الباب الثانى
الهيدروكربونات المشبعة
[الألكانات]

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الثاني

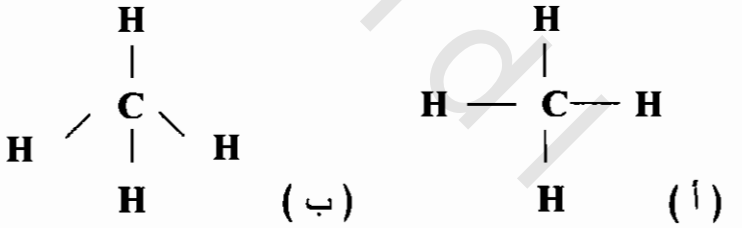
" الهيدروكربونات المشبعة "

(الألكانات ALKANES)

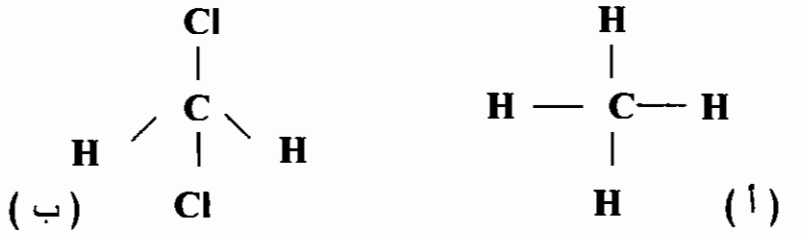
تعرف المركبات العضوية التي تتكون من كربون وهيدروجين فقط بالهيدروكربونات ، وهي مشبعة وغير مشبعة . والألكانات أو البارافينات هي هيدروكربونات مشبعة ، ويوجد العديد منها في الطبيعة مثل البترول .

الصيغة التركيبية :-

الميثان أبسط الألكانات ، صيغته الجزيئية CH_4 يمكن تمثيله بالصيغة البنائية المستوية (أ) أو بالصيغة المجسمة (ب)

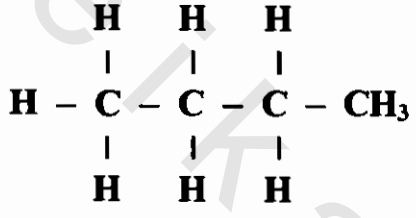


ويستدل من دراسة تفاعلات الميثان أن جميع ذرات الهيدروجين المرتبطة بذرة الكربون متكافئة من حيث الموقع . فإحلال ذرة كلور محل ذرة هيدروجين في الميثان يعطي مركباً واحداً فقط صيغته CH_3Cl . كما أن إحلال ذرتي كلور محل ذرتي هيدروجين في الميثان يعطي مركباً فقط صيغته CH_2Cl_2 كما يلي :

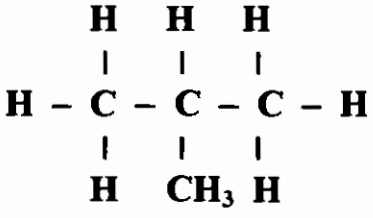


الأشباه الجزيئية (الأيزومرات) في الألكانات :-

عند استبدال ذرة هيدروجين مجموعة مثيل (CH_3) في جزيئة الميثان نحصل علي ألكان جديد : الإيثان (CH_3CH_3) . وفي حالة احتواء الألكان علـــي ثلاثـــة أو أكثر من ذرات الكربون فإن استبدال احدي ذرات الهيدروجين بمجموعة مثيل يـــؤدي إلي تكوين أكثر من تركيب مميز واحد . واستبدال الهيدروجين الطرفي للبروبان يعطي البيوتان (1) أما استبدال الهيدروجين الوسطي فيعطي الأيزوبيوتان (2) .



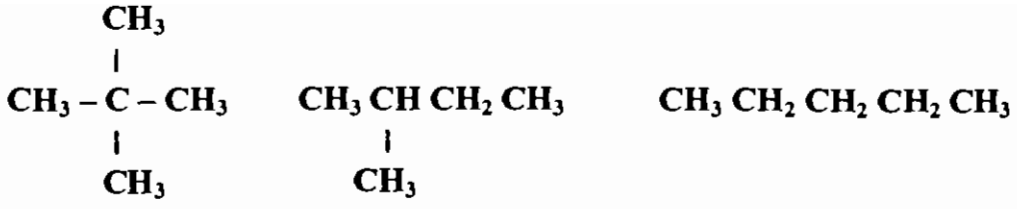
(1) بيوتان



(2) أيزوبيوتان

وعند مقارنة (1) و (2) نجد أن المركب (1) سلسلة كربون مستقيمة والمركـــب (2) سلسلة كربون متفرعة . ولهذين المركبين نفس الصيغة الجزيئية ولكنهما يختلفان في الصيغة البنائية . تعرف المركبات التي لها نفس الصيغة الجزيئية وصـــيغ بنائيـــة مختلفة بالأشباه الجزيئية (isomers) .

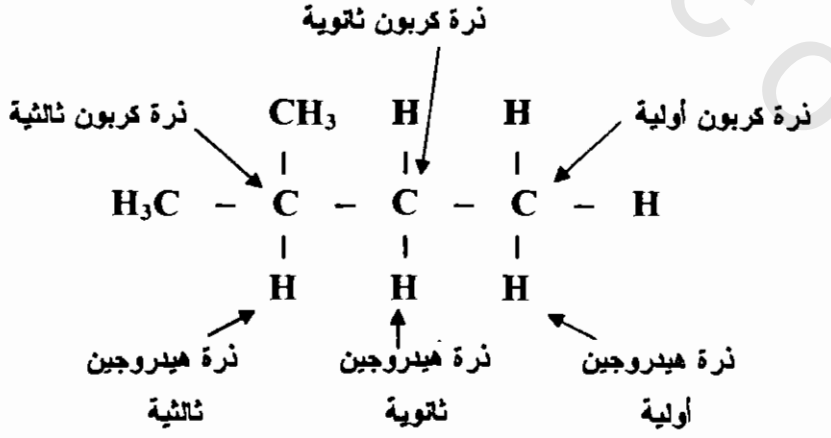
ولو أخذنا البيوتان وأجرينا نفس الخطوات السابقة علية نجد أن في هذه الحالة ان استبدال ذرة هيدروجين في البيوتان (بنوعيه) سوف يؤدي الي حصول ثلاثة أشباه جزيئية . فإن استبدال ذرة هيدروجين طرفية في (1) يؤدي الي تكوين البنتان (3) . أما استبدال احدي ذرات هيدروجين ذرة الكربون الثانية (لا فرق إذا كانت الثانية مـــن اليمين أو من اليسار) فإن الناتج هو الشبيه الجزيئي الأيزوبنتان (4) . أما اســـتبدال ذرة الهيدروجين الوسطية في المركب (2) يعطي النيونبتان (5) .



(5) (4) (3)

لجميع هذه المركبات الصيغة الجزيئية (C_5H_{12}) وهي مركبات حقيقية ويمكن عزلها من البترول وتختلف هذه الأشباه في درجات انصهارها وغليانها وكذلك في خواصها الفيزيائية الأخرى . وعند فحص هذه المركبات نجد أن ذرات الكربون فيها غير متكافئة من حيث الموقع وكذلك ذرات الهيدروجين المرتبطة بها .

وتعرف ذرة الكربون التي تحمل ثلاث ذرات هيدروجين وبذرة كربون أولية (1^o) (Primary) (أ) أما ذرة الكربون الثانوية (2^o) (Secondary) ترتبط بذرتي كربون ذرتي هيدروجين . وهكذا فإن ذرة الكربون الثالثية (3^o) (Tertiary) مرتبطة بثلاث ذرات كربون وذرة هيدروجين واحدة . أما بالنسبة لذرات الهيدروجين : فالتي تكون مرتبطة بذرة كربون أولية ، تسمي بذرة هيدروجين أولية (1^o) والمرتبطة بذرة كربون ثانوية تسمي بذرة هيدروجين ثانوية (2^o) وهكذا بالنسبة لذرة الهيدروجين ثالثية (3^o) . وعليه فإن المركب أيزوبنتان (4) يحتوي علي ثلاث ذرات كربون أولية وذرة كربون ثانوية وذرة كربون ثالثية . وفيما يلي مثال علي أنواع ذرات الكربون والهيدروجين .

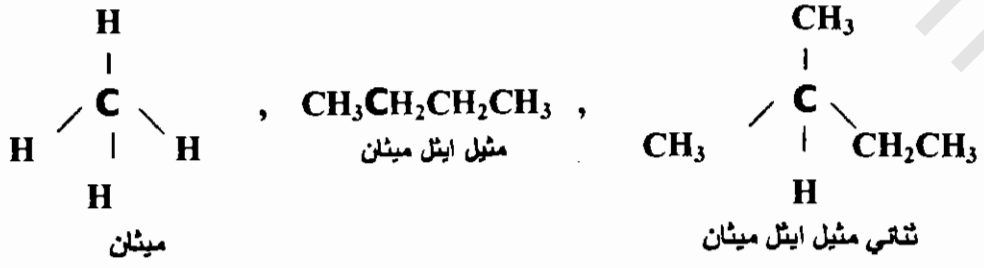


وبنفس الطريقة يمكن تصنيف ذرات الكربون والهيدروجين في بقية المركبات العضوية . أما المركب نيوبنتان (5) فإنه يحتوي علي أربعة ذرات كربون أولية مرتبطة بذرة كربون رباعية (Quaternary) (4^{o}) . وبتعبيراً آخر ذرة كربون مرتبطة بأربع ذرات كربون أخري . وسوف نجد عند دراستنا لصفات المركبات العضوية وفاعلية المجاميع الفعالة المرتبطة بها اختلافاً في سلوك هذه الأنواع المختلفة من ذرات الكربون والهيدروجين .

تسمية الألكانات : -

تسمية المركبات العضوية تكون علي الطريقة الرسمية (قواعد النظام العالمي) الموضوعة من قبل الاتحاد العالمي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) وهي طريقة نظامية معتمدة علي أسس . بالإضافة الي هذه الطريقة توجد طريقتان أخريان في تسمية الألكانات . وفي جميع هذه الطرق تنتهي أسماء مركبات هذا النصف من المركبات العضوية بالمقطع أن (ane) . إن الطريقة العادية التي سبق أن ذكر تحت الأيزومرات تعتمد في التمييز بين الأشباه الجزيئية لألكان معين علي استعمال مقاطع أو حروف خاصة تسبق الاسم . فيسبق اسم الألكان غير المتفرع لفظة –n من (normal) أو – iso كما في الأيزوبيوتان أو neo كما في نيونبتان . وتصبح هذه الطريقة صعبة التطبيق عندما يزداد عدد الأشباه الجزيئية مع ازدياد عدد ذرات الكربون في الألكان .

الطريقة الثانية في التسمية علي اعتبار الألكانات مشتقة من الميثان . ويسمي الألكان عندئذ بتسمية مجاميع الألكيل التي حلت محل ذرة هيدروجين أو أكثر في الميثان مشفوعة بلفظة ميثان كما يلي :



بعض أسماء مركبات الألكان غير المتفرعة :-

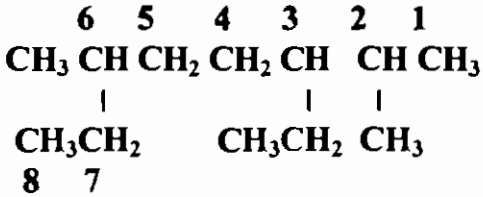
الاسم	الصيغة الجزيئية	الصيغة التركيبية
ميثـــــان	CH_4	H H – C – H H
ايثـــــان	C_2H_6	CH_3CH_3
بروبـــان	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$
بيوتـــان	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
بنتـــان	C_5H_{12}	$CH_3 (CH_2)_3 CH_3$
هكســـان	C_6H_{14}	$CH_3 (CH_2)_4 CH_3$
هبتـــان	C_7H_{16}	$CH_3 (CH_2)_5 CH_3$
أوكتـــان	C_8H_{18}	$CH_3 (CH_2)_6 CH_3$
بونـــان	C_9H_{20}	$CH_3 (CH_2)_7 CH_3$
دكـــان	$C_{10}H_{22}$	$CH_3 (CH_2)_8 CH_3$
أوندكسان	$C_{11}H_{24}$	$CH_3 (CH_2)_9 CH_3$
دودكـــان	$C_{12}H_{26}$	$CH_3 (CH_2)_{10}CH_3$

فذرة الكربون باللون الداكن تعتبر نواة المركب : ذرة كربون الميثان . وهذه الطريقـة تفشل كلما ازداد عدد ذرات الكربون في مجاميع الألكيـل . ولترجـع الـي الطريقـة النظامية في تسمية الألكانات .

<u>ويمكن إتباع القواعد التالية في التسمية :-</u>

1- نختار أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون ويعطي اسم الألكان المقابل .

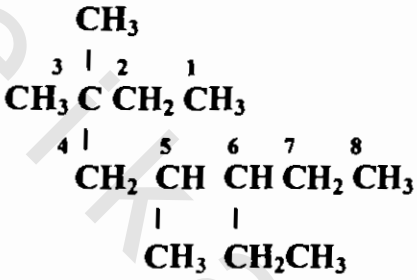
2- ترقم هذه السلسلة من الطرف الذي يعطي المجاميع المعوضة أو الفروع أصغر الأرقام .



3- تعطي المجاميع المعوضة أسمائها وتعين مواقعها بأرقام ذرات الكربون التي تحملها علي السلسلة .

4- يستعمل المقطع ثنائي (داي – **di**) أو ثلاثي (تراي – **tri**) أو رباعي (تترا – **tetra**) – قبل اسم المجموعة المعوضة إذا تكرر وجودها مرتين أو ثلاث أو أربع مرات ..... الخ .

مثـــال :



الحـــل : -

1- ان أطول سلسلة كربون مستمرة في المركب هي ثمانية ، ولذلك يجب أن تعطي الاسم أوكتان (**Octane**) .

2- لقد تم ترقيم السلسلة من الطرف الذي يعطي المجاميع المتفرعة أصغر الأرقام.

3- يعين الآن نوع المجاميع وعدد تكرارها . إن مجموعة المثيل مكررة ثلاث مرات ومجموعة الأثيل مرة واحدة . لذا يصبح اسم المركب .

2 ، 3 ، 5 – ثلاثي مثيل – 6 – اثيل – أوكتان

ان هذه الأرقام تصف	عدد تكرار	عدد الكربون	اسم العائلة
تصف لنا مواقع المجاميع	المجموعة	في أطول سلسلة	

وسوف نجد بعض الأمثلة في نهاية الفصل تتعلق بتسمية المركبات .

السلسلـــة المتناظـــرة :-

عند النظر الي صيغ عدد متتال من الألكانات نلاحظ أن صيغة الواحـــد منهـــا تختلف عما يليه أو يسبقه بمجموعة (CH_2) كما هو واضح في سلســـلة الألكانـــات التالية CH_4 , C_2H_6 , C_3H_6 , C_4H_{10} ... الخ

وتسمي المركبات التي تختلف الواحد عما يليـــه أو يســـبقه بـــــ (CH_2) بالسلســـلة المتناظرة وأي مركب من مركباته يدعي متشاكل . ويمكن تمثيل الألكانـــات بالقـــانون العام C_nH_{2n+2} حيث n عدد صحيح . وفيما يلي مثال يوضح هذا :

<u>البنتان :</u> حيث يحتوي علي خمسة ذرات كربون ، ولذلك فصيغته الجزيئية الخاص به

$$C_2H_{12} = C_5H_2 \times 5 + 2$$

الخواص الفيزيائية :-

الألكانات من ($C_4 - C_1$) غازات في الظروف العادية ومـــن ($C_{17} - C_5$) سوائل ومن C_{18} فما فوق مواد صلبة . ويظهر أن الزيادة في نسبة الكربون يرافقهـــا تغير مناسب في الغليان والانصهار والكثافة واللزوجة كما يلي :

تتألف جزيئات الألكانات كما سبق ذكره من الكربون والهيدروجين ، لذلك فإنها لا تحتوي علي روابط قطبية وبالتالي فإن هذه الجزيئات لا تكون قطبيـــة . ان القـــوة الوحيدة التي تربط جزيئات الألكانات هي قوي فاندرفال الضعيفة . والألكانات لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في الأيثر . ويرجع سبب ذلك الي ان الألكانـــات مركبـــات لا قطبية ولذلك لا تذوب في المذيبات اللاقطبية مثل الأيثر والبنزين أو المذيبات الضعيفة القطبية مثل الكلوروفورم .

درجات غليان بعض الألكانات :-

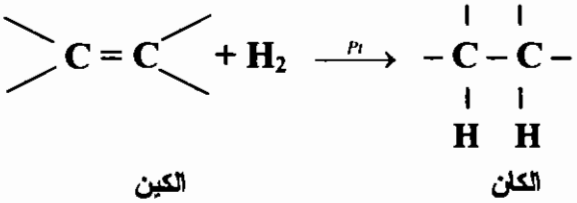
الألكان	عدد ذرات الكربون	درجة الغليان
ميثـــان	1	161.7 –
ايثـــان	2	88.6 –
بروبـــان	3	42.0 –
بيوتـــان	4	0.5 –
بنتـــان	5	36.1 –
هكســـان	6	68. –
هبتـــان	7	98.4
أوكتـــان	8	125.7
بونـــان	9	150.8
دركـــان	10	174. –
أوندكـــان	11	195. –
دودكـــان	12	216 . –
تراي دكان	13	235.4 –

تحضيـــر الألكانـــات :-

ان الوقود المستعمل للسيارات (يعرف بالبنزين) هو خليط من عدة ألكانات . ولتقارب درجات غليان هذه المركبات فإن الحصول علي مركب ألكان معين بصـــورة نقية من هذا الخليط يكون صعباً . لذلك وللحصول علي مركبات نقية يجب الاعتمـــاد علي طرق التحضير التي قد تعطي المركب نقياً أو مصحوباً ينسب ضئيلة من مركبات أخري يمكن عزلها بسهولة . وتوجد عدة طرق لتحضير الألكانات :

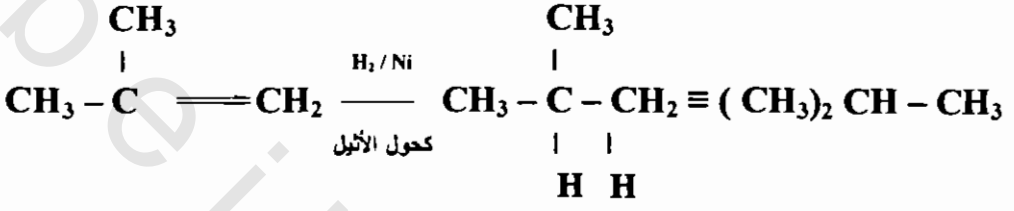
أ- هدرجة الألكينات :-

تتفاعل الألكينات مع الهيدروجين في وجود عامل مساعد مثل فلـــز النيكـــل أو البلاتين منتجة الألكانات .



الكين الكان

وتجري هذه التفاعلات غالباً بإذابة الألكين أولاً في مذيب مثل الكحول ثم إضافة العامل المساعد وإمرار تيار من الهيدروجين في هذا الخليط في جهاز محكم وتحت ضغط .



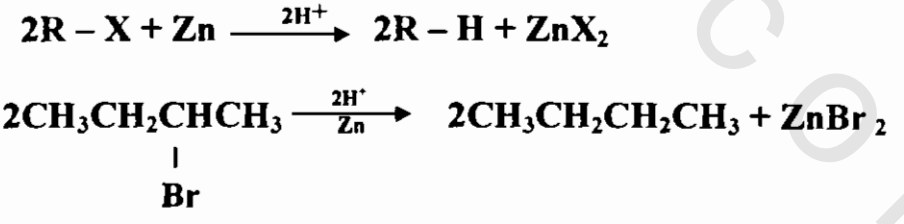
كحول الأثيل

ب- اختزال هاليدات الألكيل :-

يمكن إجراء هذا التفاعل بعدة طرق :

1- الاختزال بواسطة الزنك وحامض معدني :

ان معظم هاليدات الألكيل تتفاعل مع الزنك في محلول حامضي منتجة الألكان المقابل حيث يحل الهيدروجين المتحرر من قبل الحامض في الزنك محل الهالوجين في هاليد الألكيل .



2- الاختزال بواسطة هيدرات الفلزات :-

تختزل هاليدات الألكيل الأولية والثانوية بسهولة الي الألكانات بواسطة هيدريد الليثيوم الألمونيوم ($LiAlH_4$) . أما بوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$) فإنه يختزل

obeikandl.com

الهاليدات الثانوية والثالثية ولا يختزل الهاليدات الأولية . أما ثلاثـــي فنيـــل القصـــدير ($Snph_3$) فإنه يختزل أنواع الهاليدات الثلاثة .

3- هدرجة هاليدات الألكيل :

تهدرج هاليدات الألكيل بوجود عامل مساعد . ومن أهمها ، فلز البالديوم علي الفحم أوريني- نيكل (**Rany – Nickel**) .

$$R-\overset{|}{\underset{|}{C}}-X \xrightarrow{H_2 \,/\, pd-C} R-\overset{|}{\underset{|}{C}}-H$$

4- الاختزال بواسطة اليود – حامض الهيدروكلوريك :

يمكن اختزال يوديات الألكيل وذلك بتسخينها مع حامض الهيدروكلوريك فـــي درجة **150** ^{o} م .

$$R-\overset{|}{\underset{|}{C}}-I + HI \xrightarrow{150\,C^{\circ}} R-\overset{|}{\underset{|}{C}}-H$$

$$CH_3CH_2\,\underset{\underset{I}{|}}{CH}\,CH_3 + HI \xrightarrow{\Delta} CH_3CH_2CH_2CH_3$$

ج – استعمال كواشف جرينيارد (Grignard) :

تتفاعل هاليدات الألكيل في الأيثر الجاف مع فلز المغنســـيوم مكونـــة كاشـــف جرينيارد (**RMgX**)

$$R-X + Mg \xrightarrow{\text{ايثر}} RMgX$$

عند معاملة هذا الكاشف مع الماء أو محلول حامض مخفف فإنه يتحلل الـــي الألكـــان المقابل .

$$RMgX + H_2O \longrightarrow RH + Mg(OH)X$$

د- تفاعل فورتز (wurtz)

تتفاعل هاليدات الألكيل (وتفضل البروميدات أو اليوديدات) مع فلز الصوديوم في الأيثر منتجة ألكانات يصبح فيها عدد الكربون ضعف عددها فـــي هاليـــد الألكيـــل المتفاعل .

$$R-X + R-X \xrightarrow{2Na} R-R-2NaX$$

$$2CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}Br \xrightarrow{2Na} CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}CH(CH_3)_2 + 2NaBr$$

أي أن الألكان الناتج سوف يحتوي دائماً علي عدد زوجي من الكربون وان الجزيئـــة تكون متناظرة .

ومن الممكن إجراء التفاعل بين هاليدي الكيل مختلفين وفي هذه الحالة يكـــون النـــاتج خليطاً معقداً من الألكانات إضافة الي مواد جانبية أخري .

$$R-X + \acute{R}-X \xrightarrow{2Na} R-R + R-\acute{R} + \acute{R}-\acute{R} \ .....$$

لذلك لا يفضل استعمال خليط من الهاليدات لهذا الغرض .

وقد أقترحت لتفاعل فورتز الميكانيكيتين التاليتين :-

1- أيونيـــــة :

$$CH_3CH_2Br + 2Na \longrightarrow CH_3CH_2^- : Na^+ + NaBr$$

$$CH_3CH_2^-Na^+ + CH_3CH_2Br \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_3 + NaBr$$

2- الجزر الحر :

$$CH_3CH_2Br + Na^\cdot \longrightarrow CH_3CH_2^\cdot + NaBr$$

$$CH_3CH_2^\cdot + CH_3CH_2^\cdot \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_3$$

هـ - طريقة كوري – هاوس (Cory-House) :-

ان هذه الطريقة بمعادلتها العامة مشابهة لتفاعل فورتز الا أنها أعـم اذ يمكـن بهذه الطريقة تفاعل هاليدين الكيل مختلفين .

$$R - X + \acute{R} - X \xrightarrow{\text{عدة خطوات}} R - \acute{R}$$

ويتم هذا الازدواج بتحويل أحد هاليدي الألكيل الي ملح الليثيوم النحاسي (R_2CuLi) بخطوتين : أولاً مفاعلة هاليد الألكيل مع فلز الليثيوم في الأيثير (قارن هذه التفاعل مع تفاعل جرينيارد)

$$RX + Li \longrightarrow RLi + LiX$$

ألكيل الليثيوم

ومن ثم يعامل الليثيوم الناتج مع يوديد النحاسوز (CuI) ليتحول الي

$$2RLi + CuI \longrightarrow R_2CuLi + LiI$$

ثنائي ألكيل الليثيوم النحاسيك

وعند معاملة هذا الكاشف مع هاليد الكيل آخـر ($\acute{R}\ X$) فـإن ازدواج مجمـوعتي الألكيلي تأخذ طريقها في تكوين الألكان :

$$R_2CuLi + \acute{R}\ X \longrightarrow R - \acute{R} + RCu + LiX\ .$$

ومثال علي هذا التفاعل :

$$CH_3I + 2Li \longrightarrow CH_3Li + LiI$$

$$2CH_3Li + CuI \longrightarrow (CH_3)_2\ CuI + LiI$$

$$(CH_3)_2\ CuLi + CH_3CH_2CH_2I \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_3$$

لهذه الطريقة تطبيقات عديدة أخري في مجال تحضير المركبات العضوية ، وخاصـة تلك التي تتطلب تكوين رابطة – كربون .

و – طريقة كولب (التحلل الكهربائي) :

ان التحلل الكهربائي لمحلول مركز لملح الصوديوم أو البوتاسـيوم لحـامض كاربوكسيلي أو لخليط من حامضي كاربوكسيلي – ينتج ألكان .

$$\acute{R}\ CO_2K + R\ CO_2K + 2H_2O \longrightarrow \acute{R} - R + 2CO_2 + H_2 \uparrow + KOH$$

ز – ازدواج بورانات الألكيل (Alkyl boranes) :–

يمكن استعمال هذه الطريقة المفيدة لتحضير ألكانات ذات سلسلة كربون طويلة . وتعتمد هذه الطريقة علي إضافة ثنائي البوران الي الرابطة المزدوجة في الأليفينـات ثم معاملة ناتج الإضافة مع محلول نترات الفضة وهيدروكسيد الصوديوم فـي درجـة حرارة الغرفة كما في المثال التالي :–

$$6CH_3CH_2CH_2CH_2C=CH_2 \xrightarrow{2B2H6} [CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2]_3B$$

$$CH_3(CH_2)_5-(CH_2)_5CH_3 \xleftarrow[NaOH]{AgNO3}$$

الخواص الكيميائية للألكانات :

ان عدم قطبية روابط الكربون – الكربون وروابط الكربون – الهيدروجين وطاقاتها العالية وعدم وجود الكترونات غير مشتركة في جزيئاتها جعل الألكانات مركبات خاملة تجاه الكثير من الكواشف في درجة حرارة الغرفة . فهي لا تتأثر بالقواعد القوية مثل **KOH** ولا بالحوامض القوية مثل حامض الكبريتيك ولا بالعوامل المؤكسدة مثل البرمنجنات ولا بالعوامل المختزلة مثل هيدريد الليثيوم الألمنيوم ($LiAlH_4$) . لذلك سميت بارافينات دلالة علي خمولها الكيميائي . ولكن استقرارها وخمولها الكيميائي جعلاً منها مذيبات جيدة وخلق لها استعمالات واسعة في الصناعة .

أ- تفاعلات الألكانات مع الهالوجينات (الهلجنة) :

تتفاعل الألكانات مع الكلور أو البروم (الهالوجينات بصورة عامة) عند مزجها في درجات حرارة عالية أو بوجود الضوء أو عامل مساعد . وتعتمد نسبة الهلجنة علي كمية الهالوجين المستعمل . مثلاً عند كلورة الميثان فإن احتمال استبدال جميع ذرات هيدروجين الميثان بذرات الكلور يعتمد علي نسبة الكلور . ويمكن الحصول علي جميع مشتقات الميثان المكلورة حسب كمية الكلور الداخلية في إناء التفاعل .

$$H-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-H + X_2 \longrightarrow$$

ميثان — هالوجين

$$\underset{\text{هاليد هيدروجين}}{H-X} + \underset{\text{رباعي هالوميثان}}{X-\overset{\overset{X}{|}}{\underset{\underset{X}{|}}{C}}-X} + \underset{\text{ثلاثي هالوميثان}}{H-\overset{\overset{X}{|}}{\underset{\underset{X}{|}}{C}}-X} + \underset{\text{ثنائي هالوميثان}}{H-\overset{\overset{X}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-X} + \underset{\text{هالوميثان}}{H-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-X}$$

ويسمي التفاعل من هذا النوع – حيث تحل مجموعة أو ذرة محل مجموعة أو ذرة أخري بتفاعل الاستبدال (**Substitution reaction**) . أما في الألكانات الأعلى فإن ناتج التفاعل مع وزن مكافئ واحد من الكلور (أو أي هالوجين آخر) يكون ناتج التفاعل مع وزن وكافئ واحد من الكلور (أو أي هالوجين آخر) يكون خليطاً من جميع الأشباه الجزيئية (أيزومرات) أحادية الهالوجين المحتملة ، إلا ان نسب هذه الأيزومرات لا تكون متساوية ، وذلك بسبب اختلاف سرعة تفاعل الهيدروجين الأولي عن الثانوي والثالثي . وتتبع الفعالية الترتيب التالي :-

هيدروجين ثالثي (3°) > هيدروجين (2°) > هيدروجين (1°)

فعند كلورة الأيزوبيوتان مثلاً في درجة **300** $^{\circ}$م نحصل علي خليط من الأيزومرين أحادي الكلور هما :

$$CH_3CHCH_3 \xrightarrow{Cl_2} CH_3CHCH_2Cl + CH_3CCH_3$$

(الكلوريد الثانوي: CH_3 على CH، CH_2Cl ؛ الكلوريد الثالثي: CH_3 ، CH_3 ، Cl على C)

وبما أن الأيزوبيوتان يحتوي علي ذرة هيدروجين ثالثية واحدة وتسعة ذرات هيدروجين أولية . فإذا حسبنا نسبة ناتجي الاستبدال علي أساس تكافؤ ذرات الهيدروجين في سرعة الاستبدال فإن الحسابات الاحصائية تظهر أن نسبة تكون (ب) الي (أ) هو (90) الي (10) ولكن النموذج الفعلي لهذا التفاعل هو **67 %** من الأيزومر (ب) و **33 %** من الأيزومر (أ) . وتظهر هذه النتيجة أن سرعة استبدال ذرة الهيدروجين الثالثية النسبية هي **4.5** مرة أسرع من استبدال ذرة الهيدروجين الأولية أي نسبة **4.5 : 1** ويمكننا أن نبين أن السرع النسبية لذرات الهيدروجين الأولية : الثانوية : الثالثية هي **1 : 3.8 : 4.5** .

ب- ميكانيكية تفاعل الهلجنة (كلورة الميثان كنموذج) :-

يمكن الحصول علي عدة ملاحظات مهمة من تفاعل الميثان مع الكلور :-

1- ان التفاعل يثار بواسطة الحرارة العالية أو الضوء . ان الميثان لا يتفاعل مع الكلور في درجات حرارة الغرفة (25 ^{o}) م في الظلام ولكنه يتفاعل بمجرد تعرض الخليط الي ضوء الأشعة فوق البنفسجية أو اذا سخن الخليط في الظلام الي درجات حرارة أعلي من (200^{o}) م .

2- يحدث التفاعل بكفاءة عالية بتأثير الضوء إذ أن عدداً قليلاً من فوتونات الضوء يؤدي الي تكوين عدد كبير نسبياً من المركبات المكلورة .

وتتفق الميكانيكية التالية مع هذه الملاحظات : -

1- تتضمن الخطوة الأولي تجزأ جزيئة الكلور بواسطة الضوء أو الحرارة الي ذرتين متكافئتين (جذري كلور حر) (انشطار متجانس)

(الخطوة الأولي)

$$Cl : Cl \xrightarrow{\eta v} 2Cl$$

2- جذر الكلور الحر الناتج يكون فعالاً جداً حيث يقوم بمهاجمة جزيئة الميثان مستخلصاً ذرة هيدروجين ومولداً جذر مثيل حر .

(الخطوة الثانية)

$$Cl\overset{\curvearrowright}{H} \div \underset{H}{\overset{H}{C}} H \longrightarrow HCl + CH_3$$

3- ان جذر المثيل الحر يهاجم جزيئة كلور حيث يتكون كلوريد المثيل وجذر الكلور الحر الذي يستطيع إعادة الدورة .

(الخطوة الثالثة)

$$CH_3 + Cl : Cl \longrightarrow CH_3Cl + Cl$$

وتظهر من الخطوة الثالثة تكوين جذر الكلور مرة ثانية . وإن هذا الجذر يهاجم جزيئة ميثان أخري (أي تكرار للخطوة الثانية) وهكذا نجد أن الخطـــوتين الثانيـــة والثالثـــة تتكرر لحين إتمام تفاعل جميع جزيئات الميثان .

4- وفي الخطوات الأخيرة من التفاعل أو عند رفع مصدر الضوء أو نفـــاذ أحـــد المركبين المتفاعلين (الميثان أو الكلور) يتوقف التفاعل باتحاد الجذور الحرة المتخلفة كما يلي :

(الخطوة الرابعة)

$$CH_3 + Cl \longrightarrow CH_3Cl$$

(إيقاف التفاعل)

$$Cl + Cl \longrightarrow Cl_2$$

$$CH_3 + CH_3 \longrightarrow CH_3CH_3$$

obeikandl.com

الأسئلـــــة

1- ارسم جميع الصيغ التركيبية للأشباه الجزيئية لكل من الصيغ الجزيئية التالية :

C_6H_{14} , C_5H_{12}

2- ارسم وضعيات أو مساقط نيومان الناتجة عن الدوران (المنفرجة والمتطابقة) الأصرة الكربون 2 – الكربون 3 في أ – البنتان ، ب-3.2 – ثنـائي مثيـل بيوتان .

3- أذكر اسم كل من مجاميع الألكيل التالية :

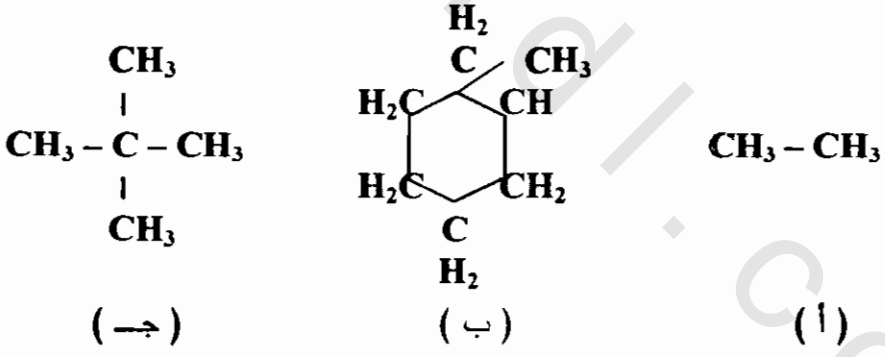
أ- $CH_3CH_2CH_2CH_2^-$

ب- $CH_3C_2CH_2CH_2CH_2^-$

ج- $CH_3\,(CH_2)_6\,CH_2^-$

د – $CH_3(CH_2)_5{}_{CH}2^-$

4- أشر كل من ذرات الكربون في الجزيئات التالية بـــ (1^o) اذا كانت أولية وبـــ (2^o) اذا كانت ثانوية وبـــ (3^o) اذا كانت ثالثية ..... الخ .



(أ) (ب) (جـ)

5- ارسم الصيغ التركيبية لكل من المركبات التالية :

أ – 2.2 ، 4.4 – رباعي مثيل بنتان .

ب- 5.3 – ثنائي اثيل هبتان .

ج – 6.4 – ثنائي بروبيل نونان .

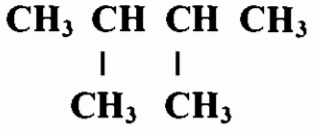
obeikandl.com

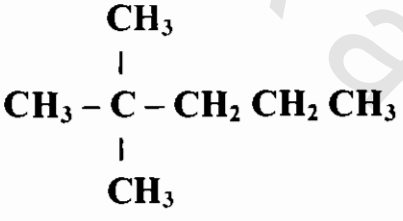
6- ارسم العلاقة البيانية بين درجة غليان المركبات في الجدول وعدد ذرات الكربون في الجزيئة .

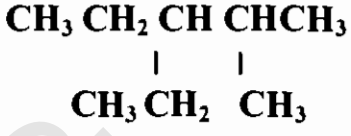
7- حضر المركبات التالية من $CH_3CH_2CH_2Cl$

أ – البروبان ب- الهكسان

8- أذكر الأسماء النظامية للمركبات التالية :







obeikandl.com