

الجُمانُ

في الكيمياء

الوحدة الرابعة المركبات العضوية

طلبة التوجيهي العلمي
جيل ٢٠٠٢ لعام ٢٠٢٠

إعداد الأستاذ: محمد الشيخ

أكاديمية خبراء الامتياز الثقافية

أكاديمية نادي السباق التعليمية

مقدمة عامة

- ❖ الكيمياء العضوية : هي فرع من فروع الكيمياء والتي تُعنى بدراسة المركبات التي تتكون بشكل أساسي من عنصري الكربون C والهيدروجين H .
- ❖ بما أن وجود الكربون والهيدروجين معاً في نفس المركب هو شرط لتكون المركب العضوي لذلك فإن المركبات العضوية تسمى أيضاً **بالهيدروكربونات** .
- ❖ للهيدروكربونات مصادر متعددة : (أ) مصادر طبيعية مثل أجسام الكائنات الحية وهي مصدر النفط . (ب) مصادر صناعية ويتم إنتاجها وتحضيرها داخل المختبر .

❖ عنصر الكربون C

هو عنصر ممثل يقع في المجموعة الرابعة ولذلك يمتلك في مداره الأخير ٤ إلكترونات ويمكن تمثيل الكربون حسب تمثيل لويس كالاتي :



وبناءً على ذلك فإن عنصر الكربون يستطيع تكوين ٤ روابط حوله مع الذرات المختلفة وكالاتي :



❖ عنصر الهيدروجين H

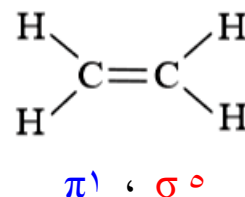
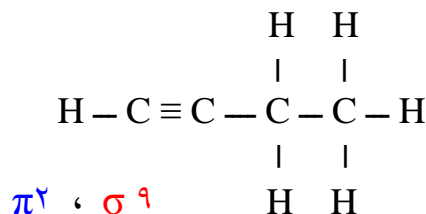
هو عنصر من اللافلزات متوسط النشاط الكيميائي يقع في المجموعة الأولى ولذلك يمتلك في مداره الأخير إلكترون واحد فقط ولذلك يستطيع تكوين رابطة واحدة فقط مع غيره من العناصر .



كل رابطة أحادية تسمى **سيجما (σ)** وكل رابطة ثنائية تكون أحدها سيجما والأخرى تسمى **باي (π)** والرابطة الثلاثية فيها اثنتين من نوع باي وواحدة من نوع سيجما ، كالاتي :

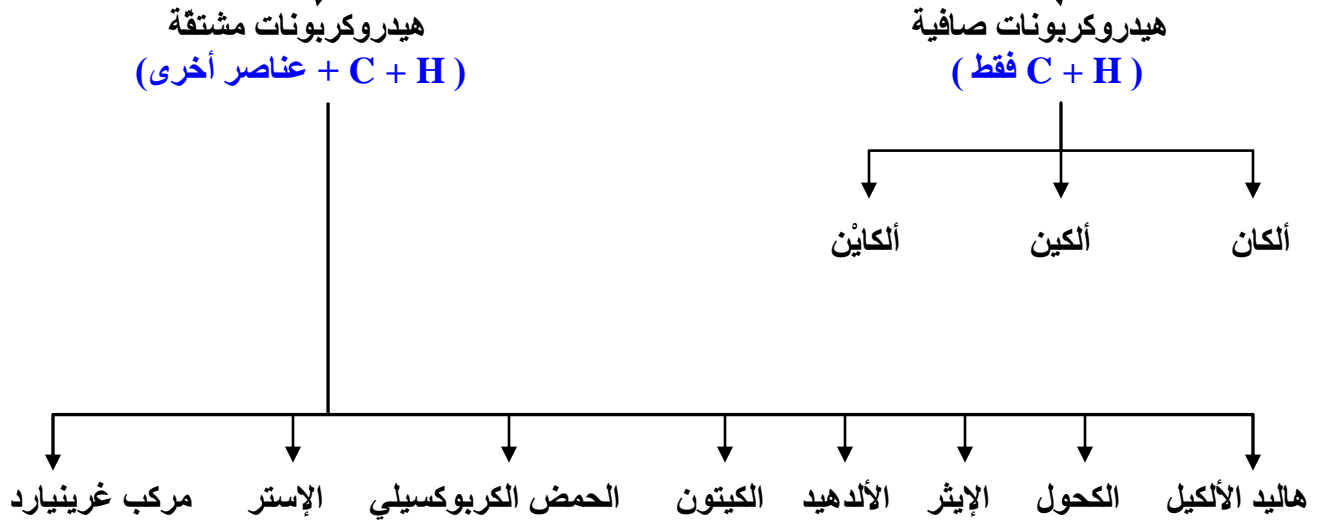


سؤال : كم عدد روابط باي π وسيغما σ في الصيغ البنائية الآتية



الحل:

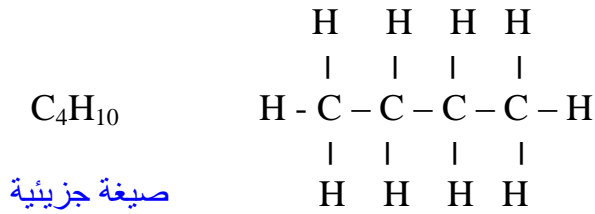
تصنيف الهيدروكربونات



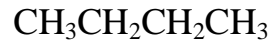
(1) الألكانات ... C_nH_{2n+2}

- هي مركبات هيدروكربونية صافية مشبعة (جميع روابطها أحادية من نوع سيغما σ).
- تأخذ الصيغة العامة C_nH_{2n+2} حيث n : عدد ذرات الكربون في المركب .

مثال ... اكتب صيغة الألكان المكون من 4 ذرات كربون
الحل : $n = 4$



صيغة بنائية مفصلة



صيغة بنائية مختصرة

سؤال : اكتب صيغة الألكان المكون من ذرتي كربون
الحل ...

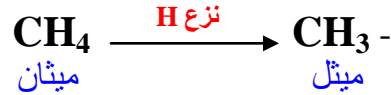
❖ تقسم الألكانات إلى قسمين :

(١) الألكانات المستمرة : وهي سلاسل هيدروكربونية مشبعة متصلة معاً بدون تفرعات ، وتُعطى بالجدول الآتي

اسم الألكان (مقطع لاتيني + ان)	الصيغة البنائية المختصرة	الصيغة الجزيئية (C_nH_{2n+2})	المقطع اللاتيني	n
ميثان	CH_4 أبسط ألكان	CH_4	ميث	١
إيثان	CH_3CH_3	C_2H_6	إيث	٢
بروبان	$CH_3CH_2CH_3$	C_3H_8	بروب	٣
بيوتان	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	C_4H_{10}	بيوت	٤
بنتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	C_5H_{12}	بننت	٥
هكسان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	C_6H_{14}	هكسد	٦
هبتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	C_7H_{16}	هبتد	٧
اوكتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	C_8H_{18}	اوكتد	٨

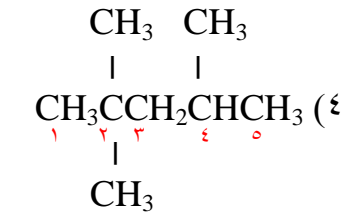
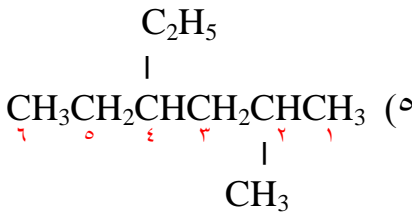
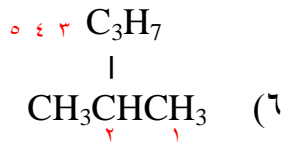
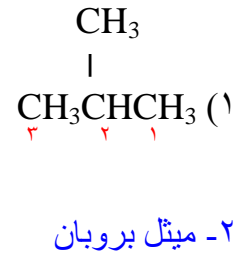
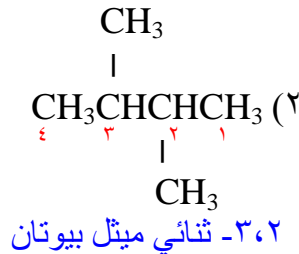
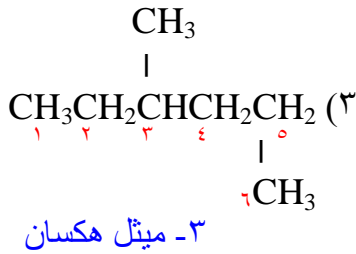
(٢) الألكانات المتفرعة : وهي سلاسل هيدروكربونية مشبعة متصلة معاً بوجود تفرعات ، وعند تسمية الألكانات المتفرعة تسمى هذه التفرعات على وزن (ألكيل) ويرمز لها بالرمز (R -) .

مثال ...



مجموعة الألكيل (R) : هي ألكان منزوع ذرة هيدروجين
وعندها يسمى المركب على وزن ألكيل .
وتأخذ الصيغة العامة : C_nH_{2n+1}

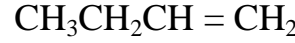
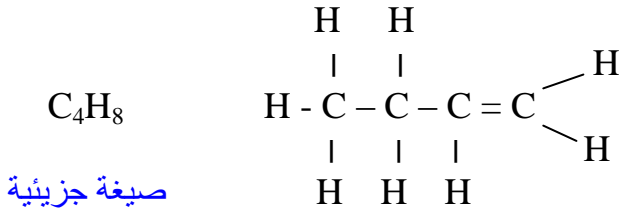
أمثلة على ألكانات متفرعة ...



(٢) الألكينات ... C_nH_{2n}

- هي مركبات هيدروكربونية صافية غير مشبعة (تحتوي روابط ثنائية من نوع باي π).
- تأخذ الصيغة العامة C_nH_{2n} حيث n : عدد ذرات الكربون في المركب .

مثال ... اكتب صيغة الألكين المكون من ٤ ذرات كربون
الحل : $n = 4$



صيغة بنائية مختصرة

صيغة بنائية مفصلة

❖ تقسم الألكينات إلى قسمين :

(١) الألكينات المستمرة

اسم الألكين (مقطع لاتيني + ين)	الصيغة البنائية المختصرة	الصيغة الجزيئية (C_nH_{2n})	المقطع اللاتيني	n
ايتين (ايتيلين)	$CH_2 = CH_2$ أبسط ألكين	C_2H_4	ايت	٢
بروبين	$CH_3CH = CH_2$	C_3H_6	بروب	٣
١- بيوتين ٢- بيوتين	$CH_3CH_2CH = CH_2$ $CH_3CH = CHCH_3$	C_4H_8	بيوت	٤
١- بنتين ٢- بنتين	$CH_3CH_2CH_2CH = CH_2$ $CH_3CH_2CH = CHCH_3$	C_5H_{10}	بنت	٥
				٦

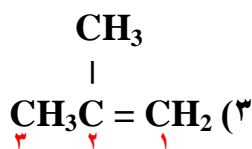
سؤال : هل يوجد مركب ٤- هكسين ؟ **الجواب : لا**

سؤال : هل يوجد مركب ٥- أوكتين ؟ **الجواب : لا**

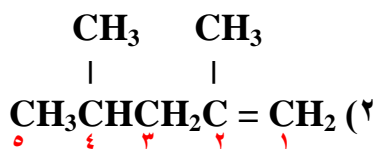
علل ... لا يتواجد الألكين بصورة أقل من ذرتي كربون ؟

السبب : لأن الألكين يتميز بوجود روابط ثنائية لا يستطيع الهيدروجين تكوينها ولذلك نحتاج ذرتي كربون على الأقل لتكوين ألكين .

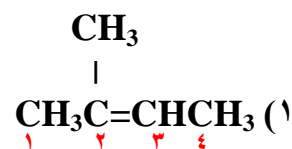
(٢) الألكينات المتفرعة



٢- ميثل بروبين



٢،٤- ثنائي ميثل-١- بنتين



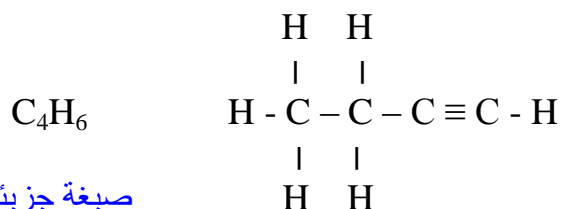
٢- ميثل -٢- بيوتين

(٣) الألكينات ... $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

- هي مركبات هيدروكربونية غير مشبعة (تحتوي روابط ثنائية من نوع باي π).
- تأخذ الصيغة العامة: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ حيث n : عدد ذرات الكربون في المركب .

مثال ... اكتب صيغة الألكين المكون من ٤ ذرات كربون

الحل: $n = 4$



صيغة جزيئية

صيغة بنائية مفصلة

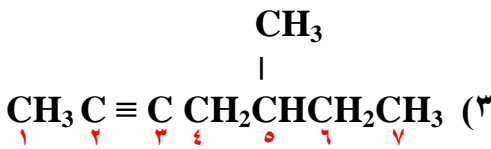


صيغة بنائية مختصرة

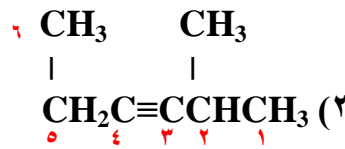
❖ تقسم الألكينات إلى قسمين :

(١) الألكينات المستمرة

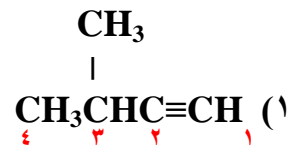
اسم الألكين (مقطع لاتيني + اين)	الصيغة البنائية المختصرة	الصيغة الجزيئية ($\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$)	المقطع اللاتيني	n
ايتاين (أستيلين)	$\text{CH} \equiv \text{CH}$ أبسط ألكين	C_2H_2	ايتا	٢
بروباين	$\text{CH}_3\text{C} \equiv \text{CH}$	C_3H_4	بروب	٣
١- بيوتاين ٢- بيوتاين	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{CH}_3\text{C} \equiv \text{CCH}_3$	C_4H_6	بيوت	٤
١- بنتاين ٢- بنتاين	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CCH}_3$	C_5H_8	بنتا	٥
				٦



٥- ميثل -٢- هبتاين



٢- ميثل -٣- هكساين



٣- ميثل -١- بيوتاين

(٤) هاليد الألكيل ... R-X

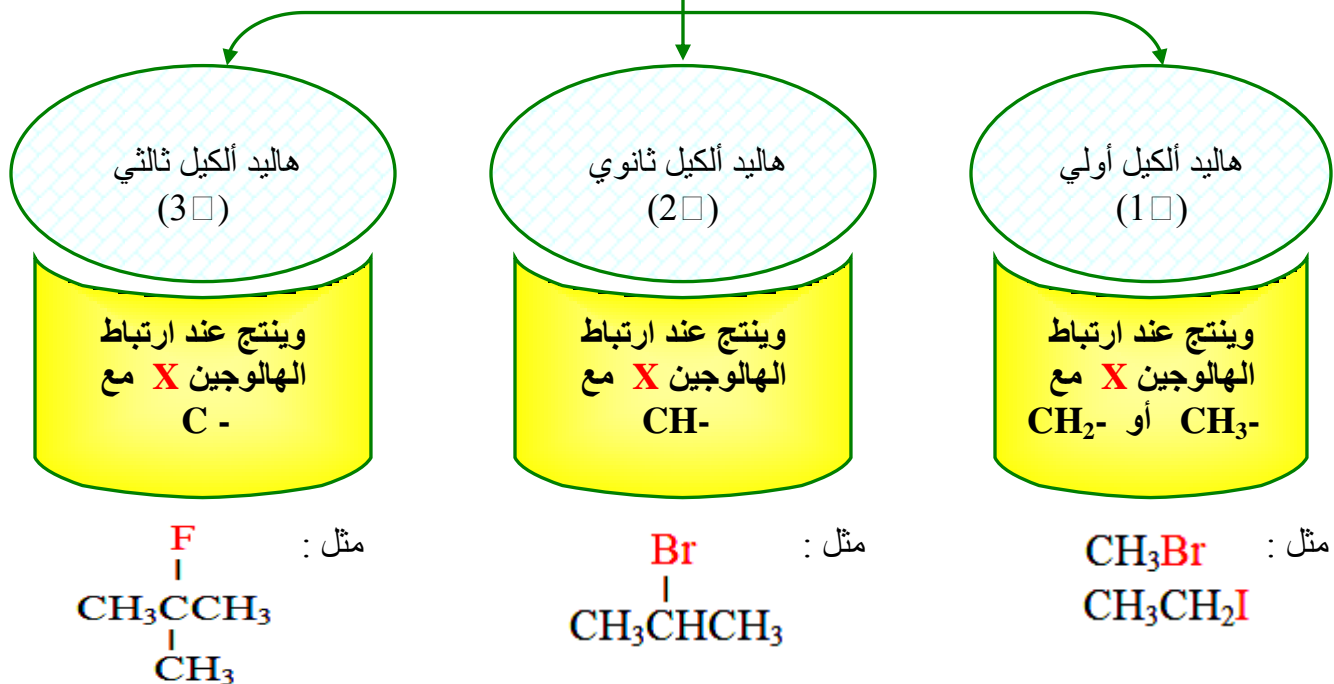
- هي مركبات هيدروكربونية مشتقة مشبعة تتميز بوجود مجموعة الهالوجين (X-) الفعالة في تركيبها.
- الهالوجينات : هي عناصر المجموعة السابعة وهي (F Cl Br I) ويرمز لها بالرمز X .
- تأخذ الصيغة العامة R-X حيث R : مجموعة ألكيل X : هالوجين
- يسمى هاليد الألكيل على وزن (هالو ألكان) حسب عدد ذرات الكربون بحيث تأخذ الرقم ١ ذرة الكربون الأقرب إلى ذرة الهالوجين .

- أمثلة :

- ١- CH_3Cl كلورو ميثان
- ٢- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ برومو ايثان
- ٣- $\begin{array}{c} \text{F} \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \end{array}$ -٢ فلورو بروبان

تستخدم هاليدات الألكيل في صناعة المبيدات الحشرية

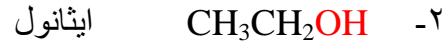
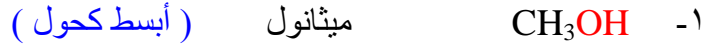
هاليدات الألكيل تُصنّف إلى



(٥) الكحول ... R-OH

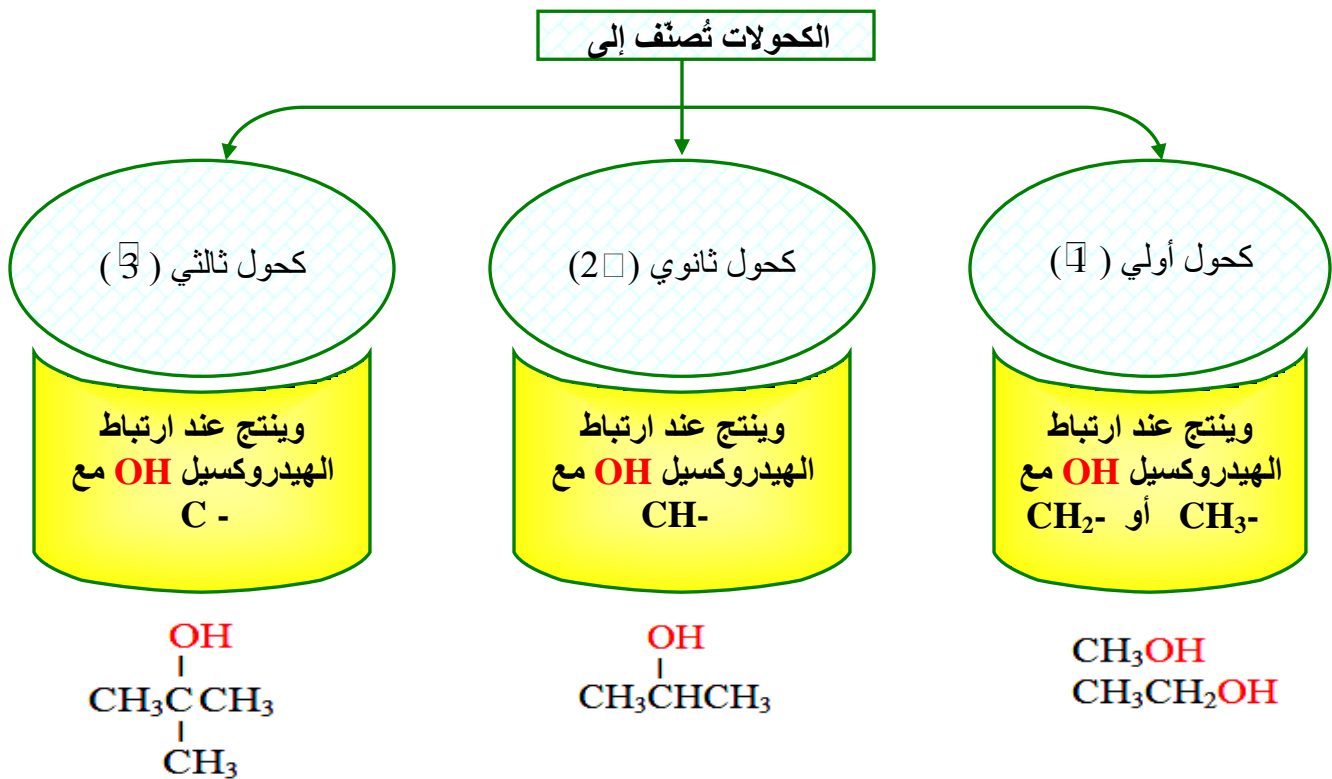
- هي مركبات هيدروكربونية مشتقة مشبعة تتميز بوجود مجموعة الهيدروكسيل (**OH**) الفعالة في تركيبها .
- تأخذ الصيغة العامة R-OH حيث R : مجموعة ألكيل OH : هيدروكسيل
- تسمى الكحولات على وزن (ألكانول) حسب عدد ذرات الكربون بحيث تأخذ الرقم ١ ذرة الكربون الأقرب إلى مجموعة الهيدروكسيل .

- أمثلة :



تستخدم الكحولات في
صناعة معجون
الأسنان لقدرتها على
قتل الميكروبات .

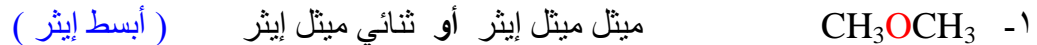
الكحولات تُصنّف إلى



(٦) الإيثر ... R-O-R

- هي مركبات هيدروكربونية مشتقة مشبعة تتميز بوجود مجموعة الأكسجين (**O**) الفعالة في تركيبها .
- تأخذ الصيغة العامة R-O-R حيث R : مجموعة ألكيل O : أكسجين
- تسمى الإيثرات على وزن (ألكيل ألكيل إيثر) حسب عدد ذرات الكربون بحيث يسمى كل طرف لوحده مع مراعاة تشابه أو اختلاف مجموعتي R والترتيب الأبجدي .

- أمثلة :



(٧) الأدهيد ... $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-H$ أو $(RCHO)$

- هي مركبات هيدروكربونية مشتقة غير مشبعة تحتوي على مجموعة الكربونيل ($-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-$) الفعالة .
- تسمى الأدهيدات على وزن (**ألكانال**) بحيث تأخذ الرقم ١ ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل دائماً .
- نستطيع استبدال مجموعة الألكيل R بـ H للحصول على أبسط أدهيد .

- أمثلة :-
- ١- $H-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-H$ أو (**HCHO**) ميثانال وله اسم شائع هو (فورمالدهيد) **أبسط أدهيد**
- ٢- $CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-H$ أو (**CH₃CHO**) ايثانال وله اسم شائع هو (أسيتالدهيد)
- ٣- $CH_3CH_2CH-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-H$ -٢ ميثيل بيوتانال
- |
CH₃

(٨) الكيتون ... $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-R$ أو $(RCOR)$

- هي مركبات هيدروكربونية مشتقة غير مشبعة تحتوي على مجموعة الكربونيل ($-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-$) الفعالة .
- تسمى الكيتونات على وزن (**ألكانون**) بحيث تأخذ الرقم ١ ذرة الكربون الأقرب إلى مجموعة الكربونيل دائماً .

- أمثلة :-
- ١- $CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-CH_3$ أو **CH₃COCH₃** بروبانون وله اسم شائع هو (أسيتون) **أبسط كيتون**
- ٢- $CH_3CH_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-CH_3$ أو **CH₃CH₂COCH₃** بيوتانون
- ٣- $CH_3CHCH_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-CH_3$ -٤ ميثيل -٢- بنتانون
- |
CH₃

(٩) الحمض الكربوكسيلي ... $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH$ أو $(RCOOH)$

- هي مركبات هيدروكربونية مشتقة غير مشبعة تحتوي على مجموعة الكربوكسيل ($-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH$) الفعالة .
- الأحماض الكربوكسيلية تعتبر أحماضاً ضعيفة ((أحماض عضوية ضعيفة)) .
- تسمى الأحماض الكربوكسيلية على وزن (**حمض ألكانويك**) بحيث تأخذ الرقم ١ ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل .
- نستطيع استبدال مجموعة الألكيل R بـ H للحصول على أبسط حمض كربوكسيلي .

- أمثلة :-
- ١- $H-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH$ أو (**HCOOH**) حمض الميثانويك أو حمض الفورميك **أبسط حمض كربوكسيلي** وله اسم شائع هو (حمض النمل)
- ٢- $CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH$ أو (**CH₃COOH**) حمض الايثانويك أو حمض الأستيك وله اسم شائع هو (حمض الخل)
- ٣- $CH_3CH_2CH_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH$ أو (**CH₃CH₂CH₂COOH**) حمض بيوتانويك

- (١٠) الإستر ... $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OR'$ أو $(RCOOR')$
- هي مركبات هيدروكربونية مشتقة غير مشبعة تحتوي على مجموعة $(-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-O)$ الفعّالة .
 - ينتج الإستر عادةً من تفاعل الكحول مع الحمض الكربوكسيلي بوسط حمضي .
 - تسمى الإسترات على وزن (ألكانات ألكيل) أو (ألكيل ألكانات)
 - يمكن استبدال R بـ H للحصول على أبسط الإسترات

إذا علمت أن الإستر الموجود في الموز هو بنتيل إيثانوات
 $CH_3COOCH_2(CH_2)_4CH_3$. اكتب الصيغة البنائية للكحول
والحمض الكربوكسيلي اللذين يتجانها عند تفاعلهما في
وسط حمضي.

الحل

$$CH_3\overset{\text{O}}{\parallel}{C}OCH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$$

الشق الآتي من الكحول الشق الآتي من الحمض

وعليه، تكون صيغة الكحول هي $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$
وصيغة الحمض الكربوكسيلي هي CH_3COH

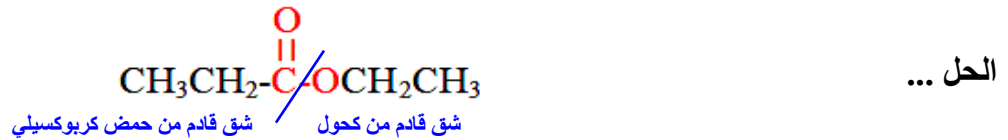
$R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OR'$

ألكانات ألكيل
(الشق القادم من حمض (الشق القادم من كحول)
كربوكسيلي)

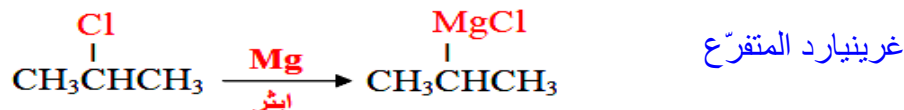
- أمثلة :-

- ١- $H-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OCH_3$ ميثانوات الميثيل (أبسط استر)
- ٢- $CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OCH_3$ إيثانوات الميثيل
- ٣- $CH_3CH_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OCH_2CH_3$ بروبانات الإيثيل

سؤال : حدد الشق الآتي من حمض كربوكسيلي والشق الآتي من كحول في الاستر الآتي



- (١١) مركب غرينيارد ... $R-MgX$
- هو مركب هيدروكربوني مشبع يحتوي على مجموعة هاليد المغنيسيوم $(-MgX)$ الفعّالة .
 - يأخذ الصيغة العامة $R-MgX$ حيث R : مجموعة الألكيل
 - مركب غرينيارد يُستخدم بشكل أساسي لهدفين :
 - (أ) لإنتاج الكحولات بأنواعها
 - (ب) لزيادة المحتوى الكربوني (عدد ذرات الكربون) في المركب .
 - يُحضّر عن طريق تفاعل هاليد ألكيل R-X مع قطعة مغنيسيوم Mg بوجود الإيثر الجاف كعامل مساعد .



تتفاعل المركبات العضوية مع بعضها أو مع مركبات غير عضوية لإنتاج أنواع مختلفة من المركبات العضوية المعروفة وفي هذا البند سندرس أربعة أنواع من التفاعلات التي تحدث بين المركبات العضوية وغيرها من المركبات وهذه التفاعلات تُقسم حسب طريقة حدوثها إلى ١- تفاعلات الإضافة ٢- تفاعلات الحذف

٣- تفاعلات الاستبدال ٤- تفاعلات الأكسدة والاختزال

(١) تفاعلات الإضافة ...

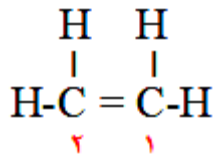
- ((وتحدث في الألكينات والألكاينات والألدهيد والكيبون)) وتتشرك هذه المركبات بأنها غير مشبعة فيها روابط باي π - علل ... تحدث تفاعلات الإضافة في المركبات التي تحتوي على روابط من نوع باي π ؟
- السبب : لأن عملية الإضافة ينتج عنها كسر في الروابط ، وروابط باي π تُعتبر ضعيفة يسهل كسرها .
- لتفاعلات الإضافة حالات عدة يُمكن تليخيصها بالجدول الآتي :

الرقم	المادة المُضافة	المركبات التي تتفاعل بالإضافة	العامل المُساعد	النتاج
١	$2HX, HX$	ألكينات ، ألكاينات	لا يوجد ، لا يوجد	هاليد ألكيل
٢	$2X_2, X_2$	ألكينات ، ألكاينات	لا يوجد ، لا يوجد	هاليد ألكيل
٣	H_2O	ألكينات	$H^+ (H_2SO_4)$	كحول
٤	H_2	ألكينات ، ألدهيد ، كيتون	Ni	ألكان ، كحول ١ □ ، كحول 2 □
٥	$2H_2$	ألكاينات	Ni	ألكان
٦	R-MgX	أبسط ألدهيد ، ألدهيد	$H^+ (HX)$	كحول ١ □ ، كحول 2 □
٧	R-MgX	كيبون	$H^+ (HX)$	كحول 3 □

ملاحظات على الإضافة :

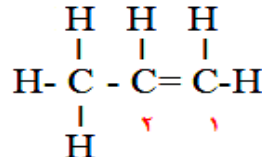
١- قاعدة ماركوفايكوف ...

((عند إضافة مركب غير متماثل مثل HX و H_2O إلى ألكين غير متماثل فإن H^+ تذهب إلى ذرة الكربون الأكثر ارتباطاً بالهيدروجين ، و X^- ، OH^- تذهب إلى ذرة الكربون الأقل ارتباطاً بالهيدروجين وذلك لمراعاة حالة الأكثر استقراراً)) .



ألكين متماثل

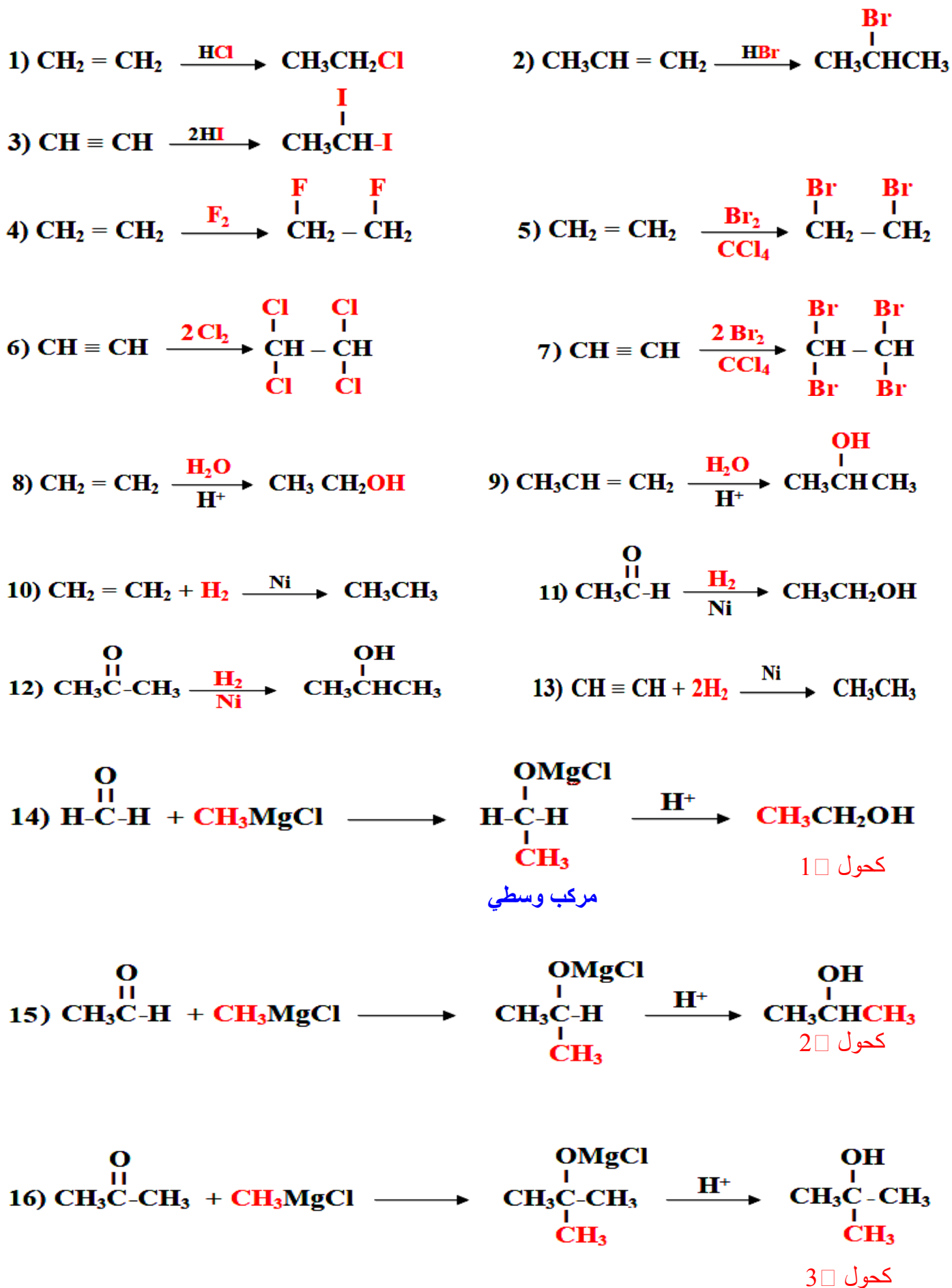
ذرة الكربون رقم ١ تشبه ذرة الكربون رقم ٢



ألكين غير متماثل

ذرة الكربون رقم ١ أكثر ارتباطاً بالهيدروجين من ٢

- ٢- عند إضافة X_2 على ألكين أو ألكاين عادةً لا نحتاج عامل مساعد ولكن في حالة إضافة Br_2 فقط فإننا نحتاج عامل مساعد هو رابع كلوريد الكربون CCl_4 .
- ٣- عند إضافة H_2 على ألكين يمكن استخدام البلاتين (Pt) أيضاً كعامل مساعد .



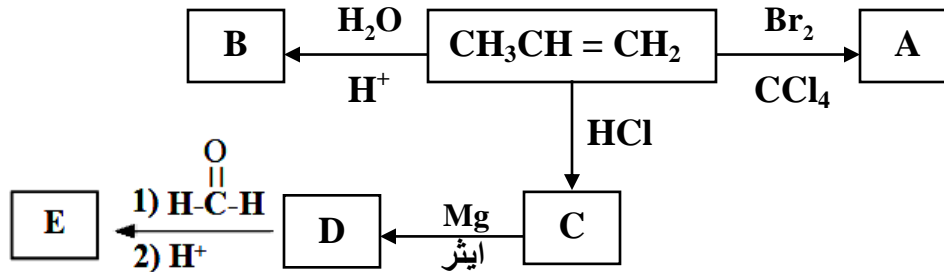
17)

18)

19)

علل : قدرة مجموعة الكربونيل ($\text{>C} = \text{O}$) الفعالة على التفاعل بطريقة الإضافة
السبب ... مجموعة الكربونيل تُعتبر مجموعة قطبية أي أن $\text{C} = \text{O}$ فوجود الشحنتان الجزئية إضافة لوجود
الرابطة الثنائية الضعيفة (π) يجعل هذه المجموعة تتفاعل بطريقة الإضافة .

سؤال : أكمل المخطط الآتي بكتابة الصيغ البنائية للمركبات الممثلة بالرموز A B C D E



الحل ...

A:

B:

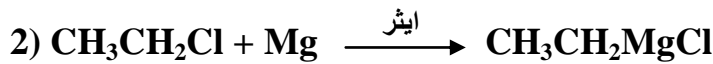
C:

D:

E:

سؤال : مستخدماً ايثن $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ وفورمالدهيد HCHO حضر ١- بروبانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

الحل



(٢) تفاعلات الحذف ...

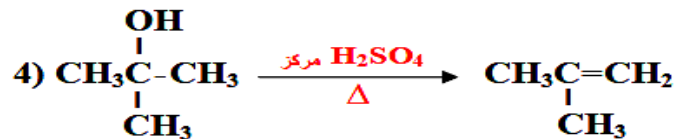
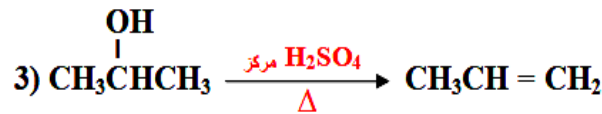
- ((وتحدث في هاليد الألكيل والكحول)) بحيث يتم حذف جزيء وتكوين رابطة جديدة من نوع باي π - لتفاعلات الحذف حالتين رئيسيتين يُمكن تلخيصهما بالجدول الآتي :

الرقم	المادة المحذوفة	المركبات الذي تُحذف منه	العامل المُساعد	الناتج
١	H ₂ O	الكحول 1 □ 2 □ 3 □	H ₂ SO ₄ مركز / Δ	ألكين
٢	HX	هاليد ألكيل 2 □ 3 □	KOH / Δ	ألكين

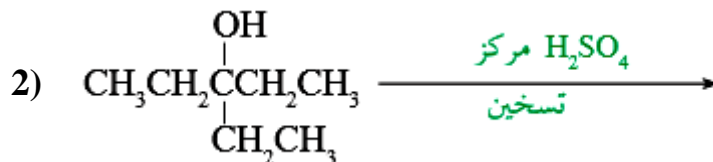
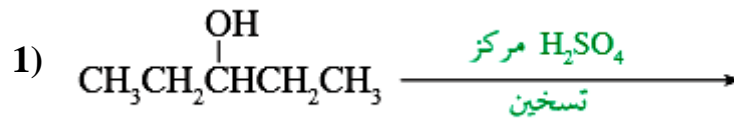
ملاحظات على الحذف :

- ١- آلية إجراء الحذف كآآتي :
 أ) في الكحول : تتم بنزع OH من ذرة كربون ونزع H من ذرة كربون مجاورة لها .
 ب) في هاليد الألكيل : تتم بنزع X من ذرة كربون ونزع H من ذرة كربون مجاورة لها .
- ٢- لا يمكن حذف ماء (H₂O) من أبسط كحول CH₃OH .
- ٣- جميع عمليات الحذف ينتج عنها ألكين .
- ٤- العامل المساعد هو المادة غير العضوية المستخدمة في عملية الحذف .

أمثلة :-



سؤال : أكمل التفاعلين الآتيين

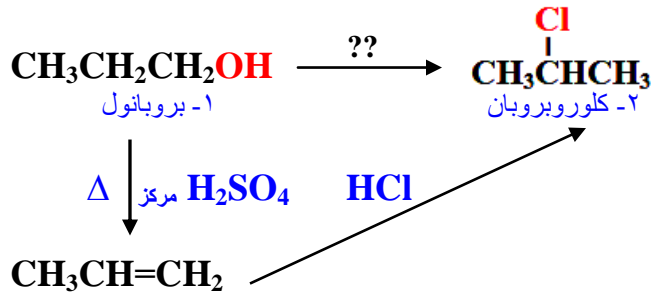


سؤال : ما المادة غير العضوية المستخدمة في عمليتي الحذف السابقتين ؟

الجواب H₂SO₄

سؤال : مستخدماً ١- بروبانول وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر ٢- كلوروبروبان .

الحل ...



سؤال : مستخدماً ١- بروبانول وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر ٢- بروبانول .

الحل ...

سؤال : مستخدماً ٢- بروموبروبان وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر بروبان .

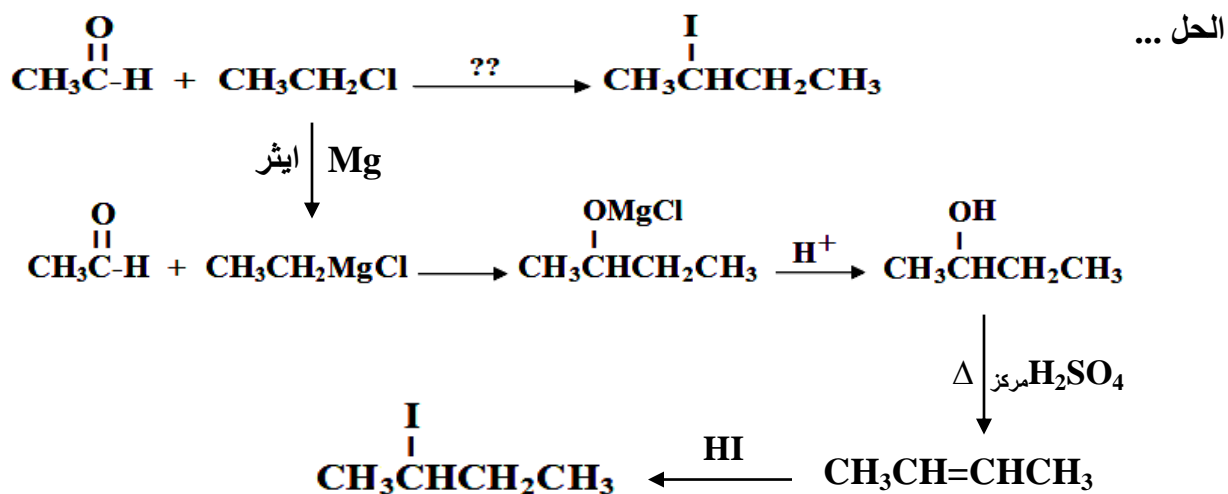
الحل ...

سؤال : مستخدماً بروبانول وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر بروبان .

الحل ...

سؤال : مستخدماً بروبانون وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر ١، ٢- ثنائي بروموبروبان .
الحل ...

سؤال : مستخدماً ايثانال و كلوروايثان وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر ٢- أيودوبيوتان .



سؤال : مبتدئاً بفورمالدهيد و أسيتالدهيد ومستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة حضر ٢- بروبانول .
الحل ...

سؤال : مبتدئاً بفورمالدهيد و ٢- كلوروبروبان ومستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة حضر ٢- ميثل-١-بروبانول .
الحل ...

سؤال : مبتدئاً بـ أسيتالدهيد و كلوروميثان ومستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة حضر ١، ٢- ثنائي كلورو بروبان
الحل ...

(٣) تفاعلات الاستبدال ...

- وهي تفاعلات يتم فيها استبدال ذرّة أو مجموعة ذرية مكان ذرّة أو مجموعة ذرية أخرى .

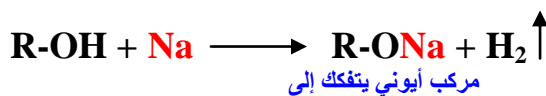
الرقم	المادة البديلة	المُستبدل	المركب الذي يحدث عليه الاستبدال	العامل المُساعد	النتائج
١	X	H	ألكان	X ₂ / ضوء	هاليد ألكيل □ 1
٢	X	OH	الكحول □ 2 □ 3 □ 1	HX	هاليد ألكيل □ 1 □ 3 □ 2
٣	OH	X	هاليد ألكيل □ 1	(KOH) OH ⁻	كحول □ 1
٤	RO	X	هاليد ألكيل □ 1	RO ⁻	إيثر
٥	RO	OH	حمض كربوكسيلي	ROH Δ/(H ₂ SO ₄) H ⁺	إستر

ملاحظات على الاستبدال :

١- الاستبدال في الألكانات لإنتاج هاليد ألكيل يسمى (هالجنة) ، ولو استمر التفاعل لمدة أطول قد يحدث استبدال ثانوي أو أكثر ولكن هنا سنقتصر على دراسة الاستبدال الأحادي .

٢- RO⁻ : يُسمى أيون **الألكوكسيد** ويتم إنتاجه عن طريق تفاعل كحول R-OH مع قطعة صوديوم Na كالآتي :-

الصيغة العامة



مركب أيوني يتفكك إلى

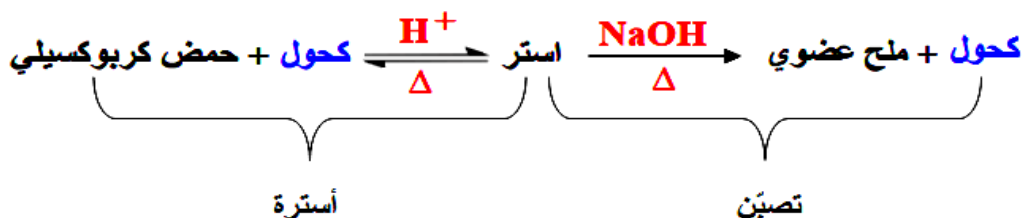


إنتاج أيون الألكوكسيد من الكحول يمكن استخدام أي فلز نشط غير Na مثل K

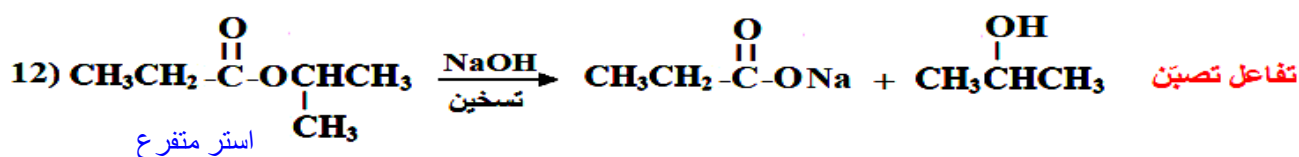
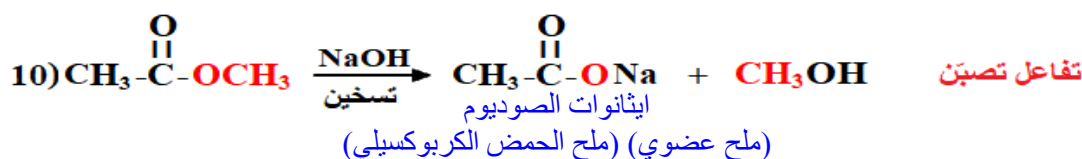
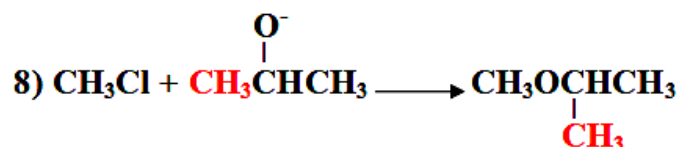
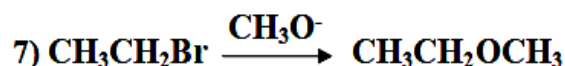
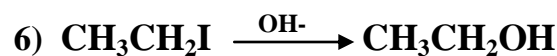
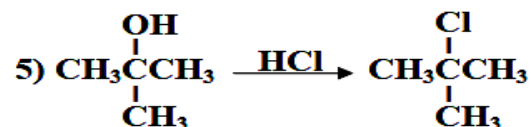
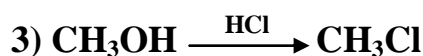
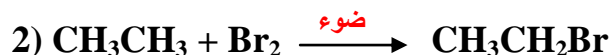
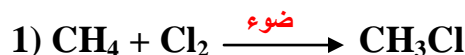
مثال



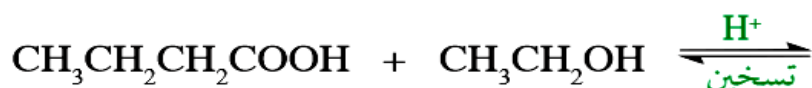
٣- يُسمى تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول في وسط حمضي وحرارة تفاعل (الأسترة) ، ويمكن تفكيك الإستر الناتج مرّة أخرى بوجود قاعدة قوية مثل NaOH وحرارة (Δ) حيث ينتج عن ذلك كحول وملح عضوي (ملح الحمض الكربوكسيلي) وعندها يُسمى تفاعل (التصبن) حيث يستخدم في صناعة الصابون .
❖ يتميز تفاعل إنتاج الإستر بأنه منعكس (يمثل بسهمين متعاكسين) .
❖ مصدر الإسترات المستخدمة عادة في صناعة الصابون هي الزيوت والدهون .
بشكل عام ...



أمثلة :-

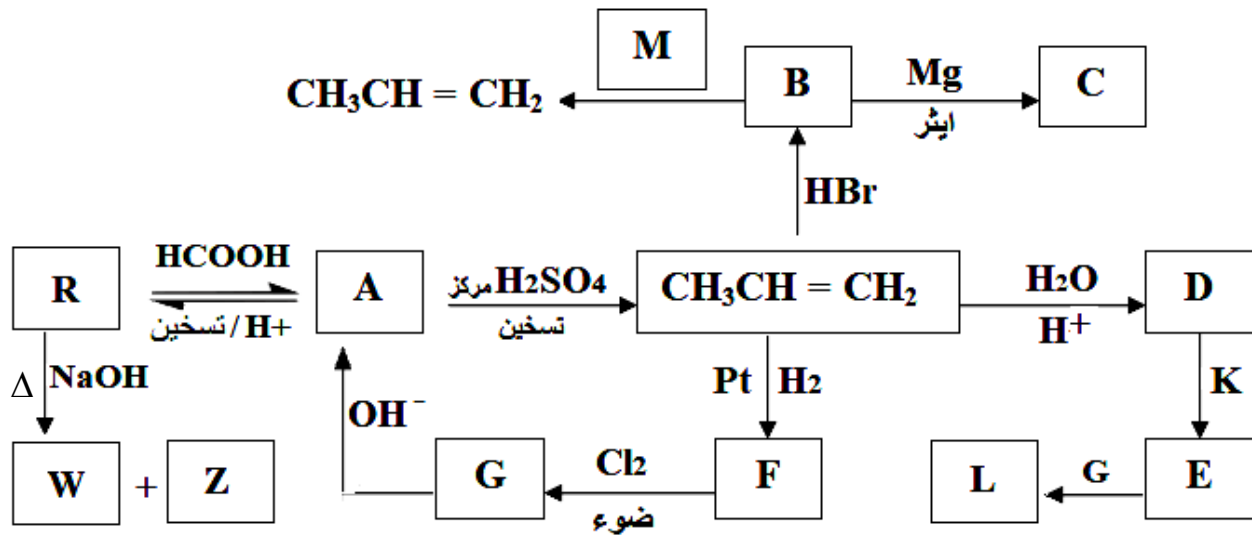


سؤال : أكمل معادلة التفاعل الآتي



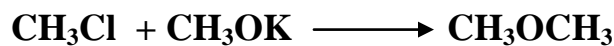
سؤال : اكتب معادلة تفكك إيثيل بروبانوات $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{OCH}_2\text{CH}_3$ بالتسخين مع محلول NaOH .

سؤال : أكمل المخطط الآتي بكتابة الصيغ البنائية للمركبات الممثلة بالرموز المبينة



الحل ...

سؤال : مستخدماً ميثانول CH_3OH فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضرّ ثنائي ميثل ايثر CH_3OCH_3
الحل ...



سؤال : مستخدماً ايثان CH_3CH_3 فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضرّ ثنائي ايثل ايثر $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
الحل ...

سؤال : مستخدماً ٢- بروبانول فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضرّ ثنائي بروبيل ايثر $\text{C}_3\text{H}_7\text{OC}_3\text{H}_7$
الحل ...

سؤال : مستخدماً فورمالدهيد وأسيتالدهيد وأية مواد غير عضوية مناسبة حضرّ ايثل ميثل ايثر $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$
الحل ...

سؤال : مستخدماً فورمالدهيد فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر ثنائي ايثل ايثر $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
الحل ...

سؤال : مستخدماً ميثان CH_4 وحمض الخل CH_3COOH وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر ميثل ايثانوات
الحل ...

سؤال : مستخدماً أسيتالدهيد فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر بيوتان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
الحل ...

سؤال : مستخدماً فورمالدهيد فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر بروبان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
الحل ...

سؤال : مستخدماً فورمالدهيد وبروبين وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر ١،٢ - ثنائي برومو بيوتان .
الحل ...

(٤) تفاعلات التأكسد والاختزال ...

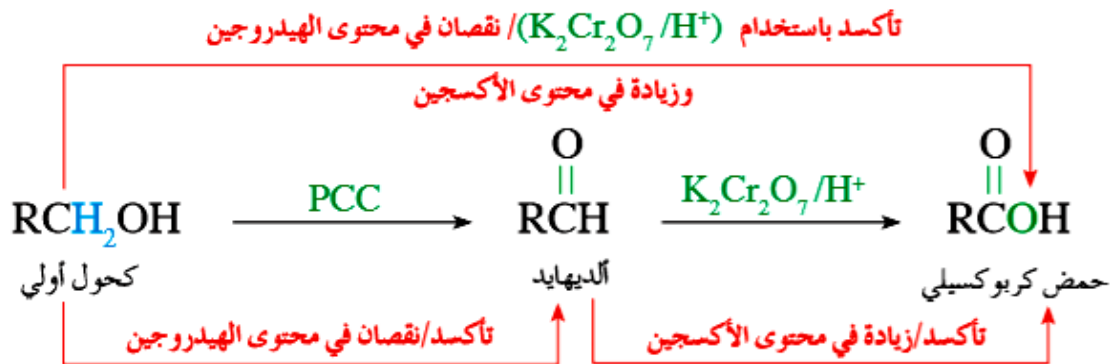
- تأكسد المركب العضوي يحتمل (أ) **زيادة** محتوى الأكسجين (O) (ب) **نقصان** محتوى الهيدروجين (H₂) .
 - اختزال المركب العضوي يحتمل (أ) **نقصان** محتوى الأكسجين (O) (ب) **زيادة** محتوى الهيدروجين (H₂) .

الرقم	التغير	الحالة	المركب الذي يحدث عليه التغير	العامل المُساعد	النتائج
١	نزع H ₂	تأكسد	كحول □ 1	PCC	أدهيد
٢	زيادة O	تأكسد	أدهيد	H ⁺ /K ₂ Cr ₂ O ₇	حمض كربوكسيلي
٣	نزع H ₂	تأكسد	كحول □ 2	PCC أو H ⁺ /K ₂ Cr ₂ O ₇	كيتون
٤	زيادة H ₂	اختزال	أدهيد	Ni / H ₂	كحول □ 1
٥	زيادة H ₂	اختزال	ألكين ، ألكاين	Ni / 2H ₂ ، H ₂	ألكان
٦	زيادة H ₂	اختزال	كيتون	Ni / H ₂	كحول □ 2

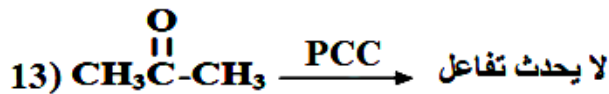
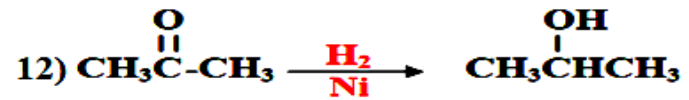
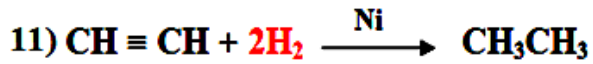
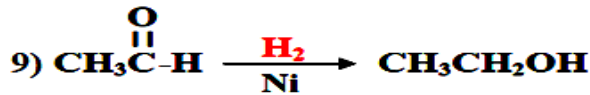
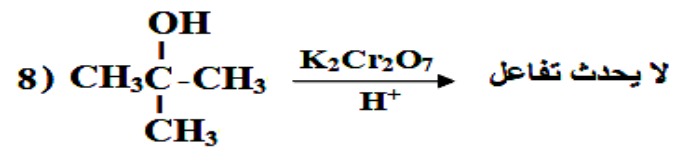
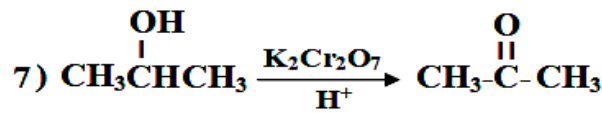
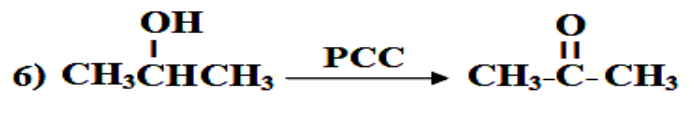
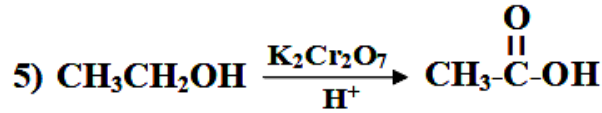
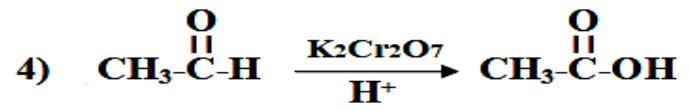
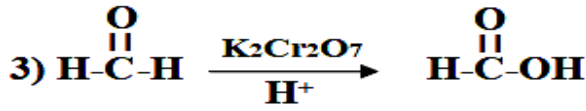
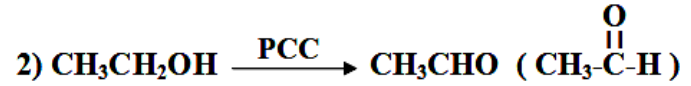
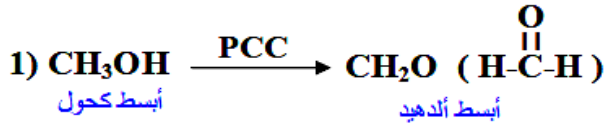
ملاحظات على التأكسد والاختزال :

- ١- تأكسد المركب العضوي يتم عادة بنزع ذرتي H ، واحدة من OH والأخرى من نفس ذرة الكربون التي تحمل OH .
 ٢- PCC : عامل مؤكسد وهو اختصار للاسم العلمي ((كلورو كرومات البيريدينيوم)) .

- ٣- يعتبر PCC عامل مؤكسد **ضعيف** ودايكرومات البوتاسيوم K₂Cr₂O₇ عامل مؤكسد **قوي** ، لذلك لو تم إضافة K₂Cr₂O₇ إلى الكحول الأولي فإنه سيحوّله إلى حمض كربوكسيلي مباشرة والمخطط الآتي يلخص ذلك :



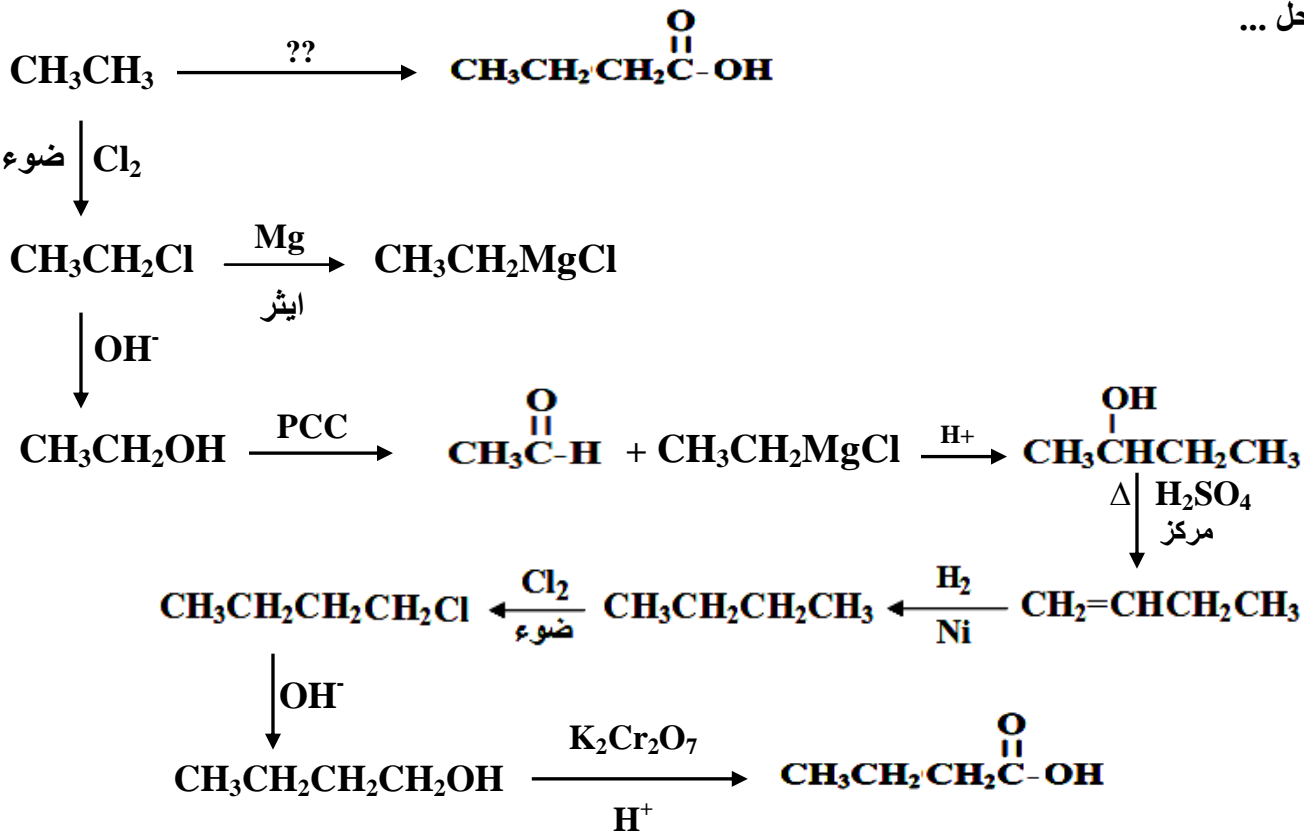
- ٤- الكيتون والكحول الثالثي مركبات لا تتأكسد والأسباب هي :
 (أ) الكيتون : مركب مستقر كيميائياً ليس من السهل أكسدته بنفس ظروف الأدهيد .
 (ب) الكحول الثالثي : لا يمتلك H عند ذرة الكربون التي تحمل OH .



سؤال : مركب عضوي A صيغته الجزيئية $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ وعند أكسدته باستخدام PCC نتج المركب العضوي B والذي صيغته الجزيئية $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ولا يتفاعل مع دايكرومات البوتاسيوم $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
ما الصيغة البنائية لكل من A و B ؟
الحل ...

سؤال : مركب عضوي A يتكون من ذرتي كربون عند تسخينه مع NaOH تفكك إلى المركبين B و C وعند أكسدة المركب B باستخدام $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ في وسط حمضي نتج المركب D وهو أبسط حمض كربوكسيلي .
ما الصيغة البنائية لكل من A B C D ؟
الحل ...

سؤال : مستخدماً الإيثان CH_3CH_3 فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر بيوتانويك
الحل ...



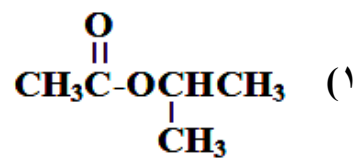
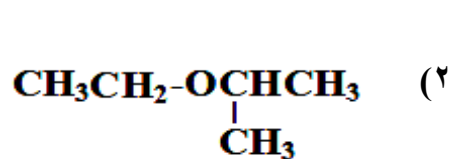
سؤال : مبتدئاً من بروبييل ايثانوات $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ، ومستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة حضر
 (١) بروبان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
 (٢) -٢- كلورو بروبان $\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$
 (٣) بروبانون CH_3COCH_3
 (٤) -٢، ٣- ثنائي ميثل-٢- بيوتانول $(\text{CH}_3)_2\text{COH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
 الحل ...

سؤال : مبتدئاً من الميثان CH_4 والبروبان $CH_3CH_2CH_3$ ، ومستخدماً أية مواد غير عضوية مناسبة حضر

- (١) حمض بيوتانويك $CH_3CH_2CH_2COOH$.
- (٢) ميثل بروبانات $CH_3CH_2CH_2COOCH_3$.
- (٣) ٢-ميثل-٢-بروبانول $(CH_3)_3C-OH$.
- (٤) ٢-ميثل-١-بروبانول $(CH_3)_2CHCH_2OH$.

الحل ...

سؤال : مستخدماً الايثان CH_3CH_3 والبروبان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ وما يلزم من مواد غير عضوية حضر



الحل ...

سؤال : استخدم ما يلزم من مواد غير عضوية مناسبة لتبين بالمعادلات كيفية تحضير برومو ايثان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ من المركبات الآتية :



الحل ...

التمييز بين المركبات العضوية مخبرياً (عملياً)

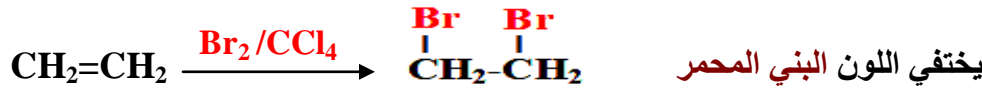
هناك طرق عملية تُستخدم داخل المختبر نستطيع من خلالها أن نميز بين المركبات العضوية المختلفة ، ومنها :

(١) التمييز بين الألكان والألكين

- يُستخدم لذلك محلول البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون (CCl_4/Br_2) ذو اللون البني المُحَمَّر ، حيث يتفاعل مع الألكين ويختفي اللون ، ولا يتفاعل مع الألكان فيبقى اللون البني المحمر)

- سؤال : ميز مخبرياً بين الايثان CH_3CH_3 والايثين $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

- الحل ...



(٢) التمييز بين الألدهيد والكيون

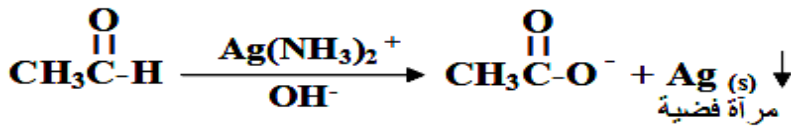
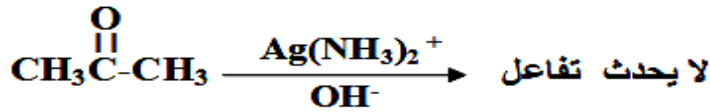
- يُستخدم لذلك محلول يسمى محلول تولنز حيث يتفاعل مع الألدهيد مكوناً مرآة من الفضة ولا يتفاعل مع الكيون)

- محلول تولنز : هو محلول $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ وهو خليط من نترات الفضة AgNO_3 مع الأمونيا NH_3 .

- يحدث التفاعل عادةً في وسط قاعدي OH^- وقليل من الحرارة .

- سؤال : ميز مخبرياً بين الايثانال CH_3CHO والاسيتون CH_3COCH_3

- الحل ...



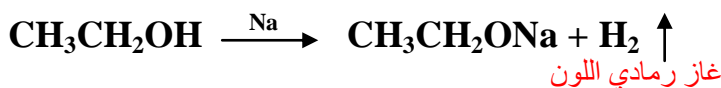
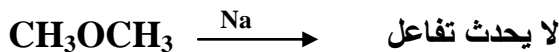
(٣) التمييز بين الكحول وأي مركب آخر عدا الحمض الكربوكسيلي

- يُستخدم لذلك فلز نشط مثل الصوديوم Na حيث يتفاعل مع الكحول مكوناً غاز الهيدروجين رمادي اللون ولا

يتفاعل مع المركبات الأخرى) .

- سؤال : ميز مخبرياً بين الايثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ وثنائي ميثيل ايثر CH_3OCH_3

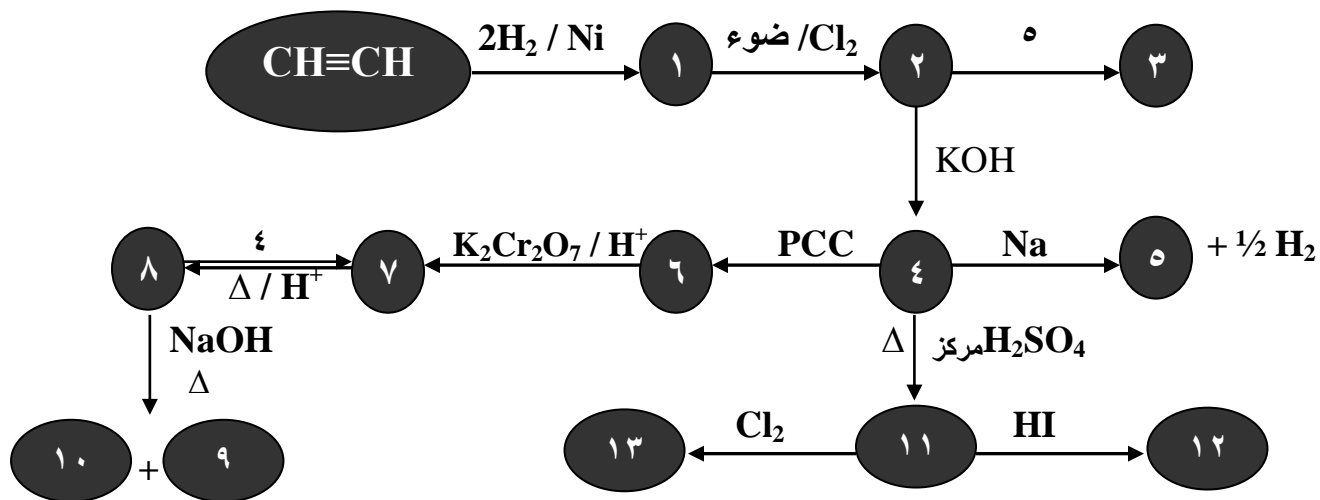
- الحل ...



أفكار الأسئلة المطروحة على المركبات العضوية

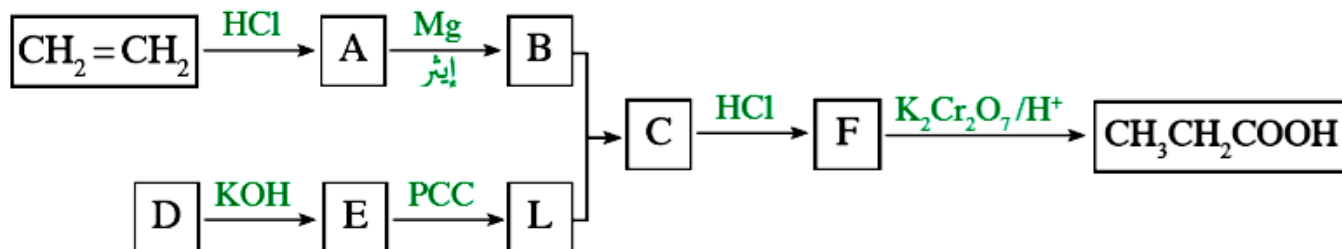
(١) المخطط ...

سؤال : أكمل المخطط الآتي بكتابة الصيغ البنائية للمركبات المرقمة من (١ - ١٣)



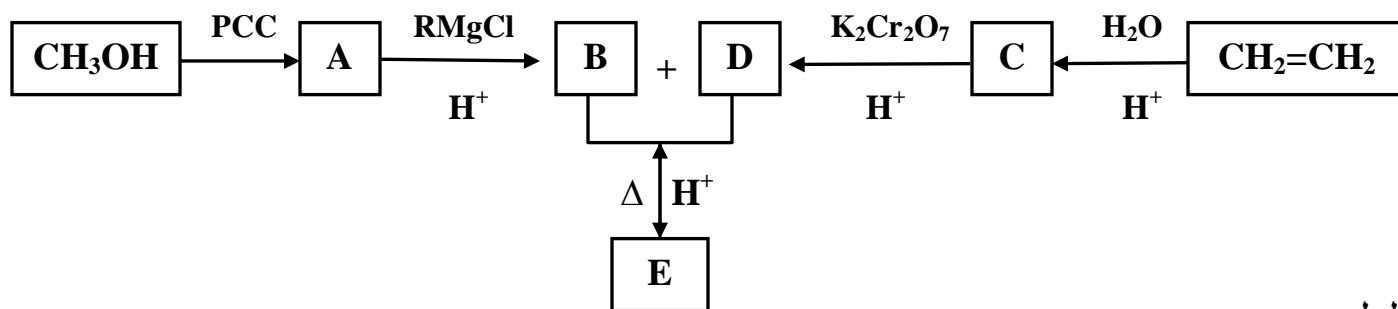
الحل ...

سؤال : أكتب الصيغ البنائية للمركبات المشار إليها بالرموز في المخطط الآتي



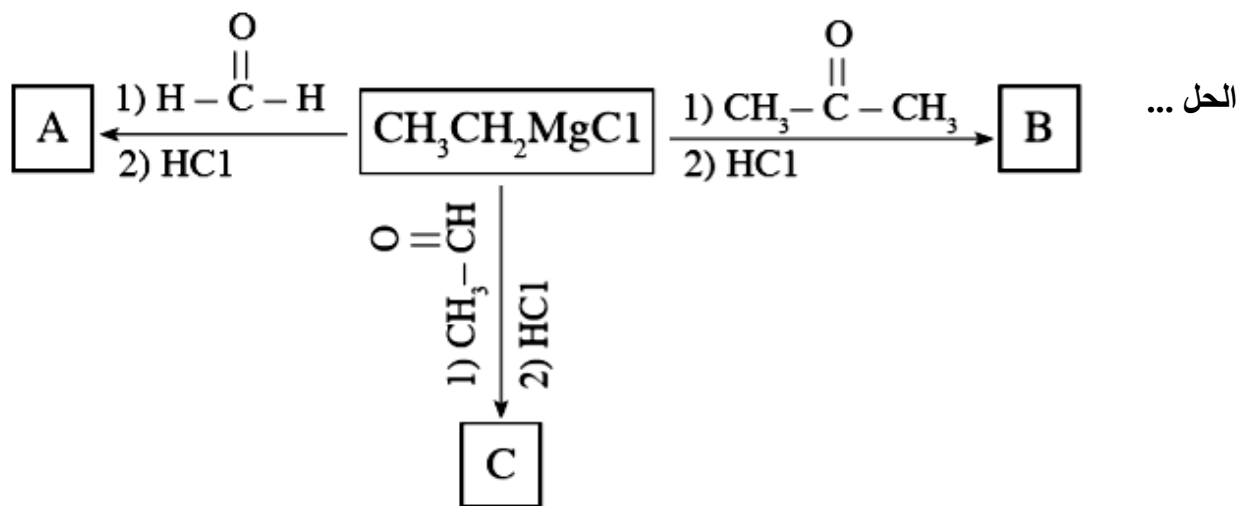
الحل ...

سؤال : أكتب الصيغ البنائية للمركبات المشار إليها بالرموز في المخطط الآتي



الحل ...

سؤال : أكتب الصيغ البنائية للمركبات المشار إليها بالرموز A B C في المخطط الآتي



الحل ...

سؤال : ادرس الجدول الآتي الذي يبين بعض المركبات العضوية والمشار إليها بالأرقام من ١-١٢ ثم أجب عن الأسئلة

(٤) $\text{CH}=\text{CH}$	(٣) CH_3CHO	(٢) CH_3OH	(١) HCHO
(٨) CH_3COCH_3	(٧) CH_3COOH	(٦) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	(٥) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$
(١٢) $\text{CH}_3\text{CHI}-\text{CH}_3$	(١١) CH_3CH_3	(١٠) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$	(٩) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

(أ) من الجدول اختر رقم المركب الذي :

- ١- يُزيل لون محلول البروم البني المُحمرّ المذاب في CCl_4
- ٢- ينتج من تفاعل المركب رقم ٩ مع HBr .
- ٣- ينتمي لعائلة لا تتواجد بصورة أقل من ٣ ذرات كربون.
- ٤- يتفاعل بالهلجنة لإنتاج المركب رقم ٥.
- ٥- ينتج عندما يتفاعل المركب رقم ٣ مع $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ بوسط حمضي.
- ٦- يُحضر من تفاعل المركب رقم ٥ مع $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$.
- ٧- يتفاعل مع محلول تولنز من بين المركبات (٣) (٨) (١١) ليُكون مرآة فضية.
- ٨- يطبق عليه تفاعل التصبن لإنتاج ايثانوات الصوديوم CH_3COONa .
- ٩- عندما يُضاف إليه مركب غرينيارد ثم HCl ينتج كحول أولي.
- ١٠- عندما يتفاعل مع KOH وحرارة ينتج ألكين غير متماثل.

(ب) معتمداً على الجدول أجب عن الآتي :

- ١- ما نوع التفاعل الذي يُحول المركب رقم (١) إلى المركب رقم (٢) وضح بمعادلة.
- ٢- كيف نُميّز مخبرياً بين المركب رقم (٢) والمركب رقم (٣) مستعيناً بالمعادلات.
- ٣- ما الشق الآتي من حمض كربوكسيلي في المركب رقم (٦).
- ٤- ما عدد روابط باي (π) في المركب رقم (٤).
- ٥- وضح آلية إضافة CH_3MgCl إلى المركب رقم (٨).
- ٦- اختر من الجدول المركبين اللذان يتفاعلان معاً تفاعلاً الأسترة.

(ج) معتمداً على الجدول أجب عن الآتي :

- ١- مستخدماً المركب رقم ١ والمركب رقم ٣ وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر المركب رقم ٨
- ٢- مستخدماً المركب رقم ٤ فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر المركب رقم ١٠
- ٣- مستخدماً المركب رقم ١ فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر المركب رقم ٥
- ٤- مستخدماً المركب رقم ١ فقط وأية مواد غير عضوية مناسبة حضر المركب رقم ٦

سؤال : لديك جدول يتضمن عدداً من المركبات العضوية أدرسها ثم أجب عما يليها .

$\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_3$ (٣)	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ (٢)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (١)
$\text{CH} \equiv \text{CH}$ (٦)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (٥)	$\text{HC}\overset{\text{O}}{\parallel}-\text{OCH}_2\text{CH}_3$ (٤)
CH_3COOH (٩)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ (٨)	$\text{CH}_3\overset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{C}}}\text{HCH}_3$ (٧)

أ (ما صيغة المركب العضوي الذي يتفاعل بالإضافة مع HCl ليعطي كلوروايثان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ؟
 ب) ما صيغة المركب العضوي الذي يتفاعل بالاستبدال مع HCl ليعطي كلوروايثان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ؟
 ج) ما صيغة المركب العضوي الناتج من أكسدة المركب (١) بوجود $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ في وسط حمضي؟

د (ما صيغة المركب العضوي الذي يُختزل ليعطي المركب (٧)؟
 هـ (اكتب معادلة تفكك المركب (٤) بالحرارة بوجود NaOH، ماذا نسمي هذا التفاعل؟
 و (بيّن كيفية التمييز مخبرياً بين المركبين (٢) و (٥)، مستعيناً بالمعادلات.
 ز (وضح باستخدام المعادلات كيفية تحويل المركب (٥) إلى (٨).
 ح (اكتب الصيغة البنائية للمركب الناتج من اختزال المركب (٦).
 ط (ما صيغة المركب العضوي الناتج من تفاعل المركب (٧) مع فلز البوتاسيوم K؟
 ي (ما الشق الآتي من الحمض الكربوكسيلي في المركب (٤)؟
 ك (اكتب الصيغة البنائية للمركب العضوي الناتج من تسخين المركب (٩) والمركب (١) في وسط حمضي؟

سؤال : مركب عضوي A يتكون من ٣ ذرات كربون ولدى تسخينه مع NaOH تفكك إلى المركبين B و C وعند تسخين المركب C مع H_2SO_4 نتج المركب D ، ما الصيغة البنائية لكل من A B C D ؟
الحل ...

سؤال : إذا علمت أن الرموز A B C D E تمثل مركبات عضوية ، حيث A يتكون من ٤ ذرات كربون ولدى تسخينه مع محلول NaOH نتج المركبان B و C ، وعند تفاعل المركب B مع HCl نتج المركب D . ويتأكسد المركب B بوجود داكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي نتج المركب E الذي لا يتأكسد بمحلول تولنز ، ما الصيغة البنائية للمركبات A B C D E ؟
الحل ...

سؤال : إذا علمت أن الرموز A B C D E تمثل مركبات عضوية ، حيث A يتكون من ٣ ذرات كربون ولدى تسخينه مع محلول H_2SO_4 المركز نتج المركب B الذي يُزيل لون محلول البروم البني المحمر ، وعند أكسدة المركب A باستخدام PCC ينتج المركب C الذي لا يتواجد بصورة أقل من ٣ ذرات كربون وعند اختزال المركب B بوجود البلاتين Pt كعامل مساعد نتج المركب D الذي يتفاعل بطريقة الهلجنة فقط لانتاج المركب E .

(١) ما الصيغة البنائية للمركبات A B C D E ؟
(٢) ما نوع التفاعل الذي يحول المركب A إلى المركب B .
(٣) ما الاسم العلمي لـ PCC
(٤) عرّف الهلجنة .

سؤال : X ، Y مركبان عضويان من الكحولات لهما نفس عدد ذرات الكربون وهي ٤ ذرات ، X يتأكسد بدايكرومات البوتاسيوم المحمضة بينما لا يستطيع Y ذلك .
ما الصيغة البنائية لكل من X و Y ؟

مفاتيح هامة للتحضير

- (١) نستخدم غرينيارد عادة لزيادة عدد ذرات الكربون في المركب ودائماً ينتج عنه كحول .
- (٢) الايثر والاستر عادة تحضر باستخدام مركبين منفصلين وهذا يؤدي إلى زيادة عدد ذرات الكربون تلقائياً أي لا حاجة لاستخدام غرينيارد إلا إذا كان أحد الأطراف يحتاج لزيادة عدد ذرات الكربون .
- (٣) الألكان طريق مسدود إذا وصلنا إليه أو بدأنا منه فنلجأ للهلجنة (Cl_2 / ضوء) دائماً .
- (٤) إذا كانت البداية من استر فأول خطوة هي التصبن دائماً ونكمل التحضير من الكحول الناتج عن تفكك الاستر .

(٥) لتحضير الايثر
 غير متفرع : فإنه يلزم هاليد ألكيل أولي $1 \square$ + كحول أولي $1 \square$
 متفرع : فإنه يلزم هاليد ألكيل أولي $1 \square$ + كحول $2 \square$ أو $3 \square$ (حسب التفرعات)

(٦) لتحضير الاستر
 غير متفرع : فإنه يلزم حمض كربوكسيلي + كحول أولي $1 \square$
 متفرع : فإنه يلزم حمض كربوكسيلي + كحول $2 \square$ أو $3 \square$ (حسب التفرعات)

(٧) لتحضير الكحول
 كحول أولي $1 \square$: غير متفرع : (H_2 + أي ألدهيد (٢) غرينيارد + أبسط ألدهيد .
 متفرع : يلزم غرينيارد المتفرع + أبسط ألدهيد .
 كحول ثانوي $2 \square$: غير متفرع : (H_2 + كيتون (٢) غرينيارد + أي ألدهيد .
 متفرع : يلزم غرينيارد المتفرع + أي ألدهيد .
 كحول ثالثي $3 \square$: غير متفرع : غرينيارد + كيتون .
 متفرع : غرينيارد المتفرع + كيتون .

(٨) لتحضير الكيتون نحتاج دائماً كحول ثانوي $2 \square$ ثم نؤكسده باستخدام PCC

(٩) لتحضير ألكان عادةً نحتاج ألكين ثم نضيف إليه H_2/Ni

قائمة المصطلحات

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية	المدلول
التصبن	Saponification	عملية تفكك الإستر بالتسخين مع محلول قاعدة قوية مثل NaOH؛ لإنتاج ملح الحمض الكربوكسيلي والكحول.
تفاعل الاختزال	Reduction Reaction	تفاعل يتم فيه زيادة محتوى الهيدروجين في المركب، أو نقص محتوى الأكسجين.
تفاعل التأكسد	Oxidation Reaction	تفاعل يتم فيه زيادة محتوى الأكسجين في المركب، أو نقص محتوى الهيدروجين.
تفاعل الاستبدال	Substitution Reaction	تفاعل يتم فيه استبدال ذرة (أو مجموعة ذرات) بذرة (أو مجموعة ذرات) في مركب ما.
تفاعل الأسترة	Esterification Reaction	تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول، بوجود حمض قوي لإنتاج الإستر.
تفاعل الإضافة	Addition Reaction	تفاعل يتم بين مادتين لإنتاج مادة واحدة؛ باستخدام جميع الذرات من المادتين.
تفاعل الحذف	Elimination Reaction	تفاعل يتم فيه حذف جزيء ماء من الكحول أو جزيء حمض HX من هاليد الألكيل؛ لتكوين هيدروكربون غير مشبع كالألكين.
تفاعل الهدرجة	Hydrogenation Reaction	تفاعل يتم فيه إضافة الهيدروجين إلى مركب غير مشبع؛ للحصول على مركب مشبع.
قاعدة ماركوفنيكوف	Markovnikov's Rule	عند إضافة مركب قطبي إلى الرابطة الثنائية في ألكين غير متماثل؛ فإن الهيدروجين من المركب المضاف يرتبط بذرة كربون الرابطة الثنائية المرتبطة بأكبر عدد من ذرات الهيدروجين.
مركب غرينيارد	Grignard Reagent	المركب الناتج من تفاعل هاليد الألكيل مع المغنيسيوم بوجود الإيثر.