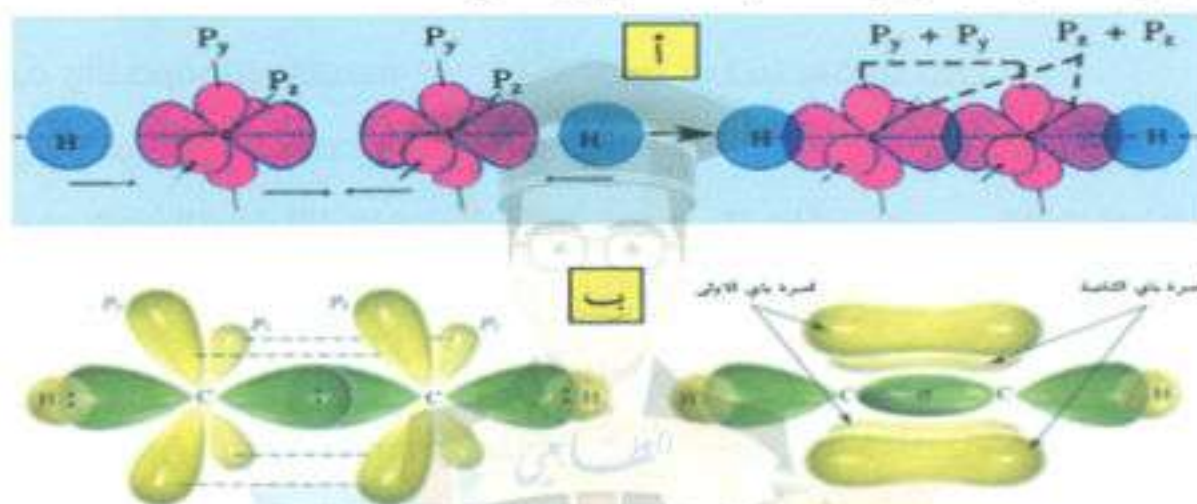




3 جزئيء الأستيلين  $C_2H_2$  :- هنا فقط  $2s$  و  $2p_x$  هما من يعاني التهجين ويبقى  $p_y$  و  $p_z$  غير مهجنين فيكون التهجين من نوع  $sp$  كما في المخطط :-



تقترب ذرتا الكربون من بعضهما وفي نفس الوقت تقترب ذرتي الهيدروجين فتتداخل الأوربيتالات الذرية لنحصل على ثلاث أواصر تساهمية واحدة من نوع سيكما  $\sigma$  ( $C-C$ ) واثنان من نوع ( $C-H$ ) وعلى استقامة واحدة ثم يحدث تداخل جانبي للأوربيتالين غير المهجنين  $p_y$  ,  $p_z$  لتنشأ أصرتان من نوع باي وبهذه الطريقة تكون الأصرة الموجودة في الأستيلين ثلاثية .



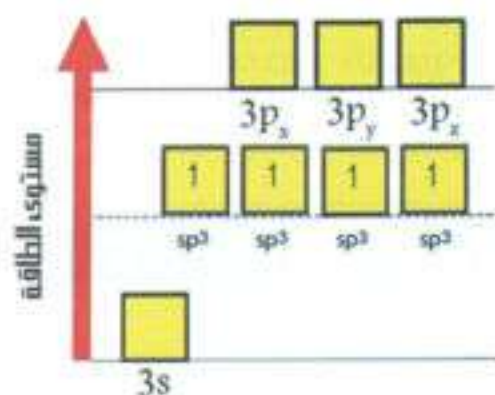
وضّح كيفية حصول التهجين في جزئيء  $SiCl_4$  وفق الخطوات الأربع التي اتبعناها في عملية التهجين ( الاعداد الذرية  $Si=14$  ,  $Cl=17$  )

تمرين 2-6

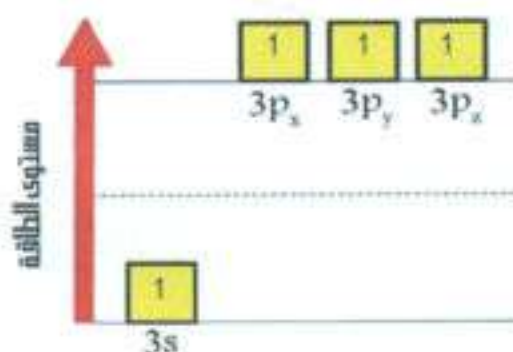
الحل

$^{14}Si$        $1s^2$        $2s^2$        $2p^6$        $3s^2$        $3p^2$

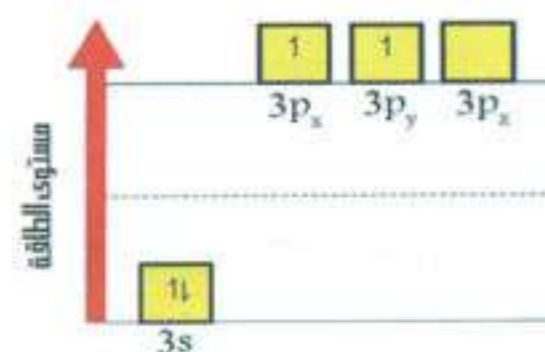
الحالة المهجنة



الحالة المحفزة



الحالة المستقرة

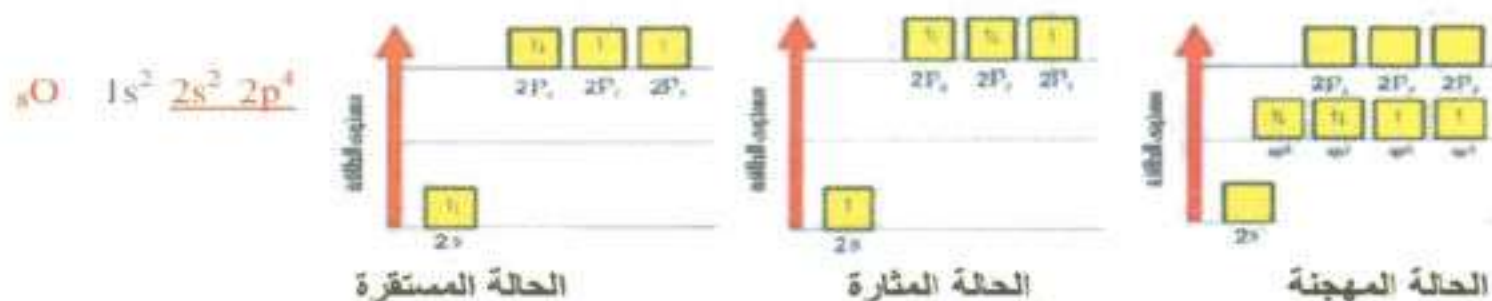






**تمرين 2-7** اكتب خطوات تهجين أوربيتالات ذرة الاوكسجين في الماء وماهو الشكل الهندسي ولماذا ؟

الحل



بما ان التهجين لذرة الاوكسجين في الماء ( $sp^3$ ) اذن الشكل رباعي اوجه لوجود اربعة اوربيتالات هجينة .



### مقارنات مهمة

1 الاصرة التناسقية والاصرة التساهمية

2 اصرة سكما واصرة باي

3 الاوربيتال النقي والاوربيتال المهجن

1 **الاصرة التساهمية:** هي القوة الرابطة بين ذرتين لعنصر لا فلزي أو بين ذرتين لعنصرين يكون الفرق بينهما في الكهرسلبية أقل من (1.7) بحيث تشارك كل ذرة بالكترون واحد ضمن المزدوج الالكتروني المكوّن للأصرة.

**الاصرة التناسقية:** وهي اصرة تساهمية خاصة بين ذرتين تمنح أحدهما المزدوج الالكتروني من غلافها الخارجي الى الذرة الثانية المحتوية على أوربيتال فارغ في غلافها الخارجي

2

الاصرة باي $\pi$	الاصرة سكما $\sigma$
اصرة تساهمية أضعف	اصرة تساهمية قوية
تنشأ من تداخل أوربيتالين من نوع (p) تداخلاً جانبياً	تنشأ من تداخل أوربيتالين مهجنين أو غير مهجنين تداخلاً رأسياً
تتوزع الكثافة الالكترونية للأصرة على جانبي محور الأصرة بين الذرتين	تتوزع الكثافة الالكترونية للأصرة على طول محور الأصرة بين الذرتين

3

الأوربيتال غير المهجن	الأوربيتال المهجن
أقل امتداداً في الفراغ	أكثر امتداداً في الفراغ
يتكون من فص واحد أو أكثر متساوية في الحجم	يتكون من فصيلين أحدهما كبير نسبياً تتمركز فيه السحابة الالكترونية
قابليته على التداخل مع الأوربيتالات الأخرى أقل والأواصر التي تنشأ أضعف	قابليته على التداخل مع الأوربيتالات الأخرى كبيرة والأواصر التي تنشأ قوية





## المفاهيم الأساسية

**التفاعل الكيميائي:** هو تفاعل يحصل بين ذرات عنصرين لتشكيل مركب جديد يمتلك صفات كيميائية وفيزيائية تختلف تماماً عن صفات العناصر الداخلة في التفاعل وغايته تكوين أورببتالات مشبعة بالإلكترونات من خلال فقدان أو اكتساب أو المشاركة بالإلكترونات لبلوغ حالة الاستقرار الكيميائي.

**التأصر الكيميائي:** وهي ظاهرة تواجد الذرات متماسكة معاً في جزيء أو بلورة ضمن عنصر أو مركب وتدعى القوة التي تربطها بالأسرة الكيميائية.

**نظرية تنافر أزواج إلكترونات غلاف التكافؤ:** وتفسر هذه النظرية ترتيب الذرات حول ذرة مركزية بالاعتماد على التنافر بين أزواج الإلكترونات المشاركة وغير المشاركة الموجودة في غلاف التكافؤ للذرة المركزية، بحيث يكون التنافر بين هذه الأزواج في حده الأدنى عندما تكون أبعد ما يمكن عن بعضها.

**نظرية أصرة التكافؤ:** اعتمدت نظرية أصرة التكافؤ في تفسيرها على نظرية التهجين الأورببتالي حيث ترتب الأورببتالات المهجنة للذرة المركزية بحيث يكون التنافر بين هذه الأورببتالات في حده الأدنى عندما تكون أبعد ما يمكن عن بعضها.

**التهجين الأورببتالي:** وهو عملية تداخل الأورببتالات الذرية لتنتج أورببتالات مهجنة مساوية لعدد الأورببتالات الذرية المشاركة في عملية التهجين ومتشابهة بالشكل والحجم ومتكافئة في الطاقة وأكثر استقراراً من الأورببتالات الذرية غير المهجنة وتؤدي إلى الحصول على أواصر تساهمية أقوى بين الذرات المشاركة في تكوين الجزيئة.

**الأسرة الأيونية:** هي قوة التجاذب الكهربائية بين أيونين مختلفي الشحنة أحدهما فلز يحمل شحنة موجبة لفقده إلكترونات أو أكثر والآخر لا فلز يحمل شحنة سالبة لاكتسابه إلكترونات أو أكثر.

**الأسرة التساهمية:** وهي القوة الرابطة بين ذرتين متساويتين في الكهرسلبية أو بينهما اختلاف طفيف فيها، بحيث تشارك كل ذرة بالإلكترونات من غلافها الخارجي وتشارك الذرتان بهذا الزوج الإلكتروني بقوة ارتباط تسمى الأسرة التساهمية.

**الأسرة التساهمية المستقطبة:** وهي الأسرة التساهمية المتكونة من ذرتين يكون الفرق بينهما في الكهرسلبية محسوساً نسبياً، بحيث ينجذب المزدوج الإلكتروني الرابط بينهما نحو الذرة ذات الكهرسلبية الأعلى مكسباً إياها شحنة سالبة جزئية وتكون الذرة الثانية ذات شحنة موجبة جزئية.

**الأسرة الهيدروجينية:** وهي قوة التجاذب الكهربائية بين النهايات مختلفة الشحنة للجزيئات ذات الأواصر التساهمية المستقطبة شريطة أن يكون أحد الطرفين هيدروجينياً.

**الأسرة التناسقية:** وهي أسرة تساهمية خاصة بين ذرتين تمنح أحدهما المزدوج الإلكتروني من غلافها الخارجي إلى الذرة الثانية المحتوية على أورببتال فارغ في غلافها الخارجي.

**الأسرة الفلزية:** وهي القوة التي تربط ذرات الفلز مع بعضها وتنتج عن مشاركة كل ذرة فلزية بالإلكترونات تكافئها وإليها ترجع الخواص الفلزية.





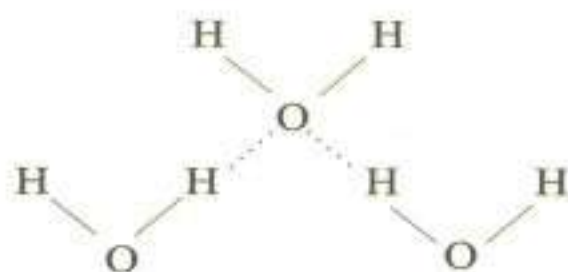


2

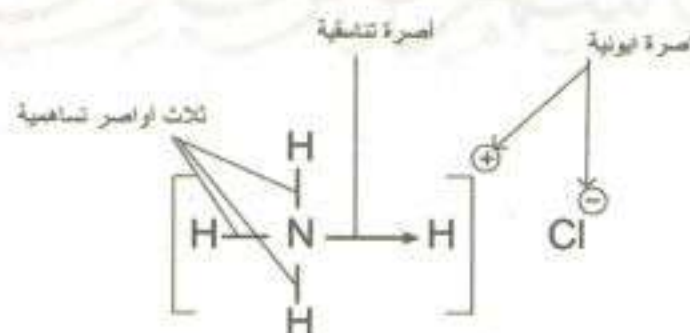
## حل اسئلة الفصل الثاني

س 1-2 علل كلا مما يأتي:

- 1 درجة غليان الماء  $100^{\circ}\text{C}$  اعلى من درجة غليان غاز كبريتيد الهيدروجين  $60^{\circ}\text{C}$  ؟  
ج/ بسبب ارتباط جزيئات الماء مع بعضها بأواصر هيدروجينية وتكوين سلاسل تحتاج الى طاقة عالية للغليان وعدم تكوّن مثل هذه الأواصر بين جزيئات كبريتيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{S}$  (لاحظ الشكل على اليسار).



- 2 جزيء كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$  يحتوي على ثلاث أواصر تساهمية قطبية وتناسقية وأيونية؟  
ج/ وذلك حسب الترتيب التالي:



- 3 الزاوية بين الاوربيتالين المهجنين  $\text{SP}^2$  في جزيئة  $\text{C}_2\text{H}_4$  لتساوي  $120^{\circ}$  ؟  
ج/ وذلك لأن الذرة المركزية المهجنة أوربيتالاتها من نوع ( $\text{sp}^2$ ) تكون ثلاث أواصر تساهمية وتكون الذرة المركزية في مركز مثلث متساوي الأضلاع زواياه المركزية  $120^{\circ} = \frac{360^{\circ}}{3}$  بين كل أصرتين.
- 4 المركبات الايونية لاتوصل الكهربائية في حالتها الصلبة لكن منصهراتها أو محاليلها في الماء جيدة التوصيل؟  
ج/ وذلك لأن إلكتروناتها مقيدة في الحالة الصلبة فلا توصل الكهربائية لكنها عند الإذابة أو الانصهار تكون أيونات موجبة وأخرى سالبة حرة الحركة نحو الأقطاب المعاكسة لشحنتها فتتقلل الكهربائية.





5 عند وضع قطعة من الثلج تطفو لكن عند وضع قطعة متجمدة من البنزين في البنزين السائل تغطس؟

ج/ وذلك بسبب كون الأواصر الهيدروجينية في الحالة السائلة كالماء أقوى (أي أقصر طولاً) ويعزى ذلك لحركة حركة جزيئات الماء في الحالة السائلة وعند الانجماد يزداد طول الأواصر الهيدروجينية وذلك بسبب تنافر ذرات الأوكسجين لجزيئات الماء المتجاورة وذلك يزيد من حجم الماء المنجمد (أي تقل كثافته). لا تحدث هذه الظاهرة في البنزين أو السوائل الأخرى لعدم وجود الأصرة (الهيدروجينية) التي تقلل من كثافة الثلج قياساً بالماء السائل فيطفو فيه، بينما لا تتكون مثل هذه الأواصر بين جزيئات البنزين.

س 2-2

قارن بين كل مما يأتي: 1 الأصرة التساهمية والأصرة التناسقية.

2 الأصرة سكما والأصرة باي. 3 الأوربتال المهجن والغير مهجن.

1 الأصرة التساهمية: هي القوة الرابطة بين ذرتين لعنصر لا فلزي أو بين ذرتين لعنصرين يكون الفرق بينهما في الكهرسلبية أقل من (1.7) بحيث تشارك كل ذرة بالكترون واحد ضمن المزدوج الالكتروني المكوّن للأصرة.

الأصرة التناسقية: وهي أصرة تساهمية خاصة بين ذرتين تمنح أحدهما المزدوج الالكتروني من غلافها الخارجي إلى الذرة الثانية المحتوية على أوربتال فارغ في غلافها الخارجي

2

الأصرة سكما $\sigma$	الأصرة باي $\pi$
أصرة تساهمية قوية	أصرة تساهمية أضعف
تنشأ من تداخل أوربتالين مهجنين أو غير مهجنين تداخلاً رأسياً	تنشأ من تداخل أوربتالين من نوع (p) تداخلاً جانبياً
تتوزع الكثافة الالكترونية للأصرة على طول محور الأصرة بين الذرتين	تتوزع الكثافة الالكترونية للأصرة على جانبي محور الأصرة بين الذرتين

3

الأوربتال المهجن	الأوربتال غير المهجن
أكثر امتداداً في الفراغ	أقل امتداداً في الفراغ
يتكون من فضاءين أحدهما كبير نسبياً تتمركز فيه السحابة الالكترونية	يتكون من فص واحد أو أكثر متساوية في الحجم
قابليته على التداخل مع الأوربتالات الأخرى كبيرة والأواصر التي تنشأ قوية	قابليته على التداخل مع الأوربتالات الأخرى أقل والأواصر التي تنشأ أضعف

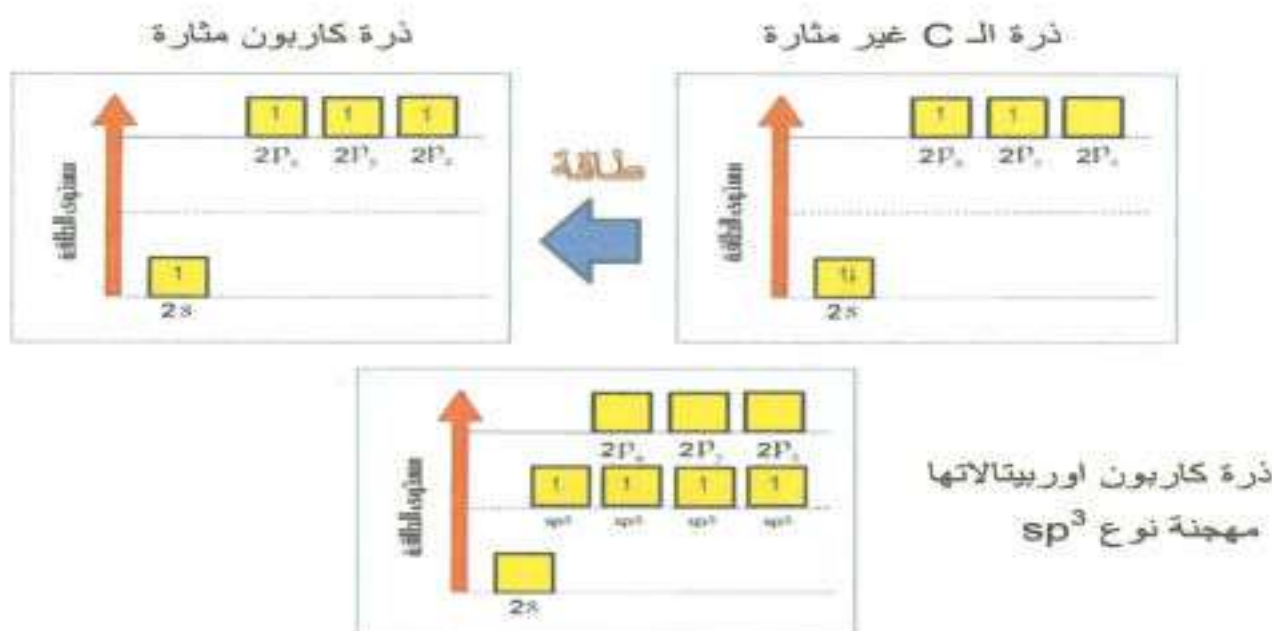




س 2-3

ارسم شكلاً يوضح ذرة كربون مثارة وذرة كربون مهجنة  $sp^3$ ؟

الحل



س 2-4

ارسم وقارن بين أشكال جزيئي الاثيلين والاسثيلين بدلالة الأوربيتالات المهجنة أي من الأصرة بين ذرتي الكربون هي الأقوى؟

الاستاذ

<p>أصرة <math>\sigma</math></p> <p>أصرة <math>\pi</math></p> <p>أصرة <math>\pi</math></p>	<p>أصرة <math>\pi</math></p> <p>أصرة <math>\sigma</math></p>
<p>الأصرة ثلاثية بين ذرتي الـ C أحداها (<math>\sigma</math>) والاثنتان هما من نوع <math>\pi</math>. ونوع التهجين لكل ذرة C هو (<math>sp</math>) والزاوية بين الأوربيتالات المهجنة هي <math>180^\circ</math> والأصرة <math>C \equiv C</math> هي الأقوى.</p>	<p>الأصرة مزدوجة بين ذرتي الـ C أحدهما <math>\sigma</math> والأخرى <math>\pi</math> (نوع التهجين لكل ذرة C هو <math>sp^2</math>) والزاوية بين الأوربيتالات المهجنة هي <math>120^\circ</math>.</p>







س 2-5

ما هي حالة التهجين في كل مما يأتي ثم أذكر أشكال المركبات الناتجة.

- ① النتروجين في الامونيا  
② اللوكسجين في الماء  
③ النتروجين في  $NH=NH$

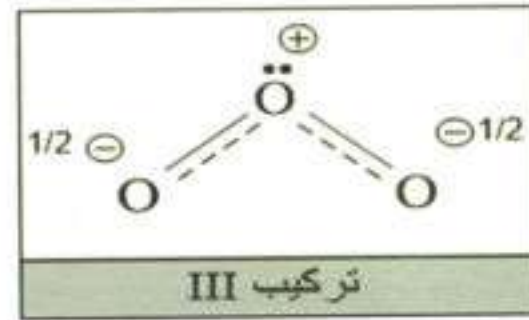
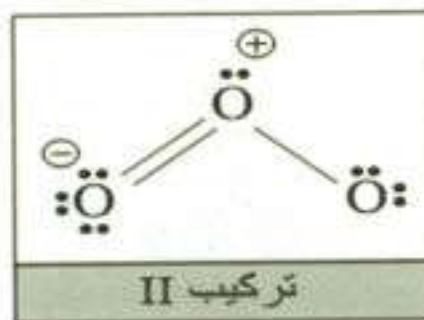
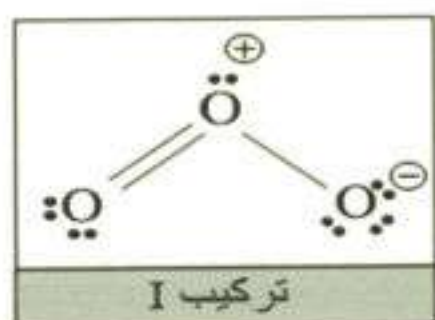
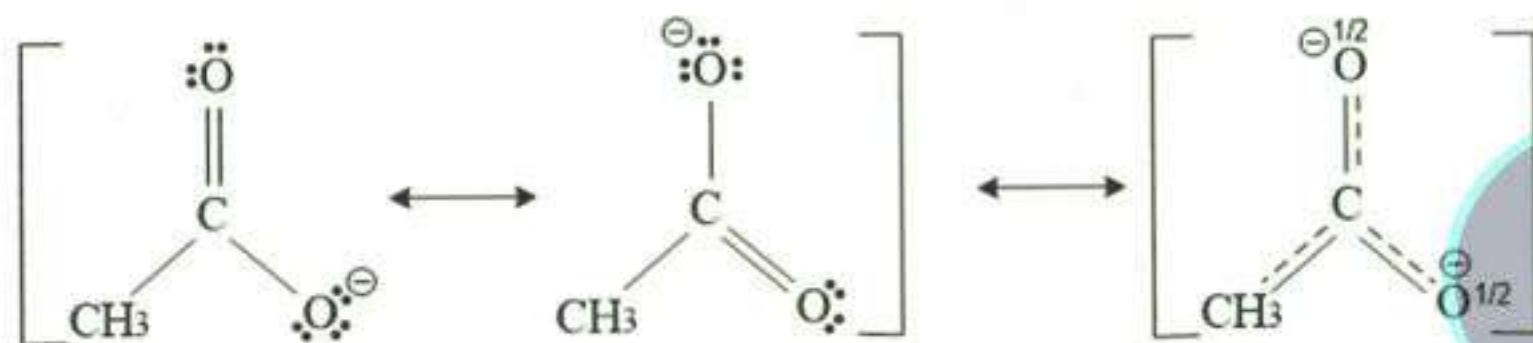
الاجواب

No	المركب	نوع التهجين للذرة المركبة	الشكل الهندسي للجزيء
①	$NH_3$	$sp^3 : N$	هرم رباعي الأوجه غير منتظم
②	$H_2O$	$sp^3 : O$	هرم رباعي الأوجه غير منتظم
③	$NH=NH$	$sp^2 : N$	هرمان

س 2-6

ارسم الصيغ الرنينية لكل من:  $CO_3^{2-}$  ،  $O_3$  ،  $CH_3COO^-$ 

الحل

 $CO_3^{2-}$  $O_3$  $CH_3COO^-$ الصيغة  
الرنينيةمصدر المساعدة  
@SadsHelp





س 2-7

أرسم الشكل الهندسي للجزيئات باستخدام التهجين مرة وبأستخدام (VESPR) (نظريته تنافر أزواج الإلكترونات غلاف التكافؤ) مرة. لكل من  $\text{BeCl}_2$  و  $\text{CCl}_4$  و  $\text{BCl}_3$

1 كلوريد البريليوم  $\text{BeCl}_2$ 

يكتب رمز لويس لكل من ذرة البريليوم  $\text{Be}$  وذرة الكلور  $\text{Cl}$  على النحو الآتي:



يتضح من رمز لويس أن ذرة البريليوم تشارك ذرتي الكلور بزوج من الإلكترونات ليصبح لدينا زوجان من الإلكترونات المشتركة حول ذرة البريليوم، وحتى يكون زوجا الإلكترونات في أدنى حالة من التنافر حسب نظرية (VSEPR) فانهما يتوزعان على جانبي ذرة البريليوم وتتوزع ذرتا الكلور وفق الآتي:



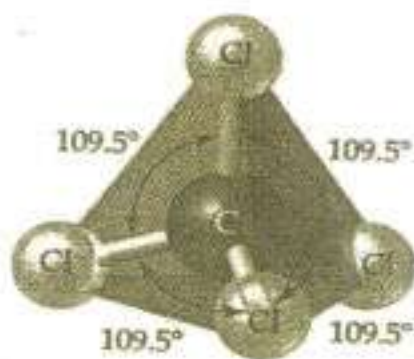
لذلك تلاحظ أن الذرات ترتبت على خط مستقيم بحيث تقع ذرة  $\text{Be}$  في الوسط ويكون الشكل الفراغي للجزيء خطياً والزاوية بين الأصرتين  $180^\circ$  وحسب الشكل أدناه:



وحسب نظرية التهجين، الأوربيتالات المهجنة من نوع  $sp$  ومثابه لجزيء هيدريد البريليوم  $\text{BeH}_2$

2 رباعي كلوريد الكربون  $\text{CCl}_4$ 

جزيء  $\text{CCl}_4$  يشبه جزيء  $\text{CH}_4$  حسب نظرية VSEPR وحسب نظرية التهجين فهو مثابه لتهجين  $sp^3$  للميثان.

3 ثلاثي كلوريد البورون  $\text{BCl}_3$  جزيء  $\text{BCl}_3$  يشبه جزيء  $\text{BF}_3$  ويفسر حسب نظرية VSEPR وحسب

نظرية التهجين يفسر حسب ما موجود في  $sp^2$  لجزيء  $\text{BF}_3$  نفسه.





س 2-8

لماذا تتحد ذرات العناصر مع بعضها؟ هل أن اتحادها يكون مركب دائماً؟ ناقش  
أجابتك علمياً مع مثالين على الأقل؟

ج / تتحد ذرات العناصر مع بعضها للوصول الى حالة تكون أكثر استقراراً مع بقائها متفرقة وذلك لأن اتحاد الذرات يوصلها للحالة التي يكون فيها توزيع الالكترونات في الغلاف الخارجي مشابهاً للغاز النبيل الأقرب لتلك الذرة - الكترونياً سواء فقدت الذرة أو اكتسبت أو شاركت بالكترون أو أكثر. وليس من الضروري أن تتكون مركبات من اتحاد الذرات فقد تتكوّن جزيئات عناصر أكثر استقراراً من ذراتها الحرة كما هو الحال مع العديد من العناصر ومنها  $H_2$  و  $O_2$  و  $N_2$  و  $P_4$  و  $S_8$  و  $C_{60}$  وغيرها. أما المركبات فتنتج جزيئاتها عن اتحاد ذرات عناصر مختلفة مثل:  $H_2O$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$ ,  $C_6H_6$ ... الخ.

س 2-9

أ) ما الأصرة الكيميائية؟ عرفها بدقة؟ ب) عدد فقط أنواع الأواصر التي تعرفها؟

أ. ما الأصرة الكيميائية؟ عرفها بدقة؟  
ج / الأصرة الكيميائية: هي القوة الرابطة بين ذرتين لعنصر معين أو لعنصرين مختلفين وصولاً للحالة الأكثر استقراراً من بقاء الذرات حرة.  
ب. عدد فقط أنواع الأواصر التي تعرفها؟  
ج / (أنواع الأواصر هي: الأصرة الأيونية، الأصرة التساهمية) القطبية - أو المستقطبة وغير القطبية، الأصرة (التناسقية التعاضدية)، الأصرة الهيدروجينية، الأصرة الفلزية.

س 2-10

أ. ما الأصرة الأيونية؟ وما شروط تكوينها؟  
ب. لماذا لا تتكون الجزيئات في المركبات الأيونية؟  
ج. ما أهم صفات المركبات الأيونية؟

الحوار

أ. ما الأصرة الأيونية؟ وما شروط تكوينها؟  
ج / الأصرة الأيونية: هي قوة تجاذب كهربائية بين أيونين مختلفي الشحنة كهربائياً، وشروط تكوينها هو وجود ذرة مستعدة لفقدان الكترون أو أكثر (فلزية) - وذرة مستعدة لاكتساب الكترون أو أكثر (لا فلزية) - مع توفر ظروف التفاعل المناسبة.  
ب. لماذا لا تتكون الجزيئات في المركبات الأيونية؟  
ج / لا تتكون الجزيئات في المركبات الأيونية وذلك لأن الأيونات السالبة والموجبة تترتب بهيئة تجمعات بلورية بنظام هندسي معين. وعليه فمن الخطأ القول جزئياً  $NaCl$  والصحيح أن صيغة  $NaCl$  تمثل أبسط نسبة عددية للأيونات المتحدة في التجمع البلوري للملح.







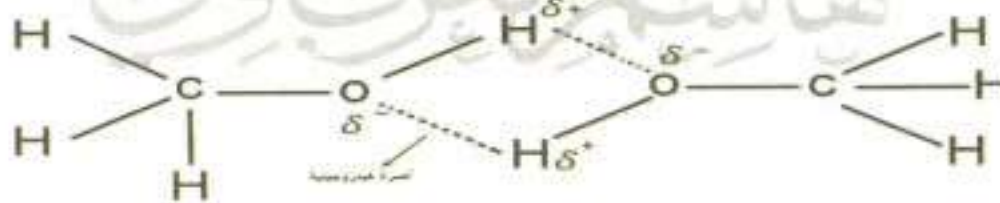
ج. ما أهم صفات المركبات الأيونية؟

ج/ صفات المركبات الأيونية:

- 1 توجد على شكل شبكية بلورية وهي ترتيب هندسي منتظم للأيونات السالبة والأيونات الموجبة.
- 2 تمتلك درجات انصهار وغليان مرتفعة جداً، وهي نتيجة للطاقة العالية اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين الأيونات السالبة والأيونات الموجبة ولتكسير الشبكية البلورية.
- 3 عدم قدرتها على التوصيل الكهربائي في الحالة الصلبة نظراً لارتباط الأيونات وعدم قدرتها على الحركة داخل الشبكية البلورية بينما تصبح موصلة للكهرباء عند صهرها أو إذابتها في الماء حيث تكون الأيونات عندئذ حرة الحركة في المنصهر وفي المحلول المائي.
- 4 تذوب في المذيبات القطبية كالماء ولا تذوب في المذيبات العضوية اللاقطبية كالبنزين أو الإيثر.

س 2-11 ماذا نقصد بالأصرة الهيدروجينية؟ وضح ذلك بمثال، ثم أرسم الأواصر الهيدروجينية بين جزيئات الميثانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ).

ج/ الأصرة الهيدروجينية: هي قوة تجاذب فيزيائية ضعيفة تنشأ بين الجزيئات وليست أصرة كيميائية حقيقية لذا تكون قوتها أقل بكثير من الأواصر الأخرى، وتتكون هذه الأصرة بسبب التجاذب الذي يحصل بين الطرف الموجب والطرف السالب لذرة تمتلك مزدوجاً إلكترونياً أو أكثر. والأواصر الهيدروجينية بين جزيئات الميثانول هي:



س 2-12 الأصرة التساهمية قد تكون مستقطبة (قطبية) متى يكون ذلك؟

ج/ تكون الأصرة التساهمية قطبية أو مستقطبة عندما يكون الفرق بالكهرسلبية بين الذرتين المتحدتين عالياً لكنه أقل من (1.7) كما في حالة اتحاد ذرة الـ H مع ذرة الـ Cl أو الـ N أو الـ O وهكذا كما مبين:



س 2-13 ما العوامل التي تحدد كون الأصرة بين ذرتين تساهمية أو تساهمية مستقطبة؟ أو أيونية؟

ج/ العوامل التي تحدد كون الأصرة بين ذرتين تساهمية أو تساهمية مستقطبة أو أيونية هي:  
أ. موقع كل ذرة في الجدول الدوري.  
ب. الفرق في الكهرسلبية بين الذرتين.







س2-14

ما الأصرة الفلزية؟ وما تأثيرها على خواص الفلزات النقية؟

ج/ الأصرة الفلزية: تنشأ من مشاركة كل ذرة فلزية بالكترونات تكافؤها جميع ذرات الفلز. أي تصبح الككترونات تكافؤ كل الذرات ملكاً لجميع الذرات. ويمكن تصور ذرات الفلز بأنها مغمورة في بحر من الالكترونات حرة الحركة من ناحية، ومن ناحية أخرى فإن الالكترونات منجذبة الى جميع ذرات الفلز في الوقت نفسه وهذه الأصرة هي السبب في قوة توصيل الفلزات للحرارة والكهربائية ومتانة وقوة الفلزات وكثافتها العالية.

س2-15

أعد كتابة العبارات الآتية مصححاً ما (قد) تجده فيها من أخطاء علمية.

- كل المركبات ذات الاواصر التساهمية لا تذوب في الماء.
- الأصر الثلاثيه في (  $C_2H_2$  ) تحتوي على ثلاث اواصر من نوع باي.
- البروتونات والنيوترونات تشارك في تكوين الأصره الأيونيه.
- نوع تهجين الاوربيتالات الـ C في الميثان مشابهة لمثيله بذرة الـ N في الامونيا وهو  $SP^3$ .
- الأصرة ( $\pi$ ) أقل طاقة من الأصرة ( $\sigma$ ) للجزيء نفسه .

ج/

- العبرة خاطئة: والصحيح أن بعض المركبات ذات الأواصر التساهمية المستقطبة مثل السكر وبعض الكحولات تذوب في الماء لأنه ذو أواصر تساهمية مستقطبة.
- العبرة خاطئة: والصحيح أن الأصرة الثلاثية بين ذرتي الـ C في جزيء الأستيلين ( $C_2H_2$ ) تتكون من أصرة نوع ( $\sigma$ ) وأصرتين من نوع ( $\pi$ ).
- العبرة خاطئة: والصحيح أن شحنة البروتونات (الشحنة الموجبة) فقط تشارك في تكوين الأصرة الأيونية.
- العبرة صحيحة: نوع تهجين أوربيتالات الـ C في الميثان مشابه لمثيله بذرة الـ N في الأمونيا وهو ( $sp^3$ ).
- العبرة صحيحة: الأصرة  $\pi$  أقل طاقة من الأصرة  $\sigma$  للجزيء نفسه.







## الفصل الثالث

### الجدول الدوري وكيمياء العناصر الانتقالية

المقدمة

1-1-3

مر الجدول الدوري بسلسلة مراحل عبر العصور حيث بدأ من فكرة بسيطة تطورت مع الزمن إلى أن تطور هذا الترتيب إلى ما نعهده اليوم .

لا حاجة لتصنيف العناصر في جدول خاص في القديم .

علل

لأن عدد العناصر في ذلك الوقت لم يتجاوز أصابع اليدين .

الجواب

**ملاحظة مهمة** تم تقسيم العناصر إلى مجموعتين كمحاولة أولى لتصنيف العناصر وجدولتها : -  
A - مجموعة الفلزات B - مجموعة اللافلزات  
وبما أنه لا يوجد مقياس لفصل العناصر من حيث كونها فلزات أو لا فلزات تم اعتماد العلاقة بين العناصر وكتلتها الذرية كمحاولات أكثر تطوراً وفيما يلي أبرز محاولات التصنيف : -

① **ثلاثيات دوبرينر** :- لاحظ دوبرينر الفرق بين الكتل الذرية للعناصر مثل Ca , Ba , Sr هي فروق ثابتة ، أي أنه لاحظ فروق ثابتة في الكتلة الذرية في هذه الثلاثيات لأي عنصر مع العنصر الذي يسبقه والذي يليه . أي أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للعنصر في الثلاثيات تمثل متوسط خواص العنصرين السابق واللاحق له .  
عرف ثلاثية دوبرينر : كل مجموعة عناصر مؤلفة من ثلاث عناصر تتشابه في كثير من خواصها الكيميائية والفيزيائية بحيث يتوسطها عنصر له متوسط خواص العنصرين السابق واللاحق له .  
② **محاولة نيولاندس** :- رتب العناصر البالغ عددها 63 عنصر حسب زيادة كتلتها الذرية حيث افترض قانون الثمانية وهو أن :- كل مجموعة مؤلفة من ثمانية عناصر فإن العنصر الثامن يشبه في خواصه العنصر الأول الذي بدأ في المجموعة .

ظهور المتناقضات في محاولة نيولاندس .

علل

بسبب : ① عدم دقة الكتل الذرية

② لم يترك مكاناً خالياً في جدول العناصر التي لم تكن معروفة وقتئذ .

الجواب

③ **محاولة مندليف ( الجدول الدوري )** :- أثبت الروسي مندليف أن خواص العناصر تعتمد اعتماداً دورياً على كتلتها الذرية ، وهذا ما عرف بـ ( القانون الدوري )

الجواب

شبكة المساعدين  
@SadsHelp





س ما هي ابرز نقاط القوة في جدول مندليف ؟



- 1 ترك أماكن فارغة لاحتمال اكتشاف عناصر جديدة مستقبلاً .
- 2 استطاع تحديد خواص العناصر غير المكتشفة في عصره منها الجرمانيوم الذي سماه (شبيه السليكون)
- 3 قام بتغيير مواضع بعض العناصر لأن مكانها الجديد يتماشى مع العناصر المجاورة لها وقد صحح بعض الأخطاء في وضع العناصر تبعاً لقيم الكتل الذرية .



س ما هي نقاط الضعف في جدول مندليف ؟



- 1 موضع الهيدروجين : بقي مثار جدل ونقاش فهو أحياناً يوضع فوق الفلزات القلوية وأحياناً فوق الهالوجينات ( لماذا ؟ ) لوجود تشابه بينه وبين عناصر هذه المجموعة .



- 2 موضع العناصر الإنتقالية الداخلية ( اللانثيدات ) :- تتشابه في كثير من خواصها ومنها التكافؤ (+3) وتقع في الزمرة الثالثة مكان عنصر واحد في أسفل الجدول الدوري ، وكذلك الأكتينيدات .

- 3 الترتيب المتباين :- عندما رتب مندليف العناصر وقعت بعض العناصر في أماكن لا تتفق خواصها مع خواص العناصر الأخرى في الزمرة ، فكان واجبا التغلب على هذه الصعوبة بتغيير وضع هذه العناصر بغض النظر عن كتلتها الذرية . مثلاً الكوبلت 58.94 بينما النيكل 58.69 ومع هذا الكوبلت قبل النيكل .

في جدول مندليف في النهاية أصبح في جدول صفوف أفقية سميت ( الدورات ) وصفوف رأسية سميت ( الزمر ) .

### الجدول الدوري الحديث للعناصر

2-1-3

بعدما ظهر مفهوم العدد الذري على يد موزلي واكتشاف الإلكترون رُتبت العناصر في الجدول الدوري حسب زيادة أعدادها الذرية بدلاً من الكتل الذرية. كل عنصر في الجدول الدوري الحديث يزيد عن العنصر الذي يسبقه بإلكترون واحد هو ( الإلكترون المميز ) وبذلك أصبح الجدول الدوري بشكل دورات أفقية عددها (7) وعلى شكل زمر مرتبة عمودياً وعددها (18) زمرة وهي :

### 1 الدورات السبعة:

- 1 الدورة القصيرة الاولى تشمل الهيدروجين H والهليوم He.
- 2 الدورة القصيرة الثانية والثالثة تشمل 8 عناصر في كل دورة.
- 3 الدورة الطويلة الرابعة تشمل 18 عنصر.
- 4 الدورة الطويلة الخامسة تشمل 18 عنصر.
- 5 الدورة الطويلة جداً السادسة تشمل 32 عنصر.
- 6 الدورة الطويلة السابعة تشمل 24 عنصر.





## الزمر الثمانية عشر:

1. مجموعة (A) تشمل 8 زمرة.
2. مجموعة (B) تشمل 10 زمرة.

### (الجدول الدوري الحديث)

عناصر المجموعة الرئيسية																	
IA (1)	IIA (2)	العناصر الانتقالية										IIIB (3)	IVB (4)	VB (5)	VIB (6)	VII B (7)	VIII B (8) (9) (10)
1 H 1.008																	
2 Li 6.941	4 Be 9.012																
3 Na 22.99	12 Mg 24.31																
4 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
5 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
6 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.0	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (269)	111 Nh (272)	112 Nh (272)	113 Nh (272)	114 Nh (272)	115 Nh (272)	116 Nh (272)	117 Nh (272)	118 Nh (272)
العناصر الانتقالية الداخلية																	
6 لا تنتمي	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0			
7 لا تنتمي	90 Th 232.0	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)			

تشابه عناصر الزمرة الواحدة في الخواص الكيميائية رغم اختلاف كتلتها الذرية .

علل

بسبب تساوي عدد الإلكترونات التي يمكن للذرة أن تفقدها أو تكتسبها أو تساهم بها في التفاعل الكيميائي .

الجواب

في الدورة الواحدة : رغم تقارب الكتل الذرية إلا أن هناك اختلاف كبير في الخواص الفيزيائية .

ملاحظة







## 3-1-3 أجزاء الجدول الدوري

**الجزء الأول** يشمل الزمرة الأولى (IA) والثانية (IIA) وكلاهما تنتهي بغلاف من نوع (ns) وهي

تعرف بأسم ( الفلزات القلوية والأتربة القلوية )

**الجزء الثاني** يشمل عناصر ست زمرد بدءاً من زمرة البورون ( IIIA ) وانتهاءً بزمرة العناصر النبيلة التي

تعرف بأسم الزمرة ( 0 ) . وعناصر الجزئين الأول والثاني تمتاز بمليء مستويات

الطاقة الفرعية s و p وتسمى العناصر الممثلة .

**الجزء الثالث** ويشمل العناصر الإنتقالية التي تبدأ من زمرة عنصر ( Sc ) وتنتهي بزمرة عنصر ( Zn ).

يكون الغلاف الخارجي لهذه العناصر من نوع s و d ويكون d غير ممتلئ بالإلكترونات .

لماذا سميت عناصر الجزء الثالث من الجدول الدوري بالعناصر الإنتقالية ؟

لأنها تنتقل بالخواص بين العناصر ذات الغلاف الخارجي s والعناصر ذات الغلاف الخارجي p وهي تتوسط الجدول الدوري .

**الجزء الرابع** يضم سلسلتين من العناصر الإنتقالية الداخلية هي اللانثيدات والأكتينيدات .

الجزء الأول												الجزء الثاني										
H																						He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne					
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar					
الجزء الثالث																						
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr					
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe					
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn					
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt														
الجزء الرابع																						
اللائثيدات		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu							
الأكتنيدات		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr							





### 4-1-3 دورية الخواص في الجدول الدوري

أولاً

الحجم الذري

هو نصف المسافة الواصلة بين مركزي خرتين متماثلتين في البلورة ويقاس بواسطة الأشعة السينية .

- في الدورة الواحدة يقل نصف القطر مع زيادة العدد الذري من اليسار إلى اليمين ( لماذا ؟ ) بسبب قوة جذب النواة للإلكترونات نفس المستوى الرئيسي من الطاقة .
- في الزمرة الواحدة يزداد نصف القطر مع زيادة العدد الذري ( لماذا ؟ ) بسبب إضافة أغلفة إلكترونية ذات أعداد كم متزايدة أبعد عن النواة .

علل

يصعب تحديد حجم الذرة .

الاجابات

لأن احتمال التوزيع الإلكتروني يتأثر بالذرات المجاورة في المركب لذا فحجم الذرة يتغير عند الانتقال من حالة إلى أخرى .

س

وضح التغير في الحجم الذري في العناصر الإنتقالية .

الاجابات

1 في كل سلسلة يقل الحجم لحد العنصر الخامس ( نصف الدورة ) ثم يزداد تدريجياً ( لماذا؟ ) بسبب ازدياد قوة جذب النواة على الإلكترون الذي يضاف بزيادة العدد الذري من عنصر لآخر يدخل أوربيتال d .

2 في العناصر الإنتقالية الداخلية ( 14 عنصر ) يقل الحجم الذري لحد العنصر السابع ( نصف السلسلة ) ثم يزداد تدريجياً مرة أخرى بسبب ازدياد قوة جذب النواة على الإلكترون الذي يضاف بزيادة العدد الذري من عنصر لآخر يدخل أوربيتال d .

علل

يزداد الحجم الذري في العناصر الإنتقالية بعد العنصر الخامس ( النصف الثاني ) من كل سلسلة .

الاجابات

بعد ملئ نصف العدد من أوربيتال d يحصل حجب لتأثير النواة فتقل قوة جذب النواة للإلكترونات التي تضاف بعد ذلك مما يؤدي إلى زيادة الحجم الذري قليلاً بعد العنصر الخامس

ملاحظة

الأيون هو ذرة أو مجموعة ذرية لها شحنة موجبة أو سالبة

علل

عندما تكون الذرة أيون موجب يصغر حجمها .

الاجابات

1 لأن الإلكترونات المفقودة غالباً هي إلكترون التكافؤ وبفقدانه نفقد مدار خارجي فيقل نصف القطر .

2 بسبب انخفاض التنافر الكهروستاتيكي الذي يقل بين ما تبقى من الإلكترونات مع زيادة التجاذب بينها وبين النواة فتقترب الإلكترونات أكثر من النواة .

سلسلة المساعدين @SadsHelp





علل

عندما تكوّن الخرة أيونات سالبة يزداد حجمها .

الاجواب

لأن إضافة إلكترون تولّد تنافر كهروستاتيكي أكبر مع المستويات الخارجية ويدفعها نحو الخارج بقوة مما يزيد المسافة بين الإلكترونات وبالتالي زيادة نصف القطر .

ثانياً

طاقة التأين

هي الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من خرة متعادلة في حالتها الغازية لتكوين أيون موجب . كما في المعادلة



تقاس طاقة التأين بوحدات إلكترون فولت ( eV ) وهي وحدة صغيرة تساوي  $1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

- في الدورة الواحدة : - تزداد طاقة التأين مع زيادة العدد الذري ( بسبب صغر حجمها الذرية )
- في الزمرة الواحدة : - تقل طاقة التأين مع زيادة العدد الذري ( بسبب كبر الحجم الذري وابتعاد الإلكترونات عن النواة ) .
- طاقة التأين الأولى هي الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون الأول وينتج عنه شحنة موجبة واحدة .
- طاقة التأين الثانية هي الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون الثاني ... وهكذا

علل

طاقة التأين الثانية أكبر من طاقة التأين الأولى .

الاجواب

لأن شحنة النواة الموجبة تجذب الإلكترونات الثانية بقوة أكبر .

علل

العناصر القلوية تمتلك أقل طاقة تأين .

الاجواب

بسبب كبر حجمها الذرية كما أن الغلاف ما قبل الأخير يحتوي ( 8 ) إلكترونات تحجب تأثير النواة على إلكترون التكافؤ مما يسهل انتزاعه .

علل

طاقة تأين  ${}^7\text{N}$  أعلى من طاقة تأين  ${}^8\text{O}$  .

الاجواب

لأن الغلاف الأخير للنيتروجين نصف مشبع فيكون أكثر استقراراً من الأوكسجين رغم كونه أكبر عدد ذري فيحتاج طاقة تأين أكبر لنزع الإلكترون .

علل

طاقة تأين  ${}^{25}\text{Mn}$  أعلى من طاقة تأين  ${}^{26}\text{Fe}$  .

الاجواب

لأن الغلاف الأخير  ${}^{25}\text{Mn}$  نصف مشبع فيكون أكثر استقراراً من  ${}^{26}\text{Fe}$  رغم كونه أكبر عدد ذري فيحتاج طاقة تأين أكبر لنزع الإلكترون .







ثالثاً

الألفة الإلكترونية

مقدار الطاقة المنبعثة من الذرة المتعادلة في الحالة الغازية عندما تكتسب إلكترون مكونة أيون سالب ، كما في المعادلة :-



- في الدورة الواحدة تزداد الألفة الإلكترونية مع زيادة العدد الذري ( بسبب صغر الحجم الذري مما يسهل جذب الإلكترون )
- في الزمرة الواحدة تقل الألفة بزيادة العدد الذري ( بسبب زيادة الحجم الذري )

ملاحظة

كما توجد طاقة تأين أولى وطاقة تأين ثانية هناك أيضاً جذب إلكتروني أول وثاني.

س

لماذا تكتسب طاقة عند اكتساب الإلكترون الأول بينما يتم امتصاص طاقة عند اكتساب الإلكترون الثاني ؟

الجواب

بسبب وجود التنافر بين الأيون السالب والإلكترون المكتسب الجديد .

علل

تميل الذرات إلى اكتساب الإلكترونات .

الجواب

لكي تصل إلى أوطأ مستوى من الطاقة ( حالة أكثر استقراراً ) حيث أن انبعاث طاقة عند إضافة إلكترون إلى الذرة يؤدي إلى الانتقال إلى وضع أدنى من الطاقة .

علل

انخفاض قيم الألفة الإلكترونية للغازات النبيلة .

الجواب

لعدم قدرتها على تكوين أيونات سالبة مقارنة بالهالوجينات لكونها مشبعة

رابعاً

الكهروسلبية

هي قدرة الذرات في الجزيئات على جذب الإلكترونات نحوها من ذرات أخرى مرتبطة بها بأصرة كيميائية

- في الدورة الواحدة تزداد مع زيادة العدد الذري
- في الزمرة الواحدة تقل الكهروسلبية مع زيادة العدد الذري

علل

يعتبر الفلور أعلى العناصر كهروسلبية .

الجواب

لقدرته العالية على جذب الإلكترون المشارك والتحول إلى أيون سالب .







## خامساً الخواص الفلزية واللافلزية

خامساً

الخواص الفلزية: هي العناصر التي لها بريق معدني وموصل جيد للتيار الكهربائي والحراري ولها درجات انصهار وغليان عالية وتكون صلبة كما في  $Zn / Cu / Fe$

الخواص اللافلزية: هي العناصر التي ليس لها بريق معدني ولها درجة انصهار وغليان منخفضة وتكون هشة كما في  $P / C / S$ .

وأشباه الفلزات: هي العناصر التي تكون بين الصفات الفلزية والصفات اللافلزية كما في  $Si / B$  ففي الدورة الواحدة تقل الخواص الفلزية وتزداد الخواص اللافلزية

- في الدورة الواحدة تقل الخواص الفلزية وتزداد الخواص اللافلزية مع زيادة العدد الذري
- في الزمرة الواحدة تزداد الخواص الفلزية وتقل الخواص اللافلزية

## سادساً طيف اللهب

سادساً

لكل عنصر طيف خطي خاص به يميزه ولذا فهناك علاقة بين التركيب الذري للعنصر والطيف الخطي.

كيف نحصل على طيف خطي لعنصر؟

س

يوضع العنصر أو بخاره في أنبوب تفريغ كهربائي تحت ضغط منخفض وجهد عالي فعند تهيج ذراته تنبعث أطيايف خطية منه.

الجواب

الطيف الذري: هو الطيف المنبعث عند إثارة ذرات عنصر معين بتأثير جهد عالي وضغط منخفض في أنبوب تفريغ كهربائي.

كيف ينبعث الطيف من الذرة؟ ومتى؟

س

عندما تزداد طاقة الإلكترون ينتقل إلى مستوى أعلى فتتهيج الذرة لكن عند هبوط إلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى الأدنى يفقد طاقة تساوي الفرق بين المستويين وهذه الطاقة المفقودة تكون على شكل إشعاع كهرومغناطيسي (طيف ذري)، ولكل عنصر طيف خطي خاص به؛ مثلاً

الجواب

الكالسيوم : لون اللهب أحمر طابوقي ، الصوديوم : أصفر ذهبي

السترونشيوم : لون قرمزي ، الباريوم : أخضر مصفر ، البوتاسيوم : لون بنفسجي

السيوم : لون أزرق ، الربيديوم : أحمر غامق ، وهكذا



شبكة المساء  
@SadsHelp





## 2-3 العناصر الإنتقالية

## 1-2-3 مقدمة

تمتلك العناصر الإنتقالية ترتيب إلكتروني ينتهي بأوربيتالات  $d$  و  $f$  و تقسم العناصر الإنتقالية إلى مجموعتين مجموعة عناصر  $d$  ومجموعة عناصر  $f$

① مجموعة عناصر  $d$  تتألف من ثلاث سلاسل مكتملة وسلسلة رابعة غير مكتملة .

السلسلة الإنتقالية الأولى :- تبدأ من السكندريوم  $Sc_{21}$  إلى الخارصين  $Zn_{30}$  .

السلسلة الإنتقالية الثانية :- تبدأ من الأيتيريوم  $Y_{39}$  إلى الكاديوم  $Cd_{48}$  .

السلسلة الإنتقالية الثالثة :- تبدأ من اللانثانيوم  $La_{57}$  إلى الذهب  $Au_{79}$  .

السلسلة الإنتقالية الرابعة :- مؤلفة من ( 8 ) عناصر تبدأ من الأكتينيوم  $Ac_{89}$  إلى دارامستاديوم  $Ds_{110}$  .

② مجموعة عناصر  $f$  تتألف من سلسلتين في كل سلسلة ( 14 ) عنصر تسمى العناصر الإنتقالية

الداخلية . وهما :-

① سلسلة اللانثيدات :- تبدأ من عنصر السيريوم  $Ce_{58}$  إلى اللوتيتيوم  $Lu_{71}$  .

② سلسلة الأكتينيدات :- تبدأ من الثوريوم  $Th_{90}$  إلى اللورنسيوم  $Lr_{103}$  .

## ملاحظات

① في العناصر الانتقالية يبقى الترتيب الإلكتروني لمستويات الطاقة ذات عدد الكم الأعلى ثابت

بينما تمتلئ مستويات الطاقة الداخلية  $d$  (  $n - 1$  ) و  $f$  (  $n - 2$  ) مع زيادة العدد الذري .

② في سلسلة العناصر الإنتقالية تمتلئ أوربيتالات  $3d$  و  $4d$  و  $5d$

③ في السلسلتين الداخليتين تمتلئ أوربيتالات  $4f$  و  $5f$  تدريجياً بالإلكترونات .

العنصر الانتقالي هو العنصر الذي يمتلك ترتيب إلكتروني تكون فيه أوربيتالات  $d$  و  $f$  ممتلئة جزئياً في الذرة المتعادلة أو المتحددة كيميائياً.

علل

يستثنى من تعريف العنصر الإنتقالي  $Ag$  ,  $Au$  ,  $Cu$  وكذلك  $Hg$  ,  $Cd$  ,  $Zn$  والعناصر  $Ac$  ,  $La$  ,  $Y$

الجواب

في حالة العناصر  $Cu$  ,  $Ag$  ,  $Au$  بسبب الترتيب الإلكتروني المستقر  $ns^1 (n - 1) d^{10}$

أما العناصر  $Hg$  ,  $Cd$  ,  $Zn$  فلها ترتيب إلكتروني مستقر أيضاً  $ns^2 (n - 1) d^{10}$  أما

العناصر  $Ac$  ,  $La$  ,  $Y$  فتكون الإلكترونات في الذرات متحددة كيميائياً .







## الجدول (3-4) الترتيب الالكتروني للعناصر الانتقالية

## السلسلة الانتقالية الأولى

العدد الذري	الرمز	الاسم	الترتيب الالكتروني
21	Sc	Scandium	$[_{18}\text{Ar}] 3d^1 4s^2$
22	Ti	Titanium	$[_{18}\text{Ar}] 3d^2 4s^2$
23	V	Vanadium	$[_{18}\text{Ar}] 3d^3 4s^2$
24	Cr	Chromium	$[_{18}\text{Ar}] 3d^5 4s^1$
25	Mn	Manganese	$[_{18}\text{Ar}] 3d^5 4s^2$
26	Fe	Iron	$[_{18}\text{Ar}] 3d^6 4s^2$
27	Co	Cobalt	$[_{18}\text{Ar}] 3d^7 4s^2$
28	Ni	Nickel	$[_{18}\text{Ar}] 3d^8 4s^2$
29	Cu	Copper	$[_{18}\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$
30	Zn	Zinc	$[_{18}\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2$

## السلسلة الانتقالية الثانية

39	Y	Yttrium	$[_{36}\text{Kr}] 4d^1 5s^2$
40	Zr	Zirconium	$[_{36}\text{Kr}] 4d^2 5s^2$
41	Nb	Niobium	$[_{36}\text{Kr}] 4d^3 5s^2$
42	Mo	Molybdenum	$[_{36}\text{Kr}] 4d^5 5s^1$
43	Tc	Technetium	$[_{36}\text{Kr}] 4d^5 5s^2$
44	Ru	Ruthenium	$[_{36}\text{Kr}] 4d^7 5s^1$
45	Rh	Rhodium	$[_{36}\text{Kr}] 4d^8 5s^1$
46	Pd	Palladium	$[_{36}\text{Kr}] 4d^{10}$
47	Ag	Silver	$[_{36}\text{Kr}] 4d^{10} 5s^1$
48	Cd	Cadmium	$[_{36}\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2$







## السلسلة الانتقالية الثالثة

57	La	Lanthanum	$[_{54}\text{Xe}] 5d^1 6s^2$
72	Hf	Hafnium	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^2 6s^2$
73	Ta	Tantalum	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^3 6s^2$
74	W	Tungsten	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^4 6s^2$
75	Re	Rhenium	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^5 6s^2$
76	Os	Osmium	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^6 6s^2$
77	Ir	Iridium	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^7 6s^2$
78	Pt	Platinum	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^9 6s^1$
79	Au	Gold	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^1$
80	Hg	Mercury	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2$

## السلسلة الانتقالية الداخلية الأولى

الترتيب الإلكتروني	الاسم	الرمز	العدد الذري
$[_{54}\text{Xe}] 4f^1 5d^1 6s^2$	Cerium	Ce	58
$[_{54}\text{Xe}] 4f^3 6s^2$	Praseodymium	Pr	59
$[_{54}\text{Xe}] 4f^4 6s^2$	Neodymium	Nd	60
$[_{54}\text{Xe}] 4f^5 6s^2$	Promethium	Pm	61
$[_{54}\text{Xe}] 4f^6 6s^2$	Samarium	Sm	62
$[_{54}\text{Xe}] 4f^7 6s^2$	Europium	Eu	63
$[_{54}\text{Xe}] 4f^7 5d^1 6s^2$	Gadolinium	Gd	64
$[_{54}\text{Xe}] 4f^9 6s^2$	Terbium	Tb	65
$[_{54}\text{Xe}] 4f^{10} 6s^2$	Dysprosium	Dy	66
$[_{54}\text{Xe}] 4f^{11} 6s^2$	Holmium	Ho	67
$[_{54}\text{Xe}] 4f^{12} 6s^2$	Erbium	Er	68
$[_{54}\text{Xe}] 4f^{13} 6s^2$	Thulium	Tm	69
$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 6s^2$	Ytterbium	Yb	70
$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^1 6s^2$	Lutetium	Lu	71

## السلسلة الانتقالية الداخلية الثانية

$[_{86}\text{Rn}] 6d^2 7s^2$	Thorium	Th	90
$[_{86}\text{Rn}] 5f^2 6d^1 7s^2$	Protactinium	Pa	91
$[_{86}\text{Rn}] 5f^3 6d^1 7s^2$	Uranium	U	92
$[_{86}\text{Rn}] 5f^4 6d^1 7s^2$	Neptunium	Np	93
$[_{86}\text{Rn}] 5f^6 7s^2$	Plutonium	Pu	94
$[_{86}\text{Rn}] 5f^7 7s^2$	Americium	Am	95
$[_{86}\text{Rn}] 5f^7 6d^1 7s^2$	Curium	Cm	96
$[_{86}\text{Rn}] 5f^9 7s^2$	Berkelium	Bk	97
$[_{86}\text{Rn}] 5f^{10} 7s^2$	Californium	Cf	98
$[_{86}\text{Rn}] 5f^{11} 7s^2$	Einsteinium	Es	99
$[_{86}\text{Rn}] 5f^{12} 7s^2$	Fermium	Fm	100
$[_{86}\text{Rn}] 5f^{13} 7s^2$	Mendelevium	Md	101
$[_{86}\text{Rn}] 5f^{14} 7s^2$	Nobelium	No	102
$[_{86}\text{Rn}] 5f^{14} 6d^1 7s^2$	Lawrencium	Lr	103





## الخواص العامة

2-2-3

## أ- الخواص الفيزيائية

- 1 عناصر d ذات كثافة عالية وحجم ذري واطى ودرجة انصهار وغليان عالية.
- 2 تنصهر العناصر الأخيرة من الزمرة في درجة أوطأ.
- 3 كل العناصر صلبة ما عدا الرئبق فهو سائل في الظروف الاعتيادية.
- 4 اللانثيدات لها خواص فلزية ( التوصيل للكهربائية والحرارة ودرجات انصهار وغليان عالية )

## ب- الخواص الكيميائية

## A عناصر d :-

- 1 غير فعالة نسبياً مع  $H, N, S, O$  وبخار الماء والهالوجينات في الظروف الاعتيادية .
- 2 تتفاعل مع هذه الكواشف في درجات حرارية عالية بشكل أسهل .
- 3 تتفاعل مع الهيدروجين لتكوين الهيدريدات تحت ظروف معينة .
- 4 عند تفاعل عنصر من عناصر d مع الكربون في درجة حرارة تفوق  $2200^{\circ}C$  تتكون الكاربيدات.

س ما هي الكاربيدات ؟ وبماذا تمتاز ؟

مركبات ناتجة من تفاعل الكربون مع عنصر من عناصر d عند درجة تزيد على  $2200^{\circ}C$  ، تتميز بما يلي :-

- 1 بدرجات انصهار عالية وصلادتها وهي تصنف إلى مجموعتين : مجموعة صيغتها العامة MC ومجموعة صيغتها العامة  $M_2C$
- 2 خاملة كيميائياً مثلاً  $TiC$  لا يتأثر بالماء أو بالمحاليل المائية لحامض الهيدروكلوريك حتى عند درجة  $600^{\circ}C$  .

## B عناصر المجموعة f ( اللانثيدات )

- 1 لينة وأكثر فعالية مع الكواشف المعروفة من عناصر d.
- 2 تتفاعل ببطء مع الهالوجينات مكونة مركبات  $MX_3$  ومع الأوكسجين مكوناً  $M_2O_3$  في درجة حرارة الغرفة .
- 3 تشتعل بسهولة مع الهالوجينات في درجة أعلى من  $200^{\circ}C$  وتتفاعل مع الكبريت عند درجة غليانه مكونة  $M_2S_3$  ومع النتروجين في درجة أعلى من  $1000^{\circ}C$  مكونة المركب MN .
- 4 تتفاعل مع الهيدروجين بسرعة في درجة أعلى من  $300^{\circ}C$  مكونة نوعاً من الهيدريدات .
- 5 تتفاعل مع البورون مكونة البوريدات ومع الكربون مكونة الكاربيدات .





## 3-2-3 السلسلة الإنتقالية الأولى

تبدأ من السكنديوم Sc إلى الخارصين Zn وتقع في الدورة الرابعة من الجدول الدوري .

لماذا سميت السلسلة الإنتقالية الأولى بـ ( عناصر d ) ؟

س

بسبب امتلاكها مستوى الطاقة الداخلي 3d .

الاجواب

من المفترض أن تنتهي السلسلة الأولى من العناصر الإنتقالية بالنيكل فلماذا تنتهي بـ Cu و Zn ؟

س

لأن المستوى 3d لـ Cu و Zn مملوء ولأن النحاس يظهر صفات متعددة للعناصر الإنتقالية، أما الزنك فيظهر صفات وسطية بين العناصر الإنتقالية والزمرة التي ينتمي إليها ، ولهذا السبب يعد Cu و Zn ضمن السلسلة الأولى من العناصر الإنتقالية .

الاجواب

ظهور صفات ذات سلوك مميز للعناصر الإنتقالية .

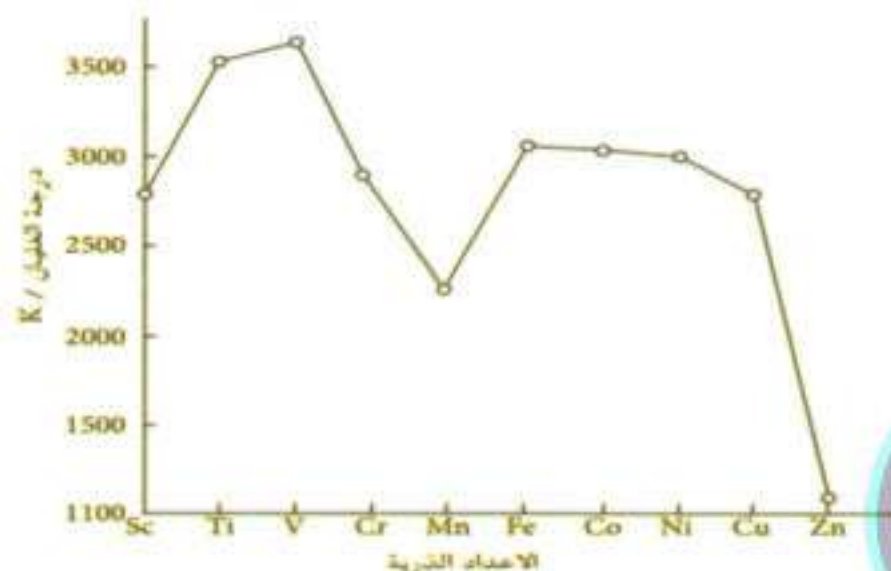
علل

بسبب اختلاف الترتيب الإلكتروني لهذه العناصر .

الاجواب

## A الصفات الفلزية :

- 1 مواد صلبة قوية تصنف ضمن الفلزات.
- 2 تكون مع بعضها سبائك وهذه الميزة تجعلها ذات أهمية تكنولوجية فريدة.
- 3 رغم صلابتها وكثافتها ودرجة غليانها العالية إلا أن الزيادة في هذه الصفات غير منتظمة مع زيادة العدد الذري.
- 4 تقسم إلى مجموعتين على أساس الزيادة في درجات الغليان الأولى من Sc إلى Mn والثانية من Mn إلى Zn مع وجود ذروات عند Ni , Co , V , Ti .



الشكل 3-12

العلاقة بين درجات الغليان والاعداد الذرية لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى.





فسر انقسام عناصر السلسلة الاولى إلى مجموعتين حسب الزيادة في درجات الغليان .

علل

هذا الانقسام له علاقة بامتلاء اوربيتالات  $d$  والسبب أن مستوى طاقة  $3d$  في المنغنيز نصف ممتلئ ثم تنشغل الأوربيتالات بالإلكترونات حتى تمتلئ عند النحاس والخرصين .

الاجواب

ما الذي يجعل الكروم والنحاس قادرة على تحرير الإلكترونات والحصول على طاقة ارتباط أعلى ؟

س

أن الترتيب الإلكتروني  $3d^5$  في الكروم و  $3d^{10}$  في النحاس يحصل على حساب إزالة إلكترون من مستوى  $4s$  للحصول على ترتيب أعلى استقراراً.

الاجواب

### B حالات الأكسدة:-

سبب تعدد حالات الأكسدة للذرة الواحدة في العناصر الإنتقالية يعود إلى عدد الإلكترونات في الغلاف  $ns$  و  $d(n-1)$  حيث يتم فقدان الإلكترونات الواحد تلو الآخر بشرط ألا يزيد عدد الإلكترونات في  $d$  على خمسة إلكترونات وعند كل إلكترون تظهر حالة أكسدة

الجدول (3-6) حالات التأكد التي تبلغها سلسلة العناصر الانتقالية الاولى				
رمز العنصر	الترتيب الالكتروني لاورييتاليين الخارجيين $ns$ و $3d(n-1)$	حالات التأكد المتعددة	اعلى حالة تأكد	حالة التأكد الاكثر استقراراً
Sc	$4s^2 3d^1$	+3	+3	+3
Ti	$4s^2 3d^2$	+3 و +4	+4	+4
V	$4s^2 3d^3$	+2 و +3 و +4 و +5	+5	+4
Cr	$4s^2 3d^5$	+2 و +3 و +6	+6	+3
Mn	$4s^2 3d^5$	+2 و +3 و +4 و +5 و +6 و +7	+7	+2
Fe	$4s^2 3d^6$	+2 و +3	+6	+3
Co	$4s^2 3d^7$	+2 و +3	+4	+2
Ni	$4s^2 3d^8$	+2 و +3	+4	+2
Cu	$4s^1 3d^{10}$	+1 و +2	+3	+2
Zn	$4s^2 3d^{10}$	+2	+2	+2

قوة المنغنيز كعامل مؤكسد .

علل

يظهر المنغنيز بحالات أكسدة  $+1, +2, +3, +4, +5, +6, +7$  ونظراً لصعوبة فقدان جميع الإلكترونات ( لأنها تحتاج إلى طاقة تأين عالية ) لذا تفضل تكوين أواصر تناسقية (تعاضدية ) وعندئذ يكون الأيون الناتج عبارة عن عامل مؤكسد قوي حيث يستطيع سحب الإلكترونات من الذرات المجاورة .

الاجواب







علام تعتمد حالات التأكسد التي تبلغها ذرات العناصر الإنتقالية ؟



1 قوة العامل المؤكسد . 2 طبيعة المركب الناتج



• من الجدول أعلاه الخاص بحالات الأكسدة للعناصر الإنتقالية نلاحظ أن :-

- 1 حالة التأكسد المألوفة هي  $+2$  عند فقدان إلكترونين  $4s^2$  .
- 2 تزداد حالات التأكسد من Sc إلى Mn وفي المنغنيز تتفق حالة الأكسدة مع فقدان  $4s^2$  و  $3d^5$
- 3 تقل حالة التأكسد بعد المنغنيز ( لماذا ؟ ) بسبب صعوبة إزالة الإلكترونات بعد ازدواجها .

### C الخواص الحامضية والقاعدية :

كلما زاد عدد تأكسد العنصر قلت الصفات القاعدية وزادت الصفات الحامضية لأن الصفات الحامضية والقاعدية تعتمد على مفهوم لويس لحالة الأكسدة بسبب زيادة عدد اللوربيتالات

الجدول (3-7) الخواص الحامضية والقاعدية للعنصر الانتقالي المنغنيز في أكاسيده			
اسم الاوكسيد	صيغته	الصفة	عدد التأكسد
اوكسيد المنغنيز	MnO	قاعدي	+2
ثلاثي اوكسيد ثنائي المنغنيز	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	قاعدي ضعيف	+3
ثنائي اوكسيد المنغنيز	MnO <sub>2</sub>	امفوتيري	+4
ثلاثي اوكسيد المنغنيز	MnO <sub>3</sub>	حامضي	+6
سباعي اوكسيد ثنائي المنغنيز	Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	حامضي اقوى	+7

### D تكوين المعقدات التناسقية :

المعقد التناسقي عبارة عن ذرة ( غالباً ما تكون من الفلزات الإنتقالية ) تحيط بها مجموعة من الذرات أو الأيونات أو الجزيئات التي تسمى ( ليكاند ) وترتبط مع بعضها البعض بواسطة اواصر تناسقية .

الليكاند هو زوج أو أكثر من الإلكترونات غير المتأصرة وهو قد يكون أيون سالب أحادي الذرة مثل الهاليد أو جزيئة متعددة الذرات أو أيون يحتوي ذرة واهبة تنتمي إلى ذرة أو مجموعة الأوكسجين أو النتروجين مثل  $H_2O$  ,  $NH_3$  ,  $CN^-$  ,  $NO_2$  .

كيف ينشأ الليكاند ؟

ينشأ من التجاذب الكهروستاتيكي بين الأيونات الموجبة للعناصر الإنتقالية والجزيئات أو الأيونات التي تمتلك زوج أو أكثر من الإلكترونات غير المتأصرة ومن هذا التجاذب يتكون الليكاند .







## الأصرة التناسقية

هي أصرة ناتجة من التجاذب الكهروستاتيكي بين الأيون الموجب للعنصر الإنتقالي والجزيئات أو الأيونات التي لها زوج إلكتروني أو أكثر غير متآصر او يمكن تعريفها بأنها أصرة ناشئة بين ذرتين احدهما تمتلك زوج الكتروني غير مشترك وتسمى قاعدة لويس والأخرى تمتلك اوريبتال فارغ يمكن ان تستوعب هذا الزوج الالكتروني وتسمى حامض لويس

## العدد التناسقي

مصطلح يشير إلى عدد الذرات الواهبة للإلكترونات والممتصة بالذرة المركزية، مثلاً في المعقد  $[Fe(CN)_6]^{-4}$  العدد التناسقي = 6 حيث أن :-

حالة تأكسد الحديد = + 2

شحنة الأيون المعقد = - 4

فيجب أن يكون العدد التناسقي = 6 وعموماً فإن

شحنة الأيون المعقد = المجموع الجبري لشحنات العدد التناسقي والذرة المركزية

## ملاحظة

## ملاحظات

1 في المركبات المعقدة للعناصر الإنتقالية وفي حالتها الأكسدة + 3 , + 2 يكون العدد التناسقي = 4 أو 6 ، مثلاً

$[Co(NH_3)_6]^{-3}$  ,  $[Ni(CO)_4]^{+2}$  وقد تأخذ هذه المعقدات أشكال متنوعة ، منها رباعي السطوح للأعداد التناسقية 4 أو ثنائي الهرم المثلثي وغيرها .

2 لإيجاد شحنة الذرة المركزية أو شحنة الايون المعقد أو عدد الليكاندات يجب ان يكون :-

المجموع الجبري لشحنة الذرة المركزية والعدد التناسقي = شحنة الايون المعقد ومن الضروري على الطالب حفظ شحنة بعض الليكاندات في هذه المرحلة لإيجاد المطلوب من السؤال

الشحنة	الليكاند
- 1	سيانو CN
صفر	اكوا ( الماء ) $H_2O$
صفر	امين ( الأمونيا ) $NH_3$
- 1	كلورو Cl
- 1	برومو Br
- 1	يودو I

وهناك انواع اخرى من الليكاندات سوف تتعرف عليها في الصف السادس العلمي







## E اللون

جميع معقدات العناصر الإنتقالية ذات ألوان متميزة زاهية ، مثلاً  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  المائية ذات لون أزرق فاتح بينما  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  لونه أخضر فاتح أما أمونيا النحاس  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$  ذات لون أزرق غامق .

## F الصفات المغناطيسية

من حركة الإلكترون المشحون لاحظ تأثيران مغناطيسيان : - أحدهما يصاحب عدد الكم  $l$  والآخر يصاحب عدد الكم  $s$  فكل إلكترون يحصل من هذا التأثير على صفة ( قطب مغناطيسي صغير ) ذو عزم مغناطيسي .

## ملاحظات

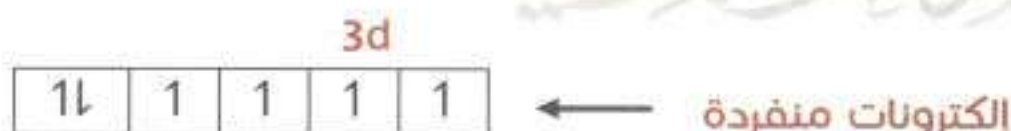
- 1 في الأغلفة الممتلئة بالإلكترونات كل إلكترون يعادل عزمه عزم الإلكترون الآخر لذا محصلة العزم المغناطيسي تكون للذرة .
- 2 عندما تكون الإلكترونات منفردة في مدار التكافؤ ، العزم المغناطيسي الخارجي سيكون باتجاه العزوم المغناطيسية للذرات وهذا السلوك يسمى ( البارا مغناطيسية )
- 3 عندما تكون الإلكترونات مزدوجة في المدارات الخارجية تتولد بالحث مجالات مغناطيسية تعاكس المجال المغناطيسي المولد وهذا السلوك يدعى ( الدايا مغناطيسية )

انجذاب الحديد نحو المجال المغناطيسي .

علل

لوجود إلكترونات منفردة في غلافه الخارجي يكون عزمها المغناطيسي باتجاه المجال المغناطيسي للعزوم المغناطيسية للذرات .

الجواب



هي عندما تكون الإلكترونات منفردة في مدار التكافؤ فيكون المجال المغناطيسي الخارجي مسلط الى المغناطيسية.

البارامغناطيسية

هي عندما تكون الإلكترونات مزدوجة في مدار التكافؤ فيكون تنافر مع المجال المغناطيسي الخارجي.

الدايا مغناطيسية

لا ينجذب الحديد نحو المغناطيس في الأيون التاسقي  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4}$  ، بينما ينجذب في المعقد  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-3}$  .

علل

لأن أوربيتالات الغلاف الخارجي لأيون الحديد قد تشبعت بالإلكترونات الممنوحة من قبل الليكاند ، بينما في المركب المعقد  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-3}$  هناك إلكترون منفرد في أوربيتال الغلاف الخارجي 3d لأيون الحديد الثلاثي ، مما يجعله ذا سلوك بارامغناطيسي.

الجواب







فعند اقتراب ليكاند مثل (  $CN^-$  ) من أيون الحديد الثلاثي تجبر إلكترونات أوربيتالات 3d في أيون الحديد على الأزواج لتحل محلها مكونة المعقد التناسقي .

1↓	1↓	1	x	x	x	x	x	x	x
----	----	---	---	---	---	---	---	---	---

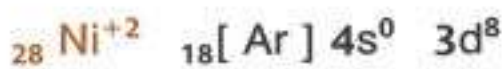
ملاحظة الرمز x يشير إلى الإلكترونات الممنوحة من المجاميع التناسقية CN

الأيونات التي لها صفة بارامغناطيسية  $[NiCl_4]^{-2}$  ، ( كيف ؟ )

علل

لأن الغلاف الخارجي لأيون  $Ni^{+2}$  يحتوي إلكترونين منفردين لذا يظهر صفة بارامغناطيسية.

الجواب



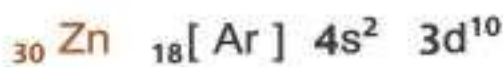
3d					3s <sup>0</sup>	4p
1↓	1↓	1↓	1	1		

معقدات الخارصين دايا مغناطيسية ، لماذا ؟

علل

لأن جميع إلكترونات الغلاف الخارجي مزدوجة في أوربيتالاتها فلا ينجذب نحو المجال المغناطيسي.

الجواب



3d					4s <sup>2</sup>
1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓

ملاحظات

1 في المركبات التي تمتلك جزء كبير من الذرات أو الأيونات التي لها إلكترونات منفردة ، هنا تتفاعل الإلكترونات المنفردة لكل ذرة وترتب نفسها مع الإلكترونات المنفردة للذرات المجاورة وهكذا مما يؤدي إلى تشييد مغناط كبيرة . كما في السبائك وأوكسيدات العناصر الانتقالية .

2 توجد بعض الصفات تسمى الفيرومغناطيسية التي تكون بين الفلزات والسبائك وأوكسيد العناصر الانتقالية ويكون عن طريق الذرات أو الأيونات التي تحتوي على إلكترون منفرد

هو جهاز حساس يحتوي على ميزان تعلق في إحدى كفتيه المادة المراد معرفة خواصها المغناطيسية والكفة الثانية توضع الأوزان المكافئة لوزن المادة، وتقاس الخواص المغناطيسية فإذا كانت لها صفات بارامغناطيسية ستجذب نحو المجال المغناطيسي وتزداد قراءة الميزان وإذا كانت لها صفات دايا مغناطيسية ستتنافر مع المجال المغناطيسي وتقل قراءة الميزان.

ميزان كوي

كيف نعرف إن كانت المادة بارام دايا مغناطيسية ؟

بواسطة ميزان كوي حيث توضع المادة في مجال مغناطيسي فإذا كانت بارام سوف تنجذب وتزداد قراءة الميزان ، وإذا كانت دايا سوف تتنافر وتقل قراءة الميزان .

الجواب

شبكة المساهمة  
@SadsHelp





### G الفعالية كعوامل مؤكسدة

ان العوامل المشتقة من العناصر الانتقالية ذات اهمية كبيرة في العمليات والانظمة البيولوجية والصناعات الكيميائية حيث ان لجميع العناصر الانتقالية القدرة في السلوك كعوامل مساعدة وتأتي هذه القدرة اما من استعمال اوربیتال d او من تكوين مركبات تستطيع ان تمتص وتنشط المواد المتفاعلة حيث تهين مسالك ذات طاقة منخفضة للتفاعلات.

### 4-2-3 الانثيدات والأكتينيدات

#### 1 الانثيدات :

العناصر من اللانثانيوم  $La_{57}$  الى اللوتيتيوم تسمى بالانثيدات وهي السلسلة الانتقالية الداخلية وتتكون من 14 عنصر

- اللانثانيوم أول عنصر في السلسلة الإنتقالية الثالثة ترتيبه الإلكتروني  $5s^2 5p^6 5d^1 6s^2 [36 Kr] 4d^{10}$   $La_{57}$  يليه السيريوم  $Ce_{58}$ .

#### أهم صفات الانثيدات

- 1 تبدأ الإلكترونات بإشغال المستوى  $4f$  لحد اللوتيتيوم  $Lu_{71}$  ثم يعود المستوى  $4d$  إلى الإمتلاء.
- 2 يطلق عليها أحيانا أسم الأتربة النادرة لأنها توجد في مخاليط غير مألوفة .
- 3 جميع مركباتها متشابهة جداً لدرجة يصعب معها الفصل بينها .
- 4 حالة الأكسدة الشائعة ( 3 + ) وهي في ذلك تشابه أيونات فلزات الأتربة القلوية غير أنها ثلاثية موجبة وليست ثنائية موجبة .
- 5 عنصر الأيوروبيوم  $Eu$  لا يوجد بصورة حرة ولم يُكتشف إلا عند الحصول عليه ضمن ناتج الانشطار النووي .

#### 2 الأكتينيدات :

تبدأ بعنصر الأكتينيوم  $Ac_{89}$  ترتيبه الإلكتروني  $7s^2 7p^6 6d^1 6s^2 5d^{10} 4f^{14} [54 Xe]$   $Ac_{89}$

كيف استدل على بداية سلسلة جديدة من العناصر الإنتقالية ؟

لأن مستوى الكم السادس للأربعة عشر عنصر من بعد اللانثانيوم تمتلئ بنفس طريقة امتلاء مستوى الكم الخامس لعناصر الهافنيوم والتانتاليوم والتنجستن .

تدعى العناصر الإنتقالية الداخلية الأكتينيدات .

بسبب اكتشاف عدة عناصر بعد اليورانيوم تبدأ بعنصر الأكتينيوم  $Ac$  .





## اهم مميزات الأكتينيدات

- 1 تعتبر ذات كيمياء معقدة جداً لأن عنصر الكيوريوم Cm يكون غلافه الثانوي الداخلي نصف مشبع وأغلب مركباته بحالة تأكسد +3 بينما فوق الأميريسيوم Am ذات تأكسد : +6 , +5 , +4 , +3 , +2 أما البيركليوم Bk بعد الكيوريوم ذات تأكسد +4 , +3 ومن جراء هذا التعدد أصبحت هذه السلسلة معقدة جداً.
- 2 يكون الكادولينيوم Gd ذات مستوى نصف ممتلئ ويكون أيونات +3 فقط ولا يفقد أو يضيف إلى المستوى الداخلي نصف المملوء ، أما الأيوروبيوم Eu فله حالة تأكسد +2 بينما التيريوم Tb ذات تأكسد +4 , +3 .

الحديد 3-3

المقدمة 1-3-3

ينتشر في القشرة الأرضية متحداً مع غيره من العناصر مكوناً خامات متعددة ومن حيث النسبة يعتبر الفلز الثاني بعد الألمنيوم و العنصر الرابع بعد الأوكسجين والسليكون و الألمنيوم ويعتقد أن مركز الأرض هو بصورة رئيسية مؤلف من الحديد .

أهم خاماته:-

الهيماتايت :-  $Fe_2O_3$  والمغناتايت :-  $Fe_3O_4$  والليمونائيت :-  $FeOOH$  والسدرايت :-  $FeCO_3$  .

أهميته :-

- 1 أحد العناصر الداخلة في تركيب هيموكلوبين الدم .
- 2 يوجد مع الموليبدنوم في تركيب الإنزيم الخاص بتثبيت النتروجين
- 3 أحد العناصر الضرورية المكونة للكلوروفيل الخاصة بصناعة الغذاء .

## موقع الحديد في الجدول الدوري 2-3-3

- يقع في الدورة الرابعة من الزمرة الثامنة B . له ترتيب إلكتروني  $4s^2 3d^6 [18Ar] 26Fe$  إلكترونات التكافؤ تقع ضمن الغلافين الخارجيين  $(n-1, ns)$  لكن لا يظهر حالة تأكسد مساوية لـ (8) . أكثر حالات تأكسده هي +3 , +2 لتكوين أيون الحديدوز  $Fe^{+2}$  أو الحديدك  $Fe^{+3}$
- مع ملاحظة أن حالة التأكسد تعتمد على طبيعة المواد المتفاعلة ، وترتبط بحالتها التأكسد



بالمعادلة



سادة المساء @SadsHelp





## 3-3-3 خواص الحديد

- 1 فلز أبيض لماع إذا كان نقي وله جميع صفات الفلزات .
- 2 من الفلزات القابلة للتمغنط درجة انصهاره  $1528^{\circ}\text{C}$  ويغلي في  $2861^{\circ}\text{C}$  وكثافته  $7.86\text{g/cm}^3$  في درجة  $25^{\circ}\text{C}$

## 4-3-3 تفاعلات الحديد

- 1 لا يتفاعل مع الهواء الجاف في درجة الحرارة الاعتيادية ولا مع الماء الخالي من الهواء المذاب ، ويتفاعل مع أوكسجين الهواء الرطب مكونا طبقة بنية من الصدأ ، وتنفصل على شكل قشور من أوكسيد الحديد المائي ( III ) .

لماذا لا يتوقف الصدأ عند السطح الخارجي ؟

س

بسبب عدم نفاذية وعدم تماسك طبقة الأوكسيد المتكونة .

الجواب



- 2 يتأكسد عند تسخينه إلى درجات حرارة عالية ( لحد الاحمرار ) وبوجود الهواء مكونا أوكسيد الحديد المغناطيسي  $\text{Fe}_3\text{O}_4$



- 3 يتفاعل مع بخار الماء مكونا أوكسيد الحديد المغناطيسي ومحرراً غاز الهيدروجين .



- 4 يتفاعل مع الحوامض المخففة مثل حامض الهيدروكلوريك وحامض الكبريتيك بسهولة مكونا ملح الحديد ( II ) ومحرراً غاز الهيدروجين .



ويتفاعل مع الحوامض المركزة مثل حامض الكبريتيك المركز الساخن وحامض النتريك مكوناً أملاح الحديد والماء مع تصاعد غاز  $\text{SO}_2$  .



- 5 عند تسخين خليط من برادة الحديد ومسحوق الكبريت يتكون كبريتيد الحديد



- 6 يتفاعل مع الهالوجينات حسب المعادلة العامة :-



مثلاً :-







## استخلاص الحديد

5-3-3

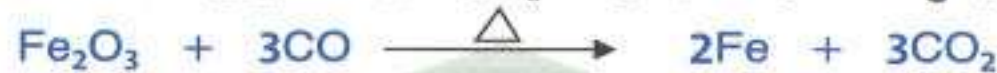
ينتج في الفرن النفاخ بإختزال خامات الحديد وخاصة الهيماتايت والماغنتايت بالكربون في  $2000^{\circ}\text{C}$  وتتضمن :-

خلط خام الحديد مع فحم الكوك وحجر الكلس ( كاربونات الكالسيوم ) ثم يضاف الخليط من الفتحة العلوية للفرن النفاخ ، ثم ينفخ الهواء الحار من فتحات موجودة في الجوانب السفلية من الفرن فتحدث تفاعلات كثيرة داخل الفرن بسبب الحرارة العالية وهي :

- حرق الفحم لتسخين الفرن وتولد أحادي أوكسيد الكربون



- اختزال خام الحديد لينتج منصهر الحديد وثنائي أوكسيد الكربون



- تتحلل كاربونات الكالسيوم بالحرارة إلى أوكسيد الكالسيوم وثنائي أوكسيد الكربون



- يتحد أوكسيد الكالسيوم مع الرمل ليكون منصهر سليكات الكالسيوم



- يطفو منصهر السليكات فوق منصهر الحديد لأن كثافته أقل من كثافة الحديد مكوناً طبقة الخبث التي تمنع اختلاط منصهر الحديد مع المواد التي فوقه .
- يسحب الحديد المنصهر بين فترة وأخرى من أسفل الفرن ويصب في قوالب خاصة يدعى حينئذ حديد الزهر يستخدم كخام للحديد في مراحل تصنيع الحديد اللاحقة .
- يسحب الخبث ليستفاد منه في : صناعة الكونكريت أو الأسمنت أو لرصف الطرق أو غيرها من الأعمال الإنشائية .

من جراء المخاوف البيئية من استخدام فحم الكوك هناك أساليب أخرى لإنتاج الحديد ، ما هي؟

س

من اختزال الحديد بواسطة الغاز الطبيعي حيث ينتج على شكل مسحوق يسمى الحديد الإسفنجي المستخدم في صناعة الحديد الصلب وتتلخص الطريقة بالخطوات التالية :-

الاجابات

- 1 أكسدة الغاز الطبيعي بمساعدة عوامل مساعدة وحرارة .



- 2 اختزال خام الحديد بواسطة غازات  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}$  الناتجة في حرارة  $800 - 900^{\circ}\text{C}$  باختزال خام الحديد لينتج الحديد الأسفنجي .



- 3 إزالة الرمل بإضافة كاربونات الكالسيوم لتكوين الخبث .







ما هي أهم مميزات طريقة إنتاج الحديد البديلة ؟



- 1 لا تحتاج فحم الكوك باهض الكلفة وغير المتوفر .
- 2 أقل كلفة من تكلفة انشاء الفرن النفاخ .
- 3 تقنية بسيطة ويسهل استخدامها .
- 4 الحديد الناتج خالي من الكربون بينما الحديد الزهر الناتج يحتوي 4% كربون .

أنواع الحديد

6-3-3

**A** حديد الصب :- حديد ناتج من اعادة صب حديد الزهر في قوالب لصنع الأدوات المطلوبة وهو على نوعين بناء على طريقة الصب والتبريد

- 1 حديد الصب الأبيض : ناتج من عملية صب سريعة في قوالب معدنية .
- 2 حديد الصب الرمادي : ناتج من عملية صب بطيئة في قوالب رملية . وهناك حديد الصب المحلي ( الأهين ) صلب جداً لكنه هش لا يتحمل الصدمات القوية يستخدم في بعض أجزاء المدافع وأنايب وأغطية المجاري .

**B** الحديد الفولاذ :- ينتج من حديد الزهر بعد أكسدة الشوائب الموجودة في فرن خاص ثم يضاف الكربون بنسبة ( 0.2 - 1.5 % ) مع عناصر أخرى حسب الطلب ونوعية الفولاذ المرغوب ويعتمد الفولاذ المنتج على ما يحتويه من الكربون والعناصر المضافة الأخرى .







## مفاهيم أساسية

**أقسام الجدول الدوري:** يتكون الجدول الدوري الحديث من أربعة أجزاء، يشمل الجزء الأول العناصر التي ينتهي غلافها الخارجي بأوربيتالات من نوع  $s$ . أما الجزء الثاني فيشمل العناصر التي ينتهي غلافها الخارجي بأوربيتالات من نوع  $s$  و  $p$  بينما تكون العناصر التي ينتهي غلافها الخارجي بأوربيتالات من نوع  $s$  و  $d$  الجزء الثالث من الجدول الدوري. وتكون سلسلتي العناصر الانتقالية الداخلية (اللانثينيدات والأكتينيدات) الجزء الرابع من الجدول الدوري والتي ينتهي غلافها الخارجي بأوربيتالات من نوع  $s$  و  $f$ .

**الحجم الذري:** وهو نصف المسافة بين مركزي ذرتين متتاليتين في البلورة ويقاس باستخدام الأشعة السينية. وتقل أنصاف الاقطار الذرية في الدورة الواحدة عند الانتقال من الأعلى الى الأسفل في الزمرة الواحدة.

**طاقة التأين:** وهي الطاقة اللازمة لانتزاع إلكترون من ذرة متعادلة في حالتها الغازية وتكوين أيون موجب. وتسمى الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون الأول بطاقة التأين الأولى وتسمى الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون الثاني بطاقة التأين الثانية وهكذا.

**الألفة الإلكترونية:** وهي مقدار الطاقة التي تنطلق من الذرة المتعادلة في الحالة الغازية عندما تكتسب إلكترونات مكوناً أيونات سالبة. وتزداد هذه الصفة في الدورة الواحدة بزيادة العدد الذري بينما تقل في الزمرة الواحدة بزيادة العدد الذري.

**الكهرسلبية:** وهي قدرة الذرات في الجزيئات على جذب الإلكترونات نحوها من ذرات أخرى مرتبطة معها بأصرة كيميائية. وتزداد بزيادة العدد الذري في الدورة الواحدة وتقل في الزمرة الواحدة بزيادة العدد الذري.

**العنصر الانتقالي:** وهو العنصر الذي يمتلك ترتيباً إلكترونياً تكون أوربيتالات  $d$  و  $f$  ممتلئة جزئياً في حالة الذرة المتعادلة أو المتحدة كيميائياً في مركباتها.

**المعقد التناسقي:** وهو عبارة عن ذرة مركزية وغالباً ما تكون لعنصر انتقالي تحيط بها مجموعة من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات تسمى الليكاندات. والليكاند قد يكون أيوناً سالباً أحادي الذرة مثل أيون الهاليد أو قد يكون جزيئة متعددة الذرات.

**الصفات المغناطيسية:** يمتلك الإلكترون نتيجة حركته صفات قضيب مغناطيسي صغير ذي عزم مغناطيسي، وفي حالة المواد الحاوية على أوربيتالات ممتلئة بالإلكترونات فإن العزم المغناطيسي لأحد الإلكترونات يعادل العزم المغناطيسي للإلكترون الآخر وبذلك لا تنجذب نحو المجال المغناطيسي الخارجي ويقال إنها مواد دايامغناطيسي.







3

## حل اسئلة الفصل الثالث

س 3-1

بعد محاولة تقسيم العناصر الى فلزات ولا فلزات جرت محاولات اخرى لتصنيفها اذكر تلك المحاولات وعلى اي اساس بنيت تلك المحاولات

ج / 1 ثلاثيات دوبرينر :- لاحظ دوبرينر الفرق بين الكتل الذرية للعناصر مثل  $Ca$  ,  $Ba$  ,  $Sr$  هي فروق ثابتة , أي أنه لاحظ فروق ثابتة في الكتلة الذرية في هذه الثلاثيات لأي عنصر مع العنصر الذي يسبقه والذي يلحقه . أي أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للعنصر في الثلاثيات تمثل متوسط خواص العنصرين السابق واللاحق له .

2 محاولة نيولاندس :- رتب العناصر البالغ عددها 63 عنصر حسب زيادة كتلتها الذرية حيث افترض قانون الثمانيات وهو أن :- كل مجموعة مؤلفة من ثمانية عناصر فإن العنصر الثامن يشبه في خواصه العنصر الأول الذي بدأ في المجموعة .

س 3-2

اذكر القانون الدوري الذي توصل اليه كل من لاندس ومندليف

ج / تعتمد خواص العناصر اعتمادا دوريا على كتلتها الذرية

س 3-3

ماهي نقاط الضعف في جدول مندليف

ج / 1 موضع الهيدروجين 2 موضع العناصر الانتقالية الداخلية (اللانثيدات) 3 الترتيب المتباين لبعض العناصر

س 3-4

ما الفرق بين جدول مندليف والجدول الدوري الحديث.

ج / في جدول العالم مندليف رتب العناصر في الدورات بحسب ازدياد كتلتها الذرية، بينما في الجدول الدوري الحديث رتب العناصر بحسب ازدياد أعدادها الذرية.

س 3-5

كيف يتغير الحجم الذري لعناصر الدورة الواحدة والزمرة الواحدة بزيادة العدد الذري ولماذا

ج / في الدورة الواحدة يقل نصف القطر مع زيادة العدد الذري من اليسار إلى اليمين ( لماذا؟ ) بسبب قوة جذب النواة للإلكترونات نفس المستوى الرئيسي من الطاقة .  
في الزمرة الواحدة يزداد نصف القطر مع زيادة العدد الذري ( لماذا ؟ ) بسبب إضافة أغلفة إلكترونية ذات أعداد كم متزايدة أبعد عن النواة .





## س 3-6

اي الذرات في كل من الازواج الاتية أكبر حجم ذري

ج/

(3Li, 4Be)

4Be . 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup>

الترتيب الالكتروني لعنصر (4Be)

3Li . 1s<sup>2</sup> 2s<sup>1</sup>

الترتيب الالكتروني لعنصر (3Li)

بما أن العنصرين Li, Be كلاهما في دورة واحدة هي الدورة الثانية كما مبين من الترتيب الالكتروني لهما أعلاه لذلك فإن:

الحجم الذري ل 4Be > الحجم الذري ل 3Li والسبب في ذلك (في الدورة الواحدة يقل الحجم الذري كلما زاد العدد الذري)

(16S, 8O)

8O . 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>

الترتيب الالكتروني 8O

16S . 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>4</sup>

الترتيب الالكتروني 16S

كلا العنصرين (S, O) يقعان في زمرة واحدة هي الزمرة السادسة لذلك فإن الحجم الذري ل 16S < الحجم الذري ل 8O لأن في الزمرة الواحدة يزداد الحجم الذري (نصف القطر) كلما زاد العدد الذري.

(17Cl, 35Br)

35Br . 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup> 4p<sup>5</sup>

الترتيب الالكتروني (35Br)

17Cl . 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>5</sup>

الترتيب الالكتروني (17Cl)

كلا العنصرين (Cl, Br) يقعان في زمرة واحدة هي الزمرة السابعة لذلك فإن: 35Br < 17Cl من حيث الحجم الذري والسبب في هذا الترتيب (في الزمرة الواحدة يزداد الحجم الذري بزيادة العدد الذري).

## س 3-7

رتب الاتي حسب ازدياد جهد التأين ذاكراً السبب  $Al \leq Al^{+1} \leq Al^{+2} \leq Al^{+3}$ 

ج/ الترتيب حسب ازدياد طاقة التأين يكون كما يلي:  $Al \leq Al^{+1} \leq Al^{+2} \leq Al^{+3}$  والسبب في هذا الترتيب يكون دائماً أن طاقة التأين الثالثة أكبر من طاقة التأين الثانية وهذه أكبر من طاقة التأين الأولى وذلك لأن شحنة النواة الموجبة في طاقة التأين الثالثة تجذب الالكترونات بقوة أكبر مما هي عليه في طاقة التأين الثانية والأولى وعديمة الشحنة.

## س 3-8

إذا كان لديك العناصر الاتية (11Na / 15P / 17Cl) اجب عن الاسئلة الاتية:

ج/

أ. أي من العناصر يكون له أكبر حجم ذري وأي منها أصغر حجم فهي:

11Na / 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>1</sup>

الزمرة الاولى

الدورة الثالثة

15P / 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>3</sup>

الزمرة الخامسة

الدورة الثالثة

17Cl / 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>5</sup>

الزمرة السابعة

الدورة الثالثة

ففي الدورة الواحدة يقل الحجم الذري كلما زاد العدد الذري فيكون الصوديوم Na أكبر حجم ذري من الفسفور 15P والفسفور أكبر حجم ذري من الكلور 17Cl

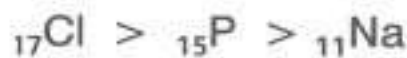
11Na &gt; 15P &gt; 17Cl





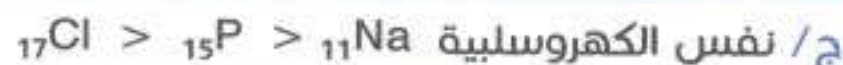
ب. رتب هذه العناصر حسب ازدياد الكهروسلبية ذاكرًا السبب لهذا الترتيب؟

ج. تزداد الكهروسلبية لعناصر نفس الدورة كلما زاد العدد الذري فيكون الكلور أكبر كهروسلبية من



الفسفور والفسفور أكبر كهروسلبية من الصوديوم

ج. رتبهم حسب ازدياد الجذب للألفة الالكترونية ذاكرًا السبب.



د. اي من هذه العناصر تتوقع فيه الخواص الفلزية؟

ج. في الدورة الواحدة تقل الخواص الفلزية كلما زاد العدد الذري فيكون الصوديوم Na أكبر حجم

خواص فلزية والفسفور يكون له خواص لا فلزية والكلور ايضاً له خواص لا فلزية.

س 3-9

لديك الذرات الاتية:  $_{34}\text{Se}$  /  $_{16}\text{S}$  /  $_{8}\text{O}$  رتبها حسب ما يلي مع ذكر السبب؟

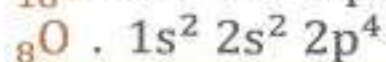
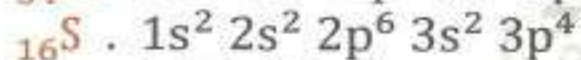
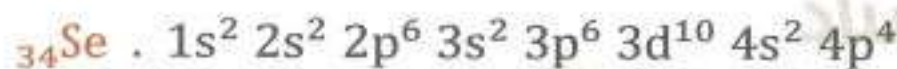
أ. الترتيب حسب الألفة الالكترونية

ب. الترتيب حسب ازدياد الكهروسلبية

ج. بحسب ازدياد أنصاف الأقطار الذرية (الحجوم الذرية)

د. بحسب ازدياد طاقة التأين

ج



جميع العناصر أعلاه تقع في زمرة واحدة هي الزمرة السادسة

أ. الترتيب حسب الألفة الالكترونية



ب. الترتيب حسب ازدياد الكهروسلبية



ج. بحسب ازدياد أنصاف الأقطار الذرية (الحجوم الذرية)



د. بحسب ازدياد طاقة التأين



سؤال 3-10 علل:

س 3-10

أ. لا توجد حاجة في القديم لتصنيف العناصر في جدول دوري؟

ج. لأن عدد العناصر المعروفة في ذلك الزمن كان قليلاً لا يتجاوز أصابع اليدين.

ب. لم يستمر طويلاً تقسيم العناصر الى فلزات ولا فلزات؟

ج. بسبب عدم وجود حد فاصل يقسم العناصر الى فلزات ولا فلزات واشترك كثير من الخواص بين

عناصر هاتين المجموعتين ولذلك جاءت محاولات أخرى لتقسيم العناصر على أسس أخرى.





- ج. ارتفاع جهد تأين  $_{17}\text{Cl}$  مقارنة بجهد تأين  $_{12}\text{Mg}$  ؟  
 ج/ لأنه في الدورة الواحدة تزداد طاقة التأين بزيادة العدد الذري.  
 د. تنطلق طاقة عند اكتساب الإلكترون الاول لكن كثيراً ما تمتص بعض الطاقة عند اكتساب الإلكترون الثاني ؟  
 ج/ تمتص طاقة عند اكتساب الإلكترون الثاني وذلك للتغلب على قوة التنافر بين الأيون السالب والإلكترون الثاني المكتسب.  
 هـ. جهد تأين الفلور أكبر من جهد تأين الأوكسجين ؟  
 ج/ لأنه في الدورة الواحدة تزداد طاقة التأين بزيادة العدد الذري.

س3-11

كيف يمكن الحصول على طيف للعنصر وهل يظهر طيف العنصر عندما تمتص طاقة أو عندما يبعث طاقة.

- ج/ يمكن الحصول على طيف للعنصر وذلك بوضع العنصر أو بخاره في أنبوب تفريغ كهربائي تحت ضغط منخفض وتسلط جهد عال فتتهيج ذراته وتنبعث منه أطياف خطية. ويظهر للعنصر طيف عندما يبعث تلك الطاقة الممتصة.

س3-12

ما هو العدد التناسقي وحالة الأكسدة للذرة المركزية وشحنة الأيون المعقد لكل مما يأتي:



↓  
6



↓  
4



↓  
4

الجواب : عدد التناسق

أما شحنة الأيون المعقد لـ  $\text{Fe}(\text{CN})_6$  فهي (-3) ولـ  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$  هي (+2) ولـ  $\text{NiCl}_4$  هي (-2)

س3-13

أذكر طرق أستخلاص الحديد صناعياً؟ أيهما أفضل ولماذا؟

- ج/ الطريقة الأولى: بأستخدام الفرن النفاخ.  
 الطريقة الثانية: أختزال الحديد بأستخدام الغاز الطبيعي بدلاً من فحم الكوك المستخدم في طريقة الفرن النفاخ، وتعد الطريقة الثانية أفضل من الأولى للأسباب الآتية:

- 1 لا تحتاج هذه الطريقة الى فحم الكوك غالي الثمن.
- 2 تكلفة إنشائها أقل بكثير من تكلفة إنشاء الفرن النفاخ.
- 3 تقنية بسيطة ويسهل أستخدامها.
- 4 الحديد الناتج خال من الكربون بينما الحديد الزهر الناتج من الفرن النفاخ يحتوي على 4% كربون تقريباً.





س 3-14

- عرف كلا مما يأتي: ① العنصر الانتقالي. ② مجموعة عناصر d. ③ العدد التناسقي. ④ الليكند.

ج/

- ① **العنصر الانتقالي:** هو ذرة عنصر يمتلك توزيعاً إلكترونياً تكون فيه أوربيتالات d أو F ممتلئة جزئياً في حالة الذرة المتعادلة أو المتحدة كيميائياً في مركباتها.
- ② **مجموعة عناصر d:** وهي مجموعة العناصر في السلاسل الانتقالية الأولى والثانية والثالثة وتضم كل سلسلة من السلاسل الثلاث (10) عناصر أما السلسلة الانتقالية الرابعة فهي غير مكتملة وتحتوي على (8) عناصر.
- ③ **العدد التناسقي:** هو رقم يشير الى عدد الذرات أو الأيونات أو الجزيئات الواهبة للإلكترونات المرتبطة بالذرة المركزية في المركب التناسقي.
- ④ **الليكند:** هو جزيء أو أيون يحتوي على زوج أو أكثر من الإلكترونات غير المتأصرة والتي ينتج عن وهبها الى الأيونات الفلزية الموجبة للعناصر الانتقالية ما يسمى بالمعقد التناسقي.

لعل ما  
ترجوه  
سوف  
يكون





## الفصل الرابع

## المحاليل

## المقدمة

1-4

مر بنا سابقاً أن المحلول هو مزيج متجانس من مذيب ومذاب واحد أو أكثر بنسب مزج مختلفة من محلول إلى آخر ، وأن المادة الأكثر كمية هي المذيب وأن المادة الأقل كمية هي المذاب .  
في الجدول أدناه بعض أنواع المحاليل مع بيان حالة المذيب والمادة المذابة فيه ، مع مثال لكل نوع :

حالة المحلول	حالة المذيب	حالة المذاب	مثال
سائل	غاز سائل صلب	سائل سائل سائل	الأوكسجين في الماء الإيثانول في الماء السكر في الماء
غاز	غاز سائل صلب	غاز غاز غاز	الأوكسجين في الهواء قطيرات الماء في الجو حببيات الغبار في الهواء
صلب	غاز سائل صلب	صلب صلب صلب	الهيدروجين في البلاتين الزئبق في الخارصين السبائك

## عملية الذوبان

2-4

كيف تتم عملية الذوبان بشكل أسرع ؟

- 1 عندما يصاحب عملية الذوبان زيادة في درجة حرارة المحلول الناتج .
- 2 عندما يكون انتشار مكونات المذاب في المذيب بشكل واسع وتام .

ما هي أهم العوامل التي تحدد سرعة وسهولة ذوبان مذاب في مذيب معين ؟

- 1 التغير الحاصل في درجة حرارة المزيج ( المحلول ) .
- 2 مدى انتشار المذاب ( أيونات أو جزيئات ) بين جزيئات المذيب .





## حرارة المحلول

هي التغير الحاصل في الطاقة المصاحبة لعملية الذوبان .

كيف تؤثر قوة التأثير على التغير في ( زيادة أو نقص ) في حرارة المحلول ؟

س

عند مزج مذيب مع مذاب لتحضير محلول كل جزيئة من جزيئات المذيب ستتأثر بجزيئات المذيب المحيطة بها إضافة لتأثيرها بجزيئات المذاب ، وكذلك الحال لجزيئة المادة المذابة. وقوة التأثيرات هذه هي التي تحدد مقدار وسهولة الذوبانية .

الجواب

ما هي العوامل التي تحدد سهولة الذوبان من حيث التأثير بين جزيئات المذيب والمذاب؟

س

- 1 تأثير ضعيف بين جزيئات المذاب مع بعضها .
  - 2 تأثير ضعيف بين جزيئات المذاب مع بعضها .
  - 3 تأثير كبير بين جزيئات المذاب والمذيب معاً .
- من مخطط التغير في محتوى النظام نلاحظ ما يلي :-

الجواب



- 1 في أول خطوة ( أ ) يحصل امتصاص طاقة عندما نتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذاب.
- 2 ثاني مرحلة ( ب ) أيضاً يحصل امتصاص طاقة لفصل وابعاد جزيئات المذيب عن بعضها البعض.
- 3 الخطوة ( ج ) يحصل فيها انبعاث طاقة نتيجة التأثير بين جزيئات المذاب والمذيب حيث يصبح المحلول ساخناً بعد تحضيره .

يُصاحب ذوبان عدد من المواد الصلبة في مذيبات سائلة امتصاص حرارة ( أي أن المحلول الناتج بارد ) .

علل

بسبب حصول انتشار واسع وتام لمكونات المذاب بين جزيئات المذيب حيث تصبح حرة الحركة بعد أن كانت مقيدة في الحالة الصلبة .

الجواب







## أنواع وخواص المحاليل

3-4

يمكن تصنيف المحاليل اعتماداً على التركيز أو نوع المذيب أو نوع المذيب وكما يلي

## المحاليل المخففة والمحاليل المركزة

1-3-4

هذا التعبير وصفي لوصف كميات المذاب والمذيب فالمحلول المركز هو الذي يحوي كمية أكبر من المذاب بينما المحلول المخفف هو الذي يحوي كمية أقل من المذاب

## التعبير عن التركيز

2-3-4

أولاً

## التعبير عن التركيز بدلالة كتلة المذاب في كتلة معينة من المذيب

يعبر عن تركيز محلول بكمية المذاب في وزن أو في حجم معين من المذيب وهناك طرق كثيرة للتعبير عن التركيز منها

## ① التعبير بدلالة كتلة / كتلة

النسبة المئوية الكتلية تمثل عدد غرامات المذاب في 100 g من المحلول .

$$\text{النسبة المئوية \%} = \frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{كتلة المذيب (g)} + \text{كتلة المذاب (g)}} \times 100 \%$$

$$= \frac{m_2}{m_1 + m_2} = \%$$

حيث  $m_1$  : كتلة المذيب

$m_2$  : كتلة المذاب

$m_1$  : كتلة المحلول = كتلة المذاب  $m_1$  + كتلة المذيب  $m_2$

احسب النسبة المئوية الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم في محلول تم تحضيره بإذابة 8gm من هيدروكسيد الصوديوم في 50gm من الماء؟

مثال 1-4

الحل

$$\text{النسبة المئوية الكتلية لـ NaOH \%} = \frac{\text{كتلة NaOH}}{\text{كتلة H}_2\text{O} + \text{كتلة NaOH}} \times 100 \%$$

$$\text{النسبة المئوية \%} = \frac{8 \text{ gm}}{50 \text{ gm} + 8 \text{ gm}} \times 100 \%$$

$$\text{النسبة المئوية \%} = \frac{8 \text{ gm}}{58 \text{ gm}} \times 100 \% = 13.8 \%$$







تمرين 1-4 ما كتلة كلوريد البوتاسيوم اللازمة لتحضير 250g من محلول تركيزه 5% بالكتلة؟

الحل

$$\begin{aligned} \varphi &= m_2 \\ m_1 + m_2 &= m_t = 250 \text{ g} \\ \% 5 &= \% \\ &= \frac{m_2}{m_1 + m_2} = \\ \frac{m_2}{250} &= 5\% \\ m_2 &= 5 \times 250 = 1250 \text{ g} \end{aligned}$$

تمرين 2-4 كم غرام من حامض الكبريتيك يحويها لتر من المحلول المائي للحامض إذا كانت نسبة الحامض المئوية 34% وكثافة المحلول 1.24 g / mL ؟

الحل

من تعريف الكثافة

$$m = 1.24 \text{ g} \longrightarrow 1.24 \text{ g / mL} = \frac{m}{1 \text{ L}} \longrightarrow \frac{m}{V} = \rho$$

$$\begin{aligned} \frac{m_1}{m_1 + m_2} &= \% \\ \times 100 \frac{m_1}{1.24} &= 34 \\ m_1 &= \frac{34 \times 1.24}{100} = 0.4216 \text{ g} \end{aligned}$$

غرامات الحامض

## 2 التركيز المولالي

هو عدد مولات المذاب التي يحتويها كيلوغرام واحد من المذيب ويرمز لها بالرمز  $m$  وحدتها mole / Kg.

$$\text{المولالية ( } m \text{ ) ( مول / كغم )} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (مول)}}{\text{كتلة المذيب (كغم)}} =$$

$$\frac{n (\text{mol})}{m (\text{Kg})} = m$$

وكما تعلمنا من دراستنا السابقة يمكن أستخراج عدد المولات من العلاقة الرياضية :

$$n = \frac{m (\text{g})}{M (\text{g/mol})}$$

حيث  $m$ : الكتلة بالغرامات و  $M$ : الكتلة المولية للمذاب .







مثال 2-4

احسب مولالية المحلول المحضر من اذابة 36 gm من سكر الجلوكوز.  
الكتلة المولية 180 gm/ mol في 360 gm من الماء المقطر.

الحل

$$n \text{ (للمذاب)} = \frac{m}{M}$$

$$\text{سكر الكلوكوز} = \frac{36 \text{ gm}}{180 \text{ gm/mol}} \Rightarrow 0.2 \text{ mole}$$

360 gm الى kg تحويل

$$\frac{360}{1000} \Rightarrow 0.36 \text{ kg}$$

$$m(\text{mol / kg}) = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.36 \text{ kg}} = 0.55 \text{ mol / kg} = 0.556 \text{ m}$$

تمرين 3-4

اذيب  $6.2 \times 10^2 \text{ g}$  من الأثيلين كلايكول في 4 Kg من الماء المقطر ،  
احسب التركيز المولالي للأثيلين كلايكول

الحل

نحسب أولا عدد مولات الأثيلين كلايكول من العلاقة :-

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow n = \frac{6.2 \times 10^2}{2 \times 12 + 6 \times 1 + 2 \times 16} \rightarrow n = 10 \text{ mol}$$

$$m = \frac{n(\text{mol})}{m(\text{Kg})} = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ mol / Kg}$$

### 3 الكسر المولي X

الكسر المولي للمكون A : هو النسبة بين عدد مولات المكون  $n_A$  إلى عدد المولات الكلية لجميع مكونات المحلول ( $n_A, n_B$ ) أي أنه مقدار عديم الوحدات .

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

ويحسب من العلاقة :

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

وبنفس الطريقة يمكن حساب الكسر المولي للمكون B من العلاقة

ملاحظة مهمة

مجموع الكسور المولية لمكونات المحلول يجب أن تساوي الواحد الصحيح

$$X_A + X_B = 1$$

$$\frac{n_A}{n_A + n_B} + \frac{n_B}{n_A + n_B} = 1$$

أي أن

أو



شبكة المساهمة  
@SadsHelp





## مثال 3-4

حضر محلول السكر  $C_{12}H_{22}O_{11}$  الكتلة المولية  $342 \text{ gm/mol}$  وذلك بإذابة  $34.2 \text{ gm}$  وزنه فيه  $180 \text{ gm}$  من الماء المقطر الكتلة المولية  $18 \text{ gm/mol}$  عبر عن تركيز السكر والماء في المحلول بدلالة الكسر المولي لكل منهما.

$$n = \frac{m(\text{gm})}{M(\text{gm/mol})}$$

$$n_{(C_{12}H_{22}O_{11})} = \frac{34.2 \text{ gm}}{342 \text{ gm/mol}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$n_{(H_2O)} = \frac{180 \text{ gm}}{18 \text{ gm/mol}} = 10 \text{ mol}$$

$$n_{(C_{12}H_{22}O_{11})} = \frac{n_{(C_{12}H_{22}O_{11})}}{n_{(C_{12}H_{22}O_{11})} + n_{(H_2O)}} = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol} + 10 \text{ mol}} = 0.01$$

$$n_{(H_2O)} = \frac{n_{(H_2O)}}{n_{(H_2O)} + n_{(C_{12}H_{22}O_{11})}} = \frac{10 \text{ mol}}{10 \text{ mol} + 0.1 \text{ mol}} = 0.99$$

وللتأكد من صحة الحل

$$0.01 + 0.99 = 1$$

## تمرين 4-4

حضر محلول من هيدروكسيد الصوديوم بإذابة (49) من القاعدة الصلبة في (16.2g) من الماء المقطر احسب الكسر المولي لمكونات المحلول

نحسب عدد مولات الماء و  $\text{NaOH}$

الحل

$$M_{H_2O} = 2 \times 1 + 1 \times 16 = 18 \text{ g/mol}$$

$$M_{NaOH} = 1 \times 23 + 1 \times 16 + 1 \times 1 = 40 \text{ g/mol}$$

$$N_{H_2O} = \frac{m}{M} = \frac{16.2}{18} = 0.9 \text{ mol}$$

$$N_{NaOH} = \frac{m}{M} = \frac{4}{40} = 0.1 \text{ mol}$$

$$X_{H_2O} = \frac{0.9}{0.9 + 0.1} = 0.9$$

أحسب الكسر المولي للماء في مزيج مكون من 9 g من الماء و 120 g من حامض الخليك .

## تمرين 5-4

من العلاقة  $n = \frac{m}{M}$  نحسب أولاً عدد المولات لكل من الماء والحامض .

الحل

$$n_{H_2O} = \frac{m}{M} = \frac{9}{1 \times 2 + 1 \times 16} = \frac{9}{18} = 0.5 \text{ mol}$$

$$n_{CH_3COOH} = \frac{m}{M} = \frac{120}{2 \times 12 + 1 \times 4 + 2 \times 16} = 2 \text{ mol}$$

$$X_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n_{H_2O} + n_{CH_3COOH}} = \frac{0.5}{0.5 + 2} = 0.2$$

الكسر المولي للماء 0.2







ثانياً

التعبير عن التركيز بدلالة كتلة المذاب في حجم معين من المذيب ( أي كتلة في حجم ) وأهم هذه التعابير هي :

## 1 التركيز المولاري

المولارية تمثل عدد مولات المذاب التي يحتويها لتر واحد من المحلول ، أي :

$$\text{المولارية ( M )} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (مول)}}{\text{حجم المحلول (لتر)}}$$

$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} \text{ لتر / مول}$$

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

ملاحظة

احسب التركيز المولاري لمحلول تم تحضيره بإذابة 2.3 gm من الايثانول ( $C_2H_6O$ ) الكتلة المولية 46 gm/mol في 3.5 L ماء مقطر؟

مثال 4-4

$$\text{التركيز المولاري} = \frac{\text{مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول}} = \frac{n(\text{mol})}{3.5(\text{L})}$$

$$n_{(C_2H_6O)} = \frac{2.3 \text{ gm}}{46 \text{ gm/mol}} \Rightarrow 0.05 \text{ mol}$$

$$= \frac{0.05 \text{ mol}}{3.5 \text{ L}} = 0.015 \text{ mol / L}$$

الحل

تمرين 4-6 ما التركيز المولاري لمحلول كلوريد الصوديوم NaCl المحضر بإذابة 4.39 g من الملح في الماء المقطر للحصول على محلول بحجم قدره 250 mL ؟

الحل

نحسب أولاً عدد المولات لـ NaCl من العلاقة  $n = \frac{m}{M}$

$$n = \frac{m}{M_{NaCl}} = \frac{4.39}{58} = 0.075 \text{ mol}$$

$$\frac{250}{1000} = 0.25 \text{ L}$$

$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{0.075}{0.25} = 0.3 \text{ mol / L}$$

ملاحظة يمكن تحضير محلول لأي مادة بطريقتين

1 من إذابة وزن معلوم من المذاب ( صلب أو سائل ) في وزن معلوم من المذيب

2 من إذابة وزن معلوم من المذاب في حجم معين من المحلول







تمرين 4-7  
محلول حجمه 2L وتركيزه 1.5M من  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  فكم غراماً من كربونات الصوديوم يلزمك لتحضير هذا المحلول

الحل

$$M = \frac{n}{V}$$

ومن تعريف عدد المولات نحصل على كتلة  $n = M \times V = 1.5 \times 2 = 3 \text{ mol}$

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 2 \times 23 + 1 \times 12 + 3 \times 16 = 106 \text{ g/mol}$$

$$m = n \times M$$

$$m = 3 \times 106 = 318 \text{ g}$$

### 3-3-4 قانون التخفيف

عند تخفيف محلول ( بإضافة كمية من المذيب إليه ) يزداد حجمه ويقل تركيز المادة المذابة فيه لكن يبقى عدد مولات المذاب ثابت لا يتغير . وبعبارة أخرى :-

عدد مولات المذاب قبل التخفيف = عدد مولات المذاب بعد التخفيف

ومن العلاقة العامة للتعبير عن التركيز يمكن القول أن

عدد مولات المذاب = حجم المحلول  $\times$  التركيز وبصورة عامة فإن :-

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

قانون مهم جداً

حيث  $M_1$  : تركيز المحلول قبل التخفيف

$V_1$  : حجم المحلول قبل التخفيف

$M_2$  : تركيز المحلول بعد التخفيف

$V_2$  : حجم المحلول بعد التخفيف

مثال 4-5  
احسب التركيز المولاري لهيدروكسيد الصوديوم في محلول تم تحضيره بإضافة 150 mol من الماء المقطر إلى 100ml من محلول NaOH تركيزه 0.2M ؟

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$100 \text{ ml} \times 0.2 \text{ mol/L} = 250 \text{ ml} \times M_2$$

$$M_2 = \frac{100 \text{ ml} \times 0.2 \text{ mol/L}}{250 \text{ ml}} = 0.08 \text{ mol/L}$$

$$V_1 + V_2$$

$$100 + 150 =$$

$$250 \text{ ml}$$

الحل



مكتب المساعدة  
@SadsHelp





## تمرين 4-8

ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 250 mL من 0.5 M من كلوريد الباريوم للحصول على محلول هذا الملح بتركيز 0.25 M ؟

الحل

$$M_1 = 0.5$$

$$V_1 = 250 \text{ mL}$$

$$M_2 = 0.25$$

$$V_2 = ?$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$0.5 \times 250 \text{ mL} = 0.25 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{0.5 \times 250}{0.25} = 500 \text{ mL}$$

$$500 - 250 = 250 \text{ mL}$$

أي أن حجم الماء اللازم إضافته هو

## تمرين 4-9

احسب حجم حامض الكبريتيك المركز 18 M اللازم لتحضير محلول مخفف للحامض حجمه 250 ml وتركيزه 1.8 M ؟

الحل

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

$$18 \times V_1 = 250 \times 1.8$$

$$V_1 = \frac{1.8 \times 250}{18} \Rightarrow V_1 = 25 \text{ mL}$$

## ملاحظة مهمة

يمكن التعبير عن التركيز المولاري بوحدة mole / L وايضا يمكن كتابة الرمز M للتعبير عن المولارية، مثلا يمكن أن نقول

$$\text{HCl} = 0.1 \text{ mole / L} \text{ التركيز المولاري أو } \text{HCl} = 0.1 \text{ M} \text{ التركيز المولاري}$$

## 4-3-4 المحاليل المائية والمحاليل غير المائية

4-3-4

هو المحلول الذي يكون الماء هو المذيب فيه مثل محلول السكر في الماء أو كلوريد الصوديوم .

المحلول المائي

هو المحلول الذي يكون المذيب فيه سائل آخر عدا الماء مثل محلول الكبريت في  $\text{CS}_2$  أو محلول النفثالين في البنزين .

المحلول غير المائي







### 5-3-4 المحاليل المشبعة والمحاليل غير المشبعة

**المحلول المشبع** هو المحلول الذي لا يمكن إذابة كمية إضافية فيه من المذاب في درجة حرارة معينة .

**المحلول غير المشبع** هو المحلول الذي يمكن إذابة كمية أكبر من المذاب فيه في درجة حرارة معينة

**المحلول فوق المشبع** هو المحلول الذي يحتوي كمية إضافية من المذاب أكثر من الكمية التي يتشبع عندها المحلول في حالة الإتزان

كيف يتحول المحلول المشبع إلى محلول غير مشبع ؟

عند زيادة درجة الحرارة لأن معظم ذوبانية المواد تزداد بزيادة درجة الحرارة والعكس صحيح .

كيف يتسنى للمحلول فوق المشبع أن يصل إلى حالة الإستقرار ؟

عن طريق إضافة بلورات من المذاب أو أي مادة صلبة أخرى أو عن طريق تحريك المحلول أو بالترشيح .

### 6-3-4 الذوبانية

**الذوبانية** هي أكبر كمية ممكنة من المادة ( غرامات ، مولات ، ... ) التي يمكن أن تذوب في كمية معينة ( حجم ، كتلة ) من المذيب أو المحلول في درجة حرارة وضغط معينين .

أو يمكن تعريفها بالشكل :-

عدد غرامات المذاب التي يمكن أن تذوب للوصول إلى حالة الإشباع في 100 g من المذيب .

### 7-3-4 العوامل التي تؤثر على الذوبانية

1 **درجة الحرارة** : يبدو أن زيادة درجة الحرارة تزيد من الذوبانية والعكس صحيح ، لكن هذا لا ينطبق بشكل عام عند الحديث عن الذوبانية ، لذا يجب ملاحظة ما يلي :

أ- إذا انخفضت درجة حرارة المحلول الناتج ( **المحلول بارد** ) فإن سرعة الذوبان **تزداد** مع زيادة درجة الحرارة ، مثل ذوبان نترات البوتاسيوم .

ب- إذا ارتفعت حرارة المحلول الناتج من الذوبان ( **المحلول ساخن** ) سوف **تقل** الذوبانية مع زيادة درجة الحرارة مثل ذوبان أوكسيد الكالسيوم في الماء .

تكون ذوبانية الغازات أكبر في المذيبات الباردة من ذوبانيتها في المذيبات الساخنة

ملاحظة

مصدر المساع  
@SadsHelp





لماذا تزداد ذوبانية ملح نترات البوتاسيوم بزيادة درجة الحرارة؟



سرعة ذوبان نترات البوتاسيوم تزداد بزيادة درجة الحرارة مما يؤدي الى انخفاض في درجة الحرارة للمحلول اي برودة الناتج.

2 طبيعة المذاب وطبيعة المذيب :-

القاعدة العامة تقول :- المذيب يذيب شبيهه فالمذاب القطبي يذوب في مذيب قطبي مثل  $KCl$  في الماء . بينما المذاب غير القطبي يذوب في مذيب غير قطبي مثل اليود في  $CCl_4$  .

فسر ما يأتي: (الشبيه يذيب الشبيه) Like dissolves like.



المذاب المستقطب يذوب في مذيب مستقطب كذوبان ملح كلوريد البوتاسيوم بالماء والمذاب الغير المستقطب يذوب في مذيب غير مستقطب كذوبان اليود في رابع كلوريد الكربون.

3 الضغط :- لا يُذكر تأثير للضغط على ذوبانية المواد الصلبة أو السائلة ولكن قد تؤدي زيادة الضغط إلى زيادة ذوبانية الغازات.

### العوامل التي تزيد من سرعة الذوبان

8-3-4

أولاً:- حجم دقائق المذاب:- كلما زادت المساحة السطحية الكلية ( مساحة التماس مع المحلول ) كلما زادت سرعة الإذابة لأن عملية الذوبان تحصل على السطح الخارجي لكل دقيقة.

ثانياً:- الرج والتحريك :- تزداد سرعة الذوبان كلما زاد تعرض سطح دقائق المذاب إلى دفعات جديدة من المذيب بشكل مستمر .

ثالثاً:- درجة الحرارة :- يكون لدرجة الحرارة نفس تأثير عملية التحريك الميكانيكية تيارات الحمل الحراري

ما هو التأثير العكسي لزيادة درجة الحرارة على سرعة الإذابة ؟



في حالة جزيئات الغاز زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات مما يؤدي إلى التغلب على قوى الترابط البينية ومن ثم هروب الجزيئات من المحلول .

### المحاليل الحقيقية والعوالق والأنظمة الغروية

9-3-4

1 المحلول الحقيقي :

محلول متجانس تكون دقائق المذاب فيه بحجوم تتراوح بين  $0.1 - 1.0 \text{ nm}$  ( $1.0 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) وهذه الحجوم تقارب الحجوم الجزيئية . لذا يكون ذوبانها نظامياً ومتجانساً ولا تنفصل عن المحلول ، مثل كلوريد الصوديوم في الماء أو محلول السكر في الماء .





## 2 الأنظمة الغروية :

هي حالة بين المحاليل الحقيقية والعوالق يتراوح حجم دقائق المذاب فيها بين ( 100 nm – 1.0 )  
لذا فهذا النظام

- غير متجانس وهو ذو طورين ( صلب وسائل )
- لا تنفصل دقائق المذاب فيه بالترسيد .
- يبدو بالعين المجردة أو بالمجهر العادي مثل المحلول الحقيقي
- لا يمكن فصل المذاب بالترشيح ، ومن أمثلة هذه الأنظمة الحليب والدم .

ما هو تأثير تندل ؟



هو عبارة عن تأثير لتبعثر الضوء في جزيئات المادة الغروية أو في جزيئات المادة المعلقة.  
سُمي هذا التأثير على اسم عالم القرن التاسع عشر الإيرلندي جون تندل. حيث أستطاع  
تندل رؤية الضوء المشتت الساقط على محلول عند النظر إليه بصورة عمودية ، وهذه  
الظاهرة مميزة للأنظمة الغروية .



- هذا التأثير يشبه إلى حد كبير تبعثر رايلي الذي ينص على أن كثافة الضوء المبعثر تعتمد  
على القوة الرابعة للتردد، ولذلك يتبعثر اللون الأزرق أكثر من تبعثر اللون الأحمر. هناك مثال  
في الحياة اليومية و هي رؤية الدخان المنبعث من الدراجات باللون الأزرق ،

## 3 العوالق : - جسيمات صلبة عالقة في وسط سائل ، وتمتاز بأنها : -

- 1 أنظمة مكونة من طورين مميزين ( سائل وصلب ) .
- 2 يكون حجم دقائق المذاب فيها أكبر من 100 nm .
- 3 دقائق المذاب غير مرئية للعين ويمكن رؤيتها بالمجهر العادي .
- 4 يمكن فصلها بسهولة بالترشيح ، مثل عالق الرمل في الماء أو كلوريد الصوديوم في البنزين

تعتبر العوالق حالة وقتية .



لقدرة دقائق المذاب على الركود بفعل الجاذبية .







س قارن بين المحاليل الحقيقية والغروية والعوالق من حيث قطر الحبيبة والخواص .



العلاقة بين المحاليل وقطر دقائق المذاب.		
الخواص	قطر الدقيقة (الحبيبة)	الخليط
تمر دقائق المذاب من خلال المرشح الدقيق ولا يمكن تمييزها بالمجهر ولها قدرة عالية على الانتشار.	أصغر من 1.0 nm	المحاليل الحقيقية
تمر دقائق المذاب من خلال أوراق الترشيح الاعتيادية ولكنها لا تمر من خلال المرشحات الدقيقة ويمكن التعرف عليها بواسطة المجهر الدقيق ولها قدرة ضعيفة على الانتشار.	يتراوح بين 1.0 – 100 nm	الغرويات
لا تمر حبيبات العوالق من خلال مسامات أوراق الترشيح الاعتيادية وليس لها القدرة على الانتشار ويمكن رؤيتها بالمجهر الاعتيادي وأحياناً بالعين المجردة.	أكبر من 100 nm	العوالق

#### قانون راؤولت

4-4

يتناسب الضغط البخاري لأي مكون في محلول مثالي تناسباً طردياً مع الكسر المولي لذلك المكون في المحلول

- افترض راؤولت مكونين متشابهين بالخواص مثل مزيج البنزين والتولوين أو مزيج الهبتان والأوكتان ، ففي هذا المزيج يسلك كل مكون سلوكاً كما لو كان نقياً بحد ذاته . وعند اقتراب سلوك مثل هذه المحاليل من السلوك المثالي يطلق عليه ( المحلول المثالي )
- المحلول المثالي:-** هو المحلول الذي يطاوع قانون راؤولت وفيه كل مكون يسلك سلوكاً كما لو كان نقياً .

**المحلول غير المثالي:-** هو المحلول الذي لا يطاوع قانون راؤولت .

$$P_A \propto X_A$$

$$P_A = X_A P_A^0$$

يمكن التعبير عن قانون راؤولت رياضياً بالعلاقة :-

وبعلاقة المساواة :-

حيث:-  $P_A$  :- الضغط البخاري للمكون A في المحلول .

$X_A$  :- الكسر المولي للمكون A .

$P_A^0$  :- الضغط البخاري للمكون A النقي .





الضغط البخاري الكلي للمحلول ( $P_T$ ) يساوي مجموع الضغوط البخارية الجزئية للمكونين

$$P_T = P_A + P_B$$

أي أن :-

مثال 4-6

عند درجة حرارة  $40^\circ\text{C}$  يكون الضغط البخاري لكل من الهبتان النقي والاوكتان النقي هو 92 Torr و 31 Torr على التوالي أحسب الضغط البخاري لكل مكون من المحلول والضغط البخاري الكلي لمحلول مكون من مزج 1 mole من الهبتان و 4 mole من الاوكتان؟

(نرمز أوكتان H/O هبتان)

الحل

$$P_X = X_A P_A^\circ$$

$$X_H = \frac{n_H}{n_H + n_O}$$

$$X_H = \frac{1 \text{ mole}}{1 \text{ mole} + 4 \text{ mole}} = 0.2$$

وان مجموع الكسور المولية لمكونات المحلول تساوي واحد صحيح

$$X_O + X_H = 1 \Rightarrow X_O + 0.2 = 1$$

$$X_O = 1 - X_H = 1 - 0.2 = 0.8$$

وحسب قانون راؤولت للمكونات المتطابقة

$$P_H = X_H P_H^\circ = (0.2) \times (92 \text{ torr}) = 18.4 \text{ Torr}$$

$$P_O = X_O P_O^\circ = (0.8) \times (31 \text{ torr}) = 24.8 \text{ Torr}$$

$$P_T = P_H + P_O = 18.4 + 24.8 = 43.2 \text{ Torr}$$

تمرين 4-10

الضغوط البخارية للبنزين  $\text{C}_6\text{H}_6$  والتولوين  $\text{C}_7\text{H}_8$  النقيتين هي 44.5 Torr و 88.7 Torr في درجة حرارة معينة ، تم تحضير محلول مثالي في نفس الدرجة الحرارية بمزج 60 g من البنزين مع 40 g من التولوين ، أحسب الضغط البخاري الجزئي للبنزين والتولوين في المحلول والضغط البخاري الكلي .

الحل

لحساب الضغط البخاري لكل مكون يجب إيجاد الكسر المولي ومن أجل ذلك يجب أولاً حساب عدد المولات من العلاقة

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{وسوف نرمز للبنزين بـ } B \text{ وللتولوين بالرمز } T \text{ للسهولة}$$

$$n_B = \frac{m}{M} = \frac{60}{6 \times 12 + 6 \times 1} = 0.77 \text{ mol}$$

$$n_T = \frac{m}{M} = \frac{40}{7 \times 12 + 8 \times 1} = 0.43 \text{ mol}$$

$$X_B = \frac{n_B}{n_B + n_T} = \frac{0.77}{1.2} = 0.64$$

$$X_T = \frac{n_T}{n_T + n_B} = \frac{0.43}{1.2} = 0.36$$







نطبق الآن قانون راؤولت :-

$$P_B = X_B P_B^\circ = 0.64 \times 44.5 \text{ Torr} = 28.48 \text{ Torr} .$$

$$P_T = X_T P_T^\circ = 31.932 \text{ Torr} .$$

$$P_{\text{total}} = P_B + P_T = 28.48 + 31.932 = 60.412 \text{ Torr} .$$

#### 5-4 تأثير المذاب غير المتطاير على بعض صفات المذيب

5-4

**الصفات الجمعية** هي صفات فيزيائية للمحلول تعتمد على دقائق المادة المذابة (وليس نوعها) في كمية من المذيب ، وتناسب هذه الصفات طردياً مع عدد دقائق المذاب الموجودة في المحلول.

ما هي أبرز الصفات الجمعية للمذاب التي تؤثر على بعض صفات المذيب ؟



- 1 انخفاض الضغط البخاري للمحلول.
- 2 ارتفاع درجة غليان المذيب .
- 3 انخفاض درجة انجماد المذيب.
- 4 الضغط الأوزموزي .



#### 1 انخفاض الضغط البخاري للمحلول

يعتمد الضغط البخاري للسائل على مدى السهولة التي يمكن بها لجزيئاته الهرب من سطح السائل.

كيف ينخفض الضغط البخاري للمحلول ؟



عند ذوبان مذاب في سائل فإن قسم من حجم المحلول سيُشغل من قبل جزيئات المذاب فيصبح عدد جزيئات المذيب أقل عند سطح السائل فيقل عدد الجزيئات الهاربة وبالتالي يقل الضغط البخاري للسائل .



#### 2 ارتفاع درجة غليان المذيب

كما نعلم أن درجة غليان السائل هي الدرجة التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط المسلط على سطحه

يجب أن يسخن المحلول إلى درجة أعلى من تلك اللازمة للمذيب النقي لكي يتساوى الضغط الجوي مع ضغط بخار السائل ( درجة الغليان ) . وحسب قانون راؤولت فإنه :-

**ملاحظة مهمة**

يتناسب الارتفاع في درجة غليان مذيب ما طردياً مع عدد مولات المادة المذابة في كيلو غرام واحد من المذيب ( المولالية ) .

$$\Delta T_b \propto m$$

$$\Delta T_b = K_b m$$

حيث :-  $\Delta T_b$  : الارتفاع في درجة غليان المذيب [ درجة غليان المحلول - درجة غليان المذيب النقي ]  
 $m$  : التركيز المولالي للمذاب  
 $K_b$  : ثابت التناسب ( ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي ) .







عرف ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي .



التغير الحاصل في درجة غليان محلول مثالي يحتوي مذاب غير متطاير وغير متأين ، ويعبر بوحدة ( °C/m ) .



ملاحظة : قيمة  $K_b$  تتغير مع تغير نوع المذيب ولا يعتمد على نوع المذاب .

من قانون المولالية السابق إذا رمزنا للمذيب برقم 1 وللمذاب رقم 2 :-

$$m (\text{mol} / \text{Kg}) = \frac{n_2 (\text{mol})}{m_1 (\text{Kg})}$$

$$n_2 = \frac{m_2 (\text{g})}{M_2 (\text{g} / \text{mol})}$$

وكما نعلم أن عدد مولات المذاب

حيث :-  $m_2$  : كتلة المذاب ( g )

$M_2$  : الكتلة المولية للمذاب ( g / mol ) ويجب أن لا ننسى التحويل من ( g ) إلى وحدات ( Kg )

$$m_1 (\text{Kg}) = m_1 (\text{g}) \times \frac{1 (\text{kg})}{1000 (\text{g})} = \frac{m_1 (\text{g})}{1000 (\text{g} / \text{Kg})}$$

وعليه فإن :-

$$m (\text{mol} / \text{Kg}) = \frac{\frac{m_2 (\text{g})}{M_2 (\text{g} / \text{mol})}}{\frac{m_1 (\text{g})}{1000 (\text{g} / \text{Kg})}} = \frac{m_2 (\text{g})}{m_1 (\text{g}) \times M_2 (\text{g} / \text{mol})} \times 1000 (\text{g} / \text{Kg})$$

وعليه يكون الارتفاع في درجة الغليان من العلاقة :-

$$\Delta T_b (^\circ\text{C}) = K_b (^\circ\text{C} / \text{m}) \times \frac{m_2 (\text{g})}{m_1 (\text{g}) \times M_2 (\text{g} / \text{mol})} \times 1000 (\text{g} / \text{Kg})$$

ما درجة غليان محلول مائي للسكرور وتركيزه 1.25m ؟ علماً ان درجة غليان الماء النقي = 100°C وثابت ارتفاع درجة غليان المولالي للماء 0.512 °C / m

مثال 4-7



$$\begin{aligned} \Delta T_b &= K_b (^\circ\text{C} / \text{m}) \times \frac{1000 (\text{g} / \text{kgm}) \times m_2 (\text{gm})}{m_1 (\text{gm}) \times M_2 (\text{gm} / \text{mol})} \\ &= 0.512 ^\circ\text{C} \times \text{m} \times (1.25 \text{ m}) = 0.640 ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

فالمحلول يغلي عند درجة حرارة اعلى من درجة غليان الماء النقي بمقدار 0.640 °C

$$100 ^\circ\text{C} + 0.640 ^\circ\text{C} = 100.640 ^\circ\text{C}$$







## تمرين 4-11

عند إذابة 0.15 g من مادة في 15 g من مذيب ، ترتفع درجة غليان المذيب بمقدار 0.216 °C عن درجة غليان المذيب النقي ما الكتلة المولية للمذاب إذا علمت أن ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي للمذيب = 2.16 °C / m ؟

الحل

$$\Delta T_b = K_b m$$

$$0.216 ^\circ\text{C} = 2.16 ^\circ\text{C} / m \times m$$

$$m = \frac{0.216 ^\circ\text{C}}{2.16 ^\circ\text{C} / m} = 0.1 \text{ mol} / \text{Kg}$$

$$m (\text{mol} / \text{Kg}) = \frac{m_2 (\text{g})}{m_1 (\text{g}) \times M_2 (\text{g} / \text{mol})} \times 1000 (\text{g} / \text{Kg})$$

$$0.1 (\text{mol} / \text{Kg}) = \frac{0.15 \text{ g}}{15 \text{ g} \times M_2} \times 1000$$

$$M_2 = \frac{1000 \times 0.15}{0.1 \times 15} = 100 \text{ g} / \text{mol}$$

## 3 انخفاض درجة انجماد المذيب

عندما تقل درجة الحرارة تقل سرعة حركة الجزيئات وتقترب أكثر فأكثر من بعضها البعض ، تعرف درجة انجماد السائل بأنها :-

درجة الحرارة التي تصبح عندها قوى التجاذب بين الجزيئات أكبر بقليل من القوى اللازمة للتغلب على طاقتها الحركية ، وتحدث تغير من الطور السائل إلى الطور الصلب .  
أو بتعبير آخر :-

هي درجة الحرارة التي عندها يصبح طوراً المادة الصلب والسائل في حالة اتزان

يجب أن تكون درجة الحرارة اللازمة لانجماد المذيب في المحلول أدنى من تلك اللازمة لانجماد المذيب النقي.

علل

لأن جزيئات المذيب في المحلول تكون أبعد بعض الشيء عن بعضها البعض بسبب وجود المذاب .

الحوار

ملاحظة مقدار الانخفاض في درجة الانجماد

$$\Delta T_f = \text{مولالية المحلول} (m) \times \text{ثابت انخفاض درجة الانجماد المولالي} (K_f)$$

ثابت انخفاض درجة الانجماد المولالي: هو مقدار التغير الحاصل في درجة انجماد المذيب في محلول مثالي لمادة غير الكتروليتية

تركيزه واحد مولالي . ووحدته °C / m وتكون العلاقة الرياضية لحساب مقدار الانخفاض مشابه لتلك المحسوبة لمقدار الارتفاع في درجة الغليان :-

$$\Delta T_f (^\circ\text{C}) = K_f (^\circ\text{C} / m) \times \frac{m_2 (\text{g})}{m_1 (\text{g}) \times M_2 (\text{g} / \text{mol})} \times 1000 (\text{g} / \text{Kg})$$

حيث  $\Delta T_f$  :- الانخفاض في درجة الانجماد [ درجة انجماد المذيب النقي - درجة انجماد المحلول ].

معدة المساهمة  
@SadsHelp





## مثال 4-8

عند اذابة 15gm من الكحول الايثيلي (الكتلة المولية للكحول = 46 gm/mol) في 750gm من حامض الفورميك اصبحت درجة انجماد المحلول  $7.21^{\circ}\text{C}$  فاذا علمت ان درجة انجماد حامض الفورميك النقي  $8.4^{\circ}\text{C}$  احسب قيمة  $K_f$  لهذا الانخفاض؟

الحل

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = K_f(^{\circ}\text{C} / \text{m}) \times \frac{1000(\text{g/kg}) \times m_2(\text{g})}{m_1(\text{gm}) \times M_2(\text{gm/mol})}$$

$$\Delta T_f = 8.4^{\circ}\text{C} - 7.21^{\circ}\text{C} = 1.19^{\circ}\text{C}$$

$$1.19^{\circ}\text{C} = K_f(^{\circ}\text{C} / \text{m}) \times \frac{1000(\text{g/kg}) \times 15(\text{g})}{750(\text{gm}) \times 46(\text{gm/mol})}$$

$$K_f(^{\circ}\text{C} / \text{m}) = \frac{1.19(^{\circ}\text{C}) \times 750(\text{g}) \times 46(\text{m/mole})}{1000(\text{g/kg}) \times 15(\text{g})} = 2.74^{\circ}\text{C} / \text{m}$$

## مثال 4-9

اذيب 1.2gm من مركب تساهمي مجهول في 50gm من البنزين ووجد ان درجة انجماد المحلول اصبحت  $4.92^{\circ}\text{C}$  احسب الوزن الجزيئي للمركب المجهول اذا علمت ان درجة انجماد البنزين النقي  $5.48^{\circ}\text{C}$  و  $5.12^{\circ}\text{C} / \text{m} = K_f$  ؟

الحل

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = K_f(^{\circ}\text{C} / \text{m}) \times \frac{1000(\text{g/kg}) \times m_2(\text{g})}{m_1(\text{gm}) \times M_2(\text{gm/mol})}$$

$$\Delta T_f = 5.48^{\circ}\text{C} - 4.92^{\circ}\text{C} = 0.56^{\circ}\text{C}$$

$$0.56^{\circ}\text{C} = 5.12(^{\circ}\text{C} / \text{m}) \times \frac{1000(\text{g/kg}) \times 1.2(\text{g})}{50(\text{gm}) \times M_2(\text{gm/mol})}$$

$$M_2(\text{g/mole}) = \frac{5.12(^{\circ}\text{C/m}) \times 1000(\text{g/kg}) \times 1.2(\text{g})}{0.56^{\circ}\text{C} \times 50(\text{g/mol})}$$

$$M_2 = 219.4 (\text{g/mole}) \text{ المولارية}$$

## تمرين 4-12

ما درجة انجماد محلول مائي ذي تركيز 0.05 m لمذاب غير الكتروليتي علماً أن ثابت انخفاض درجة الانجماد المولالي للماء  $1.86^{\circ}\text{C} / \text{m}$  ؟

الحل

$$\Delta T_f = K_f m$$

$$\Delta T_f = 1.86 \times 0.05 = 0.093^{\circ}\text{C}$$







## 4 الضغط الأوزموزي

4

**الأوزموزية** عملية تلقائية فيها تمر جزيئات المذيب خلال غشاء شبه ناضح يفصل بين محلولين : من المحلول ذي التركيز الواطئ إلى المحلول ذي التركيز العالي من المذاب .

**ملاحظة** الغشاء شبه الناضح أي شبه نافذ يسمح بمرور جزيئات المذيب ولا يسمح بمرور جزيئات المذاب ، لكن قد تمر جزيئات المذيب إلا أن معدل سرعة مرورها باتجاه المحلول المركز أكبر

في التناضح الأوزموزي:- يتناسب الفرق في معدل السرعتين **طرديا** مع الفرق بين تركيزي المحلولين

أرسم شكل مبسط يوضح الخاصية الأوزموزية .



وضح بتجربة عملية التناضح عبر الأغشية .

عندما نضع محلول من السكر في غشاء مزود بالسيلوفين مع رباط مطاطي ثم نمد طرف الغشاء بأنبوب رفيع ونغمس هذا المحلول السكري بالماء نلاحظ تناضح جزيئات الماء إلى المحلول السكري بسبب تركيزه العالي ويستمر ارتفاع مستوى سطح السائل في الأنبوب بسبب **الضغط الهيدروستاتيكي** الناتج من وزن المحلول في العمود مع نفاذ بعض جزيئات الماء خارج المحلول السكري .

من هنا يمكن تعريف **الضغط الأوزموزي** بأنه :-

الضغط اللازم لدفع جزيئات المذيب من خلال غشاء شبه نافذ من المحلول ذي التركيز المنخفض إلى المحلول ذي التركيز العالي بمعدل سرعة مساوية لمعدل سرعة دخولها من جهة المحلول

المخفض







كيف يمكن قياس الضغط الأوزموزي عملياً؟



من تسليط ضغط جوي بما يكفي لمنع عملية التنافذ حيث يصبح مستوى سطحي المحلولين الواطئي والعالي متساوي ، حيث أن :



الضغط الخارجي المسلط = الضغط الأوزموزي للمحلول

كيف يمكن حساب الضغط الأوزموزي نظرياً ؟



من علاقة رياضية مشابهة للقانون العام للغازات  $P = \frac{nRT}{V}$  ، مع إبدال  $P$  بالرمز  $\pi$

$$\pi = \frac{nRT}{V}$$

حيث : -  $n$  عدد مولات المذاب الموجود في حجم من المحلول قدره  $V$  ( L )

$R$  ثابت الغازات العام ( 0.082 L . atm . mol . K )

$T$  درجة الحرارة ( كلفن K )

من ملاحظة الحد  $\frac{n}{V}$  الذي يمثل المولارية  $M$  مكن إعادة صياغة العلاقة أعلاه بالشكل : -

$$\pi = M R T$$

من العلاقة  $\pi = M R T$  وضع تأثير الحرارة والتركيز المولاري على الضغط الأوزموزي.



يزداد الضغط الأوزموزي بزيادة درجة الحرارة التي تزيد من تصادمات جزيئات المذيب بالغشاء في وحدة الزمن وكذلك يزداد بزيادة مولارية (  $M$  ) المحلول التي تزيد من القوة الدافعة لحركة جزيئات المذيب بالاتجاه الذي يقلل الفرق في التركيز ويؤدي إلى تخفيف المحلول وزيادة عشوائيته .







## مفاهيم أساسية

## Raoult's law

## قانون راؤولت

يتناسب الضغط البخاري لأي مكون في محلول مثالي تناسباً طردياً مع الكسر المولي لذلك المكون في المحلول

$$P_A \propto x_A \Rightarrow P_A = x_A P_A^o$$

$$P_B \propto x_B \Rightarrow P_B = x_B P_B^o$$

## Osmotic Pressure

## الضغط الأزموزي

الأزموزية هي عملية تلقائية والتي فيها تمر جزيئات المذيب خلال غشاء نافذ يفصل بين محلولين من المحلول ذي التركيز الواطئ إلى المحلول ذي التركيز العالي من المذاب. وقد تمر جزيئات المذيب من خلال الغشاء بكل الاتجاهين ويدعى الضغط المسلط تحت هذه الظروف بالضغط الأزموزي.

## Solution

## المحلول

يعرف المحلول بشكل عام على أنه مزيج متجانس للمواد يتألف من مذيب (Solvent) ومذاب (Solute) واحد أو أكثر تكون نسب المزج بينها مختلفة من محلول إلى آخر. وتعتبر المادة الأكبر كمية في المزيج هي المذيب والقل كمية هي المذاب.

## Molality m

## التركيز المولالي

المولالية هي عدد مولات المذاب التي يحتويها كيلوغرام واحد من المذيب

$$m \text{ (mol/kg)} = \frac{n \text{ (mol)}}{m \text{ (kg)}}$$

## Mole Fraction x

## الكسر المولي

يعرف بأنه النسبة بين عدد مولات أحد المكونات ( $n_A$ ) إلى عدد المولات الكلية لجميع المكونات ( $n_A + n_B$ ) وهو بذلك يكون عديم الوحدات ويمكن التعبير عنها كما يأتي :

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \quad \text{أو} \quad x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

## Molarity

## التركيز المولاري

المولارية هي عدد مولات المذاب التي يحتويها لتر واحد من المحلول

$$M = \frac{n \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}}$$

## Solubility

## الذوبانية

تعرف قابلية الذوبان (الذوبانية) للمادة على أنها أكبر كمية من المادة (عدد غرامات أو عدد المولات ... الخ) التي يمكن أن تذوب في كمية معينة (حجم أو وزن) من المذيب أو المحلول عند درجة حرارة وضغط محددين.





4

## حل اسئلة الفصل الرابع

س 1-4

اعط أمثلة لمحاليل مكونة من:

- أ. مذاب صلب في مذيب سائل. كلوريد الصوديوم في الماء.  
 ب. مذاب غازي في مذيب سائل. ثنائي أوكسيد الكربون في الماء. (المشروبات الغازية)  
 ج. مذاب غازي في مذيب غازي. النيتروجين في الهواء الجوي.  
 د. مذاب سائل في مذيب سائل. الأستيون في الماء.  
 هـ. مذاب صلب في مذيب صلب. سبيكة الفولاذ غير قابلة للصدأ.

س 2-4

ناقش العبارة التالية: ان الحرارة التي تنتج او التي تستهلك خلال عملية الإذابة هي عامل مهم في تحديد ذوبان او عدم ذوبان المذاب ما هو العامل المهم الآخر وكيف يؤثر في العملية؟

ج/ لأن الطاقة الحرارية هي التي تساعد على كسر الأواصر المكونة لجزيئات المذاب وهي بذلك عامل مهم. أما العامل المهم الآخر فهو قوى التأثير (تجاذب أو تنافر) بين جزيئات المذاب وجزيئات المذيب. فعند مزج مذيب مع مذاب لتحضير محلول، فان كل جزيئة من جزيئات المذيب سوف تتأثر مع جزيئات المذيب المشابهة لها إضافة لتأثرها مع جزيئات المذاب نفسه ويمكن قول الشيء نفسه بالنسبة لجزيئات المذاب. ومقدار قوة التأثيرات هذه هي، تحدد مقدار الذوبانية والسهولة التي تتم بها عملية الذوبان.

س 3-4

عرف كلا مما يأتي:

الكسر المولي لمكون ما في المحلول ، قانون راؤولت ، الضغط الأزموزي ، المحلول المشبع.  
 الكسر المولي لمكون في محلول: هو أحد طرائق التعبير عن تركيز المكون في المحلول، ويمثل النسبة بين عدد مولات المكون في المحلول الى عدد المولات الكلية لجميع مكونات المحلول وهو بذلك كمية عديمة الوحدات.

قانون راؤولت: يتناسب الضغط البخاري لأي مكون في محلول مثالي تناسباً طردياً مع الكسر المولي لذلك المكون في المحلول أي أن  $P_A = X_A P_A^0$  حيث أن  $P_A$  يمثل الضغط البخاري للمكون A و  $X_A$  الكسر المولي لهذا المكون ويمثل ثابت التناسب  $P_A^0$  الضغط البخاري للمكون A النقي.





**الضغط الأزموزي:** هو الضغط الناشئ بين محلولين مختلفين في التركيز يفصل بينهما غشاء نصف (شبه) ناضج، حيث يؤدي هذا الاختلاف في الضغط الى انتقال جزيئات المذيب من المحلول ذي التركيز الواطئ الى المحلول ذي التركيز العالي. وتستمر العملية لحين تساوي التركيزين على طرفي الغشاء (أي تساوي الضغط عند طرفي الغشاء).  
**المحلول المشبع:** هو المحلول الذي لا يمكن إذابة كمية إضافية من المذاب فيه، عند درجة حرارة معينة.

س 4-4

كم عدد غرامات ملح الطعام اللازم إذابتها في 40ml من الماء للحصول على محلول ملحي وتكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للملح 15% علماً ان كثافة الماء 1kg / L.

الحل

$$P (g/ml) = \frac{m(g)}{V(mL)}$$

$$M(g) = p(g/mL) \times V(mL) = 1(g/mL) \times 40(mL) = 40 g$$

$$\% = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times 100 \% \Rightarrow \% = \frac{m_{NaCl}}{m_{H_2O} + m_{NaCl}} \times 100 \%$$

$$15\% = \frac{m_{NaCl}}{40 + m_{NaCl}} \times 100\% \Rightarrow m_{NaCl} = 7.06 g$$

س 5-4

كيف يحضر 250ml من محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف بتركيز 0.5M من محلول الحامض المركز التركيز 12M؟

الحل

يتم تحويل هذا الحجم 10.4 mL من محلول الحامض المركز بشكل تام الى دورق حجمي سعة 250 mL، حيث يتم إضافة ماء مقطر له حين بلوغ الحجم النهائي للدورق 250 mL، حيث يصبح تركيز المحلول الجديد 0.5 mol/L.

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

$$0.5 \times 250 = 12 \times V_2 \quad \therefore V_2 = 10.4 mL$$

نأخذ 10.4 ml من الحامض المركز ويكمل الحجم الى 250 ml.

س 6-4

اذيب 60ml من ثنائي اثيل اثير  $(C_2H_5)_2O$  في كمية من الميثانول  $CH_3OH$  لتحضير محلول حجمه 300ml فاذا علمت ان كثافة الايثر 0.714g/ml ما مولارية المحلول ؟

الحل

$$M = \frac{n(mole)}{V(L)}$$

$$كثافة الايثر = \frac{كتلة الايثر}{حجم الايثر}$$

$$0.714 g/ml = \frac{كتلة الايثر}{60 ml} \Rightarrow كتلة الايثر = 42.84 gm$$







$$n \text{ (mole)} = \frac{m}{M} = \frac{42.84}{74} \Rightarrow M = 74 \text{ gm/mol} \Rightarrow n = \frac{42.84 \text{ gm}}{74 \text{ gm/mole}}$$

$$n \text{ للمذاب (الايثر)} = 0.57 \text{ mole}$$

$$V = \frac{300}{1000} \Rightarrow 0.3 \text{ L} \quad \text{ثم نجد الحجم بوحدة اللتر}$$

$$M = \frac{0.57 \text{ mole}}{0.3 \text{ L}} \quad \text{المولارية}$$

$$M = 1.9 \text{ mole /L}$$

اشرح مستعينا بالحسابات اللازمة كيف يمكنك تحضير لتر واحد من محلول كلوريد الصوديوم NaCl تركيزه 0.215m إذا علمت كثافة المحلول الناتج 1.01 g/ml؟

س 4-7

الحل

نجد عدد مولات NaCl من تعريف المولالية:

$$m(\text{mol/kg}) = \frac{n(\text{mol})}{1(\text{kg})}$$

$$n(\text{mol}) = m(\text{mol/kg}) \times 1(\text{kg}) = 0.215(\text{mol/kg}) \times 1(\text{kg}) = 0.215 \text{ mol}$$

والكتلة المولية: (n) ونحسب الكتلة باستخدام علاقة عدد المولات

$$M_{(\text{NaCl})} = 1 \times 23 + 1 \times 35.5 = 58.5 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{mol}) = \frac{m(\text{mol})}{M(\text{g/mol})}$$

$$m(\text{g}) = n(\text{mol}) \times M(\text{g/mol}) = 0.215(\text{mol}) \times 58.5(\text{g/mol}) = 12.6 \text{ g}$$

وبذلك تصبح كتلة المحلول الكلية = كتلة الماء + كتلة كلوريد الصوديوم

$$1012.6 \text{ g} = 12.6(\text{g}) + 1000(\text{g})$$

وبما أن كثافة المحلول المحضر كما ورد في السؤال تساوي (1.01 g/mol) يمكن أن نجد حجم المحلول باستخدام علاقة الكثافة :

$$\rho(\text{g/mol}) = \frac{m(\text{g})}{\rho(\text{g/mL})} = \frac{1012.56(\text{g})}{1.01(\text{g/mol})} = 1002.5 \text{ ml}$$

ولكن المطلوب تحضير لتر واحد فقط من المحلول لذلك يلزم إجراء عملية تصحيح على الحسابات للحصول على لتر واحد فقط.

كتلة الملح اللازمة لتحضير لتر واحد من المحلول = كتلة الملح اللازم إذابتها في 1000 g من الماء  $\times \frac{1000\text{mL}}{1002.5\text{mL}}$  وهذه تساوي.

$$\frac{1000\text{mL}}{1002.5\text{mL}} = 12.53 \text{ g} \times = 12.56(\text{g})$$







س 4-8

تم تحضير محلول لهيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) وذلك بإذابة 1g منها في 100 mL من الكحول الأيثلي (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) (كثافة الكحول 0.789 g/mL) عبر عن تركيز المحلول الناتج بدلالة:

- ① التركيز المولاري.
- ② التركيز المولالي.
- ③ الكسر المولي لهيدروكسيد البوتاسيوم.
- ④ النسبة المئوية بالكتلة لهيدروكسيد البوتاسيوم.

عدد مولات هيدروكسيد البوتاسيوم KOH:

$$M_{(KOH)} = 1 \times 39 + 1 \times 16 + 1 \times 1 = 56 \text{ g/mol}$$

$$0.018 \text{ mol} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{1(g)}{56(g/mol)} = n \text{ (mol)}$$

نحسب كتلة الكحول الأيثلي من علاقة الكثافة:

$$\rho(g/mL) = \frac{m(g)}{v(ml)}$$

$$100 \text{ (mL)} = 78.9 \text{ g} \times V \text{ (mL)} = 0.789 \text{ (g/mL)} \times m \text{ (g)} = \rho \text{ (g/mL)}$$

ثم نحسب عدد مولات الكحول الأيثلي:

$$M_{(C_2H_5OH)} = 2 \times 12 + 5 \times 1 + 1 \times 16 + 1 \times 1 = 46 \text{ g/mol}$$

$$n \text{ (mol)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{78.9(g)}{46(g/mol)} = 1.72 \text{ mol}$$

نحول الحجم من وحدة mL الى L:

$$\frac{1(L)}{1000(mL)} = 0.100 \text{ L} \times V \text{ (L)} = V \text{ (mL)} \times \frac{1(L)}{1000(mL)} = 100 \text{ (mL)}$$

① حساب التركيز المولاري:

$$M \text{ (mol/L)} = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.018(mol)}{0.100(L)} = 0.18 \text{ mol/L}$$

② نحول حجم 100 mL للكحول الى كتلة باستخدام علاقة الكثافة:

$$\rho(g/mL) = \frac{m(g)}{v(ml)}$$

$$m \text{ (g)} = \rho \text{ (g/mL)} \times V \text{ (mL)} = 0.789 \text{ (g/mL)} \times 100 \text{ mL} = 78.9 \text{ g}$$

نحول الكتلة من وحدة g الى kg:

$$m \text{ (kg)} = m \text{ (g)} \times \frac{1(kg)}{1000(g)} = 78.9 \text{ (g)} \times \frac{1(kg)}{1000(g)} = 0.0789 \text{ kg}$$

ومن هذه المعلومات نجد المولالية:

$$m = \frac{n(mol)}{m(kg)} = \frac{0.018(mol)}{0.0789(kg)} = 0.23 \text{ mol/kg}$$

③ يحسب الكسر المولي لهيدروكسيد البوتاسيوم:

$$X_{(KOH)} = \frac{n_{KOH}}{n_{(KOH)} + n_{(C_2H_5OH)}} = \frac{0.018}{0.018 + 1.72} = 0.01$$

④ النسبة المئوية لهيدروكسيد البوتاسيوم:

$$\begin{aligned} \%_{KOH} &= \frac{m_{KOH}(g)}{m_{KOH}(g) + m_{C_2H_5OH}(g)} \times 100\% \\ &= \frac{1(g)}{1(g) + 78.9(g)} \times 100\% = 1.25\% \end{aligned}$$







س 4-9

احسب درجة غليان المحلول المائي لمركب اثيلين كلاليكول مادة غير متطايرة بتركيز 2.5m درجة غليان الماء النقي  $100^{\circ}\text{C}$  وثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي للماء  $K_b = 0.512^{\circ}\text{C} / \text{m}$

الحل

$$\Delta T_b^{\circ}\text{C} = K_b m$$

$$\Delta T_b = 0.512 (^{\circ}\text{C} / \text{m}) \times 2.5 \text{ m} = 1.28^{\circ}\text{C}$$

$$100^{\circ}\text{C} + 1.28^{\circ}\text{C} = 101.28^{\circ}\text{C}$$

مقدار الارتفاع في درجة الغليان = درجه غليان المحلول - درجة غليان المذيب

س 4-10

أذيت 3.75 gm من مادة غير متطايرة في 95 gm من الاسيتون فازدادت درجة الغليان وأصبحت  $56.50^{\circ}\text{C}$  بالمقارنة مع درجة غليان الاسيتون النقي  $55.95^{\circ}\text{C}$  إذا علمت ان ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي للاسيتون  $K_b = 1.71^{\circ}\text{C} / \text{m}$  ما الكتلة المولية للمذاب؟

الحل

$$\Delta T_b(^{\circ}\text{C}) = 56.50^{\circ}\text{C} - 55.95^{\circ}\text{C} = 0.55^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_b(^{\circ}\text{C}) = \frac{K_b(^{\circ}\text{C}/\text{m}) \times 1000(\text{g}/\text{kg}) \times m_2(\text{g})}{m_1(\text{g}) \times M_2(\text{g}/\text{mol})}$$

$$M_2(\text{g}/\text{mol}) = \frac{K_b(^{\circ}\text{C}/\text{m}) \times 1000(\text{g}/\text{kg}) \times m_2(\text{g})}{\Delta T_b(^{\circ}\text{C}) \times m_1(\text{g})}$$

$$M_2(\text{g}/\text{mol}) = \frac{0.512^{\circ}\text{C}/\text{m} \times 1000(\text{g}/\text{kg}) \times 3.75(\text{g})}{0.55(^{\circ}\text{C}) \times 95(\text{gm})} = 37 \text{ g/mol}$$

س 4-11

عند طحن 0.154gm من الكبريت بشكل تام وإذابته في 4.38 gm من الكافور انخفضت درجة انجماد الكافور  $5.47^{\circ}\text{C}$  ما الكتلة المولية للكبريت؟ وما صيغته الجزيئية؟ إذا علمت ان ثابت الانخفاض في درجة الانجماد المولالي للكافور  $K_f = 40^{\circ}\text{C} / \text{m}$ .

الحل

يمكن حساب الكتلة المولية للكبريت بنفس طريقة حل السؤال 4-10:

$$M_2(\text{g}/\text{mol}) = \frac{K_b(^{\circ}\text{C}/\text{m}) \times 1000(\text{g}/\text{kg}) \times m_2(\text{g})}{\Delta T_b(^{\circ}\text{C}) \times m_1(\text{g})}$$

$$M_2(\text{g}/\text{mol}) = \frac{40(^{\circ}\text{C}/\text{m}) \times 1000(\text{g}/\text{kg}) \times 0.154(\text{g})}{5.47(^{\circ}\text{C}) \times 4.38(\text{g})} = 257.1 \text{ g/mol}$$

ولمعرفة الصيغة الجزيئية للكبريت نقسم الكتلة المولية لجزيئة الكبريت على الكتلة المولية لذرة الكبريت 32 g/mol

$$\frac{M_2(\text{g}/\text{mol})}{32(\text{g}/\text{mol})} = \frac{257.1(\text{g}/\text{mol})}{32(\text{g}/\text{mol})} = 8 = \text{عدد ذرات الكبريت في الصيغة الجزيئية}$$

وهذا يعني أن الصيغة الجزيئية للكبريت في هذا المثال هي  $S_8$ .





س4-12

مستعينا بالجدول (3-4) ما هي المادة التي تسبب أعظم انخفاض في درجة الانجماد.  
 أ. البنزين ب. الكافور لان قيمة ثابت انخفاض درجة الانجماد المولالي لهذا المذيب أكبر  
 ج. حامض الخليك د. الفينول

الحل

معدل سرعة التفاعل بدلالة R =  $\frac{\text{التغيير في تركيز P}}{\text{التغيير في الزمن}}$

المادة التي تسبب أعظم انخفاض في درجة الانجماد هي الكافور وذلك لكون قيمة ثابت انخفاض درجة الانجماد المولالي ( $K_f$ ) لهذا المذيب أكبر من تلك القيم لباقي المذيبات.  
 والرجوع الى العلاقة:

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

$\Delta T_f \propto K_f$  أي أن:

س4-13

جد درجة انجماد محلول محضر بإضافة 1.5 gm من مادة كتلتها المولية  
 = 125gm/mol في 30mol من النيتروبنزين.

الحل

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = K_f \frac{(^{\circ}\text{C}/\text{m}) \times 1000(\text{g}/\text{kg}) \times m_2(\text{g})}{m_1(\text{gm}) \times M_2(\text{gm}/\text{mol})}$$

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = 7.00 \times \frac{1000(\text{g}/\text{kgm}) \times 1.5\text{gm}}{30\text{gm} \times 125\text{gm}/\text{mol}}$$

$$\Delta T_f = -2.85^{\circ}\text{C} \quad \text{درجة انجماد المحلول}$$

$$5.7^{\circ}\text{C} = \text{درجة انجماد النيتروبنزين النقي}$$

$$2.85^{\circ}\text{C} = 2.85^{\circ}\text{C} - 5.70^{\circ}\text{C} = \text{درجة انجماد المحلول}$$





## الفصل الخامس

## الحركات الكيميائية

## المقدمة

1-5

تعلمنا كيف نعبر عن معادلة كيميائية موزونة أخبرتنا عن عدد المولات ، كتل المواد المتفاعلة ، الناتجة ، حجوم الغازات لكنها لم تخبرنا عن :-

- السرعة ، الزمن الي استغرقتة المادة المتفاعلة لتكوين الناتج .
- عدد الخطوات التي مر بها التفاعل للوصول إلى الناتج ، لذا يبرز دور الحركات الكيميائية في دراسة :-

- 1 سرعة التفاعل الكيميائي وكيفية قياسها والعوامل المؤثرة عليها .
- 2 ميكانيكية التفاعل للوصول إلى الناتج النهائي . وكيفية التعبير عنها .

## سرعة التفاعل الكيميائي

2-5

تختلف التفاعلات الكيميائية في سرعة الحدوث فمنها :-

- سريع جداً كما في تفاعلات الاحتراق أو تفاعل التعادل ( حامض - قاعدة )
- معتدل السرعة مثل تفاعلات نضج الفواكه والخضراوات .
- بطيء كما صدأ الحديد .
- بطيء جداً كما في التفاعلات التي تؤدي إلى نمو الإنسان .

## قياس سرعة التفاعل الكيميائي

1-2-5

تقاس سرعة التفاعل الكيميائي من التغير في تركيز المادة المتفاعلة أو الناتجة في وحدة الزمن (قد يكون الزمن ثانية أو دقيقة أو ساعة أو يوم أو اي وحدة زمنية أخرى) ، في هذا الفصل يستخدم فقط التركيز المولاري ( عدد مولات المذاب في لتر واحد من المحلول  $\text{mol / L}$  ) ويعبر عنه بقوس مربع [ ] يعني أي رمز داخل هذا القوس يمثل التركيز المولاري ، مثلاً عندما نقول [ X ] أي التركيز المولاري للمادة X . نعبر عن سرعة التفاعل بالعلاقة الرياضية التالية :-

معدل سرعة التفاعل الكيميائي =  $\frac{\text{التغير في تركيز أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة}}{\text{التغير في الزمن}}$

$$\text{Rate} = \frac{\Delta [ \quad ]}{\Delta t}$$







حيث أن الرمز  $\Delta$  يعني التغير و  $[ ]$  يعني التركيز المولاري بوحدة  $\text{mol} / \text{L}$  وبذلك تكون وحدة سرعة التفاعل الكيميائي

$(\text{mol} / \text{L} \cdot \text{t})$  أو  $(\text{mole} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{t}^{-1})$

في التفاعل العام  $\text{R} \longrightarrow \text{P}$

حيث  $\text{R}$  تمثل المواد المتفاعلة **Reactants** و  $\text{P}$  تمثل المواد الناتجة **Products** يمكن حساب سرعة التفاعل بدلالة المواد المتفاعلة :  $\text{R}$

معدل سرعة التفاعل بدلالة  $\text{R} = - \frac{\text{التغير في تركيز R}}{\text{التغير في الزمن}}$

$$\text{Rate}_R = ( - ) \frac{\Delta [\text{R}]}{\Delta t}$$

عندما يبدأ التفاعل بتركيز معين من المادة المتفاعلة  $[\text{R}]_1$  في زمن  $t_1$  مع تقدم التفاعل يقل تركيز المادة المتفاعلة ويزداد تركيز المادة الناتجة ، وفي زمن  $t_2$  يصبح تركيز المادة المتفاعلة  $[\text{R}]_2$  وعليه ستكون السرعة بدلالة  $\text{R}$  هي :

$$\text{Rate}_R = ( - ) \frac{\Delta [\text{R}]}{\Delta t} = ( - ) \frac{[\text{R}]_2 - [\text{R}]_1}{t_2 - t_1}$$

#### ملاحظة

تضاف الإشارة السالبة في القانون للتعبير عن سرعة التفاعل بدلالة التغير في تركيز مادة متفاعلة ( لماذا ؟ ) لأن المادة المتفاعلة تستهلك خلال التفاعل ويقل تركيزها فيكون تركيزها الثاني أقل من تركيزها الأول والتغير في التركيز سالب فوجب وضع إشارة ( - ) لجعل السرعة موجبة المقدار

• يمكن قياس سرعة التفاعل بدلالة التغير في تركيز المادة الناتجة  $\text{P}$  من التفاعل الكيميائي من العلاقة :

معدل سرعة التفاعل بدلالة  $\text{P} = \frac{\text{التغير في تركيز P}}{\text{التغير في الزمن}}$

$$\text{Rate}_P = \frac{\Delta [\text{P}]}{\Delta t} = \frac{[\text{P}]_2 - [\text{P}]_1}{t_2 - t_1}$$

انتبه

يكون التغير في تركيز المادة الناتجة  $\Delta [\text{P}]$  موجب لأن تركيزها يزداد بمرور الزمن فيكون التركيز الثاني  $[\text{P}]_2$  أكبر من تركيزها الأول  $[\text{P}]_1$  لذا لا تضاف إشارة سالبة في القانون







## ملاحظة مهمة

$t_1$  = صفر في بدء التفاعل

$t_2$  تعني الزمن بعد انتهاء التفاعل ( تعطى في السؤال أو قد تطلب )

$R_1$  = تركيز المتفاعلات في بدء التفاعل ( معلومة في السؤال أو قد تطلب منه )

$R_2$  = تركيز المتفاعلات في نهاية التفاعل ( عادة = صفر لأنها استهلكت )

$P_1$  = تركيز النواتج في بدء التفاعل وتساوي صفر لأنها لم تتكون بعد .

$P_2$  = تركيز النواتج بعد نهاية التفاعل وهنا تعطى في السؤال أو قد تطلب

## مثال 1-5

يتغير تركيز المادة (R) من  $1.2 \text{ mole/L}$  الى  $0.75 \text{ mole/L}$  خلال  $125 \text{ s}$  ؟

أ. احسب سرعة التفاعل بدلالة R

ب. احسب الزمن اللازم لوصول تركيز R المتبقي الى  $1.25 \text{ mole/L}$



$$\text{I. Rate (R)} = (-) \frac{\Delta [R]}{\Delta t} \longrightarrow - \frac{[R_1] - [R_2]}{t_2 - t_1}$$

$$= \frac{(-)[0.75] - [1.20] \text{ mol/L}}{(125 - 0) \text{ s}}$$

$$\text{Rate (R)} = 0.0036 \text{ mol/L.s}$$

$$\text{ب. Rate (R)} = (-) \frac{\Delta R}{\Delta t}$$

$$0.0036 \text{ mol/L.s} \cdot (-) \frac{[0.25] - [1.20] \text{ mol/L}}{\Delta t} = 263.89 \text{ s}$$

افترض التفاعل التالي :  $3\text{H}_2 + \text{CO} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  يتغير

تركيز  $\text{H}_2$  حسب المخطط المجاور . جد سرعة التفاعل والزمن اللازم لانخفاض

تركيز  $\text{H}_2$  الى  $0.300 \text{ mol/L}$

## تمرين 1-5



$$\text{Rate}_{\text{H}_2} = \frac{\Delta [\text{H}_2]}{\Delta t}$$

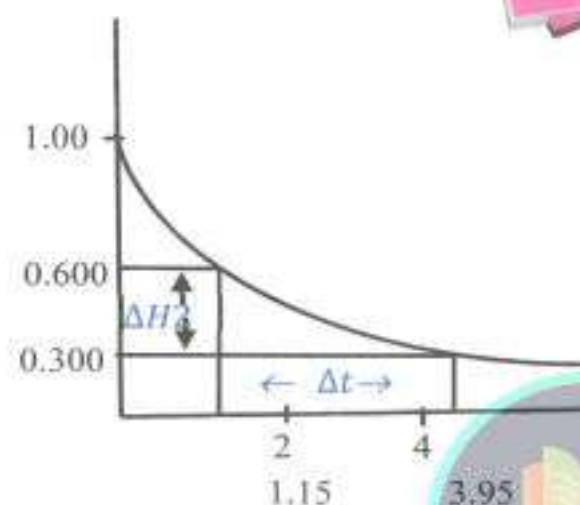
$$\text{Rate}_{\text{H}_2} = \frac{-[\text{H}_2 - \text{H}_1]}{t_2 - t_1} = \frac{-[0.300 - 0.600]}{3.95 - 1.15} = \frac{-[-0.300]}{2.5}$$

$$\text{Rate}_{\text{H}_2} = 0.107 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

الزمن اللازم لانخفاض تركيز  $[\text{H}_2]$  من  $1.000 \text{ M}$  الى  $0.300 \text{ M}$

$$t = 3.95 - 0$$

$$t = 3.95 \text{ s}$$







## علاقة سرعة التفاعل مع عدد المولات

2-2-5

عندما نعبر عن سرعة التفاعل الكيميائي بدلالة التغير في تركيز المادة فإنها تختلف باختلاف عدد مولات المادة في معادلة التفاعل الموزونة مثلاً في التفاعل :-



يستهلك جزئ من الهيدروجين (مول واحد) وفي نفس الوقت جزئ واحد من اليود (مول واحد) لتكوين جزيئين (مولين) من يوديد الهيدروجين ، أي أن

سرعة استهلاك كل من  $\text{H}_2$  و  $\text{I}_2$  = نصف سرعة تكوين HI

$$\text{Rate} = -\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[\text{I}_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{HI}]}{\Delta t}$$

أو بصورة أدق :-

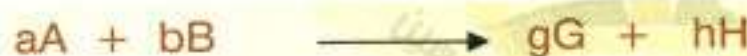
$$\text{Rate}_{(\text{HI})} = 2 \text{Rate}_{(\text{H}_2)} = 2 \text{Rate}_{(\text{I}_2)}$$

تعني  $\text{Rate}_{(\text{HI})}$  السرعة بدلالة تركيز المادة الناتجة HI وهكذا بالنسبة لـ  $\text{H}_2$  و  $\text{I}_2$

ملاحظة

أننا لم نضع إشارة سالبة للسرعة لأنها دائماً موجبة بينما التغير في التركيز سالب للمواد المتفاعلة وموجب للمواد الناتجة

ملاحظة



في التفاعل العام :-

حيث  $a, b, g, h$  : عدد مولات المواد في المعادلة ، ويمكن التعبير عن هذا التفاعل بدلالة المواد المتفاعلة والناتجة :-

$$\text{Rate} = -\frac{1}{a} \times \frac{\Delta[\text{A}]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \times \frac{\Delta[\text{B}]}{\Delta t} = \frac{1}{g} \times \frac{\Delta[\text{G}]}{\Delta t} = \frac{1}{h} \times \frac{\Delta[\text{H}]}{\Delta t}$$

أو

$$\text{Rate}_{(\text{A})} = \frac{1}{b} \text{Rate}_{(\text{B})} = \frac{1}{g} \text{Rate}_{(\text{G})} = \frac{1}{h} \text{Rate}_{(\text{H})} \frac{1}{a}$$

هي سرعة التفاعل بدلالة مول واحد من أي من المواد المتفاعلة أو الناتجة .

السرعة العامة للتفاعل

وتكتب بالشكل :-

$$\text{Rate} = \frac{1}{n_j} \frac{\Delta[j]}{\Delta t}$$

حيث  $n_j$  : عدد مولات  $j$  بإشارته : السالبة للمواد المتفاعلة والموجبة للمواد الناتجة







تمرين 2-5 إن سرعة تكوين  $\text{NH}_3$  في التفاعل التالي =  $0.15 \text{ mol/L.min}$



$$\frac{\text{Rate}_{\text{NH}_3}}{n_1} = \frac{\text{Rate}_{\text{N}_2}}{n_2}$$

$$\frac{0.15}{2} = \frac{\text{Rate}_{\text{N}_2}}{1}$$

$$\text{Rate}_{\text{N}_2} = 0.075 \text{ mol.L}$$

أ. 0.150

ب. 0.075

ج. 0.0175

د. 0.200

هـ. 0.300

0.075 mol.L

الاجواب



في التفاعل :-

مثال 2-5



1 عبر عن السرعة بدلالة تغير تركيز  $\text{H}_2$  و  $\text{O}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$ .

2 احسب سرعة تكوين  $\text{H}_2\text{O}$  إذا كانت سرعة استهلاك  $\text{O}_2 = 0.023 \text{ mol/L.s}$ .

3 ما مقدار  $\text{H}_2\text{O}$  المتكون بعد مرور 18 s ؟

الحل

1

$$\text{Rate}_{(\text{H}_2)} = - \frac{\Delta[\text{H}_2]}{2\Delta t}$$

$$\text{Rate}_{(\text{O}_2)} = - \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$$

$$\text{Rate}_{(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{2\Delta t}$$

2

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t} = - \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$$

$$\text{Rate}_{(\text{H}_2\text{O})} = 2 \text{ Rate}_{(\text{O}_2)} \text{ g}$$

$$\text{Rate}_{(\text{H}_2\text{O})} = 2 \times 0.023 \text{ mol/L.s} = 0.046 \text{ mol/L.s}$$

3

$$\text{Rate}_{(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t} = \frac{[\text{H}_2\text{O}]_2 - [\text{H}_2\text{O}]_1}{t_2 - t_1} = \frac{([\text{H}_2\text{O}]_2 - 0) \text{ mol/L}}{(18 - 0) \text{ s}}$$

$$[\text{H}_2\text{O}]_2 = \text{Rate}_{(\text{H}_2\text{O})} \text{ mol/L.s} \times 18 \text{ s} = 0.046 \text{ mol/L.s} \times 18 \text{ s}$$

$$[\text{H}_2\text{O}]_2 = 0.828 \text{ mol/L}$$







تمرين 3-5

اي من التعابير أدناه لا تمثل التعبير المناسب للسرعة العامة للتفاعل الآتي :



أ.  $\frac{-\Delta[A]}{\Delta t}$     ب.  $\frac{-\Delta[B]}{3\Delta t}$     ج.  $\frac{-\Delta[F]}{\Delta t}$     د.  $\frac{-\Delta[G]}{2\Delta t}$     هـ.  $\frac{-\Delta[A]}{2\Delta t}$

الاجواب

مثال 3-5

للتفاعل بين غاز الاثيلين وغاز الازون يعبر عنه بالمعادلة

وقد وجد ان تركيز  $O_3$  يتغير مع تقدم التفاعل كما في الجدول أدناه

t/s	0	10	20	30	40	50	60
$[O_3] \cdot 10^{-5}$	3.20	2.42	1.95	1.63	1.40	1.23	1.10

أ. احسب سرعة التفاعل خلال 10s الاولى من التفاعل

$$\begin{aligned} \text{Rate}_{(O_3)} &= (-) \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t} \\ &= \frac{-([O_3]_2 - [O_3]_1)}{t_2 - t_1} \\ &= \frac{-(2.42 \times 10^{-5} - 3.20 \times 10^{-5}) \text{ mole/L}}{(10-0)\text{S}} \\ &= 7.8 \times 10^{-7} \text{ mole/L.S} \end{aligned}$$

ب. احسب سرعة التفاعل خلال 10s الاخيرة من التفاعل

$$\begin{aligned} \text{Rate}_{(O_3)} &= - \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t} \\ &= \frac{-([O_3]_2 - [O_3]_1)}{t_2 - t_1} \\ &= \frac{-(1.10 \times 10^{-5} - 1.23 \times 10^{-5}) \text{ mole/L}}{(60-50)\text{S}} = 1.3 \times 10^{-7} \text{ mol/L.S} \end{aligned}$$

ج. ما سبب اختلاف سرعة التفاعل في الحالتين؟

سرعة التفاعل من خلال 10s الاولى = ست مرات بقدر سرعة التفاعل خلال 10s الاخيرة  
مما يدل على ان سرعة التفاعل غير ثابتة وتقل مع الزمن بدلالة تركيز المادة المتفاعلة  
نتيجة استهلاكها. فعندما نستخرج السرعة العامة للتفاعل نقول معدل السرعة.

الاجواب







في التفاعل التالي :-

تمرين 4-5

1 عبر عن سرعة التفاعل بدلالة التغير في تركيز كل مادة مع الزمن .

2 أحسب سرعة استهلاك  $\text{O}_2$  إذا كانت سرعة استهلاك  $\text{NO}$  تساوي

$$1.60 \times 10^{-4} \text{ mol / L.s}$$

الحل

$$1 \text{ Rate}_{(\text{NO})} = - \frac{1}{4} \times \frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t}$$

$$\text{Rate}_{(\text{O}_2)} = - \frac{1}{3} \times \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$$

$$\text{Rate}_{(\text{N}_2\text{O}_5)} = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t}$$

$$2 \quad 4 \times \text{Rate}_{\text{O}_2} = 3 \times \text{Rate}_{\text{NO}}$$

$$\text{Rate}_{\text{O}_2} = \frac{-1.6 \times 10^{-4} \times 3}{-4} = 1.2 \times 10^{-4} \text{ mol / L.s}$$

قانون سرعة التفاعل

3-5

تناسب سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة وكل تركيز مرفوع إلى أس معين .



في التفاعل العام التالي :-

تناسب سرعة التفاعل Rate مع تراكيز المواد المتفاعلة كما يلي :-

$$\text{Rate} \propto [\text{A}]^{\alpha} [\text{G}]^{\beta} [\text{H}]^{\gamma}$$

وبشكل مساواة :-

$$\text{Rate} = K [\text{A}]^{\alpha} [\text{G}]^{\beta} [\text{H}]^{\gamma}$$

قانون سرعة التفاعل مهم جداً

ملاحظة مهمة  
عدد المولات  $a, g, h$  ليس له علاقة بمراتب المتفاعلات  $\alpha, \beta, \gamma$  وتمثل السرعة Rate سرعة التفاعل بدلالة أي من المواد المتفاعلة :- أي أن

$$\text{Rate} = - \frac{1}{a} \frac{\Delta[\text{A}]}{\Delta t}$$

$$\text{Rate} = - \frac{1}{g} \frac{\Delta[\text{G}]}{\Delta t}$$

$$\text{Rate} = - \frac{1}{h} \frac{\Delta[\text{H}]}{\Delta t}$$

$$\text{Rate} = \frac{1}{p} \frac{\Delta[\text{p}]}{\Delta t}$$







حيث  $[A]$  ,  $[G]$  ,  $[H]$  التراكيز المولارية لكل من  $A$  ,  $G$  ,  $H$  على التوالي .  
أي أن  $\alpha$  هي مرتبة المتفاعل  $A$  ,  $\beta$  هي مرتبة المتفاعل  $G$  ,  $\gamma$  هي مرتبة المتفاعل  $H$   
مرتبة التفاعل العامة (  $n$  ) : - مجموع مراتب المتفاعلات وعلى الشكل التالي : -

$$n = \alpha + \beta + \gamma$$

## ملاحظات

- 1 تأخذ  $n$  القيم صفر , 1 , 2 , 3 , وقد تأخذ قيم كسرية . أما  $K$  فهو ثابت سرعة التفاعل .
- 2 إذا كان التفاعل من المرتبة الصفرية , أي أن  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  = صفر هنا لا يؤثر تغير تركيز المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل وبالتالي قانون سرعة التفاعل للمرتبة الصفرية هو : -

$$\text{Rate} = K$$

- 3 إذا كان التفاعل من المرتبة الأولى : - قيمة  $\alpha = 1$  ,  $\beta$  ,  $\gamma$  = صفر قانون سرعة التفاعل هو : -

$$\text{Rate} = K [A]$$



مثلاً التفاعل : -

قانون سرعة التفاعل له هو : -  $\text{Rate} = K [N_2O_5]$  ومرتبة التفاعل العامة هي الأولى (  $n = 1$  )

- 4 إذا كان التفاعل من المرتبة الثانية أي أن  $\alpha = 1$  و  $\beta = 1$  و  $\gamma$  = صفر فقانون سرعة التفاعل هو

$$\text{Rate} = K [A] [G]$$

$$\text{Rate} = K [A]^2$$

أو بصورة أخرى

## أمثلة على قانون ومرتبة التفاعل



$$\text{Rate} = K [NO]^2 [H_2]$$

قانون سرعة التفاعل هو

أما مرتبة التفاعل فهي : الأولى بالنسبة للمتفاعل  $H_2$  والثانية بالنسبة للمتفاعل  $NO$  , لذا

$$n = 1 + 2 = 3 \text{ أي أن التفاعل من المرتبة الثالثة}$$

## ملاحظات

- 1 قانون سرعة التفاعل ومرتبه لا يمكن استنتاجها بمجرد النظر للمعادلة الكيميائية الموزونة بل يتم تحديد ذلك عن طريق التجربة فقط .
- 2 قيم  $\alpha$  ,  $\beta$  ,  $\gamma$  لا تتحدد بعدد مولات المواد المتفاعلة  $a$  ,  $g$  ,  $h$





## تمرين 5-5

للتفاعل الغازي الآتي:  $A + B \longrightarrow C$  وجد بالتجربة أن قانون سرعته

$$\text{Rate} = k [A]^2 [B]$$

- أ. مرتبة أولى      ب. مرتبة ثانية      ج. مرتبة ثالثة  
د. مرتبة صفرية      هـ. مرتبة نصفية

ج. مرتبة ثالثة

الحل

## 1-3-5 تحديد مراتب التفاعل

لتحديد مرتبة التفاعل نأخذ من الجدول المعطى تجارب يتغير فيها تركيز أحد المواد المتفاعلة ثم نجد مرتبة التفاعل المتغير تركيزه وهكذا بالنسبة لبقية المتفاعلات ومنا يمكن إيجاد مرتبة التفاعل العامة.



## مثال 4-5

تم قياس سرعة التفاعل عند تراكيز مختلفة من  $N_2O_5$  كما في الجدول:-

Exp . No .	$[N_2O_5] / \text{mole} / L$	Rate / mole / L . s
1	0.0113	$6.7 \times 10^{-6}$
2	0.0084	$5.0 \times 10^{-6}$
3	0.0042	$2.5 \times 10^{-6}$

حدد مرتبة التفاعل ، قانون سرعة التفاعل ، المرتبة العامة له .

الحل

① نكتب قانون السرعة :  $\text{Rate} = K [N_2O_5]^\alpha$

② لتحديد قيمة  $\alpha$  نأخذ أي تجربتين مثلاً 2 و 3 ونعوض ناتج كل تجربة في قانون السرعة وعند

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_3} = \frac{K [N_2O_5]_2^\alpha}{K [N_2O_5]_3^\alpha} \quad \text{تقسيم إحدى المعادلتين على الأخرى نجد قيم } \alpha .$$

$$\frac{5.0 \times 10^{-6}}{2.5 \times 10^{-6}} = \frac{K (0.0084)}{K (0.0042)}$$

$$(2)^1 = (2)^\alpha \longrightarrow \alpha = 1$$

أن التفاعل من المرتبة الأولى وقانون سرعته هو  $\text{Rate} = K [N_2O_5]$

و لإيجاد قيمة ثابت سرعة التفاعل فهو مقدار لا يتغير إلا بتغير درجة الحرارة ، تحسب قيمته من تعويض نتائج إحدى التجارب في قانون السرعة نفسه .





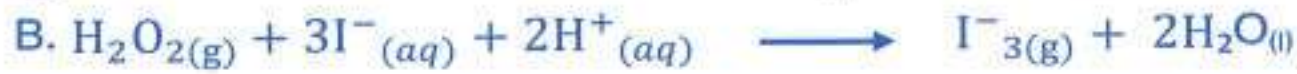


## تمرين 5-6

حدد مراتب المتفاعلات والمرتبة العامة لكل تفاعل من التفاعلات الآتية:



والمرتبة العامة =  $CH_3CHO$  =  $\frac{3}{2}$  مرتبة التفاعل  $\frac{3}{2} \text{ Rate} = k [CH_3CHO]^{\frac{3}{2}}$



$$\text{Rate} = k [H_2O_2][I]$$

$$1 = [I] \quad 1 = [H_2O_2] \quad \text{مرتبه التفاعل}$$

$$1 + 1 = 2 \quad \text{المرتبة العامة للتفاعل}$$



$$\text{Rate} = k [NO]^2[Cl_2]$$

$$[NO] = (2) \quad \text{مرتبه التفاعل}$$

$$1 = [Cl_2] \quad \text{مرتبه التفاعل}$$

$$1 + 2 = 3 \quad \text{المرتبة العامة للتفاعل}$$

للتفاعل الغازي الآتي:  $A + B \longrightarrow C$  وجد بالتجربة انه قانون سرعته

$$\text{Rate} = k [A]^2[B]$$

فاذا ما جعل تركيز A ثلاثة امثاله وتركيز B ضعفه فستزداد سرعة التفاعل بمقدار:

- أ. 6      ب. 9      ج. 12      د. 18      هـ. 36

## تمرين 5-7

الحل

$$\text{Rate}_1 = k [A]^2[B]$$

$$\text{Rate}_1 = k [3A]^2[2B]$$

$$18 = \frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1}$$

$$\text{Rate}_2 = 18 \text{ Rate}_1$$

د. 18

الجواب

للتفاعل الغازي الآتي:  $2NO + 2H_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$  له قانون السرعة

$$\text{Rate} = k [NO]^2[H_2]$$

الآتي فاذا ما قلل تركيز NO الى النصف وزيد تركيز  $H_2$

الى ثلاثة اضعافه فالتغير في سرعة التفاعل بالنسبة للسرعة الاولى سيكون :

- أ. يقل بمقدار  $\frac{4}{3}$       ب. يزداد بمقدار  $\frac{4}{3}$       ج. يزداد بمقدار  $\frac{2}{3}$       د. يقل بمقدار  $\frac{2}{3}$       هـ. يبقى نفسه

## تمرين 5-8

الجواب

يحل التمرين نفس طريقه 5-7 الجواب (أ)

الجواب





## ايجاد قيمة ثابت سرعة التفاعل

2-3-5

ثابت سرعة التفاعل مقدار ثابت لا يتغير الا بتغير درجة الحرارة ونحسب قيمته من تعويض نتائج احد التجارب في قانون سرعة التفاعل

احسب قيمة ثابتة السرعة للتفاعل في مثال (4-5).

مثال 5-5

الحل

$$\text{Rate} = K [\text{N}_2\text{O}_5]$$

$$6.7 \times 10^{-6} \text{ mol / L.s} = K (0.0113) \text{ mol / L}$$

$$K = \frac{6.7 \times 10^{-6} \text{ mol / l. s}}{(0.0113) \text{ mol / l}} = 5.95 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

## وحدات ثابت سرعة التفاعل

3-3-5

تختلف باختلاف مرتبة التفاعل ووحدة الزمن المستخدم في التفاعل ، وتحسب من العلاقة :-

$$\text{وحدة ثابت السرعة} = \frac{[\text{M}]^{1-n}}{t} = \frac{\left[\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right]^{1-n}}{t}$$

حيث  $n$  :- مرتبة التفاعل العامة

و  $M$  :- المولية

الجدول الخاص لتحديد وحدة ثابت السرعة المقابلة لمرتبة التفاعل

الجدول (5 - 1) وحدات ثابت السرعة المقابلة للمرتبة العامة للتفاعل	
المرتبة (n)	وحدات ثابت السرعة المقابلة للمرتبة العامة للتفاعل
0	$\text{mol/L.s}$ او $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$ او $M. \text{s}^{-1}$
1	$1/\text{s}$ او $\text{s}^{-1}$
2	$L/\text{mol.s}$ او $L. \text{mol}^{-1} \text{s}^{-1}$ او $M^{-1}. \text{s}^{-1}$
3	$L^2/\text{mol}^2. \text{s}$ او $L.^2 \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ او $M^{-2}. \text{s}^{-1}$





## مثال 5-6

التفاعل الآتي:  $O_{2(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$  حدد مراتب التفاعلات واستنتج قانون السرعة التفاعل والمرتبة العامة وثابت السرعة من نتائج التجارب.

Exp No	$[O_2]$ mol / l	$[NO]$ mol / l	Rate mol / l. s
1	$1.10 \times 10^{-2}$	$1.30 \times 10^{-2}$	$3.20 \times 10^{-3}$
2	$2.20 \times 10^{-2}$	$1.30 \times 10^{-2}$	$6.40 \times 10^{-3}$
3	$1.10 \times 10^{-2}$	$2.60 \times 10^{-2}$	$12.8 \times 10^{-3}$
4	$3.30 \times 10^{-2}$	$1.30 \times 10^{-2}$	$9.60 \times 10^{-3}$
5	$1.10 \times 10^{-2}$	$3.90 \times 10^{-2}$	$28.8 \times 10^{-3}$

$$\text{Rate} = K [O_2]^\alpha [NO]^B$$

وعند اختيار قيمة  $\alpha$  نختار تجربتين الأولى والتجربة الثانية.

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[O_2]_2^\alpha [NO]_2^B}{K[O_2]_1^\alpha [NO]_1^B}$$

$$\frac{6.40 \times 10^{-3}}{3.20 \times 10^{-3}} = \frac{K(2.20 \times 10^{-2})^\alpha (1.30 \times 10^{-2})^B}{K(1.10 \times 10^{-2})^\alpha (1.30 \times 10^{-2})^B}$$

$$(2) = (2)^\alpha$$

من مرتبة التفاعل الاول لـ  $O_2$   $\alpha = 1 \Rightarrow (2)^1 = (2)^\alpha$

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_1} = \frac{K[O_2]_3^\alpha [NO]_3^B}{K[O_2]_1^\alpha [NO]_1^B}$$

$$\frac{12.80 \times 10^{-3}}{3.20 \times 10^{-3}} = \frac{K(1.10 \times 10^{-2})^\alpha (2.60 \times 10^{-2})^B}{K(1.10 \times 10^{-2})^\alpha (1.30 \times 10^{-2})^B}$$

$$4 = 2^B$$

$$(2)^2 = (2)^B$$

$B = 2$  المرتبة الثانية

$n = \alpha + B =$  المرتبة العامة

$$n = 1 + 2 = 3$$

قانون سرعة التفاعل هو:

$$\text{Rate} = K [O_2] [NO]^2$$

فنعوض في التجربة الثانية

$$\text{Rate} = K [O_2] [NO]^2$$

$$6.4 \times 10^{-3} \text{ mol/L. S} = K (2.20 \times 10^{-2}) \text{ mol / L} (1.30 \times 10^{-2}) \text{ mol/L}$$

$$K = \frac{6.4 \times 10^{-3} \text{ mol/L.S}}{(2.20 \times 10^{-2}) \text{ mol/L} (1.30 \times 10^{-2}) \text{ mol/L}} = 1721.4 \text{ L}^2 / \text{mol}^2 .s$$

التفاعل من المرتبة الثالثة

الحل







## تمرين 9-5

استخدم قيمة ثابت السرعة المحسوبة في المثال (5-5) لحساب سرعة استهلاك  $N_2O_5$  عندما يكون تركيزه مساوياً  $0.1 \text{ mol/L}$  عند نفس درجة الحرارة المعينة؟

الحل

$$\begin{aligned} \text{Rate} &= k [N_2O_5] \\ \text{Rate} &= 5.95 \times 10^{-4} (s^{-1}) \times 0.1 \text{ mol/L} \\ \text{Rate} &= 5.95 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s} \\ \text{Rate} &= \frac{1}{2} \text{ Rate } N_2O_5 \\ \text{Rate } N_2O_5 &= 2 \times \text{Rate} = 2 \times 5.95 \times 10^{-5} \\ \text{Rate } N_2O_5 &= 11.9 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s} \end{aligned}$$

## تمرين 10-5

للتفاعل الآتي:  $X + 2y \rightarrow p$  وجد انه من المرتبة الأولى بالنسبة لـ  $x$  ومن المرتبة الثانية بالنسبة لـ  $y$  وحدات ثابت سرعة هذا التفاعل اذا كان الزمن بالثانية هو:

- أ.  $M^{-2}.s^{-1}$  ب.  $M^{-2}.s^{-1}$  ج.  $M^{-3}.s$  د.  $M^{-2}.s^{-1}$  هـ.  $m^{-1}.s^{-1}$

الحواب

التفاعل مرتبته العامة (3) لذا

$$\text{وحدات ثابت السرعة} = \frac{[M]^{1-n}}{t} = \frac{[M]^{1-3}}{t} = M^{-2}.S^{-1}$$

## تمرين 11-5

للتفاعل الآتي  $CH_3COOCH_3 + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + CH_3OH$  ومن نتائج التجارب الثلاثة في الجدول ادناه:

$[C_3H_6O_2]$	$[OH^-]$	Rate / mol/L.s
0.040	0.040	0.000255
0.040	0.080	0.00045
0.080	0.080	0.00090

أ. حدد مراتب المتفاعلات. ب. استنتج قانون سرعه التفاعل. ج. جد قيمة ثابت السرعة.

أ. قانون السرعة لهذا التفاعل.

الحل

$$\text{Rate} = k [CH_3COOCH_3]^a [OH^-]^B$$

من تجربة 2 على 1

$$\frac{0.00045}{0.000225} = \frac{k [0.040]^a [0.080]^B}{k [0.040]^a [0.040]^B} \rightarrow 2 = 2^B \therefore B = 1$$

ومن تجربة 3 على 2

$$\frac{0.00045}{0.000225} = \frac{k [0.080]^a [0.080]^B}{k [0.040]^a [0.080]^B} \rightarrow 2 = 2^a \therefore a = 1$$

المرتبة العامة  $a + B = 2$







ب. قانون السرعة التفاعل هو  $\text{Rate} = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] [\text{OH}^-]$

ج. نستخدم اي تجريه للتعويض في قانون السرعة ونجد قيمة ثابت السرعة

لو اخذنا تجرية  $\text{Rate} = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] [\text{OH}^-]$

$$0.000225 = K [0.040] \times [0.040] \quad K = 0.14 \text{ L/mol.s}$$

## نظريات سرع التفاعل

4-5

هي نظريات وضعت لتفسير كيفية حدوث التفاعل وهما نظريتان : نظرية التصادم ونظرية المعقد المنشط ( الحالة الإنتقالية ) .

- فسرت نظرية التصادم حدوث التفاعل على أساس ظاهري ، بينما أكدت نظرية المعقد المنشط أنه يجب أن نلاحظ ما يحدث داخل الجزيئة عند حدوث التفاعل

## نظرية التصادم

1-4-5

تفترض هذه النظرية الفرضيات التالية :

- 1 يحصل التفاعل الكيميائي نتيجة تصادم دقائق المواد المتفاعلة مع بعضها وأن شكل الدقائق المتصادمة كروي.
- 2 تتناسب سرعة التفاعل طردياً مع عدد التصادمات الحاصلة بين دقائق المواد المتفاعلة في وحدة الزمن.
- 3 لا تكون جميع التصادمات فعالة وتؤدي إلى نواتج.

ماذا يشترط لحدوث التصادم الفعال ؟

س

1 أن تمتلك الجزيئات المتصادمة طاقة التنشيط . وهي الحد الأدنى من الطاقة الكامنة اللازمة للتغلب على قوى التنافر بين الجزيئات المتصادمة وكسر روابط المواد المتفاعلة لتحويلها إلى نواتج .

2 أن يكون اتجاه التصادم مناسب ، أي أن تكون الجزيئات بوضع فراغي مناسب عند التصادم ليؤدي إلى تكوين النواتج .

كيف تتحول الطاقة الحركية للجزيئات إلى طاقة الكامنة للتصادم ؟

س

لكل جزيئة هناك طاقة حركية وطاقة كامنة فالتالي لها طاقة حركية سريعة تمتلك طاقة كامنة واطئة وبالعكس ، عند اقتراب الجزيئتين من بعضهما يتحول قسم من طاقتها الحركية إلى طاقة كامنة للتصادم ( لماذا ؟ ) بسبب التنافر الناتج عن وجود الإلكترونات في الأغلفة الخارجية .

الاجواب







## ملاحظة

إذا كانت الطاقة الكامنة للتصادم أقل من طاقة التنشيط لا يحصل تفاعل ، وإذا كانت أكبر بحيث تتغلب على قوى التنافر سوف يحصل تفاعل

س

ما هو الاصطدام الفعال وما هو الاصطدام غير الفعال ؟

الجواب

الاصطدام الفعال هو التصادم الذي يثمر عن حدوث تفاعل لأن الطاقة الكامنة للتصادم استطاعت التغلب على قوى التنافر بين الجزيئات وكسرت روابط المواد المتفاعلة. أما الاصطدام غير الفعال فينشأ عنه ارتداد الجزيئات المتصادمة عن بعضها البعض لأن الطاقة الكامنة للتصادم أقل من طاقة التنشيط ولم تفلح في كسر روابط المواد المتفاعلة لعدم امتلاكها سرعة عالية .

س

فشلت نظرية التصادم في إعطاء قيم حقيقية لسرع التفاعلات .

الجواب

لأنها أفترضت أن الجزيئات جميعها كروية الشكل وهو لا ينطبق إلا على عدد محدود من الجزيئات أحادية الذرة .

## تمرين 5-12

ما هي النصوص ادناه الخاطئة بالنسبة لفرضيات نظرية التصادم:

أ. حدوث التصادم بين الجزيئات المتفاعلة شرط اساسي لحدوث التفاعل.

ب. جميع التصادمات بين الجزيئات تؤدي لتكوين النواتج.

ج. لتكوين النواتج يجب ان تكون الجزيئات المتصادمة في الوضع الفراغي المناسب.

الجواب

أ. النص صحيح ب. النص خاطئ ج. النص صحيح

## طاقة التنشيط

هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة التي يجب ان تمتلكها المواد المتفاعلة كي يحصل اصطدام فعال (منتج).

## 2-4-5 نظرية الحالة الانتقالية

في جميع التفاعلات الكيميائية لا تتكون نواتج مباشرة ، بل تمر بحالة انتقالية نشطة يتكون عندها المعقد النشط .

س

ما هو المعقد النشط ؟

الجواب

مركب نشط غير ثابت ذو تركيب وسط بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة يكون في حالة توازن و ذو طاقة أعلى من طاقة المواد المتفاعلة والناتجة .

## ملاحظة مهمة

المعقد النشط لا يمكن فصله لكنه يتفكك أما لتكوين النواتج أو لأعطاء المتفاعلات وحسب ظروف التفاعل





كيف يحدث التفاعل بين اليود و  $\text{CH}_3\text{Cl}$  حسب نظرية المعقد المنشط ؟



يبدأ التفاعل بأصطدام أيون  $\text{I}^-$  مع جزيء  $\text{CH}_3\text{Cl}$  من خلف الأصرة  $\text{C}-\text{Cl}$  خلال وسط ذرات  $\text{H}$  الثلاث ، حيث تنشأ الأصرة  $\text{C}-\text{I}$  بينما تضعف الأصرة  $\text{C}-\text{Cl}$  وهنا تتكون الحالة الانتقالية ( المعقد المنشط ) الذي يحتوي : 3 أواصر اعتيادية  $\text{C}-\text{H}$  وارتباطين ضعيفين بين  $\text{C}-\text{I}$  و  $\text{C}-\text{Cl}$  ومع مرور الوقت تضعف الاصرة  $\text{C}-\text{Cl}$  بينما تزداد قوة الأصرة  $\text{C}-\text{I}$  فينفصل أيون الكلوريد ويتم التفاعل .

ملاحظة

إذا كان التصادم بين  $\text{I}^-$  و  $\text{CH}_3\text{Cl}$  بالاتجاه غير الصحيح تبقى المواد المتفاعلة على وضعها دون أي تغير .

### 5-5 حرارة التفاعل

5-5

ما هي العلاقة بين سرعة التفاعل و طاقة التنشيط ؟



كلما كانت طاقة التنشيط كبيرة كان التفاعل بطيء وإذا كانت هذه الطاقة صغيرة يكون التفاعل سريع ، أي بالعكس .

عرف حرارة التفاعل .



كمية الحرارة المنبعثة أو الممتصة التي تصاحب التفاعل الكيميائي وهي تمثل الفرق بين طاقة المواد الناتجة وطاقة المواد المتفاعلة . أي أن :-

حرارة التفاعل = طاقة المواد الناتجة - طاقة المواد المتفاعلة

- عندما يكون التفاعل ماص للحرارة تكون حرارة التفاعل قيمة موجبة وعندها تكون طاقة المواد الناتجة < طاقة المواد المتفاعلة
- إذا كان التفاعل باعث للحرارة تكون كمية الحرارة ذات قيمة سالبة وعندها يكون طاقة المواد الناتجة > طاقة المواد المتفاعلة

### 6-5 طاقة التنشيط

6-5

هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة التي يجب أن تمتلكها المواد المتفاعلة كي يكون التصادم فعال . و تحسب طاقة التنشيط من العلاقة الأسية التالية :-

$$K = A e^{-E_a / RT}$$

وبأخذ اللوغاريتم للطرفين ينتج

$$\log K = \log A - \frac{E_a}{2.303 RT}$$

حيث :-  $K$  ثابت سرعة التفاعل

$A$  ثابت أرينوس ( وهو العالم الذي توصل إلى حساب طاقة التنشيط )

$E_a$  / طاقة التنشيط

$R$  / ثابت الغازات العام (  $8.314 \text{ J / K . mol}$  )

$T$  / درجة الحرارة ( بوحدات كلفن  $K$  )





للتخلص من A نحسب طاقة التنشيط  $E_a$  عند درجتين حرارتي مختلفتين فيكون :-

ثابت سرعة التفاعل  $K_1$  عند درجة الحرارة  $T_1$

و ثابت سرعة التفاعل  $K_2$  عند درجة الحرارة  $T_2$  وبذلك تصبح المعادلة بالشكل :-

$$\log \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a (T_2 - T_1)}{2.303 R T_1 T_2}$$

تستخدم هذه العلاقة لحساب قيمة  $E_a$  إذا كانت قيم  $K_1$  و  $K_2$  معلومة عند  $T_1$  و  $T_2$  على التوالي .

ملاحظة مهمة

## 7-5 العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

يمكن تغيير سرعة التفاعل عن طريق التحكم بالعوامل المؤثرة في سرعة التفاعل وهي .

- 1 التركيز
- 2 الطبيعة الفيزيائية
- 3 درجة الحرارة
- 4 العامل المساعد

### 1-7-5 التركيز

كلما زاد تركيز أحد المواد المتفاعلة زادت سرعة التفاعل ، كما أن الضغط يؤثر أيضا على سرعة التفاعل حيث أن زيادة الضغط تقلل حجم الغاز وبالتالي زيادة التركيز مما يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل .

## 2-7-5 الطبيعة الفيزيائية وطبيعة المواد المتفاعلة

تعتبر الحالة الفيزيائية مهمة جداً لتحديد فعالية وسرعة تفاعل المواد المشاركة في التفاعل وعموماً كلما زادت المساحة السطحية لكتلة معينة من المادة كلما صغر حجم الدقائق المكونة لها .

ما أثر المساحة السطحية للمواد المتفاعلة على سرعة التفاعل ؟



مع زيادة المساحة السطحية يزداد عدد التصادمات بسبب زيادة المساحة المعرضة للتفاعل كما في تفاعل مسحوق الطباشير مع HCl الذي يكون اسرع من تفاعل أصبع الطباشير مع الحامض .







## درجة الحرارة

3-7-5

كلما زادت درجة الحرارة زادت سرعة التفاعل ( لماذا ؟ ) لأن ارتفاع الحرارة يؤدي إلى زيادة سرعة الجزيئات المتصادمة وبالتالي يزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة تنشيط التفاعل لتثمر في النهاية لتكوين الناتج .

تضاعف سرعة التفاعل كلما زادت درجة الحرارة بمعدل (  $10^{\circ}\text{C}$  ) ( لماذا ؟ )

علل

بسبب زيادة نسبة الجزيئات الداخلة في التفاعل .

الاجواب

## العامل المساعد

4-7-5

هو المادة التي تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك فيه وذلك بفتح مسالك جديدة في التفاعل تكون فيها طاقة التنشيط اقل ما يمكن لغرض الوصول إلى النواتج بأقصى سرعة ممكنة عندما تمتلك الجزيئات الحد الأدنى من هذه الطاقة لحصول التفاعل .

في أغلب التفاعلات يكون تأثير العامل المساعد أقوى من تأثير ارتفاع درجة الحرارة على سرعة التفاعل .

علل

لأن العامل المساعد يخفض طاقة تنشيط التفاعل فيزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية تساوي أو تزيد على طاقة تنشيط التفاعل مكونة الناتج .

الاجواب

لا يحصل التفاعل  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  في درجة الحرارة الاعتيادية لكن يجري بسرعة عند وجود مسحوق البلاتين

س

لأن العامل المساعد يفتح مسالك جديدة تختلف عن سير التفاعل العادي مكوناً معقد نشط بطاقة أوطأ مما يزيد من سرعة التفاعل وتكوين الناتج .

الاجواب

## ميكانيكية التفاعل

8-5

سلسلة خطوات متتابعة ينشأ خلالها مركب وسطي في احدى خطوات التفاعل ويستهلك في خطوة أخرى وصولاً إلى الناتج .

التفاعل المعقد : - هو التفاعل الذي ينتج بأكثر من خطوة واحدة ، وهو يشمل أكثر من تفاعل أولي .  
التفاعل الأولي : - هو التفاعل الذي ينتج من خطوة واحدة .

لفهم ميكانيكية التفاعل نأخذ مثال التفاعل التالي :-



مصدر المساعد  
@SadsHelp





وجد عملياً أن هذا التفاعل يحدث بخطوتين :-



فعند جمع المعادلتين نحصل على التفاعل العام ، المركب الوسطي  $\text{N}_2\text{O}_2$  يسمى **مركب وسطي**

هو مركب ينتج في إحدى خطوات التفاعل الأولي ويستهلك في خطوة أخرى من هذه التفاعلات وهو غير مستقر لكنه أكثر استقراراً من المعقد المنشط ( لأن ذراته ترتبط بأواصر اعتيادية مع بعضها وأحياناً يمكن فصله من التفاعل ) ولا يظهر المركب الوسطي في المعادلة العامة للتفاعل لكنه يظهر في خطوات ميكانيكية التفاعل

المركب الوسطي

أبطأ خطوة من خطوات ميكانيكية التفاعل ( أبطأ من أي تفاعل أولي آخر ) وسرعة هذا التفاعل في الخطوة البطيئة هو الذي يحدد سرعة التفاعل العامة سواء كانت هذه الخطوة في أول أو وسط أو آخر التفاعل .

الخطوة المحددة لسرعة التفاعل

لاقتراح ميكانيكية التفاعل يجب تطبيق الشروط التالية :-

- 1 عند جمع معادلات التفاعلات في الميكانيكية يجب أن نحصل على معادلة التفاعل العامة .
- 2 مرتبة التفاعل لأي تفاعل أولي يجب أن تكون من المرتبة الأولى أو الثانية .
- 3 يجب أن يتطابق قانون سرعة تفاعل الخطوة المحددة للسرعة مع القانون العام للتفاعل . ( لماذا؟ ) لأن سرعة التفاعل تتحدد بسرعة تفاعل الخطوة المحددة للسرعة .

قانون سرعة التفاعل  $\text{Rate} = K [\text{NO}_2]^2$  ، وميكانيكية التفاعل المقترحة

مثال 5-8



أ. اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل وما هي المادة الوسطية؟

ب. اكتب قانون السرعة لكل خطوة؟

ج. عين الخطوة المحددة للسرعة؟

الحل

أ. نجمع المعادلة (1) و (2) للحصول على المعادلة العامة



فالمادة الوسطية  $\text{NO}_3$







ب. اكتب قانون السرعة لكل خطوة؟



قانون سرعة التفاعل للخطوة الاولى



قانون سرعة التفاعل للخطوة الثانية

وان الخطوة الاولى والخطوة الثانية هي من المرتبة الثانية.

ج. عين الخطوة المحددة للسرعة؟

الخطوة الاولى هي المحددة للسرعة لأنها تتطابق مع قانون السرعة.

التفاعل الآتي:  $2\text{NO}_2 + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2\text{F}$  قانون سرعة التفاعل هو

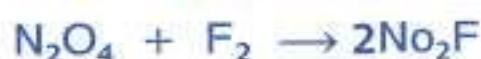
مثال 9-5



تم اقتراح ميكانيكية التفاعل بأربع طرائق مختلفة بين مع ذكر السبب ميكانيكية التفاعل الصحيحة والخطأ



أ. خطوة بطيئة



خطوة سريعة

خطأ: لأن قانون السرعة للخطوة البطيئة  $R = K [\text{NO}_2]^2$  ولا يتطابق مع قانون السرعة.

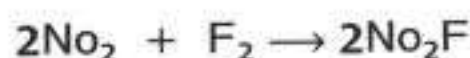


ب. خطوة بطيئة



خطوة سريعة

خطأ: لأن حاصل جمع الخطوتين لا ينتج معادلة التفاعل



ج.

خطأ: لان ميكانيكية التفاعل من خطوة واحدة والمرتبة الثالثة



د. خطوة بطيئة



خطوة سريعة

صح: لأنها تحقق الشروط الاتية

عند جمع الخطوتين نحصل على معادلة التفاعل وان مرتبة التفاعل لكل خطوة من المرتبة العامة الثانية

وان قانون السرعة للخطوة البطيئة مطابق لقانون السرعة التفاعل العام  $R = K [\text{NO}_2] [\text{F}_2]$







## مثال 10-5

افترض التفاعل الاتي:  $A + 2B \rightarrow AB_2$  وميكانيكية التفاعل:

خطوة بطيئة



خطوة سريعة



خطوة سريعة



أ. هل تحقق هذه الميكانيكية هذا التفاعل؟

نعم تحقق هذه الميكانيكية هذا التفاعل لان جميع التفاعلات الاولى تؤدي الى المعادلة العامة.

ب. ما هو قانون سرعة هذا التفاعل؟

$$\text{Rate} = K [B]^2$$

$$\text{Rate} = K [B] [B]$$

المرتبة الثانية

ج. ما هي المرتبة العامة للتفاعل؟

د. ما هي المركبات الوسيطة التي تتفاعل؟ المركب الوسيط  $B_2$  و  $AB$

تم اقتراح ميكانيكية لتفاعل ما مكون من خمس خطوات هي الاتية:

## تمرين 13-5



2 اكتب قانون سرعة التفاعل لكل خطوة.

4 عين المواد الوسيطة.

1 اكتب معادلة التفاعل الموزونة.

3 عين مرتبة التفاعل لكل خطوة.

1 بالجمع لهذا المعادلات نحصل على المعادلة:



$$\text{Rate}_1 = k_1 [\text{NO}]^2$$

$$\text{Rate}_2 = k_2 [\text{H}_2]$$

$$\text{Rate}_3 = k_3 [\text{N}_2 \text{O}_2] [\text{H}]$$

$$\text{Rate}_4 = k_4 [\text{OH}] [\text{H}]$$

$$\text{Rate}_5 = k_5 [\text{H}] [\text{N}_2 \text{O}]$$

مرتبه التفاعل 2

مرتبه التفاعل 1

مرتبه التفاعل 2

مرتبه التفاعل 2

مرتبه التفاعل 2

HO / N<sub>2</sub>O / H / N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

1

2

3

4

5

2 الخطوة الاولى

الخطوة الثانية

الخطوة الثالثة

الخطوة الرابعة

الخطوة الخامسة

3 الخطوة

الخطوة

الخطوة

الخطوة

الخطوة

4 المواد الوسيطة

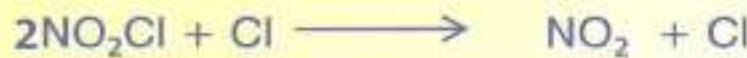






## تمرين 5-14

ميكانيكية التفاعل المقترحة لتفاعل ما هي:



$$\text{Rate} = K [\text{NO}_2\text{Cl}]$$

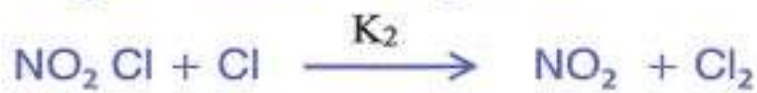
1 قانون سرعة التفاعل الموزونة.

2 اكتب قانون السرعة لكل خطوة.

3 ما مرتبة التفاعل العامة.

4 اي الخطوتين محددة للسرعة ولماذا؟

1 نجمع المعادلتين فنحصل

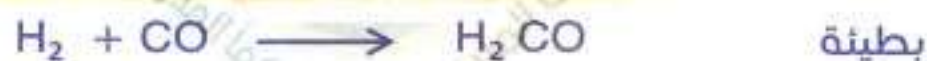
2 الخطوة الاولى  $\text{Rate}_1 = k_1 [\text{NO}_2\text{Cl}]$ الخطوة الثانية  $\text{Rate}_2 = k_2 [\text{NO}_2\text{Cl}] [\text{Cl}]$ 

3 مرتبه التفاعل العامة هي الاولى

4 الخطوة الاولى محددة للسرعة وذلك لأن قانون السرعة مطابق الى قانون سرعة التفاعل

افترض التفاعل الاتي:  $3\text{H}_2 + \text{CO} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  يتبع الميكانيكية الاتية:

## تمرين 5-15



فقانون السرعة لهذا التفاعل هو:

$$\text{Rate} = k [\text{H}_2]^2 [\text{CO}]^2 \quad \text{ا.}$$

$$\text{Rate} = k [\text{H}_2]^2 [\text{CO}] \quad \text{ب.}$$

$$\text{Rate} = k [\text{H}_2] [\text{CO}]^2 \quad \text{ج.}$$

$$\text{Rate} = k [\text{H}_2] [\text{CO}] \quad \text{د.}$$

$$\text{Rate} = k [\text{H}_2]^2 [\text{CO}]^3 \quad \text{ه.}$$

ج / (د) لأن قانون السرعة للخطوة البطيئة مطابق لقانون سرعة التفاعل







## مفاهيم أساسية

## نظريات سرعة التفاعل Rate Theories

نظريات وضعت لتفسير كيفية حدوث التفاعل وهما نظريتان، نظرية التصادم ونظرية المعقد المنشط أو الحالة الانتقالية.

## طاقة التنشيط Activation Energy

هي اقل طاقة لازمة يجب ان تمتلكها الجزيئات المتفاعلة لتكوين النواتج.

## التصادمات الفعالة Effective Collision

تلك الاصطدامات التي يتحقق فيها الشرطان الاساسيان وهما امتلاك الجزيئات للحد الأدنى من طاقة التنشيط وان يكون الوضع الفراغي الهندسي للجزيئات المتصادمة في الاتجاه المناسب.

## حرارة التفاعل Heat of Reaction

هي الحرارة الممتصة (قيمتها موجبة) أو المنبعثة (قيمتها سالبة) خلال التفاعل الكيميائي وتعتمد قيمها على الفرق بين طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد الناتجة.

## ميكانيكية التفاعل Reaction Mechanism

عدد الخطوات (التفاعلات) الأولية التي يمر بها التفاعل لتتحول فيه المواد المتفاعلة الى نواتج.

## الخطوة المحددة للسرعة

## Rate Determining Step

أبطأ خطوة من خطوات ميكانيكية التفاعل (التفاعلات الأولية) وسرعة هذه الخطوة هي التي تحدد قانون سرعة التفاعل أي ان عدد مولات المواد المتفاعلة في الخطوة المحددة للسرعة هي مراتب المتفاعلات نفسها.

## سرعة التفاعل الكيميائي

## The Rate of Chemical Reaction

مقدار النقصان في التركيز المولاري للمواد المتفاعلة أو الزيادة في التركيز المولاري للمواد الناتجة في التغير في وحدة الزمن.

## السرعة العامة للتفاعل

## The Overall Rate of Chemical Reaction

السرعة بدلالة مول واحد من أي من المواد المتفاعلة أو الناتجة.

## قانون سرعة التفاعل The Rate Law

علاقة تربط سرعة التفاعل (Rate) مع تراكيز المواد المتفاعلة A و G و H مرفوعة لأس مراتبها على التوالي ومع ثابت سرعة التفاعل K. فللتفاعل العام



قانون السرعة يكتب على الصورة الآتية:

$$\text{Rate} = K [A]^a [G]^g [H]^h$$

## ثابت سرعة التفاعل The Rate constant

هو ثابت علاقة التناسب بين سرعة التفاعل العامة وتراكيز المواد المتفاعلة في قانون سرعة التفاعل وهو مقدار ثابت لا يتغير إلا بتغير درجة الحرارة.

## المرتبة العامة للتفاعل Reaction Order

وتساوي المرتبة العامة للتفاعل مجموع مراتب المتفاعلات في قانون السرعة:

$$n = \alpha + \beta + \gamma$$

## وحدة ثابت السرعة Rate Constant Units

تعتمد وحدة سرعة التفاعل على مرتبة التفاعل ويمكن اشتقاقها من خلال العلاقة الآتية:

$$\frac{\left[\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right]^{1-n}}{t} = \frac{[\cdot]^{1-n}}{t} = \text{وحدة ثابت السرعة}$$







5

## حل اسئلة الفصل الخامس

س 5-1

للتفاعل الآتي:  $N_2O_5 \rightarrow 2NO_2 + \frac{1}{2} O_2$  ومن النتائج في الجدول الآتي:

t / hr	$[N_2O_5] / \text{mol} / L$
0.00	0.849
0.50	0.733
1.00	0.633
2.00	0.472

احسب معدل سرعة التفاعل لكل فترة من الفترات التالية بوحدة الساعة.

ج. من 1.00 الى 2.00

ب. من 0.50 الى 1.00

أ. من 0.00 الى 0.50

الحل

$$\text{Rate}_R = \frac{-\Delta R}{\Delta t} = \frac{-[R_2 - R_1]}{t_2 - t_1} = \frac{-[0.733 - 0.849]}{0.5 - 0.0} = \frac{0.116}{0.5} = 0.233 \text{ mol} / L \cdot \text{hr} \quad \text{أ.}$$

$$\text{Rate}_R = \frac{-0.633 + 0.733}{1.00 - 0.50} = \frac{0.1}{0.50} = 0.2 \text{ mol} / L \cdot h \quad \text{ب.}$$

$$\text{Rate}_R = \frac{-\Delta R}{\Delta t} = \frac{-[0.472 - 0.633]}{2.00 - 1.00} = \frac{0.26}{1.00} = 0.16 \text{ mol} / L \cdot h \quad \text{ج.}$$





س 5-2

التفاعل الآتي من المرتبة الثانية بالنسبة للمتفاعل  $\text{NO}_2$  ومن المرتبة صفر بالنسبة للمتفاعل  $\text{CO}$ .



أ. اكتب قانون السرعة للتفاعل.

ب. كيف تتغير سرعة التفاعل عند خفض تركيز  $\text{NO}_2$  الى النصف.

ج. كيف تتغير سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز  $\text{CO}$ .

$$\text{Rate} = K [\text{CO}]^0 [\text{NO}_2]^2$$

$$\text{Rate} = K [\text{NO}_2]^2$$

أ.

ب.

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K [\text{NO}_2]^2_2}{K [\text{NO}_2]^2_1}$$

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{[\frac{1}{2} \text{NO}_2]^2}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{1}{4}$$

$$\text{Rate}_2 = \frac{1}{4} \text{Rate}_1$$

ج. لا تتأثر السرعة عند مضاعفة تركيز  $\text{CO}$  وذلك لأنها لا تعتمد على تركيز هذه المادة لان مرتبته بالنسبة لها (صفر) في قانون السرعة.

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K [2\text{CO}]^0 [\text{NO}_2]^2}{K [\text{CO}] [\text{NO}_2]^2} = 1$$

$$\text{Rate}_2 = 1 \text{ Rate}_1$$

س 5-3

التفاعل الآتي من المرتبة الاولى بالنسبة للمتفاعل  $\text{Br}_2$  ومن المرتبة الثانية بالنسبة للمتفاعل  $\text{NO}$ .



أ. اكتب قانون سرعة التفاعل.

ب. كيف تتغير سرعة التفاعل عند جعل تركيز  $\text{Br}_2$  ثلاثة امثال التركيز الاول فقط.

ج. كيف تتغير سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز  $\text{NO}$  فقط.

د. كيف تتغير سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز كل من  $\text{Br}_2$  و  $\text{NO}$  معاً.

$$\text{Rate} = K [\text{NO}]^2 [\text{Br}_2]^1$$

أ.   
معدة المساع  
@SadsHelp





(ب)

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[3\text{Br}_2]^1}{K[\text{Br}_2]^1} = 3$$

$$\text{Rate}_2 = 3\text{Rate}_1$$

(ج)

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[2\text{NO}]^2}{K[\text{NO}]^2} = 4$$

$$\text{Rate}_2 = 4\text{Rate}_1$$

(د)

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[2\text{NO}]^2 [2\text{Br}_2]^1}{K[\text{NO}]^2 [\text{Br}_2]^1} = 8$$

$$\text{Rate}_2 = 8\text{Rate}_1$$

للتفاعل الآتي:  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}^+ + \text{Cl}^-$   
 وقيمته  $\text{Rate} = K [\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$   $K = 0.090 \text{ hr}^{-1}$  قانون سرعة التفاعل:

س 4-5

أ. أحسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2 = (0.040\text{M}, 0.02\text{M}, 0.01\text{M})$

ب. كيف تتغير سرعة استهلاك  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  مع تغير تركيزه.

ج. ما تأثير تغير تركيز  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  على سرعة تكوين  $\text{Cl}^-$ .

الحل

$$\text{Rate} = K [\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$$

أ. قانون سرعة التفاعل :

$$\text{Rate} = 0.090 (\text{hr}^{-1}) (0.040\text{M}) = 0.0036 \text{ M} \cdot \text{hr}^{-1}$$

$$\text{Rate} = 0.090 (\text{hr}^{-1}) (0.020\text{M}) = 0.0018 \text{ M} \cdot \text{hr}^{-1}$$

$$\text{Rate} = 0.090 (\text{hr}^{-1}) (0.010\text{M}) = 0.0009 \text{ M} \cdot \text{hr}^{-1}$$

ب. تتغير سرعة استهلاك  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  طردياً مع تغير سرعته .

ج. يؤثر تغير تركيز  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  على سرعة تكوين  $\text{Cl}^-$  طردياً لأن استهلاك 1 mole من  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  ينتج 1 mole من  $\text{Cl}^-$ .







س 5-5

للتفاعل التالي ومن نتائج التجارب في الجدول أدناه :



أ. أستنتج قانون سرعة التفاعل .

ب. أحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل .

ج. أحسب سرعة التفاعل عندما :  $[\text{H}^+] = 0.050 \text{ M}$  و  $[\text{CH}_3\text{COCH}_3] = [\text{Br}_2] = 0.10 \text{ M}$ 

Exp. No.	$[\text{CH}_3\text{COCH}_3]$	$[\text{Br}_2]$	$[\text{H}^+]$	Rate Mol/L.s
1	0.30	0.05	0.05	$10^{-5} \times 5.7$
2	0.30	0.10	0.05	$10^{-5} \times 5.7$
3	0.30	0.05	0.10	$10^{-5} \times 12.0$
4	0.40	0.05	0.05	$10^{-5} \times 7.6$

1 قانون السرعة :  $\text{Rate} = K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]^\alpha [\text{Br}_2]^\beta [\text{H}^+]^\gamma$  الحل

من التجربة (1) و (2) :

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_2^\alpha [\text{Br}_2]_2^\beta [\text{H}^+]_2^\gamma}{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_1^\alpha [\text{Br}_2]_1^\beta [\text{H}^+]_1^\gamma}$$

$$\frac{5.7 \times 10^{-5}}{5.7 \times 10^{-5}} = \frac{K(0.30)^\alpha (0.10)^\beta (0.05)^\gamma}{K(0.30)^\alpha (0.05)^\beta (0.05)^\gamma}$$

$$\beta = 0 \Rightarrow 1 = 2^\beta$$

لذا فمرتبة التفاعل بالنسبة لـ  $\text{Br}_2$  تساوي (0) : ومن التجربة (2) و (3) :

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_2} = \frac{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_3^\alpha [\text{Br}_2]_3^\beta [\text{H}^+]_3^\gamma}{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_2^\alpha [\text{Br}_2]_2^\beta [\text{H}^+]_2^\gamma}$$

$$\frac{12.0 \times 10^{-5}}{5.7 \times 10^{-5}} = \frac{K(0.30)^\alpha (0.1)^\gamma}{K(0.30)^\alpha (0.05)^\gamma}$$

$$\gamma = 1 \Rightarrow 1 = 2^\gamma$$

لذا مرتبة التفاعل بالنسبة لـ  $\text{H}^+$  تساوي (1) : ومن التجربة (2) و (4) :

$$\frac{\text{Rate}_4}{\text{Rate}_2} = \frac{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_4^\alpha [\text{H}^+]_4^\gamma}{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_2^\alpha [\text{H}^+]_2^\gamma}$$

$$\frac{7.6 \times 10^{-5}}{5.7 \times 10^{-5}} = \frac{K(0.4)^\alpha (0.05)}{K(0.3)^\alpha (0.05)}$$

$$\alpha = 1 \Rightarrow 1.33 = 1.33^\alpha$$







لذا مرتبة التفاعل بالنسبة لـ  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  تساوي (1) وعليه فقانون سرعة التفاعل هو :

$$\text{Rate} = K[\text{CH}_3\text{COCH}_3] [\text{H}^+]$$

ب. نستخدم أي تجربة للتعويض في قانون السرعة ونجد قيمة ثابت السرعة :

$$\text{Rate} = K[\text{CH}_3\text{COCH}_3] [\text{H}^+]$$

ولو أخذنا التجربة رقم (1) :

$$5.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s} = K(0.3 \text{ mol/L}) (0.05 \text{ mol/L})$$

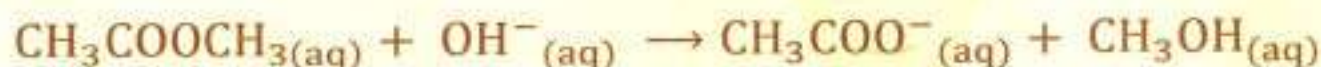
$$K = \frac{5.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s}}{(0.3 \text{ mol/L}) (0.05 \text{ mol/L})} = 3.8 \times 10^{-3} \text{ L/mol.s}$$

ج. نعوض في قانون السرعة :

$$\text{Rate} = K[\text{CH}_3\text{COCH}_3] [\text{H}^+]$$

$$10^{-5} \text{ mol/L.s} \times 0.05 \text{ (mol/L)} = 1.9 \times 0.10 \text{ (mol/L)} \times 10^{-3} \text{ (L/mol.s)} \times = 3.8$$

س5-6 تتحلل خلاات المثيل في وسط قاعدي مكونة ايون الخلاات وكحول المثيل، بحسب المعادلة الآتية:



قانون سرعة التفاعل:  $K = 0.14 \text{ L/mol}$  و  $\text{Rate} = K [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] [\text{OH}^-]$

أ. ما سرعة تحلل خلاات المثيل عندما يكون تركيز كل من  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  و  $\text{OH}^- = 0.025 \text{ M}$

ب. ما سرعة ظهور  $\text{CH}_3\text{OH}$  في المحلول ؟

الحل

أ.

$$\text{Rate} = K [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] [\text{OH}^-]$$

$$\text{Rate} = 0.14 [0.025] [0.025] = 8.75 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s}$$

ب.

بما أن عدد مولات خلاات المثيل تساوي عدد مولات كحول المثيل لذلك فإن سرعة أستهلاك خلاات المثيل ( $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ ) تساوي سرعة تكوين كحول المثيل ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) وتساوي:

$$\text{Rate}_{\text{CH}_3\text{OH}} = 8.75 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s}$$







س 5-7

للتفاعل الآتي :  $2\text{NO}_{(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{N}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  ومن نتائج التجارب في الجدول الآتي:

Exp. No.	[H <sub>2</sub> ]	[NO]	Rate mol/ L. s
1	$2.5 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-3}$
2	$2.5 \times 10^{-3}$	$15.0 \times 10^{-3}$	$9.0 \times 10^{-3}$
3	$10.0 \times 10^{-3}$	$15.0 \times 10^{-3}$	$36.0 \times 10^{-3}$

أ- استنتج قانون سرعة التفاعل.

ب- احسب ثابت السرعة.

ج- احسب سرعة التفاعل عندما تركيز كل من NO و H<sub>2</sub>  $M = 8.0 \times 10^{-3}$

الحل

أ. قانون سرعة التفاعل :

$$\text{Rate} = K [\text{NO}]^a [\text{H}_2]^b$$

من تجربة 2 على 1

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K [\text{NO}]^a [\text{H}_2]^b}{K [\text{NO}]^a [\text{H}_2]^b}$$

$$\frac{9.0 \times 10^{-3}}{3.0 \times 10^{-3}} = \left[ \frac{15.0 \times 10^{-3}}{5.0 \times 10^{-3}} \right]^a \left[ \frac{2.5 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-3}} \right]^b$$

$$3 = [3]^a$$

$$a = 1$$

من تجربة 3 على 2

$$\frac{36.0 \times 10^{-3}}{9.0 \times 10^{-3}} = \frac{K \left[ \frac{15.0 \times 10^{-3}}{15.0 \times 10^{-3}} \right]^1 \left[ \frac{10.0 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-3}} \right]^b}{K \left[ \frac{15.0 \times 10^{-3}}{15.0 \times 10^{-3}} \right]^1 \left[ \frac{2.5 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-3}} \right]^b}$$

$$4 = [4]^b$$

$$b = 1$$

لذا فمرتبة المتفاعل H<sub>2</sub> تساوي (1) وعليه فقانون سرعة التفاعل يكون كالآتي :

$$\text{Rate} = K [\text{NO}]^1 [\text{H}_2]^1$$

ب. تختار أي تجربة مثلاً التجربة (1) لإيجاد ثابت سرعة التفاعل :

$$\text{Rate} = K [\text{NO}]^1 [\text{H}_2]^1$$

$$3.0 \times 10^{-3} = K [5.0 \times 10^{-3}] [2.5 \times 10^{-3}]$$







$$3.0 \times 10^{-3} = K \cdot 12.5 \times 10^{-6}$$

$$K = \frac{3.0 \times 10^{-3}}{12.5 \times 10^{-6}} = 0.24 \times 10^{+3} \text{ L/mol.s}$$

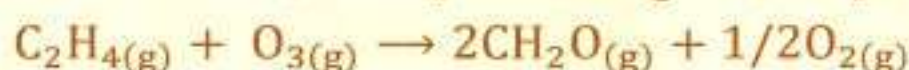
$$\text{Rate} = K [\text{NO}] [\text{H}_2]$$

$$\text{Rate} = 0.24 \times 10^3 (\text{L/mol.s}) \times (80 \times 10^{-3} \text{ mol/L}) \times (8.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L})$$

$$\text{Rate} = 0.1536 (\text{mol/L.s})$$

س 5-8

للتفاعل الآتي ومن نتائج التجارب في الجدول أدناه :



أ- استنتج قانون سرعة التفاعل، ثم احسب قيمة K .

ب- احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز كل من  $\text{O}_3$  و  $\text{C}_2\text{H}_4$  يساوي  $2.0 \times 10^{-7}$  .

Exp. No.	$[\text{C}_2\text{H}_4]$	$[\text{O}_3]$	Rate mol/ L. s
1	$1.0 \times 10^{-8}$	$0.5 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-12}$
2	$1.0 \times 10^{-8}$	$1.5 \times 10^{-7}$	$3.0 \times 10^{-12}$
3	$2.0 \times 10^{-8}$	$1.0 \times 10^{-7}$	$4.0 \times 10^{-12}$

$$\text{Rate} = K [\text{C}_2\text{H}_4]^a [\text{O}_3]^b$$

الحل

من تجربة 2 على 1

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K [\text{C}_2\text{H}_4]^\alpha [\text{O}_3]^B}{K [\text{C}_2\text{H}_4] [\text{O}_3]}$$

$$= \left[ \frac{1.0 \times 10^{-8}}{1.0 \times 10^{-8}} \right]^\alpha \left[ \frac{1.5 \times 10^{-7}}{0.5 \times 10^{-7}} \right]^B \frac{3.0 \times 10^{-12}}{1.0 \times 10^{-12}}$$

$$3 = [3]^b \Rightarrow b = 1$$

من تجربة 3 على 2

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_1} = \frac{K [\text{C}_2\text{H}_4]^\alpha [\text{O}_3]^1}{K [\text{C}_2\text{H}_4] [\text{O}_3]}$$

$$\frac{4.0 \times 10^{-12}}{1.0 \times 10^{-12}} = \left[ \frac{2.0 \times 10^{-8}}{1.0 \times 10^{-8}} \right]^\alpha \left[ \frac{1.0 \times 10^{-7}}{0.5 \times 10^{-7}} \right]^1$$

$$4 = 2 \times (2)^\alpha$$

$$(2)^\alpha = \frac{4}{2} \Rightarrow \alpha = 1$$







إذن قانون السرعة

$$\text{Rate} = K [\text{C}_2\text{H}_4]^1 [\text{O}_3]^1$$

نجد K من خلال تجربة 1

$$\text{Rate} = K [\text{C}_2\text{H}_4]^1 [\text{O}_3]^1$$

$$1.0 \times 10^{-12} = K [1.0 \times 10^{-8}]^1 [0.5 \times 10^{-7}]^1$$

$$1.0 \times 10^{-12} = K [0.05 \times 10^{-15}]$$

$$K = \frac{1.0 \times 10^{-12}}{0.05 \times 10^{-15}} = 20 \times 10^{+3} \text{ mol/L.s}$$

ب.

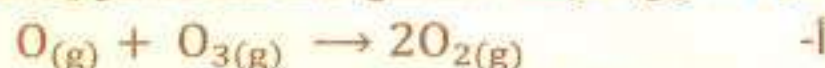
$$\text{Rate} = K [\text{C}_2\text{H}_4]^1 [\text{O}_3]^1$$

$$\text{Rate} = 20 \times 10^3 [20 \times 10^{-7}]^1 [2.0 \times 10^{-7}]^1$$

$$\text{Rate} = 20 \times 10^3 \times 4 \times 10^{-14} = 80 \times 10^{-11} \text{ mol/L.s}$$

اكتب قانون سرعة التفاعل للتفاعلات الأولية الآتية:

س 5-9



$$\text{Rate}_R = K [\text{O}] [\text{O}_3] \quad \text{أ.}$$

$$\text{Rate}_R = K [\text{Cl}] [\text{H}_2] \quad \text{ب.}$$

$$\text{Rate}_R = K [\text{NO}_2]^2 \quad \text{ج.}$$

الحل

للتفاعل الآتي :  $2\text{NO}_{2(g)} + \text{F}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_2\text{F}_{(g)}$  ومن نتائج التجارب في الجدول الآتي:

س 5-10

Exp. No.	$[\text{NO}_2]$	$[\text{F}_2]$	Rate mol/L.s
1	0.001	0.005	$2.0 \times 10^{-4}$
2	0.002	0.005	$4.0 \times 10^{-4}$
3	0.002	0.002	$1.6 \times 10^{-4}$
4	0.002	0.002	$1.6 \times 10^{-4}$

أ- استنتج قانون سرعة التفاعل. ب- ما مرتبة المتفاعلات لكل مادة في قانون السرعة؟

ج- أحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل؟

أ. قانون السرعة :

الحل

$$\text{Rate} = K [\text{NO}_2]^\alpha [\text{F}_2]^\beta$$

من تجربة 2 على 1

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K [\text{NO}_2]^\alpha [\text{F}_2]^\beta}{K [\text{NO}_2]^\alpha [\text{F}_2]^\beta}$$

مكتبة المساهم

@SadsHelp





$$\frac{4.0 \times 10^{-4}}{2.0 \times 10^{-4}} = \left[ \frac{0.002}{0.001} \right]^{\alpha} \left[ \frac{0.005}{0.005} \right]^B$$

$$2 = 2^{\alpha}$$

$$\alpha = 1$$

لايجاد B نأخذ تجربة 2 على 3

$$\frac{Rate_3}{Rate_2} = \frac{K [NO]^1 [F_2]^B}{K [NO]^1 [F_2]^B}$$

$$= \left[ \frac{0.002}{0.002} \right]^1 \left[ \frac{0.005}{0.002} \right]^B \frac{4.0 \times 10^{-4}}{1.6 \times 10^{-4}}$$

$$2.5 = (2.5)^B \quad B = 1$$

$$Rate = K [NO_2]^1 [F_2]^1$$

ب. مرتبة المتفاعل  $[NO_2]$  هي (1) ومرتبة التفاعل  $[F_2]$  هي (1).

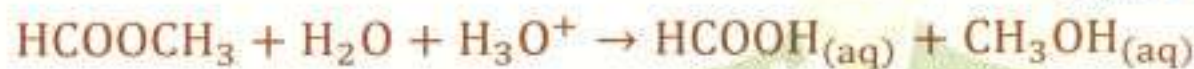
ج. نعوض نتائج التجربة رقم (1) في قانون سرعة التفاعل:

$$Rate = K [NO_2] [F_2]$$

$$(2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s}) = K \times (0.001 \text{ mol/L}) \times (0.005 \text{ mol/L})$$

$$K = 0.025 \text{ L/mol.s}$$

س5-11 تتحلل فورمات المثيل في محلول حامضي مكونة كحول المثيل وحامض الفورميك بحسب المعادلة الآتية:



قانون سرعة التفاعل:  $R = K [HCOOCH_3]$  ما سبب عدم ظهور الأيون  $H_3O^+$  في قانون سرعة التفاعل على الرغم من وجوده في معادلة التفاعل؟

لأن  $H_3O^+$  لا يشترك في الخطوة المحددة لسرعة التفاعل ولذلك لا يظهر في قانون سرعة التفاعل. الحواب

س5-12 اجري التفاعل الآتي بدرجة 600 K :  $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$  ومن نتائج التجارب في الجدول الآتي :

Exp. No.	$[O_2]$	$[NO]$	Rate mol/ L. s
1	0.01	0.01	$1.2 \times 10^{-5}$
2	0.01	0.02	$4.8 \times 10^{-5}$
3	0.02	0.01	$2.4 \times 10^{-5}$

أ- استنتج قانون سرعة التفاعل.

ب- احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز كل من NO و  $O_2$  يساوي 0.025 M و 0.05 M على التوالي.

ج- احسب سرعة استهلاك NO وسرعة تكوين  $NO_2$  إذا كانت سرعة استهلاك  $O_2$  تساوي

$$1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s}$$





الحل

$$\text{Rate} = K [\text{NO}]^{\alpha} [\text{O}_2]^B$$

.أ

من تجربة 2 على 1

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \left[ \frac{[\text{NO}]}{[\text{NO}]} \right]^{\alpha} \left[ \frac{[\text{O}_2]}{[\text{O}_2]} \right]^B$$

$$\frac{4.8 \times 10^5}{1.2 \times 10^{-5}} = \left[ \frac{0.02}{0.01} \right]^{\alpha} \left[ \frac{0.01}{0.01} \right]^B$$

$$4 = 2^{\alpha}$$

$$(2)^2 = 2^{\alpha}$$

$$\alpha = 2$$

من تجربة (1) و (3) :

$$\frac{2.4 \times 10^5}{1.2 \times 10^{-5}} = \left[ \frac{0.01}{0.02} \right]^2 \left[ \frac{0.02}{0.01} \right]^B$$

$$2 = 2^B$$

$$b = 1$$

لذا فمرتبة المتفاعل  $\text{O}_2$  تساوي (1) : فقانون السرعة للتفاعل يكون على الآتي :

$$\text{Rate} = K [\text{NO}]^2 [\text{O}_2]$$

ب. قبل حساب سرعة التفاعل لابد أن نحسب أولاً ثابت سرعة التفاعل، نستخدم نتائج التجربة رقم (1):

$$\text{Rate} = K [\text{NO}]^2 [\text{O}_2]$$

$$1.2 \times 10^5 \text{ mol/L.s} = K [0.01 \text{ mol/L}]^2 [0.01 \text{ mol/L}]$$

$$K = \frac{1.2 \times 10^5 \text{ mol/L.s}}{(0.01 \text{ mol/L})^2 (0.01 \text{ mol/L})} = 12 \text{ L}^2.\text{s}$$

نحسب سرعة التفاعل:

$$\text{Rate} = K [\text{NO}]^2 [\text{O}_2]$$

$$\text{Rate} = 12 [0.025]^2 [0.05]$$

$$\text{Rate} = 12 [625 \times 10^{-6}] [5 \times 10^{-2}]$$

$$\text{Rate} = 37.500 \times 10^{-8} = 3.75 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s}$$

ج. حسب المعادلة:

$$\frac{\text{Rate}_{\text{NO}}}{2} = \text{Rate}_{\text{O}_2} = \frac{\text{Rate}_{\text{NO}_2}}{2}$$

لذا:

$$\text{Rate}_{\text{NO}} = \text{Rate}_{\text{NO}_2} = 2 \text{Rate}_{\text{O}_2}$$

$$\text{Rate}_{\text{NO}} = \text{Rate}_{\text{NO}_2} = 2 \times 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s}$$







س5-13

حدد العبارة الصحيحة والعبارة الخطأ ، وصحح الخطأ في كل مما يأتي :

- أ- تتغير قيمة ثابت سرعة التفاعل بتغير درجة حرارة التفاعل وبمرور الزمن.  
 ب- يتغير ثابت سرعة التفاعل بتغير تراكيز المواد المتفاعلة.  
 ج- سرعة التفاعل تبقى ثابتة بمرور الزمن لتفاعل من المرتبة الأولى عند ثبوت درجة الحرارة.  
 د- لا تتضاعف سرعة التفاعل لتفاعل من المرتبة (صفر) عند مضاعفة تركيز المادة المتفاعلة.
- الاجواب  
 أ- العبارة خطأ. والصحيح: تتغير قيمة ثابت سرعة التفاعل بتغير درجة حرارة التفاعل فقط.  
 ب- العبارة خطأ. والصحيح: لا تتغير قيمة ثابت سرعة التفاعل بتغير تراكيز المواد المتفاعلة.  
 ج- العبارة خطأ. والصحيح: تتغير سرعة التفاعل بمرور الزمن لتفاعل من المرتبة الأولى وعند ثبوت درجة الحرارة.  
 د- العبارة خطأ. والصحيح: تتضاعف سرعة التفاعل من المرتبة الأولى عند مضاعفة تركيز المواد المتفاعلة أو لا تتغير سرعة التفاعل من المرتبة صفر عند مضاعفة تركيز المادة المتفاعلة.

س5-14

لقد وجد للتفاعل أدناه أن سرعة تكون C عند وقت معين تساوي  $0.036 \text{ M.s}^{-1}$   
 فالسرعة بدلالة التغير في A و B و D والسرعة العامة للتفاعل عند هذا الوقت  
 تساوي (جميعها بوحدة  $\text{M.s}^{-1}$ ).  $4C + 2D \rightarrow 2A + 3B$

- أ- 0.018 و 0.027 و 0.018 و 0.009  
 ب- 0.018 و 0.027 و 0.018 و 0.009  
 ج- 0.072 و 0.048 و 0.072 و 0.144  
 د- 0.036 و 0.036 و 0.036 و 0.009  
 هـ- 0.018 و 0.012 و 0.018 و 0.018

السرع بدلالة A و B و D من السرعة بدلالة C وعلى النحو الآتي:

$$\frac{\text{Rate}_A}{2} = \frac{\text{Rate}_C}{4} \Rightarrow \text{Rate}_A = \frac{2}{4} \text{Rate}_C$$

$$\text{Rate}_A = \frac{2}{4} \times 0.036 \text{ mol/L.s} = 0.018 \text{ M.s}^{-1}$$

$$\frac{\text{Rate}_B}{3} = \frac{\text{Rate}_C}{4} \Rightarrow \text{Rate}_B = \frac{3}{4} \text{Rate}_C$$

$$\text{Rate}_B = \frac{3}{4} \times 0.036 \text{ mol/L.s} = 0.027 \text{ M.s}^{-1}$$

$$\frac{\text{Rate}_D}{2} = \frac{\text{Rate}_C}{4} \Rightarrow \text{Rate}_D = \frac{2}{4} \text{Rate}_C$$

$$\text{Rate}_D = \frac{2}{4} \times 0.036 \text{ mol/L.s} = 0.018 \text{ M.s}^{-1}$$

$$\text{Rate} = \frac{\text{Rate}_C}{4} = \frac{0.036 \text{ M.s}^{-1}}{4} = 0.009 \text{ M.s}^{-1}.$$

الاجواب الصحيح فرع (أ)





س 5-15

للتفاعل الآتي:  $\text{NO}_{(g)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{NO}_{2(g)} + \text{CO}_{(g)}$   
ومن نتائج التجارب في الجدول أدناه حدد مراتب المتفاعلات وأستنتج قانون سرعة التفاعل والمرتبة العامة للتفاعل.

Exp. No.	[NO <sub>2</sub> ]	[CO]	Rate mol/L.s
1	0.10	0.10	0.005
2	0.40	0.10	0.080
3	0.10	0.20	0.005

حل هذا السؤال كما في الأسئلة 5-5 و 7-5 لذا لن نعيد كتابة القوانين:  
قانون سرعة التفاعل:

$$\text{Rate} = K[\text{NO}_2]^\alpha [\text{CO}]^\beta$$

ومن التجريبتين (1) و (2):

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{0.080}{0.005} = \frac{K(0.40)^\alpha (0.10)^\beta}{K(0.10)^\alpha (0.10)^\beta}$$

$$\alpha = 2 \Rightarrow 4^2 = 4^\alpha \Rightarrow 16 = 4^\alpha$$

لذا فمرتبة المتفاعل NO<sub>2</sub> هي (2): ومن التجريبتين (1) و (3):

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_1} = \frac{K(0.10)^\alpha (0.20)^\beta}{K(0.10)^\alpha (0.10)^\beta}$$

$$2^\beta = 1 \Rightarrow 2^0 = 2^\beta \Rightarrow \beta = 0$$

لذا فمرتبة المتفاعل CO هي (0): وعليه فقانون سرعة التفاعل هو:  
المرتبة العامة للتفاعل  $2 = 0 + 2 = \beta + \alpha$   
التفاعل من المرتبة الثانية.

س 5-16

ما التأثير الذي يحدثه العامل المساعد على كل من:  
أ- حرارة التفاعل. ب- طاقة التنشيط.  
ج- طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد الناتجة.

أ- لا تتغير حرارة التفاعل بتأثير العامل المساعد.  
ب- تنخفض طاقة التنشيط بتأثير العامل المساعد.  
ج- لا تتغير طاقة المواد المتفاعلة والناتجة بهذا التأثير.

الجواب







## الفصل السادس

### الحوامض والقواعد والأملاح

#### المقدمة

1-6

توجد في الطبيعة العديد من الحوامض والقواعد والأملاح التي يستفاد منها في مجالات مختلفة

**الحوامض** هي المحاليل المائية التي تحتوي على أيون الهيدروجين الموجب  $H^+$  (البروتون)

**القواعد** هي المحاليل المائية التي تحتوي على أيون الهيدروكسيد  $OH^-$  السالب

#### خواص المحاليل المائية للحوامض والقواعد

2-6

#### خواص المحاليل المائية للحوامض

- 1 مذاقها حامضي
- 2 تغير لون عدد من الدلائل من اللون الأزرق إلى اللون الأحمر .
- 3 تتفاعل مع معظم الفلزات محررة غاز  $H_2$  .
- 4 تتفاعل مع أكاسيد وهيدروكسيدات الفلزات لتكون أملاح .
- 5 لها القدرة على التوصيل الكهربائي ( لماذا ؟ ) لقابليتها على التأين بكل تام أو جزئي .

#### خواص المحاليل المائية للقواعد

- 1 مذاقها للاذع .
- 2 ملمسها لزج صابوني .
- 3 تغير لون عدد من الدلائل من اللون الأحمر إلى اللون الأزرق .
- 4 تتفاعل مع الحوامض مكونة أملاح وماء .
- 5 لها القدرة على التوصيل الكهربائي ( بسبب قدرتها على التأين ) .



مكتبة المساء  
@SadsHelp





اسم الحامض	بعض الحوامض الشائعة واستخداماتها
حامض الهيدروكلوريك $HCl$	تنقية المعادن و تنقية الخامات المعدنية و تحضير بعض المواد الغذائية وهو المكون الرئيس لحوامض المعدة.
حامض الكبريتيك $H_2SO_4$	صناعة الاسبدة والمتفجرات والاصماغ والسائل المستخدم في بطاريات السيارات.
حامض النشريك $HNO_3$	صناعة الاسبدة والمتفجرات واللواصق.
حامض الخليك $CH_3COOH$	صناعة البلاستيك و المطاط وفي حفظ الاطعمة وهو المكون الرئيسي للحل.
حامض الكربونيك $H_2CO_3$	موجود في جميع المشروبات الغازية بسبب تفاعل ثاني اوكسيد الكربون مع الماء.
حامض الهيدروفلوريك $HF$	تنظيف المعادن وصل الزجاج والنقش عليه.

### 3-6 المفاهيم الجزيئية للحوامض والقواعد

#### 1-3-6 نظرية أرينبيوس

**الحامض** هو المادة التي تحتوي على الهيدروجين والتي تتأين معطية أيونات الهيدروجين ( $H^+$ ) في المحلول المائي .  
كما في تأين حامض  $HCl$  في المعادلة :-



**القاعدة** هي المادة التي تحتوي مجموعة هيدروكسيد ( $OH$ ) والتي تتأين معطية أيونات الهيدروكسيد السالبة في المحلول المائي . كما في تأين  $NaOH$  في المعادلة:



عملية التعادل وفق نظرية أرينبيوس ناتجة من اتحاد أيونات  $H^+$  مع أيونات  $OH^-$  .

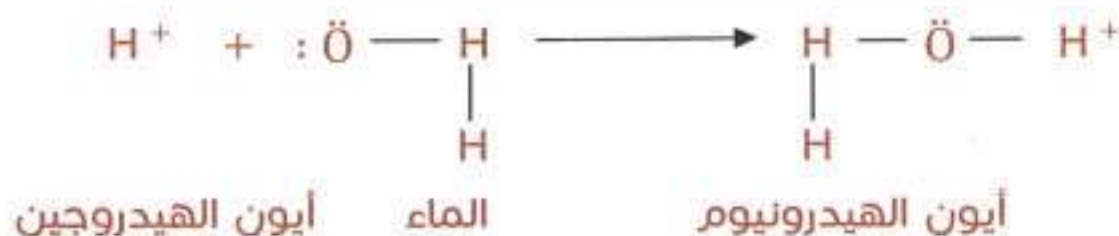


أيون الهيدرونيوم ( أيون الهيدروجين المتمي ) وصف أرينبيوس وجود أيونات الهيدروجين في الماء بالشكل  $H^+ (H_2O)_n$  ، حيث  $n$  عدد صحيح وقد فسر أرينبيوس ذلك بسبب التجاذب بين أيونات  $H^+$  وذرة الأوكسجين الحاملة للشحنة السالبة الجزيئية ( $\delta^-$ ) في جزيئة الماء المستقطبة ، أي أن :  
- أيون الهيدروجين المتميء هو الذي يعطي محلول الحامض المائي صفاته الحامضية المميزة





عبر بمعادلة أيونية كيفية تميؤ  $H_3O^+$  بواسطة أيون الهيدروجين .

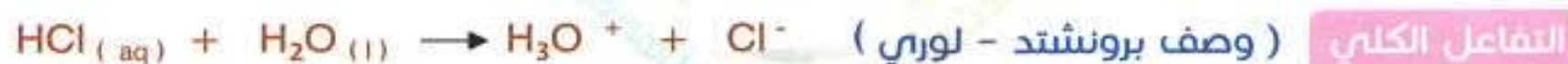
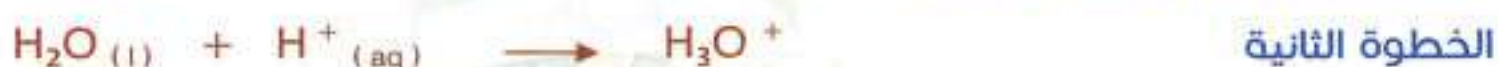


### 2-3-6 نظرية برونشتد - لوري

**الحامض** هو المادة الواهبة للإلكترون أما القاعدة فهي المادة المستقبلة للإلكترون  
أما تفاعل الحامض - قاعدة فهو حسب هذه النظرية عبارة عن تفاعل يتضمن انتقال بروتون من الحامض إلى القاعدة .

ما هو سلوك جزيئة الماء عند تفاعل حامض  $HCl$  (حامض قوي) مع الماء حسب نظرية برونشتد - لوري ؟

جزيئة الماء تسلك سلوك قاعدي لأنها تكتسب البروتون ، حسب المعادلة التالية :-



ما هي القاعدة القرينة والحامض القرين وفق مفهوم برونشتد - لوري ؟

حسب مفهوم برونشتد - لوري هناك زوج من صنفين مختلفين في البروتونات فقط يطلق عليه زوج حامض - قاعدة قرينة أو زوج قاعدة - حامض قرين . مثلاً في التفاعل أعلاه  $HCl$  حامض مع  $Cl^-$  يمثل زوج ( حامض - قاعدة قرينة ) أما  $H_2O$  ( قاعدة ) مع  $H_3O^+$  هما عبارة عن زوج ( قاعدة - حامض قرين )



قاعدة قرينة 2      حامض قرين 1      قاعدة 2      حامض 2

يكون مدى تأين فلوريد الهيدروجين أقل من تأين حامض  $HCl$  . فسر ذلك ؟



قاعدة قرينة 2      حامض قرين 1      حامض 2      قاعدة 1

نلاحظ أن  $HF$  حامض مع  $F^-$  قاعدة قرينة بينما  $H_2O$  قاعدة مع  $H_3O^+$  (حامض قرين) ، في التفاعل الأمامي (  $\rightarrow$  )



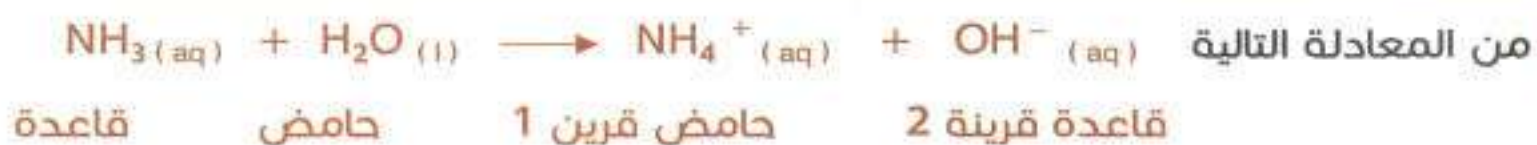


كل من  $\text{HF}$  و  $\text{H}_2\text{O}$  سلوك حامض وقاعدة بينما التفاعل العكسي (  $\leftarrow$  ) يكون  $\text{H}_3\text{O}^+$  ذات سلوك حامضي و  $\text{F}^-$  قاعدة مستقبلة للإلكترون . ولتفسير ذلك :عند ذوبان حامض ضعيف في الماء مثل  $\text{HF}$  يعطي كمية قليلة من أيونات  $\text{H}^+$  يمكن أن تكتسب من قبل أحد الصنفين في المحلول  $\text{F}^-$  أو  $\text{H}_2\text{O}$  وقد وجد أن  $\text{F}^-$  قاعدة أقوى من  $\text{H}_2\text{O}$  ( لأن  $\text{HF}$  يتأين بشكل ضعيف ) أما عند ذوبان حامض قوي في الماء مثل  $\text{HCl}$  سوف تتكون أيونات  $\text{H}^+$  قد تكتسب من قبل أحد الصنفين  $\text{Cl}^-$  أو  $\text{H}_2\text{O}$

لكن لأن  $\text{HCl}$  يتفكك بشكل تام يعني أن  $\text{Cl}^-$  قاعدة أضعف من  $\text{H}_2\text{O}$  .

وعموماً :- للحامض الضعيف قاعدة قرينة قوية وللحامض القوي قاعدة قرينة ضعيفة أو بعبارة أخرى كلما زادت قوة الحامض ضعفت قوة القاعدة القرينة والعكس صحيح .

س وضح سلوك الأمونيا عند تحللها مائياً وفق مفهوم برونشتد ؟



تسلك الأمونيا سلوك قاعدة بينما الماء يسلك سلوك حامض كما في المخطط التالي :-



س أثبت أن الماء يسلك سلوك أمفوتيري .

يسلك الماء سلوك واهب للبروتون ( حامض ) في تفاعله مع الأمونيا بينما يسلك سلوك قاعدة في تفاعله مع  $\text{HCl}$  أو  $\text{HF}$  ( أي يستقبل البروتون ) لذا فهو مرة حامض برونشتد ومرة قاعدة برونشتد مما يدل على أنه ذات سلوك أمفوتيري .

ملاحظة إذا ذكر في المعادلة اسهم متعاكسة بالشكل  $\rightleftharpoons$  فهذا يعني أن الحامض ضعيف أو القاعدة ضعيفة والقرائن قوية ، أما إذا كانت السهم باتجاه واحد فيعني أنه قوي والقرينة ضعيفة.

### 3-3-6 نظرية لويس للحوامض والقواعد

القاعدة كل مادة تستطيع هبة زوج من الإلكترونات غير المتأصرة في تفاعلاتها الكيميائية .

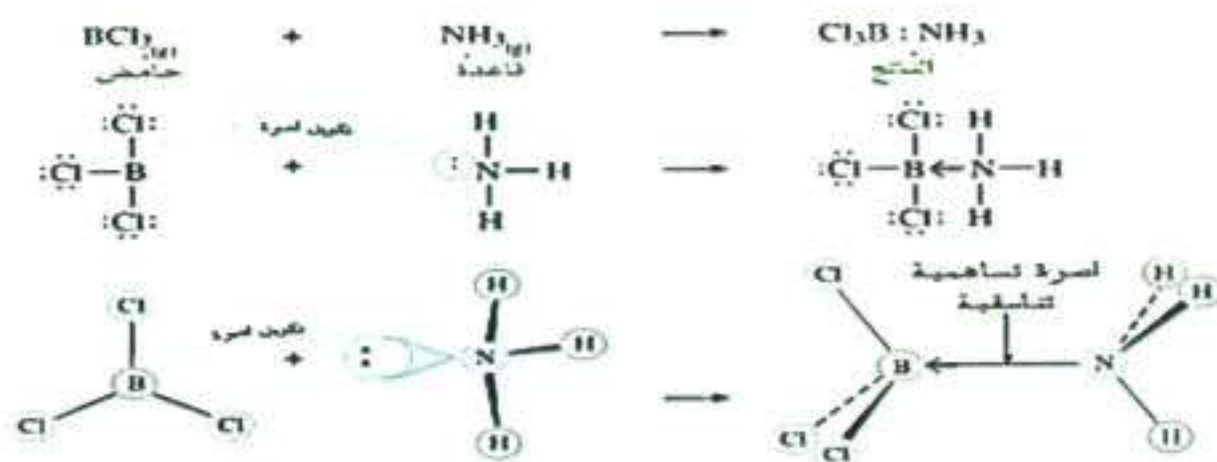
الحامض هو كل مادة تمتلك أوربيتال فارغ ويمكنها تقبل زوج إلكتروني من صنف آخر .

تفترض هذه النظرية أن الزوج الإلكتروني العائد للذرة يصبح مشتركاً بين ذرتين ، وعليه فإن عملية التعادل ( تفاعل حامض - قاعدة ) حسب مفهوم لويس هي :- عملية تكوين أصرة تناسقية بين زوجين مشتركين بينهما زوج إلكتروني





❖ مثال على مفهوم لويس هو تفاعل ثلاثي فلوريد البورون مع الأمونيا :-

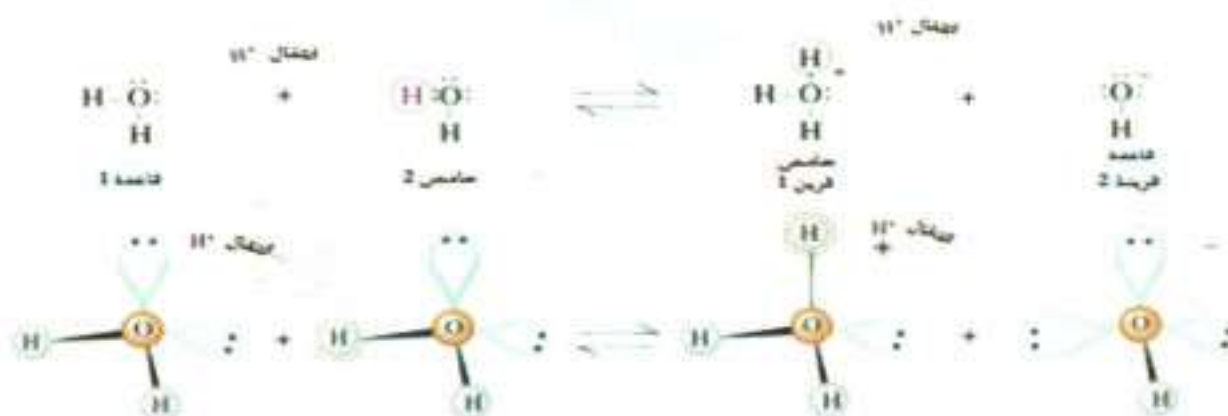


### ملاحظات مهمة

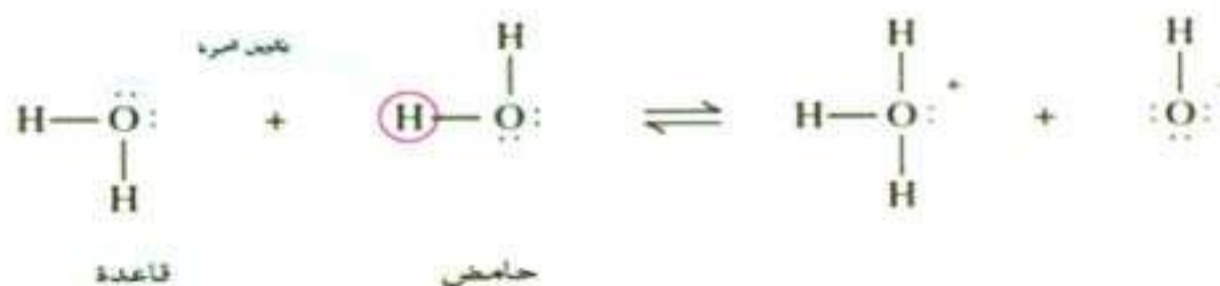
- 1 سلوك الماء وفق نظرية ارينيوس هو متعادل
- 2 سلوك الماء وفق نظرية برونشتد - لوري هو امفوتيري
- 3 سلوك الماء وفق نظرية لويس هو قاعدي
- 4 تفاعل حامض قاعدة على ضوء نظرية ارينيوس هو تفاعل تعادل
- 5 تفاعل حامض قاعدة على ضوء نظرية برونشتد - لوري هو تفاعل تكوين قرائن
- 6 تفاعل حامض قاعدة على ضوء نظرية لويس هو تفاعل تكوين اصرة تناسقية

### التأين الذاتي للماء

عندما يتأين الماء تقوم إحدى جزيئات الماء بإعطاء بروتون إلى جزيئة الماء الأخرى ويمكن التعبير عن هذا التفاعل حسب مفهوم برونشتد وحسب مفهوم لويس كما يلي :-



أو حسب مفهوم لويس:







## المواد الامفوتيرية 4-6

س ماذا يقصد بالسلوك الأمفوتيري للماء ؟

في عملية التآين الذاتي للماء تسلك إحدى جزيئات الماء سلوك حامض بينما تسلك الجزيئة الأخرى سلوك قاعدة ، لذا يقال أن الماء ذات سلوك أمفوتيري .

المواد الأمفوتيرية هي المواد التي لها سلوك أمفوتيري أي لها القدرة على أن تسلك سلوك حامضي تارة وسلوك قاعدي تارة أخرى وذلك بفقدانها أو اكتسابها بروتون  $H^+$  .

س لماذا يعتبر هيدروكسيد الألمنيوم هيدروكسيد أمفوتيري ؟

لأنه يسلك سلوك قاعدي بتفاعله مع حامض النتريك لتكوين ملح كما في المعادلة :-



أما عند إضافة زيادة من محلول لأي قاعدة قوية مثل  $NaOH$  إلى مسحوق هيدروكسيد الألمنيوم الصلب يسلك  $Al(OH)_3$  سلوك حامضي ويذوب مكوناً ألومينات الصوديوم الذائبة كما في المعادلة:-



## الجدول (2-6) بعض الهيدروكسيدات الامفوتيرية.

الايون المعقد المتكون مع زيادة من قاعدة قوية	الهيدروكسيد الامفوتيري غير الذائب	الايون الفلزّي أو شبه الفلزّي
$[Be(OH)_4]^{2-}$	$Be(OH)_2$	$Be^{2+}$ ايون البريليوم
$[Al(OH)_4]^-$	$Al(OH)_3$	$Al^{3+}$ ايون الألمنيوم
$[Cr(OH)_4]^-$	$Cr(OH)_3$	$Cr^{3+}$ ايون الكروم
$[Zn(OH)_4]^{2-}$	$Zn(OH)_2$	$Zn^{2+}$ ايون الزنك
$[Sn(OH)_3]^-$	$Sn(OH)_2$	$Sn^{2+}$ ايون القصدير (II)
$[Sn(OH)_6]^{2-}$	$Sn(OH)_4$	$Sn^{4+}$ ايون القصدير (IV)
$[Pb(OH)_4]^{2-}$	$Pb(OH)_2$	$Pb^{2+}$ ايون الرصاص
$[As(OH)_4]^-$	$As(OH)_3$	$As^{3+}$ ايون الزرنيخ (III)
$[Sb(OH)_4]^-$	$Sb(OH)_3$	$Sb^{3+}$ ايون الانتيمون (III)
$SiO_4^{4-}$ و $SiO_3^{2-}$	$Si(OH)_4$	$Si^{4+}$ ايون السليكون
$[Co(OH)_4]^{2-}$	$Co(OH)_2$	$Co^{2+}$ ايون الكوبلت
$[Cu(OH)_4]^{2-}$	$Cu(OH)_2$	$Cu^{2+}$ ايون النحاس





## تفاعلات الحوامض والقواعد في المحاليل المائية

5-6

**تفاعل التعادل** هو التفاعل بين حامض وقاعدة والذي ينتج عنه ملح وماء

❖ عندما يكون تفاعل الحامض مع القاعدة بشكل كمي متكافئ سوف ينتج ملح عادي متكافئ ( أي لا يحتوي على ذرات هيدروجين او مجاميع هيدروكسيد ) كما في المعادلة :-



أما إذا أضيفت كمية من القاعدة أقل من الكمية المكافئة اللازمة لمعادلة الحامض بشكل تام سوف يتكون ملح حامضي ( لماذا ؟ ) بسبب قابلية هذه الأملاح على التفاعل مع القاعدة ، كما في المعادلات التالية :-



❖ عند تفاعل قاعدة متعددة الهيدروكسيد مع كمية مكافئة لها من الحامض يتكون ملح اعتيادي كما في المعادلة :-



أما إذا تفاعلت هذه القاعدة مع كمية من الحامض أقل من الكمية المكافئة اللازمة لمعادلة هذه القاعدة تتكون أملاح قاعدية كما موضح في المعادلتين :-



**ملاحظة** لا يشترط أن تكون للأملاح القاعدية صفة قاعدية لكنها قد تتفاعل وتعادل الحوامض كما في المعادلة :-



## أنواع الأملاح

6-6

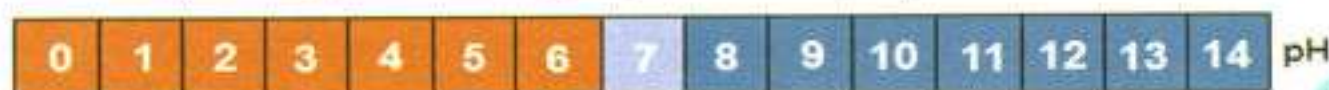
الملح هو إلكتروليت مشتق من تفاعل زوج الحامض - القاعدة في عمليات التحليل الكيميائي لغرض حساب pH المحلول أو الدالة الحامضية ، وعندما يكون إلكتروليت قوي فهذا يعني أنه يتفكك بشكل تام .

**ملاحظة مهمة** يقصد بالدالة الحامضية هي مقياس او مؤشر لحموضة المحلول من خلال

قيمة تعرف بقيمة pH المحلول أو ( الأس الهيدروجيني ) وعادة تكون مقاييس pH meter

مدرجة من 0 - 14 فإذا كانت قيمة pH المحلول = 7 يعني انه محلول متعادل وإذا كانت

اقل من 7 فالمحلول حامضي وإذا كانت اكثر من 7 فالمحلول قاعدي



حمضي

قاعدي

متعادل

تزداد قوة المحلول الحمضي

تزداد قوة المحلول القاعدي







لماذا نلجأ عادة إلى تقسيم الأملاح إلى أربعة أقسام رئيسية :-



لأن الحامض والقاعدة الناتج منهما الملح إذا كانا قويين تبقى الدالة الحامضية ثابتة لا تتغير، أما إذا كان أحد الزوجين أو كليهما المكونين للملح ضعيف سيكون حساب الدالة الحامضية شياً معقداً .

- 1 أملاح مشتقة من تفاعل حامض قوي مع قاعدة قوية
- 2 أملاح مشتقة من تفاعل حامض ضعيف مع قاعدة قوية
- 3 أملاح مشتقة من تفاعل حامض قوي مع قاعدة ضعيفة
- 4 أملاح مشتقة من تفاعل حامض ضعيف مع قاعدة ضعيفة

1

أملاح مشتقة من تفاعل حامض قوي مع قاعدة قوية

مثل تفاعل حامض HCl مع NaOH



وذوبان هذه الأملاح لا يؤثر على عملية الاتزان بين أيونات  $\text{H}^+$  وأيونات  $\text{OH}^-$  .



ولذا يبقى المحلول متعادلاً

2

أملاح مشتقة من تفاعل حامض ضعيف مع قاعدة قوية



في هذا التفاعل :- يتفكك الملح MA بشكل تام في محلوله المائي حسب المعادلة :-



بما أن الحامض ضعيف فسوف يتأين جزئياً وعليه فإن كمية أيونات  $\text{A}^-$  الموجودة في المحلول مع أيونات  $\text{H}^+$  تكون قليلة أيضاً ومن أجل المحافظة على حالة الاتزان تتحد أيونات  $\text{H}^+$  مع أيونات  $\text{A}^-$  لتكوين الحامض الضعيف .



ما هو مصدر أيونات الهيدروجين عند تفاعل حامض ضعيف مع قاعدة قوية ؟



من تفكك المزيد من جزيئات الماء الذي ينتج بدوره كميات من  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$  .



كيف يكون المحلول ذات طبيعة قاعدية ؟



لأن تركيز أيونات  $\text{OH}^-$  يزداد على حساب تركيز أيونات  $\text{H}^+$  المستهلكة ، حسب المعادلة التالية :-







## التحلل المائي

هي عملية تفاعل أيون (أو أيونات) الملح مع أيونات الماء في المحلول الذي يتكون من تفاعل حامض ضعيف مع قاعدة قوية

3

## املاح مشتقة من تفاعل حامض قوي مع قاعدة ضعيفة

معادلة تكون هذا الملح هي :-



يتأين بكل تام في المحلول المائي حسب المعادلة :-



لماذا ينخفض تركيز أيون  $(BH^+)$  في الملح المشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة ؟



للتحاده مع ايون الهيدروكسيد الناتج من تفكك جزيئات الماء لتكوين القاعدة الضعيفة B للوصول إلى حالة الإتزان . كما في المعادلة :



في هذا النوع يزداد تركيز أيونات الهيدروجين على حساب أيونات  $OH^-$  المستهلكة لتكوين القاعدة الضعيفة ، والمحلول حامضي .

4

## املاح مشتقة من تفاعل حامض ضعيف مع قاعدة ضعيفة

معادلة التفاعل لهذا النوع من الأملاح هي :-



وتعتمد قوة المحلول على أيهما أقوى الحامض أم القاعدة

لماذا يكون الملح المشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية ملحا قاعدياً ؟



لأن الحامض الضعيف يضطر إلى سحب المزيد من أيونات  $H^+$  الناتجة من التحلل المائي  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  لسد النقص الحاصل فيها لذا يقل تركيز أيونات  $H^+$  في

المحلول ويزداد تركيز أيونات  $OH^-$  ويبدو الملح قاعدي

## دلائل الحوامض والقواعد

7-6

هي صبغات كيميائية يمكن من خلالها التعرف على طبيعة المحلول من حيث كونه حامضي أو قاعدي أو متعادل لأن كل دليل له مدى معين من قيمة pH الخاصة به .

أغلب الدلائل المستخدمة حوامض عضوية ضعيفة يرمز لها بالرمز  $HIn$  تتفكك إلى أيونات  $In^-$  التي يختلف لونها عن لون  $HIn$  غير المتفكك كما في المعادلة :-







## محاليل الحوامض والقواعد

8-6

لماذا تكتسب محاليل الحوامض أهمية حيوية ؟



لأن هذه المحاليل المائية في الجسم تتم في وسط مائي حامضي أو قاعدي ولو كان في اختلاف بسيط في التركيز .



❖ يستخدم هذا القانون  $m(g) = M(\text{mol/L}) \times M(g/\text{mol}) \times V(L)$  إذا أعطى كتلة ويطلب تركيز أو يعطي تركيز ويطلب كتلة

مثال 1-6

احسب مولارية محلول يحتوي على 3.65g من HCl في 2L من المحلول  
علماً أن الكتلة المولية لـ  $\text{HCl} = 36.5 \text{ g/mol}$



$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)}$$

$$n(\text{mol}) = \frac{m(g)}{M(g/\text{mol})} = \frac{3.65 \text{ g}}{36.5 (g/\text{mol})} = 0.1 \text{ mol (HCl)}$$

$$\text{مولاريته } M = \frac{0.1(\text{mol})}{2.0 (L)} = 0.05 \text{ mol/L} = 0.05 \text{ M}$$

مثال 2-6

احسب كتلة  $\text{Ba(OH)}_2$  الكتلة المولية 1.71 g/mol اللازمة لتحضير 2.5 L من هيدروكسيد الباريوم تركيزه 0.06 M



$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)}$$

$$n(\text{mol}) = \frac{m(g)}{M(g/\text{mol})}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m(g) = M(\text{mol/L}) \times M(g/\text{mol}) \times V(L)$$

$$= 0.06 (\text{mol/L}) \times 2.5(L) \times 171.3 \text{ g/mol} = 25.695 \text{ g}$$

تمرين 1-6

احسب مولارية محلول يحتوي على 3.65 g من HCl في 2L من المحلول إذا علمت أن الكتلة المولية هي ( 36.5 g / mol ) .



$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)}$$

$$n_{\text{HCl}} = \frac{m(g)}{M(g/\text{mol})} = \frac{3.65 \text{ g}}{36.5 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{0.1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.05 \text{ M}$$







التسحيح

9-6

عملية حساب تركيز محلول بدلالة تركيز محلول آخر معلوم الحجم والتركيز . تتم في هذه العملية إضافة إحدى المادتين بشكل تدريجي من خلال سحاحة إلى محلول المادة الأخرى وينتهي التفاعل في نقطة تسمى نقطة نهاية التفاعل أو نقطة التكافؤ الفعلية التي يمكن الإستدلال عليها من خلال استخدام دليل يقوم بتغير لون المحلول . كما في تفاعل حامض HCl مع قاعدة NaOH .

❖ في عملية التسحيح تتساوى كمية المادة المعلومة مع كمية المادة المجهولة والكمية هنا عدد المولات (التركيز في الحجم )

$$M \times V_{\text{معلوم}} = M \times V_{\text{مجهول}}$$

**ملاحظة مهمة** يجب الانتباه إلى عدد مولات المواد الداخلة في التفاعل والتي تمثل المكافئات الموجودة في نفس المعادلة فمثلاً في التفاعل

عند تسحيح 20ml من 0.1M NaOH مع 15 ml من حامض الكبريتيك وطلب في السؤال تركيز الحامض المستخدم في عملية التسحيح نستخدم نفس القانون لكن نقسم كل مادة على عدد مولاتها في المعادلة

ما هو التركيز المولاري لمحلول حامض الهيدروكلوريك اذا علمت ان

مثال 3-6

36.5 ml منه كان لازم للتفاعل مع 43.2 ml من 0.236 M من هيدروكسيد الصوديوم ؟



الحل

$V_{\text{HCl}} = 36.5 \text{ ml}$	$M_{\text{HCl}} = ? \text{ M}$
$V_{\text{NaOH}} = 43.2 \text{ ml}$	$M_{\text{NaOH}} = 0.236 \text{ M}$

$$M \times V_{\text{مجهول}} = M \times V_{\text{معلوم}}$$

$$M_{\text{HCl}} \times 36.5 \text{ ml} = 0.236 \text{ M} \times 43.2 \text{ ml} \rightarrow \frac{0.236 \text{ M} \times 43.2 \text{ ml}}{36.5 \text{ ml}} = 0.278 \text{ M}$$







## مثال 4-6



في عملية تسحيح محلول حامض الكبريتيك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي وجد أن 43.2 ml من محلول 0.236 M هيدروكسيد الصوديوم يستهلك 36.5 ml من محلول الحامض للوصول الى نقطة نهاية التفاعل (تغير لون دليل بروموفينول الأزرق من لونه الأزرق الى لونه الأصفر) ما مولارية محلول  $H_2SO_4$  ؟



الحل

$M_{H_2SO_4} = ?$	$V_{H_2SO_4} = 36.5 \text{ ml}$
$M_{NaOH} = 0.236 \text{ M}$	$V_{NaOH} = 43.2 \text{ ml}$

$$M \times V_{\text{مجهول}} = M \times V_{\text{معلوم}}$$

$$M_{H_2SO_4} \times 36.5 \text{ ml} = \frac{1}{2} \times (0.236 \text{ M}) \times 43.2 \text{ ml}$$

$$M_{H_2SO_4} = \frac{0.236 \text{ M} \times 43.2 \text{ ml}}{2 \times 36.5 \text{ ml}} = 0.139 \text{ M}$$

تم تسحيح 25 mL من KOH مع 0.08 M HCl حيث استهلكت 42 mL من الحامض في عملية التسحيح ، ما تركيز KOH المستخدم في هذه التجربة ؟

## تمرين 2-6

الحل



$M_{KOH} = ?$	$V_{KOH} = 25 \text{ ml}$
$M_{HCl} = 0.08 \text{ M}$	$V_{HCl} = 42 \text{ ml}$

$$M \times V_{\text{معلوم}} = M \times V_{\text{مجهول}}$$

$$M_{HCl} \times V_{HCl} = M_{KOH} \times V_{KOH}$$

$$0.08 \times 42 = M_{KOH} \times 25$$

$$M_{KOH} = \frac{42 \times 0.08}{25} = 0.1344 \text{ M}$$







## مفاهيم أساسية

## قاعدة (أرينيوس) Arrhenius base

مادة تنتج أيونات  $\text{OH}_{(aq)}$  في المحاليل المائية. القواعد القوية تكون ذائبة في الماء وتكون متفككة بشكل تام فيه، بينما تكون القواعد الضعيفة متאיئة بشكل جزئي.

## قاعدة برونشتد-لوري Base Bronshted Laurie

صنف مكتسب للبروتون.

## قاعدة لويس Lewis Base

أي صنف يمكنه المساهمة بتوفير (بمنح) زوج من الإلكترونات لتكوين اصرة تناسقية.

## المادة الأمفوتيرية Amphoteric substance

المادة التي تظهر الصفة الأمفوتيرية وذلك من خلال قابليتها على اكتساب أو فقدان بروتونات، أي المادة التي لها القابلية على أن تسلك إما سلوك حامض أو سلوك قاعدة.

## نقطة التكافؤ Equivalence

النقطة التي تكون عندها كميات كيميائية متكافئة من المواد المتفاعلة، قد تفاعلت.

## نقطة نهاية التفاعل End point Interaction

النقطة التي يتغير عندها لون الدليل في عملية التسحيح.

## المحلول القياسي Standard solution

محلول يكون تركيزه معلوم بشكل دقيق.

## المعايرة Calibration

عملية يتم بواسطتها تعيين تركيز المحلول بشكل دقيق، ويتم عادة بتسحيحه مقابل كمية معلومة ومضبوطة من مادة قياسية.

## التحلل المائي Hydrolysis

تأين أو تفكك المادة في الماء.

أيون الهيدرونيوم Hydronium ion ( $\text{H}_3\text{O}^+$ )

هو تعبير شائع عن أيون الهيدروجين المتمي.

## التأين الذاتي Self - Ionization

تفاعل تأين يحدث بين جزيئات متشابهة (لنفس المادة).

## التأين في المحاليل المائية

## Ionization in aqueous solution

هي عملية تتضمن تفاعل جزيئة مركب مع الماء لتكوين أيونات.

## التسحيح Titration

عملية يتم بواسطتها تعيين حجم المحلول القياسي (ذو تركيز معلوم) اللازم للتفاعل مع كمية محددة من المادة المراد تقديرها.

## التعادل Nutrlization

تفاعل حامض مع قاعدة لتكوين ملح و ماء (عادة ما تتفاعل أيونات الهيدروجين مع أيونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات ماء).

## حامض (أرينيوس) Arrhenius acid

مادة تنتج أيونات  $\text{H}_{(aq)}$  في المحاليل المائية. الحوامض القوية تتأين بشكل تام أو شبه تام في المحاليل المائية المخففة، أما الحوامض الضعيفة فتأين بشكل جزئي.

## حامض برونشتد-لوري Acid Bronshted Laurie

صنف واهب للبروتون.

## حامض لويس Lewis acid

أي صنف يمكنه المساهمة باستلام زوج من الإلكترونات لتكوين اصرة تناسقية.

## الدليل Indicator

مادة عضوية يمكنها أن تظهر ألوان مختلفة عند وجودها في محاليل مختلفة الحامضية، لذلك فهي تستعمل لتعيين النقطة التي ينتهي عندها التفاعل بين مادتين (تسلك أحدها سلوك حامض والآخرى سلوك قاعدة في التفاعل).





6

## حل اسئلة الفصل السادس

س 6-1

كيف عرف ارينوس للحامض والقاعدة وعملية التعادل ؟ وضح ذلك بالأمثلة ؟

الجواب

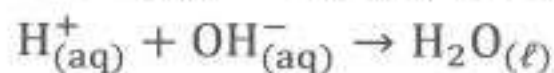
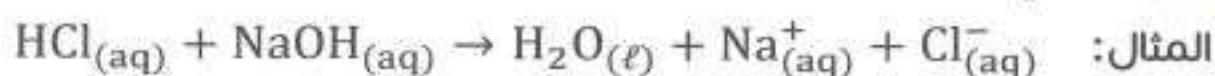
**الحامض :** هو المادة التي تحتوي على الهيدروجين والتي تُنتج أيونات الهيدروجين ( $H^+$ ) في المحلول المائي.



**القاعدة :** هي المادة التي تحتوي على مجموعة هيدروكسيد ( $OH$ ) وتنتج أيونات الهيدروكسيد ( $OH^-$ ) في المحلول المائي.



**عملية التعادل :** هي اتحاد أيونات  $H^+$  وأيونات  $OH^-$  لتكوين جزيئات الماء وعلى سبيل



س 6-2

مستعينا بنظرية برونشتد ولوري وضح المقصود بكل مما يأتي مع الامثلة ؟

- أ- حامض .
- ب- قاعدة قرينة .
- ج- قاعدة .
- د- حامض قرين .
- هـ- زوج لحامض - قاعدة قرينة

الجواب

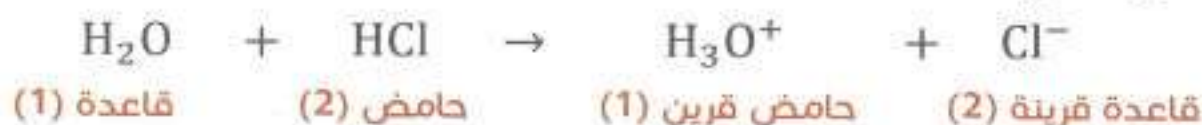
حسب نظرية برونشتد ولوري:

**أ. الحامض :** هو أي جزيئة أو أيون يحوي على الهيدروجين وله القابلية على منح البروتون ( $H^+$ ).

**ب. القاعدة :** هي أي جزيئة أو أيون يستطيع استقبال البروتون.

في كل تفاعل بين مادة تسلك سلوكاً حامضياً وأخرى تسلك سلوكاً قاعدياً (بحسب مفهوم برونشتد ولوري) يكون هناك زوجان من حامض - قاعدة، يرتبط كل زوج منهما ببعضهما البعض بفقد أو اكتساب بروتون وبذلك يشكل أحد الزوجين حامض وقاعدة قرينة أما الزوج الثاني فإنه يشكل قاعدة وحامض قرين.

لهذا ففي المعادلة يكون  $HCl$  (حامض) و  $Cl^-$  قاعدة قرينة بمعنى زوج من (حامض - قاعدة قرينة). بينما يمثل  $H_2O$  (قاعدة) و  $H_3O^+$  (حامض قرين) أي بمعنى زوج من (قاعدة - حامض قرين) وحسب المثال الآتي:

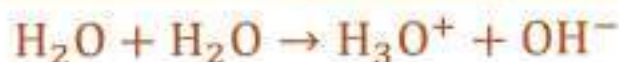






س 3-6

ميز بين الحوامض والقواعد في كل مما يأتي مستعيناً بنظرية لويس مبيناً الذرة الواهبة والذرة المستقبلة للمزدوج الإلكتروني .



- أ

تسلك إحدى جزيئتي الماء سلوك حامض وهو الجزيء الذي يستقبل المزدوج الإلكتروني من قبل البروتون أما الجزيء الآخر فيسلك سلوك قاعدة لويس لأن ذرة الأوكسجين فيه تسلك سلوك الذرة الواهبة.



- ب

جزيء  $HCl$  هو حامض لويس (الهيدروجين هي الذرة المستقبلة) وجزيء  $H_2O$  هو قاعدة لويس (الأوكسجين هي الذرة المانحة).



- ج

جزيء  $HCl$  هو حامض لويس (الهيدروجين هو الذرة المستقبلة) وجزيء  $NH_3$  هو قاعدة لويس (النيتروجين هو الذرة الواهبة) .

س 4-6

ما المقصود بالملح الحامضي؟ اكتب معادلات كيميائية موزونة تبين فيها كيفية الحصول على الأملاح الحامضية التالية من الحوامض والقواعد المناسبة ؟



ج/ الأملاح الحامضية: هي الأملاح الناتجة من تفاعل كمية من القاعدة أقل من الكمية المكافئة واللازمة لمعادلة الحامض بشكل تام، ويكون لهذا النوع من الأملاح صفات حامضية بسبب قابليتها على التفاعل مع القاعدة يمكن الحصول على الأملاح المذكورة كما في المعادلات الآتية:



(أ)



(ب)



(ج)



(د)

علل ما يأتي:

س 5-6

أ- محاليل الأملاح المشتقة من الحوامض القوية والقواعد القوية تكون متعادلة ؟

ج/ أن ذوبان الأملاح المشتقة من الحوامض القوية والقواعد القوية في الماء لا يؤثر على عملية الأتران بين أيونات الهيدروجين والهيدروكسيد في الماء:  $2H_2O + B \rightarrow H_3O^+ + OH^-$  لذا يبقى تركيز هذه الأيونات ثابتاً ولا يتأثر نتيجة لذوبانها ولذلك يبقى المحلول الناتج متعادلاً.







ب- محاليل الأملاح المشتقة من الحوامض القوية والقواعد الضعيفة تكون حامضية؟

ج/ عند ذوبان الأملاح المشتقة من الحوامض القوية والقواعد الضعيفة  $[(BH)A]$  في الماء تتفاعل الأجزاء المتفككة منها (أيون  $BH^+$ ) مع أيونات الهيدروكسيد (الناتجة من تفكك جزيئات الماء)



ولذلك سوف يزداد تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول على حساب أيون الهيدروكسيد (المستهلك لتكوين القاعدة الضعيفة) ويصبح المحلول حامضياً.

ج- محاليل الأملاح المشتقة من الحوامض الضعيفة والقواعد القوية تكون قاعدية؟

ج/ عند ذوبان الأملاح المشتقة من الحوامض الضعيفة والقواعد القوية  $(MA)$  في الماء تتحد أيونات

$A^-$  مع أيونات الهيدروجين (الناتجة من تفكك جزيئات الماء) لتكوين الحامض الضعيف  $HA$

(بحسب المعادلة  $HA \rightarrow H^+ + A^-$ ) وأن ذلك يؤدي إلى زيادة تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول على حساب تركيز أيونات الهيدروجين ويصبح المحلول بذلك قاعدياً.

س 6-6

أحسب مولارية محلول حامض النتريك إذا علمت أن 35.7 ml منه يعادل في عملية التسحيح 0.302 g من  $Na_2CO_3$  علماً أن الكتل الذرية :  $Na = 23$  ,  $H = 1$  ,  $O = 16$ .

ج/ تكتب معادلة التفاعل بين حامض النتريك  $HNO_3$  وكربونات الصوديوم على الصورة الآتية :



هذا السؤال يشبه المثال 4-6 في طريقة حله .

تُظهر المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل أن نسبة التفاعل هي 1mol من  $Na_2CO_3$  لكل 2mol من  $HNO_3$  لذلك يكون عدد ملي مولات  $HNO_3$  مساوي لضعف عدد ملي مولات  $Na_2CO_3$ . لحساب عدد ملي مولات  $Na_2CO_3$  (mmole) يمكن حسابها من إيجاد عدد المولات والكتلة المولية.

$$M(Na_2CO_3) = 2 \times 23 + 1 \times 12 + 3 \times 16 = 106 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{mol}) = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g/mol})} = \frac{0.302(\text{g})}{106 \text{ g/mol}} = 2.85 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

ثم نحول إلى وحدة mmole

$$n(\text{mmol}) = n(\text{mol}) \times \frac{1000(\text{mmol})}{1(\text{mol})}$$

$$n(\text{mmol}) = 2.85 \times 10^{-3}(\text{mol}) \times \frac{1000(\text{mmol})}{1(\text{mol})}$$

$$n_{Na_2CO_3} = 2.85 \text{ mmol}$$

$$n_{HNO_3}(\text{mmol}) = 2n_{Na_2CO_3}(\text{mmol}) = 2 \times 2.85 = 5.70 \text{ mmol}$$

$$M_{HNO_3} = \frac{n(\text{mmol})}{V(\text{mL})} = \frac{5.70(\text{mmol})}{35.7(\text{mL})} = 0.16 \text{ mmol/mL}$$

$$M_{HNO_3} = 0.16 \text{ mol/L}$$







س 6-7

كم هو حجم حامض HCl المركز (النسبة المئوية الوزنية له = 36% وكثافته

1.18 g/ml) واللازم لتحضير 500 ml من محلول مخفف للحامض نفسه بتركيز 2 M

ج/ هذا السؤال يُحل بنفس طريقة التمرين 6-1. الكثافة لحامض HCl تمثل كتلة ملتر واحد منه (g/ml)، وطالما أن النسبة المئوية للحامض 36% فهذا يعني أن عدد غرامات الحامض النقية في المليلتر تساوي

$$\text{g/mL} = 1.18 \text{ g/mL} \times \frac{36}{100} = 0.42 \text{ g/mL}$$

ولتحويلها الى g/L نضرب في 1000 أي

$$\text{g/L} = \text{g/mL} \times 1000 = 0.42 \times 1000 = 420 \text{ g/L}$$

ولاستخراج المولارية لهذا الحامض نجد الكتلة المولية للحامض

$$M_{(\text{HCl})} = 1 \times 1 + 1 \times 35.5 = 36.5 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{\text{g/L}}{M(\text{g/mol})} = \frac{420(\text{g/L})}{36.5(\text{g/mol})} = 11.51 \text{ mol/L}$$

وباستخدام قانون التخفيف نجد حجم الحامض اللازم

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$11.51 \text{ mol/L} \times V_1 = 2 \text{ mol/L} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{2 \text{ mol/L} \times 500 \text{ mL}}{11.51 \times \text{mol/L}} = 86.89 \text{ mL}$$

وهو الحجم اللازم للتحضير

س 6-8

أحسب كتلة  $\text{HNO}_3$  التي تحتويها 5 ml من محلول الحامض المركز (النسبة المئوية الوزنية له 69.8% وكثافته 1.42 g/ml).

$$P = \frac{m}{V} \Rightarrow 1.42 = \frac{m}{5} \Rightarrow m = 7.1 \text{ g}$$

كتلة المحلول

$$\% = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100$$

$$69.8 = \frac{m_1}{7.1} \times 100 \Rightarrow m_1 = 4.9 \text{ g}$$

كتلة الحامض

س 6-9

ما كمية ملح كبريتات الأمونيوم  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  الكتلة المولية 132.8 g/mol اللازمة لتحضير 400 ml من محلول بتركيز 0.25 M.

$$M(\text{mol/L}) = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{m(\text{g})/M(\text{g/mol})}{V(\text{mL})/1000(\text{mL/L})}$$

$$M(\text{mol/L}) = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g/mol})} \times \frac{1000(\text{mL/L})}{V(\text{mL})}$$

$$m(\text{g}) = \frac{M(\text{mol/L}) \times M(\text{g/mol}) \times V(\text{mL})}{1000(\text{mL/L})}$$

$$m(\text{g}) = \frac{0.25(\text{mol/L}) \times 132.8(\text{g/mol}) \times 400(\text{mL})}{1000(\text{mL/L})} = 13.3 \text{ g}$$

الحل

الحل







س6-10

كم هو حجم حامض الكبريتيك المركز (النسبة المئوية له 98 % وكثافته 1.84 g/mol) اللازم لتحضير 100 ml من محلول الحامض المخفف (النسبة المئوية الوزنية له 20% وكثافته 1.14 g/ml).

الحل

نستخرج مولارية الحامض المركز والمخفف باستخدام الكثافة والنسبة المئوية .

$$g/mL = 1.84 g/mL \times \frac{98}{100} = 1.8 g/mL$$

الحامض المركز

$$g/L = 1.8 \times 1000 = 1800 g/L$$

وفي اللتر الواحد

$$M_{(H_2SO_4)} = 2 \times 1 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 98 g/mol$$

الكتلة المولية لـ  $H_2SO_4$ 

$$M = \frac{(g/L)}{M(g/mol)} = \frac{1800(g/L)}{98(g/mol)} = 18.4 mol/L$$

$$g/mL = 1.14 g/mL \times \frac{20}{100} = 0.228 g/mL$$

الحامض المخفف

$$g/L = 0.228 \times 1000 = 228 g/L$$

وفي اللتر الواحد

$$M = \frac{(g/L)}{M(g/mol)} = \frac{228(g/L)}{98(g/mol)} = 2.33 mol/L$$

$$V_1 \times M_1 = V_2 M_2$$

وباستخدام قانون التخفيف

$$18.4M \times V_1 = 2.33M \times 100mL$$

$$V_1 = \frac{2.33M \times 100mL}{18.4M} = 12.7mL$$

س6-11

ضع علامة ( ) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي:

- 1 جميع حوامض وقواعد برونشتد - لوري تعتبر حوامض وقواعد أورينيوس . (x)
- 2 تتفاعل الأمونيا مع الماء كقاعدة برونشتد .
- 3 يعتبر كلوريد الألومنيوم  $AlCl_3$  من حوامض لويس .
- 4 تسلك القاعدة القرينة للحامض القوي سلوك قاعدة قوية . (x)
- 5 يعتبر ثلاثي فلوريد البورون حامض لويس .
- \* أي من العبارات التالية المتعلقة بنظرية برونشتد - لوري :
- 6 \* يتضمن تفاعل حامض - قاعدة حسب نظرية برونشتد - لوري انتقال بروتونات .
- 7 \* إحدى المتطلبات الضرورية لقاعدة برونشتد - لوري وجود أيون الهيدروكسيد في صيغتها الكيميائية . (x)







## الفصل السابع

## كيمياء البوليمرات

## البوليمرات

1-7

كلمة بوليمر مكونة من مقطعين : ( بولي ) التي تعني متعدد وكلمة ( مير ) التي تعني جزئيء باللغة الإغريقية ، أي أن بوليمر تعني ( متعدد الجزيئات ) .

## البوليمر

عبارة عن جزيئات كبيرة عملاقة مؤلفة من جزيئات صغيرة تسمى مونيمرات مرتبطة مع بعضها بأواصر على الأغلب تساهمية على كل سلاسل طويلة من خلال تفاعلات كيميائية عضوية .

## عملية البلمرة

عملية ربط الجزيئات الصغيرة ( المونيمرات ) مع بعضها لتكوين جزيئات عملاقة تسمى بوليمرات . ويمكن تمثيل عملية البلمرة بالمعادلة التالية : -



## أنواع البوليمرات

2-7

1 البوليمرات الطبيعية : - مثل النشأ والسليلوز والمطاط الطبيعي والبروتينات .

2 البوليمرات المصنعة : - التي تم تحضيرها صناعياً ، وهي تصنف حسب تأثير درجة الحرارة عليها إلى : -

1 - بوليمرات مطاوعة للحرارة تكون لينة عند تسخينها ثم تتصلب عند انخفاض الحرارة وهذه البوليمرات تسمى ( البلاستيكات ) ومن أشهرها بولي أثيلين ، بولي كلوريد فاينيل ، بولي ستايرين .

2 - بوليمرات غير مطاوعة للحرارة لا تلين بل تحافظ على شكلها الأصلي ومنها الميلامين ، والمطاط المصنع .

❖ تصنف البوليمرات حسب تركيبها البنائي وتأثير التسخين عليها إلى : -

A بوليمرات خطية : - تكون فيها الجزيئات حرة الحركة فتتزلق بسهولة وهي غير ثابتة حرارياً.

B بوليمرات متفرعة : - تحتوي جزيئاته على سلاسل جانبية تمنع الانزلاق فوق بعضها ومن المرجح أنه غير ثابت حرارياً.

C بوليمرات متشابكة : - جزيئاته مترابطة فلا يمكنها الانزلاق فوق بعضها البعض فتبقى محافظة على شكلها وفي نفس الوقت ثابتة حرارياً.







## البوليمرات المصنعة

3-7

كيف نحصل على البوليمرات المصنعة ؟

س

نحصل على البوليمرات المصنعة بطريقتين وهما :-

بالجواب

1 البلمرة بالإضافة :- هو عبارة عن تفاعل كيميائي تتم فيه إضافة عدد كبير جداً من

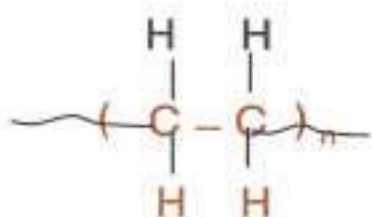
جزيئات صغيرة غير مشبعة لتكوين جزيء عملاق هو البوليمر ، ومن أمثلة

بوليمرات بالإضافة : البولي أثيلين ، بولي فنيل كلورايد ، بولي ستايرين .

2 البلمرة بالتكاثف :- يقصد بها ربط المونيمرات معاً مع سحب جزيئة بسيطة مثل الماء .

## البلمرة بالإضافة

1-3-7



صيغته البنائية

البولي أثيلين ( PE )

أولا

حيث يمثل الحرف n عدد جزيئات الأثيلين المتبلورة ( عدد وحداتها ما يقارب 50000 أو أكثر )

كيف يحضر البولي أثيلين ؟

س

يحضر من إضافة جزيئات الأثيلين (  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$  ) لبعضها البعض لتكوين جزيء البولي

بالجواب

أثيلين كما في المعادلة :-



هذا التفاعل يتكرر مئات بل آلاف المرات لتكوين بوليمر طوله n من المونيمرات ( أي سلسلة جزيئية طويلة جداً )

ما هي الوحدة المكررة في البولي أثيلين ؟ وكيف تتكرر لتكوين البوليمر ؟

س

هي وحدة الأثيلين في السلسلة البوليمرية ، تنكسر إحدى الأصرتين بين ذرتي الكربون في

بالجواب

جزيئة الأثيلين ( الأصرة باي π ) ثم ترتبط كل منهما بذرة الكربون من جزيئة أخرى وهكذا

مكونة البولي أثيلين .

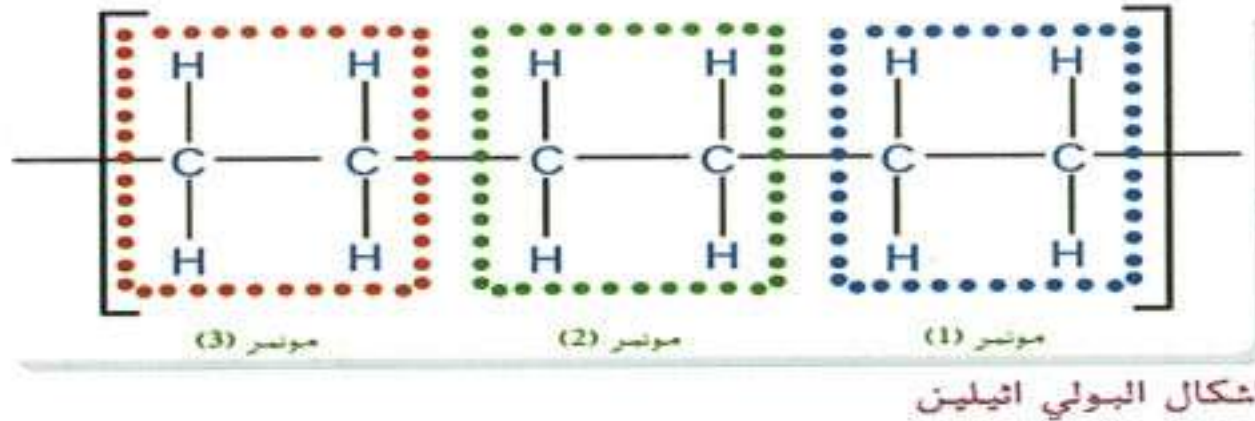






أرسم الوحدات البنائية الثلاثة المكررة المكونة للبولي أثيلين .

الوحدات المكونة ترسم بالشكل :-



ما هي أشكال البولي أثيلين المتعددة حسب درجة الحرارة والضغط والعوامل المساعدة ؟

1 بولي أثيلين عالي الكثافة ( HDPE ) : - ينتج من تسخين البولي أثيلين إلى  $100^{\circ}\text{C}$  في مذيب هيدروكربوني في ضغط جوي اعتيادي والبوليمر الناتج خطي ( لماذا ؟ )  
ج / لأن الجزيئات الخطية متراسة بشكل متقارب جداً فيكون حجمها صغير لذا تكون عالية الكثافة ولهذا السبب يبقى البوليمر قوي وصلب ومن أجل ذلك تصنع منه الأوعية البلاستيكية مثل عبوات الحليب والعصائر .

2 بولي أثيلين منخفض الكثافة ( LDPE ) : - ينتج بالتسخين إلى  $200^{\circ}\text{C}$  عند ضغط عالي (  $1000\text{ atm}$  ) مع قليل من  $\text{O}_2$  حيث تزال ذرات هيدروجين من الجزيئة . البوليمر الناتج أقل صلابة من بولي أثيلين عالي الكثافة ، لذا يستخدم في صنع الأكياس البلاستيكية العادية

3 بولي أثيلين متشابك ( CPE ) : - نحصل عليه من إزالة ذرات الهيدروجين من جزيئات البولي أثيلين فيكون الارتباط متشابك بين جزيئتين . من صفاته يكون أكثر صلابة من البولي أثيلين عالي الكثافة ، لذا : تصنع منه الأشياء التي تحتاج صلابة قوية .

لماذا تكون كثافة السلسلة المتفرعة أقل من كثافة السلسلة الخطية ؟

لأن التفرع يحدث بإزالة ذرات هيدروجين من الجزيئة وإحلال جزيئات الأثيلين بدلاً منها في هذه المواقع على عكس الجزيئات الخطية التي تكون فيها الجزيئات غير قادرة على التجمع متقاربة.



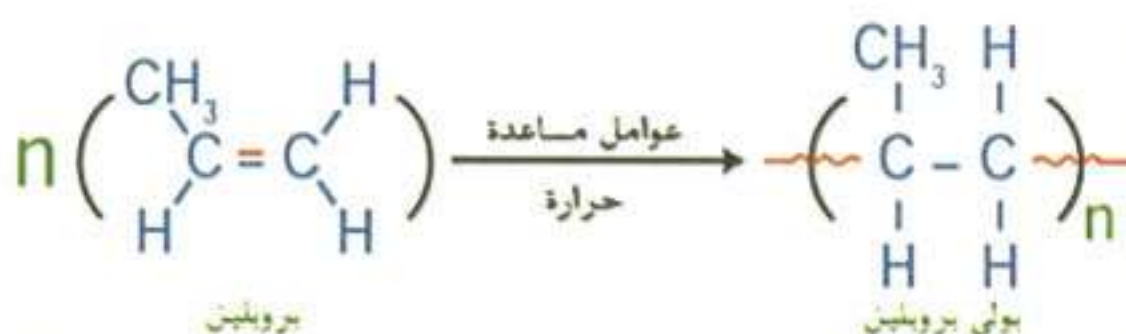




## البولي برويلين ( PP )

ثانياً

يتكون من اتحاد عدد كبير من جزيئات البرويلين (  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$  ) بوجود عوامل مساعدة كما في المعادلة :-



ما هي أهم ميزات البولي برويلين ؟



- 1 سهولة تشكيله وصبه ومقاومته للحرارة والمواد الكيميائية .
- 2 غير قابل للكسر .
- 3 عديم الرائحة وشفاف .
- 4 يستخدم في صناعة الأدوات الطبية والألعاب والأنابيب .



## بولي كلوريد الفاينيل

ثالثاً

يرتبط عدد كبير من جزيئات كلوريد الفاينيل (  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{Cl}$  ) بوجود عوامل مساعدة كما في المعادلة :-



ما هي ميزات بولي كلوريد الفاينيل ؟



- 1 أكثر متانة ومقاومة للحرارة والمواد الكيميائية من بولي إثيلين .
- 2 رخيص الثمن .
- 3 يستخدم في صناعة أنابيب المياه بدلاً من الأنابيب المعدنية .
- 4 مقاوم للماء وعازل ، لذا يدخل في صناعة فرش السيارات والمعاطف المطرية .

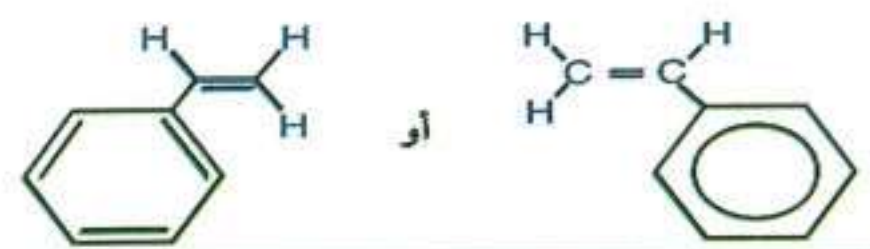






### رابعاً البولبي ستايرين ( PS )

يتكون من بلمرة إحدى الجزيئات الأروماتية ( ستايرين ) بوجود عوامل مساعدة . والصيغة البنائية للستايرين هي



وتتم بلمرة الستايرين لتكوين البوليمر حسب المعادلة :-



ما هي ميزات البولبي ستايرين ؟

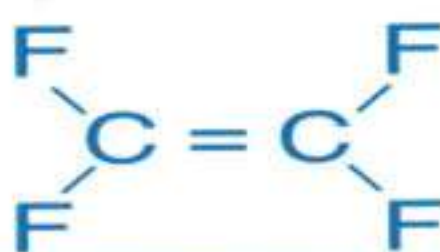
- 1 مادة صلبة بيضاء سهلة التشكيل .
- 2 مقاومة للأحماض والقلويات .
- 3 يستخدم في صناعة الأسفنج الصناعي ( الفلين ) والعوازل والأنابيب وبعض الأواني المنزلية

ما هو الفلين ؟ وما هي ميزاته ؟

- كرات صغيرة من البولبي ستايرين متراصة مع بعضها وحسب نوع الفلين .
- أهم ميزاته :-
- 1 لا يشتعل في الهواء الجوي .
  - 2 يشتعل عند تعرضه لجو مشبع بالأكسجين ( 30 % ) على الأقل .
  - 3 بسبب اشتعاله في جو مشبع من  $O_2$  أصبح يستخدم في صناعة المواد المقاومة للحرارة العالية

### خامساً بولي رباعي فلورو إثيلين ( التفلون ) ( Teflon )

يحضر من  $CF_2 = CF_2$  رباعي فلورو إثيلين ، حيث تتكون سلسلة طويلة من التفلون تحتوي رابطة C - F غير قابلة للتفاعل ومستقرة عند  $325^\circ C$  .



الصيغة البنائية لرباعي فلورو الإثيلين







**علل** يستخدم التفلون في تصنيع المواد المقاومة للحرارة وأدوات الطبخ التي لا يلتصق عليها الطعام

**الجواب** لأنه يتصف بمعامل احتكاك منخفض جداً أي أن المواد تنزلق فوق سطحه بسهولة كبيرة

**س** ما هي ميزات التفلون ؟

- 1 مقاوم شديد للحرارة والمواد الكيميائية .
- 2 ناتج من أي مادة مبلمرة طبيعية أم مصنعة .
- 3 لا يحترق ولا يتآكل بفعل العوامل الجوية .

**س** ما هي أهم استخدامات التفلون ؟

- 1 في صناعة الأدوات المعرضة للحرارة .
- 2 في طلاء أواني الطبخ لمنع التصاق الطعام عليها .
- 3 في صناعة الملابس المقاومة للحرارة .

**س** ما هي أوجه الشبه والاختلاف في بوليمرات الإضافة ؟

**الجواب** تتشابه في كونها جميعاً هيدروكربونات وتشارك بالشكل والسلسلة وطريقة التكوين ، لكنها تختلف في المجموعة التي تتصل بذرة الكربون مثلاً :-

مجموعة -  $CH_3$  بدل ذرة  $H$  في الأثيلين لتكوين البروبيلين . ذرة -  $Cl$  بدل  $C$  كما في كلوريد الفايثيل .  
بدل  $C$  حلقة  $C_6H_5$  لتكوين الستايرين .... وهكذا .

الجدول (7-1) تراكييب المونمرات والوحدات المكررة لبوليمرات الإضافة واسماؤها				
اسم المونمر	صيغة المونمر	اسم البوليمر	صيغة الوحدة المكررة في البوليمر	الاستخدامات
إثيلين	$H_2C=CH_2$	بولي إثيلين	$\left( \begin{array}{c} H & H \\   &   \\ -C & -C- \\   &   \\ H & H \end{array} \right)_n$	أكياس بلاستيك ، شرائح ، شرائط ، الخ ..
بروبيلين	$CH_3-CH=CH_2$	بولي بروبيلين	$\left( \begin{array}{c} CH_3 & H \\   &   \\ -C & -C- \\   &   \\ H & H \end{array} \right)_n$	زجاجات وقناني بلاستيكية ، الخ ..
كلورو إثيلين (كلوريد الفايثيل)	$Cl-CH=CH_2$	كلوريد الفايثيل (PVC) بولي	$\left( \begin{array}{c} Cl & H \\   &   \\ -C & -C- \\   &   \\ H & H \end{array} \right)_n$	مواد مقاومة للماء وعازلة ، اسطوانات .
ستايرين	$C_6H_5-CH=CH_2$	بولي ستايرين	$\left( \begin{array}{c} C_6H_5 & H \\   &   \\ -C & -C- \\   &   \\ H & H \end{array} \right)_n$	التعليب ، وتسقيف المباني .
رباعي الفلورو إثيلين	$F_2C=CF_2$	تفلون (PTFE)	$\left( \begin{array}{c} F & F \\   &   \\ -C & -C- \\   &   \\ F & F \end{array} \right)_n$	الأواني غير اللاصقة .





## البلمرة بالتكاثف

2-3-7

يقصد بها ربط المونيمرات معاً مع سحب جزيئة بسيطة مثل الماء. ومن اهم هذه البوليمرات هي بوليمر امايد (النايلون) وبوليمر استر (الثيرلين)

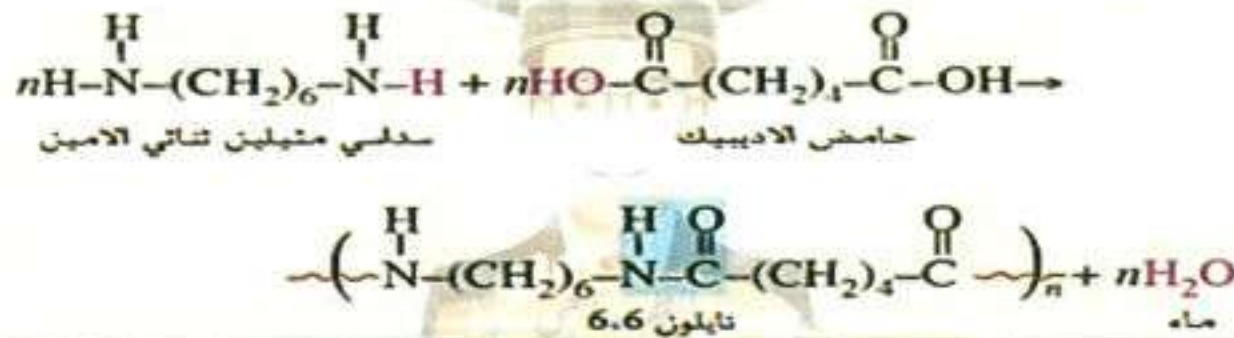
## ملاحظة

قد يحتوي كل بوليمر على نوعين من جزيئات المونيمر الحاوية على مجموعتين وظيفيتين أي أن كل مونيمر يرتبط بالآخر مع نزع جزيئة كنتاج عرضي

## أولاً البولي امايد (النايلون)

أول بوليمر تكاثف شائع مصنع من مونيمرين : الأول يحتوي مجموعة أمين طرفية (  $\text{NH}_2$  - ) والثاني يحتوي مجموعة كاربوكسيل طرفية (  $\text{COOH}$  - ) ، حيث يرتبطان معاً مع نزع جزيئة ماء وتكون المجموعة الرابطة هي مجموعة الأمايد

كما في المعادلة التالية



أسم المونيمر الأول:- حامض الاديبيك ، واسم المونيمر الثاني هو سداسي المثيلين ثنائي الأمين. والاسم العلمي للنايلون هو :-

( Nylon 6 , 6 ) ( لماذا ؟ ) ج / لاحتواء كل مونيمر على 6 ذرات كاربون .

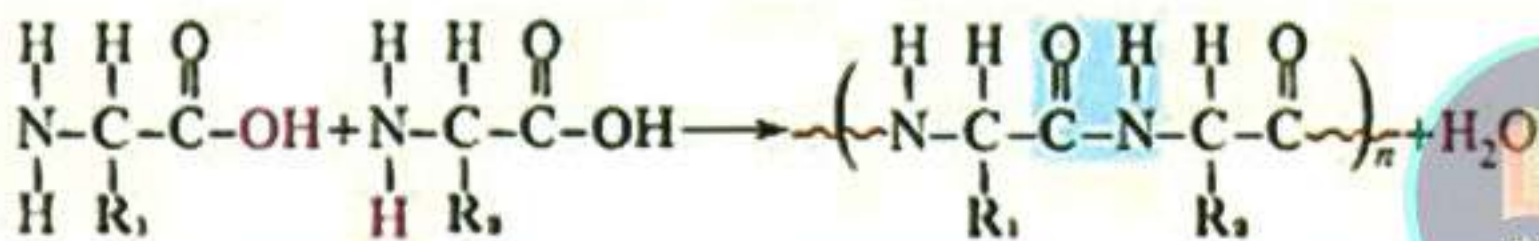
ما هي ميزات النايلون ؟



- 1 قلة امتصاصه للماء لذا نادراً ما يستخدم في صناعة الملابس الملامسة للجسم .
- 2 يدخل في صناعة الأقمشة المقاومة للبلل مثل المعاطف والمظلات .

## ثانياً البروتينات

بوليمرات تحتوي على آلاف من جزيئات الحامض الأميني (  $\text{H}_2\text{N} - \text{X} - \text{COOH}$  ) . ولها نفس المجموعة الرابطة في النايلون وهي مجموعة الأمايد . وينتج أيضاً بنزع جزيئة ماء من الأحماض الأمينية عند بلمرتها . كما في المعادلة :-



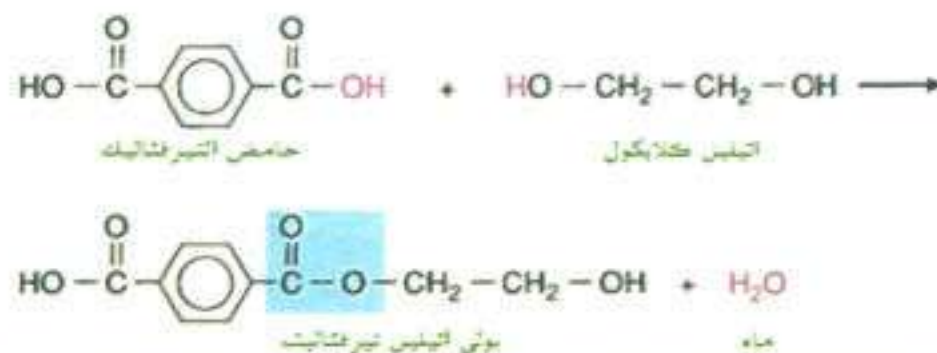




## البولي أسترات

ثالثاً

من أمثلتها بولي أثيلين تير فتاليث ( PET ) : وهو بولي أستر من أشهر بوليمرات التكاثف ويحضر من تفاعل الأثيلين كلايكول مع حامض التيرفتاليك بوجود عوامل مساعدة . كما في المعادلة : -



ينتج هذا البوليمر أيضاً بنزع جزيئة ماء خلال عملية البلمرة ، المجموعة الرابطة هي المجموعة الأسترية

يستخدم PET في صناعة معظم قناني المشروبات الغازية والمياه .



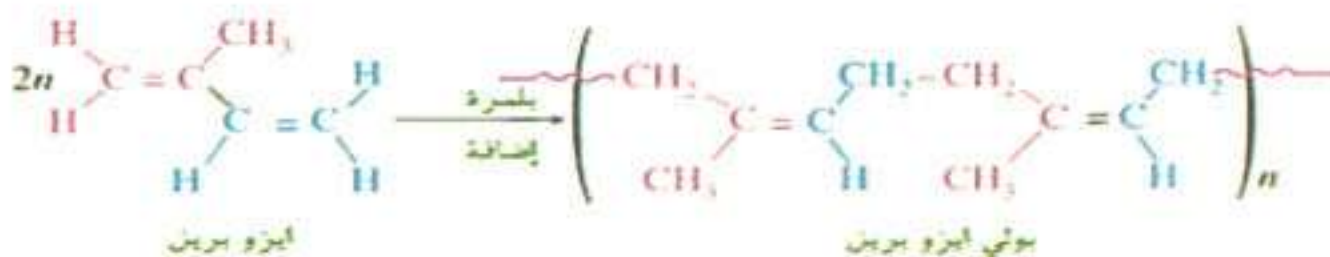
لأنه ثابت تركيباً ولا يلوث هذه المشروبات .



## المطاط الطبيعي والمطاط المصنع

رابعاً

يتركب المطاط الطبيعي من وحدة مكررة هي ( الأيزوبرين ) بشكلها السس ( cis - isoprene ) وهو عبارة عن مركب أسمه النظامي هو ( 2 - ميثيل - 1 ، 3 - بيوتاديين ) تتم بلمرته حسب المعادلة :-



أما المطاط الصناعي فيحضر من مونيمرات أخرى إضافة للأيزوبرين مثل البيوتاديين أو الستايرين .

مجال استخدام المطاط الطبيعي والمصنع قليلة .



لأنه عند تسخينه تنزلق جزيئات منفردة منه بسهولة إلى الأمام والخلف فيصبح لزجاً وناعماً وعندئذ لا يفي بالغرض .



إضافة الكبريت إلى المطاط في عمليات تصنيعه .



لأن المطاط عند تسخينه تنزلق جزيئات منفردة منه بسهولة إلى الأمام والخلف فيصبح لزجاً وناعماً لذا يضاف الكبريت إليه ليتحول إلى مادة صلبة وقوية . وتسمى عملية إضافة الكبريت إلى المطاط بـ ( الفلكنة )







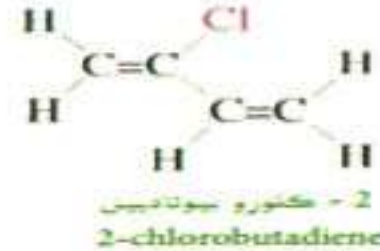
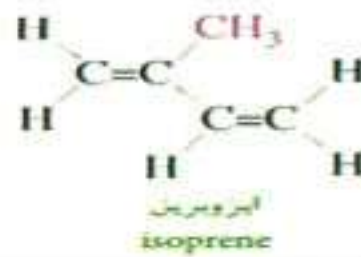
## عرف الفلكنة .



هي عملية تؤدي إلى تشابك جزيئات المطاط المتجاورة من خلال ذرات الكبريت وهي تعمل على جعل المطاط قابل للاستخدام في صناعة إطارات السيارات والأنابيب المطاطية .



❖ من أمثلة المطاط المصنع هو المطاط المحضر من بلمرة النيوبرين وهو ( 2 - كلورو بيوتاديين ) والمشابه للأيزوبرين مع فارق بسيط هو إحلال ذرة كلور محل مجموعة المثل كما في الشكل :



## عالم اللدائن ( البلاستيكات )

4-7

منذ الحرب العالمية الثانية ازدادت أهمية اللدائن ولدخول هذه المواد في معظم مفرداتنا اليومية فنحن نعيش في زمن البلاستيك ولكن عيبها أنها لا تتحلل وتسبب تلوث

## ما هي أنواع النفايات؟



- 1 نفايات عضوية :- ناتجة من التحلل الطبيعي للمنتجات الطبيعية بوجود الشمس مثل الورق والكرتون ، حيث يمكن للبكتريا أن تحللها إلى مكوناتها خلال أيام أو شهور أو سنين .
- 2 نفايات البلاستيك :- لا تتحلل طبيعياً بل قد تحتاج عشرات السنين مثل أكياس البلاستيك التي تؤثر على الأحياء البحرية (لماذا ؟) لأنها غير منفذة للهواء فتسبب الاختناق .



## ما هي أهم ميزات البلاستيكات ؟



- 1 نظيفة ورخيصة وشفافة .
- 2 سهولة التشكيل والتكوين وخفيفة الوزن .
- 3 لا تتآكل وعازلة جيدة وتبقى طويلاً ويمكن أن تكون قوية للغاية



## ما هي الأمور التي يجب اتباعها للحد من تلوث نفايات البلاستيك ؟



- 1 تقليل استخدام أكياس البلاستيك .
- 2 إعادة استخدام أكياس البلاستيك أكثر من مرة بدلاً من رميها .
- 3 رمي الأكياس في الأماكن المخصصة لها .
- 4 جمع الأكياس المستهلكة وتسليمها إلى شركات إعادة التدوير .







ما سر التلوث بالبلاستيكات المصنعة ؟



أن البلاستيكات الطبيعية تتحلل تلقائياً بكائنات عضوية مثل البكتيريا في التربة ، أما البلاستيكات المصنعة فهي غير قابلة للتحلل فتسبب مشكلة بيئية حتى ولو بالحرق سوف تنتج أبخرة سامة مثل  $HCl$  الناتج من حرق  $PVC$  أو مثلاً غاز السيانوجين الناتج من حرق البولي يورثان .

### مفاهيم أساسية

Catalyst

عامل مساعد

مادة تسرع من معدل التفاعل الكيميائي ولا يتغير تركيبها عند نهاية التفاعل.

Dehydration

نزع الماء

انتزاع الماء من المادة.

thermoplastic polymer البوليمر غير الثابت حرارياً

هو البوليمر الذي ينصهر أكثر من مرة لذا يمكن إعادة تشكيله مرات عديدة.

( plastics )

اللدائن

بوليمرات سهلة التشكيل لانخفاض درجة انصهارها نسبياً ولكنها تتفاوت في صفاتها كثيراً بحيث تستعمل في اغراض كثيرة في الحياة المعاصرة وتسمى احياناً مواد بلاستيكية .

addition polymerisation بلمرة بالاضافة

تفاعل كيميائي يتم فيه اضافة عدد كبير جداً من جزيئات صغيرة غير مشبعة (مونمر) لتكوين جزيء واحد ضخم وعملاق، وهو البوليمر مثل اضافة جزيئات الاثيلين لبعضها لتكوين جزيء البولي اثيلين.

Condensation Polymerisation بلمرة بالتكاثف

ارتباط المونمرات لتكوين بوليمر مع انتزاع جزيء صغير مثل الماء. مثل تكوين بوليمرات النايلون والتريلين.

Polymer

بوليمر

جزيء ضخم يتكون من ارتباط عدد كبير من الجزيئات الصغيرة (المونمر) مثل البولي اثيلين.







7

## حل اسئلة الفصل السابع

س 1-7

ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

- 1 اي من المواد التالية يستخدم للسطوح غير اللاصقة.
  - أ- ثنائي كلورو ثنائي فلورو ميثان
  - ب- رباعي كلورو ميثان
  - ج- ثنائي كلورو ثنائي فلورو اثيلين (التفلون)
  - د- بولي كلوريد الفاينيل
- 2 خلال تفاعل بلمرة التكاثف.
  - أ- يصبح الناتج مشبعاً
  - ب- لا يتكون ناتج عرضي
  - ج- يتكون في الغالب ماء
  - د- يتكون في الغالب ماء
- 3 اي الجزيئات التالية يسخن مع خرات الكبريت خلال عملية الفلكنة.
  - أ- ايزوبرين
  - ب- البولي ايزوبرين
  - ج- 2- ميثيل , 3- بيوتاين
  - د- بيوتادين
- 4 في عملية الفلكنة، ماذا يحدث للجزيئات المتجاورة عندما تسخن مع خرات الكبريت.
  - أ- تتفرع
  - ب- تترايط بشكل متداخل
  - ج- تنزلق فوق بعضها
  - د- تتصادم
- 5 اي البوليمرات التالية بوليمر اضافة.
  - أ- نايلون
  - ب- بروتين
  - ج- بولي ستايرين
  - د- تيرلين
- 6 اي جزيئات الهيدروكربونات التالية يمكن بلمرته.
  - أ-  $CH_4$
  - ب-  $C_2H_6$
  - ج-  $C_3H_6$
  - د-  $C_4H_{10}$
- 7 البلاستيك الذي يتحلل حيوياً.
  - أ- يحترق بسهولة وينتج ادخنة سامة
  - ب- يمكن ان يمتص خلال جذور النباتات
  - ج- يتكسر بفعل التحلل البكتيري
  - د- يتحلل مكوناً نواتج سامة
- 8 للبلاستيك مشكلة تلوث لان العديد من لدائن البلاستيك.
  - أ- قابل جداً للاشتعال
  - ب- يحترق مكوناً ادخنة سامة
  - ج- يتحلل مكوناً نواتج سامة
  - د- يتحلل مكوناً نواتج سامة





٩ البوليمر الذي لا ينصهر لدى تسخينه بل يحتفظ بشكله الاصلي هو.

أ- غير الثابت حرارياً

ب- الثابت حرارياً

ج- الخطي

١٠ جزيئات كبيرة تتألف من عدد من الوحدات الصغيرة ترتبط بعضها ببعض في التفاعلات العضوية هي:

أ- مونمرات

ب- بوليمرات

ج- مجموعات وظيفية

د- الاحماض الكربوكسيلية

١١ أي من التالي وحدات صغيرة ترتبط بعضها ببعض في بوليمر خلال تفاعلات عضوية.

أ- مونمرات

ب- ميكروبوليمرات

ج- بوليمرات متفرعة

د- بوليمرات خطية

١٢ الوحدات الصغيرة التي ترتبط بعضها ببعض خلال تفاعلات عضوية لتكون جزيئات كبيرة.

أ- يجب ان تكون متشابهة.

ب- يجب ان تكون مختلفة

ج- يمكن ان تكون متشابهة او مختلفة

د- البوليمرات الخطية.

ب- لها جزيئات تتزلق بسهولة عند تسخينها

أ- لها جزيئات تتحرك بحرية

ج. (أ) و (ب) معاً

١٤ البوليمرات المرتبطة بشكل تشابكي.

أ- غير ثابتة حرارياً

ب- تحتفظ بشكلها عند تسخينها

ج- لها سلاسل جانبية

١٥ في بوليمر مترابط بشكل تشابكي، الجزيئات المتجاورة .

أ- ترتبط ببعضها بسلاسل

ب- تتزلق الى الامام والخلف فوق بعضها عند تسخينها

ج- منتظمة في طبقات يمكنها أن تتزلق عن بعضها جانباً عند تسخينها

١٦ أي مما يأتي يشكل النوعين الرئيسيين للبوليمرات.

أ- البلاستيكية غير الثابتة حرارياً والثابتة حرارياً

ب- البوليمرات الخطية والبوليمرات المتفرعة

ج- بوليمرات الأضافة وبوليمرات التكاثف

١٧ أي بوليمر يتكون خلال تفاعل أضافة تسلسلي بين المونمرات التي لها رابطة ثنائية.

أ- بوليمر أضافة

ب- بوليمر تكاثف

ج- بوليمر متفرع

د- بوليمر مترابط بشكل تشابكي

١٨ في تفاعل أضافة، ترابط المونيمرات خلال تفاعلات تشترك فيها:

أ- مجموعات وظيفية متماثلة

ب- مجموعات وظيفية مختلفة

ج- روابط ثنائية





١٩ أي بوليمرات تتألف عادة من مونمرين متناوبين.

ب- بوليمرات التكاثف

أ- بوليمرات الأضافة

ج- البوليمرات المتفرعة

٢٠ تكون الجزيئات الخطية المتراص بعضها الى بعض.

ب- بولي أثيلين عالي الكثافة

أ- بولي أثيلين مترابط بشكل متشابك

ج- بولي أثيلين منخفض الكثافة

علل ما يأتي:

س 2-7

١ المطاط الطبيعي بوليمر غير ثابت حرارياً.

ج/ لأنه لا ينصهر عند التسخين .

٢ لا يصلح الألكان كمونمر لبوليمر الأضافة .

ج/ يجب أن يكون هناك أصرة غير مشبعة لكي تضاف إليها مجموعة  $CH_2$  والألكان ليس فيه إلا أواصر أحادية .

٣ تصنع مقابض أدوات الطهو من بوليمر ثابت حرارياً .

ج/ لأن حرارة الفرن قد تلين بل تصهر البوليمر غير الثابت حرارياً .

٤ لا يخضع جزيء ذو مجموعة وظيفية واحدة لتفاعل تكاثف لتكوين بوليمر.

ج/ لأنه عندما يدخل جزيء يحتوي على مجموعة وظيفية واحدة في الخطوة الأولى لتفاعل التكاثف ، لن تبقى مجموعات وظيفية في الناتج للأستمرار في التفاعل .

٥ يحتاج البوليمر المتفرع كي ينصهر الى كمية من الحرارة أكبر من الكمية التي يحتاج إليها من المطاط الخطي.

ج/ تنزلق البوليمرات الخطية الى الأمام والى الخلف فوق بعضها بشكل أسهل عندما تسخن البوليمرات المتفرعة. بينما البوليمرات المتفرعة تحتوي على سلاسل تمنع الجزيئات من الأترلاق بسهولة عند تسخينها.

٦ تحمل المطاط المفلكن درجات حرارة أعلى من المطاط الصناعي .

ج/ يحتوي المطاط المفلكن على ذرات الكبريت متداخلة بين جزيئات البولي أيزوبرين مما يجعله بوليمر متشابك غير مطاوع للحرارة وهذا يزيد قهرته على تحمل درجات أعلى من الحرارة .

صنف البوليمرات التالية الى بوليمرات طبيعية أو صناعية.

س 3-7

ج/ بوليمر طبيعي .

ج/ بوليمر صناعي .

ج/ بوليمر طبيعي .

ج/ بوليمر صناعي .

ج/ بوليمر صناعي .

١ السيليلوز.

٢ نايلون.

٣ بروتينات.

٤ بولي صناعي أيزوبرين.

٥ بولي بروبيلين.

الحواب

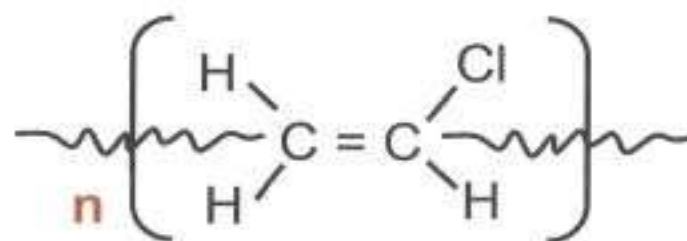






س 4-7

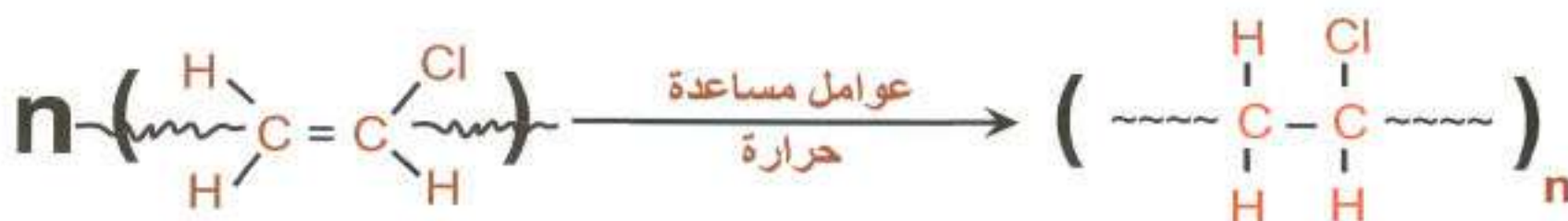
رسم التركيب البنائي لكلوريد الفينيل.



ج /

س 5-7

اكتب تفاعل البلمرة لكلوريد الفينيل لتكوين بولي كلوريد الفينيل.



ج /

س 6-7

التفلون أثبت من أي مادة بلمرة أخرى سواء أكانت مصنعة أو طبيعية.

ج / يرجع ذلك الى أن ذرات الفلور أكبر حجماً من ذرات الهيدروجين مما يجعل من الصعب وصول أي مركب كيميائي الى سلسلة الكربون والتفاعل معها وهذا يجعل هذا البوليمر ثابت فضلاً عن أنه لا يحترق (مركبات الفلور وكاربونية مقاومة للاحتراق) ولا يتأكل بفعل العوامل الجوية ولا يميل الى تكوين أواصر مع غيره .

س 7-7

عرف ما يلي: الفلكنة ، اللدائن ، البوليمرات ، المونمر ، بوليمرات الأضافة .

ج / **الفلكنة (vulcanization)** : هي عملية تداخل بين جزيئات البولي أيزوبرين polyisoprene المتجاورة التي تحدث لدى تسخين هذه الجزيئات مع ذرات الكبريت .

**اللدائن (plastics)** : بوليمرات سهلة التشكيل لأنخفاض درجة أنصهارها نسبياً ولكنها تتفاوت في صفاتها كثيراً بحيث تستعمل في أغراض كثيرة في الحياة المعاصرة وتسمى أحياناً مواد بلاستيكية .

**بوليمر (polymer)** : جزيء ضخم يتكون من ارتباط عدد كبير من الجزيئات الصغيرة (المونمر) مثل البولي أثيلين .

**مونمر (monomer)** : جزيء صغير يمكن أن يرتبط عدد كبير منه (يتبلمر) فالأثيلين هو المونمر للبولي أثيلين .

**بلمرة بالإضافة (addition polymerization)** : تفاعل كيميائي يتم فيه إضافة عدد كبير جداً من جزيئات صغيرة غير مشبعة (مونمر) لتكون جزيء واحد ضخم وعملق، وهو البوليمر مثل إضافة جزيئات الأثيلين لبعضها لتكون جزيء البولي أثيلين .







س7-8

في تفاعل كيميائي، أربط جزيئان صغيران، ونتج جزيء ماء ما نوع التفاعل الذي حدث.

ج / تفاعل التكاثف .

س7-9

هل يزيد تفاعل الأضافة من تشبع جزيء أو يقلل منه.

ج / يزيد من التشبع .

س7-10

ما التفاعل اللذان يمكن أن ينتجا بوليمرات .

ج / تفاعل إضافة وتفاعل تكاثف .

س7-11

بين الفروق في التركيبات البنائية بين الأنواع الثلاثة للبولي أثيلين :

ج /

CPE	LDPE	HDPE
تحتوي على جزيئات متشابكة .	تحتوي على جزيئات متفرعة وأقل تراصاً .	يحتوي على جزيئات خطية متراصة .

س7-12

بماذا يختلف التركيب الجزيئي للنيوبرين عن التركيب الجزيئي للمطاط الطبيعي .

ج / يحتوي مونمر النيوبرين على خرة كلور محل مجموعة المثل في الأيزوبرين .

س7-13

هل يمكن أن يستخدم حامض الأيثانويك كمونمر في بوليمر تكاثف برر أجابتك .

ج / كلا ، لأنه يحتوي على مجموعة وظيفية واحدة ، وبوليمرات التكاثف تحتاج الى مجموعتين وظيفيتين في المونمر الواحد .







## الفصل الثامن

### الهيدروكربونات الاروماتية

#### مقدمة

1-8

سميت المركبات العطرية بهذا الاسم لكونها تمتاز بروائح عطرية مميزة. أول مركب ينتمي لهذه العائلة هو البنزين

#### تركيب البنزين

2-8

البنزين هو أول المركبات الاروماتية يتكون من ست ذرات كاربون حيث تتناوب في تركيبه الأواصر المزدوجة والمنفردة داخل الحلقة كما في الشكل :



III



II



I

#### الرين أو الروزونانس في البنزين

1-2-8

هي حالة تبادل مواقع الأواصر المزدوجة في حلقة المركب العطري الأروماتي بسبب كون ذرات الكاربون تشغل أماكن متماثلة لكن تختلف في المواقع المخصصة للأواصر المزدوجة .



V



IV



V



IV





هل يمثل البنزين حالة روزونانس في الشكلين المجاورين ؟



VII

او



VI

س

الجواب

لا يمثلان رنين ولا يكون جزء روزونانس والجزء الثاني من المركب روزونانس آخر بل يكون البنزين في حالة معدل للشكلين وهذا هو الهجين الروزونانسي .

الهجين الروزونانسي

هو حالة معدل أشكال صيغ تمثل تبادل مواقع الأواصر المزدوجة في المركب الأروماتي حيث أنه في المكان الذي نجد فيه أصرة مزدوجة في أحد الأشكال تكون منفردة في شكل آخر فعند أخذ المعدل نحصل على شكل روزونانسي مهجن يحتوي ست أواصر C - C متماثلة ومتساوية بالطول كحالة وسط بين طول الأصرة المنفردة وطول الأصرة المزدوجة .

ويرسم البنزين عادة بشكل حلقة سداسية داخلها دائرة أو دائرة منقطة لتصف بدقة عملية تعاقب الأصرة المزدوجة وحركة الكثرونات

الصفات الخاصة للبنزين

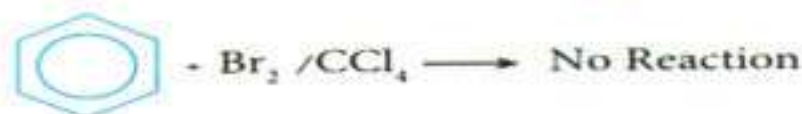
2-2-8

1 الاستقرار :- فهو مستقر ومقاوم نسبياً للتغيرات الكيميائية ، ولا يعاني تفاعلات إضافة على عكس الهكسين الحلقي .

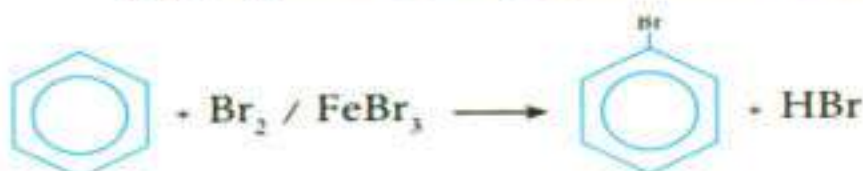
ما الفرق بين البنزين والهكسين الحلقي ؟

س

الهكسين الحلقي يعاني تفاعلات إضافة حيث يتفاعل بسهولة مع البروم المذاب في  $CCl_4$  مكوناً 1 ، 2 - ثنائي بروموهكسان بينما لا يتفاعل البنزين تحت نفس الظروف . كما في المعادلات التالية :-



لكن يدخل البنزين تفاعلات استبدال ( تعويض ) وليس تفاعل إضافة بوجود عامل مساعد ( $FeBr_3$ ) وتبقى الحلقة محافظة على شكلها مما يدل على استقرار البنزين .







2 طاقة الروزونانس :- هي تمثل الفرق بين الطاقة المتوقعة المتحررة من عملية الهدرجة للمركب الحلقي وقيمة الطاقة الحقيقية الفعلية .

س ما هو الدليل على أن البنزين أكثر استقراراً من المتوقع ؟

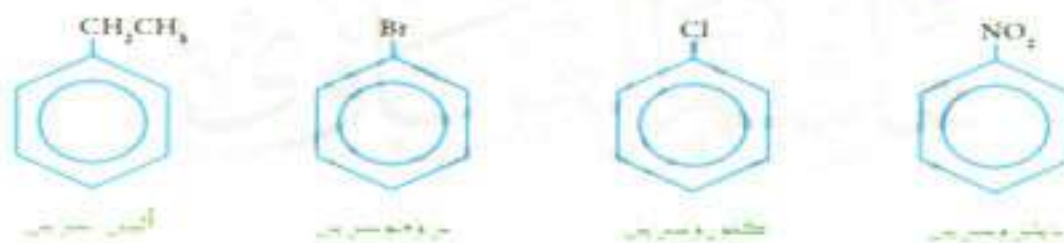


الجواب  
لوحظ من خلال هدرجة الهكسين الحلقي انبعث حرارة قدرها 120kJ لكل مول من الهكسين الحلقي . وعند هدرجة 1 ، 3 هكساداين الحلقي ( يحتوي أصرتين من نوع باي  $\pi$  ) الطاقة المتحررة المقدرة 240 kJ لكل مول والمقاسة الفعلية كانت 232 kJ لكل مول ، أما الطاقة المتحررة عند هدرجة البنزين فقد قدرت بـ 360 kJ لكل مول على اعتبار ثلاث أضعاف طاقة الهكسين الحلقي ، لكن الطاقة الحقيقية كانت 208 kJ لكل مول . أي أن البنزين أكثر استقراراً من المتوقع بمقدار 152 kJ لكل مول .

3 أطوال أواصر كاربون - كاربون :- طول أصرة كاربون - كاربون في البنزين هي متوسط بين طول الأصرة المنفردة وطول الأصرة المزدوجة .

### تسمية مشتقات البنزين 3-2-8

1 المركبات أحادية التعويض :- عند وجود ذرة أو مجموعة على الحلقة كما في المركبات التالية :-

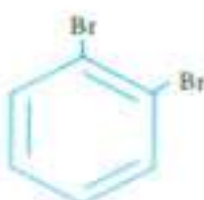


سم المركبات التالية باعتبارها مشتقات البنزين

تمرين 1-8



2 المركبات ثنائية التعويض :- توجد فيها مجموعتين على حلقة البنزين وهنا يجب تحديد الموقع حيث يتم ترقيم ذرات الكاربون ونختار أصغر الأرقام للمجموعتين أو الذرتين ، كما في المركب التالي :-



1,3 - ثنائي بروموبنزين

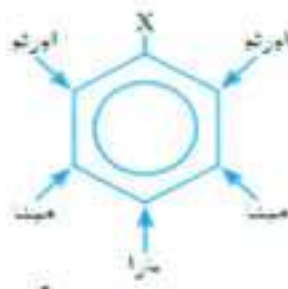






## ملاحظة

المصطلحات : أورثو ( Ortho ) تدل على الموقع 2 ، ميتا ( meta ) تدل على الموقع 3 ، بارا ( Para ) تدل على الموقع 4 بالنسبة للمعوض X في الحلقة



## ملاحظة

إذا كانت المجموعتين مختلفتين نسمي حسب الحروف الهجائية الواحدة بعد الأخرى ونتبعها بكلمة بنزين مع ذكر الموقع في بداية الاسم أو نسمي على أنه مشتق البنزين احادي التعويض .

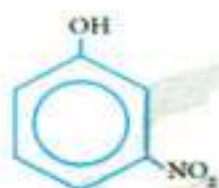
4.1 - كلورو نايثرو بنزين  
بارا نايثرو كلورو بنزين  
بارا كلورو نايثرو بنزين



المركب التالي : - يمكن تسميته 1 ، 4 - كلورو نايثرو بنزين  
او بارا نايثرو كلورو بنزين او بارا كلورو نايثرو بنزين

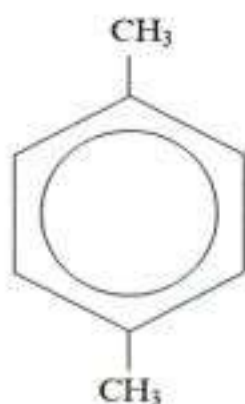
أي أننا يمكن أن نتحكم بأسم المركب حسب المعوض الرئيسي والمجموعة الثانية هل هي أورثو أم ميتا أم بارا لذا هناك أكثر من تسمية لنفس المركب . مثل

3.1 نايثرو هيدروكسي بنزين  
ميتا - نايثرو فينول  
ميتا هيدروكسي نايثرو بنزين

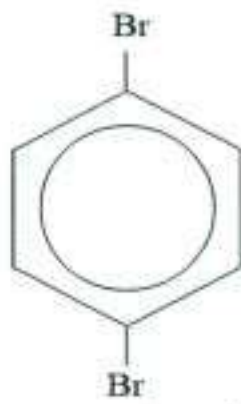


3 المركبات متعددة التعويض : - تسمى المجاميع مع أرقامها كمشتق للبنزين أو لأحد الأسماء الشائعة ان وجدت وإذا كانت المجاميع المرتبطة كبيرة نأخذ التسمية العامة للهيدروكربونات أي أطول سلسلة هيدروكربونية كقاعدة للأسم والبنزين كمجموعة معوضة حيث يسمى (الفيل) ، وإذا كان البنزين معوض بأحد المجاميع يسمى ( اريل).

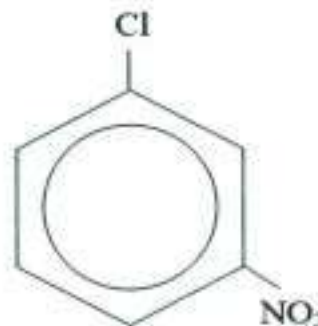
تمرين 2-8 اكتب اسماء المركبات الالية



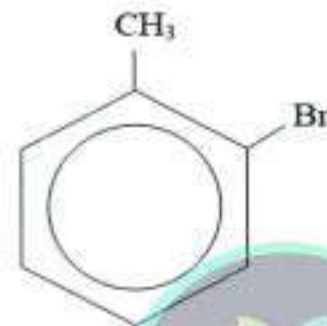
1، 4 - ثاني مثيل بنزين



1، 4 - ثاني بروموبنزين



1، 3 - كلورونايثروبنزين



1، 2 - برومومثيل بنزين





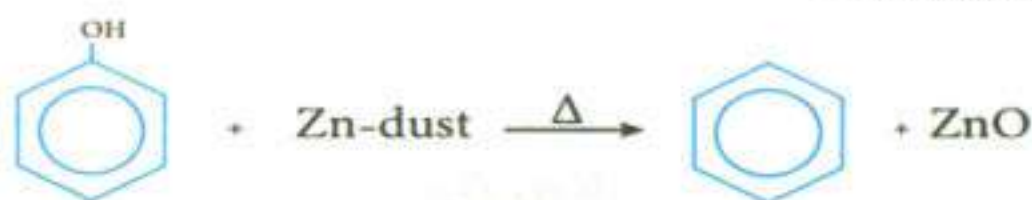


## 4-2-8 تحضير البنزين

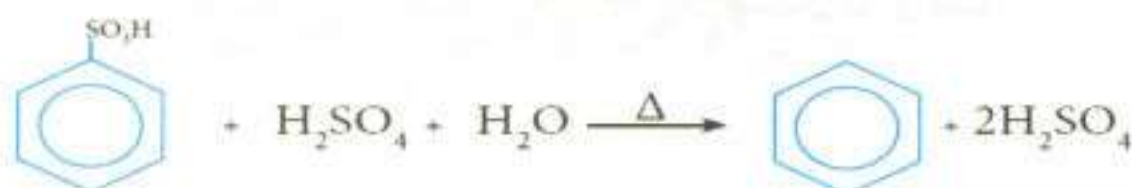
**A مختبرياً :-** من تسخين بنزوات الصوديوم مع هيدروكسيد الصوديوم في جهاز تقطير عند درجة حرارة  $80^{\circ}\text{C}$  كما في المعادلة .

**B صناعياً :-**

**1 من الفينول :-** بتسخين الفينول مع غبار الزنك في جهاز تقطير عند درجة  $80^{\circ}\text{C}$  ، كما في المعادلة :-



**2 من حامض البنزين سلفونيك :-** بتسخين حامض البنزين سلفونيك مع  $\text{HCl}$  أو  $\text{H}_2\text{SO}_4$  لحد الغليان تحت ضغط عالي . كما في المعادلة الآتية:



## 5-2-8 خواص البنزين

**1 الفيزيائية**

- 1 عديم اللون سريع الاشتعال له رائحة مميزة وهو سام .
- 2 درجة غليانه  $80^{\circ}\text{C}$  وينجمد في  $5^{\circ}\text{C}$  .
- 3 كثافته أقل من كثافة الماء ولا يمتزج معه .
- 4 مذيب جيد للمواد العضوية غير القطبية مثل الشحوم والزيوت .

**2 الكيميائية**

- 1 مركب مستقر مقارنة مع المركبات غير المشبعة بسبب ظاهرة الرنين .
- 2 لا يتأثر بالقواعد المؤكسدة القوية مثل برمنغنات البوتاسيوم .
- 3 يعاني عدد من تفاعلات الاحتراق والإضافة والإستبدال.





وكما يلي :-

1 الاحتراق :- يحترق بلهب ساطع وبنسبة كاربون عالية 92.3 % مكوناً  $\text{CO}_2$  و ماء مع تحرر طاقة.



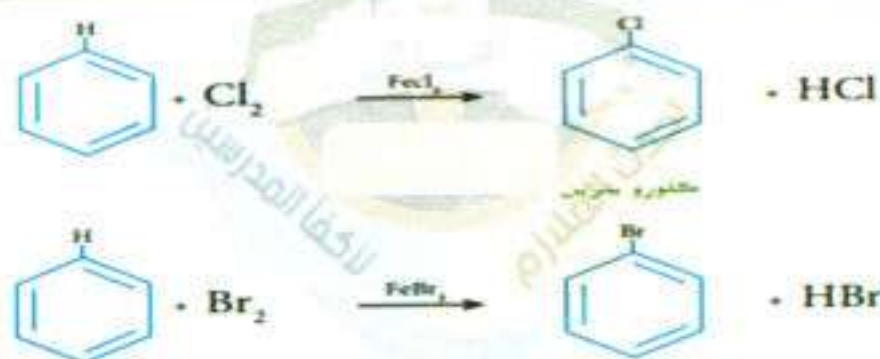
2 تفاعلات الإضافة :- يضاف الكلور إلى البنزين بوجود الضوء ، حيث يكون التفاعل مصحوب بفرقعة المواد المتفاعلة مكونا سداسي كلوريد الهكسان . الحلقي ، كما في المعادلة :-



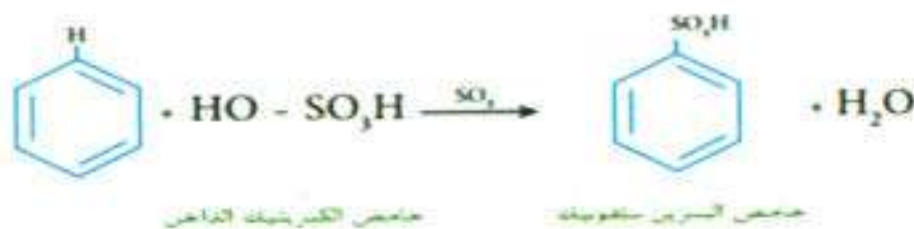
3 تفاعلات التعويض (الاستبدال) :-

يقصد بها استبدال احدى ذرات الهيدروجين بذرة أو مجموعة مختلفة مثل  $\text{NO}_2$  ،  $\text{SO}_3\text{H}$  ،  $\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3$  بوجود عامل مساعد مثل البلاتين وضغط عالي إلى الهكسان الحلقي ومن امثلة تفاعلات الاستبدال

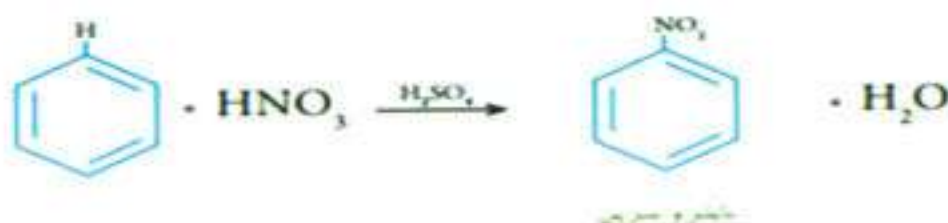
1 الهلجنة :- عملية استبدال احدى ذرات الهيدروجين بذرة هالوجين (Cl ، Br) بوجود عامل مساعد مثل  $\text{FeCl}_3$  أو  $\text{FeBr}_3$  ، كما في المعادلات التالية :-



2 السلفنة :- عملية استبدال احدى ذرات الهيدروجين بمجموعة السلفونيك ( $\text{SO}_3\text{H}$ )



3 النيترة :- عملية استبدال احدى ذرات الهيدروجين بمجموعة النيترو  $\text{NO}_2$  حيث يتفاعل البنزين مع خليط حامض النتريك والكبريتيك المركزين في درجة حرارة  $45^\circ\text{C}$  فيتكون النيترو بنزين . كما في المعادلة :-





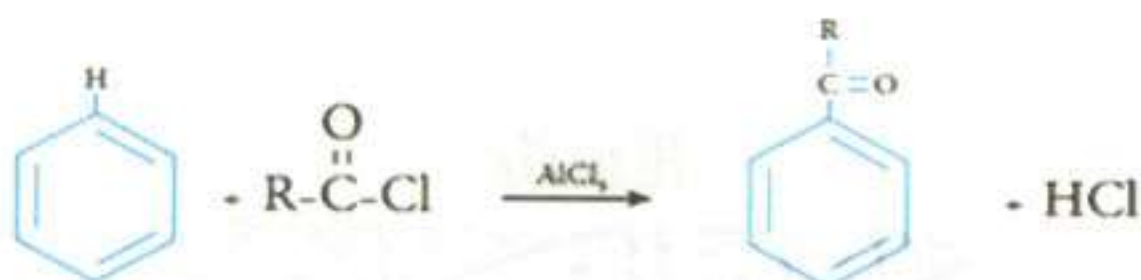


## 4 تفاعلات فريدل - كرافت :-

- 1 أكلة فريدل - كرافت :- عملية استبدال احدى ذرات الهيدروجين بمجموعة ألكيل ( R ) بوجود عامل مساعد مناسب ، فعند تفاعل البنزين مع هاليد الألكيل ( R - X ) بوجود  $AlCl_3$  كعامل مساعد يتكون الكيل بنزين كما في المعادلة :-



- 2 أستلة فريدل - كرافت :- عملية استبدال احدى ذرات الهيدروجين بمجموعة أستيل ( R - C ) كما في تفاعل البنزين مع كلوريد الأستيل بوجود  $AlCl_3$  الجاف كعامل مساعد



## 3-8 ميكانيكية تفاعلات الاستبدال الألكتروفيلىة

تتم تفاعلات الاستبدال في الحقيقة بوجود كواشف باحثة عن الإلكترونات ( كواشف إلكتروفيلىة ) ( E ) : وهو الكاشف الذي يحتاج إلى الإلكترونات ويمكن أن يكون شحنة موجبة قادرة على تكوين أواصر تساهمية مع ذرات الكاربون مثل (  $RC^+O$  ,  $R^+$  ,  $NO^+$  ,  $X^+$  )

**ملاحظة مهمة** تعتبر الأصرة المزدوجة مصدر مهم للكواشف التي تبحث عن الإلكترونات (لماذا؟) لأنها غنية بالإلكترونات .

أما الكواشف الغنية بالإلكترونات فتسمى ( الكواشف الباحثة عن النواة ) ( Nu ) .

وجميع تفاعلات الاستبدال تخضع للتفاعل :-







يتضمن التفاعل أعلاه 3 خطوات هي

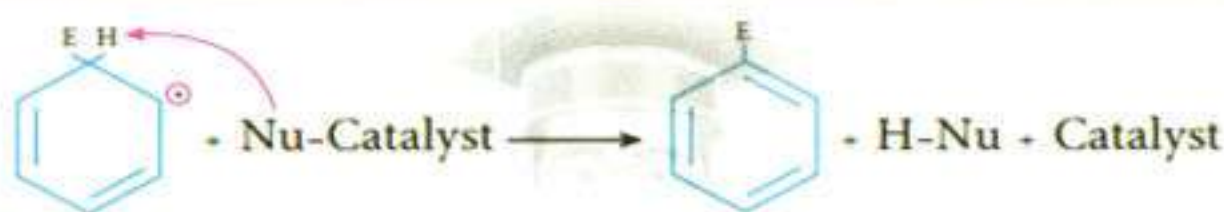
1 يقوم العامل المساعد بتحويل المادة المتفاعلة إلى ( E ) كاشف باحث عن الإلكترونات



2 تهاجم احدى الأواصر المزدوجة من حلقة البنزين الكاشف الباحث عن الإلكترونات مكوناً أيون الكربونيوم الموجب :-

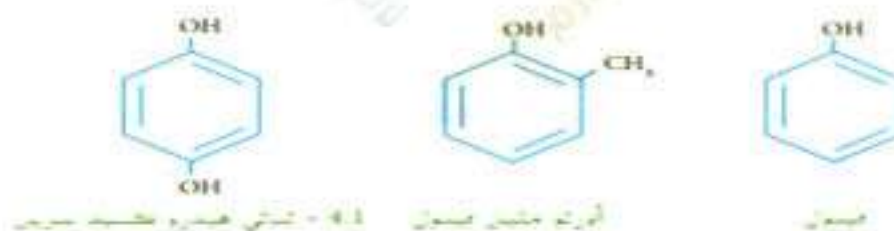


3 يتم سحب بروتون ( ذرة هيدروجين موجبة H+ ) بواسطة Nu - Catalyst الناتج من الخطوة الأولى مكوناً الناتج الآخر H - Nu بينما تعود حلقة البنزين إلى الحالة الأروماتية



## 4-8 الفينولات

مركبات عطرية أروماتية مشتقة من البنزين تتكون من ارتباط مجموعة الهيدروكسيل مباشرة بالحلقة، كما في المركبات التالية :-



س ما هي استخدامات الفينولات ؟

- 1 مضادة للعفن ومطهر للجراثيم ومخدر أو مسكن موضعي .
- 2 في مواد الإسعافات الأولية ومحاليل الغرغرة .
- 3 مواد مضادة للأكسدة حيث تستخدم في معظم الأطعمة ومواد التجميل .
- 4 تستخدم في التصوير الفوتوغرافي بسبب سهولة الأكسدة .
- 5 في النباتات ضمن المصادر الطبيعية مثل الفانيلين وبعض المطيبات الغذائية .

هناك فينولات تتكون من ثلاث حلقات تسمى فلافونيلات وهي تمتاز بفاعليتها المضادة للأكسدة .

ملاحظة

مصدر المصاع  
@SadsHelp





## خواص الفينولات

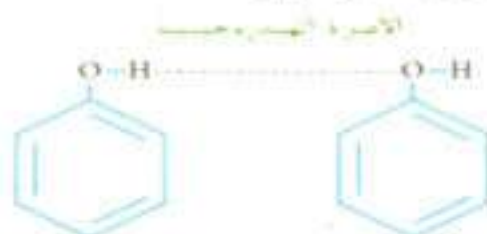
1-4-8

الفيزيائية ارتفاع درجات الانصهار والغليان بسبب وجود الأواصر الهيدروجينية التي تعود إلى مجموعة الهيدروكسيل.

تذوب الفينولات بسهولة في الماء .



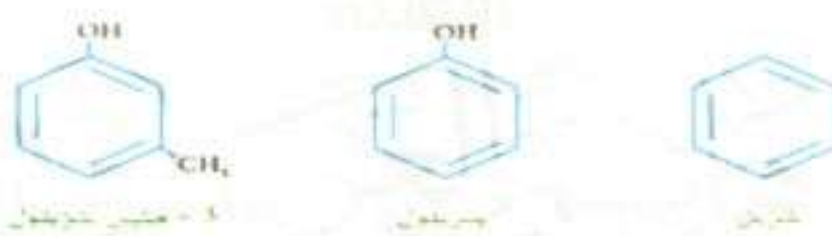
بسبب تكوين الأواصر الهيدروجينية مع جزيئات الماء . كما في الشكل :-



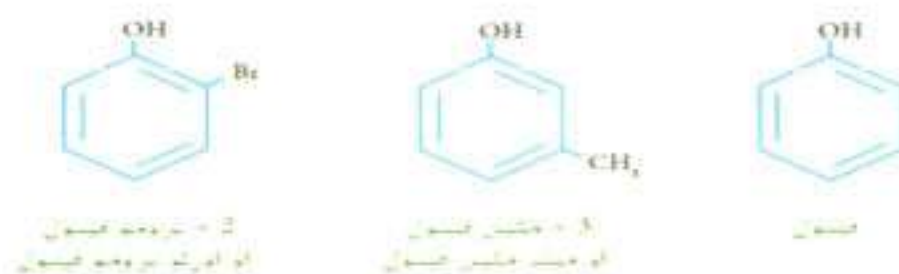
## تسمية المركبات الفينولية

2-4-8

تسمى بإضافة المقطع ( أول ) إلى أسم الهيدروكربون الأم ، كما في الأمثلة :-

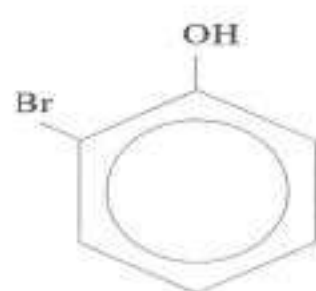


وهذه التسمية قديمة تم لأنها جاءت من تسمية قديمة للبنزين (Phene) مضاف إليها المقطع (Ol) فيصبح ( فينول ) ثم تسمى بقية المركبات كمشتق للفينول مثل :-

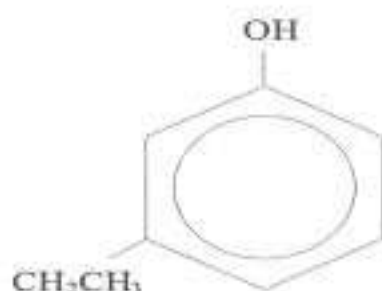


اكتب اسماء المركبات الآتية حسب الايوباك مرة وبالاسماء الشائعة مرة اخرى

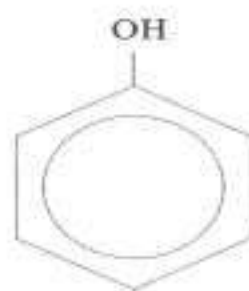
تمرين 3-8



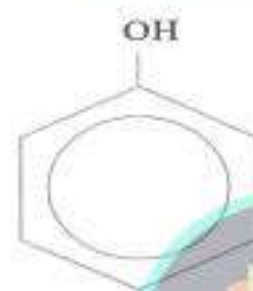
(4)



(3)



(2)



(1)







حسب نظام تسمية أيوباك	الأسماء الشائعة
1 -3 نايتروبنزينول	3- نايتروفينول
2 -4 كلوروبنزينول	4- كلوروفينول
3 -أثيل بنزينول	3- أثيل فينول
4 -2 بروموبنزينول	2- بروموفينول

### 3-4-8 حامضية الفينولات

يعتبر الفينول من الحوامض العضوية الضعيفة قليلة التأين في الماء حسب المعادلة التالية :-

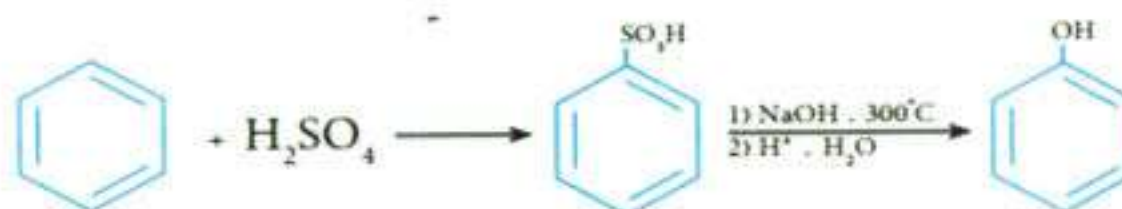


### 4-4-8 الفينول

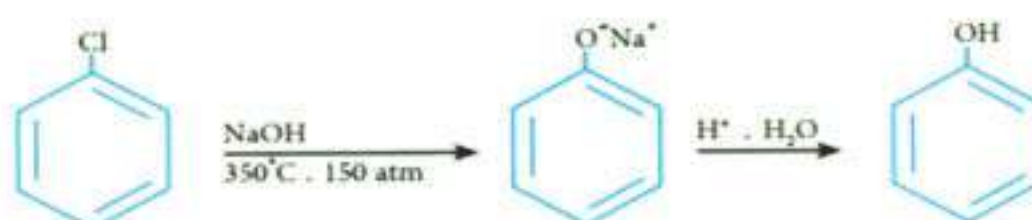
مادة ناتجة من قطران الفحم يستخدم في معظم دول العالم كمادة اولية لتحضير الأسبرين وغيرها من الاستخدامات الأخرى ويمكن تحضيره مختبرياً وصناعياً .

### تحضيره

1 من حامض البنزين سلفونيك:- تتم أولاً سلفنة البنزين للحصول على البنزين سلفونيك ثم يعامل بمحلول NOH ثم يحمض المحلول للحصول على الفينول :-



2 من تسخين كلورو بنزين مع محلول NaOH تحت ضغط عالي ثم يحمض المحلول .



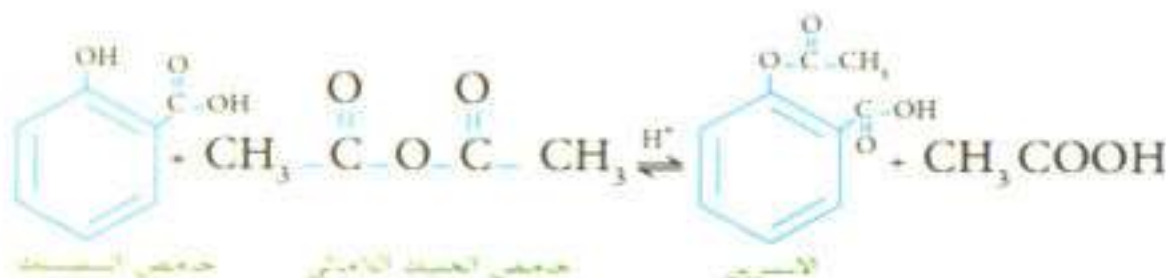




## تحضير الأسبرين

5-8

من تفاعل حامض السلسليك مع الحامض العضوي (حامض الخليك اللامائي) ليعطي الأستر المقابل وهو أستيل حامض السلسليك الذي يعرف تجارياً بالأسبرين .



## الكشف عن الفينولات

6-8

نضيف أملاح الحديد (III) إلى محاليلها حيث يتلون باللون الأزرق الغامق أو الأخضر الداكن ، أما عند إضافة محلول سيانيد البوتاسيوم الحديدي ( III ) إلى محاليلها فالمحلول يتلون باللون الأحمر .

## المركبات الحلقية غير المتجانسة

7-8

## مقدمة

1-7-8

المركبات الحلقية غير المتجانسة هو المركب الذي تكون فيه إحدى ذرات الحلقة أو أكثر ذرة غير الكربون مثلاً كبريت ، أوكسجين ، نتروجين ، تصنف إلى أليفاتية أو أروماتية اعتماداً على تركيبها الإلكتروني ، فالأليفاتية تشابه نظيرتها من المركبات الأليفاتية المفتوحة . وغير المتجانسة الأروماتية تشابه نظيراتها من المركبات الأروماتية الكربونية .

أين يمكن أن نجد المركبات الحلقية غير المتجانسة ؟



- 1 معظم السكريات على شكل مركبات حلقية غير متجانسة .
- 2 أغلب القواعد النتروجينية الموجودة في النباتات والمضادات الحياتية تحتوي أنظمة غير متجانسة .
- 3 البريدن يكون جزء من النيكوتين ويحتوي ذرة نتروجين واحدة .
- 4 البايروكس مركب حلقي خماسي يكون أحد مكونات الهيموغلوبين والكلورفيل .
- 5 أغلب العقاقير والأصباغ وغيرها يمكن أن نجد فيها مركبات حلقية غير متجانسة .



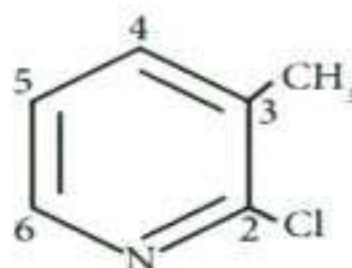




## تسمية المركبات الحلقية غير المتجانسة

2-7-8

هناك عدة طرق للتسمية ففي المركبات احادية الحلقة أحادية الحلقة يتم ترقيم الذرات ابتداءً من الذرة غير المتجانسة والتي تحمل عندئذ الرقم 1 - ثم يدور حول الحلقة بحيث تعطي المجموعات المعوضة في الترتيب هذه الحلقة أقل الأرقام الممكنة وبعدئذ يتم ترتيبها طبقاً الحروف الأبجدية . فمثال المركب التالي يسمى 2- كلورو - 3 مثيل بريدن

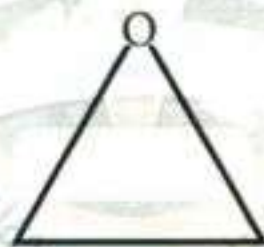


XII 2 - كلورو - 3 مثيل بريدن

## أنواع المركبات الحلقية غير المتجانسة

3-7-8

1 المركبات ذات الحلقة الثلاثية غير المتجانسة:- مركبات مناظرة للبروبان الحلقي مثل الأيبوكسيدات



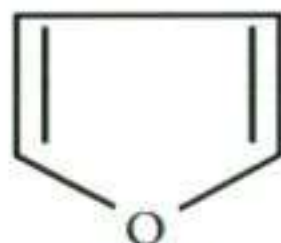
XIII أيبوكسيد الأثيلين

2 المركبات ذات الحلقة الرباعية غير المتجانسة:- مناظرة للبيوتان الحلقي وأكثر استقراراً من الحلقة الثلاثية مثل الأوكسيتان

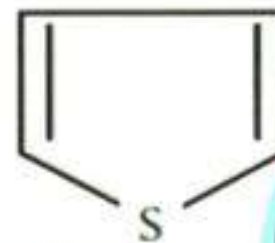


XIV أوكسيتان

3 المركبات ذات الحلقة الخماسية غير المتجانسة:- مناظرة للبنتادين الحلقي مثل الثايوفين والفيوران



VIII فيوران



XV ثايوفين





ما هو الفيوران ؟



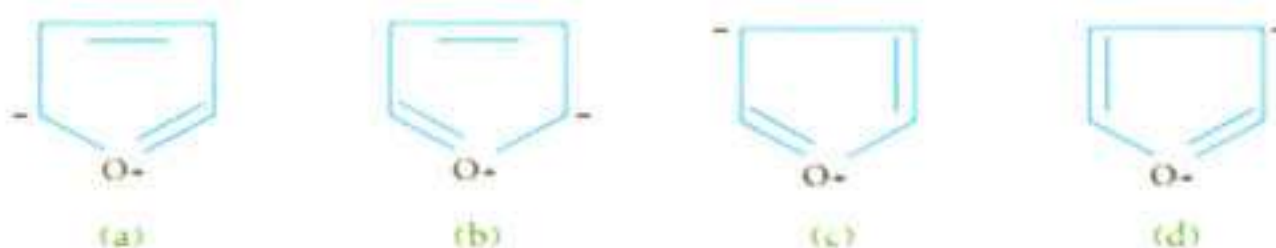
سائل عديم اللون درجة غليانه  $31^{\circ}\text{C}$  ذو رائحة تشابه رائحة الكلوروفورم وشحيح الذوبان في الماء .



يعتبر الفيوران هجين روزونانسي .

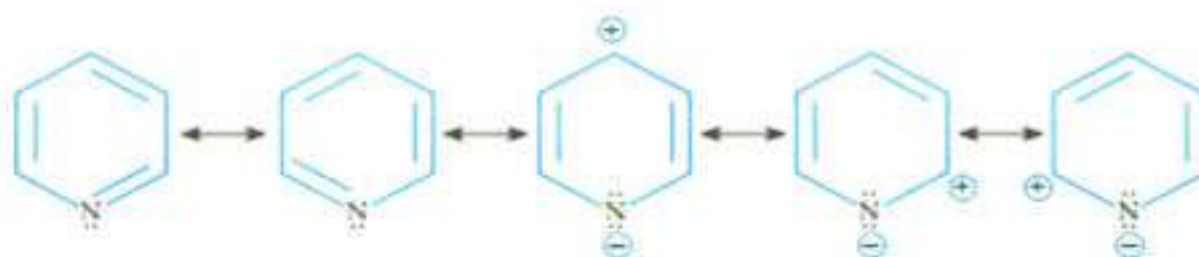


بسبب لا موقعية زوج إلكترونات ذرة الأوكسجين حيث تشكل التراكيب فيه من a إلى d الصيغ الافتراضية في الشكل وأهم هذه الصيغ هي a و b .



4 المركبات ذات الحلقة السداسية غير المتجانسة : - تكون منازرة للبنزين ومن أمثلتها البيردين وتمتلك صفة أروماتية تجعلها مستقرة . البيردين يمثل نظام غير متجانس سداسي الحلقة في تركيبه واستقراره يقاوم الأكسدة ومذيب لكثير من التفاعلات الكيميائية .

**ملاحظة** ثبات البيردين ناتج من الهجينات الروزونانسية التالية : -



البيردين هو قاعدة ضعيفة ( لماذا ؟ ) بسبب احتواء النتروجين على إلكترونين غير مشتركين تؤثر في خواصه الكيميائية بشكل كبير حيث أنه يدخل تفاعلات إضافة أكثر من تفاعلات التعويض .







8

## حل اسئلة الفصل الثامن

س 1-8

كيف تغير مفهوم المصطلح الاروماتي؟

ج/ أن مفهوم المصطلح الأروماتي يعني المركبات العضوية التي لها روائح عطرية وكذلك لمشتقات هذه المركبات فقد أطلق عليها اسم المركبات العطرية أو الأروماتية. ولكن فقدت هذه التسمية معناها الفعلي واكتسبت معنى ذا أهمية نظرية كون هذه المركبات التي تكون على قدر كبير من عدم التشبع فريدة في ثباتها وأستقرارها العالي وتشمل البنزين ومشتقاته والمركبات الشبيهة به من ناحية التركيب والفعالية الكيميائية مثل النفثالين والأنثراسين.

س 2-8

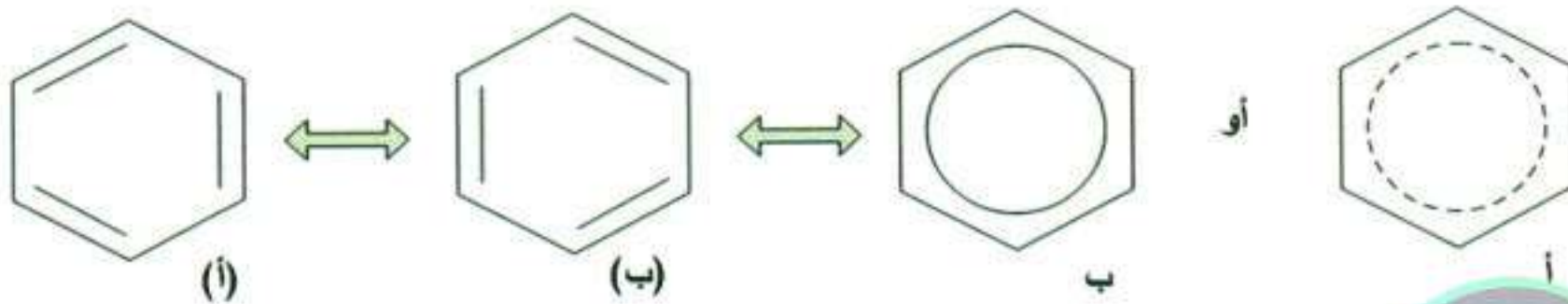
ما هو مصدر الهيدروكربونات الاروماتية؟

ج/ أول مركب في هذه المجموعة الأروماتية هو البنزين الذي تمكن العالم فاراداي من الحصول عليه لأول مرة عام 1825م من غاز الإضاءة. ويُعتبر قطران الفحم مصدراً مهماً للبنزين، كما إن كميات كبيرة منه يتم إنتاجها من الهيدروكربونات البترولية.

س 3-8

لماذا يعتبر تركيب البنزين هجيناً رزونانسياً؟

ج/ يدعى شكل البنزين الحقيقي الهجين الرزونانسي. حيث نلاحظ أنه في المكان الذي توجد فيه أصرة مزدوجة كذلك يمكن أن توجد أصرة منفردة وعند أخذ المعدل نحصل على شكل رزونانسي مهجن يحتوي على ست أواصر كاربون- كاربون متماثلة ومتساوية في الطول يكون وسط بين طول الأصرة المنفردة وطول الأصرة المزدوجة كما يلي:






س 4-8

c1ccccc1.ClCl>>c1ccccc1Cl.Cl

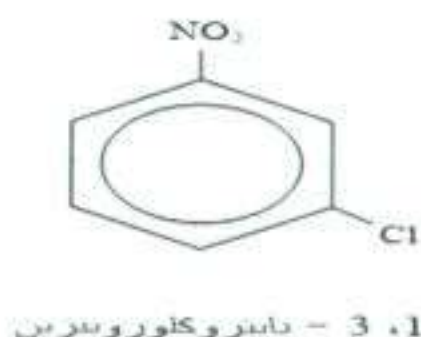
س 5-8



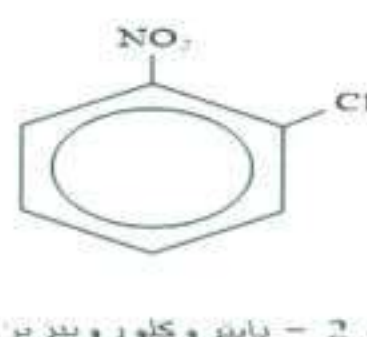
س 6-8



1. 4 - نائٹروکلوروینڈیز



1, 3 - دایروکلوروسین



1. 2 - باب وکلور وکلور

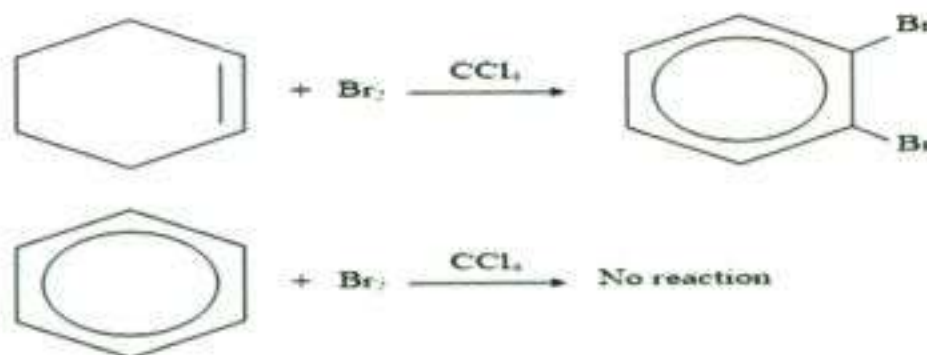




س 7-8

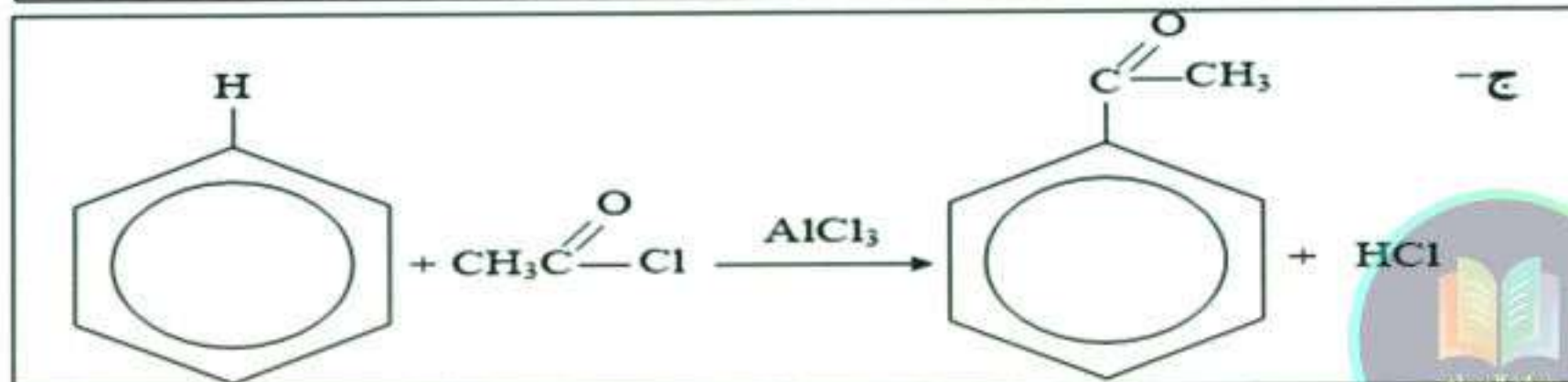
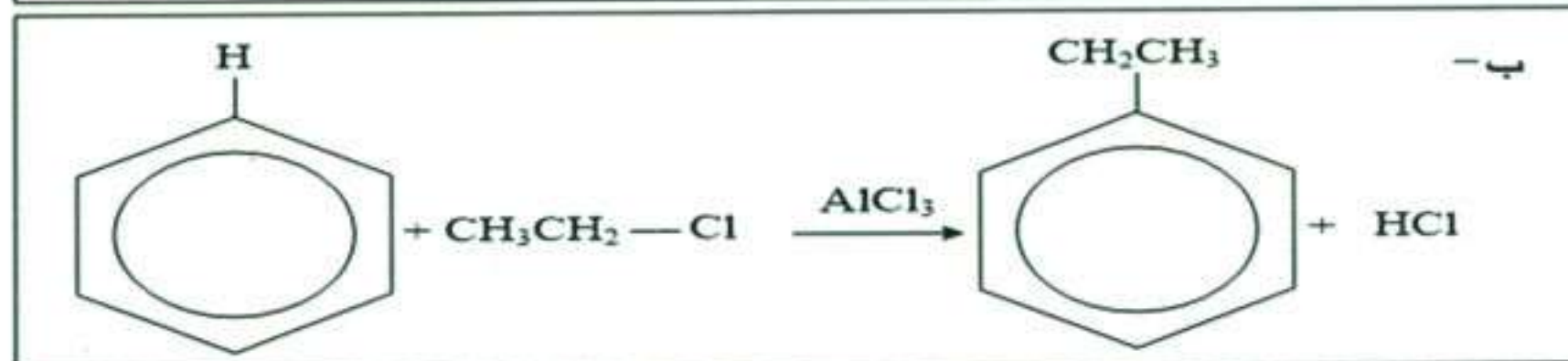
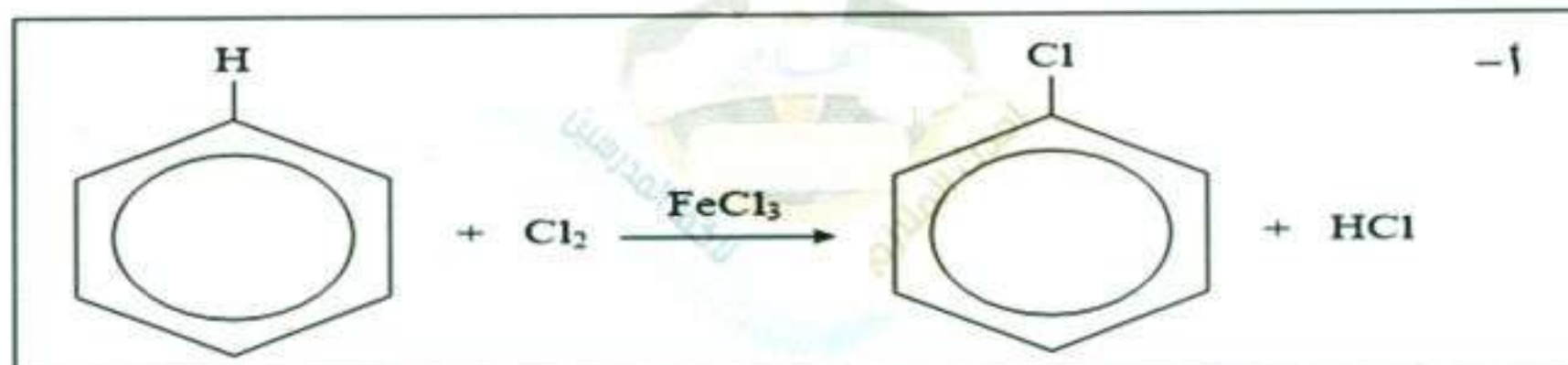
كيف تميز بين الهكسين الحلقي والبنزين؟

ج/ إن الهكسين الحلقي يتفاعل بسهولة عند إضافة البروم المذاب في رباعي كلوريد الكربون اليه مكوناً 1 و 2- ثنائي بروموهكسان الحلقي، بينما لا يتفاعل البنزين كلياً تحت نفس الظروف.



س 8-8

اكتب المعادلات الكيميائية لتفاعل البنزين مع :

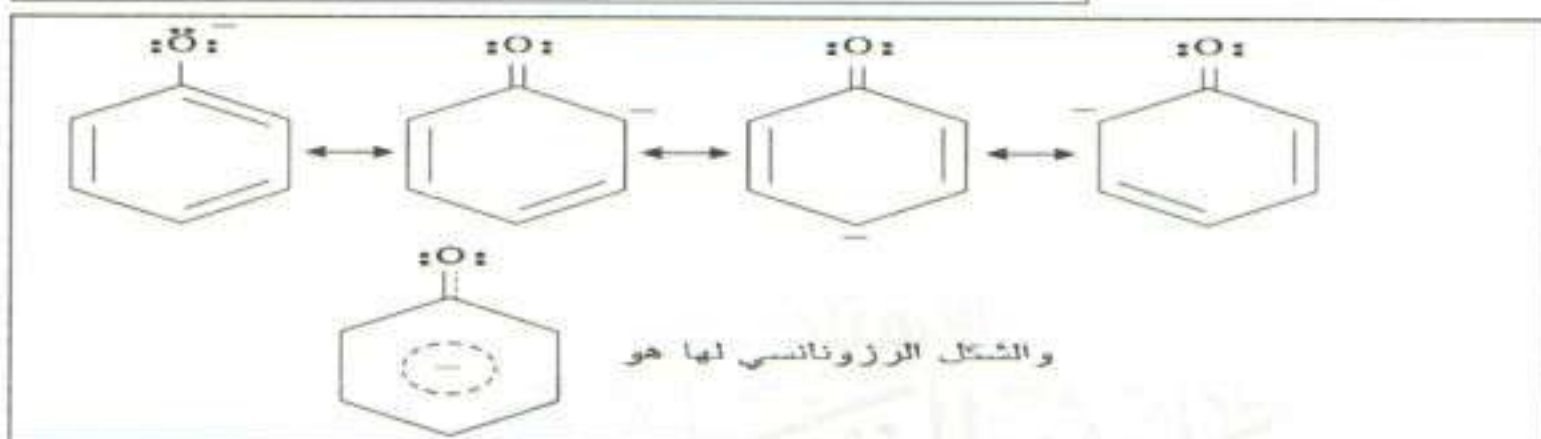
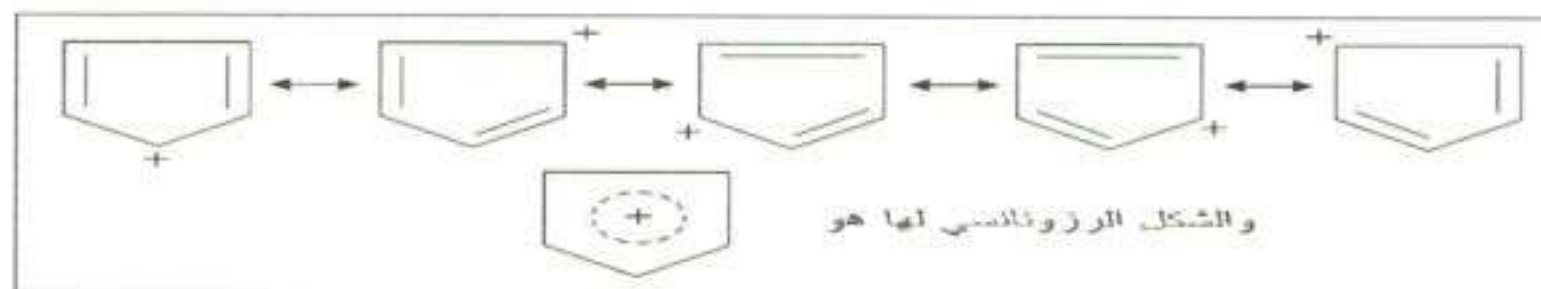
أ/  $\text{Cl}_2 / \text{FeCl}_3$ ب/  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} / \text{AlCl}_3$ ج/  $\text{CH}_3\text{COCl} / \text{AlCl}_3$ 





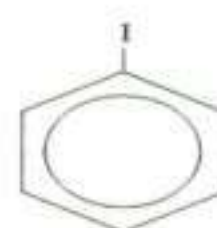
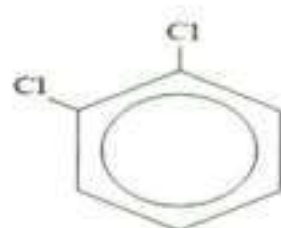
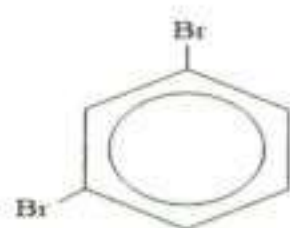
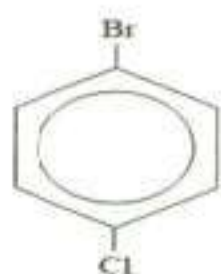
س 8-9

ارسم الاشكال الرزونانسية لكل مما يأتي؟



سم المركبات الآتية:

س 8-10

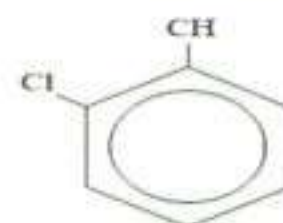
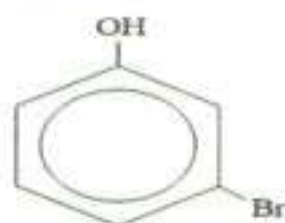
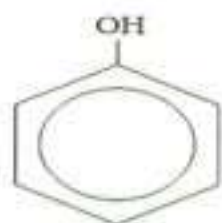
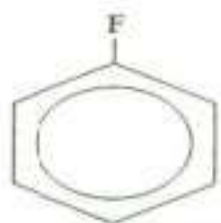


1، 4 - بروموكلوروبينزين

1، 3 - ثنائي بروموبينزين

1، 2 - ثنائي كلوروبينزين

يودوبينزين

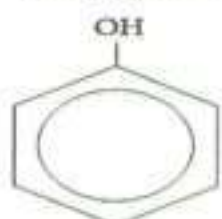
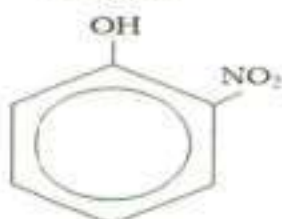


فلوروبينزين

2 - ميثيل فينول

3 - بروموفينول

1، 6 - ميثيل كلوروبينزين



2 - نايتروفينول

4 - إيثيل فينول

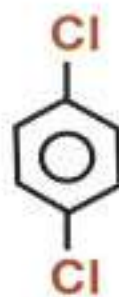




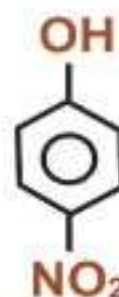
س 8-11

ارسم المركبات الآتية:

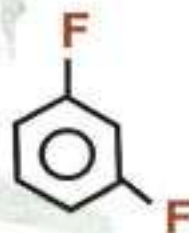
1 بارا ثنائي كلورو بنزين



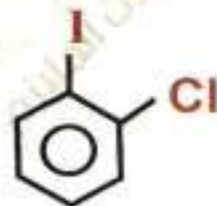
2 بارا نيترو فينول



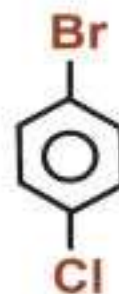
3 1،3- ثنائي فلورو بنزين



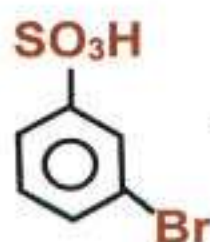
4 1،2- يودو كلورو بنزين



5 بارا برومو كلورو بنزين



6 ميتا برومو حامض السلفونيك

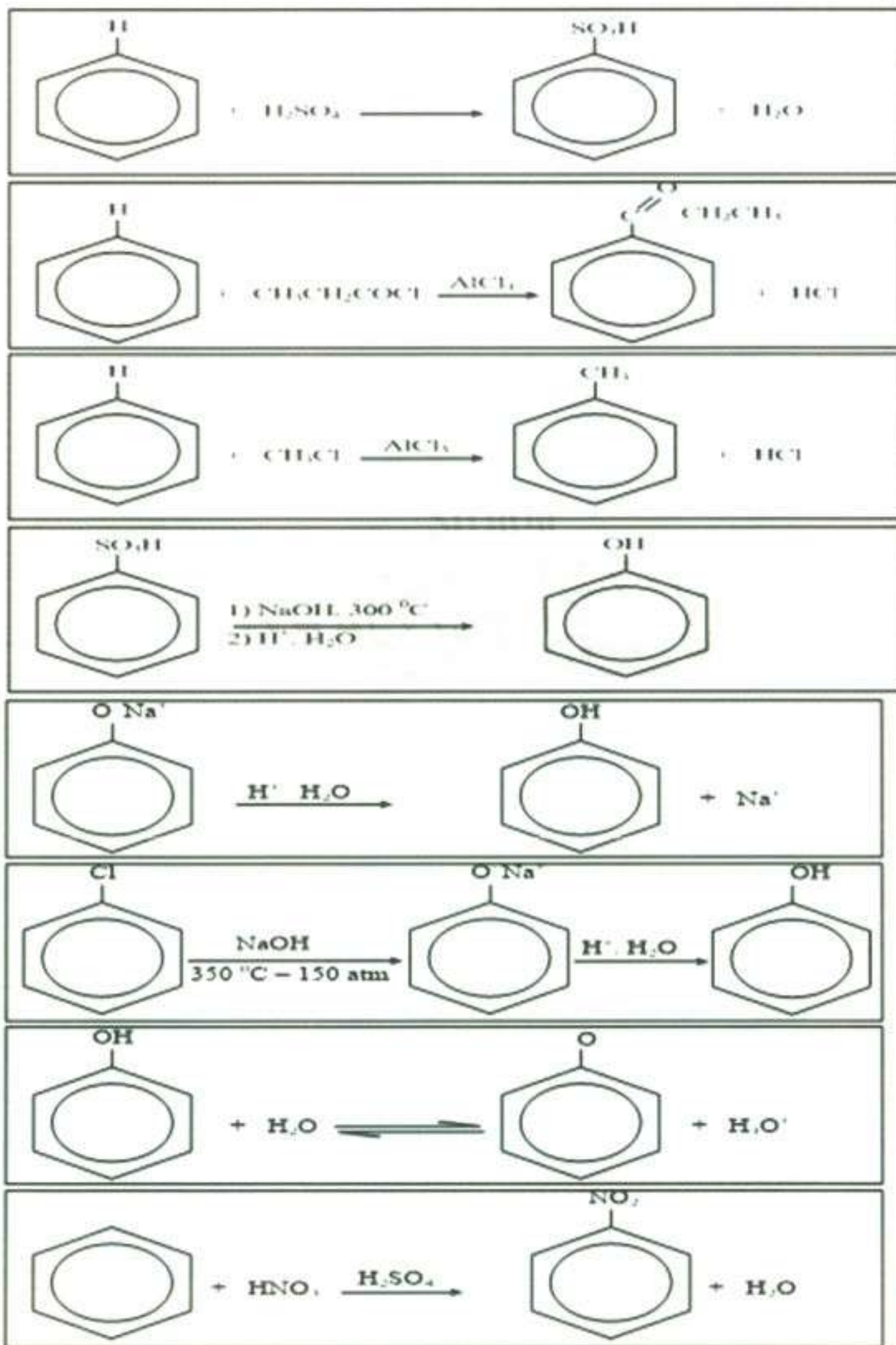
شبكة المساء  
@SadsHelp





أكمل المعادلات الآتية:

س 8-12





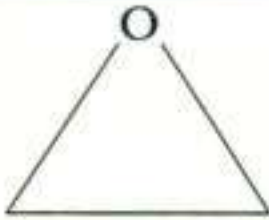





س 8-13

ما هي المركبات الحلقية غير المتجانسة وكيف تقسم انواعها؟

ج/ المركب الحلقى غير المتجانس هو المركب الذي تكون فيه إحدى ذرات الحلقة أو أكثر غير الكربون، وغالبية الأنواع الشائعة تحتوي على ذرات النتروجين أو الأوكسجين أو الكبريت بالإضافة إلى الكربون الذي يشكل نسبة عالية فيه. ويمكن أن تُقسّم إلى مركبات أليفاتية أو مركبات أروماتية غير متجانسة بحسب ترتيبها الإلكتروني.

أنواعها هي :

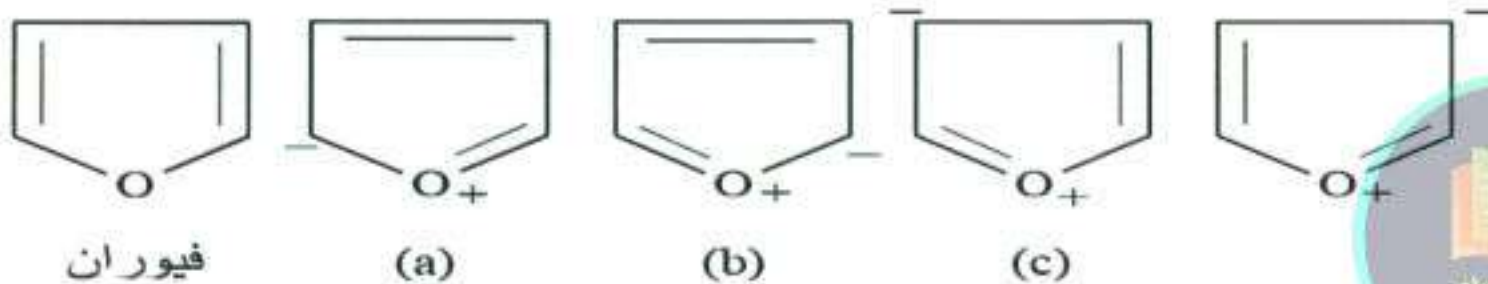
إيبوكسيد الأثيلين		1 المركبات ذات الحلقة الثلاثية غير المتجانسة
أوكسيتان		2 المركبات ذات الحلقة الرباعية غير المتجانسة
الفيوران		3 المركبات ذات الحلقة الخماسية غير المتجانسة
البيريدين		4 المركبات ذات الحلقة السداسية غير المتجانسة

س 8-14

ما هي الخواص الفيزيائية للفيوران. وما هي الاشكال الرزونانسية له؟

ج/ الخواص الفيزيائية للفيوران:

- 1 سائل عديم اللون.
  - 2 درجة الغليان  $31^{\circ}\text{C}$ .
  - 3 له رائحة الكلوروفورم.
  - 4 شحيح الذوبان في الماء.
  - 5 يمتزج مع معظم المذيبات العضوية.
- الاشكال الرزونانسية هي:



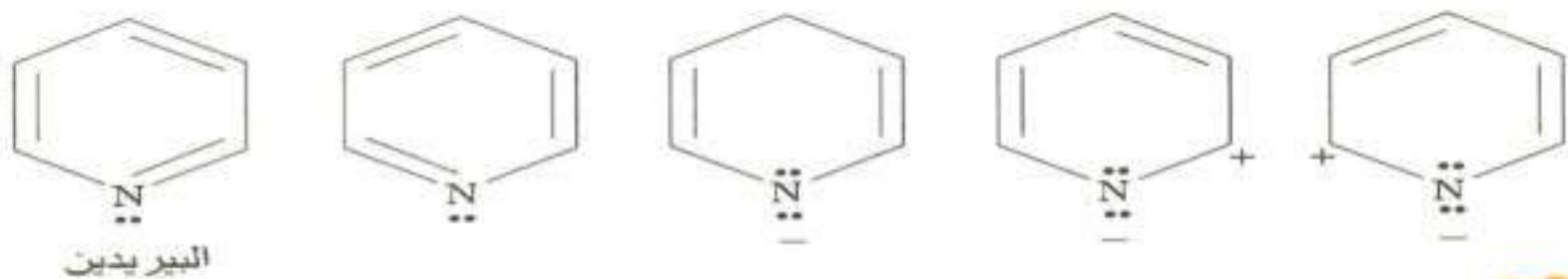




س8-15

ما هو البيردين وما هي اشكاله الرزونانسية؟

ج/ البيردين نظام غير متجانس سداسي الحلقة يشبه البنزين في ثباته وتركيبه.



س8-16

متى عزل الفينول لأول مرة. وما هي استخداماته؟

ج/ عُزل الفينول في القرن التاسع عشر من قطران الفحم (Coal tar).  
استخداماته: كمادة أولية لتحضير الأسبرين والأصباغ وحبر الكتابة والصمغ والصناعات البلاستيكية.

س8-17

اكتب تفاعل الاستبدال الالكتروفيلي العام رصاصي الخطوات الثلاثة الخاصة به؟

ج/ التفاعل العام (الاستبدال الالكتروفيلي)

وهذه تتضمن ثلاث خطوات هي:

1 يقوم العامل المساعد بتحويل المادة المتفاعلة الى كاشف باحث عن الالكترونات ( $E^+$ )

2 في الخطوة الثانية تهاجم إحدى الأواصر المزدوجة من حلقة البنزين الكاشف الباحث عن الالكترونات مكوناً ايون الكربونيوم الموجب.



3 الخطوة الثالثة يتم سحب بروتون (ذرة هيدروجين موجبة  $H^+$ ) بواسطة Nu-Catalyst الناتج من الخطوة الأولى مكوناً الناتج الآخر  $H - Nu$  بينما تعود حلقة البنزين الى حالة الأروماتية.







س 8-18

ما هي الطرائق الصناعية لتحضير البنزين اكتبها بالتفصيل.

/ج



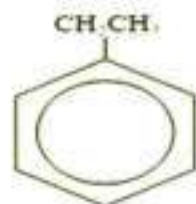
س 8-19

اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التالية:



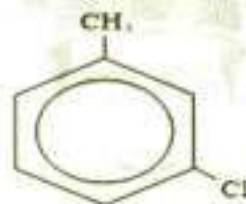
(4)

بارا-ثنائي كلورو بنزين



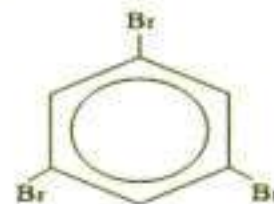
(3)

أثيل - بنزين



(2)

ميثا-كلورو تولوين



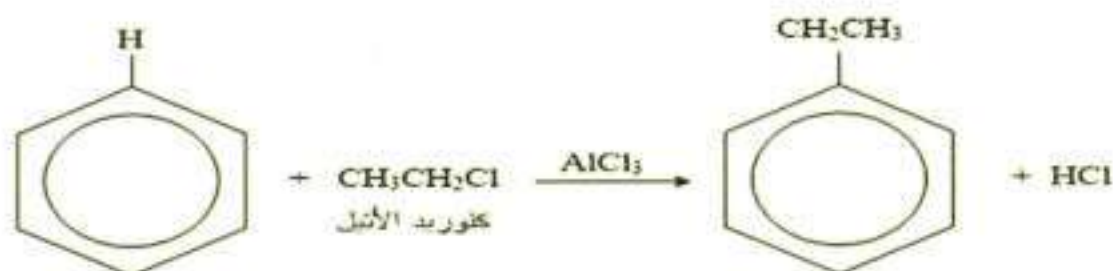
(1)

1، 3، 5 - ثلاثي بروموبنزين

س 8-20

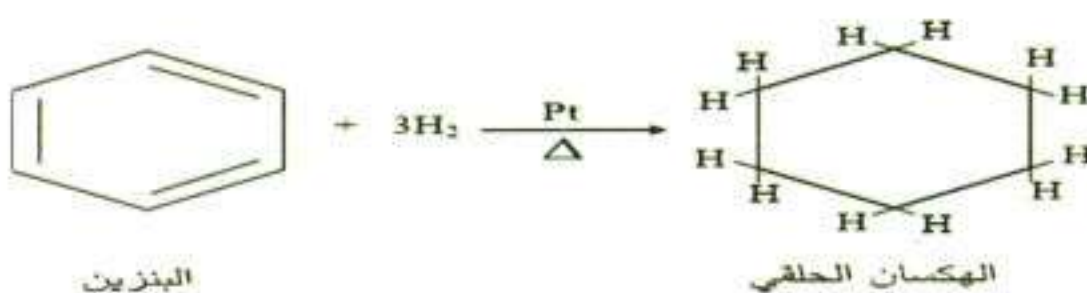
عبر بصيغ تركيبية عن تفاعل البنزين مع كلوريد المثل.

/ج



س 8-21

بمعادلة كيميائية وبصيغ تركيبية اكتب ناتج عملية الاختزال للبنزين بواسطة الهيدروجين وبوجود البلاتين؟







س 8-22

اكتب تفاعل اضافة الكلور الى البنزين بوجود الضوء؟



س 8-23

ارسم المركبات الآتية :



س 8-24

ضع علامة (T) امام العبارة الصحيحة و (x) امام العبارة الخاطئة:

- 1 تعتبر المركبات الاروماتية من المركبات العضوية الحاوية على نسبة من عدم التشبع (T)
- 2 تتكون جزيئة الفيوران من خمس ذرات كاربون مرتبطة مع بعضها على شكل حلقة خماسية (x)
- 3 ان البنزين ذو صيغة جزيئية  $C_6H_6$  يحتوي على ستة أوامر ثلاث منها منفردة وثلاث اخرى مزدوجة (T)
- 4 ان تفاعلات التعويض التي يدخلها البنزين دليل على استقراره العالية (T)
- 5 تستعمل المصطلحات اورثو وميتا وبارا في تسمية مشتقات البنزين الثنائية والمتعددة (T)
- 6 يحترق البنزين بلهب ساطع وداخن بسبب النسبة العالية للكربون فيه (T)
- 7 يختزل البنزين بسهولة بواسطة الهيدروجين الى الهكسان الحلقي (T)
- 8 الهلجنة هي عملية استبدال احدى ذرات الهيدروجين في البنزين بمجموعة سلفونيك  $SO_3H$  (x)
- 9 تدعى الكواشف الغنية بالإلكترونات بالكواشف الباحثة عن الالكترونات (x)
- 10 يدعى الاستر الناتج من تفاعل حامض السلسليك وحامض الخليك تجارياً بالاسبرين (T)
- 11 يتم الكشف عن الفينولات بواسطة محاليل املاح الزئبق (x)
- 12 البيريدين مركب حلقي غير متجانس يحتوي على ذرة واحدة من اللوكسجين (x)
- 13 يبدأ الترقيم في المركبات الحلقية غير المتجانسة احادية الحلقة ابتداءً من الذرة غير المتجانسة والتي تعطى الرقم 1 (T)
- 14 المركبات ذات الحلقة الثلاثية غير المتجانسة هي المركبات الحلقية المناظرة للبيوتان الحلقي (x)





## قناة تعليمية تقدم لكم

1

الملازم الدراسية والوزارية

2

المراجعات المركزة

3

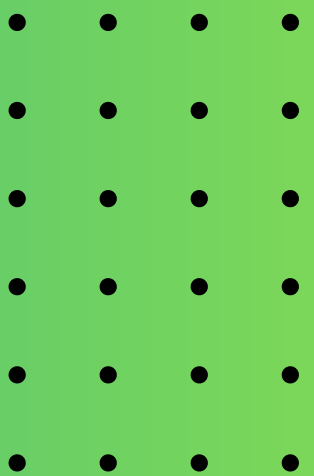
الكتب المنهجية

4

الامتحانات والملخصات الدراسية

5

الاخبار مع التحفيزات والنصائح



Telegram Bot



@EDIRQBot

Telegram Channel



@SadsHelp

Telegram Group



@SadsGroup