الدرس الثالث: تحضير المركبات العضوية

طرائق تحضير المركبات العضوية

- يتم تحضير المركبات العضوية في المختبر من خلال التفاعلات السابقة ودمجها معاً للحصول على المركب المطلوب.

1- تحضير الألكانات.

يتم تحضير الألكانات من خلال إحدى الوسائل التالية:

1- من خلال عملية التقطير التجزيئي للنفط والغاز الطبيعي.

2- من خلال التفاعلات الكيميائية في المختبر وتشمل:

أ- التكسير الحراري.

ب- إضافة الهيدروجين الى الألكين.

التكسير الحراري

هي عملية كيميائية يتم فيها تكسير مركبات الهيدروكربون ذات السلاسل الطويلة الى مركبات ذات سلاسل أصغر.

كيف تتم عملية التكسير الحراري:

1- يتم تسخين خليط النفط الى درجات حرارة عالية في أبراج ضخمة.

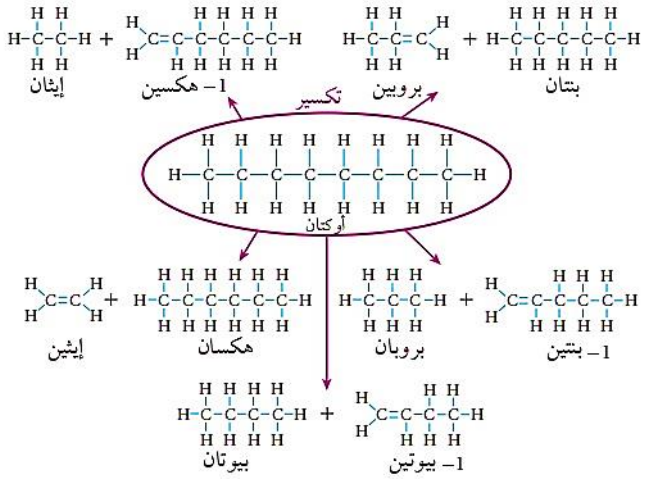
2- تتكسر سلاسل المركبات الهيدروكربونية الطويلة الى مركبات أصغر.

3- يتم تكوين خليط غازي من الألكانات والألكينات، يتراوح عدد ذرات الكربون في مركباتها (10 – 2) ذرة، وتتراوح درجات غليانها من ($40C^0$ – $100C^0$).

4- يتم فصل مكونات هذا الخليط عن طريق التقطير التجزيئي، بسبب تفاوت درجات الغليان لمكونات الخليط.

مثال (52): اجراء تكسير لمركب الأوكتان (C_8H_{18}).

- يمكن أن يحدث تكسير للمركب (C_8H_{18}) بعدة طرائق، حيث يتكون خليط غازي من الألكانات والألكينات يكون فه عدد ذرات الكربون فيه أقل من عدد ذرا كربون المركب (C_8H_{18}).
- الشكل التالي يبين بعض نماذج التكسير الحراري للأوكتان (C_8H_{18}).



إضافة الهيدروجين الى الألكين

- يستخدم تفاعل إضافة الهيدروجين (الهدرجة) في العديد من المجالات، مثل الصناعات البتروكيمياوية والصناعات الغذائية، مثل هدرجة الزيوت غير المشبعة الى دهون مشبعة.
- يتم إضافة الهيدروجين (H_2) الى الألكين، بوجود عامل مساعد مثل النيكل (Ni) أو البلاتين (Pt).

مثال (53): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير الإيثان (CH_3CH_3) من الإيثين ($CH_2 = CH_2$).

الإجابة:

- يتم ذلك من خلال إضافة الهيدروجين الى الإيثين بوجود عامل مساعد مثل النيكل (Ni).

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_3$$

مثال (54): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير البروبان ($CH_3CH_2CH_3$) من البروبين ($CH_2 = CHCH_3$).

الإجابة: يتم ذلك من خلال إضافة الهيدروجين الى الإيثين بوجود عامل مساعد مثل النيكل (Ni).

$$CH_2 = CHCH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_3$$

2- تحضير الألكينات.

- يتم تحضير الألكينات من خلال تفاعلات الحذف، حيث يتم تحويل المركبات المشبعة الى مركبات غير مشبعة وتشمل:
  1- الحذف من هاليد ألكيل ثانوي أو ثالثي .
  2- الحذف من الكحول.

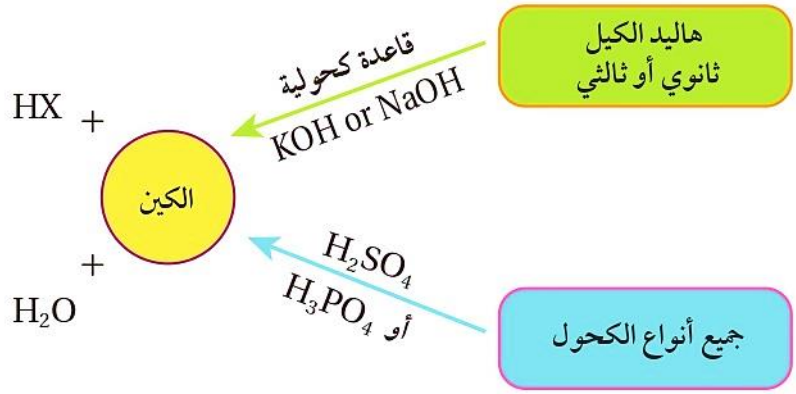
- كما يمكن تحضير الألكينات من خلال التكسير الحراري، حيث يتم تكسير السلاسل الكربونية الطويلة للألكانات وتكوين خليط غازي من الألكانات والألكينات وفصل المكونات بالتقطير التجزيئي، حيث تفصل المكونات بالاعتماد على درجة غليان كل منها.

مثال (55): اجراء تكسير لمركب الديكان ($C_{10}H_{22}$).

- عند تكسير سلسلة لمركب الديكان ($C_{10}H_{22}$) عند درجة حرارة تتراوح بين ($400\ C^0 - 500\ C^0$)، ينتج خليط من الأوكتان والإيثين كما في المعادلة:

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3 \xrightarrow{400\ C^0 - 500\ C^0}$$

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3 + CH_2 = CH_2$$



أ- حذف هاليد هيدروجين من هاليد ألكيل ثانوي أو ثالثي.

- يتم تحضير الألكينات من خلال حذف هاليد الهيدروجين (HX) من هاليد ألكيل ثانوي أو ثالثي عند تسخينه مع محلول مركز من أيونات الهيدروكسيد (OH^-) التي تنتج من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) المذاب في الإيثانول أو هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) المذاب في الإيثانول، حيث يتم حذف (HX) من ذرتي كربون متجاورتين وتكوين رابطة ثنائية لتكوين الألكين.

مثال (56): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير البروبين ($CH_2 = CHCH_3$) من (2 – برومو بروبان) ($CH_3CHBrCH_3$)

الإجابة:

- من خلال تسخين هاليد الألكيل (2 – برومو بروبان) مع قاعدة قوية مثل (NaOH) المذابة في الإيثانول.

$$CH_3CHBrCH_3 + NaOH\ (\text{كحولي}) \xrightarrow{\Delta} CH_2 = CHCH_3 + NaBr + H_2O$$

مثال (57): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (2 – بيوتين) ($CH_3CH = CHCH_3$) من (2 – برومو بيوتان) ($CH_3CHBrCH_2CH_3$) ومحلول مركز من هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) الكحولي.

الإجابة:

$$CH_3CHBrCH_2CH_3 + KOH\ (\text{كحولي}) \xrightarrow{\Delta} CH_3CH = CHCH_3 + + KBr + H_2O$$

مثال (58):

حضر المركب (ميثيل بروبين) ($CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}} = CH_2$) من المركب (2 – ميثيل – 2 – كلورو بروبان) $CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle Cl\ |}{\overset{\displaystyle |}{C}}} - CH_3$

الإجابة:

- المطلوب تحضيره ألكين والموجود هاليد ألكيل ثالثي وبالتالي يمكن التحضير بحذف جزيء (HX) بالتسخين مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) المذابة في الإيثانول.

$$CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle Cl\ |}{\overset{\displaystyle |}{C}}} - CH_3 + KOH\ (\text{كحولي}) \xrightarrow{\Delta} CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}} = CH_2 + KCl + H_2O$$

ب- حذف الماء (H_2O) من الكحولات.

- يتم ذلك من خلال تسخين الكحولات مع محلول مركزمن حمض الكبريتيك (H_2SO_4) أو حمض الفسفوريك (H_3PO_4) حيث يتم حذف جزيء ماء (H_2O) من الكحول لينتج الألكين.

مثال (59): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (الإيثين) ($CH_2 = CH_2$) من (الإيثانول) (CH_3CH_2OH) ومحلول مركز من حمض الكبريتيك (H_2SO_4).

الإجابة:

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4 \text{ مركز} / \Delta} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

مثال (60): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (البروبين) ($CH_2 = CHCH_3$) من (2 - بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$) ومحلول مركز من حمض الكبريتيك (H_2SO_4).

الإجابة:

$$CH_3CHOHCH_3 \xrightarrow{H_2SO_4 \text{ مركز} / \Delta} CH_2 = CHCH_3 + H_2O$$

مثال (61): مبتدئاً بالمركب (2 – ميثيل – 2 – بروبانول) ($CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - CH_3$) واستخدام أي مواد غير عضوية مناسبة . حضر المركب (ميثيل بروبين) $CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}} = CH_2$

الإجابة:

المركب المطلوب تحضيره هو ألكين والمركب الموجود هو كحول ثالثي وبالتالي يمكن التحضير بحذف جزيء ماء من الكحول بوجود (H_2SO_4) المركز والتسخين.

$$CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - CH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{المركز } H_2SO_4} CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}} = CH_2 + H_2O$$

هدرجة الزيوت: تعرف الزيوت المهدرجة باسم الدهون الصناعية (السمن)، ويتم تكوينها من خلال تحويل الزيوت السائلة غير المشبعة الى زيوت مشبعة على شكل سمن نباتي أو زبدة، حيث يتم إضافة الهيدروجين الى الزيوت غير المشبعة (هدرجة الزيوت) بوجود عامل مساعد مناسب، وظروف عالية من الضغط والحرارة، وذلك لإطالة مدة الصلاحية، وتسهيل عمليات الحفظ والتخزين.

3- تحضير هاليدات الألكيل.

- تستخدم هاليدات الألكيل (R-X) في الكثير من الصناعات مثل صناعة المبيدات الحشرية، وطفايات الحريق وصناعة المبلمرات.

- **يمكن تحضير هاليدات الألكيل بأكثر من طريقة كما يلي:**

أ- إضافة جزيء (HX) الى الألكين أو الألكاين.

ب- الاستبدال في الألكان بوجود الضوء والهالوجين.

ج- الاستبدال في الكحول بالتفاعل مع (HX).

أ- تحضير هاليدات الألكيل من الألكانات.

يتم تحضير هاليد الألكيل من الألكانات من خلال استبدال ذرة هالوجين مكان ذرة هيدروجين في الألكان بوجود الضوء، ويتم من خلال تفاعل الألكان مع جزيء هالوجين (X_2) لينتج هاليد الألكيل.

مثال (62): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (كلور ميثان) (CH_3Cl) من تفاعل (الميثان) (CH_4) مع (Cl_2) بوجود الضوء.

الإجابة:

$$CH_4 \xrightarrow{\text{الضوء}} CH_3Cl + HCl$$

مثال (63): اكتب معادلة توضح تحضير كلورو إيثان (CH_3CH_2Cl) من تفاعل الإيثان (CH_3CH_3) مع (Cl_2) بوجود الضوء.

الإجابة:

$$CH_3CH_3 \xrightarrow{\text{الضوء}} CH_3CH_2Cl + HCl$$

ب- تحضير هاليدات الألكيل من الألكينات.

يتم تحضير هاليد الألكيل من الألكينات من خلال استبدال ذرة هالوجين مكان ذرة هيدروجين في الألكين، ويتم من خلال إضافة (HX) الى الألكين وفق قاعدة ماركوفينيكوف لينتج هاليد الألكيل.

مثال (64): اكتب معادلة توضح تحضير (2 – كلورو بروبان) ($CH_3CHClCH_3$) من إضافة كلوريد الهيدروجين (HCl) الى البروبين ($CH_2 = CHCH_3$).

الإجابة:

$$CH_2 = CHCH_3 + HCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{Cl}{|}}{C}HCH_3$$

مثال (65): مبتدئاً بالمركب (2 – كلورو بروبانون) ($CH_3-\overset{\overset{Br}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$) واستخدام أي مواد غير عضوية مناسبة . حضر المركب (ميثيل بروبين) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2$

الإجابة:

$$CH_2 = \underset{\underset{CH_3}{|}}{C}CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3\overset{\overset{Br}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}CH_3$$

ج- تحضير هاليدات الألكيل من الكحولات.

يتم تحضير هاليد الألكيل من الكحول من خلال استبدال ذرة هالوجين مكان مجموعة الهيدروكسيل (OH) في الكحول، ويتم من خلال التفاعل مع حمض مركز مثل (HCl) أو (HBr) لينتج هاليد الألكيل.

مثال (66): اكتب معادلة توضح تحضير (كلورو إيثان) (CH_3CH_2Cl) من إضافة كلوريد الهيدروجين (HCl) المركز الى البروبين (CH_3CH_2OH).

الإجابة:

$$CH_3CH_2OH + HCl\ (\text{مركز}) \rightarrow CH_3CH_2Cl + H_2O$$

مثال (67): اكتب معادلة توضح تحضير (2 – برومو بروبان) ($CH_3CHClCH_3$) من إضافة بروميد الهيدروجين (HBr) المركز الى (2 – بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$).

الإجابة:

$$CH_3CHOHCH_3 + HBr\ (\text{مركز}) \rightarrow CH_3CHClCH_3 + H_2O$$

مثال (68): حضر المركب (2 – ميثيل – 2 – كلورو بروبان) ($CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{Cl}{|}}{C}}-CH_3$) من المركب (2 – ميثيل – 1 – كلورو بروبان) ($CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-Cl$).

الإجابة:

قاعدة: لتحويل هاليد الالكيل الاولي الى ثالثي نقوم بتحويل هاليد الألكيل الأولي الى كحول ثم الى ألكين ثم إضافة (HX) إليه.

(1) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-Cl + KOH \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-OH$

(2) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-OH \xrightarrow[\triangle]{\text{المركز } H_2SO_4} CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + H_2O$

(3) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{Cl}{|}}{C}}-CH_3$

4- تحضير الألديهايدات والكيتونات.

تستخدم الألديهايدات في صناعة العطور، والمنظفات، والصابون، كما وتستخدم الكيتونات في صناعة المنسوجات، الأصماغ، ومذيبات الدهان.

تحضير الالديهايدات والكيتونات صناعياً.

يتم تسخين الكحولات الأولية أو الثانوية، عند درجة حرارة ($300\ C^0$) بوجود فلز النحاس (Cu)، الذي يعمل كعامل مساعد في نزع الهيدروجين.

مثال (69): يتأكسد الإيثانول (CH_3CH_2OH) بوجود النحاس وفق المعادلة التالية:

الإجابة:

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[300\ C^0]{Cu} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$$

مثال (70): يتأكسد (2 – بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$) بوجود النحاس وفق المعادلة التالية:

الإجابة:

$$CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[300\ C^0]{Cu} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_3$$

تحضير الالديهايدات والكيتونات في المختبر.

قاعدة: الطريقة الوحيدة لتحضير الألديهايدات هي أكسدة الكحول الأولي فقط، لذلك يجب دائما تحويل المركبات العضوية الأخرى الى كحول أولي ثم أكسدته.

قاعدة: الطريقة الوحيدة لتحضير الكيتونات هي أكسدة الكحول الثانوي لذلك يجب تحويل جميع المركبات العضوية الى كحول ثانوي ثم أكسدته بـ (PCC) أو ($K_2Cr_2O_7$).

مثال (71): اكتب معادلة توضح تحضير (الإيثانال) (CH_3CHO) من مركب (الإيثانول) (CH_3CH_2OH) باستخدام كلوركرومات البيريدينيوم (PCC) المذاب في ثنائي كلورو ميثان (CH_2Cl_2).

الإجابة:

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[CH_2Cl_2]{PCC} CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H$$

مثال (72): اكتب معادلة توضح تحضير (البروبانون) (CH_3COCH_3) من مركب (2 - بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$) باستخدام دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) المذاب في وسط حمضي.

الإجابة:

$$CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}CH_3$$

مثال (73): اكتب معادلة توضح تحضير (الميثانال) (CH_2O) باستخدام (الميثان) (CH_4) في المختبر وبوجود الضوء وكل من المواد التالية: (HCl)، (CH_2Cl_2)، (PCC)، (KOH)، (Cl_2).

الإجابة:

- لتحضير الميثانال من الميثان يجب تحويل الميثان (CH_4) الى كحول أولي، حيث أنها الطريقة الوحيدة لتحويل أي مركب الى الألديهايد.

1- يتم تحويل الميثان (CH_4) الى هاليد ألكيل من خلال تفاعل الميثان (CH_4) مع الكلور (Cl_2) وبوجود الضوء كما في المعادلة التالية:

$$CH_4 \xrightarrow{\text{الضوء}} CH_3Cl + HCl$$

2- يتم تحويل مركب كلورو ميثان (CH_3Cl) الى كحول أولي من خلال تفاعل مركب كلورو ميثان (CH_3Cl) مع القاعدة (KOH) كما في المعادلة التالية:

$$CH_3Cl + KOH \rightarrow CH_3OH + KCl$$

3- يتم أكسدة الكحول الناتج (CH_3OH) باستخدام العامل المؤكسد (PCC) بوجود (CH_2Cl_2) لينتج الميثانال.

$$CH_2OH \xrightarrow{PCC / CH_2Cl_2} H - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$$

مثال (74): اكتب معادلة توضح تحضير (البروبانون) (CH_3COCH_3) باستخدام (البروبين) ($CH_3CH = CH_2$) في المختبر وكل من المواد التالية: ($K_2Cr_2O_7$)، (H_2O)، (H_2SO_4).

الإجابة:

- لتحضير البروبانون من البروبين يجب تحويل (البروبانون) (CH_3COCH_3) الى كحول ثانوي، حيث أنها الطريقة الوحيدة لتحويل أي مركب الى الكيتون.

1- يتم تحويل (البروبين) ($CH_3CH = CH_2$) الى كحول أولي من خلال تفاعل (البروبين) مع حمض الكبريتيك (H_2SO_4) كما في المعادلة التالية:

$$CH_3CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

2- يتم أكسدة الكحول الناتج ($CH_3CHOHCH_3$) باستخدام العامل المؤكسد ($K_2Cr_2O_7$) بوجود قطرات من الحمض لينتج البروبانون.

$$\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_3CHCH_3}} \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 / H^+} \underset{\displaystyle O}{\underset{||}{CH_3CCH_3}}$$

مثال (75): حضر المركب العضوي البروبانال (CH_3CH_2CHO) من المركب العضوي الميثانول (CH_3OH) والمركب العضوي كلورو إيثان (CH_3CH_2Cl) مستخدماً أي مواد غير عضوية مناسبة.

الإجابة:

- نلاحظ أن عدد ذرات كربون المركب المطلوب تحضيره هو (3 ذرات كربون)، وهو أكثر من أي مركب متوفر في المعطيات، وعليه يجب أن نقوم بعملية دمج للمركبين في المعطيات للحصول على العدد المطلوب، والحصول على كحول أولي، يحتوي على العدد المطلوب من ذرات الكربون، ثم أكسدته (PCC) للحصول على الألديهايد المطلوب تحضيره كما يلي:

(1) $$CH_3 - OH \xrightarrow{PCC\ /\ CH_2} H - \underset{\displaystyle O}{\underset{||}{C}} - H$$ ← (ألدهيد) (1 ذرة كربون)

(2) $$CH_3 - CH_2 - Cl + Mg \xrightarrow{Et} CH_3 - CH_2 - MgCl$$ ← (مركب غرينيارد) (2 ذرة كربون)

(3) $$H - \underset{\displaystyle O}{\underset{||}{C}} - H + CH_3 - CH_2 - MgCl \longrightarrow H - \underset{\displaystyle OMgCl}{\underset{|}{C}} - \underset{\displaystyle CH_2}{\underset{|}{CH_2}} - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH_3}}$$ ← (مركب وسطي) (3 ذرات كربون)

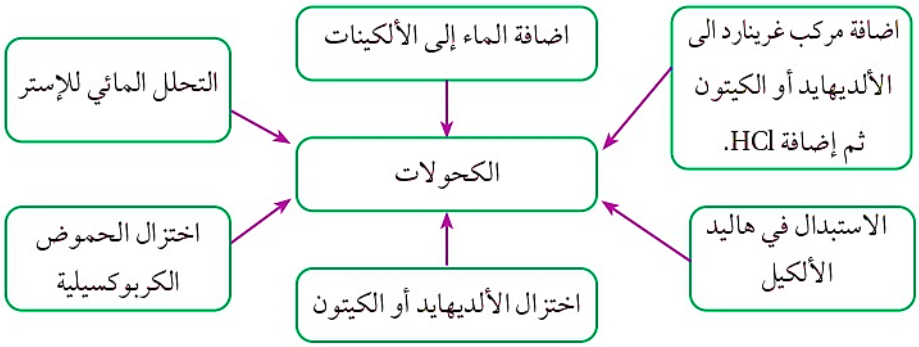
(4) $CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{H}{|}}{\overset{H}{\overset{|}{C}}} - OMgCl + HCl \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + MgCl_2$

(5) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow{PCC\ /\ CH_2Cl_2} CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$

الكشف عن الكيتون في البول: يعتبر ارتفاع مستوى الكيتون في البول أو ما يسمى (الحماض الكيتوني السكري) من أعراض الإصابة بمرض السكري غير المكتشف، كما يعتبر أحد مضاعفات مرض السكري عند المصابين، ويتم الكشف عن الكيتون في البول باستخدام (اختبار روثيرا)، والذي يكشف عن وجود البروبانون (الأسيتون) في البول، حيث يحول لون البول الى اللون الأحمر.

5- تحضير الكحولات.

- الشكل التالي يبين طرائق تحضير الكحول المختلفة:



تحضير الالديهايدات والكيتونات صناعياً.

- يتم تحضير كل من الميثانول (CH_3OH) والإيثانول (CH_3CH_2OH) صناعياً حيث يدخلان في الكثير من الصناعات المهمة:
- يحضر الميثانول (CH_3OH) صناعياً عن طريق هدرجة غاز أول أكسيد الكربون (CO_2) عند درجة حرارة ($400\ C^0$)، بوجود أكسيد الخارصين (ZnO)، أو أكسيد الكروم (Cr_2O_3) كعوامل مساعدة، كما في المعادلة التالية:

$$CO_{2(g)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow[400\ C^0]{ZnO\ /\ Cr_2O_3} CH_3OH_{(g)}$$

- يتم تحضير الإيثانول (CH_3CH_2OH) صناعياً، من تخمير الجلوكوز الموجود في الذرة، أو العنب، أو الشعير، باستخدام أنزيمات الخميرة، كما في المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{خميرة}} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

تحضير الكحولات في المختبر.

- يتم تحضير الكحولات في المختبر من خلال الطرائق التالية:

أ- تحضير الكحولات من الألكينات.

يتم تحضير الكحول بإضافة الماء الى الألكين، بوجود عامل مساعد مثل حمض الكبريتيك (H_2SO_4) أو حمض الفسفوريك (H_3PO_4).

مثال (76): اكتب معادلة توضح تحضير (2 – بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$) من إضافة الماء (H_2O) وحمض الفسفوريك (H_3PO_4) الى مركب (البروبين) ($CH_3CH = CH_2$).

الإجابة:

$$CH_3CH = CH_2 \xrightarrow{H_3PO_4} CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

مثال (77): اكتب معادلة توضح تحضير (2 – بيوتانول) ($CH_3CH_2CHOHCH_3$) من إضافة الماء (H_2O) وحمض الكبريتيك (H_2SO_4) الى مركب (1 - بيوتين) ($CH_3CH_2CH = CH_2$).

الإجابة:

$$CH_3CH_2CH = CH_2 \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

ب- تحضير الكحولات من هاليدات الالكيل.

يتم تحضير الكحول الأولي من تفاعل هاليد الألكيل الأولي مع هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) أو هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH).

مثال (78): اكتب معادلة توضح ناتج تفاعل (1 – بروبو بروبان) ($CH_3CH_2CH_2Br$) مع هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$).

الإجابة:

$$CH_3CH_2CH_2Br + NaOH \rightarrow CH_3CH_2CH_2OH + NaBr$$

$$CH_3CH_2CH_2Br + OH^- \rightarrow CH_3CH_2CH_2OH + Br^-$$ (ويمكن كتابة المعادلة على الصورة)

مثال (79): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (الإيثانول) (CH_3CH_2OH) ، إذا توافر لديك في المختبر كل من الإيثان (CH_3CH_3) ، والكلور (Cl_2)، والضوء، ومحلول هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH).

الإجابة:

1- نقوم بتحويل مركب الإيثان (CH_3CH_3) الى مركب هاليد ألكيل من خلال تفاعله مع الكلور (Cl_2) وبوجود الضوء:

$$CH_3CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3CH_2Cl + HCl$$

2- نقوم بمفاعلة مركب هاليد الألكيل (CH_3CH_2Cl) مع هيدروكسيد البوتاسيوم لينتج كحول أولي (الإيثانول):

$$CH_3CH_2Cl + KOH \rightarrow CH_3CH_2OH + KCl$$

ج- تحضير الكحولات من الألديهايدات والكيتونات.

يتم تحضير الكحول من الألديهايد أو الكيتون بطريقتين:

- **اختزال الألديهايد والكيتون في المختبر.**
- يتم تحضير الكحول من اختزال الألديهايد والكيتون، باستخدام عوامل مختزلة، مثل هيدريد الليثيوم والألمنيوم ($LiAlH_4$) المذاب في الإيثر، ثم يضاف إليه محلول مخفف من حمض الكبريتيك (H_2SO_4)، أو بوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$) المذاب في الإيثانول، ويضاف إليه أيضا محلول مخفف من حمض الكبريتيك (H_2SO_4).
- **يؤدي اختزال الألديهايد الى تكوين الكحول الأولي.**
- **يؤدي اختزل الكيتون الى تكوين الكحول الثانوي.**

مثال (80): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (الإيثانول) (CH_3CH_2OH)، من تفاعل المركب (الإيثانال) (CH_3CHO) مع بوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$) ثم إضافة محلول مخفف من حمض الكبريتيك (H_2SO_4).

الإجابة:

$$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \xrightarrow[2.\ H_3O^+]{1.\ NaBH_4\ /\ \text{إيثانول}} CH_3CH_2OH$$

مثال (81): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (2 - بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$)، من تفاعل مركب (البروبانون) (CH_3COCH_3) مع هيدريد الليثيوم والألمنيوم ($LiAlH_4$) المذاب في الإيثر ثم إضافة محلول مخفف من حمض الكبريتيك (H_2SO_4).

الإجابة:

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \xrightarrow[2.\ H_3O^+]{1.\ LiAlH4\ /\ Et} CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

اختزال الألديهايد والكيتون صناعياً.

- يتم تحضير الكحولات من اختزال الألديهايد والكيتون صناعياً بإضافة غاز الهيدروجين الى كل منهما بوجود عامل مساعد مثل النيكل (Ni) عند درجة حرارة ($150\ C^0$) كما يلي:

1- اختزال الإيثانال صناعياً:

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[150\ C^0]{Ni} CH_3CH_2OH$$

2- اختزال البروبانون صناعياً:

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \xrightarrow[150\ C^0]{Ni} CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

مثال (82): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (2 – بيوتانول) ($CH_3CH_2CHOHCH_3$)، من تفاعل مركب (البيوتانون) ($CH_3CH_2COCH_3$) مع بوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$) ومحلول مخفف من حمض الكبريتيك (H_2SO_4).

الإجابة:

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \xrightarrow[2.\ H_3O^+]{1.\ NaBH_4\ /\ \text{إيثانول}} CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

د- تحضير الكحولات من الحموض الكربوكسيلية.

يتم تحضير الكحول الأولي من اختزال الحمض الكربوكسيلي، باستخدام هيدريد الليثيوم والألمنيوم ($LiAlH_4$) المذاب في الايثر الجاف.

مثال (83): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (الإيثانول) (CH_3CH_2OH)، من تفاعل مركب (حمض الإيثانويك) (CH_3COOH) مع هيدريد الليثيوم والألمنيوم ($LiAlH_4$) المذاب في الإيثر.

الإجابة:

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \xrightarrow[2.\ H_3O^+]{1.\ LiAlH_4\ /\ Et} CH_3CH_2OH$$

مثال (84): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (1 – بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$)، من تفاعل مركب (حمض البروبانويك) (CH_3CH_2COOH) مع هيدريد الليثيوم والألمنيوم ($LiAlH_4$) المذاب في الإيثر ومحلول مخفف من حمض الكبريتيك (H_2SO_4).

الإجابة:

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \xrightarrow[2.\ H_3O^+]{1.\ LiAlH_4\ /\ Et} CH_3CH_2CH_2OH$$

ه- **تحضير الكحولات من الاسترات.**

- يتفكك الاستر عند تسخينه مع محلول قاعدة قوية، مثل هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) وينتج الكحول، وملح الحمض الكربوكسيلي.

مثال (85): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (الإيثانول) (CH_3CH_2OH)، بتسخين (إيثانوات الإيثيل) ($CH_3COOCH_2CH_3$) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$).

الإجابة:

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa + CH_3CH_2OH$$

مثال (86): اكتب معادلة كيميائية توضح تحضير (الميثانول) (CH_3OH)، بتسخين (إيثانوات الميثيل) (CH_3COOCH_3) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$).

الإجابة:

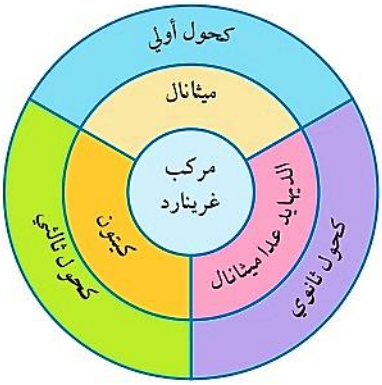
$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3 + NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa + CH_3OH$$

و- **تحضير الكحولات باستخدام مركبات غرينيارد.**

- يتم تحضير مركب غرينيارد ($RMgX$) من تفاعل هاليد الالكيل (RX) مع فلز المغنسيوم (Mg).

- يتم تحضير الكحول الأولي من تفاعل مركب الألديهايد (الميثانال) فقط مع مركب غرينيارد.
- يتم تحضير الكحول الثانوي من تفاعل جميع الألديهايدات (باستثناء الميثانال) مع مركب غرينيارد.
- يتم تحضير الكحول الثالثي من تفاعل الكيتونات مع مركب غرينيارد.

- الشكل التالي يبين نواتج عملية إضافة مركبات الكربونيل الى مركب غرينيارد.



قاعدة: عند طلب تحضير مركب عدد ذراته أكبر من عدد ذرات المركب المتوفر فإنه يجب دمج المركب المتوفر مع مركب آخر للحصول على عدد ذرات الكربون المطلوب.

مثال (87): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (1 - بروبانول) ($CH_3CH_2CH_3OH$)، من تفاعل الميثانال (CH_2O) مع إيثيل كلوريد المغنيسيوم (CH_3CH_2MgCl).

الإجابة:

1- المركب الطلوب تحضيره هو كحول أولي، يحتوي على عدد ذرات كربون تساوي مجموع عدد ذرات الكربون الموجودة في كل من الألديهايد (الميثانال) ومركب غرينيارد، وبالتالي يتم تحضير (1 – بروبانول) (3 ذرات كربون) من تفاعل مركب (الميثانال) (1 ذرة كربون) مع مركب غرينيارد (2 ذرة كربون) كما يلي:

2- في التفاعل التالي يتم مفاعلة مركب (الميثانال) مع مركب غرينيارد لينتج المركب الوسطي كما في المعادلة التالية:

$$(1)\quad \underset{\underset{O}{\|}}{HCH} + CH_3CH_2MgCl \longrightarrow \underset{\underset{CH_2CH_3}{|}}{\overset{\overset{OMgCl}{|}}{CH_2}}$$

(مركب وسطي)

3- يتم معالجة المركب الوسطي الناتج في التفاعل السابق مع كلوريد الهيدروجين (HCl) لينتج الكحول المطلوب تحضيره:

$$(2)\quad \underset{\underset{CH_2CH_3}{|}}{\overset{\overset{OMgCl}{|}}{CH_2}} + HCl \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH + MgCl_2$$

مثال (88): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (2 – بيوتانول) ($CH_3CH_2CHOHCH_3$)، من تفاعل الإيثانال (CH_3CHO) مع إيثيل كلوريد المغنيسيوم (CH_3CH_2MgCl).

الإجابة:

1- المركب الطلوب تحضيره هو كحول ثانوي، يحتوي على عدد (4 ذرات كربون) تساوي مجموع عدد ذرات الكربون الموجودة في كل من الألديهايد (الإيثانال) ومركب غرينيارد، وبالتالي يتم تحضير (2 – بيوتانول) (4 ذرات كربون) من تفاعل مركب (الإيثانال) (2 ذرة كربون) مع مركب غرينيارد (2 ذرة كربون) كما يلي:

2- في التفاعل التالي يتم مفاعلة مركب (الإيثانال) مع مركب غرينيارد لينتج المركب الوسطي كما في المعادلة التالية:

$$(1)\quad CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H + CH_3CH_2MgCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_2CH_3}{|}}{C}}H \qquad \text{(مركب وسطي)}$$

3- يتم معالجة المركب الوسطي الناتج في التفاعل السابق مع كلوريد الهيدروجين (HCl) لينتج الكحول المطلوب تحضيره:

$$(2)\quad CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_2CH_3}{|}}{C}}H + HCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_2CH_3 + MgCl_2$$

مثال (89): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (2 – ميثيل -2- بيوتانول) $CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}CH_2CH_3$، من تفاعل البروبانون ($CH_3COCH_3$) مع إيثيل كلوريد المغنيسيوم (CH_3CH_2MgCl).

الإجابة:

1- المركب الطلوب تحضيره هو كحول ثالثي، يحتوي على عدد (5 ذرات كربون) تساوي مجموع عدد ذرات الكربون الموجودة في كل من الكيتون (البروبانون) ومركب غرينيارد، وبالتالي يتم تحضير (2 – ميثيل -2- بيوتانول) (4 ذرات كربون) من تفاعل مركب (البروبانون) (3 ذرة كربون) مع مركب غرينيارد (2 ذرة كربون) كما يلي:

2- في التفاعل التالي يتم مفاعلة مركب (البروبانون) مع مركب غرينيارد لينتج المركب الوسطي كما في المعادلة التالية:

(1) $CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}CH_3 + CH_3CH_2MgCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_2CH_3}{|}}{C}}CH_3$ (مركب وسطي)

3- يتم معالجة المركب الوسطي الناتج في التفاعل السابق مع كلوريد الهيدروجين (HCl) لينتج الكحول المطلوب تحضيره:

(2) $CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_2CH_3}{|}}{C}}CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_2CH_3}{|}}{C}}CH_3 + MgCl_2$

مثال (90): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (2 – بيوتانول) ($CH_3CH_2CHOHCH_3$)، إذا توافر لديك الإيثين ($CH_2 = CH_2$) وكل من المواد التالية: (PCC/CH_2Cl_2)، (H_2O)، (H_2SO_4)، (HCl)، (Mg).

الإجابة:

- من خلال المعطيات الموجودة في السؤال، نلاحظ أن الكحول المطلوب تحضيره هو كحول ثانوي يحتوي على (4 ذرات كربون)، في حين أن المركب الموجود هو الإيثين فقط، والذي يحتوي على (ذرتي كربون)، وهو أقل من عدد ذرات الكربون المطلوب، لذلك يجب دمج مركبين مع بعضهما للحصول على العدد المطلوب من ذرات الكربون، وبما أن المركب المتوافر هو الإيثين فقط، يتم تقسيم كمية هذا المركب الى قسمين كما يلي:

1- **القسم الأول:** يتم فيه تحويل (الإيثين) ($CH_2 = CH_2$) الى مركب غرينيارد كما يلي:

أ- يتم إضافة كلوريد الهيدروجين (HCl) الى الإيثين لتحضير هاليد الألكيل:

$$CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3CH_2Cl$$

ب- يتم مفاعلة هاليد الألكيل الناتج مع المغنيسيوم (Mg) لتحضير مركب غرينيارد:

$$CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{Et} CH_3CH_2MgCl$$

2- **القسم الثاني:** يتم فيه تحويل (الإيثين) ($CH_2 = CH_2$) الى مركب (الإيثانال)(ألديهايد) كما يلي:

أ- يتم إضافة الماء (H_2O) الى الإيثين بوجود حمض الكبريتيك (H_2SO_4) لتحضير الكحول الأولي:

$$CH_2 = CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$$

ب- يتم أكسدة الكحول الناتج (الإيثانول) باستخدام عامل مؤكسد ضعيف ($PCC\backslash CH_2Cl_2$) لإنتاج الألديهايد:

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{PCC\,/\,CH_2Cl_2} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$$

- يتم مفاعلة مركب غرينيارد (CH_3CH_2MgCl) من القسم الأول مع مركب (الايثانال) (CH_3CHO) من القسم الثاني لإنتاج المركب الوسطي الذي يتم معالجته بالتفاعل مع كلوريد الهيدروجين (HCl) كما في المعادلات التالية:

$$(1)\quad CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H + CH_3CH_2MgCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_2CH_3}{|}}{C}}H \quad \text{(مركب وسطي)}$$

$$(2)\quad CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_2CH_3}{|}}{C}}H + HCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_2CH_3 + MgCl_2$$

مثال (91): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (الإيثانول) (CH_3CH_2OH)، إذا توافر لديك الميثان (CH_4) وكل من المواد التالية: (PCC/CH_2Cl_2)، (Br_2)، ($NaOH$)، (HBr)، (Mg).

الإجابة:

- من خلال المعطيات الموجودة في السؤال، نلاحظ أن الكحول المطلوب تحضيره هو كحول أولي يحتوي على (ذرتي كربون)، في حين أن المركب الموجود هو الميثان فقط، والذي يحتوي على (ذرة كربون واحدة)، وهو أقل من عدد ذرات الكربون المطلوب، لذلك يجب دمج مركبين مع بعضهما للحصول على العدد المطلوب من ذرات الكربون، وبما أن المركب المتوافر هو الميثان فقط، يتم تحويل الميثان الى هاليد ألكيل ثم تقسيم كمية هذا المركب الى قسمين كما يلي:

1- نقوم بمفاعلة البروم (Br_2) مع الإيثان لتحضير هاليد الألكيل:

$$CH_4 + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Br + HBr$$

2- <u>القسم الأول:</u> يتم فيه تحويل قسم من هاليد ألكيل (CH_3Br)، الى مركب غرينيارد كما يلي:

- يتم مفاعلة هاليد الألكيل الناتج مع المغنيسيوم (Mg) لتحضير مركب غرينيارد:

$$CH_3Br + Mg \xrightarrow{Et} CH_3MgBr$$

2- **القسم الثاني:** يتم فيه تحويل القسم الآخر من هاليد ألكيل (CH_3Br)، الى مركب (الميثانال) (ألديهايد) كما يلي:

أ- يتم مفاعلة هاليد الألكيل (CH_3Br) مع قاعدة قوية ($NaOH$) لتحضير الكحول الأولي (الميثانول) يحتوي على (ذرة كربون واحدة):

$$CH_3Br + NaOH \rightarrow CH_3OH$$

ب- يتم أكسدة الكحول الناتج (الميثانول) باستخدام عامل مؤكسد ضعيف ($PCC\backslash CH_2Cl_2$) لإنتاج الألديهايد (الميثانال):

$$CH_3OH \xrightarrow{PCC\,/\,CH_2Cl_2} H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$$

- يتم مفاعلة مركب غرينيارد (CH_3MgBr) من القسم الأول مع مركب (الميثانال) (CH_2O) من القسم الثاني لإنتاج المركب الوسطي الذي يتم معالجته بالتفاعل مع بروميد الهيدروجين (HBr) كما في المعادلات التالية:

$$(1)\quad H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + CH_3MgBr \longrightarrow H-\overset{\overset{OMgBr}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-H \quad \text{(مركب وسطي)}$$

$$(2)\quad H-\overset{\overset{OMgBr}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-H + HBr \longrightarrow H-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-H + MgBr_2$$

مثال (92): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (2 – بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$)، إذا توافر لديك الإيثين ($CH_2 = CH_2$) ومركب الميثان (CH_4) وكل من المواد التالية: (PCC/CH_2Cl_2)، (H_2SO_4)، (Cl_2)، (Mg).

الإجابة:

- من خلال المعطيات الموجودة في السؤال، نلاحظ أن الكحول المطلوب تحضيره هو كحول ثانوي يحتوي على (3 ذرات كربون)، في حين أن المركب الموجود هو الميثان (CH_4) والذي يحتوي على (ذرة كربون واحدة)، ومركب الإيثين ($CH_2 = CH_2$) والذي يحتوي على (ذرتي كربون)، وبالتالي لتحضير الكحول المطلوب يجب دمج المركبين معاً حيث يتم تجويل الميثان الى مركب غرينيارد وتحويل الإيثين الى ألديهايد كما يلي:

1- يتم تحويل (الميثان) (CH_4) الى مركب غرينيارد كما يلي:

أ- نقوم بمفاعلة الكلور (Cl_2) مع الإيثان لتحضير هاليد الألكيل:

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl + HCl$$

ب- يتم مفاعلة هاليد الألكيل الناتج مع المغنيسيوم (Mg) لتحضير مركب غرينيارد:

$$CH_3Cl + Mg \xrightarrow{Et} CH_3MgCl$$

2- يتم تحويل (الإيثين) ($CH_2 = CH_2$) الى مركب (الإيثانال)(ألديهايد) كما يلي:

أ- يتم إضافة الماء (H_2O) الى الإيثين بوجود حمض الكبريتيك (H_2SO_4) لتحضير الكحول الأولي:

$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2OH$$

ب- يتم أكسدة الكحول الناتج (الإيثانول) باستخدام عامل مؤكسد ضعيف ($PCC\backslash CH_2Cl_2$) لإنتاج الألديهايد:

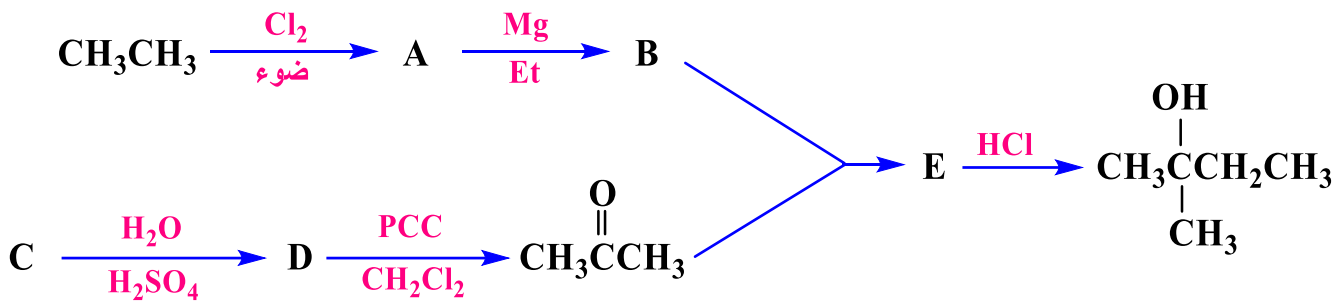
$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{PCC\,/\,CH_2Cl_2} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$$

- يتم مفاعلة مركب غرينيارد (CH_3MgCl) مع مركب (الإيثانال) (CH_3CHO) لإنتاج المركب الوسطي الذي يحتوي على (3 ذرات كربون) الذي يتم معالجته بالتفاعل مع كلوريد الهيدروجين (HCl) كما في المعادلات التالية:

(1) $CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + CH_3MgCl \longrightarrow H-\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-H$ (مركب وسطي)

(2) $CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-H + HCl \longrightarrow CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-H + MgCl_2$

مثال (93): اكتب صيغ المركبات العضوية: (A, B, C, D, E) الناتجة عن سلسلة التفاعلات المبينة في المخطط الآتي:



الإجابة:

A: CH_3CH_2Cl **B:** CH_3CH_2MgCl **C:** $CH_3CH = CH_2$

D: $CH_3CHOHCH_3$ **E:** $CH_3\overset{\overset{OMgCl}{|}}{C}CH_2CH_3$ (CH_3 على C)

6- تحضير الإيثرات.

- يتم تحضير الإيثرات بعدة طرق منها صناعياً ومنها في المختبر كما يلي:

تحضير الإيثرات صناعياً.

- يحضر العديد من الإيثرات صناعياً ومن أهمها (ثنائي إيثيل إيثر) ($CH_3CH_2OCH_2CH_3$)، والذي يستخدم كمذيب عضوي.
- يتم تحضير مركب (ثنائي إيثيل إيثر) ($CH_3CH_2OCH_2CH_3$)، من تسخين (الإيثانول) (CH_3CH_2OH)، مع حمض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)، عند درجة حرارة ($140\ C^0$). كما في المعادلة التالية:

$$2CH_3CH_2OH + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4\ /\ 140\ ^\circ C} CH_3CH_2OCH_2CH_3$$

تحضير الإيثرات في المختبر.

قاعدة: الطريقة الوحيدة لتحضير الإيثر هي من تفاعل أيون الكوكسيد (RO^-) مع هاليد الألكيل لذلك يجب توافر أيون الكوكسيد وهاليد الألكيل للتحضير.

قاعدة: يتم تحضير أيون الكوكسيد من تفاعل الكحول مع فلز نشط.

مثال (94): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (ثنائي ميثيل إيثر) (CH_3OCH_3)، إذا توافر لديك الميثان (CH_4) وكل من المواد التالية: (الضوء)، ($NaOH$)، (Br_2)، (Na).

الإجابة:

- نلاحظ أن المركب المطلوب تحضيره هو إيثر يحتوي على مجموعتي ألكيل على جانبي ذرة الأكسجين (O)، ومن المعلوم أن الطريقة الوحيدة لتحضير الإيثر هي مفاعلة هاليد ألكيل أولي مع أيون ألكوكسيد، لذلك يتم تحويل الميثان الى هاليد ألكيل كخطوة أولى، ومن ثم تقسيم كمية المركب الناتج الى قسمين، حيث يتم تحويل أحد القسمين الى أيون ألكوكسيد، كما يلي:

1- يتم تحويل (الميثان) (CH_4) الى هاليد ألكيل أولي من خلال مفاعلته مع البروم (Br_2) بوجود الضوء:

$$CH_4 + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Br + HBr$$

2- يتم تحويل قسم من هاليد ألكيل (CH_3Br)، الى أيون ألكوكسيد كما يلي:

أ- يتم مفاعلة هاليد الألكيل الناتج مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) لتحضير كحول الميثانول:

$$CH_3Br + NaOH \rightarrow CH_3OH + NaBr$$

ب- يتم مفاعلة الكحول الناتج (الميثانول) مع فلز نشط وهو الصوديوم لتكوين أيون الميثوكسيد (CH_3O^-):

$$CH_3OH + Na \rightarrow CH_3ONa + \frac{1}{2} H_2$$

3- يتم مفاعلة القسم المتبقي من هاليد ألكيل (CH_3Br)، مع ميثوكسيد الصوديوم (CH_3ONa) لإنتاج الإيثر، كما يلي:

$$CH_3Br + CH_3ONa \rightarrow CH_3 - O - CH_3 + NaBr$$

مثال (95): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (إيثيل ميثيل إيثر)($CH_3CH_2OCH_3$)، إذا توافر لديك الإيثين ($CH_2 = CH_2$) ومركب الميثان (CH_4) وكل من المواد التالية: ($NaOH$)، (HCl)، (Cl_2)، (Na).

الإجابة:

- نلاحظ أن المركب المطلوب تحضيره هو إيثر يحتوي على مجموعتي ألكيل مختلفتين على جانبي ذرة الأكسجين (O)، إحداهما هي (الميثيل) (CH_3) والأخرى (الإيثيل) (CH_3CH_2)، ومن المعلوم أن الطريقة الوحيدة لتحضير الإيثر هي مفاعلة هاليد ألكيل أولي مع أيون ألكوكسيد، لذلك يتم تحويل الميثان الى أيون ألكوكسيد، وتحويل الأيثين الى هاليد ألكيل، كما يلي:

1- يتم تحويل (الميثان) (CH_4) الى هاليد ألكيل أولي من خلال مفاعلته مع الكلور (Cl_2) بوجود الضوء:

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl + HCl$$

2- يتم مفاعلة هاليد الألكيل الناتج مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) لتحضير كحول الميثانول:

$$CH_3Cl + NaOH \rightarrow CH_3OH + NaCl$$

3- يتم مفاعلة الكحول الناتج (الميثانول) مع فلز نشط وهو الصوديوم لتكوين ميثوكسيد الصوديوم (CH_3ONa):

$$CH_3OH + Na \rightarrow CH_3ONa + \frac{1}{2} H_2$$

4- يتم مفاعلة مركب (الإيثين) مع كلوريد الهيدروجين (HCl) لتكوين هاليد ألأكيل أولي:

$$CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3CH_2Cl$$

5- يتم مفاعلة مركب (كلورو إيثان) (CH_3CH_2Cl) مع مركب ميثوكسيد الصوديوم لإنتاج الإيثر:

$$CH_3CH_2Cl + CH_3ONa \rightarrow CH_3CH_2 - O - CH_3 + NaCl$$

مثال (96):

اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (الإيثر) $CH_3CH_2 - O - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3$ ، إذا توافر لديك الإيثين ($CH_2 = CH_2$)

ومركب (1 – كلورو بروبان) ($CH_3CH_2CH_2Cl$) وكل من المواد التالية: (NaOH)، (HCl)، (H_2O)، (Na)، (H_3PO_4).

الإجابة:

- المركب المطلوب تحضيره هو الإيثر والذي يحضر من تفاعل هاليد ألكيل أولي مع أيون ألكوكسيد، وحسب المعطيات فإن الإيثر المطلوب تحضيره مكون من جزئين، الجزء الأول هو (الإيثيل) (CH_3CH_2) (ذرتي كربون) والذي يتم تحضيره من (الإيثين) ($CH_2 = CH_2$) الذي يتم فيه تحويل (الإيثين) الى (هاليد ألكيل أولي)، في حين أن الجزء الأخر هو (البروبيل) (3 ذرات كربون) والذي يتم تحضيره من (1 – كلورو بروبان) حيث يتم تحويل (1 – كلورو بروبان) الى كحول ثانوي ثو الى أيون ألكوكسيد كما يلي:

1- يتم تحويل (الإيثين) ($CH_2 = CH_2$) الى هاليد ألكيل أولي من خلال مفاعلته مع كلوريد الهيدروجين (HCl):

$$CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3CH_2Cl$$

2- يتم مفاعلة (1 – كلورو بروبان) مع قاعدة قوية (هيدروكسيد الصوديوم) (NaOH) لإنتاج الكحول الأولي (البروبانول):

$$CH_3CH_2Cl + NaOH \rightarrow CH_3CH_2OH + NaCl$$

3- يتم تحويل الكحول الأولي (البروبانول) الى كحول ثانوي (2 – بروبانول) كما يلي:

أ- يتم تسخين الكحول الأولي (البروبانول) بوجود حمض الفسفوريك لينتج (البروبين):

$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4 / \Delta} CH_3CH = CH_2$$

ب- يتم إضافة الماء (H_2O) الى البروبين بوجود حمض الكبريتيك (H_2SO_4) لتحضير (2 – بروبانول):

$$CH_3CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CHOHCH_3$$

4- يتم مفاعلة الكحول الثانوي (2 – بروبانول) مع فلز الصوديوم لتكوين ألكوكسيد الصوديوم:

$$CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + Na \longrightarrow CH_3\underset{\displaystyle ONa}{\underset{|}{C}}HCH_3 + 1/_2\, H_2\uparrow$$

5- يتم مفاعلة مركب (كلورو إيثان) مع مركب (بروبوكسيد الصوديوم) لإنتاج الإيثر كما يلي::

$$CH_3CHCl + CH_3\underset{\displaystyle ONa}{\underset{|}{C}}HCH_3 \longrightarrow CH_3CH - O - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3 + NaCl$$

7- تحضير الحموض الكربوكسيلية.

تحضير الحمض الكربوكسيلي صناعياً.

- يحضر العديد من الحموض الكربوكسيلية صناعياً ومن أهمها (حمض الإيثانويك) (حمض الأسيتيك) (CH_3COOH).
- يتم تحضير حمض الإيثانويك من خلال تفاعل (الميثانول) (CH_3OH) مع أول أكسيد الكربون (CO)، بوجود عامل مساعد مكون من (اليود – الروديوم) (RhI) كما في المعادلة التالية:

$$CH_3OH + CO \xrightarrow{RhI} CH_3COOH$$

تحضير الحمض الكربوكسيلي في المختبر.

1- يحضر الحمض الكربوكسيلي بأكسدة الكحولات الأولية باستخدام عامل مؤكسد قوي مثل دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) أو دايكرومات الصوديوم ($Na_2Cr_2O_7$).

2- يحضر الحمض الكربوكسيلي بأكسدة الألديهايد باستخدام عامل مؤكسد قوي مثل دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) أو عامل مؤكسد ضعيف مثل كلوروكرومات البريدينيوم (PCC) المذاب في (CH_2Cl_2).

3- يحضر الحمض الكربوكسيلي من التحلل المائي للإستر، وذلك بتفاعل الإستر مع محلول قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) أو هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) حيث ينتج الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي، والذي يتم مفاعلته مع محلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك (HCl) لينتج الحمض الكربوكسيلي.

مثال (97): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (حمض الميثانويك)(HCOOH)، إذا توافر لديك (ميثانوات الميثيل) ($HCOOCH_2CH_3$) وكل من المواد التالية: (NaOH)، (HCl).

الإجابة:

- من معطيات السؤال فإن المركب المتوافر هو (ميثانوات الميثيل) وهو مركب (إستر) يتفكك بالتحليل المائي للإسترات عندما يتم تسخينه مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، ومن ثم معالجة ملح الحمض الكربوكسيلي بحمض الهيدروكلوريك المخفف (HCl) لينتج الحمض الكربوكسيلي.

1- يتم تسخين الإستر (ميثانوات الإيثيل) مع قاعدة قوية (NaOH) لتكوين كحول (الإيثانول) ومركب (ميثانوات الصوديوم):

$$HCOOCH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow{\Delta} HCOONa + CH_3CH_2OH$$

2- يتم مفاعلة مركب ميثانوات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك (HCl) لتكوين الحمض الكربوكسيلي:

$$\underset{\underset{O}{\|}}{HC}-ONa + HCl \longrightarrow \underset{\underset{O}{\|}}{HC}-OH + NaCl$$

مثال (98): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (حمض البروبانويك)(CH_3CH_2COOH)، إذا توافر لديك (البروبانال)(CH_3CH_2CHO) وكل من المواد التالية: ($K_2Cr_2O_7$).

الإجابة:

- يتم تحضير حمض البروبانويك من خلال أكسدة الألديهايد باستخدام عامل مؤكسد قوي مثل دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) في وسط حمضي، حيث أن المركبين يحتويان على نفس العدد من ذرات الكربون (3 ذرات كربون).

$$\underset{\underset{O}{\|}}{CH_3CH_2C}-H \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 / H^+} \underset{\underset{O}{\|}}{CH_3CH_2C}-OH$$

مثال (99): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (حمض الميثانويك)(HCOOH)، إذا توافر لديك (الميثان)(CH_4) وكل من المواد التالية: ($K_2Cr_2O_7$)، (NaOH)، (HCl)، (Cl_2).

1- يتم تحويل (الميثان) (CH_4) الى هاليد ألكيل أولي من خلال مفاعلته مع الكلور (Cl_2) بوجود الضوء:

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl + HCl$$

2- يتم مفاعلة هاليد الألكيل الناتج مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) لتحضير كحول الميثانول:

$$CH_3Cl + NaOH \rightarrow CH_3OH + NaCl$$

3- يتم أكسدة الكحول الناتج (الميثانول) باستخدام عامل مؤكسد قوي ($K_2Cr_2O_7$) في وسط حمضي لينتج الحمض الكربوكسيلي (HCOOH):

$$CH_3OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_2 / H^+} HCOOH$$

8- تحضير الإسترات.

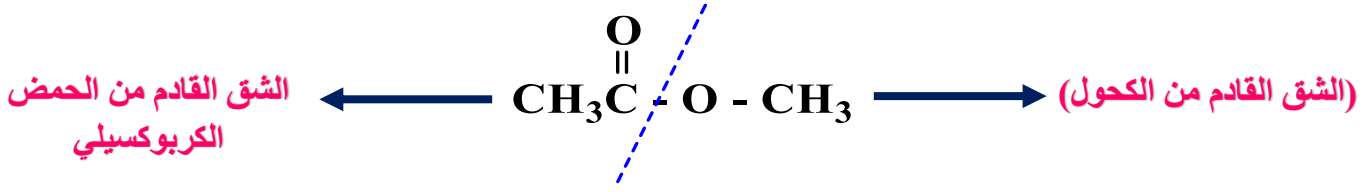
- تستخدم الإسترات في صناعة العديد من المركبات العضوية، مثل صناعة الأسبرين، ومضافات لتحسين الوقود، ومنكهات غذائية، وفي صناعة النسيج، وصناعة الصابون، والمنظفات.

قاعدة: تحضر الإسترات من تفاعل الحمض الكربوكسيلي والكحول، لذلك يجب أن يتوافر مركبين يتم دمجهم مع بعضهم للحصول على الإستر المطلوب، أو مركب واحد يجزأ الى نصفين ويحضر من أحدهما حمض كربوكسيلي والجزء الآخر كحول مع مراعاة عدد ذرات الكربون.

مثال (100): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (إيثانوات الميثيل)(CH_3COOCH_3)، إذا توافر لديك (الميثان)(CH_4) و(برومو إيثان) (CH_3CH_2Br) وكل من المواد التالية: ($K_2Cr_2O_7$)، (KOH)، (H_2SO_4)، (Br_2).

الإجابة:

- المركب المطلوب تحضيره هو إستر، ومن المعلوم بأن الإستر يتم تحضيره من تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول، وبالرجوع الى صيغة الإستر المطلوب تحضيره نلاحظ أن الشق القادم من الحمض الكربوكسيلي يحتوي على (ذرتي كربون) لذلك يتم تحضيره من مركب (برومو إيثان)، أما الشق القادم من الكحول يحتوي على (ذرة كربون واحدة) وبالتالي يتم تحضيره من (الميثان) كما يلي:



1- تحضير الجزء المشتق من الحمض الكربوكسيلي:

أ- يتم تحويل (برومو أيثان) (CH_3CH_2Br) الى هاليد كحول اولي من خلال مفاعلته مع قاعدة قوية (KOH):

$$CH_3CH_2Br + KOH \rightarrow CH_3CH_2OH + KBr$$

ب- يتم أكسدة الكحول الناتج (الإيثانول) باستخدام عامل مؤكسد قوي ($K_2Cr_2O_7$) في وسط حمضي لينتج الحمض الكربوكسيلي (CH_3COOH):

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_2 / H^+} CH_3COOH$$

2- تحضير الجزء المشتق من الكحول:

أ- يتم تحويل (الميثان) (CH_4) الى هاليد ألكيل أولي من خلال مفاعلته مع البروم (Br_2) بوجود الضوء:

$$CH_4 + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Br + HBr$$

ب- يتم مفاعلة هاليد الألكيل الناتج مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) لتحضير كحول الميثانول:

$$CH_3Br + KOH \rightarrow CH_3OH + NaBr$$

3- تحضير الإستر المطلوب:

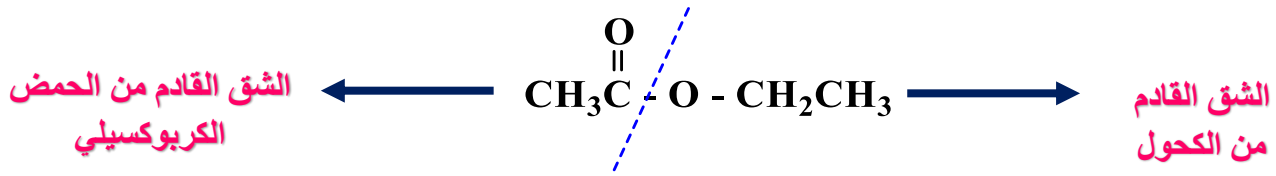
- يتم مفاعلة الحمض الكربوكسيلي الناتج (CH_3COOH) مع الكحول الناتج (الميثانول) (CH_3OH) لإنتاج الإستر المطلوب:

$$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + H_2O$$

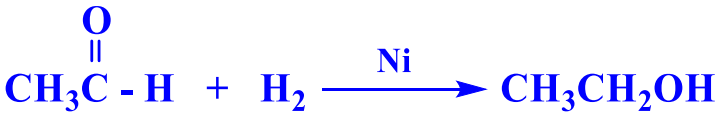
مثال (101): اكتب معادلات كيميائية توضح تحضير (إيثانوات الإيثيل)($CH_3COOCH_2CH_3$)، إذا توافر لديك (الإيثانال)(CH_3CHO) وكل من المواد التالية: ($K_2Cr_2O_7$)، (H_2)، (H_2SO_4)، (Ni).

الإجابة:

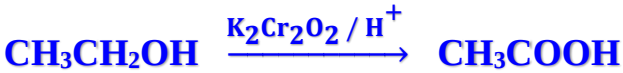
- المركب المطلوب تحضيره هو إستر، ومن المعلوم بأن الإستر يتم تحضيره من تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول، وبالرجوع الى صيغة الإستر المطلوب تحضيره نلاحظ أن الشق القادم من الحمض الكربوكسيلي يحتوي على (ذرتي كربون)، والشق القادم من الكحول يحتوي على (ذرتي كربون)، أي يجب دمج مركبين معاً للحصول على عدد ذرات الكربون المطلوب في الإستر، وبما أن المركب المتوافر هو الألديهايد (الإيثانال) (ذرتي كربون) فإنه يجب تقسيم هذا المركب الى قسمين، أحدهما يحضر منه الحمض الكربوكسيلي والآخر يحضر منه الكحول:



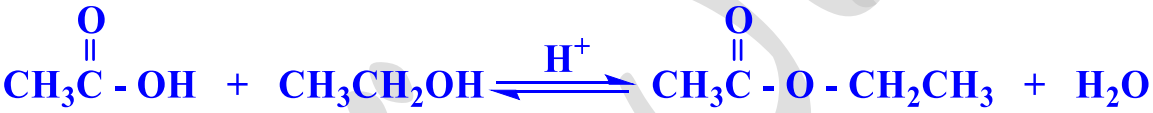
1- يتم تحويل (الإيثانال) (CH_3CHO) الى كحول أولي (الإيثانول) من خلال إضافة الهيدروجين (H_2) بوجود النيكل (Ni):



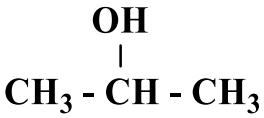
2- يتم أكسدة قسم من كحول (الإيثانول) وتحويله الى حمض كربوكسيلي:



3- يتم مفاعلة القسم المتبقي من الكحول (الإيثانول) مع الحمض الكربوكسيلي الناتج من أكسدة القسم الأول لإنتاج الإستر المطلوب:



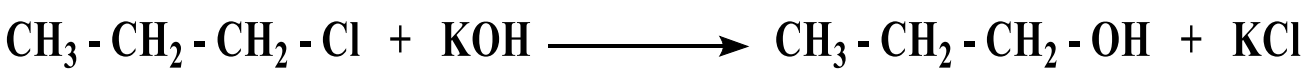
مثال (102):



استخدم (1 – كلورو بروبان) ($CH_3CH_2CH_2Cl$) وأي مواد عضوية غير مناسبة لتحضير (2- بروبانول)

الإجابة:

- المركب المطلوب تحضيره هو كحول ثانوي، والمركب المعطى هو هاليد ألكيل أولي الذي لا ينتج عنه كحول ثانوي وانما كحول أولي عند إجراء الاستبدال فيه، لذلك يتم في البداية تحضير كحول أولي كما يلي:



(هاليد ألكيل أولي) (كحول أولي)

قاعدة: لتحويل الكحول الأولي الى كحول ثانوي يتم حذف جزيء ماء لتحويله الى الأليكن الناتج للحصول على كحول ثانوي.

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{المركز } H_2SO_4} CH_3 - CH = CH_2 + H_2O$$ (حذف ماء)

$$CH_3 - CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_2$$ (إضافة ماء)

مثال (102):

اكتب معادلة كيميائية تمثل تحضير (2 – بيوتانول) ($CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - CH_3$) من المركب (1 – بيوتين) ($CH_3CH = CH_2$)

الإجابة:

- المركب المطلوب تحضيره هو كحول ثانوي، والمركب المعطى هو عبارة عن ألكين، ويمكن تحضير الكحول الثانوي من الألكين من خلال إضافة جزيء ماء (H_2O) كما يلي:

$$CH_3 - CH = CH - CH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - CH_3$$

مثال (103):

استخدم بروبانال ($CH_3 - CH_2 - \underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}} - H$) وأي مواد غير عضوية مناسبة لتحضير (2 – بروبانول) $CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3$

الإجابة:

- المتوفر هو ألديهيد، والمطلوب هو كحول ثانوي، فيجب تحويل الألديهيد الى كحول أولي، وتحويل الكحول الاولي الى ثانوي.
- كما نلاحظ أن عدد ذرات كربون المركب المطلوب تحضيره هو نفس عدد ذرات الكربون المتوفر وبالتالي لا يوجد حاجة لدمج أكثر من مركب للحصول على العدد المطلوب من ذرات الكربون.

(1) $CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$

(2) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{المركز } H_2SO_4} CH_3 - CH = CH_2 + H_2O$

(3) $CH_3 - CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow[H^+]{} CH_3 - \underset{\underset{OH}{|}}{CH} - CH_3$

مثال (104):

حضر المركب (2 – بيوتانول) ($CH_3 - \underset{\underset{OH}{|}}{CH} - CH_2 - CH_3$) بإستخدام المركب (بروبانال) $CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$

والمركب (كلورو ميثان) (CH_3Cl) مستخدماً الإيثر وأي مواد عضوية مناسبة.

الإجابة:

- نلاحظ أن المركب المطلوب تحضيره هو كحول ثانوي يحتوي على (4 ذرات كربون) والمركب المتوفر هو البروبانال الذي يحتوي على (3 ذرات) كربون لذلك لا بد من دمجه مع مركب آخر وفي الحالة هو مركب غرينيارد الذي يجب تحضيره أولا من الكلوروميثان.

(1) $CH_3 - Cl + Mg \xrightarrow{\text{أيثر}} CH_3 - MgCl$

(2) $CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H + CH_3 - MgCl \longrightarrow CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{OMgCl}{|}}{C} - H$

(3) $CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{OMgCl}{|}}{C} - H \xrightarrow{HCl} CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}} - H + MgCl_2$

مثال (105):

حضر من المركب العضوي الإيثين ($CH_2 = CH_2$) حمض الإيثانويك $CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH$

الإجابة:

- لتحضير المركب المطلوب يجب تحويل الإيثين الى كحول ثم أكسدته بعامل مؤكسد قوي ($K_2Cr_2O_7$).

(1) $CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3 - CH_2 - OH$

(2) $CH_3 - CH_2 - OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7} CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH$

مثال (106):

إذا علمت أن الأستر الموجود في الموز هو بنتيل إيثانوات ($CH_3COOCH_2(CH_2)_3CH_3$) اكتب الصيغة البنائية للكحول والحمض الكربوكسيلي اللذين ينتجانه عند تفاعلهما في وسط حمضي.

الإجابة:

- الصيغة البنائية للإستر هي:

$$CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - CH_2 - (CH_2)_3 - CH_3$$

(من الحمض الكربوكسيلي) (من الكحول)

$CH_3 - (CH_2)_3 - CH_2 - OH$ (صيغة الكحول)

$CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - OH$ (صيغة الحمض الكربوكسيلي)

مثال (107):

باستخدام الإيثين ($CH_2 = CH_2$) وأي مواد غير عضوية مناسبة، حضر ثنائي إيثيل إيثر ($CH_3CH_2 - O - CH_2CH_3$).

الإجابة:

- نلاحظ أن المادة المطلوب تحضيرها تحتوي على (4 ذرات) كربون والمركب المعطى والوحيد يحتوي على (ذرتين) كربون فقط، لذلك نجزأ المركب المتوفر الى جزأين الأول الى كحول ثم الى أيوم الكوكسيد والثاني الى هاليد ألكيل.

(الجزء الأول):

(1) $CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3 - CH_2 - OH$

(2) $CH_3 - CH_2 - OH + Na \longrightarrow CH_3 - CH_2 - ONa + \frac{1}{2} H_2 \uparrow$

(الجزء الثاني):

(3) $CH_2 = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3 - CH_2 - Cl$

(ندمج الجزأين (1) و (3) كما يلي):

$$CH_3 - CH_2 - Cl + CH_3 - CH_2 - ONa \longrightarrow CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3 + NaCl$$

مثال (107):

حضر المركب العضوي (1 – بروبانول) ($CH_3CH_2CH_2OH$) من البروبان ($CH_3CH_2CH_3$).

الإجابة:

(1) $CH_3 - CH_2 - CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3 - CH_2 - CH_2 - Br + HBr$

(2) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - Br + KOH \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + KBr$

مثال (108):

حضر الميثانول (CH_3OH) من الميثان (CH_4).

الإجابة:

$$(1)\quad CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3 - Cl + HCl$$

$$(2)\quad CH_3 - Cl + NaOH \longrightarrow CH_3 - OH + NaCl$$

مثال (109):

حضر (2 – بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$) من (1 – بروبانول) ($CH_3CH_2CH_2OH$).

الإجابة:

$$(1)\quad CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3 - CH = CH_2 + H_2O$$

$$(2)\quad CH_3 - CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

مثال (109):

حضر (1 – بروبانول) ($CH_3CH_2CH_2OH$) من المركب (2 – بروبانول) ($CH_3CHOHCH_3$).

الإجابة:

(1) $CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$

(2) $CH_3-CH=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-CH_2-CH_3$

(3) $CH_3-CH_2-CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3-CH_2-CH_2-Cl + HCl$

(4) $CH_3-CH_2-CH_2-Cl + KOH \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2-OH + KCl$

مثال (110):

حضر البروبانال (CH_3CH_2CHO) من (2 – برومو بروبان) ($CH_3CHBrCH_3$).

الإجابة:

(1) $CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}-CH_3 + KOH \xrightarrow{\text{تسخين}} CH_3-CH=CH_2 + KBr + H_2O$

(2) $CH_3-CH=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-CH_2-CH_3$

(3) $CH_3-CH_2-CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3-CH_2-CH_2-Cl + HCl$

(4) $CH_3-CH_2-CH_2-Cl + KOH \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2-OH + KCl$

(5) $CH_3-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{PCC} CH_3-CH_2-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-H$

مثال (111):

حضر حمض البروبانويك (CH_3CH_2COOH) من (2 – كلورو بروبان) ($CH_3CHBrCH_3$).

الإجابة:

(1) $CH_3 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} - CH_3 + KOH \xrightarrow{\text{تسخين}} CH_3 - CH = CH_2 + KCl + H_2O$

(2) $CH_3 - CH = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_3$

(3) $CH_3 - CH_2 - CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + HCl$

(4) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + KOH \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + KCl$

(5) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3 - CH_2 - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}} - OH$

مثال (112):

حضر البروبانون (CH_3COCH_3) من البروبانال (CH_3CH_2CHO).

الإجابة:

(1) $CH_3 - CH_2 - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}} - H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$

(2) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3 - CH = CH + H_2O$

(3) $CH_3 - CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow[H^+]{} CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3$

(4) $CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3 - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}} - CH_3$

مثال (113):

حضر حمض البروبانويك (CH_3CH_2COOH) من البروبانون (CH_3COCH_3).

الإجابة:

(1) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3$

(2) $CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3-CH=CH + H_2O$

(3) $CH_3-CH=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-CH_2-CH_3$

(4) $CH_3-CH_2-CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3-CH_2-CH_2-Cl + HCl$

(5) $CH_3-CH_2-CH_2-Cl + KOH \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2-OH$

(6) $CH_3-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{PCC} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$

(7) $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$

مثال (114): حضر البروبانال (CH_3CH_2CHO) من البروبانون (CH_3COCH_3).

الإجابة:

(1) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3$

(2) $CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$

(3) $CH_3 - CH = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_3$

(4) $CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}} - CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + HCl$

(5) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + KOH \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + KCl$

(6) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow{PCC} CH_3 - CH_2 - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}} - H + KCl$

مثال (115):

حضر حمض البروبانون (CH_3COCH_3) من البروباين $(CH_3C \equiv CH)$.

الإجابة:

(1) $CH_3 - C \equiv CH + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_3$

(2) $CH_3 - CH_2 - CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + HCl$

(3) $CH_3 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - Cl + KOH \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + KCl$

(4) $CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}} - CH_2 - OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3 - CH = CH_2 + H_2O$

(5) $CH_3 - CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3$

(6) $CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3 \xrightarrow{PCC} CH_3 - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}} - CH_3$

مثال (116): حضر حمض البروبانويك (CH_3CH_2COOH) من البروباين ($CH_3C \equiv CH$).

الإجابة:

(1) $CH_3 - C \equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_3$

(2) $CH_3 - CH_2 - CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + HCl$

(3) $CH_3 - CH - CH_2 - Cl + KOH \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + KCl$

(4) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH$

مثال (117):

حضر ثنائي إيثيل إيثر ($CH_3CH_2OCH_2CH_3$) من الإيثان (CH_3CH_3).

الإجابة:

(1) $CH_3 - CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3 - CH_2 - Cl + HCl$

(2) $CH_3 - CH_2 - Cl + KOH \longrightarrow CH_3 - CH_2 - OH + KCl$

(3) $CH_3 - CH_2 - OH + Na \longrightarrow CH_3 - CH_2 - ONa + \frac{1}{2}H_2\uparrow$

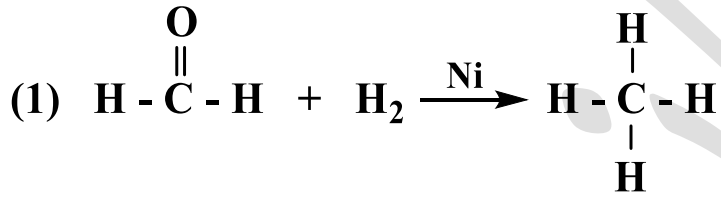
(4) $CH_3 - CH_2 - ONa + CH_3 - CH_2 - Cl \longrightarrow CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3 + NaCl$

مثال (118): حضر المركب إيثيل ميثيل إيثر ($CH_3OCH_2CH_3$) من الميثانال (CH_2O) والإيثانال (CH_3CHO).

الإجابة:

- المركب المطلوب تحضيره هو ($CH_3 - O - CH_2CH_3$) من مركبين من نوع ألديهايد. والايثر يحضر من تفاعل هاليد الألكيل الأولي مع أيون الكوكسيد ويجب دمج مركبي الألدهيد معا للحصول على عدد ذرات الكربون المطلوب.

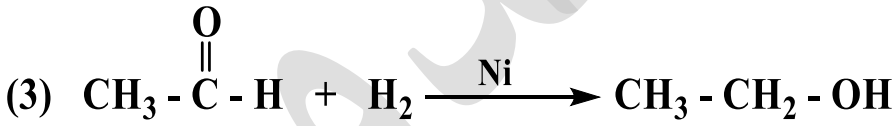
- من الميثانال نحصل على هاليد الألكيل الأولي:



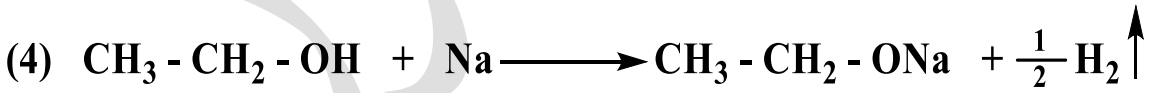
(1) $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + H_2 \xrightarrow{Ni} H-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-H$

(2) $CH_3 - OH + HCl \longrightarrow CH_3 - Cl + H_2O$

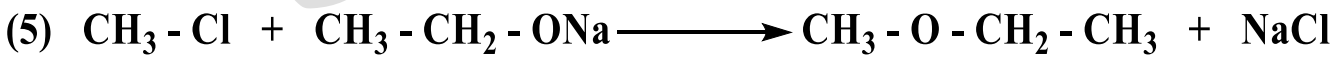
- من الإيثانال نحضر أيون ألكوكسيد:



(3) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - OH$

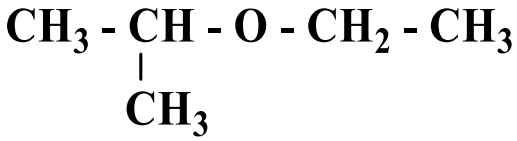


(4) $CH_3 - CH_2 - OH + Na \longrightarrow CH_3 - CH_2 - ONa + \frac{1}{2}H_2\uparrow$



(5) $CH_3 - Cl + CH_3 - CH_2 - ONa \longrightarrow CH_3 - O - CH_2 - CH_3 + NaCl$

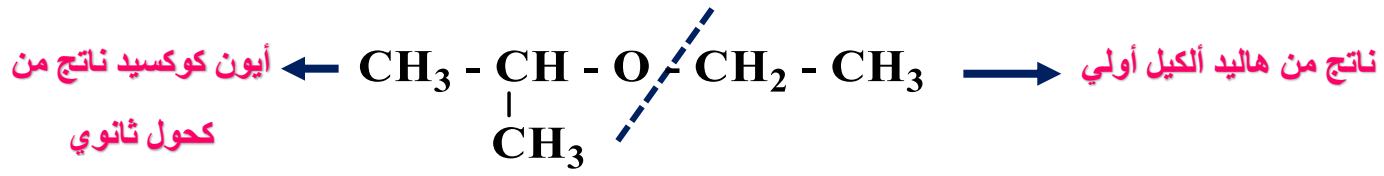
مثال (119): مستخدما كل من البروبان ($CH_3CH_2CH_3$) والايثين ($CH_2 = CH_2$) حضر المركب التالي:



$CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - O - CH_2 - CH_3$

الإجابة:

- المركب المطلوب تحضيره هو إيثر ونلاحظ أن الشق القادم من أيون ألكوكسيد ناتج عن كحول ثانوي حيث:



(1) $CH_2 = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3 - CH_2 - Cl$

(2) $CH_3 - CH_2 - CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + HCl$

(3) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + KOH \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + KCl$

(4) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3 - CH = CH_2 + H_2O$

(5) $CH_3 - CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3$

(6) $CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3 + K \longrightarrow CH_3 - \underset{\displaystyle OK}{\underset{|}{CH}} - CH_3 + \frac{1}{2} H_2\uparrow$

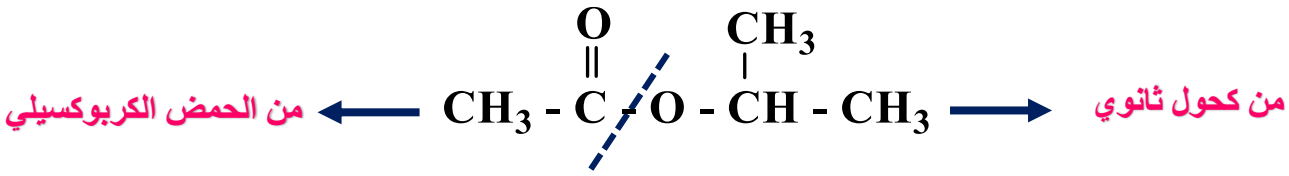
(7) $CH_3 - CH_2 - Cl + CH_3 - \underset{\displaystyle OK}{\underset{|}{CH}} - CH_3 \longrightarrow CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} - O - CH_2 - CH_3 + KCl$

مثال (120): مبتدئاً بالبروبانال (CH_3CH_2CHO) والإيثين ($CH_2 = CH_2$) حضر المركب إيثانوات البروبيل.

$$CH_3 - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}} - O - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

الإجابة:

- المركب المطلوب تحضيره هو إستر مشتق من حمض كربوكسيلي وكحول كما يلي:



(1) $CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-CH_2-CH_2-OH$

(2) $CH_3-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$

(3) $CH_3-CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-CH_3$

(4) $CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3-CH_2-OH$

(5) $CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

(6) $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-CH_3 \underset{H^+}{\overset{\text{تسخين}}{\rightleftharpoons}} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}H-CH_3$

مثال (121): حضر المركب كلورو إيثان (CH_3CH_2Cl) من الميثان (CH_4).

الإجابة:

- نلاحظ أن المركب المطلوب تحضيره هو هاليد ألكيل أولي مكون من ذرتي كربون والمركب الموجود هو ألكان مكون من ذرة واحدة لذلك يجب دمج مركبين معا للحصول على عدد ذرات الكربون المطلوب وكما أن المركب ناتج عن عملية استبدال من كحول أولي لذلك يجب الحصول على كحول أولي يحتوي (2) كربون وأفضل طريقة هي مركب غرينيارد كما التالي:

الميثانال ($H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$) + مركب غرينيارد (CH_3-MgCl) ⟵ كحول أولي

(1) $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3-Cl + HCl$

- نحضر من (CH_3-Cl) مركب غرينيارد والميثانال على قسمين:

(2) $CH_3-Cl + KOH \longrightarrow CH_3-OH + KCl$

(3) $CH_3-OH \xrightarrow{PCC} H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ ⟶ (الالديهيد المطلوب)

(4) $CH_3-Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3-MgCl$ ⟶ (مركب غرينيارد)

(5) $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + CH_3-MgCl \longrightarrow H-\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-H$

(6) $H-\overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-H + HCl \longrightarrow H-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-H + MgCl_2$

(7) $CH_3-CH_2-OH + HCl \longrightarrow CH_3-CH_2-Cl + H_2O$

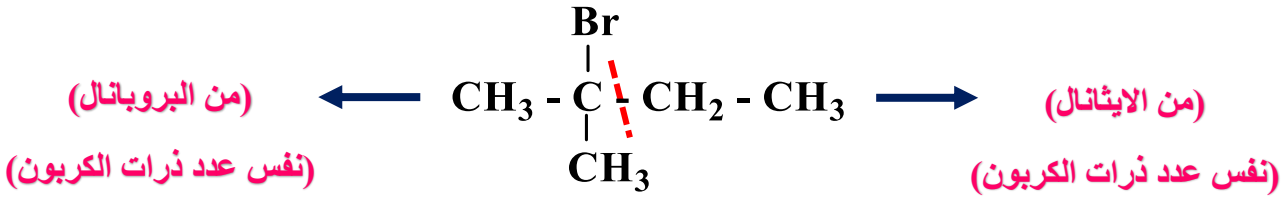
مثال (122):

مبتدئاً بكل من الإيثانال (CH_3CHO) والبروبانال (CH_3CH_2CHO) حضر المركب (2 – ميثيل -2- بروموبيوتان).

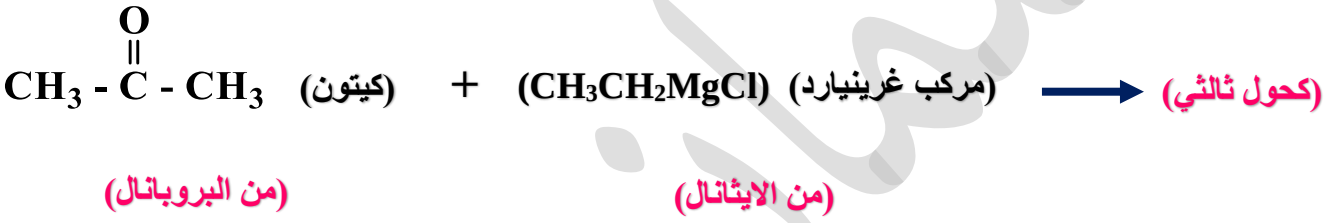
$$CH_3-\overset{\overset{Br}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_2-CH_3$$

الإجابة:

- المركب هو هاليد ألكيل ثالثي مكون من خمس ذرات كربون لذلك يجب دمج المركبين معا حيث من صيغة المركب نجد أن:



- هاليد الألكيل الثالثي ناتج عن كحول ثالثي، ولتحضير كحول ثالثي مكون من خمس ذرات كربون نستخدم طريقة مركب غرينيارد.



(1) $CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$

(2) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3 - CH = CH_2 + H_2O$

(3) $CH_3 - CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3 - \overset{\overset{OH}{|}}{CH} - CH_3$

(4) $CH_3 - \overset{\overset{OH}{|}}{CH} - CH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - CH_3$ (الكيتون المطلوب)

(5) $CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - OH$

(6) $CH_3 - CH_2 - OH + HCl \longrightarrow CH_3 - CH_2 - Cl + HCl$

(7) $CH_3 - CH_2 - Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3 - CH_2 - MgCl$ ← (مركب غرينيارد)

(8) $CH_3 - CH_2 - MgCl + CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - CH_3 \longrightarrow CH_3 - \overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}} - CH_2 - CH_3$

(9) $CH_3 - \overset{\overset{OMgCl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}} - CH_2 - CH_3 \xrightarrow{HCl} CH_3 - \overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}} - CH_2 - CH_3 + MgCl_2$

(10) $CH_3 - \overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}} - CH_2 - CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3 - \overset{\overset{Br}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}} - CH_2 - CH_3 + H_2O$

عثمان قدور