

# الباب الخامس المركبات الأروماتية



## الباب الخامس

### " المركبات الأروماتية "

### " Aromatic compounds "

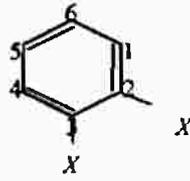
كان كيكوليه أول من شخص أن المركبات الأروماتية جميعها تحتوي علي وحدات مكونة من ستة ذرات كربون وتحفظ هذه الوحدات بكيانها واستقرارها خلال معظم التفاعلات الكيميائية . ومع تقدم الزمن . تبين من خلال الدراسات والبحوث أن لهذه المركبات علاقة بتركيب البنزين . لذا أصبح اصطلاح " الأروماتية " يطلق علي البنزين ومشتقاته ( البنزنويد ) ( Benzenoids ) وهذه المركبات حلقية ولكنها تختلف في صفاتها عن المركبات الحلقية الأليفاتية .

#### البنزين :-

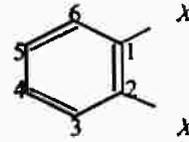
البنزين له الصيغة الجزيئية  $C_6H_6$  وقد أوضحت الدراسات الأولية أن جزيئة البنزين غير مشبعة . ولأنها غير مشبعة فإتينا نتوقع أن تعاني تفاعلات الإضافة ، كإضافة البروم مثلاً ، الا أن جزيئة البنزين لا تتفاعل مع البروم في رابع كلوريد الكربون ولا يزيل لون البروم . وحتى إضافة الهيدروجين لا تتم تحت الظروف الا بوجود محفز مثل النيكل .

غير أن البنزين يتفاعل مع البروم بوجود حامض لويس مثلاً  $FeBr_3$  كعامل مساعد حيث تحل ذرة البروم محل ذرة هيدروجين في جزيئة البنزين مع انبعاث  $HBr$  . ونتيجة لهذا التفاعل يحصل مشتق واحد للبنزين احادي البروم هو البرومو بنزين ، ولا يحصل خليط من مشتقات البنزين احادي البروم . ويدل هذا أما علي وجود ذرة هيدروجين واحدة في جزيئة البنزين يمكن استبدالها أو أن جميع ذرات الهيدروجين المرتبطة بالحلقة متكافئة من حيث الموقع والفعالية وإن استبدال أي منها يعطي نفس المشتق . وللتوصل الي الاستنتاج الصحيح يجب فهم تركيب جزيئة البنزين أولاً .





( د )

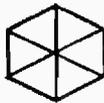


( ج )

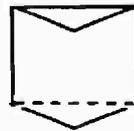
الروابط المزدوجة في الأيزومر ( ج ) هي بين ذرتي الكربون اللتين تحملان ( X ) .  
 أما في الأيزومر ( د ) فإن ذرتي الكربون هاتين تربطهما رابطة منفردة . وبسبب هذا  
 التصور أقترح كيكولية ان للبنزين صيغتين وأن هاتين الصيغتين في حالة توازن  
 مستمر - لا يمكن فصل الواحدة عن الأخرى .



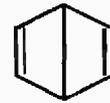
وعلى الرغم من أن إضافة هذا المقترح من قبل كيكولية قد أجاب على التساؤلات .  
 فإننا ندرك في الوقت الحاضر بأنه لا توجد للبنزين صيغتان أصلاً . إلا ان المعنيين في  
 الكيمياء مازالوا يستعملون صيغة كيكولية لأسباب عملية وهي مفضلة على جميع  
 التراكيب المقترحة الأخرى للبنزين .



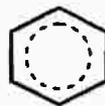
صيغة كلوس



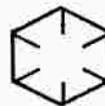
صيغة لاثيرغ



صيغة ديور

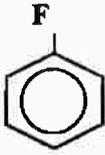


صيغة ثيل

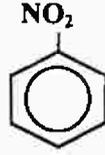


## تسمية مشتقات البنزين :-

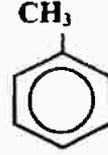
تستعمل طريقتان في تسمية مشتقات البنزين أحادية التعويض في معظم المركبات يكون البنزين الأسس الأم يسمى المشتق عندئذ بإلحاق اسم البنزين باسم المجموعة المعوضة كما في :



فلوروبنزين

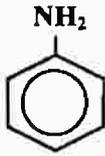


نيترو بنزين

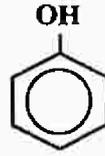


مثيل بنزين

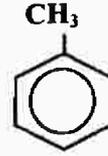
ولبعض المركبات أسماء خاصة تشمل المجموعة المعوضة والبنزين معاً ، مثل الميثيل بنزين الذي غالباً ما يسمى طولوين ( Toluene ) ، والهيدروكسي بنزين الذي يسمى بالفينول ( Phenol ) والأمينو بنزين الذي يسمى بالأنيلين ( Aniline ) .



أنيلين

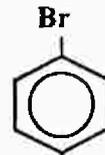
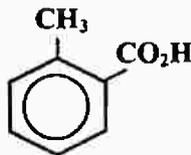


فينول

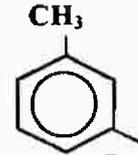


طولوين

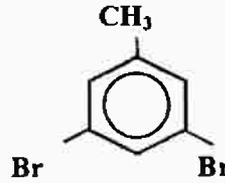
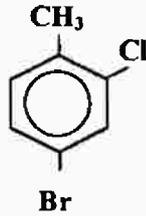
أما في حالة مشتقات البنزين ثنائية التعويض فيجب أن نشير في تسمية المركب الي الموقع النسبي للمجموعتين المعوضتين . توجد ثلاث أيزومرات لمشتقات البنزين ثنائية التعويض . ويثار لها بـ أورثو ( Ortho ) ، ميتا ( meta ) وبارا ( Para ) وتختصر الي ( P<sup>-</sup> , m<sup>-</sup> , O<sup>-</sup> ) . ومن هذه المركبات .



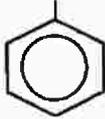
Br



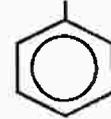
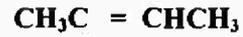
اما اذا كانت هناك أكثر من مجموعتين معوضتين فتستعمل في هذه الحالة الأرقام لتعيين مواقع المجاميع . كما في الأمثلة :



وفي حالات أخرى تعتبر مجموعة الفينيل ( فنيل ) مجموعة معوضة علي سلسلة الكربون الأليفاتي :

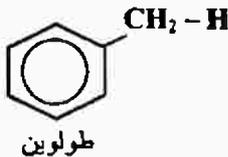


2- مئيل - 4 - فنيل هكسان



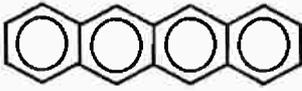
2- فنيل - 2 بيوتين

ويمكن استعمال أحدي الرموز التالية بدلاً من رسم حلقة البنزين  $\text{Ph}^-$  أو  $\text{O}^-$  أو  $\text{C}_6\text{H}_5$  لمجموعة الفينيل أما مجموعة البنزيل فيقصد بها المجموعة المشتقة من الطولوين .



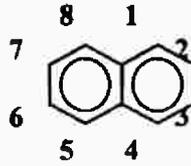
## المركبات الأروماتية المحتوية على أكثر من حلقة :

1- هذه المجموعة من المركبات الأروماتية متعددة الحلقات المتجانسة .



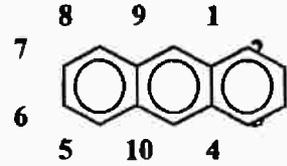
نفثالين

naphthalene



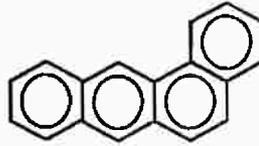
نفثالين

naphthalene



انتراسين

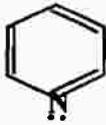
anthracene



بنزو [أ] انتراسين

Benzo-[A] anthracene

2- توجد مركبات أروماتية في الطبيعة تحتوي حلقتها أيضاً على عنصر آخر غير الكربون وتسمى هذه المركبات " بالحلقية غير المتجانسة " وفي أدناه بعض الأمثلة :



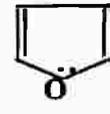
بيردين

Pyridine



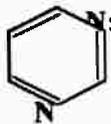
بيروول

Pyrrole



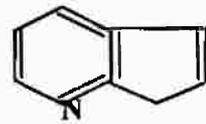
فيوران

Furan



برميدين

Pyrimidine



H

أندول

Indole

## التفاعلات الأروماتية ( تفاعلات التعويض الباعثة عن الألكترونات ) :

تمتاز التفاعلات الأروماتية بأنها تفاعلات تعويض . وتتم بوجود كواشف باعثة عن الألكترونات . لذلك تسمى هذه التفاعلات بـ " تفاعلات تعويض باعثة عن الألكترونات " . ويمكن توضيح ذلك بالتفاعل العام التالي :



حيث  $\text{E}^+$  يمثل كاشف باحث عن الألكترونات وبواسطة تفاعلات التعويض الباعثة عن الألكترونات يمكن تحضير مشتقات البنزين المعوضة التي لا يمكن الحصول عليها بطريقة أخرى وفي هذا الفصل سوف نحاول شرح التفاعلات التي من خلالها يمكن إدخال :

- 1- مجموعة نيترو ( $\text{NO}_2$ ) وتسمى بتفاعلات النيترة .
  - 2- مجموعة الهالوجين ( $\text{X}$ ) وتسمى بتفاعلات الهلجنة .
  - 3- مجموعة حامض سلفونيك ( $\text{SO}_3\text{H}$ ) وتسمى بتفاعلات السلفنة .
  - 4- مجموعة الكيل ( $\text{R}$ ) وتسمى بتفاعلات الألكلة .
  - 5- مجموعة أسيل ( $\text{RCO}$ ) وتسمى بتفاعلات الأسيلة .
- كل هذه التفاعلات تتطلب مهاجمة كاشف باحث عن الألكترونات لحلقة البنزين . وسوف ندرس كل تفاعل علي حدة ونوضح ميكانيكيته .

### أ- الهلجنة :-

سبق وأن تكلمنا عن تفاعلات الألكينات مع البروم . ويحدث هذا التفاعل بسرعة وفي درجات حرارة منخفضة حيث يضاف البروم الي الألكين . ان هذا التفاعل طارد للحرارة وذلك لأن حصول رابطتي كربون - بروم مصحوب بانبعث طاقة أكبر من الطاقة اللازمة لكسر رابطة بروم وفتح رابطة  $\pi$  وعلي العكس

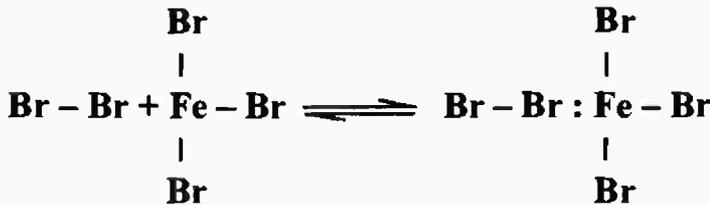
فإن إضافة جزيئة بروم الي الرابطة المزدوجة من حلقة بنزين يكون مصحوباً  
بإمتصاص طاقة :-



ان البروم لا يتفاعل مع البنزين تحت نفس الظروف المستعملة في تفاعلاته مع  
الألكينات . ولكن عند إضافة أحد حوامض لويس الملائمة مثل بروميد الحديد يحدث  
التفاعل ويكون الناتج إحلال ذرة بروم محل ذرة هيدروجين في حلقة البنزين بدلاً من  
تفاعل الإضافة المتوقعة :



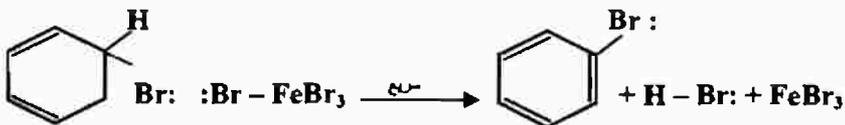
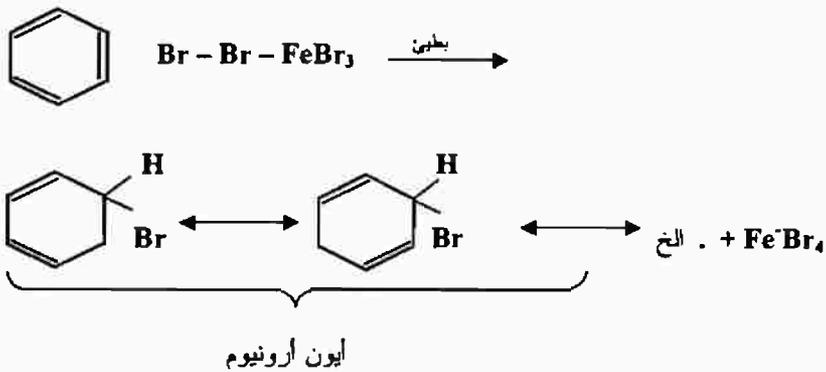
وهذا التفاعل طارد للحرارة أيضاً . ان وجود حامض لويس كمحفز يساعد  
علي سحب أيون البروميد السالب بقوة من جزيئة البروم تاركاً أيون البروميوم الموجب  
(  $Br^+$  ) أو ما يسمى بالكاشف الباحث عن الإلكترونات



ان الناتج الوسطي من تفاعل أيون البروميوم مع البنزين هو كربوكاتيوم متبادل  
( **Conjugated cation** ) . ولهذا الأيون شكل فراغي حلقي مسطح تكون فيه ذرة  
الكربون الحاملة لذرة البروم المشبعة ( كربون رباعي السطوح ) مرتبطة مع بقية

ذرات الكربون الخمسة لحلقة البنزين حيث تنتشر الشحنة الموجبة وبذلك يكتب هذا الكاتيون استقراراً كما يتضح :

والخطوة التالية بعد تكون الناتج الوسطي ( الأيوني ) هو فقدان بروتون ( نزع بروتون من أيون الكربوكاتيون ) لكي تسترجع التفاعل نظام  $\pi$  المستقر ( اللاموقعية - الصفة الأروماتية ) وتكون محصلة التفاعل ناتج يتم فيه تعويض احدي بروتونات الحلقة بذرة هالوجين = بروم ( بدلاً من تفاعل الإضافة المتوقع في أنظمة  $\pi$  ) . ويساعد في نزع البروتون وجود أيون  $\text{FBr}_4^-$  السالب . ويمكن أن تلخص خطوات التفاعل بـ :



### ب- النيترة ( Nitration ) :-

يتفاعل البنزين مع مزيج من حامض النيتريك وحامض الكبريتيك المركزين حيث يتكون النيتروبنزين . وتتضمن ميكانيكية التفاعل الخطوات التالية :-  
 1- تكوين أيون النيترونيوم ( Nitronium ion )  $\text{NO}_2^+$  ( كاشف باحث عن الالكترونات ) .



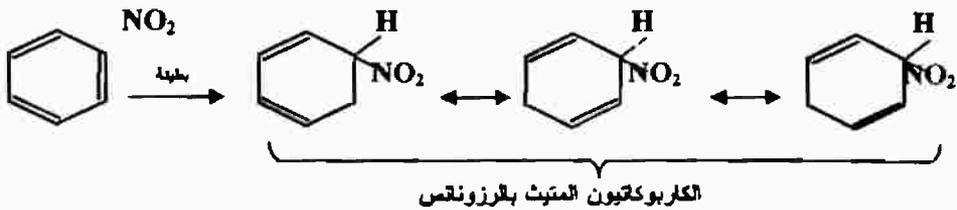
ويمكن تلخيص المعادلتين بـ



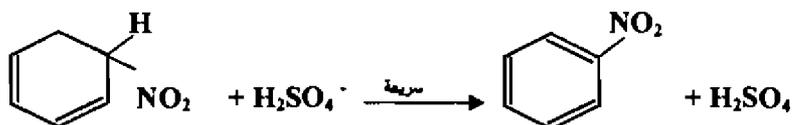
ان ايون النيترونيوم يشبه جزئية ثاني أكسيد الكربون حيث تكون الجزئية خطية (مسطحة) ويعتبر كاشف باحث عن الإلكترونات قوياً .



2- يتفاعل أيون النيترونيوم مع البنزين وكوناً الكربوكاتيون :



3- استخلاص بروتون من أيون الكربوكاتيون (بنتااينيل) بواسطة القاعدة  $\text{HSO}_4^-$  ويتكون المركب نيتروبنزين .



### ج-السلفنة ( Sulfonation ) :-

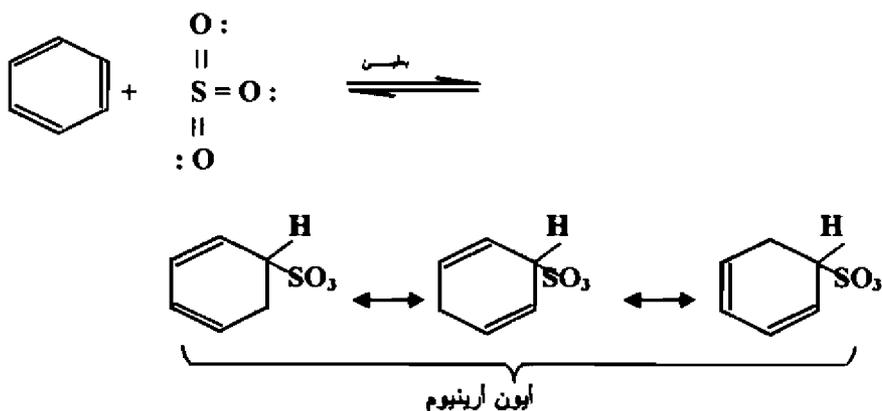
يتفاعل البنزين مع حامض الكبريتيك الداخن في درجة حرارة الغرفة معطياً حامض البنزين سلفوتيك . ان حامض الكبريتيك الداخن يحتوي علي ثالث أكسيد الكبريت ( SO<sub>3</sub> ) .

ويمكن لتفاعل السلفنة أن يحدث في حامض الكبريتيك المركز الا أن التفاعل يكون أبطأ . كما رأينا في تفاعل النيترة فإن تفاعل السلفنة يتم بخطوات يمكن تلخيصها كالآتي :

1- ( في حالة استعمال حامض الكبريتيك المركز فقط ) .



2- ويحدث التفاعل التالي بين ثالث أكسيد الكبريت والبنزين .



3- ثم انتقال بروتون من الكربوكاتيون الي القاعدة HSO<sub>4</sub>



4- يتم تبادل بين القاعدة السلفونات وحامض الهيدروكسونيوم ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) .



جميع خطوات عكسية وتصل حالة إتزان . أي اننا عند كتابة معادلات تفاعل البنزين أو مشتقاته مع حامض الكبريتيك يجب أن نشير الي حالة الإتزان في معادلة التفاعل .



وبعني ذلك انه يمكن تحرير البنزين من حامض البنزين سلفونيك في تفاعل عكسي . ويتحقق ذلك بمعادلة حامض السلفونيك مع حامض الكبريتيك المخفف وإمرار بخار خلال مزيج التفاعل باستمرار ( في مثل هذه الظروف وجود كمية كبيرة من الماء ينزاح الإتزان الي جانب الأيسر من التفاعل ويتحرر البنزين .

د- الأكلية : ( تفاعل فريدل - كرافتس ) :-

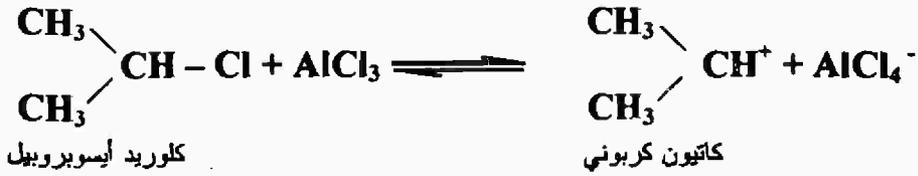
### Fridel-Crafts alkylation reaction :-

ان تفاعلات فريدل - كرافتس هي تفاعلات تعويض باحث عن الألكترونات حيث يكون الكاشف الباحث عن الالكترونات أيون الألكيل كاربونيوم ( كاربوكاتيون ) أو أيون الأسيليوم  $\text{RCO}^+$  والذي سيأتي نكره في تفاعل الأسيلة وابتباع هذا التفاعل يمكننا مشتقات الألكيل ومشتقات الأسيل للبنزين .



وتتضمن ميكانيكية التفاعل الخطوات التالية :-

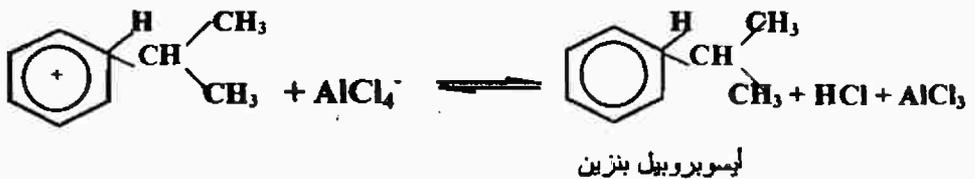
1- يتم تكوين الألكيل كاربونيوم بمساعدة هاليد الألومونيوم أو هاليد البورون .



2- مهاجمة أيون الألكيل كاربونيوم حلقة البنزين وتكوين أيون كاربونيوم آخر مثبت الرزونانس .



3- سحب بروتون من أيون الكاربونيوم الوسطي من قبل القاعدة  $\text{AlCl}_4^-$



ويعتمد تكوين الكاربوكاتيون الوسطي علي نوع هاليد الألكيل المستعمل . فمركبات هاليدات الألكيل الأولية لا تكون أيون كاربونيوم بسهولة . ومن المعتقد أن حامض

لويس يكون معقداً مستقطباً مع هاليد الألكيل الأولي تزداد فيه سعة ذرة الكربون في البحث عن الإلكترونات :

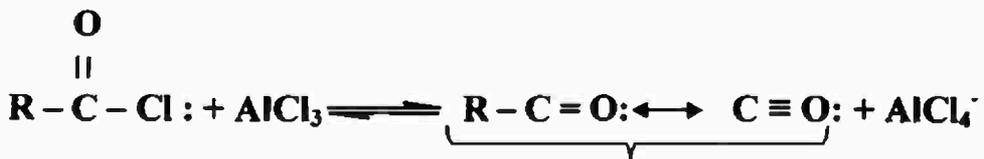


أما في حالة استعمال هاليدات الكيل الثانوية أو الثالثة فإن تكوين أيون الكربونيوم أسهل.

هـ - الأسيلة : ( تفاعل فريدل - كرافتس )

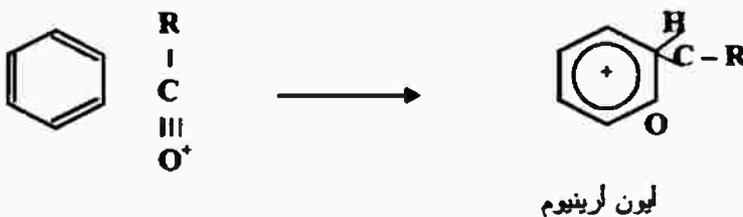
**Friedel-Crafts acylation :-**

يتضمن تفاعل الأسيلة إحلال مجموعة أسيل في حلقة البنزين . ان مجموعة الكربونيل تكون قاعدية . ويمكنها تكوين معقد مع حامض لويس قوي مثيل كلوريد الألومنيوم .



( أيون أسيليوم ( هجين طنون )

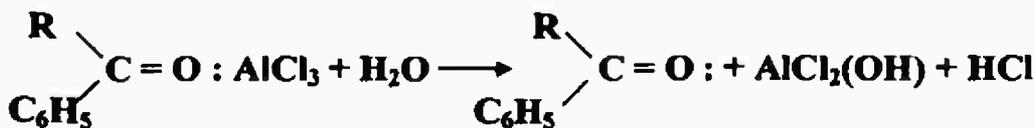
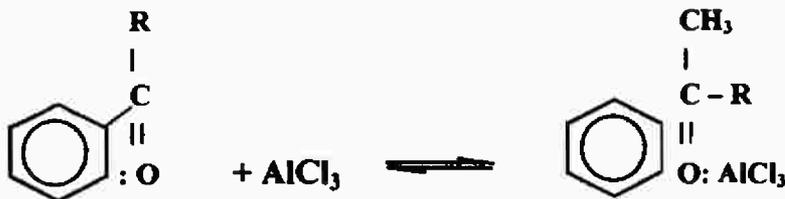
وتكون الخطوة الثانية في التفاعل هي الخطوة المحددة البطيئة وهي مهاجمة أيون الأسيليوم للحلقة الأروماتية وتكوين أيون كاربونيوم آخر .



أما الخطوة الثالثة فهي لفظ بروتون من أيون الكربونيوم هذا واستعادة النظام الأروماتي للحلقة .



وكما يظهر ان خطوات تفاعل الأسيلة مشابهة تماماً لخطوات التفاعل الباحثة عن الالكترونات الأخرى ويكون الناتج النهائي في هذا التفاعل كيتوناً أروماتياً . وبسبب ارتباط مجموعة الكربونيل بحلقة البنزين يصبح له مركز قاعدي . لذلك يتكون معقد مع كلوريد الألمونيوم . كنتاج نهائي في تفاعلات الأسيلة . ولكن خلال عمليات فصل المادة يتحطم هذا المعقد بفعل الماء .

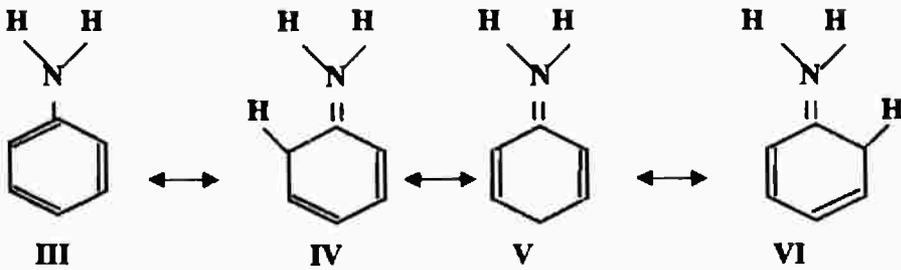


### تأثير المحاميع المعوضة ( الفاعلية والتوجيه ) :

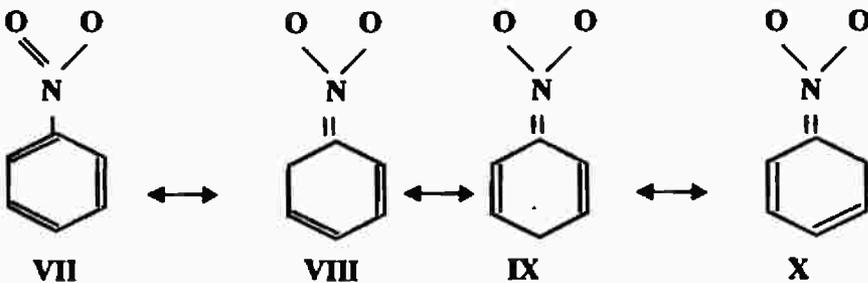
#### أ- شرح التوجيه استناداً الى توزيع الشحنة :

يعتمد توزيع الشحنة في مشتقات البنزين علي تأثير قطبية المجموعة المعوضة . فعندما تكون المجموعة الموجودة فعلاً علي حلقة البنزين هي

$\text{HO}^-$  ,  $\text{RO}^-$  ,  $\text{H}_2\text{N}^-$  ,  $\text{R}$  فإن الكاشف الباحث عن الالكترونات المهاجمة تحل الموقع أورثو الباربا بالنسبة لتلك المجموعة . ان الصفة المشتركة بين هذه المجاميع هو أن الذرة المرتبطة فيها مباشرة بالحلقة تحتوي علي الأقل مزدوج الكتروني غير مشترك يستطيع الإستراك في رز ونانس مع الحلقة الأروماتية مما يؤدي الي زيادة الكثافة الألكترونية في الموقعين أورثو والباربا



ان الأشكال ( VI , IV ) تمثل التراكيب الرزوماتية الواهبة للأنيلين . ويظهر من هذه التراكيب ان أعلي تركيز للشحنة السالبة هو في مواقع الأورثو والباربا . لذا فإن الكاشف الباحث عن الالكترونات سيهاجم بطبيعة الحال واحداً من هذه المواقع أو أكثر . حيث يحصل الأرتباط . ونظراً لزيادة تركيز الكثافة الألكترونية في المواقع الأورثو والباربا فإن وجود المجموعة المعوضة هذه علي حلقة البنزين قد ساهم في زيادة فعالية الحلقة ، أي انها سهلت تفاعلات التعويض بوجودها .

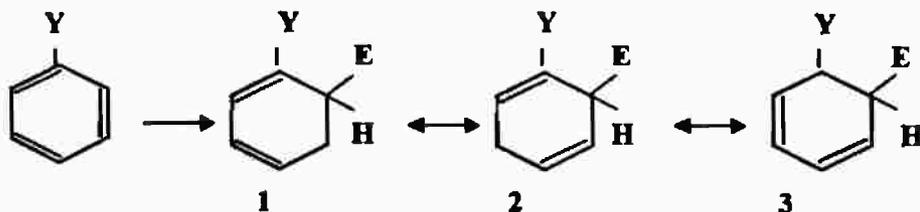


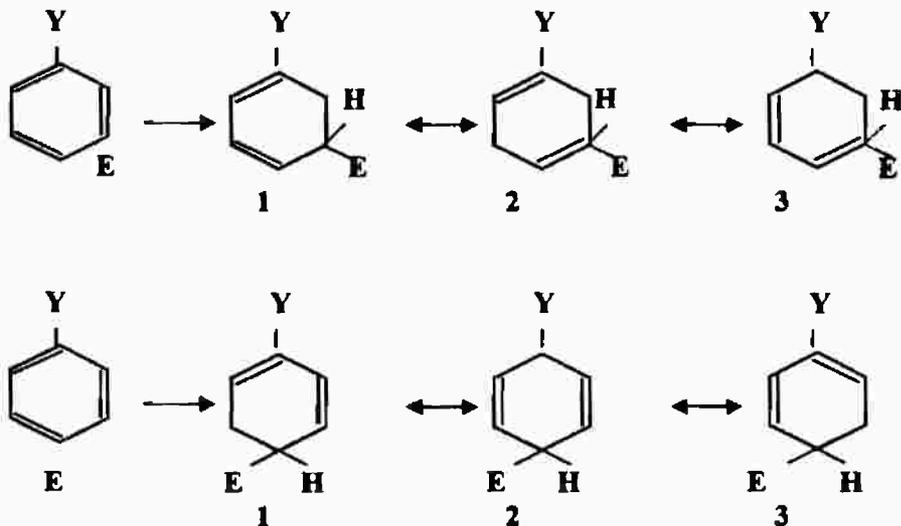
وعندما تكون المجموعة المعوضة علي الحلقة هي أحدي هذه المجاميع :  $\text{CHO}$  ,  $-\text{SO}_3\text{H}$  ,  $\text{NO}_2$  . فإن تأثيرها علي تفاعل التعويض الباحث عن الألكترونات هو توجيه الكاشف المهاجم نحو موقع المينا . وتحتوي هذه المجاميع علي الأقل علي ذرة ساحبة للألكترونات تستطيع سحب الكثافة الإلكترونية من الحلقة عن طريق التأثير الحاث أو عن طريق الرزونانس ولذلك تقل الكثافة الإلكترونية في موقعي الأورثو والبارا وتسهل التعويض في الموقع المينا .

ويظهر من التراكيب الواهبة للنترو بنزين (  $\text{X} - \text{IX}$  ) ان الحلقة تحتوي علي شحنة موجبة في الموقعين الآخرين من هذه الحالة يكون نسبياً أعلى كثافة الكترونية : لذا فإن المجاميع هذه توجه الكاشف الباحث عن الإلكترونات الي الموقع المينا . ان الكثافة الإلكترونية العالية نسبياً في الموقع مينا هي نتيجة تأثير المجموعة إضافية في سحب الإلكترونات عن الموقعين الأورثو والبارا وليس بسبب إكتساب الكترونات إضافة في هذا الموقع ، مما يقلل من فعالية الحلقة بصورة عامة . لذا فإن المجاميع المعوضة من هذا النوع الموجه للموقع مينا تؤدي الي خفض فعالية حلقة البنزين . أي أن تفاعلات التعويض تكون أصعب ( أبطأ ) بوجودها .

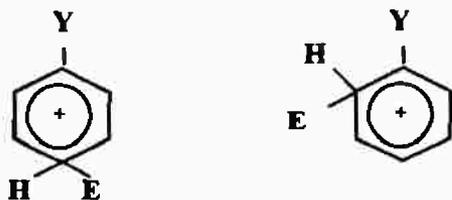
ب- شرح التوجيه معتمداً علي استقرار أيون الكربونيوم ( معقد  $\sigma$  ) :-

لنأخذ المركب (  $\text{XI}$  ) حيث  $\text{Y}$  يمثل مجموعة معوضة علي حلقة البنزين . عند تفاعل (  $\text{XI}$  ) مع كاشف باحث عن الألكترونات (  $\text{E}$  ) تتكون عدة أيونات كربونيوم كنواتج وسيطة إعتقاداً علي هجوم الكاشف علي المواقع أورثو أو بارا أو مينا .





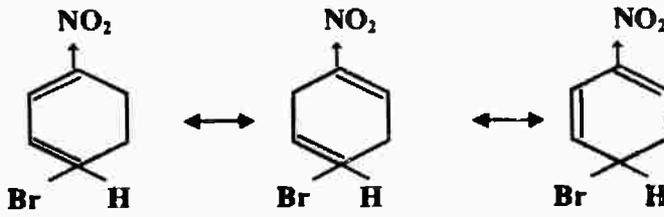
فإن كانت المجموعة ( Y ) واهبة للإلكترونات (  $-NH_2$  ) فإن الشحنة الموجبة في ( 3 أ ) و ( 1 ب ) تصبح أكثر انتشاراً بسبب دخول Y في رزونانس مع الحلقة وحملها شحنة موجبة في حالة ناتج الأورثو والبارا الواسطين . ولذلك يكون ناتج الأورثو والبارا الواسطين أكثر استقراراً من ناتج الميتا الواسطي والمجموعة Y توجه نحو الأورثو والبارا .



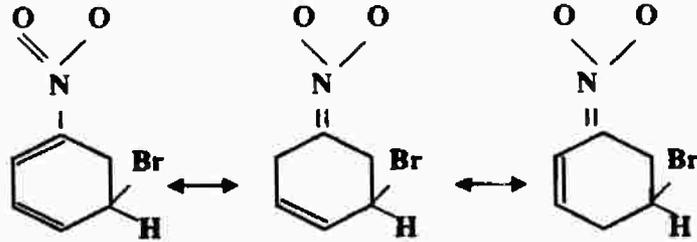
أما إذا كانت المجموعة ( Y ) ساحبة للإلكترونات ( مثل  $-CN$  ) ففي هذه الحالة يكون ناتج الميتا الواسطي ( ب ) أكثر استقراراً من ناتج الأورثو والبارا الواسطين لأن التركيبين ( 1 ب ) و ( 3 أ ) لم تعد مهمة بسبب وجود شحنتين موجبتين على نرتين متجاورتين فيهما ( كما هو الحال في 1 أ و 3 ب ) وبالتالي فإن أيون الكربونيوم الواسطي يكون أكثر استقراراً . لنأخذ المثال التالي : هلجنة النيتروبنزين بالبروم . كما ذكرنا سابقاً توجد ثلاثة نواتج وسطية نتيجة مهاجمة الكاشف الباحث عن الألكترولونات (  $Br^+$  ) .



مجموع بارا



غير ثابت الي حد كبير



ففي ناتج الأورثو والبارا الوسطيين لا تكون مهمة التراكيب الرزونانية التي تحمل فيها ذرة نتروجين مجموعة النتروجين وذرة الكربون التي تحمل مجموعة النتروشحنة موجبة . لذا فإن مثل هذه التراكيب لا تهب الي أيون الكربونيوم بسبب طاقتها العالية . أما في حالة ناتج الميتا الوسطي فلا يمكن كتابة تراكيب رزونانية مثل هذه . لذا فإن ناتج الميتا الوسطي أكثر استقراراً من ناتج الأورثو والبارا الوسطيين في هذه الحالة . وعلى هذا الأساس فإن مجموعة النترو توجه نحو الميتا .

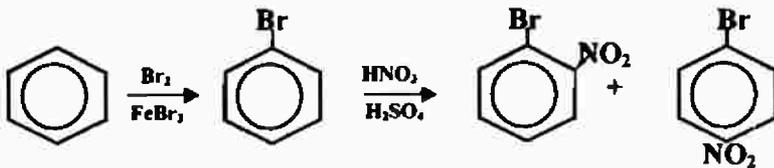
## بعض التطبيقات لتفاعلات التعويض الباعثة عن الألكترونات :

توضح الأمثلة كيفية اختيار الخطوات الصحيحة في الوصول الي المركب

المراد تحضيره .

لنأخذ مثلاً اننا نود الحصول علي المركب أورثو - برومو نيتروبنزين .

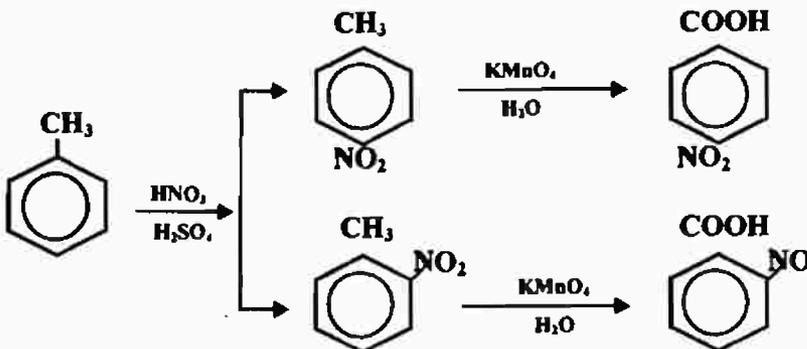
بما أن نرة البروم موجهة نحو الأورثو - والبارا فإننا نبدأ بتفاعل إدخال نرة بروم للحلقة ( البنزين ) أولاً .



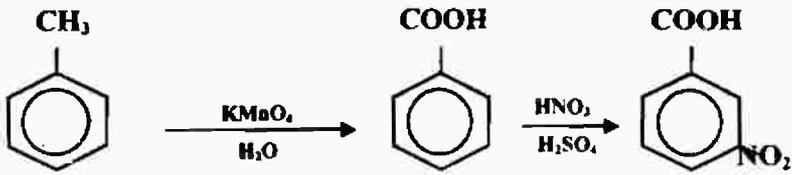
ويمكن فصل المشتقين الناتجين عن بعضهما بواسطة التقطير التجزيئي . فلو أجرينا تفاعل النترتة أولاً لحصلنا علي الناتج النهائي ميتابرو ونيروبنزين .

### مثال آخر :

في تحضير أحماض ميتا وبارا وأورثو - نيتروبنزوين فإننا نبدأ من الطولوين لتحضير حامضي بارا وأورثو بنزوين . وذلك بنيترة الطولوين أولاً ومن ثم أكسدة مجموعة الميثيل .

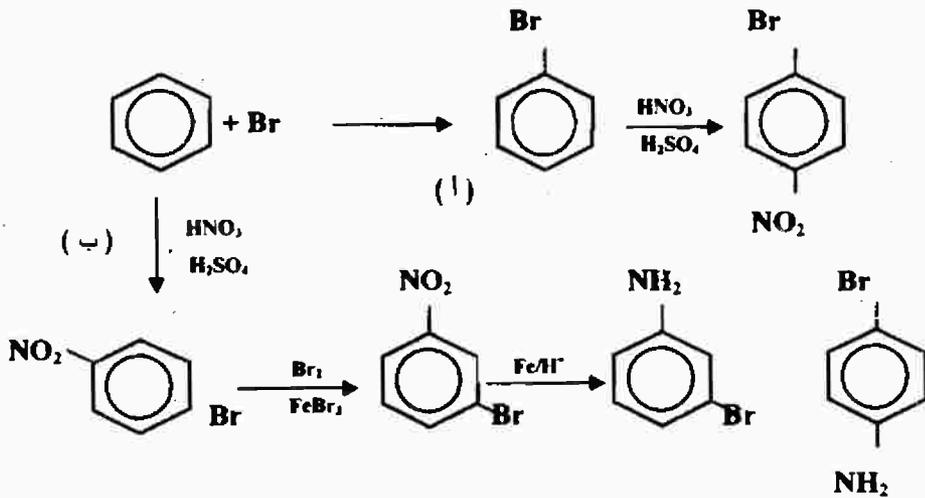


أما حامض الميتا بيتروبنزويك فإنه يحضر حسب الخطوات التالية ( لاحظ أولوية تفاعل الأكسدة هنا ) .



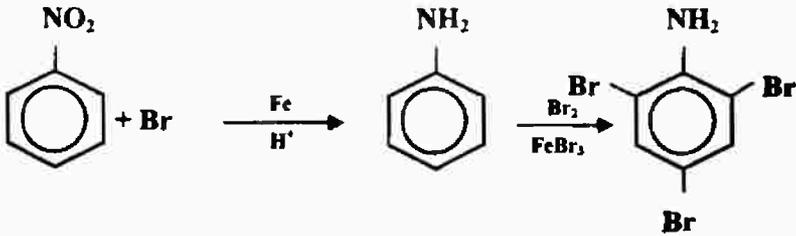
مثال :

يتطلب تحضير بارا بروموانيلين ادخال مجموعة أمين وذرة بروم على حلقة البنزين ويمكن في هذه الحالة هلجنة البنزين بالبروم أولاً ومن ثم نيترة الناتج وأخيراً اختزال مجموعة النيترو الي الأمين بواسطة برادة الحديد وحامض ( المسلك أ ) .



أما اذا أجرينا التفاعل بعكس الخطوات السابقة فإن الناتج النهائية يكون ميتا - بروموانيلين ( المسلك ب ) .

ويمكن ان تختزل مجموعة النيترو الي الأمين قبل القيام بتفاعل الهلجنة . الا أن الأتلين  
 للناتج يكون فعالاً جداً تجاه تفاعلات التعويض الباعثة عن الالكترونات .  
 وبذلك تدخل أكثر من ذرة بروم واحدة في تركيب الناتج النهائي ( 2 ، 4 ، 5 - ثلاثي  
 برومأنلين ) :



## الأسئلة

1- أكتب الصيغة التركيبية للمركبات التالية :

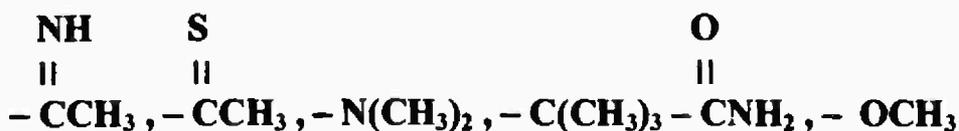
أ- 2 ، 4 ، 6 ثلاثي فلورو بنزين .

ب- بارا - نثرو أنيل بنزين .

ج- بارا - كلورونثروبنزين .

د- ثنائي فنيل ميثال .

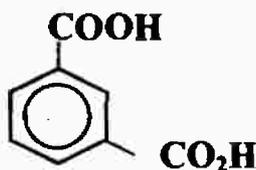
2- بين أي من المجاميع التالية ساحبة وأي منها واهبة للألكترونات .



3- شبهان تركيبان ( أيزومران ) لهما الصيغة  $\text{C}_8\text{H}_{10}$  الشبه ( أ ) يتأكسد بواسطة

برمنجنات البوتاسيوم الي حامض البنزويك أما الشبيه الثاني ( ب ) فإنه يتأكسد

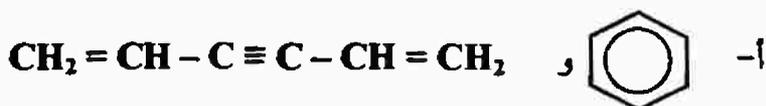
الي حامض ميتافثاليك .

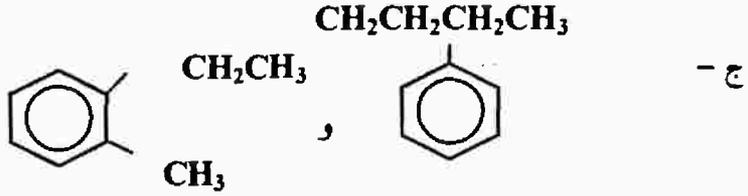
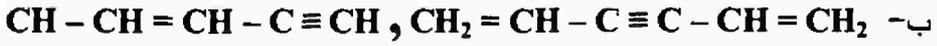


شخص الشبهين الجزينين ( أ ) و ( ب )

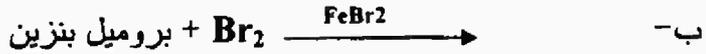
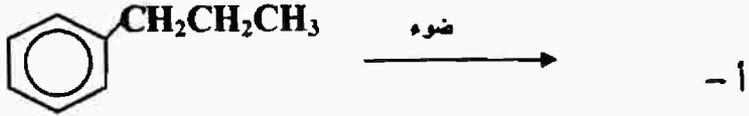
4- وضع كيف يمكنك التمييز بين ازواج المركبات التالية :

( قد تحتاج الي أكثر من تفاعل كيميائي لكي تحقق النتيجة ) :





5- أكمل المعادلات التالية :



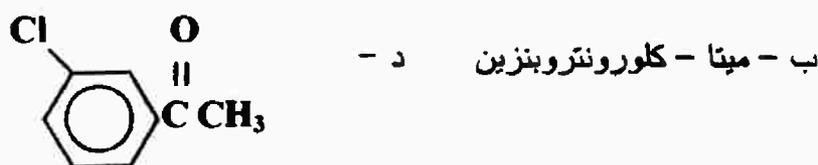
6- اكتب بمعادلات كيف تحضر المركبات التالية : مبتدئاً بالبنزين أو التولين وأية مركبات أليفاتية ولا عضوية أخرى .

- أ- بروموبنزين  
ب- حامض البنزويك  
ج- إيثيل بنزين  
د- حامض بارا - ميثيل السلفونيك  
هـ- نيتروبنزين  
و- ميثيل فنييل كيتون .

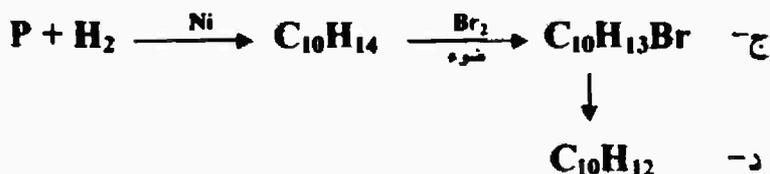
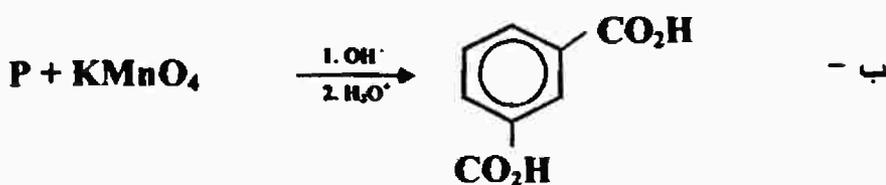
7- اشرح لماذا تكون جميع أطوال الأواصر ( C - C ) في البنزين وسطياً بين طول الأصرة المنفردة وطول الأصرة المزدوجة ؟

8- اكتب معادلات هلجنة كل من : سايكوهكسان ، سايكلوهكسين والبنزين مع البروم . ووضح كيف تكون هذه المركبات مختلفة .

9- اكتب معادلات تحضير المركبات التالية : مبتدأ بالبنزين وأية مواد لا أروماتية ومواد لا عضوية أخرى :



10- المركب ( P ) صيغته الجزيئية  $C_{10}H_{12}$  . يمكننا إجراء التفاعلات التالية معه :-

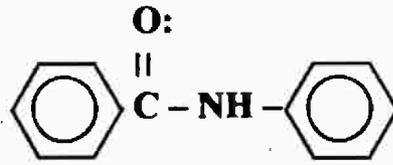


إن المركب الناتج في ( د ) هو شبه جزيئي ( أيزومر ) للمركب ( p ) اكتب الصيغ التركيبية للمركبين .

11- اكتب تراكيب (الروزناس) لأيونات الأرينيوم الناتجة من تفاعل أثيل بنزين مع كاشف باحث عن الإلكترونات .

12- أي من الحلقتين في المركبين التاليين تتوقع أن تدخل في تفاعل التعويض الباحث عن الإلكترونات أسرع؟ وضح ذلك مستخدماً التراكيب الرزوناتية :

أ - بنزانلايد ( Benzanilide )



ب- بنزوات الفنيل ( phenylbenzoate )

