

## الباب السادس

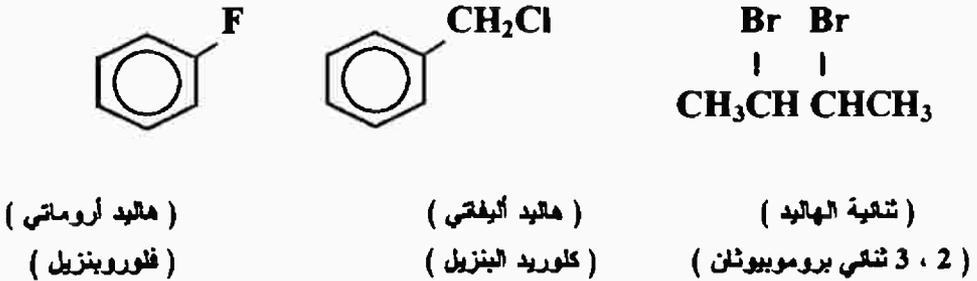
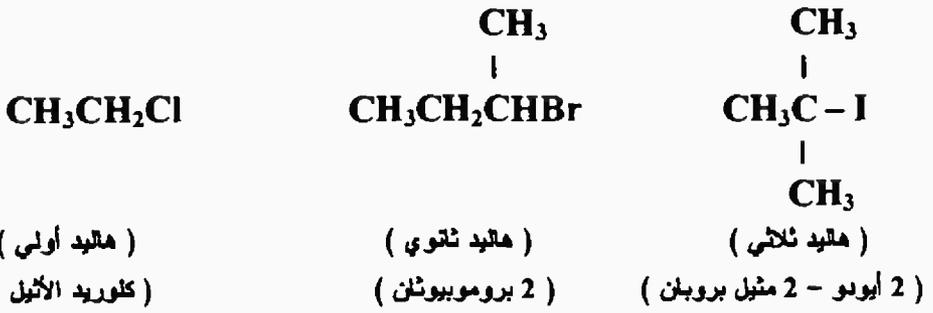
# الهاليدات الأليفاتية والأروماتية



## الباب السادس

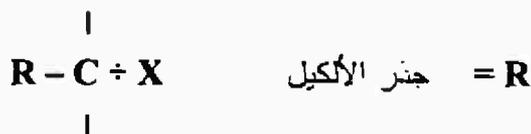
### " الهاليدات الأليفاتية والأروماتية "

ان المركبات العضوية التي تحتوي علي ذرة هالوجين أو أكثر تسمى بالهاليدات وتصنف هذه المركبات حسب ارتباط ذرة الهالوجين بمجموعة الكيل أو اريل . فمثلاً اذا كان ارتباط الهالوجين بذرة كربون ثلاثية يسمى الهاليد ثلاثياً . وهكذا بالنسبة للهاليد الثانوي والأولي . أما اذا كان ارتباطهما مباشرة بالحلقة الأروماتية فتسمى بهاليدات أروماتية . وسوف نركز في دراستنا علي هاليدات الألكيل أحادية الهالوجين التي لها الصيغة العامة  $(C_nH_{2n+1}X)$  حيث X تمثل ذرة الهالوجين .



## تركيب جزيئة هاليد الألكيل :

يمكن تمثيل جزيئة هاليد الألكيل بالصيغة العامة :



ولأجل ان تفهم الخواص الفيزيائية والكيميائية لهذه المجموعة من المركبات علينا ان نقارن أولاً خواص رابطة الكربون - الهالوجين (  $\text{C} - \text{X}$  ) مع خواص رابطة الكربون - الهيدروجين (  $\text{C} - \text{H}$  ) في الألكانات .

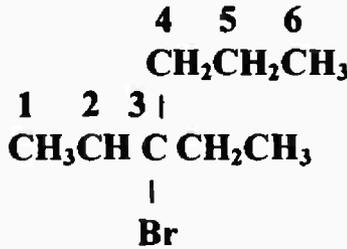


ان الصيغة العامة الأولى تمثل الألكانات وأما الثانية فهي تمثل هاليدات الألكيل . ويمكن اذا الحصول علي مركب الهاليد بتعويض ذرة الهيدروجين في الألكان بذرة هالوجين . وهاليدات الألكيل فتعتبر مركبات فعالة بفضل رابطة الكربون - الهالوجين فيها . ان اختلاف السالبية الكهربائية بين الهالوجين والكربون يؤدي الي أن يكون زوج الكترولونات الرابطة أقرب الي الهالوجين من الكربون ، مما يجعل رابطة الكربون - هالوجين (  $\text{C} - \text{X}$  ) قطبية والمركب ثنائي القطب .

وبسبب قطبية الهاليدات تكون درجات غليانها أعلى من درجات غليان الألكانات المشابهة لها في الوزن الجزيئي وتذوب في المذيبات القطبية ولكنها لا تذوب في الماء لعدم مقدرتها علي تكوين روابط هيدروجينية مع الماء .

## التسمية :-

لهاليدات الألكيل البسيطة أسماء شائعة مثل كلوريد الميثيل ويونيد البيوتيل .... الخ . وهي تستق من اسم مجموعة الألكيل ولفظه هاليد . أما المركبات التي لها بناء جزيني معقد فيتبع نظام ( IUPAC ) في تسميتها . وتطبق القواعد التي سبق ان تعرفنا عليها فيما عدا اننا نختار أطول سلسلة من ذرات الكربون من ضمنها ذرة الكربون الحاملة للهالوجين وترقم من الطرف الذي لذرة الكربون الحاملة للهالوجين أقل رقم ويعطى ذرة الهالوجين المقطع أو اللفظة هالو ( مثل : كلورو , برومو ..... )



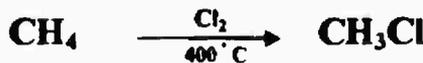
2- برومو 2 - ميثيل - 3 - أنيل هكسلن

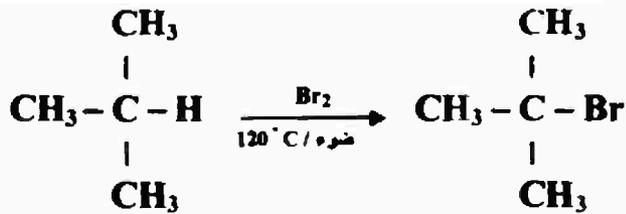
ويحتوي هذا المركب علي ذرة كربون غير متناظرة وفي مثل هذه الحالة يجب ان يضاف اسم الند البصري ( R ) أو ( S ) لإكمال تسمية المركب .

## تحضير الهاليدات :-

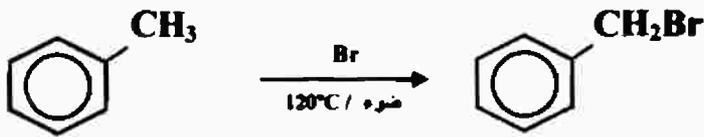
لقد سبق أن أطلعنا علي بعض طرق تحضير الهاليدات عند دراستنا لتفاعلات الألكانات والهيدروكربونات غير المشبعة وهذه التفاعلات :

## أ- هلجنة الألكانات :-

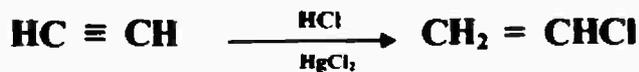
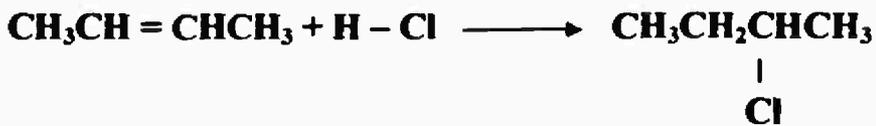




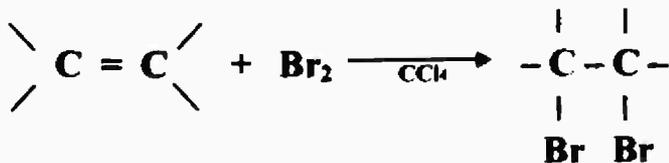
( يمكن أن يثار للضوء بالرمز h وللحرارة Δ )



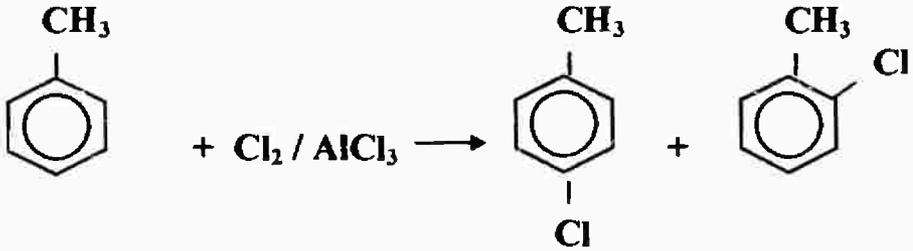
ب- إضافة هاليدات الهيدروجين إلى الألكينات والألكينات :-



ج- إضافة جزيئة هالوجين إلى الألكينات والألكينات :-

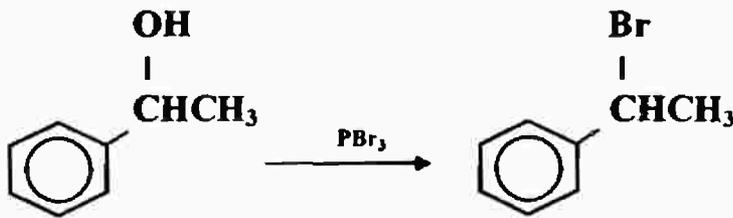
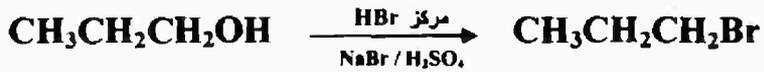
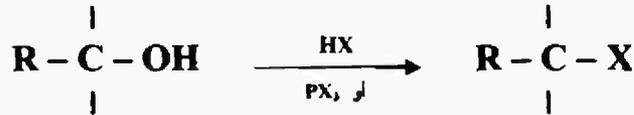


د- تفاعلات الهلجنة الباردة عن الإلكترونات :-



هـ - الهاليدات من الكحولات :

تتفاعل الكحولات مع كل من  $\text{SOCl}_2$ ,  $\text{PX}_3$ ,  $\text{HX}$  وتنتج هاليدات بمنتجات جيد وتعتبر هذه الطرق مهمة في تحضير الهاليدات .



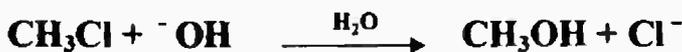
## ز - تفاعل تبادل هاليد :-



يمكن بهذه الطريقة الحصول على يوديدات الألكيل وذلك بمعاملة البروميديات أو الكلوريدات مع يوديد الصوديوم في الأسيتون فيترسب ملح بروميد الصوديوم مثلاً ويمكن فصله بالترشيح .

## تفاعلات الهاليدات :-

إن استبدال الهالوجين بمجموعة أخرى في هاليدات الألكيل يعتبر واحداً من أهم التفاعلات في الكيمياء العضوية ومن هذه التفاعلات :

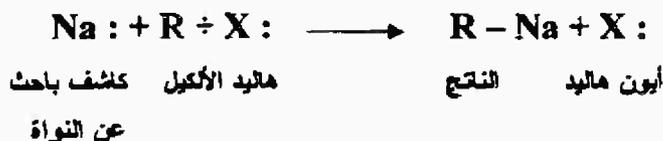


إن تفاعل بروميد الأثيل مع أيون اليوديد ( $I^-$ ) بطيء نسبياً ولأجل إكمال ، التفاعل من الضروري تسخين المزيج لعدة ساعات . ويمكن قياس سرعة التفاعل بمثابة اختفاء المواد المتفاعلة أو تكون المواد الناتجة . وتتناسب سرعة التفاعل مع تركيز المادتين المتفاعلتين . وباستمرار التفاعل فإن تركيز المواد المتفاعلة يقل وسرعة التفاعل تقل تبعاً لذلك .

ويلاحظ ان هذه التفاعلات تتم عن طريق مهاجمة أيون سالب ( قاعدة ) ومغادرة أيون الهاليد ( قاعدة أيضاً ) وتسمى مثل هذه التفاعلات " بالأيونية " تعاني فيها الرابطة التساهمية ( $C - X$ ) إنكساراً غير متجانس .

## تفاعلات الإستبدال ( التعويض ) الباعثة عن النواة :-

يمكن تمثيل تفاعلات الإزاحة الباعثة عن النواة بالمعادلة العامة التالية :-



في مثل هذه التفاعلات يتفاعل الكاشف الباحث عن النواة مع جزيئة هاليد الألكيل حيث يحل محل ذرة الهالوجين فيه ويحدث تفاعل الإستبدال ، ومغادرة الهالوجين كأيون سالب . تسمى مثل هذه التفاعلات بتفاعل الإستبدال ( التعويض ) الباعثة عن النواة لأن هذه التفاعلات تثار بوجود كاشف باحث عن النواة .

## الكواشف الباعثة عن النواة :-

إن كلمة نيوكليوفيل تعني باليونانية " باعثة عن النواة " ويمكن إعتبار أي جزيئة أو أيون سالب يحتوي علي مزدوج الكتروني غير مشترك كاشف باحث عن النواة . فأيون الهيدروكسيل (  $\text{HO}^-$  ) مثلاً كاشف باحث عن النواة حيث يتفاعل مع هاليد الكيل منتجاً كحولاً :



وجزيئة الماء أيضاً كاشف باحث عن النواة لوجود زوجين من الألكترونات علي ذرة الأكسجين :



ويوضح الجدول التالي الكواشف الباحثة عن النواة التي تستعمل بشكل واسع في تحضير مركبات عضوية مختلفة نتيجة تفاعلها مع هاليدات الألكيل .

الكواشف الباحثة عن النواة والمواد الناتجة من تفاعل هاليدات الألكيل معها :

الكاشف الباحث عن النواة + هاليد الكيل	الناتج
$R : X + : Z$	$\rightarrow R : Z + : X^-$
$R : X + : OH^-$	$\rightarrow R : OH + : X^-$
$+ H_2O$	$\rightarrow R : OH$
$+ : OR^-$	$\rightarrow R : OR$
$+ : C \equiv CR$	$\rightarrow R : C \equiv CR$
$+ {}^{\delta}R^- - {}^{\delta}M^+$	$\rightarrow R : R$
$+ : I^-$	$\rightarrow R : I$
$+ : CN^-$	$\rightarrow R : CN$
$+ RCOO : ^-$	$\rightarrow RCOO : R$
$+ : NH_3$	$\rightarrow R : NH_2$
$+ : NH_2R$	$\rightarrow R : NHR$
$+ : NHR'R$	$\rightarrow R : NR'R$
$+ : P (C_6H_5)_3$	$\rightarrow [ R : P (C_6H_5)_3 ]^+ X^-$
$+ : SH^-$	$\rightarrow R : SH$
$+ SR^-$	$\rightarrow R : SR$
$+ ArH + AlCl_3$	$\rightarrow ArR$
$+ [ CH(COOC_2H_5)_2 ]^-$	$\rightarrow R : CH ( COOC_2H_5)_2$
$+ [ CH_3COCHCOOC_2H_5 ]^-$	$\rightarrow CH_3COCHCOOC_2H_5$

## ميكانيكية تفاعلات الاستبدال الباعثة عن النواة :

يمكننا الحصول علي معلومات قيمة عن ميكانيكيات التفاعلات الكيميائية من خلال دراستنا لحركيات التفاعل : أي قياس سرعة التفاعل مع تغير تراكيز المواد المتفاعلة . ولندرس تفاعل الاستبدال ( التعويض ) :



ولنفرض اننا توصلنا من خلال دراستنا لهذا التفاعل ان سرعة التفاعل تتناسب مع تركيز الكاشف الباحث عن النواة وكذلك مع تركيز هاليد الألكيل . لذلك يكون من المعقول ان نفترض أنه لكي يحدث التفاعل يجب ان تصطم جزيئات  $\text{Na}^-$  مع جزيئات  $\text{R-X}$  . وان تتضمن الحالة الانتقالية اشتراك كلتا المادتين الكاشف الباحث عن النواة وهاليد الألكيل . وتسمى مثل هذه التفاعلات بـ ( تفاعلات ثنائية الجزيئة ) .

لنأخذ الآن مثالين تطبيين لتفاعل الإحلال الباحث عن النواة

1- تفاعل كلوريد الميثيل 2- تفاعل كلوريد البيوتيل الثلاثي . مع أيونات الهيدروكسيل ، سوف نلاحظ ان لهذين التفاعلين المتشابهين ( في الناتج ) لهما حركيات وميكانيكيات مختلفة . لقد وجد عند تفاعل كلوريد الميثيل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي . ان سرعة التفاعل تعتمد علي تركيز كلتا المادتين المتفاعلتين

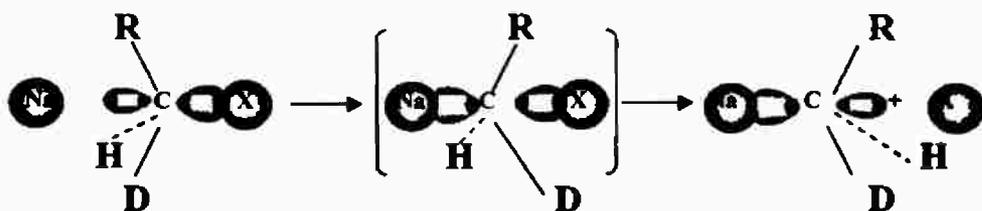


ويسمى هذا النوع من التفاعل بـ  $\text{SN}_2$  . وهو مصطلح مختصر لـ استبدال (Substitution) نيوكليوفيلي (Nucleophilic) ثنائي الجزيئة ( bimolecular )

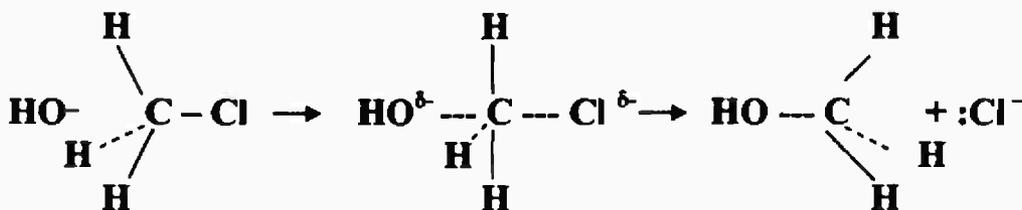
### أ- ميكانيكية تفاعل $\text{SN}_2$ :-

ان الميكانيكية المقترحة لتفاعل  $\text{SN}_2$  تتضمن اقتراب الكاشف النيوكليوفيلي الي الكربون المرتبط بهاليد من الجانب الخلفي : أي من الجانب المقابل لارتباط الهاليد

( المجموعة المغادرة ) . فتداخل المدار المحتوي علي المزيج الالكتروني للكاشف الباحث عن النواة مع المدار المضاد للارتباط الفارغ للكربون . ومع استمرار التفاعل يقوي الارتباط بين الكاشف الباحث عن النواة وذرة الكربون بينما تضعف في نفس الوقت الرابطة بين الكربون والهالوجين ( المجموعة المغادرة ) . مما يدفع الهاليد بعيداً عن الكربون .



ويمكن توضيح ذلك بشكل مبسط بالمعادلة التالية :-



الحالة الانتقالية  
Transitionstate

ويتم التفاعل من خلال حالة انتقالية تتضمن الميكانيكية خطوة واحدة ولا تتكون مركبات وسطية .

وفي الحالة الانتقالية تكون المجموعتين - الكاشف المهاجم - والمجموعة المغادرة - الهاليد - مرتبطين بشكل جزئي بالكربون المركزي وبما أن احالة الانتقالية هذه تتضمن كل من الكاشف الباحث عن النواة والهاليد فإن الميكانيكية المقترحة هذه تطابق حركيات التفاعل من الدرجة الثانية والتي تم ملاحظتها عملياً .

## ب- ميكانيكية تفاعل SN<sub>1</sub> :-

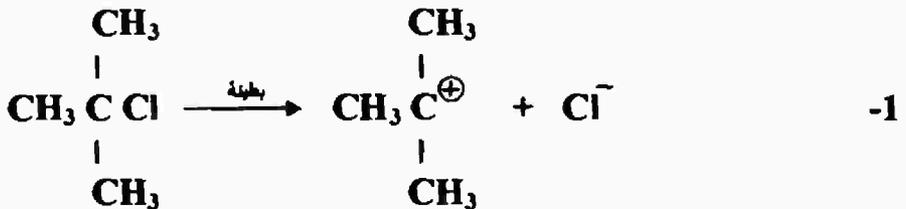
عند تفاعل كلوريد البيوتيل الثالثي مع هيدروكسيد الصوديوم فإن حركات التفاعل تختلف تماماً عن حركات تفاعل كلوريد الميثيل . ان سرعة تكوين كحول البيوتيل الثالثي لا تعتمد علي تركيز أيون الهيدروكسيد حيث يتفاعل الكلوريد الثالثي مع الماء بنفس السرعة التي يتفاعل أيون الهيدروكسيد في خطوة التفاعل الثانية . ان التفاعلات التي تعتمد حالتها الانتقالية علي جزيئة الهاليد فقط تسمى " بتفاعلات أحادية الجزيئة " ويمكن كتابة العلاقة التالية لها :

ان سرعة التفاعل تتناسب مع [ RX ] .

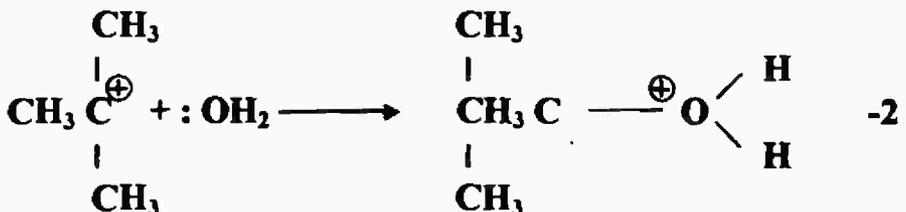


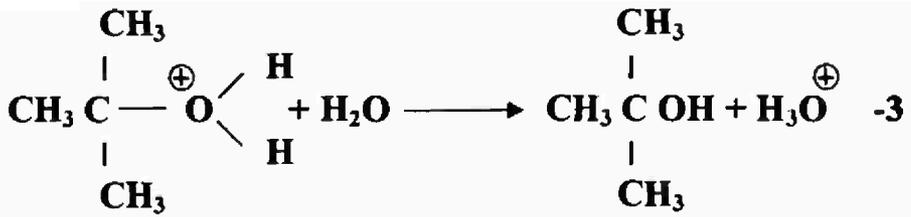
ويسمي هذا النوع من التفاعلات بـ SN<sub>1</sub> أي استبدال ( Substitution ) باحث عن النواة ( Nucleophilic ) أحادي الجزيئة ( mono molecular ) والظاهر ان ميكانيكية التفاعل تتضمن ثلاث خطوات :-

ان الخطوة الأولى هي الخطوة المحددة للسرعة . ففي هذه الخطوة تتأين جزيئة كلوريد البيوتيل الثالثي وأيون الكلوريد :



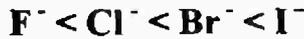
والخطوتان التاليتان تتم بسرعة :



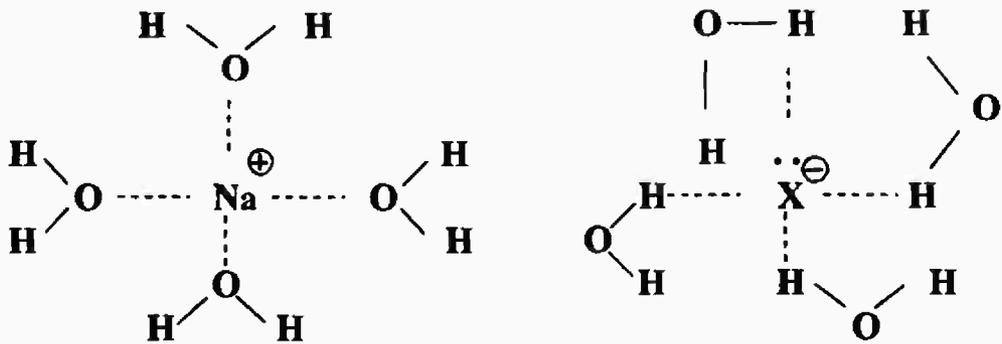


### تأثير المذيب :

يلعب المذيب دوراً مهماً في تفاعلات  $\text{SN}_1$  ، فنلاحظ مثلاً أن الفعالية النسبية تختلف لمركبات نفس الطائفة من الجدول الدوري في مذيبات مثل الماء والكحولات . فالجزئية التي تحتوي ذرة باحثة عن النواة أكبر حجماً هي التي تكون أقوى قاعدية أو فعالية . ففي المركبات  $\text{HF}$  ,  $\text{HI}$  ,  $\text{HBr}$  ,  $\text{HCl}$  تزداد القاعدية حسب الترتيب التالي :



ان جزئية مذيب الماء أو الكحول وتسمى بـ مذيباً بروتونياً ( Solvent Protic ) ( المذيب الذي له القابلية علي اعطاء بروتون ) تحتوي علي ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة ذات سالبية كهربائية عالية . ( مثل الأوكسجين ) لذا فإن للمذيبات البروتينية ، قابلية علي تكوين أواصر هيدروجينية مع الكاشف الباحث عن النواة .





وبما أن هذه المذيبات ليست لها القدرة علي تكوين روابط هيدروجينية مع الأيون السالب لذا فإنها لا تكون محاطة بجزيئات المذيب بل هي معزولة . وهذه الأيونات المعزولة تكون عالية الفاعلية كقاعدة أو الكاشف باحث عن النواة ففي هذه المذيبات تكون فعالية أيونات الهاليد حسب الترتيب التالي :



وهذا الترتيب هو تماماً عكس ترتيب فعالية هذه الأيونات في الكحول أو الماء . وسرعة تفاعلات  $SN_2$  تزداد بشكل مذهل عند استعمالنا لهذه المذيبات القطبية غير البروتينية ( Aprotic ) أي لا تحتوي علي بروتون . وبسبب قابلية المذيبات القطبية البروتينية علي أذية الأيونات الموجبة والأيونات السالبة فإن استعمال هذه المذيبات يزيد من سرعة تأين هاليدات الألكيل في أي من تفاعلات  $SN_1$  . وعملية الإذابة هذه تزيد من استقرار الحالة الانتقالية وبهذه الطريقة تقلل من طاقة التنشيط . وتشبه تماماً الحالة التي تتكون فيها الأيونات .

### طبيعة المجموعة المغادرة :-

إن المجاميع المغادرة الجيدة هي تلك التي تصبح بعد انفكاكها أيونات أو جزيئات مستقرة . وبصورة عامة فإن المجاميع المغادرة الجيدة هي أضعف الأيونات أو الجزيئات قاعدية . ويعتبر أن اليوديد من بين الهاليدات مجموعة مغادرة جيدة وأيون الفلوريد مجموعة مغادرة رديئة .



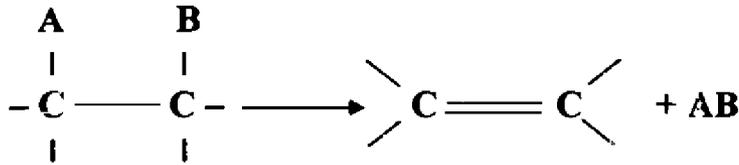
المجموعة الجيدة المغادرة

وتوجد مجاميع مغادرة جيدة أخرى مثل أيون سلفونات الألكان ( أو أيون الألكان

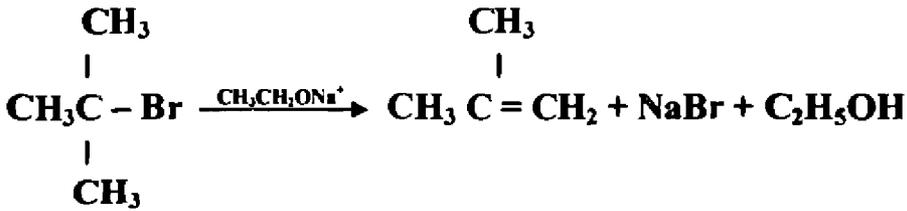
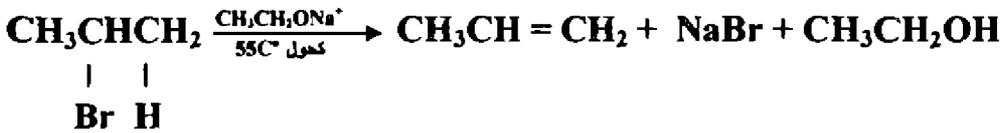


## تفاعلات الحذف لهاليدات الألكيل :

يحذف في تفاعلات الحذف جزء من الجزئية ( AB ) من ذرتي كربون متجاورتين ويؤدي ذلك الي إخال رابطة مزدوجة في الجزئية العضوية .



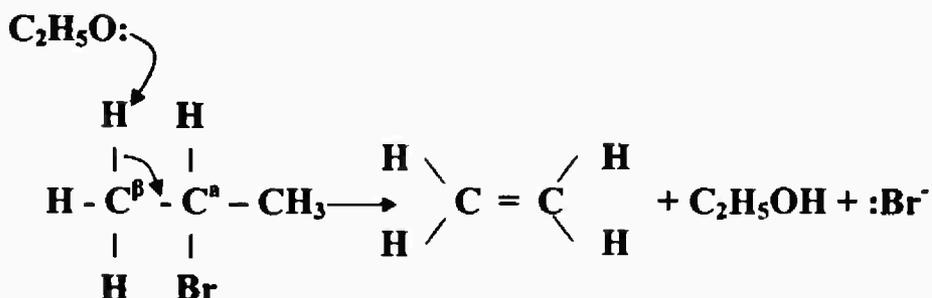
وقد سبق أن درسنا حذف جزئية هاليد الهيدروجين من هاليدات الألكيل عند دراستنا لطرق تحضير الألكينات . فتسخين هاليد الألكيل مع قاعدة قوية يؤدي الي حذف جزئية هاليد الهيدروجين منها .



ويستعمل عدد من القواعد القوية للتفاعلات الحذف هذه . وغالباً ما يستعمل هيدروكسيد البوتاسيوم المذاب في الكحول الايثيلي ولكن لاستعمال أملاح الصوديوم للكحولات فسي هذه التفاعلات بعض الفوائد . ويمكن الحصول علي ملح الصوديوم لأي كحول ( اليكوكسيد الصوديوم ) وذلك بمعاملة فلز الصوديوم مع الكحول



وتعتمد سرعة تفاعل بروميد الأيزوبروبيل مع أيثوكسيد الصوديوم في الكحول الأيثيلي على تركيز كل من البروميد وأيون الأيثوكسيد . وللوصول الي الحالة الانتقالية يتطلب مشاركة كل من هاليد ( المادة المتفاعلة ) و أيون الألكوكسيد ( القاعدة ) . وميكانيكية تفاعل الحذف التي تتضمن جزئيتين تسمى ( حذف ثنائية الجزئية ) ويرمز لها بـ  $(E_2)$  .



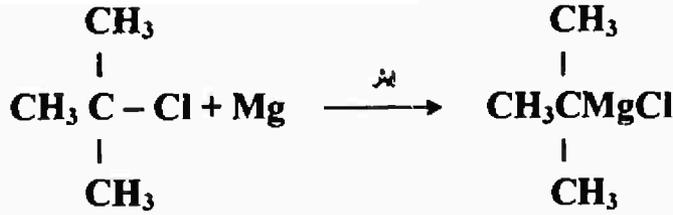
### تفاعل الهاليدات مع الفلزات :-

عند معاملة الهاليدات مع الفلزات في منيب هيدروكربوني أو في الأثير يتكون مركب الفلز العضوي .



### - كاشف كرينيارد : ( Grignard ) :-

عند رج محلول هاليد الألكيل ( مثل كلوريد البيوتيل الثالثي ) مع برادة المغنسيوم في الأثير الجاف يتكون محلول لكلوريد الهاليد المغنسيوم ( كلوريد البيوتيل الثالثي المغنسيوم ) .



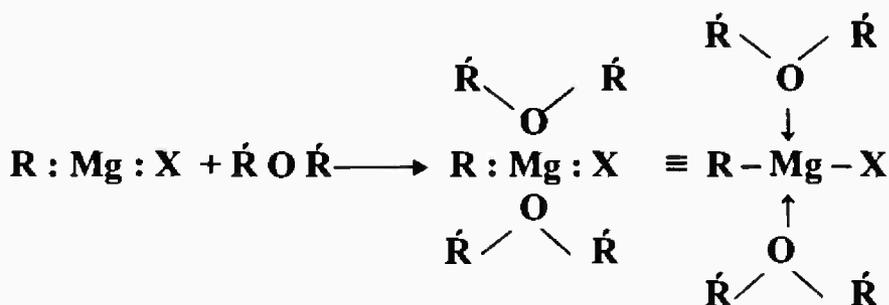
ان هذا النوع من التفاعل يسمى "تفاعل غير متجانس" ( Reaction heterogeneous ) أي ان التفاعل يحدث بين طورين مختلفين فإن هاليد الألكسيل الموجود في المحلول يجب أن يتفاعل مع فلز المغنسيوم على سطح المغنسيوم الصلب . وتتضمن ميكانيكية التفاعل عدة خطوات :-



ان هاليد الألكيل يتفاعل أولاً على سطح فلز المغنسيوم لينتج شق الألكيل و  $\text{MgX}$  الذي يحتمل أنه لا يزال مرتبطاً مع سطح الفلز . بعد ذلك يتفاعل جذر الألكيل مع جذر  $\text{MgX}$  مكوناً كاشف جرينيارد (  $\text{MgX}$  ) . وقد تحدث بعض التفاعلات الجانبية نتيجة لوجود جذر الألكيل مثل تفاعلات البلمرة والحذف الا انها لا تؤثر على منتج الكاشف :



ويمكن استعمال كلوريدات ، بروميدات ويوديدات الألكيل ، إلا ان الهاليد المفضل هو ابروميد . ان اختيار المذيب لهذه التفاعلات ضرورة لأجل إذابة المغنسيوم . ولفلز المغنسيوم إلكترونات في غلاف التكافؤ فعند ما يهب الكتروناته يتحول الي أيون ثنائي موجب  $Mg^{+2}$  ولكن عند تفاعله مع هاليد الألكيل فإن للروابط التي تربط المغنسيوم صفة رابطة تساهمية . وصيغة لويس لهاليد الألكيل المغنسيوم ( كاشف كرينيارد ) لا يزال الغلاف الخارجي للمغنسيوم غير مشبع ولذلك يمكنه أن يتعاضد مع قواعد لويس مثل الأيثر .



ومن الضروري أن تحتفظ بهذا الكاشف تحت ظروف جافة خلال إجراء التفاعل لأن كاشف الكرينيارد يتفاعل مع الماء مكوناً الكان :



ومن حسن الصدف أن يكون للأيثر الأيثيلي درجة غليان منخفضة لذا فإن تبخره يكون طبقة من بخاره يصبح عازلاً بين الكاشف والرطوبة الموجودة في الجو .

### ب - الكيل الليثيوم ( Alkyl lithium ) :-

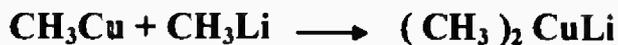
تحضر مشتقات الألكيل الليثيوم بنفس الطريقة التي يتم فيها تحضير كاشف جرينيارد .



ويتفاعل الكيل الليثيوم مع أملاح النحاس ( **CuI** ) مكوناً الكيل النحاس المقابل



وعند وجود كميات زائدة منه يتكون نحاسات الليثيوم الكيل



ويتحلل بالماء الي مركب الكان



## الأسئلة

1- اكتب المعادلات الكيميائية لتحضير المركبات التالية مبتدئاً بكحول أو أية مادة عضوية ولا عضوية أخرى .

- أ- 1- فلوروبروبان  
ب- 2- كلورو بروبان  
ج- 2- برومو - 2- ميثيل بيوتان  
د - بروميد البنزين .

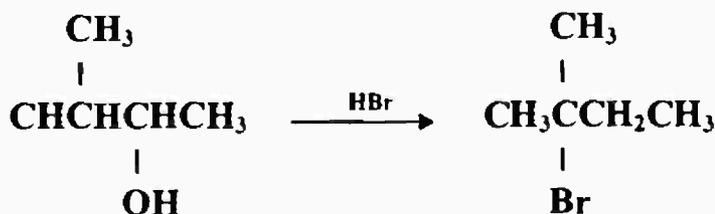
2- اكتب ناتج كل من التفاعلات التالية مع تعيين الناتج الرئيسي لكل تفاعل .  
أ- 2- برومو - 2 ميثيل بروبان مع هيدروكسيد الصوديوم الكحولي .  
ب- 1- بروموبيوتان مع الصودا أميد في سائل الأمونيا .  
ج- كلوريد البنزيل مع هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي .  
( KOH مذاب في الكحول الأيثلي ) .

3- مبتدئاً بالكان أو ألكين أو ألكاين مناسب . حضر هاليدات الألكيل التالية .

- أ - 1- بروموبنتان  
ب - 2- بروموبنتان  
هـ - يوديد السايكلوهكسان .

ج- 3- برومومثيل سايكلوهكسان و -  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6 - \text{C}_6\text{H}_5 - \text{Br}$   
د - 2- برومو - 2 - ميثيل

4- عند معاملة 3- ميثيل - 2 بيوتانول مع  $\text{HBr}$  تكون المركب 2- برومو - 2 - ميثيل بيوتان فقط . اقترح ميكانيكية لهذا التفاعل .



5- مبتدءاً من كحول مناسب . أكتب طريقة لتحضير كل من المركبات التالية .

أ - بروميد البنزيل .

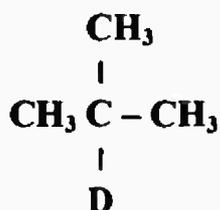
ب - كلوريد السايكلوهكسيل .

ج- بروميد البيوتيل

6- لنفترض ان لدينا كلوريد البيوتيل الثلاثي وقطعة من فلز المغنسيوم في منيب

الأيثر الجاف . ولدنا أيضاً ماء ثقيل (  $D_2O$  ) . بين بمعادلات كيف يمكنك

الحصول علي .



7- لديك بنزين ومواد عضوية ولا عضوية أخرى . كيف يمكنك الحصول علي

2- فنيل ايثانول (  $C_6H_5CH_2CH_2OH$  ) .

8- كيف يمكنك استعمال كاشف جرينيارد في تحضير المركبات التالية ؟

أ- كحول بيوتيل الثلاثي .

ب-  $CH_3CH_2CH_2CHCH_3$



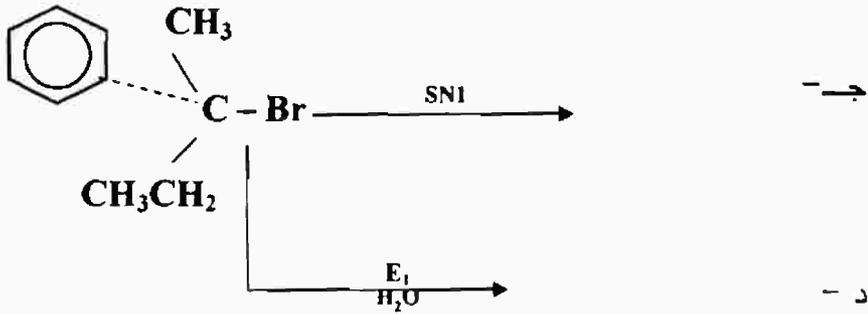
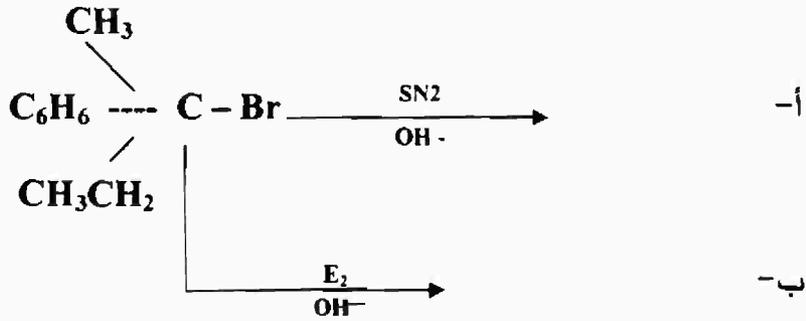
$CH_3$

ج -  $CH_3 C CH_2CH_3$



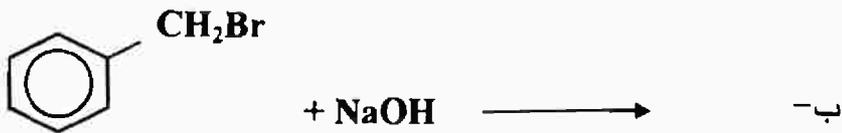
د-  $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$

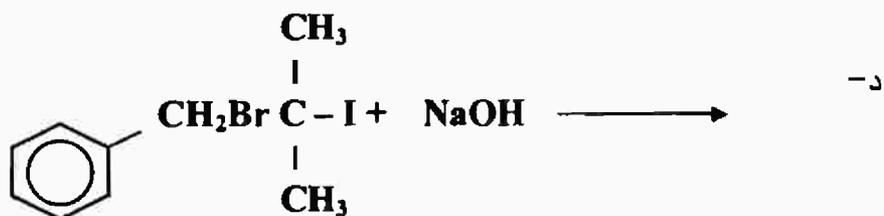
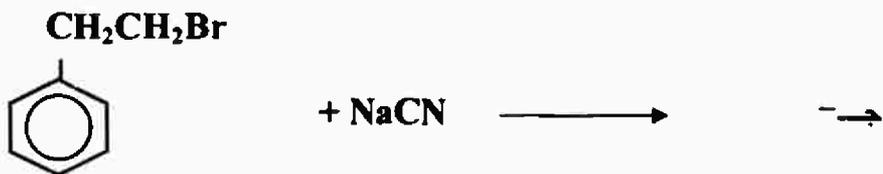
9- أكتب التوزيع الفراغي لنواتج كل من التفاعلات التالية :-



10- اكتب الصيغة البنائية لنواتج تفاعل  $\text{SN}_2$  لـ ( R ) - 2 - بروموبوتان مع ايثوكسيد الصوديوم (  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$  ) .

11- أكمل معادلات تفاعل الاحلال الباحث عن النواة التالية :-





12- بين بتفاعل كيميائي بسيط يمكنك التمييز بين كل مركبين . في ازواج المركبات التالية .

أ- كلوروبنزين وتلوين .

ب- كلورو بنزين وكلوريد البنزيل



13- املأ الفراغات في سلسلة التفاعلات التالية :

