المنهاج الجديد

2022

بوسية أو كسجين شرح توجيهي + تأسيس في

الكيمياء العضوية

إعداد: م. مريم السرطاوي

وزارة 2022 - 1997

ملف الوزارة منفصل

مدرسة الكيمياء

VERSION 29/4/2023

بسم الله نبدأ وبه نستعين وعليه نتوكل

أبث في طيات المقدمة شكرًا وتقديرًا

لعائلتي ولكل من ساندني في هذا العمل ودعا لي بظهر الغيب

أشكر أحبائي الطلبة: مشرفي مدرسة الكيمياء على الفيسبوك، ومشرفي مجموعة سناكات الكيمياء على التيليجرام لجهودهم في مساعده زملائهم قدر استطاعتهم رغم ظروفهم الدراسية

كل الشكر لطلابي: صهيب عمر ...يزيد العظامات ....

ندين النوايسة .. رهف أمين... لينا غسان ..

لتدقيقهم الأخطاء المطبعية

أشكر الطالبة مرام "غيم غيم" لاقتراحها اسم "ضو اللمبة"

وأشكر الطالب بلال أبو ريان لاقتراحه اسم "كيماشيك"

أشكر أعزائي الفريق العلمي في مدرسة الكيمياء ..

"أسيل" إشراق الشمس "مرام" غيم غيم "محمد عيد"

فلهم السبق والعطاء في نشر حلول بنك أوكسجين للصفوف السابقة

رسالتي لكل طالب استفاد من دوسية أوكسجين ولو في مسألة

أو استطاع بلوغ التفوق من خلال هذه الدوسية: أنت محسوبٌ من طلابي

ولك مني: محبة ودعوه ... أن تنفع أمتك بتحقيق أمنياتك

سواء عرفتك بالاسم أم لم أعرفك

شروحات التوجيهي متوفره على قناه كيمياء التوجيهي

https://www.youtube.com/channel/tawjihichem

وشروحات الصفوف السابقة على قناتي: مريم السرطاوي

والتفاعل الطلابي

في مجموعة مدرسة الكيمياء على الفيسبوك

https://web.facebook.com/groups/schoolofchemistry

وأيضا على قناتي التيليجرام ومجموعتها سناكات الكيمياء

https://t.me/sartawichem

https://t.me/tawjihichem

أهدي هذا العمل إلى أبنائي:

عبد الله وعبد الملك وبثينة وفاطمة

وأهديه إليك يا من وصلت إلى هذه النقطة.

وقد قالوا عنها:

فماذا سيقولون لو اطلعوا على سنوات تحفيزية كتبها طلاب 2005 مبثوثة في طيات أوكسجين؟

بنك أوكسجين الكيمياء العضوية من الأسئلة الخارجية الموضوعية والمقالية

وعصير بنك الكيمياء العضوية في ملف منفصل

أيضًا ملف الأسئلة الوزارية من 1997 إلى 2022 في ملف منفصل

المكثف

العصير فيه من اللطف والحيوية بخلاف

هذا العمل وقف لوجه الله تعالى، لطلاب التوجيهي فلا يحل لأحد تعديل الملف بتغيير الاسم أو حذفه أو المتاجرة به بفحش الأسعار واستغلال حاجة الطلاب والتغرير بهم، الدوسية لا تتوفر في المكتبات والطالب يسحبه من أي مكتبة بسعر تكلفة الورق والتجليد المعروف أو يدرس منه إلكترونيا

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
الوحدة الرابعة: الكيمياء العضوية	6
تأسيس العضوية	6
مقدمة الوحدة الرابعة	16
التجربة الاستهلالية	17
الدرس الأول: تفاعلات المركبات العضوية: الإضافة والحذف	18
تعريفات الدرس الأول	18
تفاعلات الإضافة في الألكينات والألكاينات	19
تفاعلات الإضافة في الألديهايدات والكيتونات	34
تفاعلات الحذف من هاليدات الألكيل	42
تفاعلات الحذف من الكحولات	44
حل مراجعة الدرس الأول	47
الدرس الثاني: تفاعلات الاستبدال والتأكسد والاختزال	50
تعريفات الدرس الثاني	50
تفاعلات الاستبدال في الألكانات	51
تفاعلات الاستبدال في هاليدات الألكيل	52
تفاعلات الاستبدال في الكحولات	54
تفاعلات الاستبدال في الحموض الكربوكسيلية	56
تفاعلات تأكسد الكحولات	63
تفاعلات تأكسد الألديهايدات	67
التجربة (1): التمييز بين الألديهايدات والكيتونات	67
تفاعلات اختزال الألكينات والألكاينات	70
تفاعلات اختزال الألديهايدات والكيتونات	70
تفاعلات اختزال الحموض الكربوكسيلية	72
حل مراجعة الدرس الثاني	77

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الدرس الثالث: تحضير المركبات العضوية	80
تعريفات الدرس الثالث	80
تحضير الألكانات	80
تحضير الألكينات	82
تحضير هاليدات الألكيل	87
تحضير الألديهايدات والكيتونات	90
تحضير الكحولات	95
تحضير الإيثرات	107
تحضير الحموض الكربوكسيلية	110
تحضير الإسترات	112
التجربة (2): تحضير الإستر	114
حل مراجعة الدرس الثالث	117
عصير الكيمياء العضوية	122
الإثراء والتوسع: تحضير حمض الفورميك من أكسدة الكتلة الحيوية	130
حل مراجعة الوحدة الرابعة	131
حل أسئلة التفكير من كتاب الأنشطة	140

نبدأ على بركة الله وعونه وتيسيره بالتأسيس

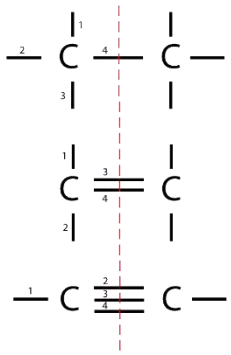
مراجعة الذي تعلمناه سابقًا في أول ثانوي

م. مريم السرطاوي

الوحدة الرابعة: الكيمياء العضوية

تأسيس العضوية

- المركبات العضوية هي مركبات الكربون؛ أي أنها تحوي الكربون كعنصر أساسي في تركيبها الكيميائي، ويستثنى منها أكاسيد الكربون CO، CO_2 والكربيدات CaC_2 والكربونات $CaCO_3$ فنقول عنها مركبات غير عضوية ولو في تركيبها الكربون



- للكربون ميزة فريدة وهي قدرته على إنشاء أربع روابط تساهمية، منها الأحادي، الثنائي، الثلاثي، مع نفسه أو غيره وبالتالي يكوّن سلاسل مفتوحة ومغلقة، بسيطة ومعقدة، والمطلوب منا السلاسل المفتوحة سواء مستمرة أو متفرعة
- للمركبات العضوية نظام تسمية عالمي IUPAC
- تُقسم المركبات العضوية إلى نوعين:

1- المركبات الهيدروكربونية: فيها C-H فقط، وتُقسم إلى أليفاتية وأروماتية، الأروماتية غير مطلوبة منا

الأليفاتية تنقسم حسب الروابط بين ذرات الكربون إلى:

أ- مشبعة [روابط أحادية نوع سيجما "القوية"] σ

ب- غير مشبعة [وجود روابط ثنائية أو ثلاثية] σ و π

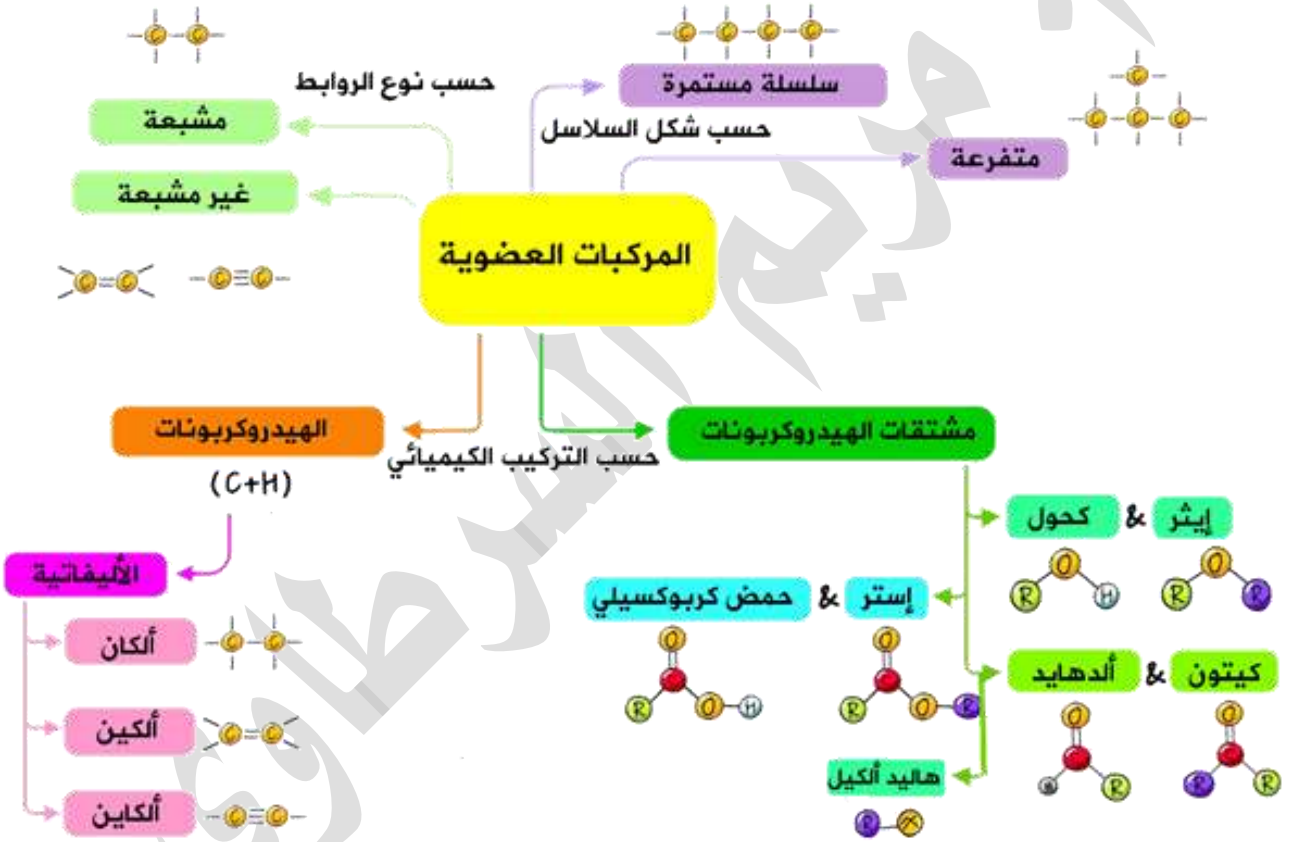
وهي على الترتيب: الألكانات C-C - الألكينات C=C - الألكاينات C≡C

الرابطة الثنائية فيها رابطة سيجما ورابطة باي، الثلاثية: واحدة سيجما، اثنتان باي سيجما قوية أما باي ضعيفة وقابلة للكسر، لذا تعتبر الهيدروكربونات غير المشبعة (الألكينات والألكاينات) أنشط من المشبعة (الألكانات)

2- مشتقات المركبات الهيدروكربونية: بالإضافة إلى C-H توجد عناصر أخرى كالأكسجين والنيتروجين والهالوجينات والخ، ونعتبرها مجموعة وظيفية أي أنها مركز النشاط الكيميائي في المركب، من تلك المركبات:

هاليدات الألكيل، الكحولات، الإيثرات، الأمينات (غير مطلوبة منا)، الألديهايدات، الكيتونات، الحموض الكربوكسيلية، والإسترات

- نكتب المركب العضوي بالصيغة الجزيئية، أو البنائية المختصرة أو المفصلة، أما الهيكلية فهي غير مطلوبة منا
- سنعتبر الألكانات مصدرنا الرئيسي لتعلم التسمية، ثم ننطلق للتي بعدها مع تغييرات بسيطة، مطلوب منا معرفة تسميات بسيطة وإتقان الصيغة البنائية وتمييز المجموعات الوظيفية، وبدون تفصيلات كثيرة، فاستعينوا بالله
- تذكر كل ذرة كربون تكوّن أربع روابط، والهالوجين: رابطة، والأكسجين: رابطتين
- انظر الخريطة الذهنية للمركبات العضوية المطلوبة



- طريقة تسمية الألكانات في السلاسل المستمرة:

1- مقطع يدل على عدد ذرات الكربون باللغة الإغريقية
2- مقطع ثابت [ان] مشتق من الألكان

ميث	إيث	بروب	بيوت	بنت	هكس	هبت	أوكت	نون	ديك
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

عدد ذرات الكربون	البادئة	اسم الألكان	الصيغة الجُزيئيّة	الصيغة البنائية
1	ميث	Methane ميثان	CH_4	CH_4
2	ايث	Ethane إيثان	C_2H_6	CH_3CH_3
3	بروب	Propane بروبان	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$
4	بيوت	Butane بيوتان	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
5	بنت	Pentane بنتان	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
6	هكس	Hexane هكسان	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
7	هبت	Heptane هبتان	C_7H_{16}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
8	أوكت	Octane أوكتان	C_8H_{18}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
9	نون	Nonane نونان	C_9H_{20}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2$ CH_2CH_3
10	ديك	Decane ديكان	$C_{10}H_{22}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

- الصيغة الجزيئية للألكان: C_nH_{2n+2} n تمثل عدد ذرات الكربون وأبسط الألكانات هو الميثان CH_4
- $(-CH_2-)$ مجموعة الميثيلين تأتي في وسط السلسلة
- بينما $(-CH_3)$ تأتي طرفية وقد تكون متفرعة عن سلسلة مستمرة، وقد تزيد في عدد ذرات الكربون، نسميها مجموعات الألكيل وهي تقل عن الألكان بذرة هيدروجين:

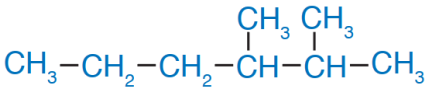
اسم الألكيل	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية
ميثيل Methyl	CH_3-	CH_3-
إيثيل Ethyl	CH_3CH_2-	C_2H_5-
بروبيل Propyl	$CH_3CH_2CH_2-$	C_3H_7-

- طريقة تسمية الألكانات في السلاسل المتفرعة:

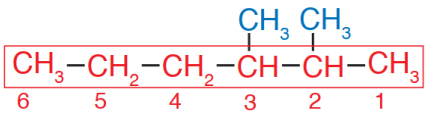
1- نبحث عن أطول سلسلة مستمرة، الجذر "الأب": على وزن ألكان
2- يبدأ ترقيم الجذر من أقرب ذرة كربون لتفرع الألكيل
3- نسمي التفرعات من مجموعات الألكيل "الأبناء" ونعطي كل منها رقمًا
4- إذا تكررت مجموعة ألكيل، سنعطيها بادئة ثنائي، ثلاثي وهكذا
5- إذا كان هناك أكثر من مجموعة ألكيل مختلفة سنرتبها حسب الأبجدية الإنجليزية
6- نفصل بين الأرقام بفاصلة وبين الرقم والاسم بشرطة
7- التسمية: الأبناء ثم الأب

E M P

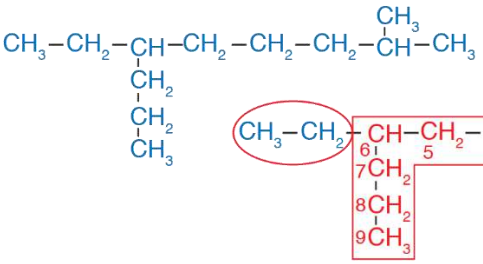
مثال (1): اسم المركب الآتي:



3,2- ثنائي ميثيل هكسان



مثال (2): اسم المركب الآتي:

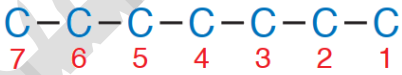


6- إيثيل-2-ميثيل نونان

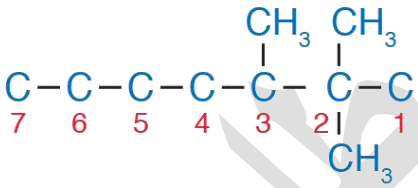
ولا بد أن تعلم أن المركبات العضوية قد تتشابه صيغتها الجزيئية أي عدد ذراتها ونوعها لكن تختلف في صيغتها البنائية (وهذه هي المتصاوغات) لذا لا بد أن نعلم كيف نرسم صيغة بنائية تبعًا للاسم المعتمد

مثال (3): أكتب الصيغة البنائية للمركب 3,2,2-ثلاثي ميثيل هبتان

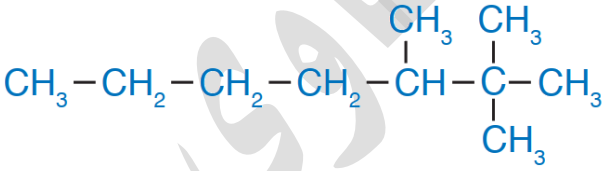
- نبدأ من الأب: هبتان ونرسم 7 ذرات كربون بينها روابط أحادية



- نرقم من اليمين أو اليسار ثم نضع مجموعات الألكيل على موضعها



- نضيف ذرات الهيدروجين بحيث تكوِّن كل ذرة كربون أربع روابط حولها



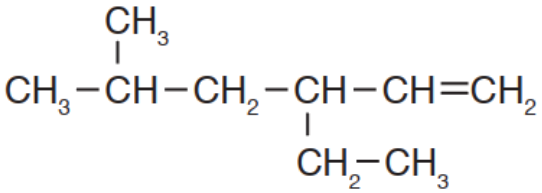
طريقة تسمية الألكينات:

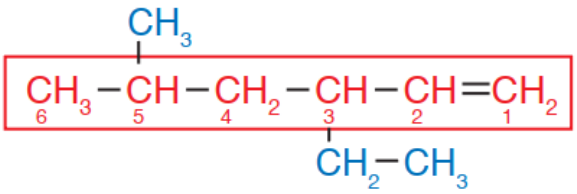
1- نفس طريقة تسمية الألكانات لكن، الجذر "الأب": على وزن ألكين
2- وأطول سلسلة لا بد أن تشمل الرابطة الثنائية
3- ويبدأ ترقيم الجذر من أقرب ذرة كربون للرابطة الثنائية ونعطي الرابطة رقمًا إلا لو كانت السلسلة من ذرتين "إيثين" أو ثلاث "بروبين"

الصيغة الجزيئية العامة للألكينات C_nH_{2n}

أصغر وأبسط الألكينات هو الإيثين ($CH_2=CH_2$)

مثال (4): اسم الألكين الآتي:

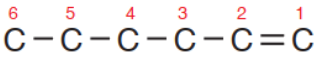


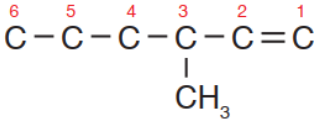


اسم المركب: 3-إيثيل-5-ميثيل-1-هكسين

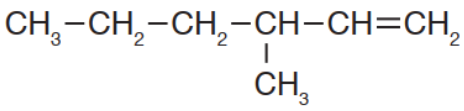
مثال (5): الصيغة البنائية للمركب:

3-ميثيل-1-هكسين





- نرسم 6 ذرات كربون بينها روابط تساهمية أحادية، الرابطة الثنائية بين ذرتي 1 و 2
- موضع الميثيل على الذرة الثالثة، نملأ الهيدروجين على أساس أربع روابط حول الكربون



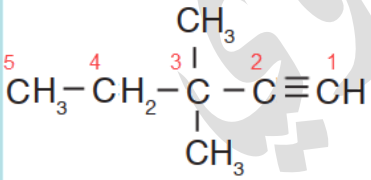
طريقة تسمية الألكاينات:

نفس طريقة تسمية الألكينات تمامًا إلا أن، الجذر "الأب": على وزن ألكاين

الصيغة الجزيئية العامة للألكاينات C_nH_{2n-2}

أصغر وأبسط الألكاينات هو الإيثاين ($HC\equiv CH$) وصيغته الجزيئية C_2H_2

مثال (6): الصيغة البنائية للمركب: 3,3-ثنائي ميثيل-1-بنتاين



- نرسم 5 ذرات كربون بينها روابط تساهمية أحادية، الرابطة الثلاثية بين ذرتي 1 و 2
- موضع مجموعتي الميثيل على الذرة الثالثة، نملأ الهيدروجين على أساس أربع روابط حول الكربون

نبدأ في المجموعات الوظيفية: تسميتها سهلة وتعتمد على المجموعة الوظيفية التي جعلت المركب أنشط كيميائيًّا من الألكان.

نعتمد التسمية العالمية إلا في الإيثر فإننا نعتمد الشائعة كما تعلمنا سابقًا في أول ثانوي

رمز R دلالة على مجموعة ألكيل أو السلسلة الكربونية المتصلة بالمجموعة الوظيفية، X رمز لعنصر الهالوجين (فلور F، كلور Cl، بروم Br، يود I) الفلور مستبعد تمامًا من مادتنا، واليود مستبعد في تفاعلات الهلجنة والإضافة، نأتي على ذلك إن شاء الله لاحقًا

نوع المركب العضوي	الصيغة العامة للمركب	اسم المجموعة الوظيفية	التسمية على وزن	مثال
الألكينات	$C=C$	**رابطة ثنائية**	ألكين	إيثين C_2H_4
الألكاينات	$C\equiv C$	**رابطة ثلاثية**	ألكاين	إيثاين C_2H_2
هاليدات الألكيل	$R-X$	**هالوجين**	هالو ألكان	كلوروميثان CH_3Cl
الكحولات	$R-\ddot{O}-H$	**هيدروكسيل**	R-OH ألكانول	إيثانول CH_3CH_2OH
الإيثرات	$R-\ddot{O}-R'$	**إيثر** [ذرة الأكسجين في الوسط]	R-O-R شائعة: ألكيل إيثر	ثنائي إيثيل إيثر $(C_2H_5)_2O$
الألديهايدات	$R-C(=O)-H$	**كربونيل** [طرفية مع H]	R-CHO ألكانال	إيثانال CH_3CHO
الكيتونات	$R-C(=O)-R'$	**كربونيل** [وسطية]	R-CO-R ألكانون	بيوتانون $CH_3COCH_2CH_3$
الحموض الكربوكسيلية	$R-C(=O)-\ddot{O}-H$	**كربوكسيل** من كربونيل + هيدروكسيل	R-COOH حمض ألكانويك	حمض الإيثانويك CH_3COOH
الإسترات	$R-C(=O)-\ddot{O}-R'$	**إستر** من كربونيل + أكسجين	R-COO-R ألكانوات الألكيل	إيثانوات الإيثيل $CH_3CO_2CH_2CH_3$

الفرق بين الهيدروكسيل والهيدروكسيد، أن الهيدروكسيل (OH) لا يحمل شحنة سالبة ولا يتصرف كأيون في المحلول، فهو مرتبط بالمركب برابطة تساهمية

تذكر التسمية ببساطة تعتمد على:

1- أطول سلسلة تحوي المجموعة الوظيفية

2- الترقيم يبدأ من أقرب ذرة كربون للمجموعة الوظيفية

تسمية هاليدات الألكيل:

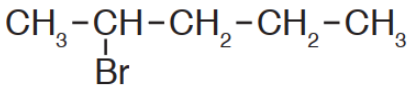
1- أطول سلسلة تتضمن تفرع الهالوجين ونجعلها على وزن ألكان (لأن الروابط أحادية في السلسلة)

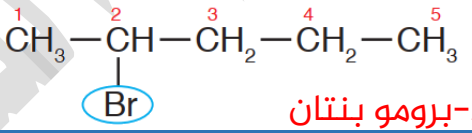
2- إذا وجد تفرع ألكيل وهالوجين، نحدد الأقرب ونبدأ الترقيم من جهته

3- نعطي رقم لموضع الهالوجين، (الكلور: كلورو، البروم: بروموـ اليود: أيودو)، على وزن هالو، إذا تكرر نعطي بادئة: ثنائي، ..رباعي..

4- نرتب التسمية حسب التفرعات من الألكيل والهالوجينات على الأبجدية الإنجليزية [برّك إذا في يما يابا] ثم نضيف الجذر، ولن تحتاج إلى ذلك في مادة التوجيهي لأن المركبات التي نعمل عليها عموما بسيطة وغير متنوعة التفرعات

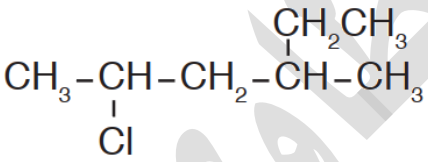
مثال (7): اسم المركب الآتي:

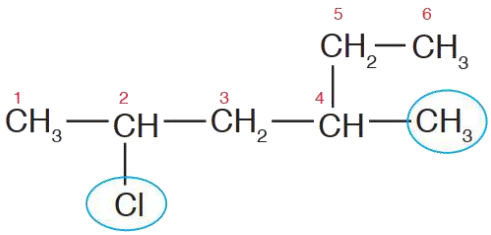




اسم المركب: 2-برومو بنتان

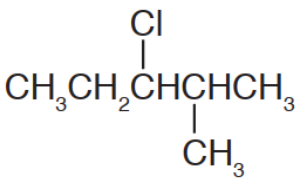
مثال (8): اسم المركب الآتي:

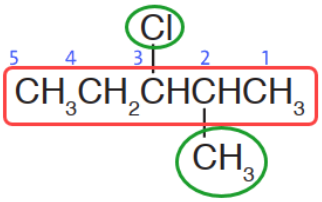




اسم المركب: 2-كلورو-4-ميثيل هكسان

مثال (9): اسم المركب الآتي:





اسم المركب: 3-كلورو-2-ميثيل بنتان

التسمية النظامية للكحولات:

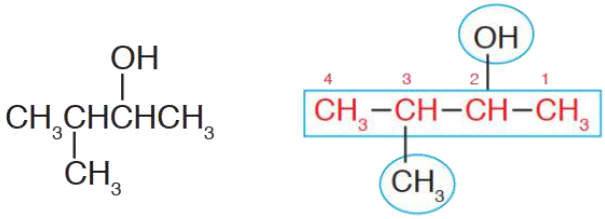
1- أطول سلسلة كربونية تتضمن مجموعة الهيدروكسيل (OH) ونجعلها على وزن ألكانول ونرقمها إلا في الكحول من ذرة كربون أو ذرتين

2- نرقم السلسلة من أقرب مكان لتفرع الهيدروكسيل (OH)

[سنتعرف على أقسام الكحولات لاحقًا وهي مهمة جدا في مادتنا]

الإيثرات والكحولات لها نفس الصيغة الجزيئية العامة $C_nH_{2n+2}O$ وتختلف في الصيغة البنائية

مثال (10): اسم المركب الآتي:



اسم المركب: 3-ميثيل-2-بيوتانول

التسمية الشائعة للإيثرات:

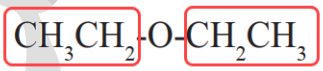
1- تُسمى بمجموعتي الألكيل تتبعها كلمة إيثر

2- نرتب مجموعات الألكيل بالأبجدية الإنجليزية [إمب]

3- إذا تماثلت مجموعات الألكيل فنعطيها بادئة ثنائي

ثنائي ميثيل إيثر — إيثيل بروبيل إيثر

مثال (12): اسم المركب الآتي



اسم المركب: ثنائي إيثيل إيثر

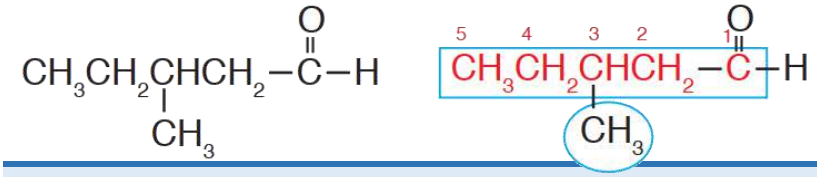
التسمية النظامية للألديهايدات:

1- أطول سلسلة كربونية تتضمن مجموعة الكربونيل ونرقم من عندها ونسميها على وزن ألكانال [الأب]

2- لا نشير إلى رقم مجموعة الكربونيل في الألديهايد لأنها تأخذ رقم (1) دائمًا

أصغر الألديهايدات مكوّن من ذرة كربون واحدة مرتبطة بذرتي هيدروجين، الميثانال (HCHO)

مثال (13): اسم المركب الآتي:



اسم المركب: 3-ميثيل بنتانال

الألديهايدات والكيتونات متصاوغات، الصيغة الجزيئية العامة لمركباتها $C_nH_{2n}O$

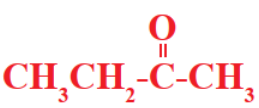
أصغر الكيتونات يتكوّن من 3 ذرات كربون، اسمه النظامي: بروبانون

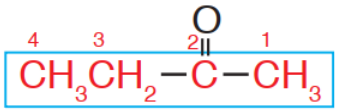
التسمية النظامية للكيتونات:

1- أطول سلسلة كربونية تتضمن الكربونيل ونسميها على وزن ألكانون [الأب]

2- نرقم السلسلة من أقرب مكان للكربونيل ونحدد موضعها، إلا إذا كانت السلسلة أقل من 4 ذرات كربون فلا نرقم الكربونيل في التسمية

مثال (14): اسم المركب الآتي:

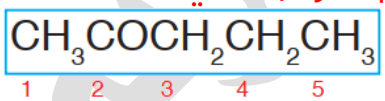




اسم المركب: بيوتانون

مثال (15): اسم المركب الآتي:

$CH_3COCH_2CH_2CH_3$



اسم المركب: 2-بنتانون

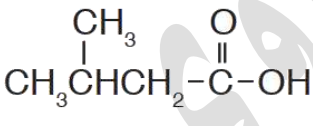
التسمية النظامية للحموض الكربوكسيلية:

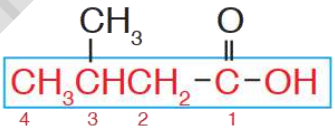
1- أطول سلسلة كربونية تتضمن مجموعة الكربوكسيل ونرقم من عندها ونسميها على وزن ألكانويك [الأب]

2- لا نشير إلى رقم مجموعة الكربوكسيل لأنها طرفية وتأخذ رقم (1) دائمًا

3- نضيف في بداية التسمية كلمة حمض ثم التفرعات ثم الأب

مثال (16): اسم المركب الآتي:





حمض 3-ميثيل بيوتانويك

الحموض الكربوكسيلية والإسترات لها نفس الصيغة الجزيئية وتختلف في الصيغة البنائية صيغتها الجزيئية العامة هي: $C_nH_{2n}O_2$

الإسترات مركبات عضوية، الصيغة العامة لها $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR'$، وهي من مشتقات الحموض الكربوكسيلية، إذ تنتج صناعيًّا من تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول (الصيغة المختصرة لمجموعتها الوظيفية -COO-) وكل هذا سنتعلمه بالتفصيل في تحضير الإسترات في الدرس الثالث إن شاء الله تعالى

التسمية النظامية للإسترات:

1- يتكون الاسم من كلمتين

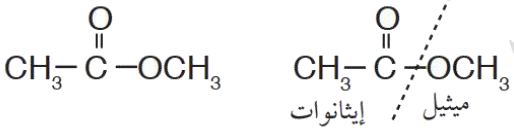
2- الأولى مشتقة من الحمض على وزن ألكانوات بدل ألكانويك

3- الثانية مشتقة من الكحول على وزن ألكيل بدل ألكانول

4- الاسم العام للإستر على وزن: ألكانوات الألكيل

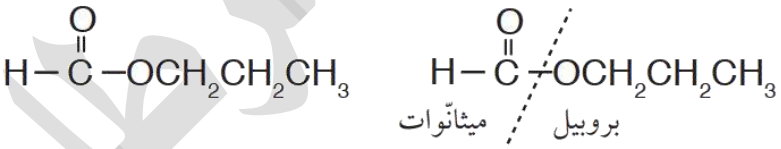
مثال توضيحي: يتفاعل حمض الإيثانويك مع كحول: 1-بروبانول، فينتج الإستر: اسمه مشتق من الحمض: إيثانوات ومن الكحول: بروبيل، الاسم الكامل: إيثانوات البروبيل

مثال (17): اسم المركب الآتي:



اسم المركب: إيثانوات الميثيل

مثال (18): اسم المركب الآتي:



اسم المركب: ميثانوات البروبيل

انتهى التأسيس والحمدلله، بسيط شامل أهم الأفكار المطلوبة معنا لنفهم المركب ونستطيع تصنيفه ورسمه والخ

فهيا نبدأ وبهمة عالية في مادة التوجيهي

تذكر: تفاعلات العضوية تحتاج منك ثلاثة أمور بسيطة:

تفهم المبدأ

تحفظه لأنك فهمته صح

تتدرب وتراجع

كل صيغة بنائية تراها في أسئلة التفاعلات تدرب على تسميتها ولو توفر اسمها

مقدمة الوحدة الرابعة ص53-54

- صناعة الصابون من أقدم الصناعات التي مارسها الإنسان
- يُصنع الصابون بتسخين الزيوت أو الدهون مع هيدروكسيد الصوديوم فتتفكك الإسترات المكونة لها منتجة أملاح الحموض الكربوكسيلية أو الدهنية التي تمثل الصابون [سندرس ذلك في تفاعل التصبن لاحقًا]
- تفاعلات المركبات العضوية كثيرة جدًّا ويتم تصنيفها إلى التفاعلات الرئيسية الآتية:

1- الإضافة: في [الألكينات، الألكاينات، الألديهايدات، الكيتونات]

2- الحذف: من [هاليدات الألكيل، الكحولات]

3- الاستبدال: في [الألكانات، هاليدات الألكيل، الكحولات، الحموض الكربوكسيلية]

4- التأكسد والاختزال: التأكسد في [الكحولات، الألديهايدات]

الاختزال في [الألكينات والألكاينات، الألديهايدات والكيتونات، الحموض الكربوكسيلية]

- نلخص تفاعلات كل عائلة كالتالي، [لا تحفظه إلا بعد فهم تفاعلات كل عائلة]:

1- الألكانات: استبدال

2- الألكينات والألكاينات: إضافة، اختزال

3- هاليدات الألكيل: حذف، استبدال

4- الكحولات: حذف، استبدال، تأكسد

5- الألديهايدات: إضافة، اختزال، تأكسد

6- الكيتونات: إضافة، اختزال

7- الحموض الكربوكسيلية: استبدال، اختزال

فسر: سبب تصنيف تفاعلات المركبات العضوية

1- لتسهيل دراسة تلك التفاعلات الكيميائية

2- لمعرفة كيفية طرق حدوثها والظروف التي تحدث فيها

3- لتوقع نواتجها العضوية وتوظيفها في تحضير مركبات جديدة وتصنيعها

لماذا تظهر نواتج جديدة من التفاعلات المختلفة للمركبات العضوية؟

لأن ذلك يعتمد على طبيعة المركب العضوي، وظروف التفاعل

لماذا يجري تصنيع كثير من المركبات العضوية في المختبرات بطرق مختلفة؟

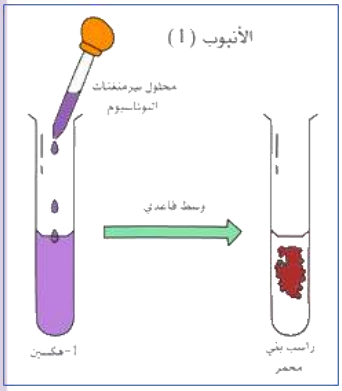
لاستكشاف طرق جديدة أقل كلفة على المستوى الاقتصادي ودون إنتاج مواد غير مرغوبة

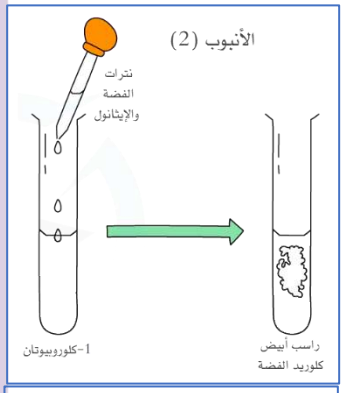
التجربة الاستهلالية ص55: الكشف عن المجموعات الوظيفية

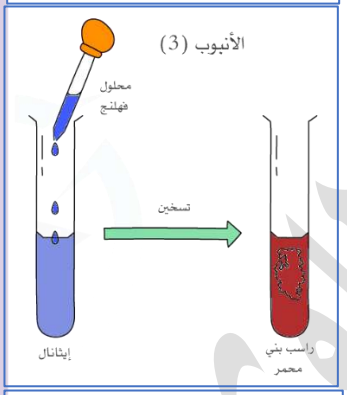
يمكن إجراء تجارب مخبرية مختلفة للكشف عن نوع المجموعة الوظيفية في المركب

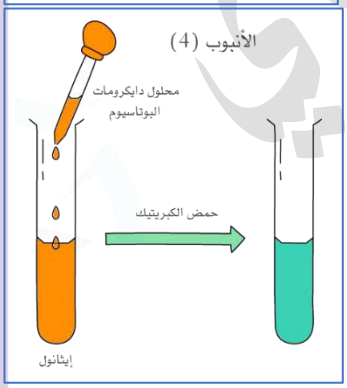
طريقة التجربة:

- تحضير أربعة أنابيب اختبار وترقيمها، ووضعها على حامل الأنابيب
- الأنبوب (1): 1- هكسين، نضيف إليه 4 قطرات من محلولي بيرمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ وهيدروكسيد البوتاسيوم [يُسرِّع التفاعل]، نرجّه، ثم نسجل الملاحظات
- الأنبوب (2): 1-كلورو بيوتان، نضيف إليه 4 قطرات من محلولي نترات الفضة $AgNO_3$ والإيثانول، نرجه ثم نسجل الملاحظات
- الأنبوب (3): إيثانال، نضيف إليه 4 قطرات من محلول فهلنج [محلول قاعدي يحتوي أيونات النحاس وهو عامل مؤكسد ضعيف]، نسخن 3 دقائق ثم نسجل الملاحظات
- الأنبوب (4): إيثانول، نضيف إليه 4 قطرات من محلول دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ و قطرتين من محلول حمض الكبريتيك، نرجه ثم نسجل الملاحظات









أسجل النتائج التي حصلت عليها في جدول البيانات الآتي:

المركب	المجموعة الوظيفية	الملاحظة
1- هكسين	الرابطة الثنائية	راسب بني محمر
1- كلورو بيوتان	الكلور "الهالوجين"	راسب أبيض
إيثانال	الكربونيل الطرفية	راسب بني محمر
إيثانول	الهيدروكسيل	من برتقالي إلى أخضر

أفسر: التغير اللوني الذي طرأ على الخليط في الأنبوب رقم (1)

لأن بيرمنغنات البوتاسيوم تفاعل مع الألكين (1-هكسين) فاختفى لون البيرمنغنات البنفسجي نتيجة التفاعل وظهر راسب بني أحمر

[انتبه هذا الفحص والتفاعل "تأكسد الألكين" غير مشروح في المحتوى، فاحفظه من التجربة]

أتوقع: أكتب الصيغة الجزيئية للراسب المتوقع تكونه في الأنبوب رقم (2)

كلوريد الفضة $AgCl$ [انتبه هذا الفحص غير مشروح في المحتوى]

أتوقع: نوع التفاعل الذي حدث في الأنبوبين (2) و (4)

في الأنبوب (2): استبدال

في الأنبوب (4): تأكسد

ستفهم تسمية تلك التفاعلات في الدروس القادمة إن شاء الله

الدرس الأول: تفاعلات الإضافة والحذف

تعريفات الدرس الأول:

- تفاعل الإضافة: تفاعل بين جزيئين لتكوين جزيء واحد جديد، ويتضمن ذلك أن يحتوي أحد الجزيئين المتفاعلين الرابطة الثنائية أو الثلاثية
- تفاعل الحذف: هو حذف جزيء هاليد الهيدروجين من هاليد الألكيل بالتسخين مع قاعدة قوية، وحذف جزيء الماء من الكحول بالتسخين مع حمض الكبريتيك أو حمض الفسفوريك المركز، فينتج عن كلا الحالتين الألكين المقابل
- نيوكليوفيل: جزيء متعادل مثل NH_3 أو أيون سالب مثل RO^- أو OH^- يمتلك زوجًا من الإلكترونات غير الرابطة وينجذب للطرف الموجب للرابطة القطبية ويرتبط معه. ويوصف بأنه محب للشحنة الموجبة أيضًا الرابطة الثنائية تعتبر نيوكليوفيل لكثافتها الإلكترونية العالية
- إلكتروفيل: الأطراف الموجبة للجزيئات وهي أطراف محبة للإلكترونات تنجذب إلى منطقة الكثافة الإلكترونية السالبة وذلك لحاجتها إلى زوج إلكترونات
- إضافة إلكتروفيلية: انجذاب الإلكتروفيل إلى إلكترونات الرابطة π من الرابطة الثنائية في الألكين أو الطرف السالب في مجموعة الكربونيل في الألديهايد أو الكيتون
- إضافة نيوكليوفيلية: انجذاب النيوكليوفيل إلى ذرة الكربون الموجبة في مجموعة الكربونيل في الألديهايد أو الكيتون
- قاعدة ماركوفنيكوف Markovnikov's Rule: عند إضافة هاليد الهيدروجين HX أو جزيء الماء إلى ألكين غير متماثل فإن ذرة الهيدروجين ترتبط بذرة كربون الرابطة الثنائية المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين

تفاعلات الإضافة

- المجموعة الوظيفية: هي ذرة أو مجموعة ذرات في المركب العضوي تكون مسؤولة عن خصائص المركب ونشاطه الكيميائي
- تفاعلات المركبات العضوية كثيرة جدا وتم تصنيفها لتسهيل دراستها إلى الآتي:

1- الإضافة 2- الحذف 3- الاستبدال 4- التأكسد والاختزال

لماذا يَشتهر بتفاعل الإضافة نوع معين من المركبات العضوية وهي: غير المشبعة كالألكينات والألكاينات، ومركبات الكربونيل من الألديهايدات والكيتونات؟

لأن تفاعل الإضافة يعتمد على طبيعة الروابطة في المركب، فالمركبات العضوية غير المشبعة كالألكين والألكاين تحوي رابطة ثنائية أو ثلاثية بين ذرتي كربون، أيضًا مركبات الكربونيل من الألديهايدات والكيتونات تحوي رابطة ثنائية قطبية بين الكربون

والأكسجين، فالرابطة الثنائية أو الثلاثية تتكون من نوعين من الروابط هما سيجما القوية σ وباي الضعيفة π قابلة للكسر بشكل أسهل بكثير من سيجما، فتعد المركبات العضوية التي تحوي رابطة باي نشطة كيميائيًّا ومشهورة بتفاعل الإضافة

ما المقصود بتفاعل الإضافة؟

هو تفاعل بين جزيئين لتكوين جزيء واحد جديد، ويتضمن ذلك أن يحتوي أحد الجزيئين المتفاعلين الرابطة الثنائية أو الثلاثية

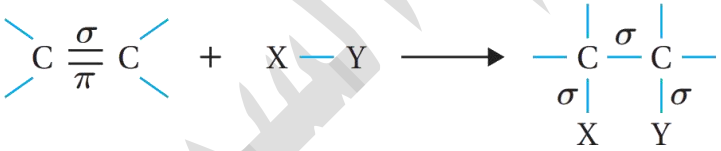
ما التحول الناتج من تفاعل الإضافة؟

يتحول المركب العضوي غير المشبع إلى مركب مشبع، أي الروابط بين ذرات الكربون كلها أحادية من نوع سيجما القوية

تفاعلات الإضافة في الألكينات

ما المقصود بتفاعل الإضافة في الألكين؟

يُضاف جزيء إلى ذرتي كربون الرابطة الثنائية الموجودة في الألكين، تنكسر رابطة π الضعيفة، ويتكوّن منها رابطتان من النوع σ الأقوى



فسر ميكانيكية تفاعل الإضافة في الألكين؟

الرابطة الثنائية منطقة ذات كثافة إلكترونية عالية سالبة الشحنة، تقوم بجذب الطرف الموجب للجزيء المضاف مكونة معه رابطة تساهمية [سبب حدوث الإضافة: الرابطة π فالرابطة الثنائية والأيونات السالبة X^- , OH^- تُسمى نيوكليوفيلات [محبة للشحنة الموجبة] والأطراف الموجبة للجزيئات H^+ تُسمى إلكتروفيلات [محبة للشحنة السالبة "الإلكترون"]

قارن بين النيوكليوفيل والإلكتروفيل

نيوكليوفيلات	إلكتروفيلات
1- جزيء متعادل مثل NH_3 أو رابطة ثنائية أو أيون سالب مثل RO^- أو OH^- يمتلك زوجًا من الإلكترونات غير الرابطة 2- ينجذب للطرف الموجب للرابطة القطبية ويرتبط معها 3- يوصف أنه محب للشحنة الموجبة	1- الأطراف الموجبة للجزيئات مثل H^+ 2- تنجذب إلى منطقة الكثافة الإلكترونية السالبة لحاجتها إلى زوج إلكترونات 3- توصف أنها محبة للإلكترونات

ما طبيعة الجزيئات المضافة إلى الألكينات في تفاعل الإضافة؟

الجزيء على نوعين:

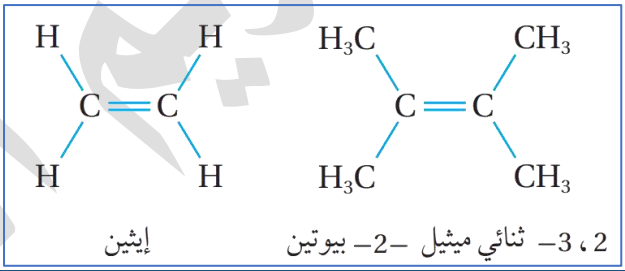
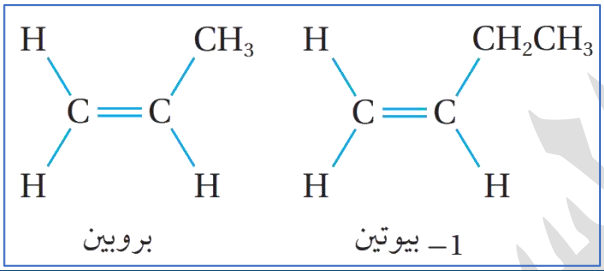
1- غير قطبي، مثل: الهيدروجين H_2 و الهالوجينات X_2

2- قطبي، مثل: الماء H_2O وهاليد الهيدروجين HX

تمييز نوعه قطبي أو غير قطبي سيكون مؤثرًا على تفاعل الإضافة في حال كان الألكين متماثل أو غير متماثل الشكل حول الرابطة الثنائية

فالجزيئات غير القطبية لا يؤثر عليها عدم تماثل الألكين، بينما القطبية تتأثر

قارن بين الألكين المتماثل وغير المتماثل

الألكين المتماثل	الألكين غير المتماثل
الذرات أو المجموعات المرتبطة بذرتي كربون الرابطة الثنائية متماثلة	الذرات أو المجموعات المرتبطة بذرتي كربون الرابطة الثنائية غير متماثلة
 إيثين — 2، 3- ثنائي ميثيل -2- بيوتين	 1- بيوتين — بروبين

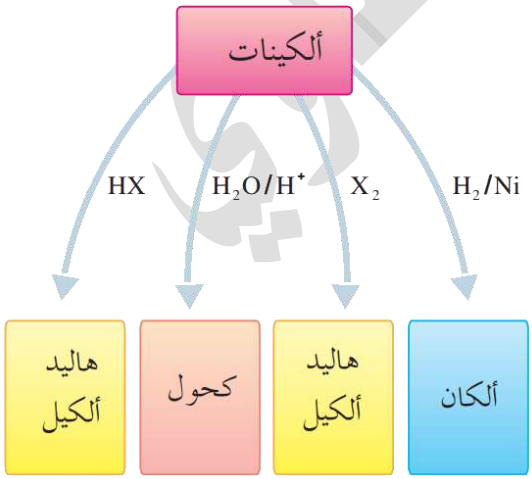
لدينا أربعة تفاعلات إضافة في الألكينات، في كل منها ناتج عضوي مختلف، تذكر هذه النواتج العضوية معظمها سنعمل على تحضيره عن طريق تفاعل الإضافة في الألكين

1- إضافة الهيدروجين H_2 (الهدرجة) /اختزال

2- إضافة هاليد الهيدروجين HCl, HBr, HI

3- إضافة الماء H_2O

4- إضافة الهالوجين Br_2, Cl_2

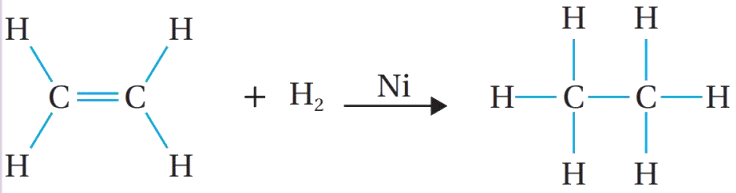


هذه الخريطة الذهنية راجعها باستمرار ✍

إضافة الهيدروجين H_2 (الهدرجة)

يُسمى هذا التفاعل بالإضافة، أو الاختزال لأن فيه إضافة H_2 أو نسميه الهدرجة

ويتحول فيه المركب غير المشبع إلى مشبع، سواء الألكين متماثل أو غير ذلك، فالإضافة تحدث على طرفي الرابطة الثنائية بعد كسر رابطة باي



$$CH_3CH{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_3$$

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المضافة: غاز الهيدروجين H_2

عامل مساعد: النيكل Ni أو البلاتين Pt لإضعاف الرابطة في H_2

درجة الحرارة: مناسبة

ما الناتج العضوي من هذا التفاعل؟

ينتج الألكان، مثال(1): تحول الإيثين إلى إيثان، مثال(2): تحول البروبين إلى بروبان

إضافة هاليد الهيدروجين HCl, HBr, HI

بما أن هاليد الهيدروجين جزيء قطبي فإن عملية إضافة كل طرف منه إلى الألكين تختلف في الألكين المتماثل عن غير المتماثل

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المضافة: هاليد الهيدروجين HCl, HBr, HI

ما الناتج العضوي من هذا التفاعل؟ ينتج هاليد الألكيل

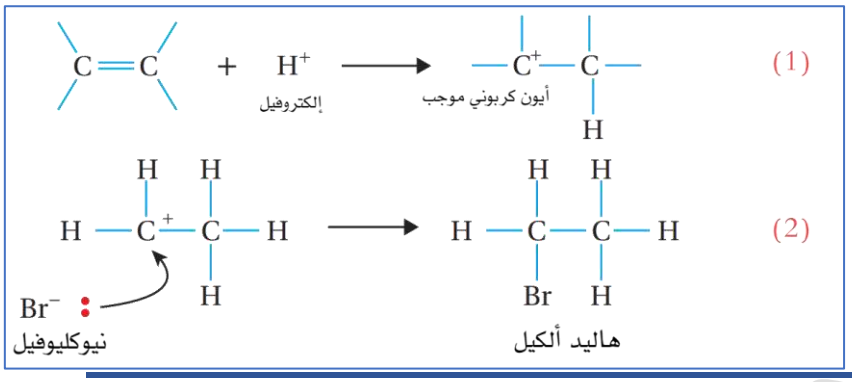
مثال ص58: الإضافة في الألكين المتماثل [احتمال واحد فقط في النواتج]:

يتفاعل بروميد الهيدروجين مع الإيثين فينتج بروموإيثان وفق المعادلة:-

$$CH_2{=}CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3CH_2Br$$

وضح ميكانيكية هذا التفاعل "إضافة هاليد هيدروجين إلى ألكين متماثل"

هذا التفاعل عبارة عن إضافة إلكتروفيلية؛ والسبب: ينجذب الإلكتروفيل H^+ من جزيء HBr نحو الرابطة الثنائية (أي أن الإلكتروفيل هو الذي بدأ التفاعل مع الرابطة الثنائية) مما يؤدي إلى كسر رابطة π ويرتبط بإحدى ذرتي الكربون دون تمييز بينهما مكوّنًا الرابطة C – H وتنشأ على ذرة الكربون الأخرى شحنة موجبة، أي يتكوّن أيون كربوني موجب، يتبع ذلك ارتباط النيوكليوفيل Br^- بالأيون الكربوني الموجب فتتكوّن الرابطة C – Br

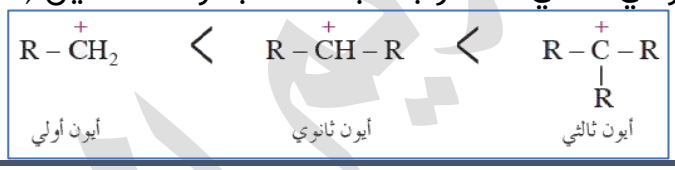


أنواع الأيون الكربوني:

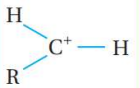
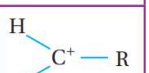
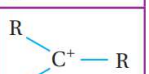
1- أيون كربوني أولي 1°: مرتبط بمجموعة ألكيل R واحدة (الأقل ثباتًا)

2- أيون كربوني ثانوي 2°: مرتبط بمجموعتي ألكيل

3- أيون كربوني ثالثي 3°: مرتبط بثلاث مجموعات ألكيل (الأكثر ثباتًا)



الجدول (1): أنواع الأيون الكربوني.

الصيغة البنائية	نوع الأيون الكربوني
	الأيون الكربوني الأولي
	الأيون الكربوني الثانوي
	الأيون الكربوني الثالثي

أفكر ص59: كيف أميز بين أنواع الأيونات الكربونية الثلاثة؟

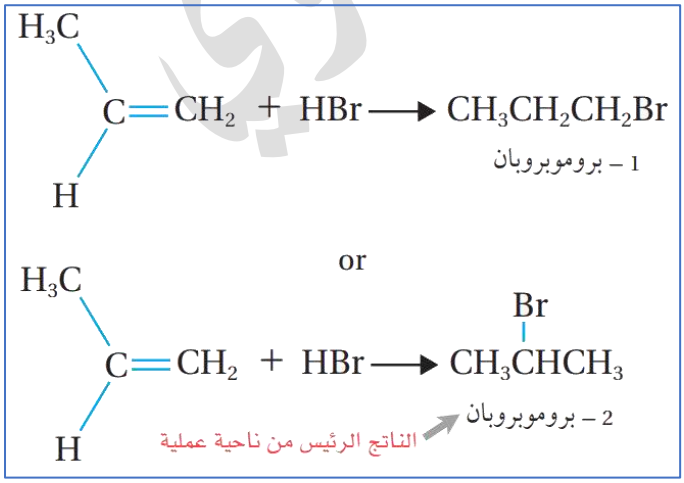
- الأولى: الذرة التي عليها الشحنة ⊕ ترتبط مع مجموعة ألكيل واحدة
- الثانوي: التي عليها الشحنة ⊕ ترتبط مع مجموعتي ألكيل
- الثالثي: التي عليها الشحنة ⊕ ترتبط مع ثلاث مجموعات ألكيل

مثال ص59: الإضافة في الألكين غير المتماثل [احتمال تكوّن ناتجين، نختار الأكثر ثباتًا]:

يتفاعل بروميد الهيدروجين HBr مع البروبين $CH_3CH=CH_2$، فيُحتمل تكوّن ناتجين

1-بروموبروبان أو 2-بروموبروبان حسب المعادلات، لكن الذي وُجد عمليًّا كناتج رئيس هو:

2-بروموبروبان وتفسير ذلك عن طريق قاعدة ماركوفنيكوف

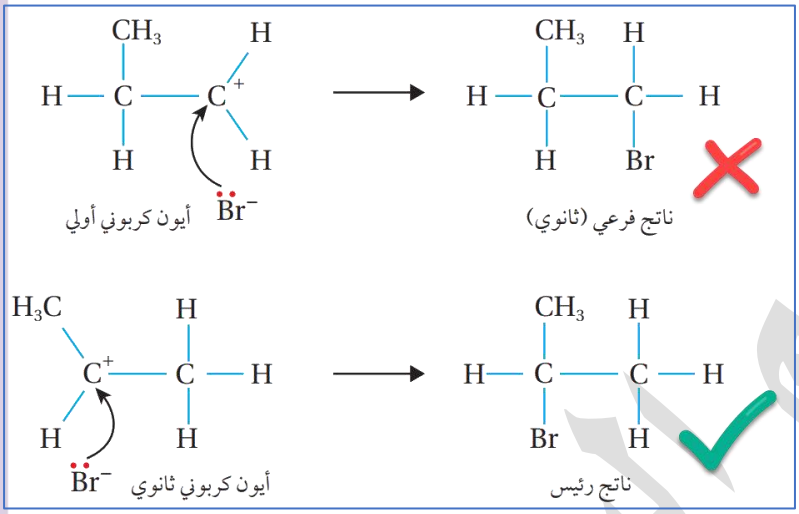


ما المقصود بقاعدة ماركوفنيكوف؟

عند إضافة هاليد الهيدروجين HX إلى ألكين غير متماثل فإن ذرة الهيدروجين ترتبط بذرة كربون الرابطة الثنائية المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين

تذكر هذه القاعدة مع ماركوفنيكوف:
rich get richer
الغنيّ يزداد غِنى

وضح ميكانيكية هذا التفاعل "إضافة هاليد الهيدروجين إلى ألكين غير متماثل"

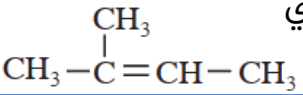


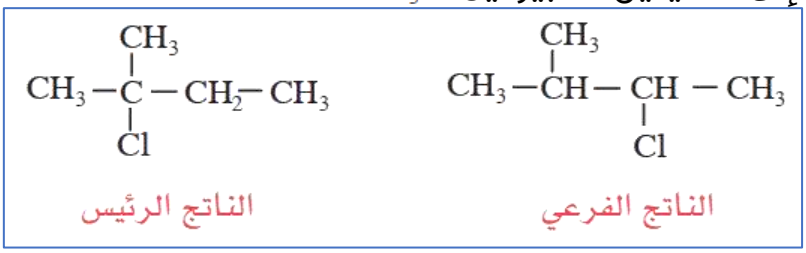
ينجذب الإلكتروفيل H^+ من جزيء هاليد الهيدروجين نحو ذرة كربون الرابطة الثنائية المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين، فيتكون أيون كربوني ثانوي (الأكثر استقرارًا وثباتًا) يتبع ذلك ارتباط النيوكليوفيل Br^- بالأيون الكربوني الثانوي لتكوين الناتج الرئيس، بينما في الاحتمال الأول سيكون ارتباط أيون البروميد مع أيون كربوني أولي (ناتج فرعي أقل استقرارًا وثباتًا)

أفكر ص60: أفسر عدم تكون أيون كربوني ثالثي في تفاعل بروميد الهيدروجين مع البروبين؟

لأن ذرة الكربون التي تحمل الشحنة الموجبة في المركب الناتج لا تحقق الارتباط مع ثلاثة مجموعات ألكيل وبهذا لا يتحقق شرط تكوين أيون كربوني ثالثي

مثال خارجي: ما الناتج الرئيس والفرعي من إضافة HCl إلى 2-ميثيل-2-بيوتين





نوع الأيون الكربوني المتكوّن في الناتج الرئيس: ثالثي وهو الأكثر استقرارًا وثباتًا

إضافة الماء H_2O

بما أن الماء جزيء قطبي فإن عملية إضافة كل طرف منه إلى الألكين تختلف في الألكين المتماثل عن غير المتماثل، نطبق قاعدة ماركوفنيكوف

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المضافة: الماء أو بخار الماء H_2O

عامل مساعد: حمض الكبريتيك H_2SO_4 أو حمض الفسفوريك H_3PO_4

درجة الحرارة والضغط: مناسبان

ما الناتج العضوي من هذا التفاعل؟

ينتج الكحول

مثال ص60: يتفاعل بخار الماء مع الإيثين $CH_2 = CH_2$: إضافة بدون تمييز لأنه متماثل

$$CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3PO_4} \underset{\text{إيثانول}}{CH_3CH_2OH}$$

مثال ص60: يتفاعل البروبين $CH_3CH = CH_2$ مع الماء في وسط حمضي، نطبق قاعدة ماركوفنيكوف

$$CH_3CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3PO_4} \underset{\text{2-بروبانول}}{CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3}$$

الربط بالحياة:

تُستخدم معقمات اليدين بشكل شائع في مختلف الأماكن، مثل: المستشفيات، والمطاعم، والمدارس، وفي الاستعمال الشخصي، وذلك بقتل الميكروبات والحدّ من انتقال العدوى، ورغم استخدام مكونات مختلفة في تصنيع المعقمات؛ إلا أن المكوّن الفعال هو الإيثانول أو 2-بروبانول

إضافة الهالوجين Cl_2, Br_2

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المضافة: هالوجين مثل: Cl_2 أو Br_2

عامل مساعد مناسب حسب الهالوجين، فالبروم مُذاب في ثنائي كلورميثان CH_2Cl_2

درجة الحرارة: درجة حرارة الغرفة

تنويه: في المناهج القديمة وفي بنك الوزارة ستلاحظ أن المادة المستخدمة مع البروم هي CCl_4 فالتزم بالمذكور في منهاجك فقط

منهاجنا اعتمد البروم مذابًا في ثنائي كلورميثان، وفي التمييز المخبري مذاب في الماء فقط

ما الناتج العضوي من هذا التفاعل؟

ينتج ثنائي هاليد الألكيل

مثال ص60: يتفاعل الإيثين مع غاز الكلور مكوّنًا 2،1-ثنائي كلوروإيثان

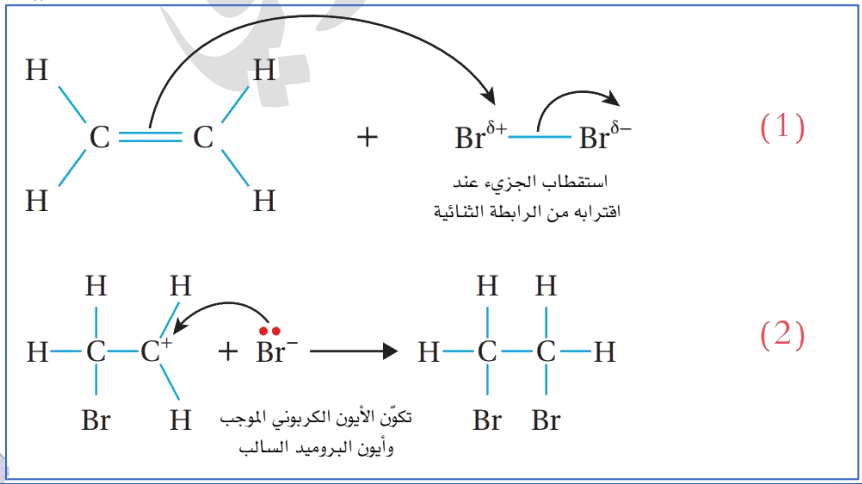
$$CH_2{=}CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2ClCH_2Cl$$

مثال ص61: يتفاعل الإيثين مع البروم المذاب في CH_2Cl_2 مكوّنًا 2،1-ثنائي بروموإيثان

$$CH_2{=}CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2} CH_2BrCH_2Br$$

وضح ميكانيكية هذا التفاعل "إضافة هالوجين إلى الألكين"

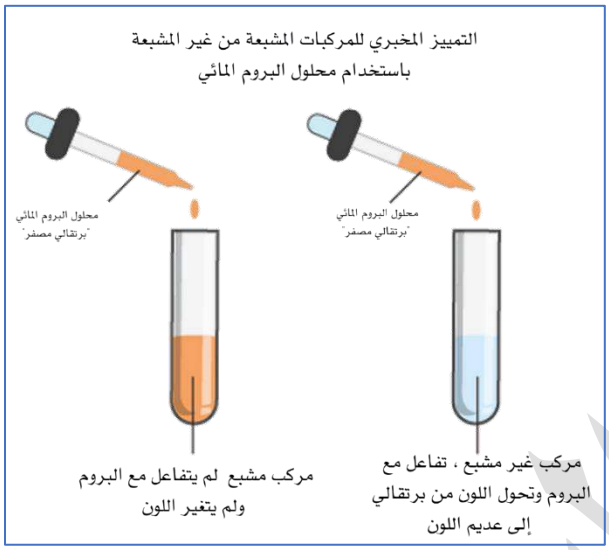
الرابطة الثنائية ذات كثافة إلكترونية عالية سالبة الشحنة تسبب استقطاب جزيء الهالوجين القريب منها، فتظهر على إحدى ذرتي الجزيء شحنة جزئية موجبة، وتظهر على الذرة الأخرى شحنة جزئية سالبة، ثم يحدث تجاذب بين الشحنة السالبة للرابطة $C = C$ وذرة البروم ذات الشحنة الجزئية الموجبة، فتنكسر الرابطة π وينتج أيون كربوني موجب وأيون بروميد سالب، فينجذب أيون البروميد السالب إلى ذرة الكربون الموجبة في الأيون الكربوني مكوّنًا الرابطة $C - Br$



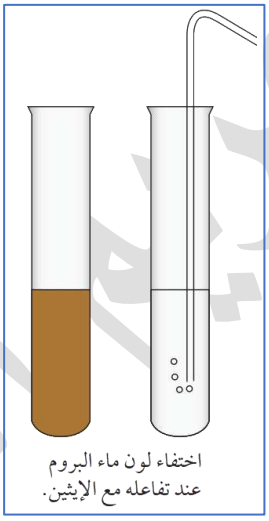
التمييز المخبري بين الهيدروكربون المشبع وغير المشبع

كيف نميز مخبريًّا بين الهيدروكربون المشبع وغير المشبع، أو كيف نكشف عن وجود رابطة ثنائية أو ثلاثية بين ذرات الكربون؟

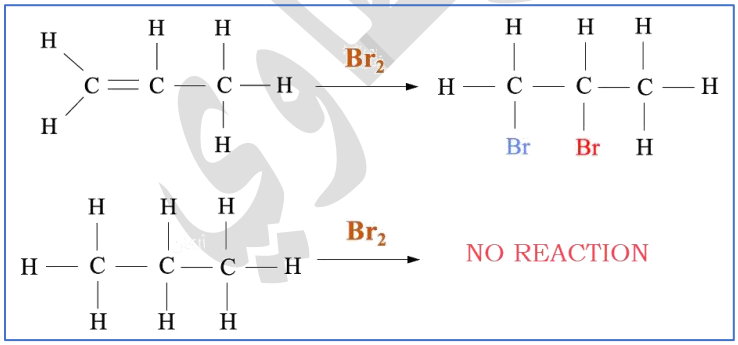
يُستعمل محلول البروم المائي (ماء البروم) ذو اللون البرتقالي المصفر في الكشف عن وجود رابطة ثنائية أو ثلاثية، فيختفي لون محلول البروم عند إضافته إلى الهيدروكربون غير المشبع



مثال: تُضخ فقاعات غاز الإيثين عبر محلول البروم فيختفي لون محلول البروم، أما عند إضافة غاز الإيثان إلى محلول البروم فإن اللون لا يتغير وهذا يشير إلى عدم حدوث تفاعل


اختفاء لون ماء البروم عند تفاعله مع الإيثين.

مثال خارجي: اكتب معادلات كيميائية للتمييز بين البروبان والبروبين عند إضافة محلول البروم المائي لكل منهما



في الأول يختفي اللون البرتقالي المصفر وهذا دليل وجود الرابطة الثنائية التي انكسرت بينما في الثاني لا يتغير اللون، المعادلات غير مطلوبة

وهذا الناتج هو الثانوي وليس الرئيس لأن تفاعل ماء البروم مع الألكين تختلف ميكانيكيته من تفاعله مذابًا في CH_2Cl_2

تعزيز خارجي غير مطلوب: لون البروم المذاب في CH_2Cl_2 أو مذيب عضوي آخر مثل CCl_4 بني محمر أو برتقالي محمر، لكنه في مذيب كالماء سيكون بلون أفتح وهو البرتقالي المصفر، تم إضافة هذه المعلومة للتفريق بين معلومات المنهاج القديم والجديد

تذكر التجربة الاستهلالية: أيضًا للتمييز المخبري بين الألكان والألكين، نستخدم تأكسد الألكين بواسطة برمنغنات البوتاسيوم البنفسجي، تغير اللون وظهور راسب بني محمر دليل أنه ألكين وليس ألكان

أتحقق ص62:

1- أكمل المعادلات الآتية:

$$CH_3CH = CHCH_3 + H_2 \rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_3$$

$$CH_2 = CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2ClCH_2Cl \quad \Rightarrow \quad \overset{Cl}{\underset{|}{CH_2}}\overset{Cl}{\underset{|}{CH_2}}$$

$$CH_3CH_2CH = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3CH_2CHClCH_3 \quad \Rightarrow \quad CH_3\,CH_2\overset{Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

$$CH_3CH_2CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3PO_4} CH_3CH_2CHOHCH_3 \quad \Rightarrow \quad CH_3\,CH_2\overset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

2- أكتب معادلة كيميائية توضح إضافة بروميد الهيدروجين إلى المركب 1-هكسين

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH = CH_2$$

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH = CH_2 + HBr \rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2CHBrCH_3$$

$$CH_3CH_2CH_2CH_2\overset{Br}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

م. مريم السرطاوي

ورقة عمل (1): الإضافة في الألكين

تدريب (1): لماذا هذا التفاعل يُظهر ناتجًا واحدًا فقط؟

$$CH_3CH = CHCH_3 + HCl \rightarrow$$

(a)	لأن التفاعل سريع جدًّا فلا يظهر إلا ناتج واحد
(b)	لأن الألكين متماثل فالإضافة إلى أي طرف من الرابطة الثنائية يعطي نفس الناتج
(c)	لأن الشكل الفراغي يتيح إضافة الكلور إلى طرف واحد فقط
(d)	لأن الألكين غير متماثل وبالتالي الإضافة نفسها في الحالتين

تدريب (2): أي ممَّ يلي يحدث فورًا عند إضافة محلول البروم المائي إلى $CH_3CH_2CH_3$؟

(a)	يختفي لون البروم ويتكون 2،1-ثنائي بروموبروبان
(b)	لا يتغير لون البروم ولا يحدث تفاعل
(c)	يختفي لون البروم ويتكون 1-بروموبروبان
(d)	يختفي لون البروم ويتكوّن 1-بروموبروبين

تدريب (3): مركب A غير مشبع وصيغته الجزيئية C_3H_6 يتفاعل مع HBr فينتج المركب B فإن الصيغة البنائية للمركب B؟

(a)	$CH_3CH = CH_2$
(b)	$CH_3CHBrCH_3$
(c)	$CH_3CH_2CH_2Br$
(d)	$CH_3CH_2CH_3$

تدريب (4): يُعتبر تفاعل إضافة هاليد الهيدروجين HX إلى الألكين إضافة إلكتروفيلية لأن:

(a)	الإلكتروفيل X^- ينجذب نحو الرابطة الثنائية
(b)	الرابطة الثنائية عبارة عن إلكتروفيل انجذب نحو H^+
(c)	الذي بدأ التفاعل هو أيون الهاليد X^-
(d)	الذي بدأ التفاعل هو الإلكتروفيل H^+

م. مريم السرطاوي

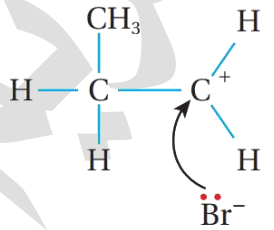
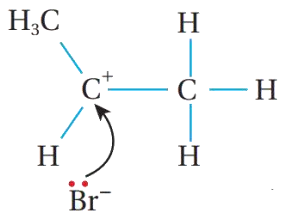
تدريب (5): عند تفاعل H_2 مع الإيثين $CH_2 = CH_2$ فإن العامل المساعد هو:

(a)	H_2SO_4	(b)	HCl
(c)	H_3PO_4	(d)	Pt

تدريب (6): الحصول على ألكان من ألكين يتم عن طريق:

(a)	الهلجنة	(b)	الهدرجة
(c)	التكسير الحراري	(d)	إضافة هالوجين

تدريب (7): الأيون الكربوني الأكثر استقرارًا هو:

(a)		(b)	

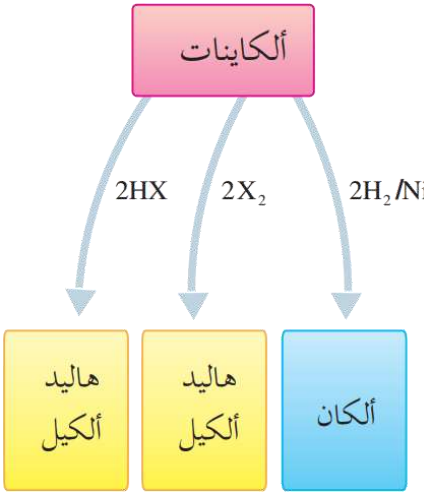
تدريب (8): أكمل المعادلات الآتية:

(a)	$CH_3CH = CH(CH_2)_3CH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni}$
(b)	$CH_3CH = CH_2 + Cl_2 \rightarrow$
(c)	$CH_3CH = CH_2 + HCl \rightarrow$
(d)	$CH_2 = CH_2 + HBr \rightarrow$
(e)	$CH_2 = CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2}$
(f)	$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4}$
(g)	$CH_2 = CHCH_2CH_2CH_3 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4}$

تفاعلات الإضافة في الألكاينات

ما المقصود بتفاعل الإضافة في الألكاين؟

يُضاف جزيئين من الهيدروجين أو الهالوجين أو هاليد الهيدروجين إلى ذرتي كربون الرابطة الثلاثية الموجودة في الألكاين، تنكسر رابطتي π الضعيفة، ويتكوّن بدلاً منها أربعة روابط من النوع σ الأقوى



لدينا ثلاثة تفاعلات إضافة في الألكاينات، في كل منها ناتج عضوي مختلف:

1- إضافة الهيدروجين H_2 (الهدرجة) /اختزال

2- إضافة هاليد الهيدروجين HCl, HBr, HI

3- إضافة الهالوجين Br_2, Cl_2

هذه الخريطة الذهنية راجعها باستمرار ✍

إضافة الهيدروجين H_2 (الهدرجة)

يُسمى هذا التفاعل بالإضافة، أو الاختزال لأن فيه إضافة H_2 أو نسميه الهدرجة

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المضافة: كمية وافرة من غاز الهيدروجين H_2

عامل مساعد: Ni أو Pt

ما الناتج العضوي من هذا التفاعل؟

ينتج الألكان، مثال(1): تحول الإيثاين إلى إيثان، مثال(2): تحول 1-بيوتاين إلى بيوتان

$$H-C\equiv C-H + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$$

$$CH_3CH_2C\equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_2CH_3$$

أفكر ص62: أفسر سبب استخدام جزيئين من الهيدروجين في التفاعل

بسبب وجود رابطتين ضعيفتين من النوع π في جزيء الألكاين وكل رابطة تحتاج إلى جزيء واحد من H_2 لكسرها وتكوين رابطتي σ القوية وبالتالي يلزم 2 مول من الهيدروجين لكسر رابطتي π

إضافة الهالوجين Cl_2, Br_2

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المضافة: كمية وافرة من الهالوجين مثل: Cl_2 أو Br_2

عامل مساعد مناسب حسب الهالوجين، فالبروم مُذاب في ثنائي كلوروميثان CH_2Cl_2

ما الناتج العضوي من هذا التفاعل؟

ينتج رباعي هاليد الألكيل

مثال ص62: يتفاعل الإيثاين مع جزيئين من البروم المذاب في ثنائي كلوروميثان CH_2Cl_2 مكوّنًا 2،2،1،1- رباعي بروموإيثان

$$H-C\equiv C-H + 2Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2} CHBr_2CHBr_2$$

مثال ص62: يتفاعل البروباين مع جزيئين من الكلور مكوّنًا 2،2،1،1- رباعي كلوروبروبان

$$CH_3C\equiv CH + 2Cl_2 \longrightarrow CH_3CCl_2CHCl_2$$

إضافة هاليد الهيدروجين HCl, HBr, HI

بما أن هاليد الهيدروجين جزيء قطبي فإن عملية إضافة كل طرف منه إلى الألكاين تختلف في الألكاين المتماثل عن غير المتماثل [نطبق قاعدة ماركوفنيكوف ونضيف ذرتا الهيدروجين إلى ذرة كربون الرابطة الثلاثية المرتبطة بعدد أكبر من الهيدروجين]

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المضافة: جزيئان من هاليد الهيدروجين HCl, HBr, HI

ما الناتج العضوي من هذا التفاعل؟ ينتج ثنائي هاليد الألكيل

مثال ص63: يتفاعل جزيئان من بروميد الهيدروجين HBr مع البروباين $CH_3C \equiv CH$ فينتج 2،2-ثنائي بروموبروبان

$$CH_3C\equiv CH + 2HBr \longrightarrow CH_3CBr_2CH_3$$

مثال ص63: يتفاعل جزيئان من كلوريد الهيدروجين HCl مع الإيثاين $CH \equiv CH$ فينتج 1،1-ثنائي كلوروإيثان

$$CH\equiv CH + 2HCl \longrightarrow CH_3CHCl_2$$

أتحقق ص63:

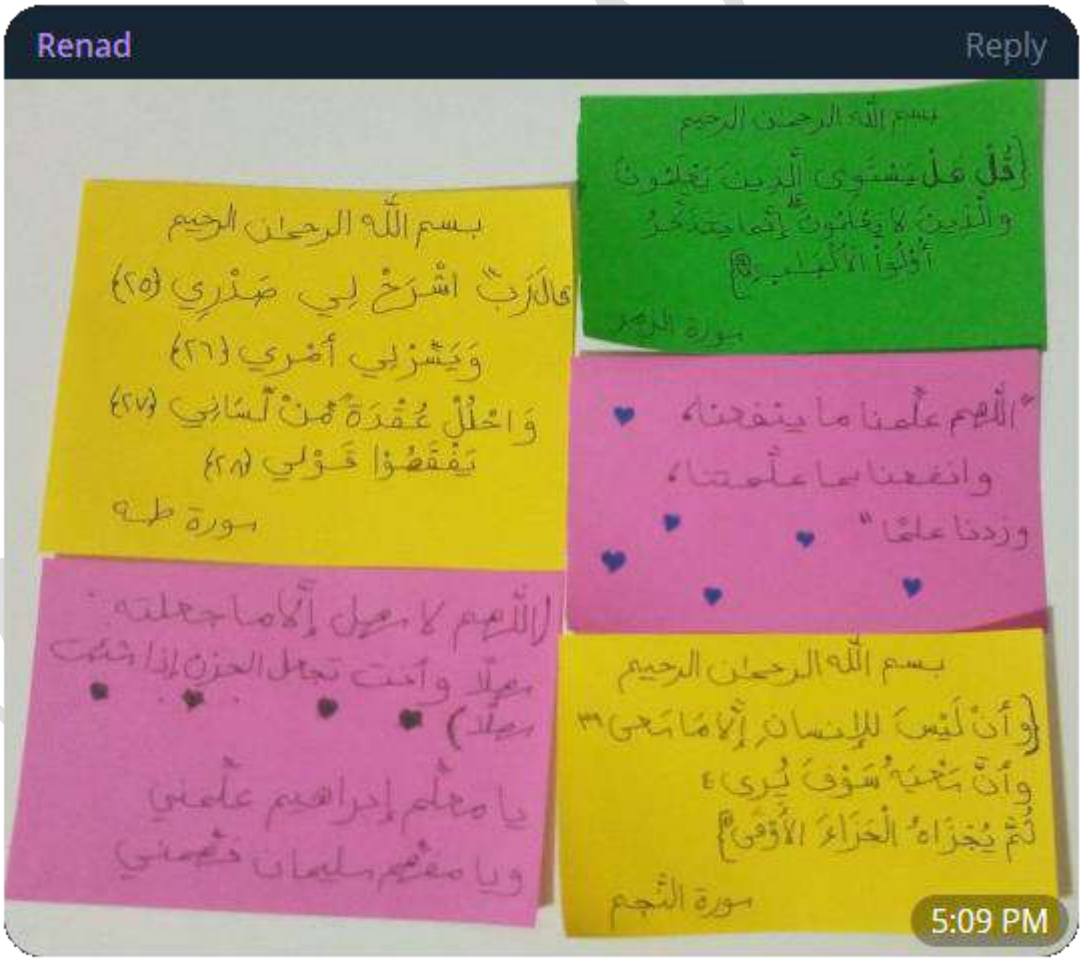
1- أكمل المعادلات الآتية:

$$CH_3CH_2C \equiv CH + 2HCl \rightarrow CH_3CH_2CCl_2CH_3$$

$$CH_3C \equiv CH + 2Cl_2 \rightarrow CH_3CCl_2CHCl_2$$

2- أكتب معادلة تفاعل 2-بيوتاين $CH_3C \equiv CCH_3$ مع كمية كافية من الهيدروجين

$$CH_3C \equiv CCH_3 + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_2CH_3$$



ورقة عمل (2): الإضافة في الألكاين

تدريب (1): أي ممَّ يلي يحدث فورًا عند إضافة محلول البروم المائي إلى $CH \equiv CH$؟

(a)	يختفي لون البروم ويتكون إيثان CH_3CH_3
(b)	لا يتغير لون البروم ولا يحدث تفاعل
(c)	يختفي لون البروم ويتكون $CHBr_2CHBr_2$
(d)	يختفي لون البروم ويتكوّن $CHBr_2CH_3$

تدريب (2): عند تفاعل $2H_2$ مع الإيثاين $CH \equiv CH$ فإن العامل المساعد هو:

(a)	H_2SO_4	(b)	HCl
(c)	CH_2Cl_2	(d)	Ni

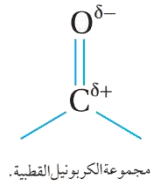
تدريب (3): تنطبق قاعدة ماركوفنيكوف عند إضافة HCl إلى:

(a)	$CH \equiv CH$	(b)	$CH_3C \equiv CCH_3$
(c)	$CH_3C \equiv CH$	(d)	CH_3CH_3

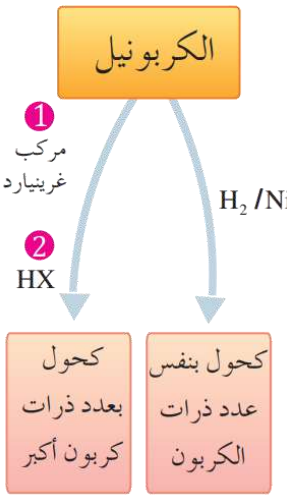
تدريب (4): أكمل المعادلات الآتية:

(a)	$CH_3C \equiv CCH_3 + 2H_2 \xrightarrow{Ni}$
(b)	$CH_3C \equiv CH + 2Cl_2 \rightarrow$
(d)	$CH \equiv CH + 2HBr \rightarrow$
(e)	$CH \equiv CCH_3 + 2Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2}$

تفاعلات الإضافة في الألديهايدات والكيتونات



يحتوي كل من الألديهايد والكيتون على مجموعة الكربونيل القطبية التي تحوي رابطة ثنائية بين الكربون والأكسجين "الرابطة الضعيفة π " وبالتالي تتفاعل الألديهايدات والكيتونات بالإضافة



لدينا تفاعلان إضافة في الألديهايد والكيتون، في كل منها ينتج كحول لكن مع اختلاف:

1- إضافة الهيدروجين H_2 (الهدرجة) /اختزال

[عدد ذرات الكربون في الكحول مساوية لعدد ذرات الكربون في الكربونيل]

2- إضافة مركب غرينارد $R-MgX$

[عدد ذرات الكربون في الكحول أكبر من عدد ذرات الكربون في الكربونيل]

هذه الخريطة الذهنية راجعها باستمرار ✍ وتذكر هذه إحدى طرق تحضير الكحول

إضافة مركب غرينارد $R-MgX$

❓ وضّح طريقة تحضير مركب غرينارد

نحضّر مركب غرينارد $R-MgX$ من تفاعل هاليد الألكيل $R-X$ مع فلز المغنيسيوم Mg بوجود الإيثر الجاف Et

$$R-X + Mg \xrightarrow{Et} RMgX$$

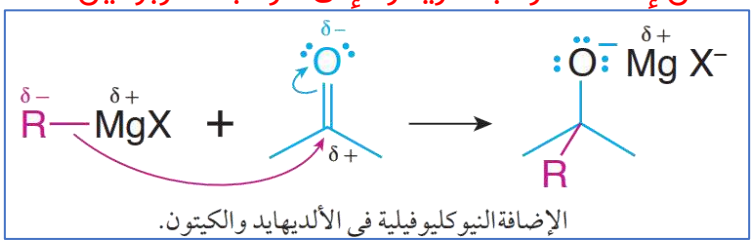
EXAMPLE مثال ص63: ينتج مركب ميثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3MgCl من تفاعل كلوريد الميثيل CH_3Cl مع فلز المغنيسيوم Mg بوجود الإيثر الجاف

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

EXAMPLE مثال ص64: ينتج مركب إيثيل بروميد المغنيسيوم CH_3CH_2MgBr من تفاعل بروميد الإيثيل CH_3CH_2Br مع فلز المغنيسيوم Mg بوجود الإيثر الجاف

$$CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{Et} CH_3CH_2MgBr$$

بيِّن ميكانيكية تفاعل إضافة مركب غرينارد إلى مركب الكربونيل "الألديهايد أو الكيتون"



الإضافة النيوكليوفيلية في الألديهايد والكيتون.

1- في مركب غرينارد يظهر على المغنيسيوم شحنة جزئية موجبة لأن المغنيسيوم كفلز هو الأقل كهروسالبية من ذرة كربون مجموعة الألكيل R المرتبطة بها

2- تُعتبر ذرة الكربون في R نيوكليوفيل يبدأ التفاعل مع مجموعة الكربونيل، فينجذب النيكليوفيل نحو ذرة كربون الكربونيل

3- يرتبط الإلكتروفيل MgX مع ذرة الأكسجين ذات الشحنة الجزئية السالبة

4- يتكوّن ناتج وسطي، يتم مفاعلته مع حمض HCl أو HBr

5- تحل ذرة الهيدروجين من الحمض محل MgX في المركب الوسطي، وينتج الكحول

6- عدد ذرات الكربون في الكحول الناتج يساوي مجموعة عدد ذرات كربون المادتين المتفاعلتين من مركب الكربونيل ومركب غرينارد

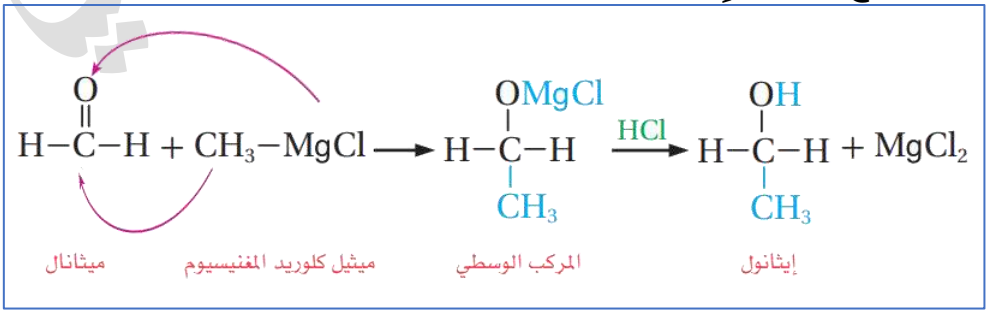
ما المقصود بالإضافة النيوكليوفيلية؟

لانجذاب النيوكليوفيل إلى ذرة الكربون الموجبة في مجموعة الكربونيل في الألديهايد أو الكيتون

لماذا تُسمى إضافة مركب غرينارد إلى مركب الكربونيل إضافة نيوكليوفيلية؟

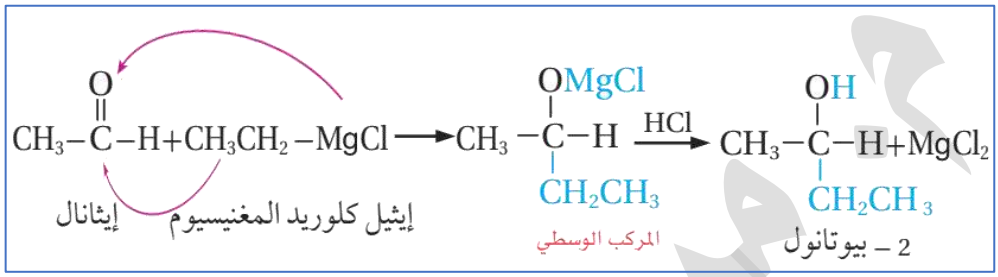
لأن ذرة الكربون في R تعدّ نيوكليوفيلاً وهو الذي يبدأ التفاعل مع مجموعة الكربونيل

مثال ص64: يتفاعل الميثانال HCHO مع ميثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3MgCl بوجود حمض HCl فينتج كحول الإيثانول CH_3CH_2OH



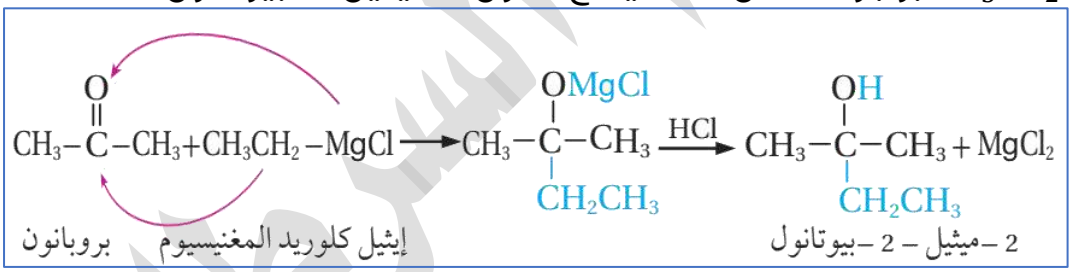
أي لو طلب منك تحضير كحول الإيثانول من ميثانال، فلا بد من استخدام إضافة غرينارد، لأن الإيثانول فيه ذرتين كربون، والميثانال ذرة كربون واحدة، ولإنتاج كحول من ألديهايد وعدد الكربون مختلف فلا بد من غرينارد فيه تلك الزيادة وهكذا ينتج الإيثانول

مثال ص65: يتفاعل الإيثانال CH_3CHO مع إيثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3CH_2MgCl بوجود حمض HCl فينتج كحول 2-بيوتانول $CH_3CHOHCH_3$



مجموع الكربون في الكحول الناتج يساوي 4 وهو مجموع الكربون في الإيثانال ومركب غرينارد

مثال ص65: يتفاعل البروبانون CH_3COCH_3 مع إيثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3CH_2MgCl بوجود حمض HCl فينتج كحول 2-ميثيل-2-بيوتانول



مجموع الكربون في الكحول الناتج يساوي 5 وهو مجموع الكربون في البروبانون وغرينارد

تنويه: ستتعلم لاحقًا أنواع الكحول: أولي، ثانوي، ثالثي، وتفصيل أكثر في كيفية تحضير أكثر من نوع من الكحول تبعًا لتفاعل "إضافة غرينارد"

إضافة الهيدروجين H_2 (الهدرجة)

يُسمى هذا التفاعل بالإضافة، أو الاختزال لأن فيه إضافة H_2 أو نسميه الهدرجة

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المضافة: غاز الهيدروجين H_2

عامل مساعد: Ni أو Pt

ما الناتج العضوي من هذا التفاعل؟

ينتج الكحول

مثال ص65: يتفاعل الإيثانال CH_3CHO مع غاز الهيدروجين مكونًا الإيثانول CH_3CH_2OH

$$CH_3CHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2OH$$

مثال ص65: يتفاعل البروبانون مع غاز الهيدروجين مكونًا 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$

$$CH_3COCH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CHOHCH_3$$

أفكر ص65: أكتب الصيغة البنائية المحتملة لمركبي غرينارد والألديهايد اللازمين لتكوين مركب 3-بنتانول $CH_3CH_2CHOHCH_2CH_3$

بما أن الهيدروكسيل على الموضع الثالث فمعنى ذلك أن الكربونيل كانت في ذلك الموضع إذًا الألديهايد يتكوّن من 3 ذرات كربون CH_3CH_2CHO، أما غرينارد من ذرتين CH_3CH_2MgCl

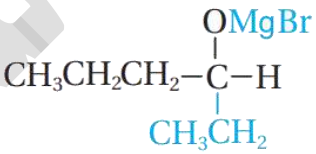
هذه المسألة ستكون سهلة جدا بعد تعلّمك لأنواع الكحول وكيف تحضّرها بإضافة غرينارد

أتحقق ص65:

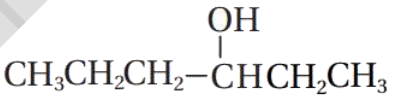
1- أكمل المعادلتين الآتيتين:

$$CH_3COCH_2CH_3 + H_2 \rightarrow CH_3CHOHCH_2CH_3$$

$$CH_3CH_2CH_2CHO + CH_3CH_2MgBr \rightarrow$$



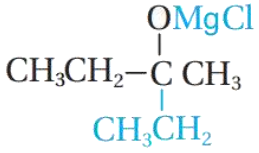
$$\xrightarrow{HBr}$$



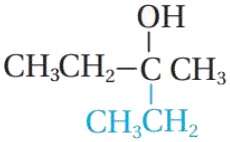
$$+ MgBr_2$$

2- أكتب معادلة تفاعل البيوتانون $CH_3COCH_2CH_3$ مع إيثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3CH_2MgCl متبوعًا بإضافة HCl

$$CH_3COCH_2CH_3 + CH_3CH_2MgCl \rightarrow$$

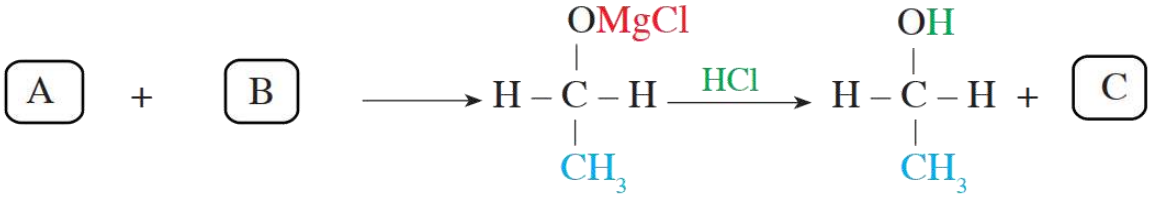


$$\xrightarrow{HCl}$$



$$+ MgCl_2$$

مثال خارجي: من مخطط التفاعل الآتي حدد المركبات التي رموزها A, B , C وبيِّن أيها مركب عضوي وغير عضوي



A: $HCHO$ أو CH_2O مركب عضوي

B: CH_3MgCl مركب عضوي

C: $MgCl_2$ مركب غير عضوي

الربط بالصناعة:

استخدمت إحدى الشركات العالمية في تصنيع العطور خليطًا من بعض الألديهايدات فمثلاً؛ الألديهايد الذي يحتوي 10 ذرات كربون يعطي رائحة البرتقال، والذي يحتوي 12 ذرة كربون يعطي رائحة البنفسج. ولكن ليس كل الألديهايدات تعطي رائحة طيبة؛ فمنها ما يعطي رائحة تشبه رائحة الخضار المتعفنة، لذلك يجب استخدام الألديهايد المناسب في صناعة العطور

الربط بالحياة:

خلق الله عز وجل النباتات ولكل منها رائحة مميزة، فاللوز مثلاً؛ يحتوي على مركب ألديهايد يعطيه رائحة مميزة. وقد جرى استخلاص هذا المركب ويستخدم في صناعة منكهات المواد الغذائية وفي المستحضرات الطبية

ورقة عمل (3): الإضافة في الكربونيل "الألديهايد والكيتون"

تدريب (1): نحتاج في المختبر إلى نوعين من الكحول (إيثانول، ميثانول) ولدينا المواد الآتية:

1- ميثانال $HCHO$

2- كلوريد الميثيل CH_3Cl

3- Et إيثر جاف

4- Mg

5- غاز الهيدروجين H_2

6- Pt

7- HCl

(1) وضّح بكتابة التفاعلات كيف تحضِّر غرينارد مناسب ثم تطبق تفاعل الإضافة إلى ألديهايد لنحصل على الإيثانول CH_3CH_2OH

(2) وضّح بكتابة معادلة كيميائية كيف نحصل على الميثانول CH_3OH باستخدام الميثانال والمواد المناسبة لذلك

تدريب (2): إحدى التفاعلات الآتية من نوع إضافة نيوكليوفيلية:

$CH_3COCH_2CH_3 + H_2 \rightarrow$	(a)	$CH_3COCH_3 + CH_3MgCl \rightarrow$	(b)
$HCHO + H_2 \rightarrow$	(c)	$CH_3Cl + Mg \rightarrow$	(d)

منهاجي
متعة التعليم الهادف

تدريب (3): أكمل المعادلات الآتية:

(a)	$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H + CH_3MgCl \longrightarrow \xrightarrow{HCl}$
(b)	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-CH_3 + CH_3MgCl \longrightarrow \xrightarrow{HCl}$
(d)	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-CH_2CH_3 \xrightarrow[2)\ HCl]{1)\ CH_3CH_2MgCl}$
(e)	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H + CH_3\overset{\overset{CH_3}{\|}}{C}HMgBr \longrightarrow \xrightarrow{HBr}$
(f)	$CH_3CH_2CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}}$
(g)	$CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}CH_2CH_2CH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni}$
(h)	$CH_3\overset{\overset{Br}{\|}}{C}HCH_2CH_3 + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}}$
(i)	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H + H_2 \xrightarrow{Ni}$

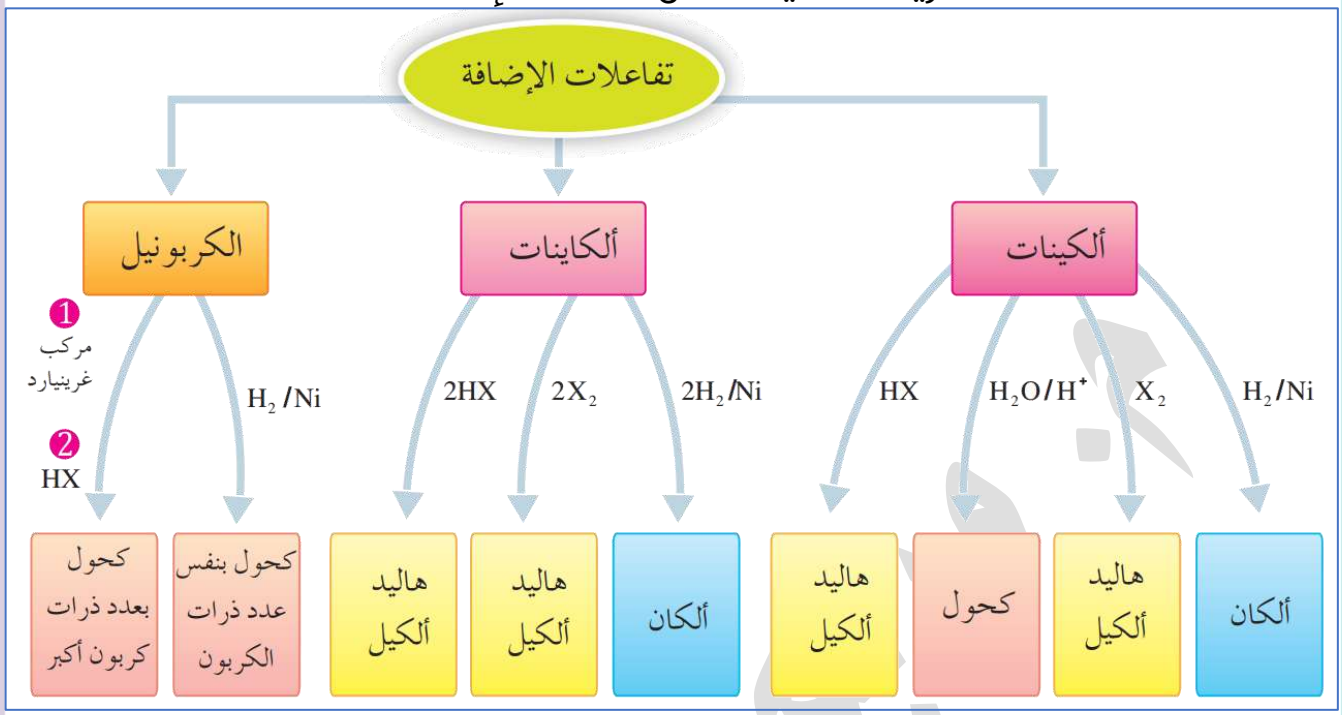
مساعدة:

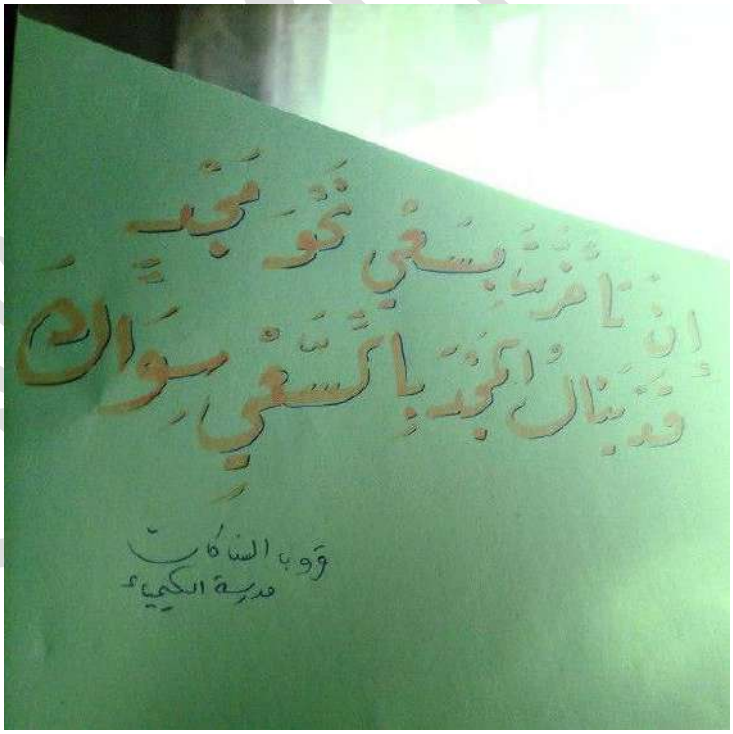
1- لتحضير الغرينارد: دائمًا المغنيسيوم يأتي بجانب الهالوجين متقدمًا عليه

2- في إضافة الغرينارد إلى الكربونيل: دائمًا انقل الإلكتروفيل MgX إلى الأكسجين وامسك النيوكليوفيل R من الطرف الذي نزعنا منه MgX وانقله تحت الكربونيل مع انتباهك لشكل النيوكليوفيل المنقول، ثم رتِّب المركب في النهاية بشكل سلسلة أفقية قدر الإمكان

م. مريم السرطاوي

خريطة ذهنية تلخص تفاعلات الإضافة





تفاعلات الحذف

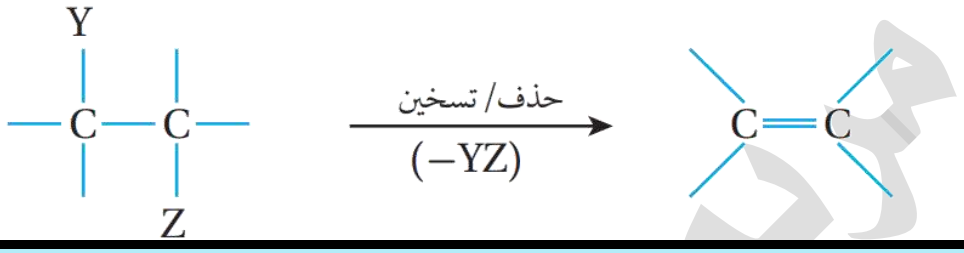
تفاعل الحذف معاكس لتفاعل الإضافة في حالتين درسناهما:

1- عند إضافة هاليد الهيدروجين HX إلى الألكين فيتكوّن هاليد الألكيل $R-X$

نعكس هذا التفاعل مع تسخين و مادة مساعدة على الحذف: نحذف هاليد الهيدروجين من هاليد الألكيل فينتج الألكين

2- عند إضافة الماء H_2O إلى الألكين فيتكوّن كحول $R-OH$

نعكس هذا التفاعل مع تسخين ومادة مساعدة على الحذف: نحذف الماء من الكحول فينتج الألكين



الحذف من هاليد الألكيل

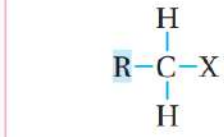
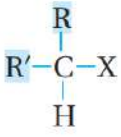
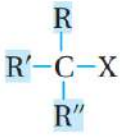
ما هي أصناف هاليدات الألكيل؟

تُصنف حسب عدد مجموعات الألكيل المرتبطة بذرة الكربون المتصلة بذرة الهالوجين إلى:

1- هاليد ألكيل أولي 1°

2- هاليد ألكيل ثانوي 2°

3- هاليد ألكيل ثالثي 3°

نوع هاليد الألكيل	هاليد ألكيل أولي 1°	هاليد ألكيل ثانوي 2°	هاليد ألكيل ثالثي 3°
الصيغة العامة			
مثال	$CH_3CH_2CH_2Br$	CH_3CHCH_3 Br	$CH_3-C(CH_3)_2-Br$

مهم: تفاعل الحذف يكون من هاليد الألكيل الثانوي والثالثي بشكل رئيس، أما هاليد الألكيل الأولي فهو يتفاعل بالاستبدال بشكل رئيس كما سيرد في الدرس الثاني

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المتفاعلة: محلول مركز من قاعدة قوية مذابة في الإيثانول

مثل NaOH كحولي أو KOH كحولي

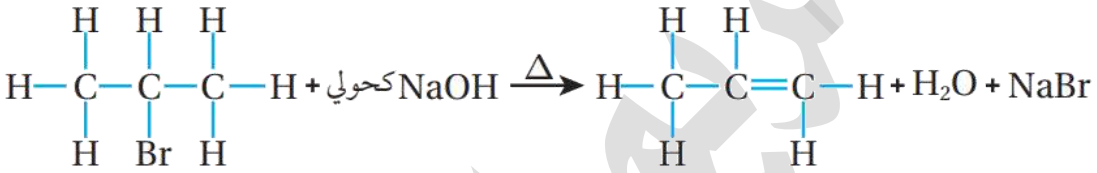
درجة الحرارة: Δ تسخين

ما الناتج العضوي والناتج غير العضوي من تفاعل الحذف؟

ناتج عضوي: ألكين

ناتج غير عضوي: ماء H_2O وملح NaX أو KX حسب القاعدة القوية المستخدمة

مثال ص66: عند تسخين 2-بروموبروبان $CH_3CHBrCH_3$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم الكحولي NaOH يتكون المركب العضوي بروبين $CH_3CH=CH_2$



أو نسخنه مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي:

$$CH_3CHBrCH_3 + \text{KOH كحولي} \xrightarrow{\Delta} CH_3CH=CH_2 + KBr + H_2O$$

كيفية حذف جزيء هاليد الهيدروجين:

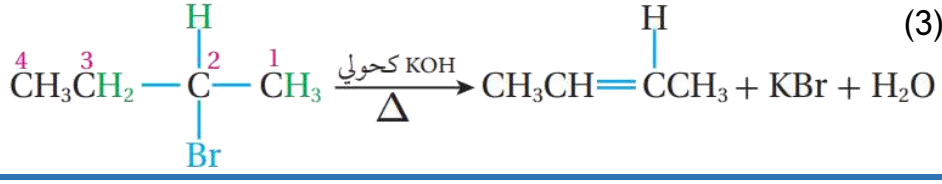
1- إذا كان عدد ذرات الكربون في هاليد الألكيل 2 أو 3 نحذف من ذرتي كربون بدون تمييز

2- إذا زاد عدد ذرات الكربون عن 3 ذرات، فإننا ننظر إلى مكان ذرة الكربون المرتبطة بالهالوجين ونبحث عن الكربون المجاور لها المرتبط بأكبر عدد من الألكيل R أي التي معها أقل عدد من الهيدروجين، والسبب: لأن الرابطة الثنائية المتكونة ستكون أكثر ثباتًا في تلك الحالة

مثال ص67: عند تسخين 2-بروموبيوتان $CH_3CHBrCH_2CH_3$ مع هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي ممكن ينتج:

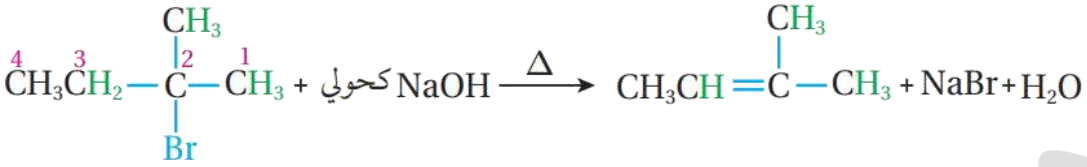
1-بيوتين $CH_2=CHCH_2CH_3$

2-بيوتين $CH_3CH=CHCH_3$ ووُجد أن هذا هو الناتج الرئيس لأن الرابطة الثنائية أكثر ثباتًا بين كربون (2) و(3)

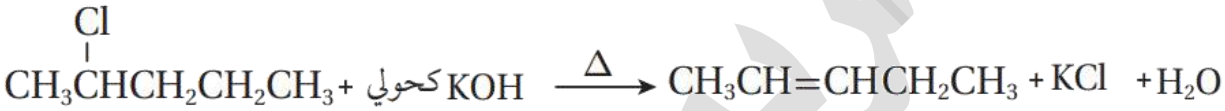


مثال ص67: عند تسخين 2-ميثيل-2-بروموبيوتان مع هيدروكسيد الصوديوم الكحولي فإن الناتج الرئيس 2-ميثيل-2-بيوتين وليس 2-ميثيل-1-بيوتين

لأن الرابطة الثنائية أكثر ثباتًا بين كربون (2) و(3)



أتحقق ص67: أكتب معادلة تفاعل تسخين 2-كلوروبيوتان $CH_3CHClCH_2CH_3$ مع هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي:



ينتج المركب العضوي: 2-بنتين

الحذف من الكحول

مهم: تفاعل الحذف من الكحول يشمل جميع أنواعه، وسندرس أنواع الكحول لاحقًا

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المتفاعلة: محلول مركز من الحمض H_2SO_4 أو H_3PO_4

درجة الحرارة: Δ تسخين

ما الناتج العضوي والناتج غير العضوي من تفاعل الحذف؟

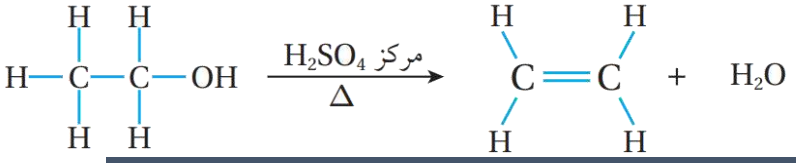
ناتج عضوي: ألكين

ناتج غير عضوي: ماء H_2O

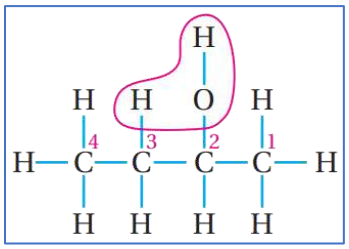
كيف ينتج الألكين من تفاعل الحذف من الكحول؟

عند تسخين الكحول مع محلول مركز من حمض الكبريتيك أو الفسفوريك، يتم نزع جزيء الماء H_2O من ذرتي كربون متجاورتين حيث تنكسر الرابطة $C-OH$ مما يؤدي إلى نزع OH عن ذرة الكربون المرتبطة بها ونزع ذرة الهيدروجين H عن ذرة الكربون المجاورة فتتكون رابطة ثنائية بين ذرتي الكربون المتجاورتين وينتج الألكين

مثال ص68: عند تسخين الإيثانول CH_3CH_2OH مع محلول حمض الكبريتيك H_2SO_4 يتكون الإيثين $CH_2 = CH_2$



مثال ص68: عند تسخين 2-بيوتانول $CH_3CHOHCH_2CH_3$ مع حمض الفسفوريك المركز ينتج 2-بيوتين $CH_3CH = CHCH_3$ كناتج رئيس لأن الرابطة المتكونة بين ذرتي الكربون (2) و(3) هي الأكثر ثباتًا، أي أننا ننزع الهيدروجين من ذرة الكربون المرتبطة بأكبر عدد من الألكيل



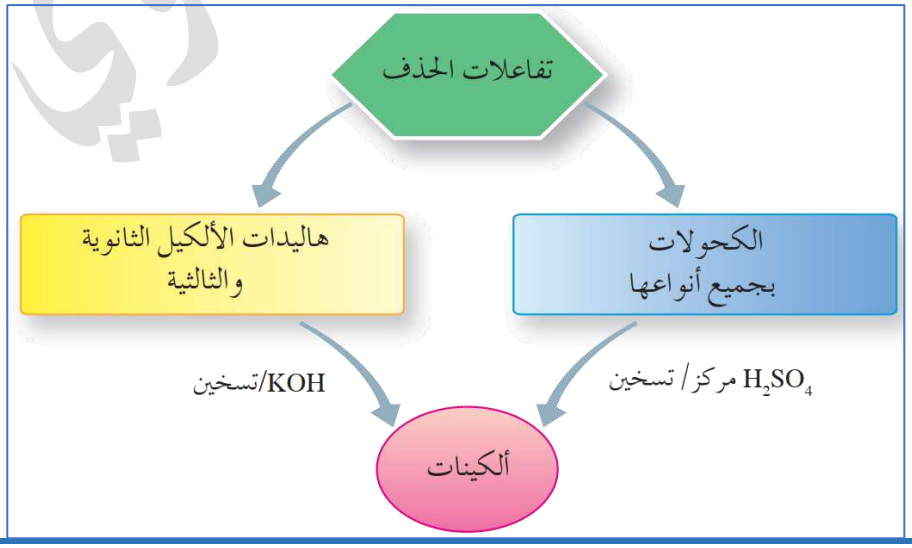
$$CH_3CH_2CHOHCH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{مركز } H_3PO_4} CH_3CH=CHCH_3 + H_2O$$

أتحقق ص68: أكتب معادلة تفاعل تسخين 2-هكسانول $CH_3CH_2CH_2CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$ مع حمض H_2SO_4 المركز:

$$CH_3CH_2CH_2CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3CH_2CH_2CH=CHCH_3 + H_2O$$

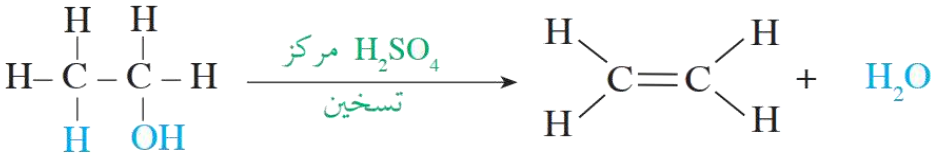
ينتج المركب العضوي: 2-هكسين

خريطة ذهنية تلخص تفاعلات الحذف



ورقة عمل (4): تفاعلات الحذف

تدريب (1): انظر إلى التفاعل الآتي ثم أجب عما يأتي:



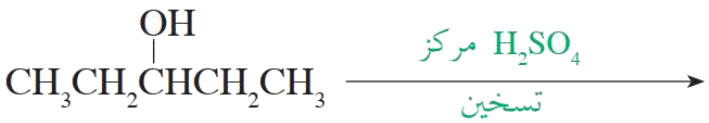
1- ما نوع هذا التفاعل؟

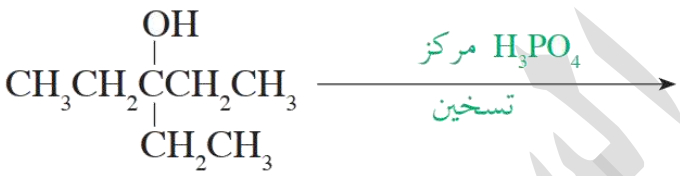
2- ما الجزيء الذي تم حذفه من الكحول؟

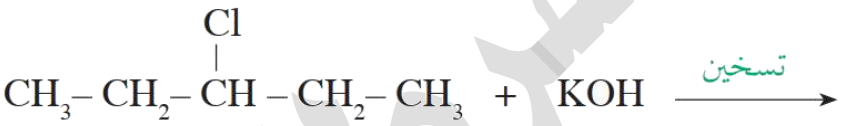
3- إلى أي عائلة من المركبات العضوية ينتمي المركب الناتج؟

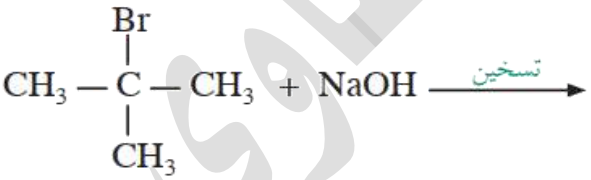
4- ما المادة غير العضوية المستخدمة في هذا التفاعل؟

تدريب (2): أكمل المعادلات الآتية:

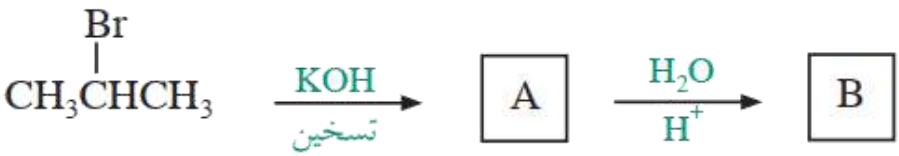








تدريب (3): استنتج الصيغ البنائية للمركبين العضويين المشار إليهما بالرموز A , B



مساعدة: هذا المخطط يشمل تفاعل حذف وتفاعل إضافة، طبق ما تعلمته على المخطط

حل مراجعة الدرس الأول

السؤال الأول: أقارن بين تفاعلي الإضافة والحذف

تفاعل الإضافة: "تُكسر الرابطة الثنائية أو الثلاثية"، بإضافة جزيء إلى الألكين فتُكسر من الرابطة الثنائية: الرابطة π الضعيفة وتتكون رابطتي σ القوية، أو بإضافة جزيئين إلى الألكاين فتكسر رابطتان من π وتتكون أربعة روابط من σ القوية

تفاعل الحذف: "يُعاد فيه تكوين الرابطة الثنائية" حيث يُنزع جزيء ماء من الكحول فيتكون الألكين، أو يُنزع جزيء هاليد هيدروجين من هاليد الألكيل بشكله الثانوي أو الثالثي فيتكون الألكين

السؤال الثاني: أكمل المعادلات الكيميائية الآتية:

- $CH_3COCH_3 + C_2H_5MgBr \longrightarrow CH_3C(OMgBr)(C_2H_5)CH_3 \xrightarrow{HBr} CH_3C(OH)(C_2H_5)CH_3 + MgBr_2$
- $CH_3CHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2OH$
- $CH_3CH_2CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2CH(Cl)CH_3$
- $CH_3CH_2CH_2C{\equiv}CH + 2HCl \longrightarrow CH_3CH_2CH_2C(Cl)_2CH_3$
- $CH_3CH_2CHOHCH_2CH_3 \xrightarrow{\Delta/H_2SO_4\ \text{مركز}} CH_3CH_2CH{=}CHCH_3 + H_2O$

السؤال الثالث: أكتب معادلة كيميائية تبين كلاً مما يأتي:

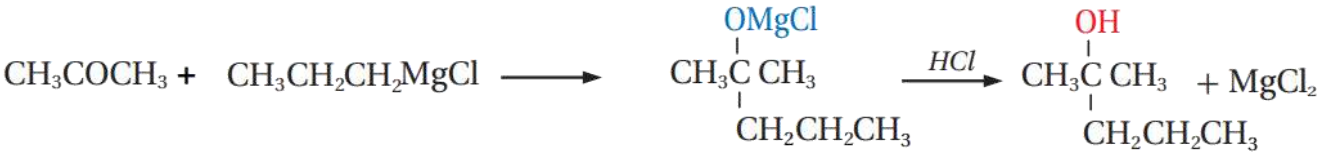
- إضافة الماء بوسط حمضي إلى المركب 1-بنتين $CH_2 = CHCH_2CH_2CH_3$

$$CH_2{=}CHCH_2CH_2CH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH(OH)CH_2CH_2CH_3$$

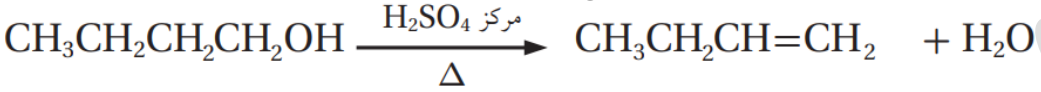
- إضافة جزيئين من غاز الهيدروجين إلى المركب 2-هكساين $CH_3C \equiv CCH_2CH_2CH_3$ بوجود عامل مساعد Ni

$$CH_3C{\equiv}CCH_2CH_2CH_3 + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$$

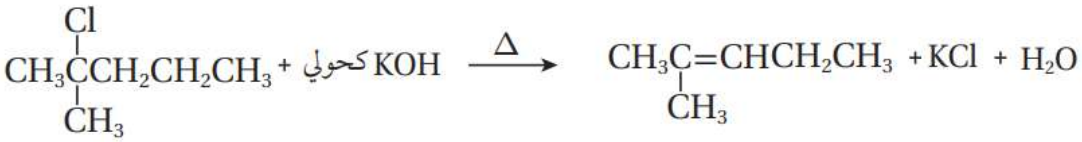
- إضافة بروبيل كلوريد المغنيسيوم $CH_3CH_2CH_2MgCl$ إلى بروبانون CH_3COCH_3 متبوعًا بإضافة حمض الهيدروكلوريك HCl



- تسخين 1-بيوتانول $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ مع حمض الكبريتيك H_2SO_4 المركز



- تسخين 2-ميثيل-2-كلوروبنتان $CH_3CCl(CH_3)CH_2CH_2CH_3$ مع محلول KOH المركز الكحولي



السؤال الرابع: مركب عضوي X صيغته C_2H_6O ، عند تسخينه مع محلول مركز من حمض H_2SO_4 نتج المركب العضوي Y الذي يزيل لون ماء البروم، وعند تفاعل Y مع كلوريد الهيدروجين نتج المركب العضوي Z، أستنتج صيغة المركبات العضوية المحتملة X, Y , Z

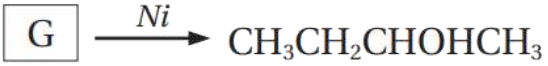
هذه صيغة الكحول وفيه ذرتان يعني إيثانول X

ومن خلال تسخينه مع الحمض المركز سينتج ألكين "إيثين" يزيل لون ماء البروم Y

وإذا تفاعل الألكين مع HCl فسينتج هاليد ألكيل كلوروإيثان Z

X	CH_3CH_2OH	Y	$CH_2=CH_2$	Z	CH_3CH_2Cl

السؤال الخامس: أستنتج صيغة المركب المستخدم في التفاعل الآتي:



المركب الناتج كحول 2-بيوتانول، وهذا تفاعل إضافة تم استخدام النيكل، يعني المادة المضافة هي الهيدروجين، ومن المركبات التي تقبل إضافة H_2 وينتج منها كحول هي مركبات الكربونيل، ننظر إلى مكان الكحول هو نفسه مكان الكربونيل فهذا كيتون:

بيوتانون $CH_3CH_2COCH_3$

السؤال السادس: أدرس الجدول الذي يضم المركبات العضوية الآتية، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه

CH_3CH_2Br	$CH_2=CH_2$	CH_3CH_3
$CH\equiv CH$	CH_3CHO	CH_3CH_2OH

- أكتب صيغة المركب الناتج من تفاعل الإيثين $CH_2 = CH_2$ مع بروميد الهيدروجين HBr
  CH_3CH_2Br
- أكتب صيغة المركب الناتج من تسخين الإيثانول CH_3CH_2OH مع حمض الفسفوريك المركز H_3PO_4
  $CH_2 = CH_2$
- أكتب معادلة تفاعل الإيثاين $CH \equiv CH$ مع جزيئين من الهيدروجين بوجود النيكل Ni
  $CH \equiv CH + 2H_2 \rightarrow CH_3CH_3$
- ما صيغة المركب الناتج من تفاعل الإيثانال CH_3CHO مع الهيدروجين بوجود Ni
  CH_3CH_2OH
- أكتب صيغة المركب الناتج من تفاعل الميثانال HCHO مع ميثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3MgCl متبوعًا بإضافة حمض الهيدروكلوريك HCl
  CH_3CH_2OH

تم الدرس الأول بحمد الله

الدرس الثاني: تفاعلات الاستبدال والتأكسد والاختزال

تعريفات الدرس الثاني:

- تفاعل الاستبدال: تفاعل تحل فيه ذرة أو مجموعة ذرات محل ذرة أو مجموعة ذرات أخرى في المركب العضوي
- جذر حر: ذرة أو مجموعة ذرات تمتلك إلكترونًا منفردًا مما يجعله شديد النشاط
- استبدال نيوكليوفيلي: تفاعل يرتبط فيه النيوكليوفيل الذي يمتلك زوجًا من الإلكترونات غير الرابطة مع ذرة الكربون التي تحمل شحنة جزئية موجبة في المركب العضوي، بحيث يحل محل ذرة أو مجموعة ذرات فيه
- تفاعل الأسترة: تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الكحولات بوجود عامل مساعد مثل حمض الكبريتيك المركز لتكوين الإسترات
- التصبن: تفاعل تفكك الإستر عند تسخينه مع محلول قاعدة قوية مثل NaOH منتجًا الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي

تفاعلات الاستبدال

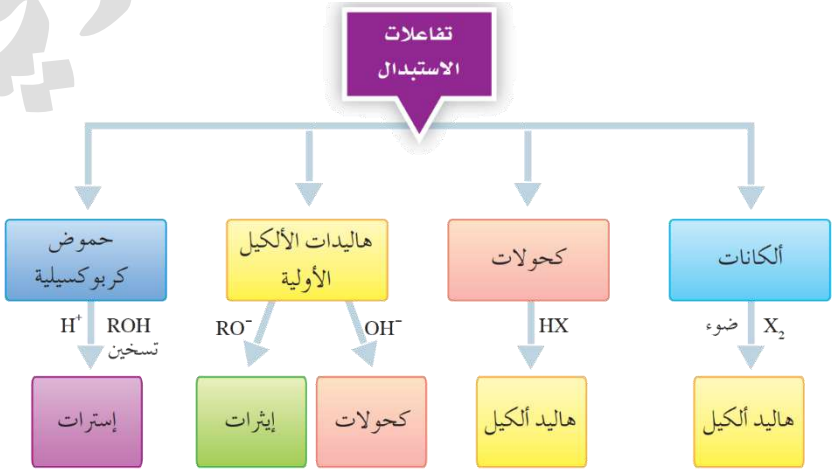
ما المقصود بتفاعل الاستبدال؟

تفاعل تحل فيه ذرة أو مجموعة ذرات محل ذرة أو مجموعة ذرات أخرى في المركب العضوي

ما المركبات العضوية التي تتفاعل بالاستبدال؟

1- الألكانات: وينتج منها هاليد ألكيل
2- هاليدات الألكيل "الأوّلي": وينتج منها كحول، إيثر
3- الكحولات: وينتج منها هاليدات ألكيل
4- الحموض الكربوكسيلية: وينتج منها إسترات

انظر الخريطة الذهنية لتفاعلات الاستبدال



تفاعلات الاستبدال في الألكانات

ما المقصود بتفاعل هلجنة الألكانات؟

هو تفاعل استبدال حيث تحل فيه ذرة هالوجين أو أكثر محل ذرة هيدروجين أو أكثر مكونًا هاليد الألكيل ويحدث بوجود الضوء أو التسخين

يُسمى هذا التفاعل بالاستبدال أو الهلجنة

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المتفاعلة: الهالوجين Br_2 أو Cl_2 أما الفلور فهو نشيط جدًّا ويحتاج ظروف خاصة لضبطه، وأما اليود فلا يتفاعل في نفس الظروف، لذا نكتفي بدراسة البروم والكلور

ترتيب الهالوجينات حسب شدة تفاعلها مع الألكان: $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

عامل مساعد: الضوء أو التسخين الذي يعمل على كسر الرابطة بين ذرتي الهالوجين

ما الناتج العضوي من هذا التفاعل؟

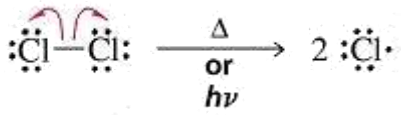
هاليد ألكيل أوّلي

فسر ميكانيكية تفاعل الاستبدال "الهلجنة" في الألكان؟

يعمل الضوء أو التسخين على كسر الرابطة بين ذرتي الهالوجين مكوّنًا ما يسمى جذرًا حرًّا أي ذرة أو مجموعة ذرات تمتلك إلكترونًا منفردًا، مما يجعله شديد النشاط فيتفاعل مع الألكان ليتكون هاليد الألكيل

$$R{-}H + X_2 \xrightarrow{\text{ضوء أو تسخين}} R{-}X + H{-}X$$

ميكانيكية التفاعل بالتفصيل غير مطلوبة، لذا نختزلها بأنها مبنية على وجود جذر حر يؤدي لذلك التفاعل



يمكن للتفاعل أن يستمر بحيث تحل أكثر من ذرة كلور محل ذرات الهيدروجين ويعتمد ذلك على كمية الكلور في التفاعل، فكلما قلّت كان الاستبدال أحاديًّا (أي ذرة واحدة)، ومطلوب منا دراسة الاستبدال الأحادي في الميثان والإيثان

مثال ص71: يتفاعل الميثان CH_4 مع الكلور Cl_2 بوجود الضوء منتجًا كلوروميثان CH_3Cl حسب المعادلة:

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

أتحقق ص71: أكمل المعادلة الآتية:

$$CH_3CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3CH_2Br + HBr$$

تفاعلات الاستبدال في هاليدات الألكيل

- يحدث تفاعل الاستبدال في هاليدات الألكيل عندما تحل ذرة أو مجموعة ذرات محل ذرة الهالوجين فيها
- تتفاعل هاليدات الألكيل الأولية بشكل رئيس بالاستبدال

ما هي ظروف هذا التفاعل؟

المادة المتفاعلة معه هي "نيوكليوفيل يمتلك زوجًا من الإلكترونات غير الرابطة أو أيون سالب" حسب المعادلة العامة للتفاعل:

$$R{-}X + Nu:^- \longrightarrow R{-}Nu + X^-$$

و Nu^- هو:

1- OH^- وهو أيون القاعدة القوية هيدروكسيد الصوديوم NaOH أو هيدروكسيد البوتاسيوم KOH مذابة في مزيج من الماء والإيثانول بنسبة 1:1 تتفاعل مع هاليد الألكيل فالناتج العضوي: كحول $R-OH$ والناتج غير العضوي: ملح

$$R{-}X + OH^- \longrightarrow R{-}OH + X^-$$

2- RO^- أيون ألكوكسيد حيث يتفاعل ذلك الأيون أو ملحه مع هاليد الألكيل فالناتج العضوي: إيثر $R-O-R'$ والناتج غير العضوي: ملح

$$R{-}X + RO^- \longrightarrow ROR' + X^-$$

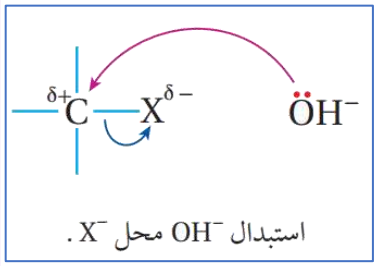
- نفهم من هذا الكلام أن الاستبدال في هاليد الألكيل الأولي على نوعين، يتفاعل مع أيون الهيدروكسيد فينتج كحول، أيضًا يتفاعل مع أيون ألكوكسيد فينتج الإيثر، ويسمى هذا النوع من الاستبدال: الاستبدال النيوكليوفيلي

ما المقصود بـ "الاستبدال النيوكليوفيلي"؟

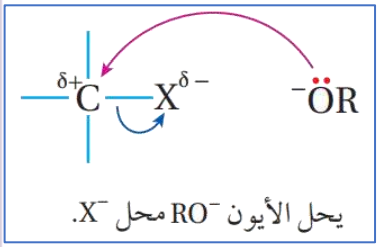
تفاعل يرتبط فيه النيوكليوفيل الذي يمتلك زوجًا من الإلكترونات غير الرابطة مع ذرة الكربون التي تحمل شحنة جزئية موجبة في المركب العضوي، بحيث يحل محل ذرة أو مجموعة ذرات فيه

فسر ميكانيكية هذا التفاعل، أو وضح الاستبدال النيوكليوفيلي؟

يتفاعل النيكليوفيل Nu^- مع ذرة الكربون المرتبطة بذرة الهالوجين والتي تحمل شحنة جزئية موجبة، فيرتبط مثلاً الأيون السالب OH^- أو RO^- مع ذرة الكربون باستخدام زوج الإلكترونات غير الرابط الذي يمتلكه ويخرج الهالوجين مع زوج إلكترونات الرابطة $C-X$ على شكل X^-



استبدال OH^- محل X^-.



يحل الأيون RO^- محل X^-.

EXAMPLE مثال ص71: يتفاعل بروموإيثان CH_3CH_2Br مع محلول NaOH ويمكن التعبير عنه في المعادلة بأيون الهيدروكسيد فينتج الإيثانول:

$$CH_3CH_2Br + OH^- \longrightarrow CH_3CH_2OH + Br^-$$

EXAMPLE مثال ص71: يتفاعل 1-كلوروبيوتان $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$ مع محلول KOH فينتج 1-بيوتانول:

$$CH_3CH_2CH_2CH_2Cl + KOH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2OH + KCl$$

EXAMPLE مثال ص72: يتفاعل كلوروإيثان CH_3CH_2Cl مع أيون الميثوكسيد CH_3O^- فينتج إيثيل ميثيل إيثر:

$$CH_3CH_2Cl + CH_3O^- \longrightarrow CH_3CH_2OCH_3 + Cl^-$$

كيف نحضِّر ألكوكسيد؟

يتفاعل الكحول مع فلز نشط مثل الصوديوم فينتج ملح ألكوكسيد، الذي يتفكك في الماء منتجًا أيون ألكوكسيد

EXAMPLE مثال ص72: يتفاعل كحول الميثانول CH_3OH مع فلز نشط Na فينتج ميثوكسيد الصوديوم $CH_3O^-Na^+$ الذي يتفكك في الماء منتجًا أيون الميثوكسيد CH_3O^- الذي

يلزمنا للتفاعل مع هاليد الألكيل لتحضير الإيثر، ولاحقًا سنتعلم كتابة تفاعل تحضير ألكوكسيد في تفاعلات الاستبدال في الكحولات

أتحقق ص72: أكمل المعادلات الآتية:

- $CH_3CH_2CH_2Cl + OH^- \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH + Cl^-$
- $CH_3CH_2CH_2Br + CH_3CH_2O^- \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OCH_2CH_3 + Br^-$

تفاعلات الاستبدال في الكحولات

يحدث تفاعل الاستبدال في الكحولات عندما تحل ذرة أو مجموعة ذرات محل مجموعة الهيدروكسيل فيها

تتفاعل جميع أنواع الكحولات بالاستبدال، ومهم معرفة أنواع أو أصناف الكحولات

ما هي أصناف الكحولات؟

تُصنف حسب عدد مجموعات الألكيل المرتبطة بذرة الكربون المتصلة بمجموعة "الهيدروكسيل الواحدة" إلى:

1- كحول أولي 1°
2- كحول ثانوي 2°
3- كحول ثالثي 3°

نوع الكحول	كحول أولي 1°	كحول ثانوي 2°	كحول ثالثي 3°
الصيغة العامة	$R-\underset{H}{\overset{H}{C}}-OH$	$R'-\underset{H}{\overset{R}{C}}-OH$	$R''-\underset{R'}{\overset{R}{C}}-OH$
مثال	CH_3CH_2OH	$CH_3-\underset{OH}{CH}-CH_3$	$CH_3-\underset{OH}{\overset{CH_3}{C}}-CH_3$

تفاعلات الاستبدال في الكحول:

1- الطريقة الشائعة لتحضير هاليد الألكيل: يتفاعل الكحول مع حمض مركز من HX: فيتم استبدال الهيدروكسيل بهالوجين

2- تحضير ألكوكسيد وللتمييز المخبري: يتفاعل الكحول مع فلز نشط كالصوديوم: فيتم استبدال الهيدروجين في الهيدروكسيل بالصوديوم ويتصاعد الهيدروجين، أهميته:

أ- تحضير أيون ألكوكسيد الذي نفاعله مع هاليد الألكيل الأولي لتحضير الإيثر

ب-التمييز المخبري للكحول: الكشف عن الكحول مخبريًّا حيث يتم تمييز الكحول عن غالبية المركبات العضوية بمفاعلتها مع فلز الصوديوم، لكن لا نستطيع من خلاله تمييز الكحول من الحمض الكربوكسيلي لأن كلاهما يتفاعل مع الفلز النشط، والحمض الكربوكسيلي أكثر نشاطًا عند نفس الظروف، وهناك طريقة لتمييزهما عن بعض ندرسها في تفاعلات الاستبدال في الحمض الكربوكسيليي

ما هي ظروف تفاعل الكحول مع حمض مركز من HX ؟

المادة المتفاعلة: حمض مركز من HX مثل: HCl , HBr , HI

درجة الحرارة: درجة حرارة الغرفة

ما الناتج العضوي وغير العضوي من هذا التفاعل؟

ينتج هاليد ألكيل نوعه حسب نوع الكحول المتفاعل، وينتج الماء

أمثلة ص73: انظر هاليد الألكيل الناتج نوعه يعتمد على نوع الكحول الذي تفاعل بالاستبدال:

كحول أولي — هاليد ألكيل أولي

$$1-\ CH_3CH_2OH + HCl\ (\text{مركز}) \longrightarrow CH_3CH_2Cl + H_2O$$

كحول ثانوي — هاليد ألكيل ثانوي

$$2-\ CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_3 + HBr\ (\text{مركز}) \longrightarrow CH_3\underset{\underset{Br}{|}}{C}HCH_3 + H_2O$$

كحول ثالثي — هاليد ألكيل ثالثي

$$3-\ CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-OH + HI\ (\text{مركز}) \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-I + H_2O$$

كيف نميز مخبريًّا أو نكشف عن الكحول ومجموعته الوظيفية الهيدروكسيل؟

نفاعل الكحول ROH مع فلز نشط مثل الصوديوم Na فينتج ألكوكسيد الصوديوم RO^-Na^+ ويتصاعد غاز الهيدروجين حسب المعادلة الآتية:

$$R-OH + Na \rightarrow R-O^-Na^+ + \tfrac{1}{2}H_2$$

تعزيز: الصوديوم عندما يتفاعل مع الماء يحل محل ذرة الهيدروجين كما في المعادلة:

$$Na + H_2O \rightarrow NaOH + {}^1/_2\,H_2$$

ونفس الشيء عندما يتفاعل الصوديوم مع الكحول فإنه سيحل محل ذرة الهيدروجين في الهيدروكسيل ويتصاعد غاز الهيدروجين

أمثلة ص73: يتفاعل الإيثانول مع الصوديوم مكوّنًا ألكوكسيد الصوديوم:

$$CH_3CH_2OH + Na \longrightarrow CH_3CH_2O^-Na^+ + \tfrac{1}{2}H_2$$

أفكر ص73: أكتب الصيغة البنائية للمركب A:

$$A + HI\ (\text{مركز}) \longrightarrow CH_3\underset{\underset{I}{|}}{C}HCH_2CH_3 + H_2O$$

بما أننا استخدمنا حمض HI المركز ونتج هاليد ألكيل ثانوي، إذًا هذا تفاعل استبدال في الكحول، ونوعه كحول ثانوي $CH_3CHOHCH_2CH_3$

أتحقق ص73: أكمل المعادلات الآتية:

- $CH_3CH_2CH_2CH_2OH + HBr\ (\text{مركز}) \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2Br + H_2O$
- $CH_3CH_2\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}CH_2CH_3 + HCl\ (\text{مركز}) \longrightarrow CH_3CH_2\overset{\overset{Cl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}CH_2CH_3 + H_2O$
- $CH_3CH_2\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_3 + Na \longrightarrow CH_3CH_2\underset{\underset{O^-Na^+}{|}}{C}HCH_3 + 1/2H_2$

تفاعلات الاستبدال في الحموض الكربوكسيلية

تفاعلات الاستبدال في الحموض الكربوكسيلية:

1- تفاعل الأسترة: يتفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول في وسط حمضي لتكوين الإستر: وهذا التفاعل من الطرق الشائعة لتحضير الإستر صناعيًّا ومخبريًّا

$$RC(=O)-OH + HO-R` \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} RC(=O)-O-R` + HOH$$

2- تكوين ملح الحمض الكربوكسيلي: يتفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الفلز النشط مثل الصوديوم: فيتم استبدال الهيدروجين في الكربوكسيل بذرة الصوديوم ويتصاعد غاز الهيدروجين، وينتج ملح الحمض الكربوكسيلي كما في المعادلة:

$$CH_3COOH + Na \longrightarrow CH_3COO^-Na^+ + \tfrac{1}{2}H_2$$

3- التمييز المخبري: يتفاعل الحمض الكربوكسيلي مع بعض الأملاح القاعدية مثل كربونات الصوديوم Na_2CO_3 أو كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$، فيتصاعد

غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، أهمية هذا التفاعل: للكشف عن الحموض الكربوكسيلية حيث يميز مخبريًّا الحمض الكربوكسيلي عن غيره من المركبات العضوية، مثال:

$$2CH_3CH_2COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2CH_3CH_2COO^-Na^+ + CO_2 + H_2O$$

ما هي ظروف تفاعل الأسترة؟

المادة المتفاعلة: حمض كربوكسيلي وكحول

عامل مساعد: حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4

درجة الحرارة: التسخين يزيد سرعة التفاعل

والتفاعل: منعكس يمكن إزاحته باتجاه تكوين الإستر ناحية اليمين بإزالة الماء من وسط التفاعل

$$RC(=O)-OH + HO-R` \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} RC(=O)-O-R` + HOH$$

نوع التفاعل: استبدال؛ حيث حل OR' من الكحول محل OH من مجموعة الكربوكسيل لتكوين الإستر $RCOOR'$

علل يعد تفاعل الأسترة من تفاعلات الاستبدال في الحموض الكربوكسيلية؟

لأنه حل OR' من الكحول محل OH من مجموعة الكربوكسيل لتكوين الإستر $RCOOR'$

أمثلة ص74: يتفاعل حمض الميثانويك مع 1-بروبانول لتكوين الماء وميثانوات البروبيل حسب المعادلة:

$$HC(=O)-OH + CH_3CH_2CH_2OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} HC(=O)-OCH_2CH_2CH_3 + H_2O$$

اذكر طرق تفكك الإستر وماذا ينتج عنه

1- من التفاعل المنعكس السابق الذي ينتج منه الإستر، يتفكك الإستر عند إضافة الماء بوجود حمض HCl المخفف كعامل مساعد، فيزاح الاتزان باتجاه اليسار نحو تكوين الحمض والكحول المكونان للإستر، مثال:

$$CH_3CH_2C(=O)-OCH_3 + H_2O \underset{\text{مخفف}}{\overset{HCl}{\rightleftharpoons}} CH_3CH_2COOH + CH_3OH$$

2- يتفكك الإستر عند تسخينه مع محلول قاعدة قوية مثل KOH وينتج كحول وملح الحمض الكربوكسيلي، ويسمى تفاعل التصبن لأنه يشبه التفاعل المستخدم في صناعة الصابون، مثال: تفكك إستر إيثانوات البروبيل عند تسخينه في الوسط القاعدي مكونًا إيثانوات الصوديوم و 1-بروبانول

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow{\text{تسخين}} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa + CH_3CH_2CH_2OH$$

ما المقصود بتفاعل التصبن؟

تفاعل تفكك الإستر عند تسخينه مع محلول قاعدة قوية مثل NaOH منتجًا الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي

أفكر ص75: أصف كيف أميز مخبريًّا بين كحول الإيثانول CH_3CH_2OH وحمض الإيثانويك CH_3COOH وأكتب معادلة كيميائية للتفاعل الحاصل؟

يستخدم كربونات الصوديوم Na_2CO_3 أو كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ فيتفاعل الحمض مطلقًا CO_2 ولا يتفاعل الكحول

$$2CH_3COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2$$
$$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$
$$2CH_3CH_2OH + Na_2CO_3 \rightarrow NO\ REACTION$$
$$CH_3CH_2OH + NaHCO_3 \rightarrow NO\ REACTION$$

أتحقق ص75: أحدد الكحول والحمض الكربوكسيلي الذي تكوّن منهما الإستر الآتي:

الإستر

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCHCH_3 \quad (CH_3 \text{ على } CH)$$

الحمض الكربوكسيلي

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

الكحول

$$HOCHCH_3 \quad (CH_3 \text{ على } CH) \quad \text{أو} \quad CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

أتحقق ص75: أكمل المعادلات الآتية:

- $CH_3CH_2CH_2COOH + CH_3OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3CH_2CH_2COOCH_3 + H_2O$
- $CH_3COOCH_2CH_2CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_3COO^-Na^+ + CH_3CH_2CH_2CH_2OH$
- $HCOOH + NaHCO_3 \longrightarrow HCOONa + CO_2 + H_2O$

الربط بالصناعة: استخلص الإنسان منذ القدم مسكنًا للألم من لحاء شجر الصفصاف، إلى أن صُنع الأسبرين فأصبح يستخدم في أنحاء العالم كافة بوصفه مسكنًا للألم بوجه عام، حيث يحضر من خلال تفاعل الأسترة

ورقة عمل (5): تفاعلات الاستبدال

تدريب (1): المادة المستخدمة لتمييز الإيثانول عن الإيثان في المختبر هي:

(a)	Na	(b)	$NaHCO_3$
(c)	Br_2	(d)	Na_2CO_3

تدريب (2): نكشف عن المجموعة الوظيفية للحمض الكربوكسيلي عن غيره باستخدام:

(a)	HCl	(b)	CO_2
(c)	Br_2	(d)	Na_2CO_3

تدريب (3): الغاز الناتج عن تفاعل حمض الإيثانويك مع كربونات الصوديوم:

(a)	H_2	(b)	CO_2
(c)	O_2	(d)	CO

تدريب (4): التفاعل الذي يحوّل $CH_3CHOHCH_2CH_3$ إلى $CH_3CHBrCH_2CH_3$:

(a)	إضافة	(b)	استبدال
(c)	حذف	(d)	أسترة

تدريب (5): يحدث تفاعل الاستبدال في الكحولات عندما تحل ذرة أو مجموعة محل:

(a)	O	(b)	R
(c)	OH	(d)	RO

تدريب (6): يعتبر تفاعل CH_3CH_2Br مع $CH_3O^-Na^+$ نوع من:

(a)	الإضافة الإلكتروفيلية	(b)	الاستبدال النيوكليوفيلي
(c)	الإضافة النيوكيلوفيلية	(d)	التمييز المخبري

تدريب (7): يزداد تكوين الإستر في تفاعل الأسترة بـ:

(a)	إضافة الماء إلى وسط التفاعل	(b)	إضافة حمض مخفف
(c)	إزالة الماء من وسط التفاعل	(d)	تبريد التفاعل

تدريب (8): أكمل المعادلات الآتية:

(1)	$CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + HCl \longrightarrow$
(2)	$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}}$
(3)	$CH_3CH_2Br + \bar{O}H \longrightarrow$
(4)	$CH_3\overset{\displaystyle O}{\overset{\|\|}{C}}-OH + NaHCO_3 \longrightarrow$
(5)	$CH_3Cl + CH_3\bar{O} \longrightarrow$
(6)	$CH_3OH + Na \longrightarrow$
(7)	$CH_3CH_2\overset{\displaystyle O}{\overset{\|\|}{C}}-OH + CH_3CH_2CH_2OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons}$
(8)	$CH_3\overset{\displaystyle O}{\overset{\|\|}{C}}-OCH_3 + NaOH \xrightarrow{\text{تسخين}}$
(9)	$CH_3CH_2\overset{\displaystyle O}{\overset{\|\|}{C}}-OH + CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \overset{H^+}{\rightleftharpoons}$
(10)	$CH_3CH_2CH_2Br + CH_3CH_2\bar{O} \longrightarrow$
(11)	$CH_3CH_2CH_2COOH + CH_3CH_2OH \underset{\text{تسخين}}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}}$
(12)	$CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCOOH + NaHCO_3 \longrightarrow$

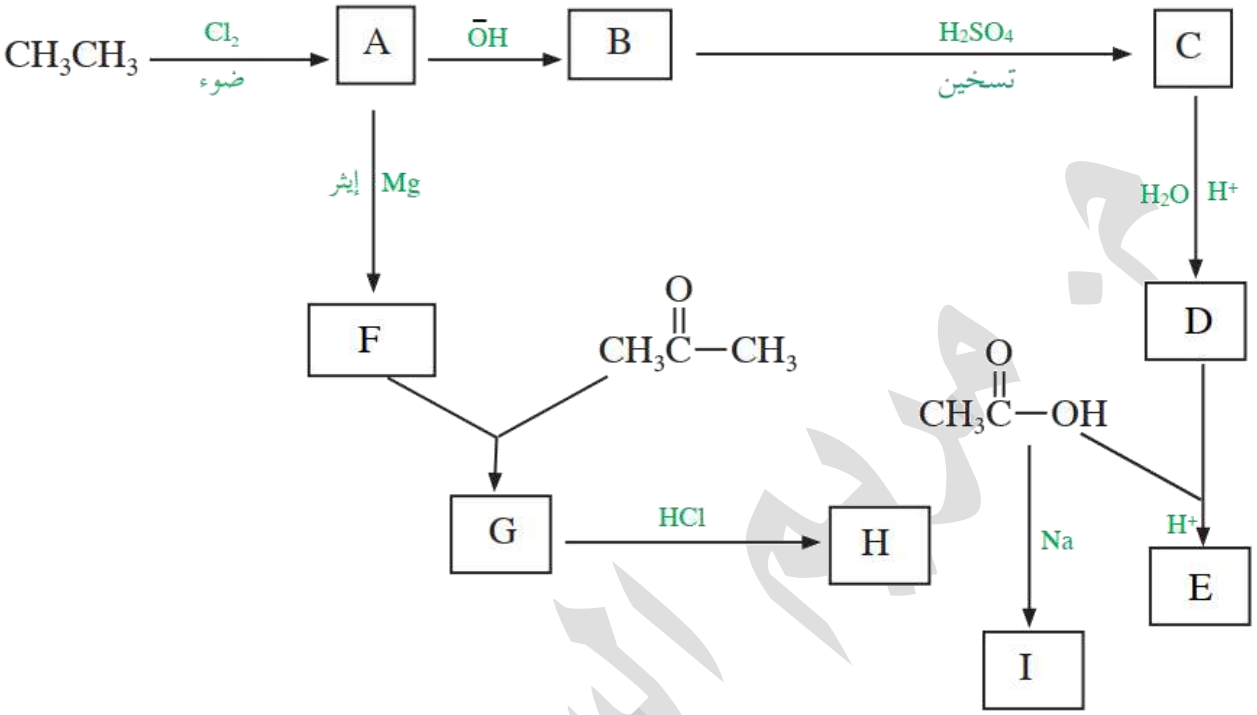
تدريب (9): أكتب الصيغ البنائية للمركبات العضوية A, B في المعادلات الآتية:

$$CH_3OH \xrightarrow{Na} \boxed{A} + \frac{1}{2}H_2$$

$$\boxed{A} + CH_3CH_2CH_2Cl \longrightarrow \boxed{B} + NaCl$$

م. مريم السرطاوي

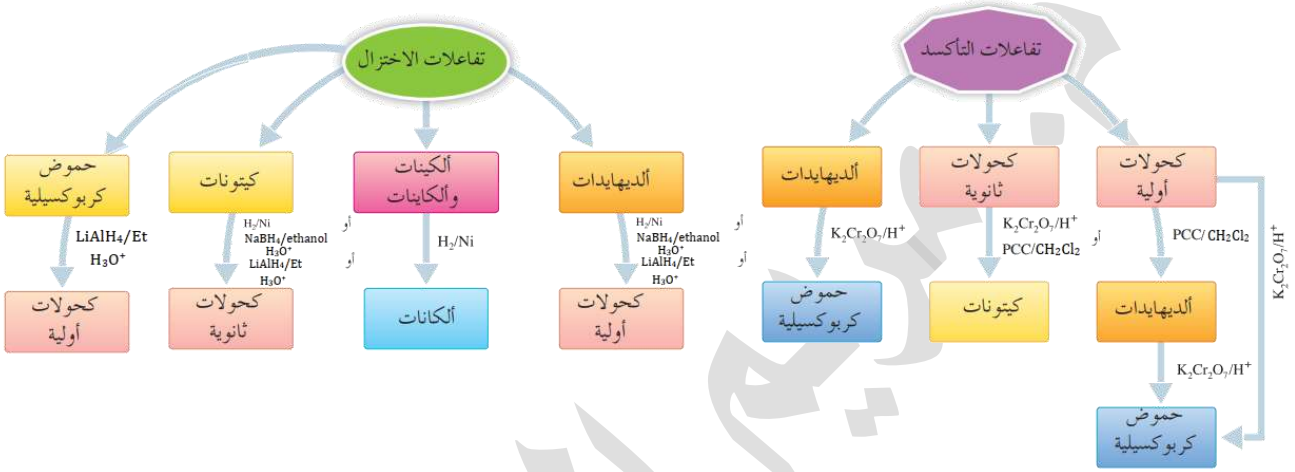
تدريب (10): أكتب الصيغ البنائية للمركبات العضوية المكتوبة بالرموز في مخطط التفاعلات الآتي مع تصنيف التفاعل على نفس المخطط إلى: إضافة، حذف، استبدال



م. مريم السرطاوي

تفاعلات التأكسد والاختزال في المركبات العضوية

- تفاعل التأكسد في المركب العضوي: زيادة في عدد ذرات الأكسجين أو نقص في عدد ذرات الهيدروجين
- تفاعل الاختزال في المركب العضوي: نقص في عدد ذرات الأكسجين، أو زيادة في عدد ذرات الهيدروجين "حاول رسم هذا المخطط على ورقة خارجية وثبتها على مكتبك للمراجعة المستمرة"



تفاعلات التأكسد

- تفاعل التأكسد يختص بالعائلات الآتية:

1- كحول: والناتج ألديهايد أو كيتون حسب نوع الكحول

2- كحول: حمض كربوكسيلي

3- كربونيل "ألديهايد": والناتج حمض كربوكسيلي

- تعزيز: وحتى تثبِّت هذه العمليات الانتقالية بين العائلات خلال عمليتي التأكسد أو الاختزال، فعليك أن تعلم ترتيب أيوباك للمجموعات الوظيفية (حماك):

1- الحمض الكربوكسيلي

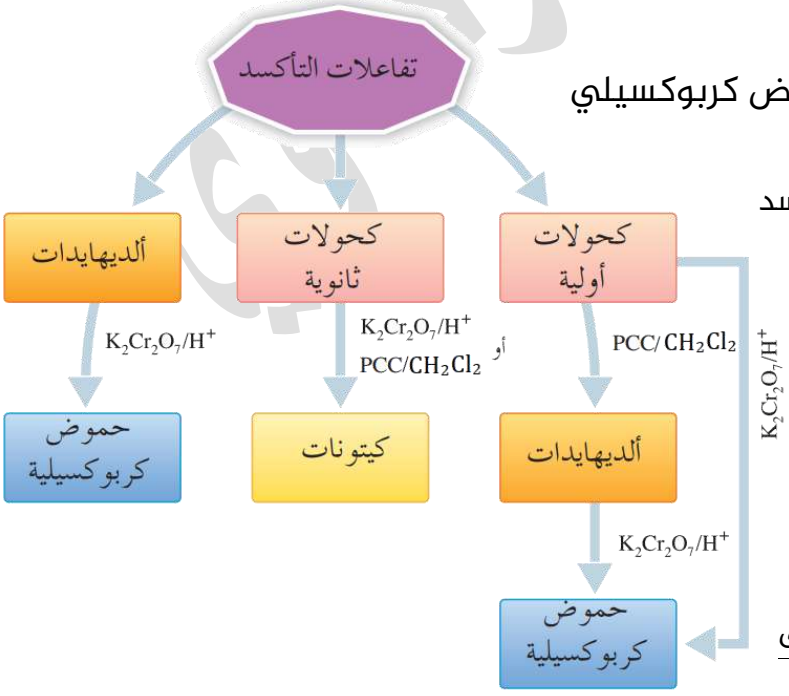
2- الكربونيل (ألديهايد ثم كيتون)

3- الكحول

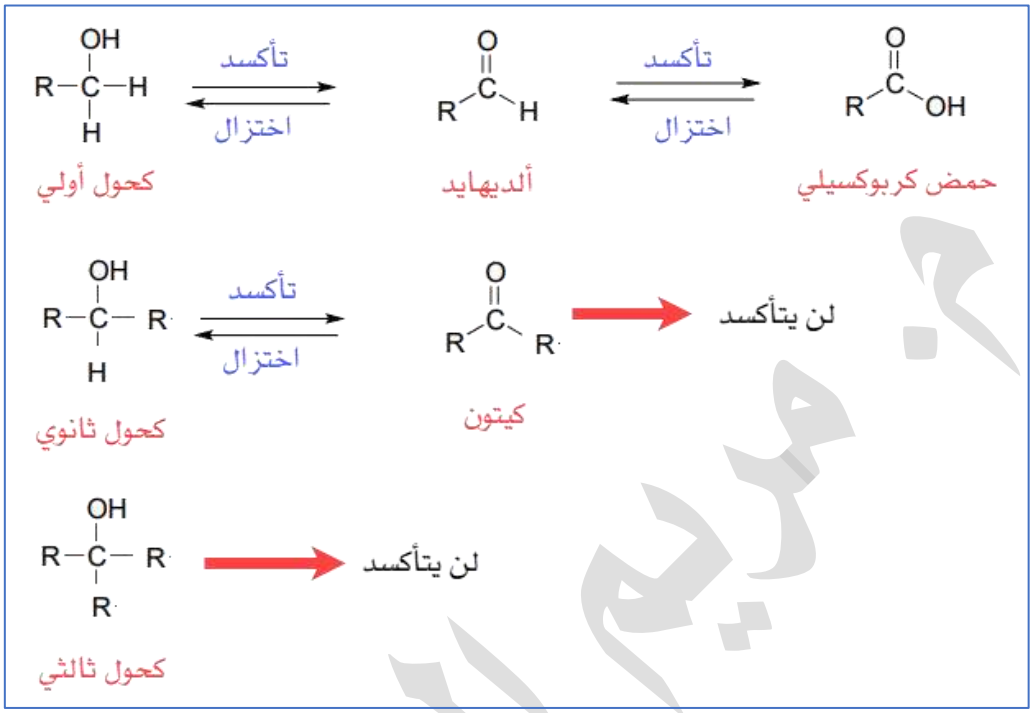
فالتأكسد ينقل المركب إلى منزلة أعلى

والاختزال ينزله إلى منزلة أقل أدنى

ستفهم كل ذلك مع الوقت إن شاء الله تعالى



✓ انظر هذا المخطط الذي يلخص لك القصة بين تلك العائلات الثلاث، الحمض والكربونيل والكحول، وستفهمها خلال الدرس وتذكر أن التأكسد زيادة أكسجين أو نقص هيدروجين، والاختزال زيادة هيدروجين أو نقص أكسجين:



العوامل المؤكسدة المستخدمة في تفاعلات العضوية:

1- عامل مؤكسد قوي: دايكرومات البوتاسيوم أو الصوديوم $K_2Cr_2O_7$, $Na_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي H^+

2- عامل مؤكسد ضعيف: كلوروكرومات البيريدينيوم المذاب في ثنائي كلوروميثان PCC/CH_2Cl_2

تأكسد الكحولات

تعتمد نواتج تأكسد الكحولات على نوع الكحول الذي يتأكسد، حيث يتأكسد الكحول الأولي بوجود عامل مؤكسد مكوّنًا ألديهايدًا، يستمر تأكسده إلى حمض كربوكسيلي ويتأكسد الكحول الثانوي إلى كيتون

علل: قد يتأكسد الكحول الأولي إلى ألديهايد، وقد يتأكسد إلى حمض كربوكسيلي

لأن هذا التفاعل يعتمد على العامل المؤكسد المستخدم وظروف التفاعل، فإن كان عاملاً مؤكسدًا ضعيفًا فالكحول يتأكسد إلى ألديهايد، وإن كان قويًّا فإنه يتأكسد إلى حمض

أمثلة على تأكسد الكحول الأولي بعامل مؤكسد قوي:

مثال ص76: يتأكسد 1-بروبانول باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي إلى البروبانال الذي يتأكسد مباشرة إلى حمض البروبانويك، حيث نقص محتوى الهيدروجين وزاد محتوى الأكسجين

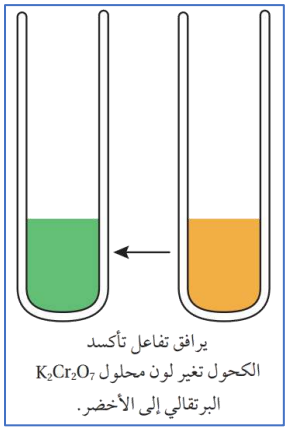
$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

انظر خطوات التفاعل يستمر تأكسد الكحول الأولي إلى حمض كربوكسيلي عند استخدام عامل مؤكسد قوي

$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

مرحلة (1): تُحذف ذرة هيدروجين من الهيدروكسيل ومن ذرة الكربون المرتبطة بها وتتكون رابطة ثنائية بين الكربون والأكسجين

مرحلة (2): يُزاد الأكسجين بجانب الهيدروجين


يرافق تفاعل تأكسد الكحول تغير لون محلول $K_2Cr_2O_7$ البرتقالي إلى الأخضر.

ويرافق تفاعل تأكسد الكحول: تغير لون محلول دايكرومات البوتاسيوم البرتقالي إلى أخضر، والسبب تغير عدد تأكسد الكروم في $Cr_2O_7^{2-}$ إلى Cr^{3+} الذي لون محلول أيوناته أخضر

تعزيز: تذكَّر التجربة الاستهلالية: تم الكشف عن المجموعة الوظيفية "الهيدروكسيل" في الكحول باستخدام عامل مؤكسد وهو دايكرومات البوتاسيوم فتحول لون المحلول من برتقالي إلى أخضر، ومن خلال تلك التجربة نميز مخبريًّا بين أنواع الكحول، فالكحول الثالثي لن يتأكسد ولن يتغير اللون، ستعلم لماذا لا يتأكسد بعد قليل

مثال ص77: يتأكسد 3-ميثيل-1-بيوتانول باستخدام دايكرومات الصوديوم في وسط حمضي مكوِّنًا حمض 3-ميثيل بيوتانويك حسب المعادلة:

$$CH_3CHCH_2CH_2OH \xrightarrow{Na_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CHCH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

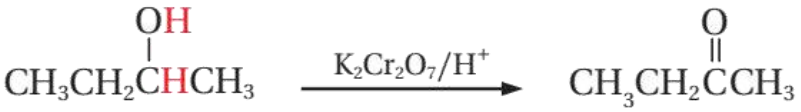
أمثلة على تأكسد الكحول الأولي بعامل مؤكسد ضعيف:

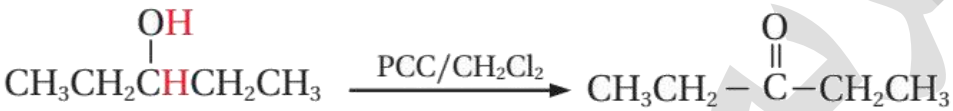
مثال ص76: يتأكسد 1-بروبانول إلى البروبانال ولا يتأكسد البروبانال لأن العامل المؤكسد ضعيف، فتُحذف ذرتا هيدروجين من مجموعة الهيدروكسيل ومن ذرة الكربون المرتبطة بها وتتكون رابطة ثنائية بين ذرتي الأكسجين والكربون

مثال ص77: يتأكسد 3-ميثيل-1-بيوتانول مكوِّنًا 3-ميثيل بيوتانال

أمثلة على تأكسد الكحول الثانوي: سواء عامل مؤكسد قوي أو ضعيف فالنتيجة كيتون

أمثلة ص77: يتأكسد 2-بيوتانول مكوِّنًا بيوتانون، ويتأكسد 3-بنتانول مكوِّنًا 3-بنتانون

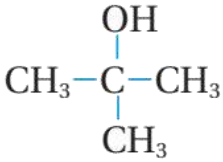




تُحذف ذرة هيدروجين من الهيدروجين ومن الكربونة المرتبطة بها وتنشأ رابطة ثنائية بينهما

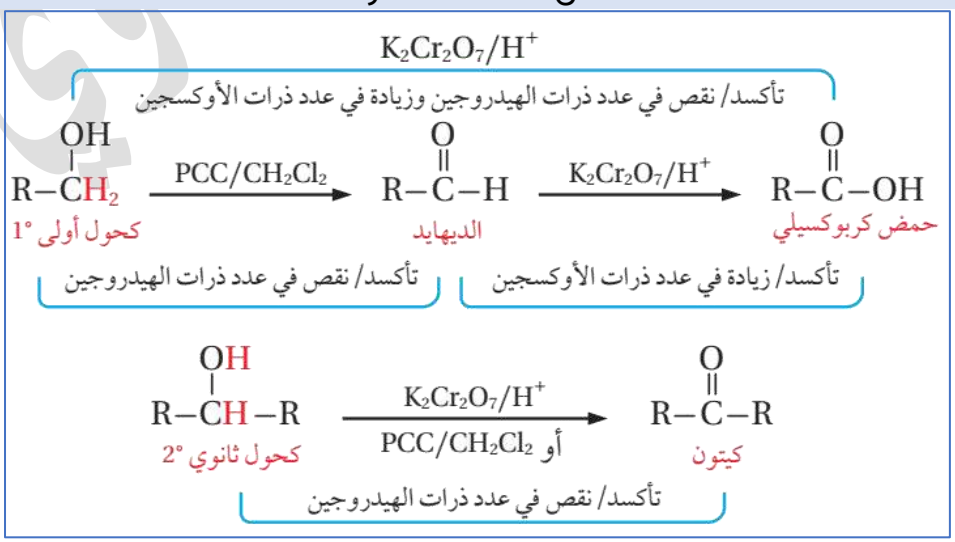
تذكّر الكيتون لا يتأكسد إلى حمض كربوكسيلي، فمجموعة الكربونيل وسطية

علل: لا يتأكسد ميثيل-2-بروبانول عند الظروف نفسها؟



لأن ذرة الكربون المرتبطة بمجموعة الهيدروكسيل لا ترتبط بأي ذرة هيدروجين فلا يمكن نزع ذرتي H من المركب وبالتالي لا يتأكسد ((وهذا كحول ثالثي))

ملخص أكسدة الكحولات



أتحقق ص78: أكمل المعادلات الآتية:

1- $CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$

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

3- $CH_3(CH_2)_4CH_2OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3(CH_2)_4\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

أتحقق ص78: أفسر: لا تتأكسد الكحولات الثالثية باستخدام محلول دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي

لأن ذرة الكربون المرتبطة بمجموعة الهيدروكسيل لا ترتبط بأي ذرة هيدروجين

فلا يمكن نزع ذرتي H من المركب وبالتالي لا يتأكسد

أفكر ص78: مركب عضوي A صيغته الجزيئية $C_4H_{10}O$ على شكل سلسلة مستمرة، عند أكسدته باستخدام $K_2Cr_2O_7/H^+$ نتج المركب B صيغته الجزيئية $C_4H_8O_2$ حيث يتفاعل مع كربونات الصوديوم Na_2CO_3 وينتج عن تفاعله غاز CO_2، أكتب الصيغ البنائية للمركبين A, B

مركب A عبارة عن كحول من أربع ذرات كربون يعني 1-بيوتانول (لأنه سلسلة مستمرة) تم أكسدته بعامل مؤكسد قوي وسينتج B حمض كربوكسيلي وهو حمض بيوتانويك والدليل أنه حمض لأنه يتفاعل مع Na_2CO_3 وينتج غاز CO_2

A: $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ B: $CH_3CH_2CH_2COOH$

تأكسد الألديهايدات

- تتأكسد الألديهايدات باستخدام عامل مؤكسد مناسب مثل دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي $K_2Cr_2O_7/H^+$ مكونةً حموضًا كربوكسيلية
- أمثلة على تأكسد الألديهايد:

$$CH_3CHO \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3COOH$$

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

مثال ص78: يتأكسد الإيثانال إلى حمض الإيثانويك، ويرافقه زيادة في محتوى الأكسجين

- أما الكيتونات فلا تتأكسد عند الظروف نفسها وبناءً على ذلك يستخدم تفاعل أكسدة الألديهايد للتمييز بين الألديهايدات والكيتونات

التمييز المخبري بين الألديهايد والكيتون

- نستخدم المحاليل الآتية التي تعمل على أكسدة الألديهايد دون الكيتون:

1- محلول توليز: وهو عامل مؤكسد ضعيف من محلول يحتوي أيونات الفضة في وسط قاعدي من الأمونيا ، $Ag(NH_3)_2^+/OH^-$

حيث يتأكسد الألديهايد، وتُختزل أيونات الفضة من محلول توليز فتترسب على السطح الداخلي لوعاء التفاعل مكونة مرآة فضية [ويسمى الاختبار بمرآة الفضة أو توليز] أما الكيتونات فلا تتأكسد باستخدام محلول توليز

$$CH_3CHO \xrightarrow[OH^-]{[Ag(NH_3)_2]^+} CH_3COO^- + \underset{\text{مرآة فضية}}{Ag}\downarrow$$

$$R-CO-R'' \xrightarrow[OH^-]{[Ag(NH_3)_2]^+} \times$$

2- محلول فهلنج: وهو عامل مؤكسد ضعيف محلول قاعدي يحتوي أيونات النحاس Cu^{2+} يُسخَّن الألديهايد مع محلول فهلنج فيتأكسد إلى حمض كربوكسيلي وتُختزل أيونات النحاس من Cu^{2+} إلى Cu^+ وتترسب على شكل راسب بني محمر من أكسيد النحاس Cu_2O

أما الكيتونات فلا تتأكسد باستخدام محلول فهلنج

$$CH_3CHO \xrightarrow[2OH^-]{2Cu^{2+}} CH_3COO^- + Cu_2O\downarrow$$

راسب بُنّي محمرّ

أتحقق ص79: أكتب معادلة تأكسد البيوتانال $CH_3CH_2CH_2CHO$ باستخدام محلول دايكرومات البوتاسيوم الحمضي $K_2Cr_2O_7/H^+$

$$CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

أتحقق ص79: أصف كيف أميز مخبريًّا بين البروبانال CH_3CH_2CHO والبروبانون CH_3COCH_3 وأكتب معادلات كيميائية توضح ذلك

باستخدام محلول توليز

$$CH_3CH_2CHO \xrightarrow[OH^-]{[Ag(NH_3)_2]^+} CH_3CH_2COO^- + \underset{\text{مرآة فضية}}{Ag}\downarrow$$

$$CH_3COCH_3 \xrightarrow[OH^-]{[Ag(NH_3)_2]^+} \times$$

التجربة (1) ص80: التمييز بين الألديهايدات والكيتونات

طريقة التجربة:

- تحضير أنبوبان اختبار يضاف محلول توليز حديث التحضير لكليهما
- يُضاف إلى الأنبوب الأول قطرات من الإيثانال ويتم رجه
- يُضاف إلى الأنبوب الثاني قطرات من البروبانون (الأسيتون) ويتم رجه
- يتم تسخين الأنبوبان على حرارة 50°C مدة 5 دقائق ونسجل الملاحظات

أسجل النتائج التي حصلت عليها في جدول البيانات الآتي:

المركب	التفاعل مع محلول توليز (يتفاعل أو لا يتفاعل)	دليل حدوث التفاعل
الإيثانال	يتفاعل	تتكون مرآة فضية (راسب فضة)
البروبانون	لا يتفاعل	لا يحدث أي تغيير

أفسر: هل يمثل محلول توليز عاملاً مؤكسدًا أم عاملاً مختزلاً؟

عامل مؤكسد

أكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل التفاعل الذي يحدث في كل أنبوب

$$CH_3CHO \xrightarrow[OH^-]{[Ag(NH_3)_2]^+} CH_3COO^- + \underset{\text{مرآة فضية}}{Ag}\downarrow$$

$$CH_3COCH_3 \xrightarrow[OH^-]{[Ag(NH_3)_2]^+} \times$$

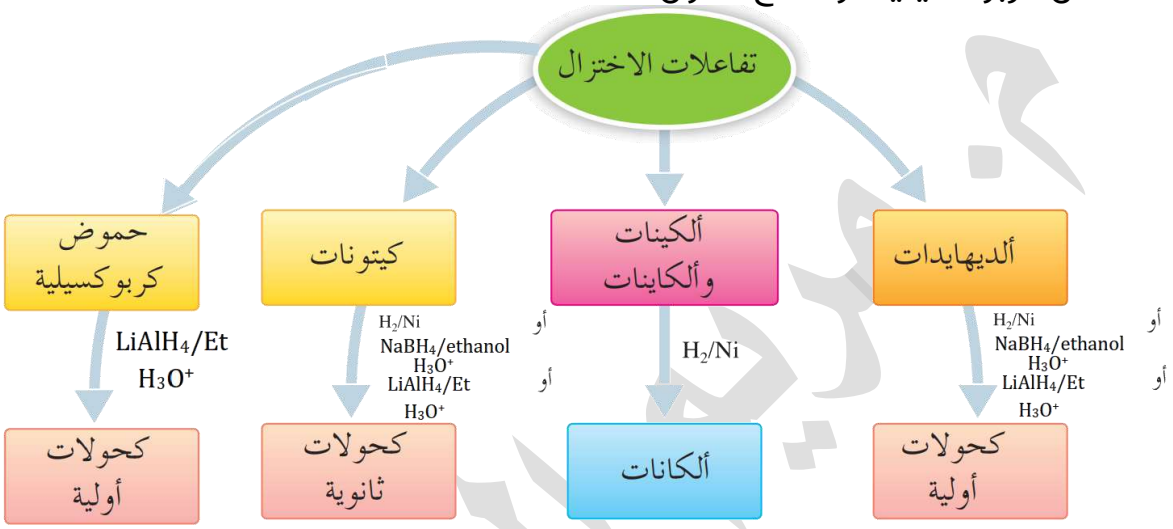
تفاعلات الاختزال

تفاعل الاختزال تختص بالعائلات الآتية:

4- ألكينات وألكاينات: والناتج ألكانات [تمامًا مثل تفاعل الإضافة]

5- ألديهايدات وكيتونات: والناتج كحول فإن استخدمنا الهدرجة فهو مثل تفاعل الإضافة

6- حمض كربوكسيلية: والناتج كحول



المواد التي تعمل على اختزال المركب العضوي:

3- الهيدروجين [تفاعل الهدرجة] بوجود النيكل أو البلاتين

4- هيدريد الليثيوم والألمنيوم $LiAlH_4$ مذابًا في الإيثر الجاف Et "عامل مختزل قوي"

5- بوروهيدريد الصوديوم $NaBH_4$ المذاب في الإيثانول

مهم: عند استخدام العوامل المختزلة $LiAlH_4$ و $NaBH_4$ فإننا نتبع التفاعل بمحلول مخفف من حمض مثل: H_2SO_4 لينتج في النهاية الكحول

اختزال الألكينات والألكاينات

يعد تفاعل إضافة الهيدروجين [الهدرجة] إلى الرابطة الثنائية في الألكينات أو الرابطة الثلاثية في الألكاينات بوجود البلاتين أو النيكل كعامل مساعد اختزالاً

علل: يعد تفاعل الهدرجة اختزالاً

لأن هذا التفاعل يصاحبه زيادة في عدد ذرات الهيدروجين

أمثلة ص81:

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

$$CH_3-C\equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3CH_2CH_3$$

أتحقق ص81: أكمل المعادلة الآتية:

$$CH_3CH=CHCH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_2CH_3$$

اختزال الألديهايدات والكيتونات

يُختزل الألديهايد فيتكون كحول أولي [الكربونيل طرفية]، ويختزل الكيتون فيتكون كحول ثانوي [كربونيل وسطية]، ونستخدم طريقتين:

1- إضافة الهيدروجين بوجود عامل مساعد كالنيكل Ni أو البلاتين Pt

2- باستخدام عوامل مختزلة مثل $LiAlH_4$ أو $NaBH_4$ فكلاهما مصدر لأيونات الهيدريد H^- متبوعًا بإضافة حمض مخفف H^+ أو نكتبه H_3O^+

وضح ميكانيكية التفاعل في اختزال الألديهايدات والكيتونات بالهدرجة؟

يعمل العامل المساعد Ni أو Pt على إضعاف الرابطة بين ذرتي الهيدروجين فيسهل إضافتهما إلى الرابطة الثنائية في مجموعة الكربونيل حيث تكسر رابطة π بين ذرتي الكربون والأكسجين وتضاف ذرتا الهيدروجين إليهما فينتج كحول أولي عند اختزال الألديهايد، وكحول ثانوي عند اختزال الكيتون

أمثلة ص81: إضافة الهيدروجين إلى الإيثانال CH_3CHO تصاحبه زيادة في عدد الهيدروجين، أيْ حدث له اختزال، ونوع الكحول الناتج أولي CH_3CH_2OH

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{\underset{H}{\underset{|}{C}}}}-H$$

أفكر ص82: أفسر تُختزل الكيتونات إلى كحولات ثانوية وليست أولية

لأن مجموعة الكربونيل في الكيتون وسطية تحيط بها مجموعتا ألكيل، عند اختزال الكيتون تضاف ذرتا الهيدروجين إلى مجموعة الكربونيل الوسطية، أي أن ذرة الكربون المرتبطة بالهيدروكسيل الناتج كانت بالأصل مرتبطة بمجموعتي ألكيل، فالكحول سيكون ثانويًّا

وضح ميكانيكية التفاعل في اختزال الألديهايدات والكيتونات بالعوامل المختزلة؟

العوامل المختزلة مثل $LiAlH_4$ أو $NaBH_4$ كلاهما مصدر لأيونات الهيدريد H^- وهذا نيوكليوفيل يرتبط بذرة كربون مجموعة الكربونيل التي تحمل شحنة جزئية موجبة فتنكسر الرابطة في مجموعة الكربونيل، فنتبع التفاعل بوسط حمضي من محلول مخفف من حمض الكبريتيك، ونرمز له بالتفاعل إما بـ H^+ أو H_3O^+ فيعمل هذا الإلكتروفيل على الارتباط بذرة الأكسجين فينتج الكحول

تنويه: الكلام الذي تحته خط غير مذكور في الكتاب وهو تعزيز لفهم التفاعل

علل: يتم التعامل بحذر شديد مع العامل المختزل $LiAlH_4$ ويذاب في الإيثر الجاف

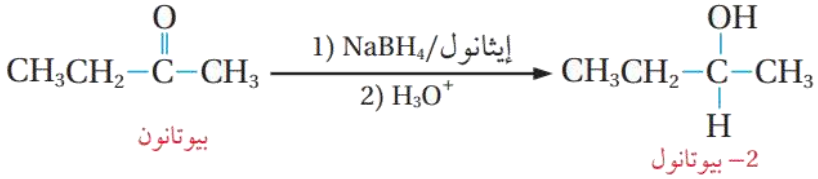
لأن $LiAlH_4$ شديد التفاعل مع الماء "حتى تثبت المعلومة عن فهم: تذكّر أنه عامل مختزل أقوى من $NaBH_4$ لأن فيه الفلز Al أقل كهروسالبية من B فالرابطة Al – H ستكون أضعف وسهل تحرر H^-"

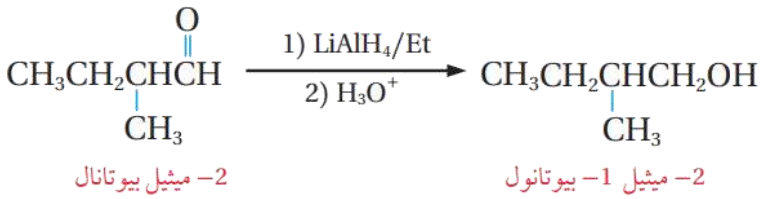
متى يُضاف محلول الحمض المخفف في حال استخدمنا العامل المختزل $LiAlH_4$

يُضاف محلول الحمض إلى التفاعل بعد انتهاء تفاعل ذلك العامل المختزل، والسبب تم ذكره في جواب السؤال السابق "لأنه شديد التفاعل مع الماء"

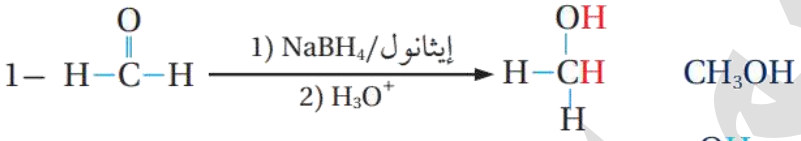
الربط بالحياة: يكوّن الإيثانال مبلمرات بسيطة منها، مبلمر مكون من ثلاث مونومرات $(CH_3CHO)_3$ ويستخدم دواء منوّمًا. أيضًا مبلمر مكون من أربعة مونومورات $(CH_3CHO)_4$ حيث يستخدم وقودًا صُلبًا لمواقد التخييم

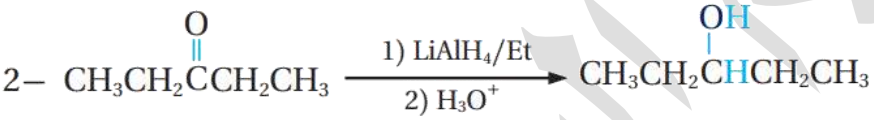
أمثلة ص82: اختزال البيوتانون أدى إلى تكوّن 2-بيوتانول وهو كحول ثانوي، واختزال 2-ميثيل بيوتانال أدى إلى تكوّن 2-ميثيل-1-بيوتانول وهو كحول أوّلي





أتحقق ص82: أكمل المعادلات الآتية





اختزال الحموض الكربوكسيلية

تحتوي مجموعة الكربوكسيل في الحموض الكربوكسيلية على مجموعة الكربونيل القابلة للاختزال كما في الألديهايدات والكيتونات، لكن الحمض الكربوكسيلي مركب عضوي أقوى من مركبات الكربونيل، لذا يُختزل بعامل مختزل قوي مثل $LiAlH_4$ ولا يُختزل بـ $NaBH_4$

تذكر التعزيز الخارجي بـ ترتيب المجموعات الوظيفية عند أيوباك:

الحموض الكربوكسيلية > ألديهايد وكيتون > الكحول جملة ذهنية "حماك"

فإذا تم اختزال الحمض فإنه يتحول إلى ألديهايد ثم كحول أوّلي "لأن الكربوكسيل طرفية"

وإذا تم اختزال الألديهايد فإنه يتحول إلى كحول أولي

وإذا تم اختزال الكيتون فإنه يتحول إلى كحول ثانوي

يعني عند الاختزال يتحوّل إلى الأقل منه في الترتيب، وعند التأكسد يتحول إلى الأعلى منه ترتيبًا

وضح ماذا يحدث عند اختزال الحمض الكربوكسيلي؟

يتم اختزال الحمض الكربوكسيلي بالعامل المختزل القوي $LiAlH_4$ فينتج ألديهايد الذي يُختزل فور تكوّنه إلى كحول أوّلي

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4/Et} R-CH_2OH$$

أمثلة ص83: يُختزل حمض الإيثانويك مكوِّنًا الإيثانول، ويُختزل حمض ميثيل بروبانويك إلى كحول ميثيل-1-بروبانول، نلاحظ ازدياد عدد ذرات الهيدروجين ونقصان عدد ذرات الأكسجين، وذلك على مرحلتي تفاعل "حمض إلى ألديهايد إلى كحول أولي"

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

$$CH_3\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)LiAlH_4/Et} CH_3\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}CH_2OH$$

أتحقق ص83: أكمل المعادلة الآتية:

$$CH_3CH_2CH_2CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4/Et} CH_3CH_2CH_2CH_2\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-H$$

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$

الربط بالصناعة

حمض الأستيك أو حمض الإيثانوك CH_3COOH؛ هو المكون للخلّ، ينتج حمض الأستيك صناعيًا من البتروكيماويات، يستخدم ما يقارب ثلث إجمالي حمض الأستيك المنتج في جميع أنحاء العالم في إنتاج أسيتات الفينيل $CH_3COOCH=CH_2$، وهو مركب يستخدم مونومرًا لإنتاج مبلمر بولي فينيل أسيتات PVA المكون لأصماغ الخشب. ويستخدم حمض الأسيتيك -أيضًا- في إنتاج إسترات مختلفة منها؛ أسيتات السليلوز، حيث تستخدم لصناعة الأفلام الفوتوغرافية، ويمكن استخدامه -أيضًا- في تحضير بعض الأدوية مثل الأسبرين. في المنزل غالبًا ما يستخدم حمض الأستيك منظفًا منزليًّا، إذ يدخل في تكوين مزيلات التكلُّس. وقد ثبت -أيضًا- أن حمض الأستيك له خصائص مضادة للبكتيريا والفطريات حتى عند تخفيفه، لذلك استخدم لتطهير الجروح ومنظّفًا للأسطح في المطابخ.

ورقة عمل (6): تفاعلات التأكسد والاختزال

تدريب (1): نستطيع في المختبر تمييز الكحول الثالثي من الأوّلى باستخدام تفاعل:

(a)	الإضافة	(b)	الاستبدال
(c)	الحذف	(d)	التأكسد

تدريب (2): حتى يتحول الكحول الأولي إلى حمض كربوكسيلي نستخدم:

(a)	$K_2Cr_2O_7/H^+$	(b)	PCC/CH_2Cl_2
(c)	$LiAlH_4/Et\ /\ H_3O^+$	(d)	H_2SO_4/Δ

تدريب (3): عندما يتأكسد الألديهايد إلى حمض كربوكسيلي فإن:

(a)	محتوى الأكسجين يقل	(b)	محتوى الأكسجين يزداد
(c)	محتوى الهيدروجين يقل	(d)	محتوى الهيدروجين يزداد

تدريب (4): عند إضافة محلول دايكرومات البوتاسيوم البرتقالي إلى كحول الإيثانول CH_3CH_2OH فإن لون محلول الدايكرومات:

(a)	لا يتغير	(b)	يتغير إلى الأزرق
(c)	يتغير إلى الأخضر	(d)	يصبح عديم اللون

تدريب (5): لتمييز البيوتانال عن البيوتانون مخبريًّا نستخدم:

(a)	H_2	(b)	$Ag(NH_3)_2{}^+/OH^-$
(c)	$K_2Cr_2O_7/H^+$	(d)	PCC/CH_2Cl_2

تدريب (6): مادة مما يأتي لن تتأكسد عند الظروف نفسها:

(a)	$CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	(b)	$CH_3CH_2CH_2OH$
(c)	$CH_3\overset{\overset{OH}{\|}}{C}HCH_3$	(d)	$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$

تدريب (7): عند إضافة قطرات من محلول فهلنج إلى محلول مسخن من الميثانال:

(a)	يتأكسد الميثانال إلى كحول	(b)	تُختزل أيونات النحاس
(c)	تتكوّن مرآة فضية	(d)	لا يحدث تفاعل

تدريب (8): أكمل المعادلات الآتية، وبيّن التفاعل الذي لا يحدث:

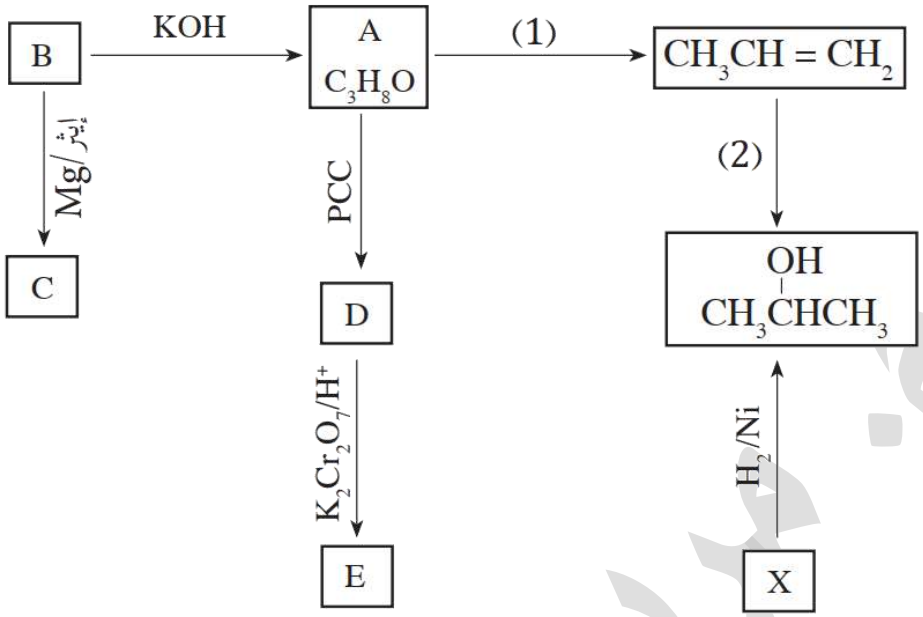
(1)	$CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-CH_3 \xrightarrow[H^+]{LiAlH_4}$
(2)	$CH_3CH_2OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+}$
(3)	$CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-CH_2CH_3 \xrightarrow[H^+]{NaBH_4}$
(4)	$CH_3CH_2\overset{\overset{OH}{\|}}{C}HCH_3 \xrightarrow[H^+]{Na_2Cr_2O_7}$
(5)	$R\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H \xrightarrow[\bar{O}H]{Ag(NH_3)_2^+}$
(6)	$R\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-R \xrightarrow[\bar{O}H]{Ag(NH_3)_2^+}$
(7)	$CH_3\overset{\overset{OH}{\|}}{C}HCH_2CH_3 \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2}$
(8)	$CH_3\overset{\overset{OH}{\|}}{\overset{\overset{CH}{\|}}{C}}CH_2CH_3 \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2}$
(9)	$CH_3OH \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2}$
(10)	$CH_3C\equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni}$

تدريب (9): استنتج الصيغ البنائية للمركبات التي رموزها A, B , C في التفاعل الآتي:

$$CH_3CH_2CH_2Br \xrightarrow{KOH} \boxed{A} \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} \boxed{B} \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} \boxed{C}$$

م. مريم السرطاوي

تدريب (10) من منهاج 2017: تتبع المخطط الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



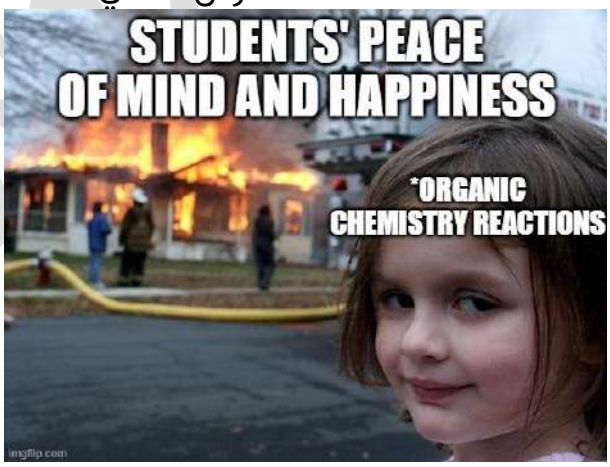
1- ما الصيغ البنائية للمركبات العضوية A, B , C, D , E , X ؟

2- ما دلالة الأرقام 1، 2 في المخطط ؟

3- اكتب معادلة كيميائية تمثل تحويل المركب A إلى B ثم بين نوع التفاعل

4- اكتب صيغة الناتج العضوي لتفاعل C مع D متبوعًا بـ HCl

انتهت تفاعلات الدرس الثاني



الكيمياء العضوية مثل أي مادة بحاجة منك إلى فهم أوّلي، ثم مجهود من الحفظ
والتدريب والمراجعة، لأن تفاعلاتها كثيرة ومعلوماتها متشابكة
فأرح عقلك من الخوف والرهبة قبل أن يستقرا في قلبك فوقتها لن تفهم منها شيئًا

حل مراجعة الدرس الثاني

السؤال الأول: أقارن بين تفاعل الاستبدال في هاليدات الألكيل والكحولات، وفق محتويات الجدول الآتي

وجه المقارنة / المركب	نوع المركب الذي يتفاعل بالاستبدال	المادة غير العضوية المستخدمة في التفاعل	الناتج العضوي للتفاعل
الكحول	أولي ، ثانوي ، ثالثي	حمض مركز HCl, HBr, HI	هاليد ألكيل أولي ، ثانوي ، ثالثي
هاليد الألكيل	أولي بشكل رئيس	OH^-, RO^-	كحول أولي/ إيثر

تنويه: الكتاب طلب مادة غير عضوية مستخدمة في التفاعل، في إجابات الوزارة تم إضافة أيون ألكوكسيد، ولا بد من التنبه أنها مادة عضوية، فالسؤال يحتاج تعديل إلى المادة المستخدمة في التفاعل مع المركب العضوي

السؤال الثاني: أوضح المقصود بكل من: - الاستبدال النيكليوفيلي - تفاعل الأسترة

مذكور في المحتوى

السؤال الثالث: يُختزل البيوتانال $CH_3CH_2CH_2CHO$ باستخدم العامل المختزل $NaBH_4$ المذاب في الإيثانول ثم إضافة محلول حمض مخفف مثل H_2SO_4

أ- أكتب معادلة التفاعل الكيميائية

$$CH_3CH_2CH_2CHO \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ NaBH_4/\text{إيثانول}} CH_3CH_2CH_2CH_2OH$$

ب-ما نوع المركب الناتج؟ كحول أوّلي

السؤال الرابع: أضيفت قطعة صغيرة من الصوديوم إلى كأس يحتوي كحول 1- بروبانول $CH_3CH_2CH_2OH$

أ- أصف ما ألاحظ

يحدث تفاعل ويتصاعد غاز الهيدروجين

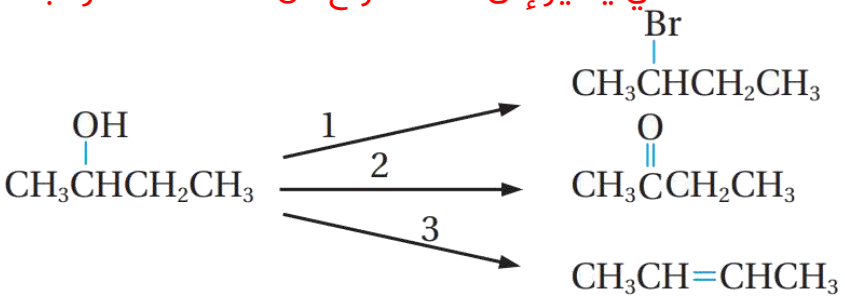
ب-أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الذي يحدث

$$CH_3CH_2CH_2OH + Na \longrightarrow CH_3CH_2CH_2ONa + \tfrac{1}{2}H_2$$

ج- أكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل الناتج السابق مع 1-كلوروبروبان

$$CH_3CH_2CH_2Cl + CH_3CH_2CH_2ONa \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_3 + NaCl$$

السؤال الخامس: المخطط الآتي يشير إلى ثلاثة أنواع من تفاعلات المركب العضوي 2-بيوتانول



أ- أحدد نوع كل من التفاعلين (1 ، 2)

تفاعل (1): استبدال تفاعل (2): تأكسد

ب-أكتب الصيغة الجزيئية للمواد الكيميائية التي تتفاعل مع 2-بيوتانول $CH_3CH_2\underset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$

لتعطي النواتج في كل من التفاعلين (2، 3)

تفاعل (2): $K_2Cr_2O_7/H^+$ أو PCC/CH_2Cl_2

تفاعل (3): H_2SO_4/Δ أو H_3PO_4/Δ حمض مركز

ج- أكتب الظروف المناسبة لحدوث التفاعلين (2، 3)

تفاعل (2): عامل مؤكسد سواء محلول دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي، أو PCC مذاب في ثنائي كلوروميثان

تفاعل (3): حمض مركز من الكبريتيك أو الفسفوريك مع تسخين

السؤال السادس: أكمل المعادلات الآتية:

1- $CH_3OH \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} H-\underset{O}{\underset{||}{C}}-H$

2- $CH_3\underset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + HCl \longrightarrow CH_3\underset{Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3 + H_2O$

3- $CH_3CH_2COOH + Na \longrightarrow CH_3CH_2COONa + \frac{1}{2}H_2$

4- $CH_3CH_2CH_2CH_2Br + KOH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2OH + KBr$

5- $CH_3CH_2\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}HCOOH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4/Et} CH_3CH_2\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_2OH$

6- $CH_3COCH_2CH_2CH_3 \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ NaBH_4/\text{إيثانول}} CH_3\underset{OH}{\underset{|}{C}}H_2CH_2CH_2CH_3$

7- $CH_3\underset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + CH_3CH_2COOH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3CH_2COO\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3 + H_2O$

8- $CH_3CH_2Br + CH_3CH_2CH_2O^- \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OCH_2CH_3 + Br^-$

السؤال السابع: أستنتج صيغة المركب A في المعادلة الآتية:

$$A \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ NaBH_4/\text{إيثانول}} CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2OH$$

بما أن A تم اختزاله باستخدام بوروهيدريد الصوديوم إلى كحول أولي فهو ألديهايد

وصيغته: $CH_3CH(CH_3)CH_2CHO$

السؤال الثامن: أدرس الجدول الآتي الذي يبين الصيغ البنائية لبعض المركبات العضوية المشار إليها بالأرقام من (8 -1) ثم أجيب عن الأسئلة التي تتبعه، أحدد من الجدول الرقم الذي يشير إلى مركب:

1 CH_3CH_2COOH	2 CH_3CH_2Cl	3 CH_3CH_2CHO	4 $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$
5 $CH_3CH_2COCH_3$	6 $CH_3CH_2OCH_3$	7 CH_3CH_2OH	8 $CH_3CH_2CH_2OH$

أ- ينتج عن تفاعل المركب 2 مع CH_3O^- المركب (6)

ب-الناتج النهائي لأكسدة المركب 8 باستخدام محلول دايكرومات البوتاسيوم الحمضي $K_2Cr_2O_7/H^+$ المركب (1)

ج- يتفاعل مع محلول توليننز مكونًا مرآة فضية المركب (3)

د- يتصبّن المركب (4)

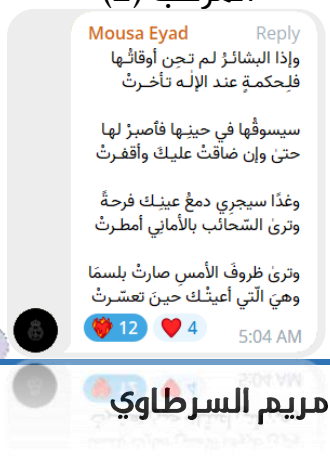
ه- ينتج عن إضافة مركب جرينارد مكون من ذرتي كربون لألديهايد مكون أيضًا من ذرتي كربون ثم التفاعل مع حمض HCl ثم أكسدة الناتج المركب (5)

و- مركبان يتفاعلان معًا لتكوين المركب 4 في وسط حمضي المركب (1) و (7)

ز- ينتج عن أكسدة المركب 8 باستخدام PCC/CH_2Cl_2 المركب (3)

ح- يُنتج المركب 7 عند تفاعله مع KOH المركب (2)

تم الدرس الثاني بحمد الله



الدرس الثالث: تحضير المركبات العضوية

تعريفات الدرس الثالث:

- عملية التكسير: عملية كيميائية يجري فيها تكسير مركبات الهيدروكربون ذات السلاسل الطويلة إلى مركبات ذات سلاسل أصغر

طرائق تحضير المركبات العضوية

- يعود الطعم والرائحة المميزان في النباتات وثمارها إلى المركبات العضوية الموجودة فيها مثل الإسترات والألديهايدات التي تُعرف بالنكهات الطبيعية
- تمكن الباحثون من استخلاص كثير من هذه المواد ودراستها والتعرف عليها فساعد ذلك على تصنيع مواد مشابهة عُرفت بالنكهات الصناعية، حيث تستخدم في صناعة المواد الغذائية والعصائر المختلفة
- يهتم الكيميائيون بدراسة المركبات العضوية وطرق تحضيرها والصناعات القائمة عليها لأنها تساهم في النمو الاقتصادي

كيف تُسهم الصناعات القائمة على المركبات العضوية وتفاعلاتها في النمو الاقتصادي

لأنها تدخل في: 1- صناعة الوقود 2- المستحضرات الصيدلانية

3- صناعة مواد التجميل 4- الصناعات الزراعية

تحضير الألكانات

كيف تُستخلص الألكانات؟

تستخلص بشكل رئيس بعملية التقطير التجزيئي للنفط والغاز الطبيعي

كيف تُحضَّر الألكانات؟

1- التكسير الحراري 2- إضافة الهيدروجين إلى الألكين

ما المقصود بالتكسير الحراري؟

عملية كيميائية يجري فيها تكسير مركبات الهيدروكربون ذات السلاسل الطويلة إلى مركبات ذات سلاسل أصغر

تحضير الألكانات بالتكسير الحراري

بيِّن ظروف وتفاصيل التكسير الحراري؟

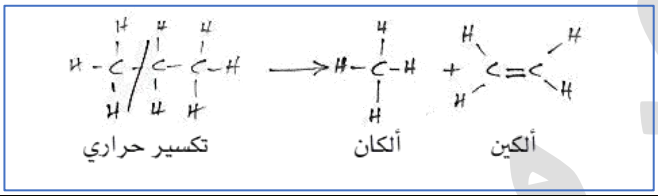
1- يُسخن خليط النفط إلى درجات حرارة عالية في أبراج ضخمة فتتكسر سلاسل المركبات الهيدروكربونية الطويلة إلى مركبات أصغر

2- يتكوّن خليط غازي من الألكانات والألكينات يتراوح عدد ذرات الكربون فيها (2-10)

3- تتراوح درجة غليانها من (40-100) °C

4- تُفصل مكونات الخليط عن طريق عملية التقطير التجزيئي بالاعتماد على تفاوت درجات غليانها

مثال: عند تكسير سلسلة من مركب الأوكتان C_8H_{18} ينتج خليط من الألكان والألكين مجموع ذرات الكربون فيهما مساويًا لذرات الكربون في المركب الأصل ويساوي 8



تحضير الألكانات من الألكينات

بيِّن طريقة تحضير الألكان من الألكين؟ مع مثال

يحضر الألكان بإضافة الهيدروجين إلى الأكين (تفاعل الإضافة، الاختزال، الهدرجة)، حيث يتم إضافة الهيدروجين H_2 إلى الألكين بوجود عامل مساعد كالنيكل Ni أو البلاتين Pt

مثال ص87: تحضير الإيثان من الإيثين عند درجة حرارة 150 °C

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$$

أتحقق ص87: أكتب معادلة كيميائية توضيح تحضير البروبان $CH_3CH_2CH_3$ باستخدام البروبين $CH_2 = CHCH_3$

$$CH_2{=}CH\,CH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_3$$

تذكر أننا نضيف ذرتي الهيدروجين إلى كربونتي الرابطة الثنائية وتنكسر الرابطة π

الربط بالصناعة: (هدرجة الزيوت)

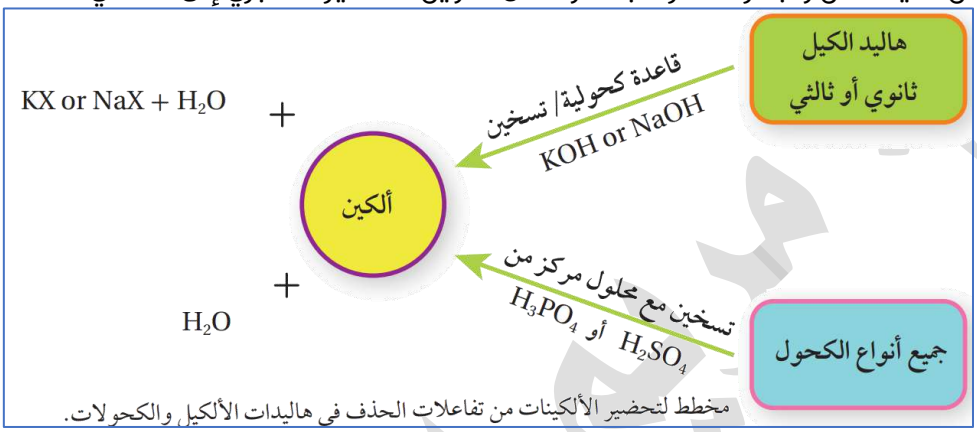
تعرف الزيوت المهدرجة باسم الدهون الصناعية (السمن) حيث تُحول الزيوت السائلة غير المشبعة إلى زيوت مشبعة على شكل سمن نباتي أو زبدة صلبة، ويتم ذلك بإضافة الهيدروجين إلى الزيوت غير المشبعة (هدرجة الزيوت) بوجود عامل مساعد مناسب وعند ظروف عالية من الضغط والحرارة. وذلك بهدف إطالة مدة الصلاحية وتسهيل عمليات الحفظ والتخزين

تحضير الألكينات

كيف تُحضَّر الألكينات؟

2- التكسير الحراري (التحضير الصناعي) 2- تفاعلات الحذف (التحضير المخبري)

تعزيز: هناك فرق بين التحضير الصناعي والتحضير المخبري، فالتحضير الصناعي له ظروفه وأجهزته التي تعمل على قياس أكبر من الكميات، ولها ظروف من السلامة العامة وغير ذلك تختلف عن ظروف التحضير المخبري الذي يتم من خلال كميات أقل وأجهزة أصغر حجمًا.. وممكن تحويل التحضير المخبري إلى صناعي



مخطط لتحضير الألكينات من تفاعلات الحذف في هاليدات الألكيل والكحولات.

تحضير الألكينات بالتكسير الحراري

بيِّن ظروف وتفاصيل التكسير الحراري لتحضير الألكينات؟

نفس الطريقة السابقة المشروحة في الألكانات

مثال: عند تكسير سلسلة من الديكان $C_{10}H_{22}$ ينتج خليط من الألكان والألكين مجموع ذرات الكربون فيهما مساويًا لذرات الكربون في المركب الأصل ويساوي 10

والخليط الناتج من: الأوكتان C_8 والإيثين C_2، والهبتان C_7 والبروبين C_3 وغيرهما

تحضير الألكينات من تفاعلات الحذف باستخدام هاليدات الألكيل

بيِّن طريقة تحضير الألكين من هاليد الألكيل [تحضير بخطوة واحدة ومباشرة]

يحضر الألكين مخبريًّا بتسخين هاليد الألكيل الثانوي أو الثالثي مع محلول مركز من أيونات الهيدروكسيد OH^- الناتجة من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH المذاب في الإيثانول أو هيدروكسيد البوتاسيوم KOH المذاب في الإيثانول، فيتم نزع جزيء HX وينتج ألكين

تنويه: تذكر أن القاعدة الكحولية لا نكتبها في المعادلة على أنها أيونات هيدروكسيد لأنها كحولية وليست محلول مائي من الأيونات وهكذا نمط الأمثلة في كتابنا، وتعبير الكتاب عن أيونات الهيدروكسيد لربما اعتمد اختصار الفكرة على الطالب لأن ميكانيكية هذا التفاعل معقدة وطويلة

مثال (1) ص89: يُحضر البروبين $CH_3CH=CH_2$ من تسخين 2-بروموبروبان $CH_3CHBrCH_3$ مع محلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم NaOH الكحولي، أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير البروبين

$$CH_3CHBrCH_3 + NaOH \xrightarrow[\text{كحولي}]{\text{تسخين}} CH_3CH=CH_2 + H_2O + NaBr$$

تحضير الألكينات من تفاعلات الحذف باستخدام الكحولات

بيِّن طريقة تحضير الألكين من الكحول [تحضير بخطوة واحدة ومباشرة]

يحضر الألكين مخبريًّا بتسخين الكحول مع محلول مركز من حمض الكبريتيك H_2SO_4 أو حمض الفوسفوريك H_3PO_4 فينزع جزيء ماء H_2O من الكحول وينتج الألكين

مثال (2) ص89: أكتب معادلة تحضير الإيثين الناتج عن تسخين الإيثانول CH_3CH_2OH مع محلول مركز من حمض الكبريتيك H_2SO_4

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

تنويه: لاحظ كيف ينوّع لك الكتاب طريقة كتابة ظروف التفاعل، رمز التسخين المثلث أو بكتابة كلمة تسخين

أتحقق ص89:

1- أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير 2-بيوتين $CH_3CH=CHCH_3$ باستخدام 2-بروموبيوتان $CH_3CHBrCH_2CH_3$ ومحلول مركز من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH الكحولي

الحل:

انظر إلى المطلوب والمتوفر كعائلة وهل عدد ذرات الكربون نفسه، ثم انظر المواد المتوفرة إن كانت مذكورة، وحدد تفاعل يربط بين تلك المواد إن أمكن ذلك

المطلوب: ألكين المتوفر: هاليد ألكيل ثانوي مواد متوفرة: KOH كحولي

التفاعل: نستخدم تفاعل الحذف فنحصل على الألكين بخطوة مباشرة وتذكر أننا نحذف الهالوجين ثم نحذف الهيدروجين من الأقل هيدروجين [الفقير يزداد فقرًا]

$$CH_3CHBrCH_2CH_3 + KOH \xrightarrow[\text{كحولي}]{\text{تسخين}} CH_3CH=CHCH_3 + H_2O + KBr$$

2- أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير البروبين $CH_3CH = CH_2$ بتسخين 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ مع محلول حمض الكبريتيك H_2SO_4 المركز

الحل:

انظر إلى المطلوب والمتوفر كعائلة وهل عدد ذرات الكربون نفسه، ثم انظر المواد المتوفرة إن كانت مذكورة، وحدد تفاعل يربط بين تلك المواد إن أمكن ذلك

المطلوب: ألكين المتوفر: كحول ثانوي مواد متوفرة: H_2SO_4 مركز + تسخين

التفاعل: نستخدم تفاعل الحذف فنحصل على الألكين بخطوة مباشرة وتذكر أننا نحذف الهيدروكسيل ثم نحذف الهيدروجين من الأقل هيدروجين [الفقير يزداد فقراً] وفي هذا الكحول نحذف من أي جهة لأن محتوى الهيدروجين نفسه

$$CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4 \text{ مركز}} CH_3CH{=}CH_2 + H_2O$$

ورقة عمل (7): تحضير الألكانات، تحضير الألكينات

تدريب (1): نستطيع تحضير الألكانات والألكينات صناعيًّا باستخدام:

(a)	تفاعل الهدرجة	(b)	الحذف من الكحول
(c)	التكسير الحراري	(d)	الحذف من هاليدات الألكيل

تدريب (2): عند التكسير الحراري لسلسلة من الديكان $C_{10}H_{22}$ فإن الخليط الناتج من الألكان والألكين هو:

(a)	$C_4H_{10} + C_4H_8$	(b)	$C_8H_{18} + C_2H_4$
(c)	$C_7H_{16} + C_2H_4$	(d)	$C_6H_{14} + C_3H_6$

تدريب (3): يحضَّر الإيثان C_2H_6 بإضافة غاز الهيدروجين إلى الإيثين C_2H_4 عند درجة حرارة:

(a)	50°C	(b)	150°C
(c)	100°C	(d)	25°C

تدريب (4): تُستخدم عملية الهدرجة في الصناعة لإنتاج:

(a)	الألكينات	(b)	الصابون
(c)	الزيوت غير المشبعة	(d)	السمن النباتي

تدريب (5): المادة غير العضوية التي تدخل في تحضير البروبان باستخدام البروبين هي:

(a)	H_2	(b)	HBr
(c)	Cl_2	(d)	Br_2

تدريب (6): عند تحضير البروبين بتسخين 2-بروبانول فإننا نستخدم:

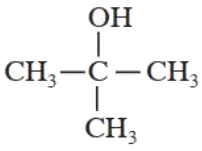
(a)	KOH الكحولي	(b)	HCl المركز
(c)	H_2SO_4 المركز	(d)	H_2

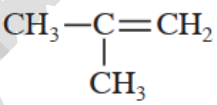
تدريب (7): أكتب معادلة كيميائية توضح تحضير البيوتان $CH_3CH_2CH_2CH_3$ باستخدام 2-بيوتين $CH_3CH = CHCH_3$

تدريب (8): أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير 2-بيوتين $CH_3CH = CHCH_3$ في كل مرة حسب المواد الآتية مع اختيار ما يلزمك من أدوات في المختبر:

1) 2-بيوتانول $CH_3CHOHCH_2CH_3$

2) 2-كلوروبيوتان $CH_3CHClCH_2CH_3$



تدريب (9): إذا توافر لديك في المختبر المركب 2-ميثيل-2-بروبانول فكيف تحضِّر منه 2-ميثيل بروبين  وضِّح ذلك بمعادلة كيميائية

تدريب (10) تحدٍّ: باستخدام البروبانون CH_3COCH_3 وأية مواد مناسبة، بيّن كيف تحضر البروبين $CH_3CH = CH_2$

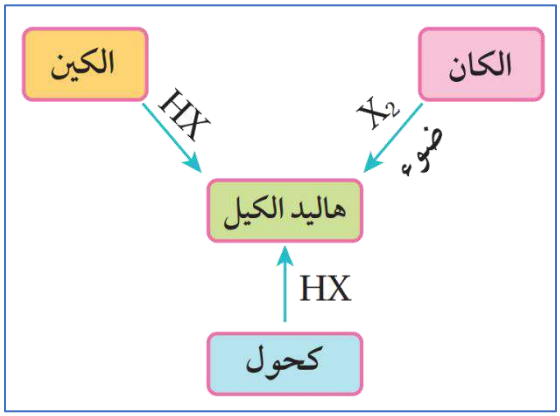
مساعدة: تذكر أن الألكينات نحضرها من الكحولات أو هاليدات الألكيل، فما الطريقة لتحويل البروبانون إلى كحول؟ أي تفاعل نستخدم؟

تحضير هاليدات الألكيل

اذكر استخدامات هاليدات الألكيل في الصناعة

1- المبيدات الحشرية
2- محاليل المعقمات الطبية
3- طفايات الحريق
4- المبلمرات

كيف تُحضَّر هاليدات الألكيل؟



1- الاستبدال في الألكان (الهلجنة) ومنها نحضِّر هاليدات الألكيل البسيطة مخبريًّا (الأولية)، باستخدام الميثان أو الإيثان مع الكلور Cl_2 أو البروم Br_2 بوجود الضوء أو التسخين

2- إضافة هاليد الهيدروجين HX إلى الألكين وفق قاعدة ماركوفنيكوف

3- الاستبدال في الكحول مع محلول حمض مركز مثل HCl أو HBr أو HI

EXAMPLE مثال (3) ص90: يُحضر كلوروميثان CH_3Cl بتفاعل الميثان CH_4 مع الكلور Cl_2 بوجود الضوء، أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل

الحل: هذا تحضير بخطوة مباشرة "تفاعل هلجنة ألكانات"

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

EXAMPLE مثال (4) ص90: يُحضر 2-كلوروبروبان $CH_3CHClCH_3$ بإضافة كلوريد الهيدروجين HCl إلى البروبين $CH_2 = CHCH_3$، أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل

الحل: هذا تحضير بخطوة مباشرة "تفاعل إضافة في الألكين"

$$CH_2{=}CHCH_3 + HCl \longrightarrow \underset{\displaystyle Cl}{CH_3CHCH_3}$$

EXAMPLE مثال (5) ص90: أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير 2-برومو ميثيل بروبان $\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle Br}{CH_3CCH_3}}$ بإضافة بروميد الهيدروجين HBr إلى ميثيل بروبين $\underset{\displaystyle CH_3}{CH_2{=}C{-}CH_3}$

الحل: هذا تحضير بخطوة مباشرة "تفاعل إضافة"

$$\underset{\displaystyle CH_3}{CH_2{=}C{-}CH_3} + HBr \longrightarrow \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle Br}{CH_3CCH_3}}$$

ميثيل بروبين — 2- برومو ميثيل بروبان

مثال (6) ص91: يُحضر كلوروإيثان CH_3CH_2Cl بتفاعل الإيثانول CH_3CH_2OH مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl المركز، اكتب معادلة كيميائية للتفاعل الحاصل

الحل: هذا تحضير بخطوة مباشرة "تفاعل استبدال"

$$CH_3CH_2OH + HCl \xrightarrow{\text{مركز}} CH_3CH_2Cl + H_2O$$

مثال (7) ص91: أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير 2-بروموبروبان $CH_3CHBrCH_3$ من تفاعل 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ مع حمض HBr المركز

الحل: هذا تحضير بخطوة مباشرة "تفاعل استبدال"

$$CH_3\underset{\text{2- بروبانول}}{\underset{|}{\overset{OH}{C}}}HCH_3 + HBr \xrightarrow{\text{مركز}} CH_3\underset{\text{2- بروموبروبان}}{\underset{|}{\overset{Br}{C}}}HCH_3 + H_2O$$

أتحقق ص91:

1- أكتب معادلة كيميائية لتحضير بروموإيثان بتفاعل الإيثان CH_3CH_3 مع استخدام البروم Br_2 بوجود الضوء

الحل: "تم تصحيح الخطأ المطبعي في الكتاب كلوروإيثان"

المطلوب: هاليد ألكيل أولي بسيط المتوفر: ألكان مواد متوفرة: الضوء والبروم

التفاعل: الهلجنة والتحضير بخطوة مباشرة

$$CH_3CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{الضوء}} CH_3CH_2Br + HBr$$

2- أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير 2-كلورميثيل بروبان $CH_3\overset{\overset{Cl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}HCH_3$ من تفاعل ميثيل-2-بروبانول $CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}HCH_3$ مع حمض HCl المركز

الحل:

المطلوب: هاليد ألكيل ثالثي المتوفر: كحول ثالثي مواد متوفرة: HCl مركز

التفاعل: الاستبدال في الكحول والتحضير بخطوة مباشرة

$$CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}HCH_3 + HCl \xrightarrow{\text{مركز}} CH_3\overset{\overset{Cl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}HCH_3 + H_2O$$

ورقة عمل (8): تحضير هاليدات الألكيل

تدريب (1): تحضر هاليدات الألكيل مخبريًّا بالطرق الآتية ما عدا واحدة وهي:

(a)	هلجنة الألكانات	(b)	الحذف من هاليدات الألكيل
(c)	الاستبدال في الكحول	(d)	إضافة هاليد الهيدروجين إلى ألكين

تدريب (2): المادة غير العضوية التي تدخل في تحضير 2-بروموبروبان باستخدام 2-بروبانول هي:

(a)	HCl	(b)	HBr
(c)	Cl_2	(d)	Br_2

تدريب (3): يمكن تحضير $CH_3CHClCH_3$ مباشرة من:

(a)	CH_3CH_3	(b)	$CH_3CH_2CH_2OH$
(c)	$CH_3CHOHCH_3$	(d)	$CH_2 = CH_2$

تدريب (4) تحدٍّ: باستخدام 1-بروبانول $CH_3CH_2CH_2OH$ وأية مواد غير عضوية مناسبة بين من خلال المعادلات الكيميائية كيف تحضّر 2-كلورو بروبان $CH_3CHClCH_3$

مساعدة: لو استخدمنا تفاعل الاستبدال في الكحول الأولي فالناتج هاليد ألكيل أولي، والمطلوب تحضيره ثانوي، فلا بد للحصول على مركب ثانوي النوع من مركب أولي من المرور بتفاعل الحذف ثم تفاعل إضافة وتطبيق قاعدة ماركوفنيكوف التي ستعمل هذه النقلة

تدريب (5) تحدٍّ: أكتب المعادلات الكيميائية التي تبين تحضير 2-بروموبيوتان $CH_3CHBrCH_2CH_3$ من البيوتانون $CH_3COCH_2CH_3$ وأية مواد غير عضوية مناسبة

مساعدة: تذكر أننا نحتاج ألكان أو ألكين أو كحول لتحضير هاليد ألكيل، وهذا نوعه ثانوي، فأنسب خيار أن نستخدم الكحول الثانوي بتفاعل الاستبدال، فما التفاعل الذي يجعلني أحصل على الكحول الثانوي والمتوفر معي كيتون؟

تحضير الألديهايد والكيتون

تعد تفاعلات التأكسد من الطرق الرئيسة لتحضير الألديهايدات والكيتونات

اذكر استخدامات الألديهايدات في الصناعة

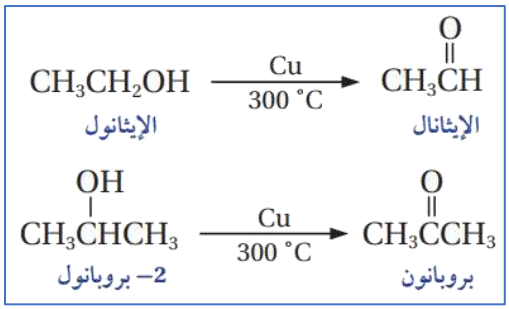
1- العطور 2- المنظفات 3- الصابون

اذكر استخدامات الكيتونات في الصناعة

1- المنسوجات 2- الأصماغ 3- مذيبات الدهانات

كيف تُحضَّر الألديهايدات والكيتونات صناعيًّا؟

بتسخين الكحولات الأولية أو الثانوية عند درجة حرارة 300°C بوجود فلز النحاس Cu الذي يعمل عاملاً مساعدًا لنزع الهيدروجين (تفاعل تأكسد)



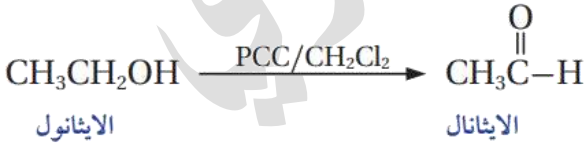
الكحول الأولي يتأكسد إلى ألديهايد، والكحول الثانوي يتأكسد إلى كيتون

EXAMPLE مثال ص92: يتأكسد الإيثانول إلى إيثانال، أيضًا يتأكسد 2-بروبانول إلى بروبانون بوجود النحاس

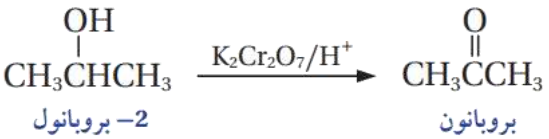
كيف تُحضَّر الألديهايدات والكيتونات مخبريًّا؟

- تحضير الألديهايد: أكسدة الكحول الأولي باستخدام PCC/CH_2Cl_2
- تحضير الكيتون: أكسدة الكحول الثانوي باستخدام PCC/CH_2Cl_2 أو $K_2Cr_2O_7/H^+$

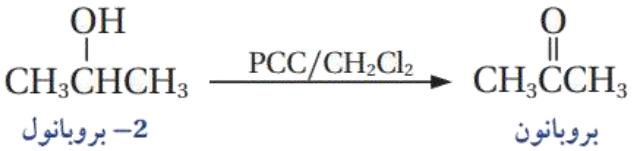
EXAMPLE مثال (8) ص92: يتأكسد الإيثانول CH_3CH_2OH باستخدام كلوروكرومات البيريدينيوم PCC المذاب في ثنائي كلوروميثان CH_2Cl_2، وينتج الإيثانال CH_3CHO أكتب معادلة التفاعل الحاصل



EXAMPLE مثال (9) ص93: يتأكسد 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي $K_2Cr_2O_7/H^+$ وينتج البروبانون CH_3COCH_3، أكتب معادلة التفاعل الحاصل



مثال (10) ص93: أكتب معادلة أكسدة 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ باستخدام كلوروكرومات البيريدينيوم المذاب في ثنائي كلورومِيثان CH_2Cl_2، لتحضير البروبانون CH_3COHCH_3



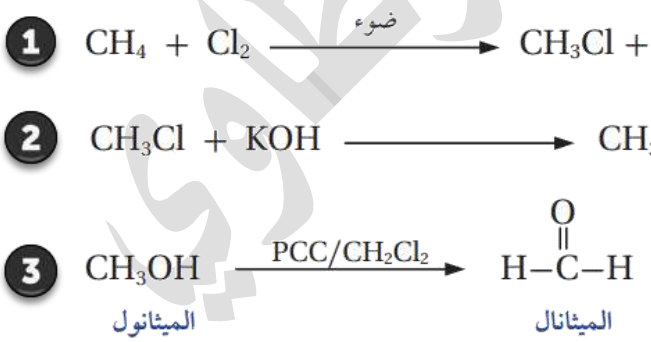
مثال (11) ص93: أكتب معادلات تبيِّن تحضير الميثانال CH_2O باستخدام الميثان CH_4 في المختبر وبوجود الضوء وكل من المواد الآتية: HCl , CH_2CH_2 , PCC, KOH , Cl_2

الحل:

المطلوب: ألديهايد "ميثانال" والمتوفر كبداية: ألكان "ميثان"

1- نتأكد من عدد ذرات الكربون فنجده متساوٍ
2- نسأل أنفسنا كيف نحصل على الألديهايد، الجواب: فقط بأكسدة كحول أولي
3- نسأل أنفسنا: من أين نأتي بكحول أولي من ألكان؟
4- الجواب: التفاعل الوحيد للألكانات هو الهلجنة، سنحصل على هاليد الألكيل ونوعه أولي
5- وهاليد الألكيل الأولي ينفع معه تفاعل الاستبدال، لذا نستخدم الاستبدال فينتج لدينا كحول أولي الآن نؤكسد هذا الكحول الأولي فنحصل على الألديهايد
6- نكتب خطوات التحضير بدءًا من الميثان وهلجنته، ثم الاستبدال في هاليد الألكيل، ثم أكسدة الكحول مع استخدامنا للمواد المذكورة في السؤال حسب كل تفاعل ونلاحظ انها مطابقة فعلا لتحضيرنا

[3 خطوات لتحضير الميثانال من الميثان]



مثال (12) ص94: أكتب معادلات كيميائية تبين تحضير البروبانون CH_3COCH_3 باستخدام البروبين $CH_3CH=CH_2$ والمواد غير العضوية الآتية: H_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$, H_2O

الحل:

المطلوب: كيتون "بروبانون" والمتوفر كبداية: ألكين "بروبين"

1- نتأكد من عدد ذرات الكربون فنجده متساوٍ

2- نسأل أنفسنا كيف نحصل على الكيتون، الجواب: فقط بأكسدة كحول ثانوي

3- نسأل أنفسنا: من أين نأتي بكحول ثانوي من ألكين؟

4- الجواب: تفاعل الألكين الذي أحصل منه على كحول هو تفاعل إضافة الماء في وسط حمضي

5- نكتب خطوات التحضير بدءًا من الإضافة في الألكين، ثم أكسدة الكحول

مع استخدامنا للمواد المذكورة في السؤال حسب كل تفاعل ونجد أنها مطابقة لتحضيرنا

[2 خطوة لتحضير بروبانون من بروبين]

1 $CH_3CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$

بروبين — 2- بروبانول

2 $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}CH_3$

أتحقق ص94:

أصمم مخططًا يبين صيغ المركبات العضوية الناتجة من سلسلة التفاعلات الكيميائية التي تجري لتحضير البيوتانون $CH_3COCH_2CH_3$ من 1-كلوروبيوتان $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$ باستخدام مصدر حرارة والمواد الآتية: H_2O , $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4, KOH

الحل:

المطلوب: كيتون "بيوتانون" والمتوفر كبداية: هاليد ألكيل "1-كلورو بيوتانون"

1- نتأكد من عدد ذرات الكربون فنجده متساوٍ

2- نسأل أنفسنا كيف نحصل على الكيتون، الجواب: فقط بأكسدة كحول ثانوي

3- نسأل أنفسنا: من أين نأتي بكحول ثانوي من هاليد ألكيل أولي؟

4- الجواب: هاليد الألكيل الأولي يتفاعل بالاستبدال وينتج كحول أولي

5- نسأل أنفسنا كيف نحول الكحول الأولي إلى ثانوي، الجواب: لا بد من خطوتين: تفاعل الحذف، ثم تفاعل إضافة ماء

6- نبدأ بتفاعل الاستبدال في هاليد الألكيل، ثم الحذف ثم الإضافة ثم الأكسدة فنحصل على البيوتانون

[4 خطوات لتحضير بيوتانون من 1-كلوروبيوتانون]

1 $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl + KOH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

2 $CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4\ \text{مركز}} CH_3CH_2CH{=}CH_2$

3 $CH_3CH_2CH{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$

4 $CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{||}{C}}CH_3$

$CH_3CH_2CH_2CH_2Cl \xrightarrow{KOH} CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4\ \text{مركز}} CH_3CH_2CH{=}CH_2 \xrightarrow[H_2O]{H_2SO_4} CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{||}{C}}CH_3$

حتى تعلم النمط الوزاري الموضوعي لخطوات التحضير، انظر سؤال 11 فرع (16) ص117

طالما أردنا تحضير كيتون من هاليد ألكيل أولي فلا بد من 4 خطوات تحضير كما في السؤال السابق

الربط بالصحة: الكشف عن الكيتون في البول

يعد ارتفاع مستويات الكيتون في البول أو ما يعرف بالحماض الكيتوني السكري، أول مؤشرات الإصابة بمرض السكري غير المكتشف، كما يعد أحد مضاعفات مرض السكري عند المصابين.

يجري الكشف عن الكيتون في البول باستخدام اختبار روثيرا، الذي يكشف عن وجود البروبانون (الأسيتون) في البول، إذ يحول لون البول إلى اللون الأحمر

ورقة عمل (9): تحضير الألديهايد والكيتون

تدريب (1): تحضر الألديهايدات صناعيًّا بـ:

(a)	تسخين الكحولات الأولية بوجود Cu	(b)	تسخين الكحولات الثانوية بوجود Cu
(c)	اختزال الكحولات الأولية بوجود Cu	(d)	اختزال الكيتونات بوجود Cu

تدريب (2): أشهر الطرق المخبرية لتحضير مركبات الكربونيل هي:

(a)	اختزال الكحولات الأولية	(b)	أكسدة الكحول
(c)	هدرجة الكحولات الثانية	(d)	إضافة غرينارد

تدريب (3) تحدٍّ: بيِّن بالمعادلات الكيميائية طريقة تحضير البروبانون CH_3COCH_3 مبتدئًا بالمركبين $CH_2 = CH_2$ و CH_4 ومستخدمًا أية مواد غير عضوية مناسبة

مساعدة: لاحظ أن المطلوب أكبر من المتوفر كذرات كربون، ويلزمنا كحول ثانوي نؤكسده لينتج الكيتون ولتحضير كحول من 3 ذرات كربون والمواد التي معنا أقل، فلا بد من إضافة غرينارد، وهذا التحدي ستتقن حله بعد دراسة تحضير الكحولات، فاترك حله إلى وقتها

تدريب (4) تحدٍّ: مستخدمًا الإيثان CH_3CH_3 وأية مواد غير عضوية مناسبة بيِّن بالمعادلات الكيميائية كيف تحضِّر الإيثانال CH_3CHO

مساعدة: تذكر أننا نحتاج كحول نؤكسده إلى ألديهايد، فلا بد من تحويل الألكان إلى هاليد ألكيل أولي، ثم بالاستبدال يتحول إلى كحول أولي، ثم نطبق تفاعل التأكسد

تحضير الكحولات

تعد الكحولات من أشهر المركبات العضوية ولها أهمية كبيرة في الكيمياء العضوية، خاصة أبسطها: الميثانول CH_3OH والإيثانول CH_3CH_2OH لذا يجري تحضيرهما صناعيًّا بكميات تجارية

كيف يُحضَّر الميثانول صناعيًّا؟

يُحضر الميثانول صناعيًّا عن طريق هدرجة غاز أول أكسيد الكربون CO عند درجة حرارة 400°C وبوجود أكسيد الخارصين ZnO أو أكسيد الكروم Cr_2O_3 بوصفها عوامل مساعدة:

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

كيف يُحضَّر الإيثانول صناعيًّا؟

يُحضر الإيثانول صناعيًّا من تخمير الجلوكوز الموجود في الذرة أو العنب او الشعير باستخدام أنزيمات الخميرة:

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

بيِّن كيفية الحصول على الكحول صناعيًّا؟

عن طريق اختزال الألديهايد والكيتون بإضافة غاز الهيدروجين H_2 بوجود عامل مساعد مثل النيكل Ni وعند درجة حرارة 150°C

$$\underset{\text{الإيثانال}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H} + H_2 \xrightarrow[150\ ^\circ C]{Ni} \underset{\text{الإيثانول}}{CH_3CH_2OH}$$

$$\underset{\text{البروبانون}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}CH_3} + H_2 \xrightarrow[150\ ^\circ C]{Ni} \underset{\text{2- بروبانول}}{CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3}$$

بيِّن طرق تحضير وإنتاج الكحول من مركبات عضوية؟

1- تحضير الكحول بإضافة الماء إلى الألكين بوجود عامل مساعد مثل حمض الكبريتيك H_2SO_4 أو حمض الفسفوريك H_3PO_4

2- تحضير الكحول الأولي من تفاعل الاستبدال في هاليد الألكيل الأولي مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH أو هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

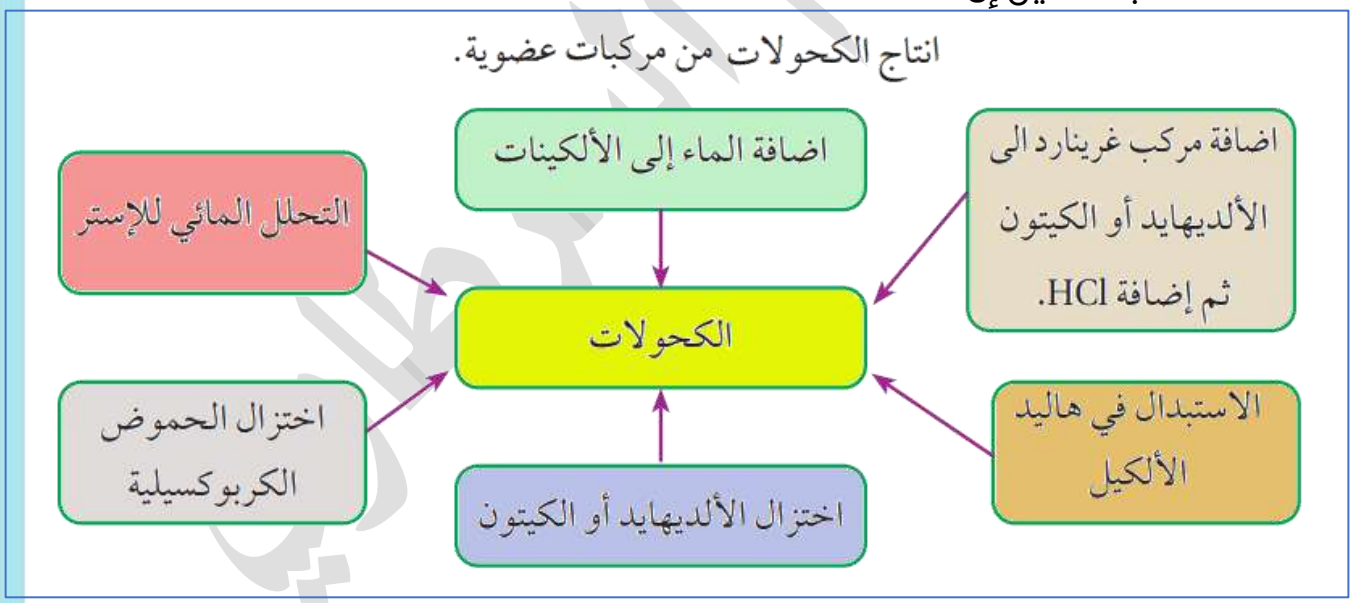
3- تحضير الكحول الأولي باختزال الألديهايد والثانوي باختزال الكيتون باستخدام عوامل مختزلة مثل هيدريد الليثيوم والألمنيوم $LiAlH_4$ في وسط من الإيثر الجاف، ثم يُضاف محلول مخفف من حمض مثل H_2SO_4، أو استخدام بوروهيدريد الصوديوم $NaBH_4$ مذابًا في الإيثانول ثم يضاف إليه المحلول المخفف من الحمض

أما الاختزال بإضافة الهيدروجين إلى مركبات الكربونيل فهذا لتحضير الكحول صناعيًّا

4- تحضير الكحول الأولي باختزال الحمض الكربوكسيلي باستخدام $LiAlH_4$ في وسط من الإيثر الجاف، ثم يُضاف محلول مخفف من حمض مثل H_2SO_4

5- تحضير الكحول من الإستر، حيث يتفكك الإستر عند تسخينه مع محلول قاعدة قوية مثل KOH فينتج الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي

6- تحضير الكحول باستخدام مركبات غرينارد، وهذه من أشهر الطرق المتبعة في تحضير الكحولات، حيث عدد ذرات كربون الكحول الناتج هو مجموع ذرات الكربون في الغرينارد والكربونيل المستخدم، وهناك مخطط عام يوضح نوع الكحول لكل تفاعل نتعلمه بعد قليل إن شاء الله



تحضير الكحولات من الألكينات (إضافة الماء في الألكين)

مثال (13) ص95: يُحضر 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ باستخدام البروبين $CH_3CH=CH_2$ والماء وحمض الفسفوريك H_3PO_4 أكتب معادلة التفاعل الحاصل

$$CH_3CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3PO_4} CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

أتحقق ص95: أكتب معادلة تحضير 2-بيوتانول $CH_3CH_2CHOHCH_3$ من تفاعل 1- بيوتين $CH_3CH_2CH=CH_2$ مع الماء بوجود حمض الكبريتيك H_2SO_4

الحل: التحضير بخطوة مباشرة

$$CH_3CH_2CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

تحضير الكحولات (الأولية) من هاليدات الألكيل (بالاستبدال)

مثال (14) ص96: أكتب معادلة كيميائية تبين ناتج تفاعل 1-بروموبروبان $CH_3CH_2CH_3Br$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH

$$CH_3CH_2CH_2Br + NaOH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH + NaBr$$

$$CH_3CH_2CH_2Br + OH^- \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH + Br^-$$

تنويه: ممكن كتابة المعادلة بالقاعدة أو أيونها "الهيدروكسيد"

أتحقق ص96: أكتب معادلات كيميائية تبين تحضير الإيثانول CH_3CH_2OH إذا توافر لديك في المختبر الإيثان CH_3CH_3 والكلور Cl_2 والضوء ومحلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

الحل:

المطلوب: كحول أولي المتوفر: ألكان

مواد متوفرة: Cl_2 والضوء و KOH

التفاعل: من المواد المذكورة نستطيع هلجنة الألكان، فينتج هاليد ألكيل أولي، نتبعه بتفاعل استبدال مع القاعدة القوية

[خطوتان للتحضير]

1. $CH_3CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{الضوء}} CH_3CH_2Cl + HCl$
2. $CH_3CH_2Cl + OH^- \longrightarrow CH_3CH_2OH + Cl^-$

تنويه: تذكر أن المطلوب منا في الهلجنة فقط الميثان والإيثان فينتج هاليد ألكيل أولي، لكن لو استخدمنا ألكان آخر غير الميثان والإيثان فالنتيجة لن تكون هاليد ألكيل أولي، لذا ننتبه إلى عدم تعميم قاعدة التفاعل إلى ما هو غير مطلوب منا معرفته حتى لا نقع في خطأ علمي

أفكر ص96: يصعب تحضير المركب 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ مباشرة من تفاعل 2-كلوروبروبان $CH_3CHClCH_3$

الحل:

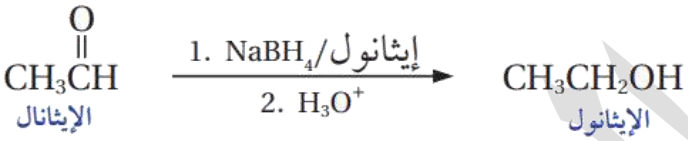
لأن $CH_3CHClCH_3$ هاليد ألكيل ثانوي يتفاعل بالحذف لا الاستبدال، فإذا تفاعل بالحذف نتج منه ألكين بروبين $CH_3CH = CH_2$، فحتى نحضِّر الكحول الثانوي، لا بد من خطوة ثانية في التحضير وذلك بإضافة الماء إلى الألكين، فوقتها ينتج معنا $CH_3CHOHCH_3$ يعني هذا التحضير يحتاج خطوتان وليس خطوة مباشرة

تحضير الكحولات الأولية من الألديهايدات والثانوية من الكيتونات بالاختزال

مثال (15) ص97: أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير الإيثانول CH_3CH_2OH بتفاعل الإيثانال CH_3CHO مع بوروهيدريد الصوديوم $NaBH_4$ ثم يضاف إليه محلول مخفف من حمض الكبريتيك H_2SO_4

الحل:

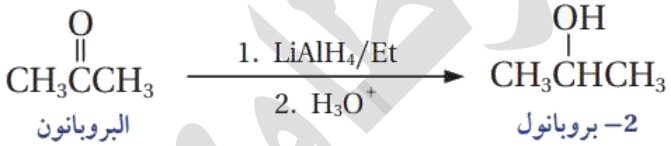
التحضير بخطوة واحدة (تحضير مباشر)



مثال (16) ص97: أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ من البروبانون CH_3COCH_3 باستخدام هيدريد الليثيوم والألمنيوم $LiAlH_4$

الحل:

التحضير بخطوة واحدة (تحضير مباشر)

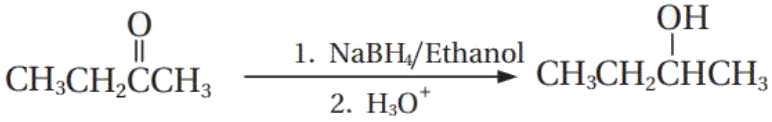


أتحقق ص97:

أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير 2-بيوتانول $CH_3CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$ بتفاعل البيوتانون $CH_3CH_2\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}CH_3$ مع بوروهيدريد الصوديوم $NaBH_4$

الحل:

التحضير بخطوة واحدة (تحضير مباشر)



تحضير الكحولات الأولية من الحموض الكربوكسيلية بالاختزال

مثال (17) ص98: أكتب معادلة كيميائية لتحضير الإيثانول CH_3CH_2OH من حمض الإيثانويك CH_3COOH باستخدام هيدريد الليثيوم والألمنيوم $LiAlH_4$

الحل:

التحضير بخطوة واحدة (تحضير مباشر)

$$\underset{\text{حمض الإيثانويك}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}OH} \xrightarrow[2.\ H_3O^+]{1.\ LiAlH_4/Et} \underset{\text{الإيثانول}}{CH_3CH_2OH}$$

أتحقق ص98:

أكتب معادلة كيميائية تبين تحضير 1-بروبانول $CH_3CH_2CH_2OH$ من حمض البروبانويك CH_3CH_2COOH بوجود هيدريد الليثيوم والألمنيوم $LiAlH_4$ والإيثر وحمض H_2SO_4 المخفف

الحل:

التحضير بخطوة واحدة (تحضير مباشر)

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

تنويه: تذكّر أن العامل المختزل $NaBH_4$ ليس قويًّا كفاية ليختزل الحمض الكربوكسيلي إلى كحول أولي

تحضير الكحولات من الإسترات بتفاعل التصبن [التحلل المائي للإستر]

مثال (18) ص99: أكتب معادلة كيميائية لتحضير الإيثانول CH_3CH_2OH بتسخين إيثانوات الإيثيل $CH_3COOCH_2CH_3$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$

الحل:

التحضير بخطوة واحدة (تحضير مباشر)

$$\underset{\text{إيثانوات الايثيل}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}OCH_2CH_3} + NaOH \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{إيثانوات الصوديوم}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}ONa} + \underset{\text{الإيثانول}}{CH_3CH_2OH}$$

أتحقق ص99:

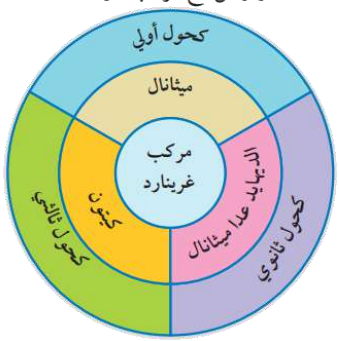
أكتب معادلات كيميائية تبين تحضير الميثانول بتسخين إستر إيثانوات الميثل CH_3COOCH_3 مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH

الحل: التحضير بخطوة واحدة (تحضير مباشر)

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}OCH_3 + NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}ONa + CH_3OH$$

تحضير الكحولات باستخدام مركبات غرينارد

مخطط عام لنواتج تفاعلات مركبات الكربونيل مع مركب غرينارد.



من أشهر الطرق المتبعة في تحضير الكحولات

نوع الكحول الناتج يعتمد على نوع الألديهايد أو الكيتون

المتفاعل:

1- كحول أولي: ميثانال + غرينارد

2- كحول ثانوي: ألديهايد عدا الميثانال + غرينارد

3- كحول ثالثي: كيتون + غرينارد

مثال (19) ص100: أكتب معادلات كيميائية تبين تحضير 1-بروبانول $CH_3CH_2CH_2OH$ من تفاعل الميثانال CH_2O مع إيثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3CH_2MgCl

الحل:

المطلوب: 1-بروبانول "كحول أولي" المتوفر: غرينارد (2 كربون) و ميثانال

إذًا التحضير من خلال إضافة غرينارد فينتج مركب وسطي، ثم نتبعه بحمض قوي HCl لينتج 1-بروبانول

$$\underset{\text{الميثانال}}{H\overset{O}{\overset{\|}{C}}H} + \underset{\text{ايثيل كلوريد المغنيسيوم}}{CH_3CH_2MgCl} \longrightarrow \underset{\text{المركب الوسطي}}{\overset{OMgCl}{\overset{|}{CH_2}}\overset{|}{CH_2}CH_3}$$

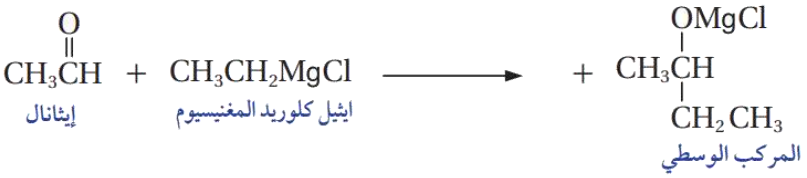
$$\underset{\text{المركب الوسطي}}{\overset{OMgCl}{\overset{|}{CH_2}}\overset{|}{CH_2}CH_3} + HCl \longrightarrow \underset{\text{1- بروبانول}}{CH_3CH_2CH_2OH} + \underset{\text{كلوريد المغنيسيوم}}{MgCl_2}$$

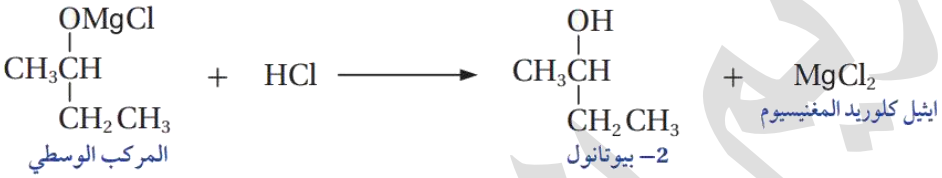
مثال (20) ص100: أكتب معادلات كيميائية تبين تحضير 2-بيوتانول $CH_3CHOHCH_2CH_3$ من تفاعل إيثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3CH_2MgCl مع الإيثانال CH_3CHO

الحل:

المطلوب: 2-بيوتانول "كحول ثانوي" من 4 كربون المتوفر: غرينارد (2 كربون) وإيثانال

إذًا التحضير من خلال إضافة غرينارد فينتج مركب وسطي، ثم نتبعه بحمض قوي HCl لينتج 2-بيوتانول





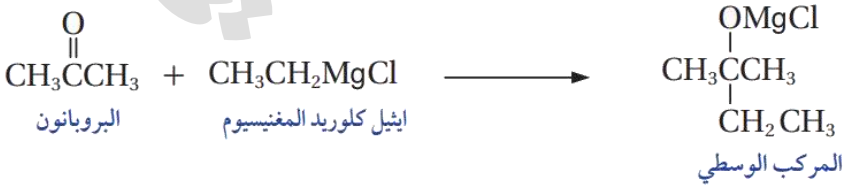
مثال (21) ص101: الكحول 2-ميثيل-2-بيوتانول $CH_3C(OH)(CH_3)CH_2CH_3$

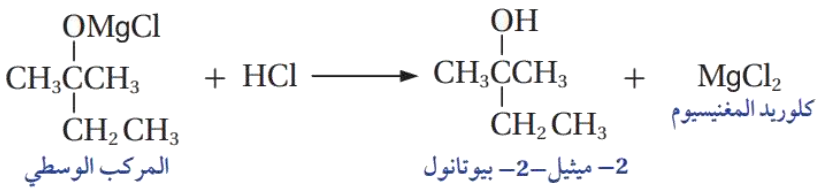
يتكون من خمس ذرات كربون، يُحضر من تفاعل إيثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3CH_2MgCl مع البروبانون CH_3COCH_3 أكتب معادلات كيميائية توضح ذلك

الحل:

المطلوب: "كحول ثالثي" من 5 كربون المتوفر: غرينارد (2 كربون) وبروبانون

إذًا التحضير من خلال إضافة غرينارد فينتج مركب وسطي، ثم نتبعه بحمض قوي HCl لينتج 2-ميثيل-2-بيوتانول





مثال (22) ص102: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير 2-بيوتانول $CH_3CHOHCH_2CH_3$ في المختبر إذا توافر الإيثين $CH_2 = CH_2$ و PCC/CH_2Cl_2 والمواد الآتية: H_2O ، H_2SO_4 ، HCl ، Mg

الحل:

المطلوب: 2-بيوتانول "كحول ثانوي" من 4 كربون المتوفر: الإيثين (2 كربون)

بما أن المتوفر أقل في الكربون، والكحول أكبر فلا بد من إضافة غرينارد إلى كربونيل

نحتاج تحضير كربونيل ونوعه ألديهايد عدا ميثانال، وبما أن المركب العضوي المتوفر هو الإيثين،

فنستخدم:

1- جزء منه لتحضير الألديهايد فسيكون الناتج إيثانال

2- والجزء الثاني منه لتحضير غرينارد وسيكون الناتج مع نظرة سريعة لعطيات السؤال: هو إيثيل كلوريد المغنيسيوم

نعمل إضافة غرينارد إلى الكربونيل فينتج الكحول المطلوب،

لكن السؤال: كيف نحوّل الإيثين إلى إيثانال، وكيف نحوّله إلى غرينارد

الجواب:

1- نحصل على الكربونيل (الإيثانال) من تفاعلات أكسدة الكحول، ونحصل على الكحول من إضافة الماء إلى الألكين ننظر إلى المعطيات، معنا ماء وحمض الكبريتيك، فنطبق تفاعل الإضافة إلى الألكين في وسط حمضي

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

2- حصلنا على الإيثانول وهو كحول أولي، نؤكسده للحصول على إيثانال، نطبق تفاعل التأكسد باستخدام عامل مؤكسد ضعيف مثل PCC/CH_2Cl_2 المتوفر في المعطيات، فينتج إيثانال

$$\underset{\text{الإيثانول}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} \underset{\text{الإيثانال}}{CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H}$$

3- نبدأ تحضير غرينارد من الإيثين، ولا بد لتحضير غرينارد: توفر هاليد ألكيل، يتحول الألكين إلى هاليد ألكيل بالإضافة، إذًا نضيف HCl إليه، ثم نضيف المغنيسيوم، فينتج إيثيل كلوريد المغنيسيوم

$$CH_2=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$$

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

4- نبدأ إضافة غرينارد إلى الكربونيل لينتج المركب الوسطي ثم نتبعه بالحمض ليتكون الكحول

$$\underset{\text{الإيثانال}}{CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H} + \underset{\text{ايثيل كلوريد المغنيسيوم}}{CH_3CH_2MgCl} \longrightarrow \underset{\text{المركب الوسطي}}{CH_3\overset{OMgCl}{\overset{|}{C}}HCH_2CH_3} \xrightarrow{HCl} \underset{\text{2- بيوتانول}}{CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2CH_3} + MgCl_2$$

مثال (23) ص103: أكتب المعادلات الكيميائية التي توضح تحضير الإيثانول CH_3CH_2OH من الميثان CH_4 باستخدام الضوء والمواد الآتية: الإيثر، Br_2، $NaOH$ ، HBr ، Mg ، PCC/CH_2Cl_2

الحل:

المطلوب: إيثانول "كحول أولي" من2 كربون المتوفر: الميثان (1 كربون)

بما أن المتوفر أقل في الكربون، والكحول أكبر فلا بد من إضافة غرينارد إلى كربونيل

نحتاج تحضير كربونيل ونوعه ميثانال لأن الكحول أولي، وبما أن المركب العضوي المتوفر هو الميثان،

فنستخدم:

1- جزء منه لتحضير ميثانال

2- والجزء الثاني منه لتحضير غرينارد ومن معطيات السؤال نقول أنه ميثيل بروميد المغنيسيوم

السؤال: كيف نحوّل الميثان إلى ميثانال، وكيف نحوّله إلى غرينارد

الجواب:

1- نحصل على الميثانال من تفاعلات أكسدة الكحول، ومعنا ألكان، تفاعله الوحيد هو الهلجنة، فينتج هاليد ألكيل، ثم نطبق الاستبدال في هاليد الألكيل فينتج كحول

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

$$CH_3Br + NaOH \longrightarrow \underset{\text{الميثانول}}{CH_3OH} + NaBr$$

2- حصلنا على الميثانول وهو كحول أولي، نؤكسده للحصول على ميثانال، نطبق تفاعل التأكسد باستخدام عامل مؤكسد ضعيف مثل PCC/CH_2Cl_2 المتوفر في المعطيات

$$\underset{\text{الميثانول}}{CH_3OH} \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} \underset{\text{الميثانال}}{HC(=O)H}$$

3- نبدأ تحضير غرينارد من الميثان، لكننا حضرنا من الميثان هاليد ألكيل، الذي يلزمنا للغرينارد، إذًا نأخذ جزء من هاليد الألكيل فورًا لنفاعله مع المغنيسيوم لينتج ميثيل بروميد المغنيسيوم

$$CH_3Br + Mg \xrightarrow{Et} \underset{\text{ميثيل بروميد المغنيسيوم}}{CH_3MgBr}$$

4- نبدأ إضافة غرينارد إلى كربونيل لينتج المركب الوسطي ثم نتبعه بالحمض ليتكون الكحول المطلوب

$$\underset{\text{الميثانال}}{HC(=O)H} + \underset{\substack{\text{ميثيل بروميد}\\ \text{المغنيسيوم}}}{CH_3MgBr} \longrightarrow \underset{\text{المركب الوسطي}}{HC(OMgBr)(CH_3)} \xrightarrow{HBr} \underset{\text{الإيثانول}}{CH_2(OH)CH_3} + MgBr_2$$

مثال (24) ص104: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ من الميثان CH_4 والإيثين $CH_2 = CH_2$ وباستخدام الضوء والمواد الآتية: الماء، الإيثر، Cl_2، H_2SO_4 ، Mg ، PCC/CH_2Cl_2 تنويه: نحتاج أيضًا HCl حتى نصل لآخر خطوة، أو نستخدمه كناتج غير العضوي من تفاعل الهلجنة لتطبيق آخر خطوة في التحضير

الحل:

المطلوب: 2-بروبانول "كحول ثانوي" من 3 كربون المتوفر: الإيثين (2 كربون) والميثان (1 كربون)

بما أن المتوفر أقل في الكربون، والكحول أكبر فلا بد من إضافة غرينارد إلى كربونيل

نحتاج تحضير كربونيل ونوعه ألديهايد عدا ميثانال، فنختار الإيثين لتحضير الكربونيل لأن الكربونيل لا بد ألا يكون ذرة واحدة وإلا كان ميثانال والكحول أولي، ونختار لتحضير غرينارد الميثان

لكن السؤال: كيف نحوّل الإيثين إلى إيثانال، وكيف نحوّل الميثان إلى غرينارد

الجواب:

1- نحصل على الكربونيل (الإيثانال) من تفاعلات أكسدة الكحول، ونحصل على الكحول من إضافة الماء إلى الألكين ننظر إلى المعطيات، معنا ماء وحمض الكبريتيك، فنطبق تفاعل الإضافة إلى الألكين في وسط حمضي

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

2- حصلنا على الإيثانول وهو كحول أولي، نؤكسده للحصول على إيثانال، نطبق تفاعل التأكسد باستخدام عامل مؤكسد ضعيف مثل PCC/CH_2Cl_2 المتوفر في المعطيات، فينتج إيثانال

$$\underset{\text{الإيثانول}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} \underset{\text{الإيثانال}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H}$$

3- نبدأ تحضير غرينارد من الميثان، ولا بد لتحضير غرينارد: توفر هاليد ألكيل، يتحول الألكان إلى هاليد ألكيل بالهلجنة، ثم نفاعل هاليد الألكيل مع مغنيسيوم فينتج ميثيل كلوريد المغنيسيوم

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

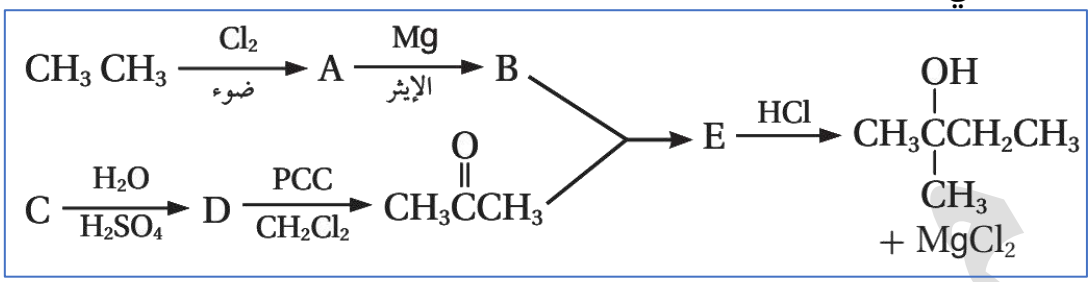
$$\underset{\text{كلوروميثان}}{CH_3Cl} + Mg \xrightarrow{Et} \underset{\text{ميثيل كلوريد المغنيسيوم}}{CH_3MgCl}$$

4- نبدأ إضافة غرينارد إلى الكربونيل لينتج المركب الوسطي ثم نتبعه بالحمض ليتكون الكحول

$$\underset{}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H} + \underset{\text{ميثيل كلوريد المغنيسيوم}}{CH_3MgCl} \longrightarrow \underset{\text{المركب الوسطي}}{CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{OMgCl}{|}}{C}}H} \xrightarrow{HCl} \underset{\text{2- بروبانول}}{CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{C}}H} + MgCl_2$$

أتحقق ص105:

أكتب صيغ المركبات العضوية A , B , C , D , E الناتجة من سلسلة التفاعلات المبينة في المخطط الآتي:



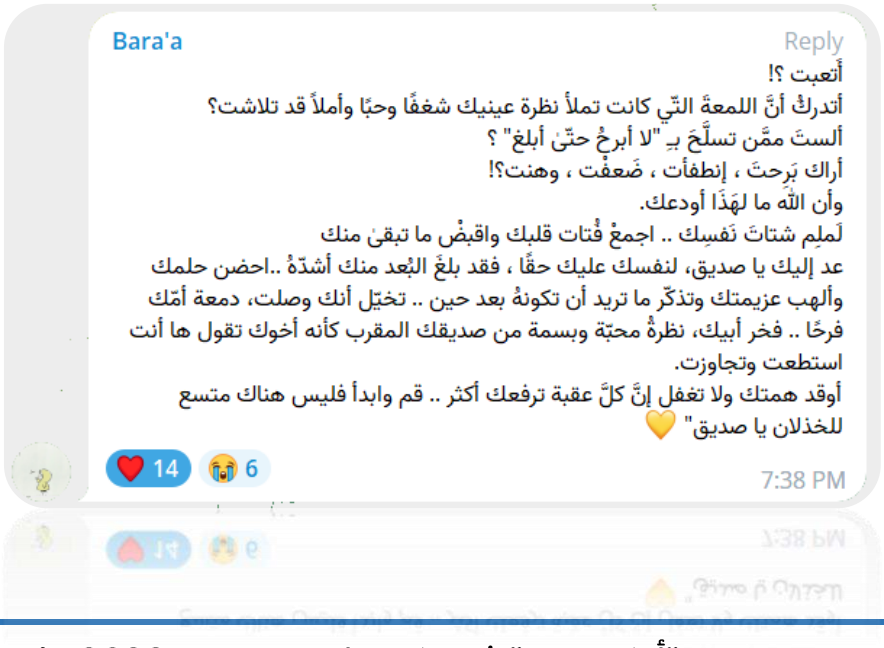
A: CH_3CH_2Cl

B: CH_3CH_2MgCl

C: $CH_2 = CHCH_3$

D: $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$

E: $CH_3\overset{\displaystyle OMgCl}{\overset{|}{C}}CH_3$ (CH2CH3 below C)



ورقة عمل (10): تحضير الكحولات

تدريب (1): يُحضر الميثانول صناعيًّا عن طريق:

(a)	أكسدة CO بوجود ZnO	(b)	تخمير الجلوكوز باستخدام أنزيمات خميرة
(c)	هدرجة CO عند درجة حرارة 400°C	(d)	التحلل المائي للإستر

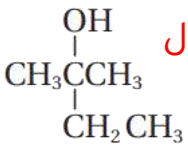
تدريب (2): تُحضَّر الكحول صناعيًّا عن طريق تفاعل:

(a)	الهلجنة	(b)	الهدرجة
(c)	إضافة غرينارد	(d)	الاستبدال

تدريب (3): بيِّن بالمعادلات الكيميائية طريقة تحضير 2- بيوتانول $CH_3CHOHCH_2CH_3$ مبتدئًا بالمركبين $CH_2 = CH_2$ و CH_3CHO ومستخدمًا أية مواد غير عضوية مناسبة

مساعدة: لاحظ أن المطلوب يساوي مجموع المتوفر من المركبين (4 كربون) وأن نوع الكحول المطلوب تحضيره ثانوي، فلا بد من ألديهايد عدا الميثانال يتفاعل مع غرينارد، الألديهايد متوفر، يبقى علينا تحضير الغرينارد من الإيثين بطريقة ما، حاول الحصول على هاليد ألكيل!

تدريب (4): مستخدمًا 2-بروبانول $CH_3CHOHCH_3$ وكلوروإيثان CH_3CH_2Cl بين خطوات تحضير 2-ميثيل-2-بيوتانول



مستخدمًا الإيثر وأي مواد غير عضوية مناسبة

مساعدة: تذكر لتحضير كحول عدد ذرات الكربون فيه أكبر من المركبات المتوفرة، لا بد من إضافة غرينارد، الكحول المطلوب ثالثي، فلا بد من تفاعل كيتون مع غرينارد بحيث مجموع الكربون فيهما يساوي الكربون في الكحول الناتج

تحضير الإيثرات

- يُحضر العديد من الإيثرات صناعيًّا ومن أهمها ثنائي إيثل إيثر $CH_3CH_2OCH_2CH_3$
- يستخدم ثنائي إيثل إيثر كمذيب عضوي في كثير من التفاعلات

كيف يُحضَّر ثنائي إيثل إيثر $CH_3CH_2OCH_2CH_3$ صناعيًّا؟

بتسخين الإيثانول CH_3CH_2OH مع حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 إلى درجة حرارة 140°C حسب المعادلة الآتية:

$$2CH_3CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4\backslash 140\ ^\circ C} CH_3CH_2OCH_2CH_3$$

بيِّن طرق تحضير الإيثرات مخبريًّا (في المختبر)؟

بشكل أساسي تحضَّر بتفاعل هاليد الألكيل الأولي RX مع مركبات ألكوكسيد، مثل ألكوكسيد الصوديوم $R-ONa$ فيحل أيون ألكوكسيد RO^- محل أيون الهالوجين (تفاعل الاستبدال)

مثال (25) ص105: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير ثنائي ميثيل إيثر CH_3OCH_3 في المختبر من الميثان CH_4 مستخدمًا الضوء والمواد الآتية: $NaOH, Br_2, Na$

الحل:

المطلوب: إيثر CH_3OCH_3 المتوفر: ألكان CH_4

لتحضير الإيثر الذي يتكون من مجموعتي ألكيل متماثلتين، نحتاج أيون ألكوكسيد وهاليد ألكيل ونطبق تفاعل الاستبدال:

1- لتحضير هاليد ألكيل من ميثان، نفاعل الميثان بالهلجنة فينتج بروميثان

$$\underset{\text{الميثان}}{CH_4} + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} \underset{\text{برومو ميثان}}{CH_3Br} + HBr$$

2- لتحضير ألكوكسيد نحتاج كحول نفاعله مع فلز نشط، نسأل أنفسنا كيف نحصل على الكحول من الميثان؟

الجواب: الميثان نحوله إلى هاليد ألكيل ثم بالاستبدال يتحول إلى كحول لذا نستخدم جزء من هاليد الألكيل الناتج في خطوة 1 فينتج الكحول المطلوب ثم نفاعله مع الفلز النشط فينتج ميثوكسيد الصوديوم

$$\underset{\text{برومو ميثان}}{CH_3Br} + NaOH \longrightarrow \underset{\text{الميثانول}}{CH_3OH} + NaBr$$

$$CH_3OH + Na \longrightarrow CH_3ONa + 1\backslash 2\ H_2$$

3- نفاعل أيون ألكوكسيد مع هاليد الألكيل فينتج الإيثر المطلوب

$$CH_3Br + CH_3O^- \longrightarrow CH_3-O-CH_3 + Br^-$$

مثال (26) ص106: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير إيثيل ميثيل إيثر $CH_3CH_2OCH_3$ إذا توافر في المختبر الميثان CH_4 والإيثين $CH_2 = CH_2$ مستخدمًا الضوء والمواد الآتية: $NaOH, HCl, Cl_2, Na$

الحل:

المطلوب: إيثر $CH_3CH_2OCH_3$ المتوفر: ألكان CH_4 وألكين $CH_2 = CH_2$

لتحضير الإيثر الذي يتكون من مجموعتي ألكيل مختلفتين إيثيل وميثيل، لذا نستخدم مركب لتحضير هاليد الألكيل والآخر لتحضير أيون ألكوكسيد:

1- لتحضير هاليد ألكيل: نستخدم مثلاً الإيثين، نسأل أنفسنا ما هي طرق تحضير هاليد الألكيل؟ الجواب: بإضافة HX إلى الألكين وهي خطوة مباشرة فينتج كلوروإيثان

$$CH_2=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$$

2- لتحضير ألكوكسيد نحتاج كحول نفاعله مع فلز نشط، نسأل أنفسنا كيف نحصل على الكحول من الميثان؟ الجواب: الميثان نحوله إلى هاليد ألكيل بالهلجنة ثم بالاستبدال يتحول إلى كحول ثم نفاعله مع الفلز النشط فينتج ميثوكسيد الصوديوم

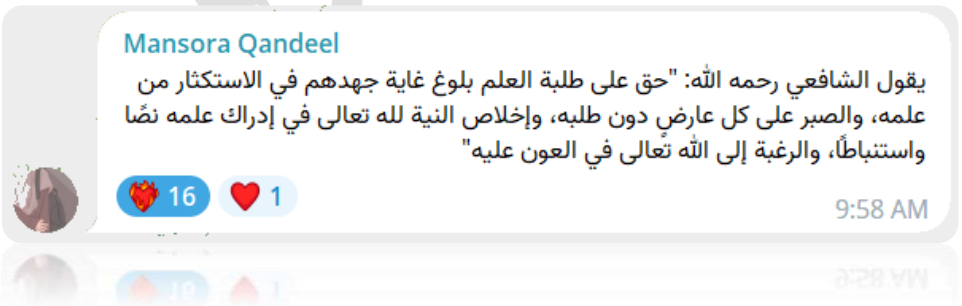
$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl + HCl$$

$$CH_3Cl + NaOH \longrightarrow CH_3OH + NaCl$$

$$CH_3OH + Na \longrightarrow CH_3ONa + 1\backslash 2\ H_2$$

3- نفاعل أيون ألكوكسيد مع هاليد الألكيل فينتج الإيثر المطلوب

$$CH_3CH_2Cl + CH_3ONa \longrightarrow CH_3CH_2OCH_3 + NaCl$$



أتحقق ص106: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير الإيثر $CH_3CH_2-O-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3$

إذا توافر في المختبر 1-كلوروبروبان $CH_3CH_2CH_2Cl$ والإيثين $CH_2=CH_2$ والمواد الآتية:
$NaOH, HCl, H_3PO_4, Na, H_2O$

الحل:

المطلوب: إيثر فيه تفرع المتوفر: هاليد ألكيل $CH_3CH_2CH_2Cl$ وألكين $CH_2=CH_2$

لتحضير الإيثر الذي يتكون من مجموعتي ألكيل مختلفتين وأيضا مجموعة فيها تفرع، لا بد من هاليد ألكيل أولي وأيون ألكوكسيد

وبسبب التفرع في الإيثر جهة الألكيل (3 كربون) لا بد أن يكون الأصل كحول ثانوي يتفاعل مع الفلز النشط لينتج ألكوكسيد متفرع (3 كربون) ثم نفاعله مع هاليد ألكيل أولي (2 كربون) فينتج الإيثر، إذاً:

1- لتحضير هاليد ألكيل (2 كربون): نستخدم الإيثين، نسأل أنفسنا ما هي طرق تحضير هاليد الألكيل؟ الجواب: بإضافة HX إلى الألكين وهي خطوة مباشرة فينتج كلوروإيثان

$$CH_2=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$$

2- لتحضير ألكوكسيد (3 كربون متفرع) نحتاج كحول ثانوي نفاعله مع فلز نشط، نسأل أنفسنا كيف نحصل على الكحول من هاليد ألكيل أولي؟

الجواب: هاليد الألكيل الأولي المتوفر في السؤال لا يتفاعل إلا بالاستبدال ووقتها ينتج كحول أولي، لا بد لتحويل الكحول الأولي إلى ثانوي من المرور بخطوتي حذف وإضافة (تريك مهمة في التحضير)

$$CH_3CH_2CH_2Cl + NaOH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH$$

$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{H_3PO_4} CH_3CH=CH_2$$

$$CH_3CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3PO_4} CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

يتفاعل الكحول الثانوي مع الفلز النشط لينتج ألكوكسيد متفرع (3كربون)

$$CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + Na \longrightarrow CH_3\underset{\displaystyle ONa}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

3- نفاعل أيون ألكوكسيد المتفرع (3كربون) مع هاليد الألكيل كلوروإيثان (2 كربون) لينتج الإيثر المطلوب

$$CH_3CH_2Cl + CH_3\underset{\displaystyle ONa}{\underset{|}{C}}HCH_3 \longrightarrow CH_3CH_2O-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

[6 خطوات تحضير]

انتبه: لا يمكننا عكس الخيارات، يعني هاليد ألكيل فيه تفرع، وأيون ألكوكسيد سلسلة مستمرة لأن الاستبدال لا يكون إلا لهاليدات الألكيل الأولية، انظر سؤال 13 فرع 3 ص112

تحضير الحموض الكربوكسيلية

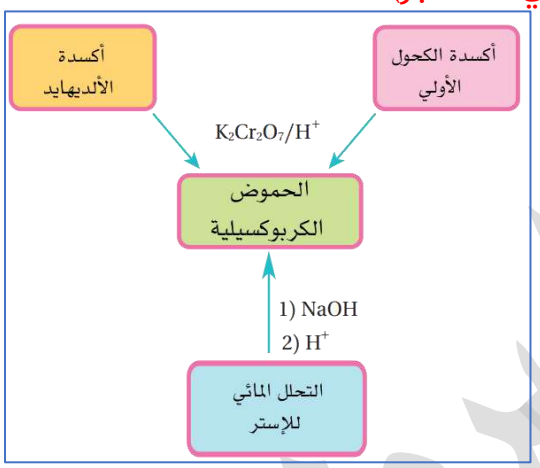
يُعد حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك) CH_3COOH من أهم الحموض الكربوكسيلية

كيف يُحضَّر حمض الإيثانويك CH_3COOH صناعيًّا؟

بتفاعل الميثانول CH_3OH مع أول أكسيد الكربون CO بوجود عامل مساعد من يود-روديوم (RhI) حسب المعادلة الآتية:

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

بيِّن طرق تحضير الحموض الكربوكسيلية مخبريًّا (في المختبر)؟



1- أكسدة الكحولات الأولية

2- أكسدة الألديهايدات

والتأكسد يتم باستخدام عامل مؤكسد قوي في وسط حمضي، مثل $K_2Cr_2O_7/H^+$ أو $Na_2Cr_2O_7/H^+$

3- التحلل المائي للإستر

ما المقصود بالتحلل المائي للإستر؟

يتفاعل الإستر مع محلول قاعدة قوية مثل KOH , $NaOH$ مع تسخين، فينتج الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي.

يتم فصل الكحول بعملية التقطير، ثم يُضاف محلول مخفف من حمض HCl إلى ملح الحمض الكربوكسيلي فينتج الحمض الكربوكسيلي

EXAMPLE مثال (27) ص107: أكتب معادلات كيميائية تبين تحضير حمض الميثانويك HCOOH من ميثانوات الإيثيل $HCOOCH_2CH_3$ باستخدام قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم: NaOH وحمض الهيدروكلوريك HCl

الحل:

المطلوب: حمض كربوكسيلي HCOOH المتوفر: إستر $HCOOCH_2CH_3$

نستخدم التحلل المائي للإستر

1- نسخن الإستر مع محلول القاعدة القوية فينتج الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي

$$\underset{\text{ميثانوات الايثيل}}{HCOCH_2CH_3} + NaOH \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{ميثانوات الصوديوم}}{HCONa} + \underset{\text{الإيتانول}}{CH_3CH_2OH}$$

2- نفصل الكحول بالتقطير، ويضاف الحمض المخفف HCl إلى محلول ملح الحمض المتبقي لينتج الحمض الكربوكسيلي

يتفاعل أيون الهيدروجين (بروتون الحمض HCl) مع أيون الحمض الكربوكسيلي (القاعدة المرافقة للحمض الكربوكسيلي) فينتج الحمض ويخرج من هذا التفاعل ملح NaCl

$$HCO^- + H^+ \longrightarrow \underset{\text{حمض الميثانويك}}{HCOH}$$

مثال (28) ص108: أكتب معادلات كيميائية تبين أكسدة البروبانال CH_3CH_2CHO إذا للحصول على حمض البروبانويك CH_3CH_2COOH

الحل:

المطلوب: حمض CH_3CH_2COOH المتوفر: ألديهايد CH_3CH_2CHO

نحصل على الحمض من أكسدة الألديهايد بعامل مؤكسد قوي في وسط حمضي، وهي خطوة مباشرة في التحضير

$$\underset{\text{البروبانال}}{CH_3CH_2CH} \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} \underset{\text{حمض البروبانويك}}{CH_3CH_2COH}$$

أتحقق ص108: أكتب معادلات كيميائية تبين تحضير حمض الميثانويك مخبريًّا من الميثان CH_4 مستخدمًا الضوء والمواد الآتية: $NaOH\ ,K_2Cr_2O_7\ ,HCl\ ,Cl_2$

الحل:

المطلوب: حمض المتوفر: ميثان

لا بد من كحول أو ألديهايد أو إستر لنحضر الحمض، فنسأل أنفسنا هل ممكن الحصول على أي من ذلك من الميثان؟ الجواب: من معطيات السؤال نفهم أن هناك مجال لتفاعل الهلجنة فينتج هاليد ألكيل بسيط أولي، نطبق تفاعل الاستبدال فينتج كحول أولي، نقوم بأكسدته فينتج الحمض المطلوب [3 خطوات تحضير]

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

$$CH_3Cl + NaOH \longrightarrow CH_3OH + NaCl$$

$$CH_3OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} H\text{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{-}OH$$

تحضير الإسترات

تستخدم عملية الأسترة في تحضير الكثير من المركبات العضوية ذات الأهمية الكبرى في حياتنا مثل:

1- الأسبرين
2- مضافات لتحسين الوقود
3- منكهات غذائية
4- صناعة النسيج
5- صناعة الصابون
6- المنظفات

يُحضَّر الإستر في المختبر بطرائق عدة، والطريقة الأشهر هي تفاعل الأسترة المستخدمة أيضًا في الصناعة

كيف يُحضَّر الإستر صناعيًّا ومخبريًّا؟

بتفاعل الأسترة: يتفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول في وسط حمضي (محلول حمض الكبريتيك H_2SO_4)

مثال (29) ص108: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير إيثانوات الميثيل CH_3COOCH_3 في المختبر إذا توافر CH_4 , CH_3CH_2Br والضوء والمواد الآتية:
KOH , $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , Br_2

$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}\,/\,O\,CH_3$

الجزء المشتق من الحمض الكربوكسيلي — الجزء المشتق من الكحول

الحل:

المطلوب: إستر CH_3COOCH_3 المتوفر: CH_4 , CH_3CH_2Br

لا بد من تحضير كحول وحمض كربوكسيلي ونطبق تفاعل الأسترة

1- ننظر إلى صيغة الأستر المطلوب ونقسمه إلى شق حمضي وشق كحولي

الشق الحمضي (2 كربون) إذًا نستخدم 1-بروموإيثان المتوفر في السؤال لتحضير حمض الإيثانويك

الشق الكحولي (1 كربون) إذًا نستخدم الميثان المتوفر في السؤال لتحضير ميثانول

2- لتحضير الحمض الكربوكسيلي من هاليد ألكيل أولي، نسأل أنفسنا يلزمنا لتحضير الحمض إما كحول أو ألديهايد أو إستر، فهل يساعدنا هاليد الألكيل؟ الجواب: من السهولة تطبيق تفاعل الاستبدال وينتج كحول أولي نؤكسده إلى حمض

$$CH_3CH_2Br + KOH \longrightarrow CH_3CH_2OH + KBr$$

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7\backslash H^+} CH_3COOH$$

3- لتحضير الكحول من الميثان، المعطيات واضحة، نستخدم تفاعل الهلجنة، ثم الاستبدال لنحصل على الكحول المطلوب

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

بروموميثان

$$CH_3Br + KOH \longrightarrow CH_3OH + KBr$$

الميثانول

4- نطبق تفاعل الأسترة

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}OH + CH_3OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}OCH_3 + H_2O$$

[5 خطوات تحضير]

أتحقق ص109: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير إيثانوات الإيثيل $CH_3COOCH_2CH_3$ بدءًا من الإيثانال CH_3CHO وباستخدام المواد الآتية: H_2 , Ni , $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4

الحل:

المطلوب: إستر $CH_3COOCH_2CH_3$ المتوفر: CH_3CHO

$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}OCH_2CH_3$

لا بد من تحضير كحول وحمض كربوكسيلي ونطبق تفاعل الأسترة

1- ننظر إلى صيغة الأستر المطلوب ونقسمه إلى شق حمضي وشق كحولي

الشق الحمضي (2 كربون) إذًا نستخدم الإيثانال لتحضير حمض الإيثانويك بالأكسدة

الشق الكحولي (2 كربون) إذًا نستخدم الإيثانال لتحضير الإيثانول بالاختزال

2- نؤكسد جزءًا من الإيثانال ونحصل على حمض الإيثانويك

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

3- نختزل الجزء الباقي من الإيثانال بتفاعل الهدرجة ونحصل على الإيثانول

$$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2OH$$

الإيثانال — الإيثانول

4- نطبق تفاعل الأسترة

$$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3CH_2OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OCH_2CH_3 + H_2O$$

[3 خطوات تحضير]

التجربة (2) ص110: تحضير الإستر

طريقة التجربة:

- يتم تسخين الماء في كأس زجاجية باستخدام السخان الكهربائي
- يوضع 5 مل من حمض الإيثانويك CH_3COOH في أنبوب اختبار ويضاف له 5 مل من الإيثانول CH_3CH_2OH
- باستخدام قطارة يضاف 3 قطرات من حمض الكبريتيك إلى أنبوب الاختبار
- يُغمس أنبوب الاختبار داخل الكأس الزجاجية (حمام الماء الساخن) حتى يبدأ الخليط بالغليان ونستنشق رائحة الإستر العطرة ثم نضعه على حامل الأنابيب

أكتب معادلة التفاعل التي تحدث بين حمض الإيثانويك والإيثانول

$$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3CH_2OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OCH_2CH_3 + H_2O$$

أسمي الإستر الناتج

إيثانوات الإيثيل

ما الرائحة العطرة التي استنشقتها؟

تشبه رائحة المواد اللاصقة

ورقة عمل (11): تحضير الإيثرات والإسترات والحموض الكربوكسيلية

تدريب (1): يُحضر ثنائي إيثل إيثر $(CH_3CH_2)_2O$ صناعيًّا:

(a)	بتسخين CH_3OH مع H_2SO_4	(b)	بهدرجة CH_3CH_2OH
(c)	بتفاعل CH_3OH مع CO	(d)	بتسخين CH_3CH_2OH مع H_2SO_4

تدريب (2): أشهر الطرق المخبرية لتحضير الإسترات هي:

(a)	عملية التحلل المائي للإستر	(b)	عملية الأسترة
(c)	تفاعل التصبن	(d)	أكسدة الكحول إلى حمض كربوكسيلي

تدريب (3): العامل المساعد المستخدم في تحضير حمض الإيثانويك صناعيًّا هو:

(a)	CO	(b)	Cu
(c)	RhI	(d)	ZnO

تدريب (4): نحضِّر الكحول مخبريًّا من التحلل المائي للإستر ونفصله باستخدام:

(a)	إضافة HCl	(b)	التقطير
(c)	الأكسدة	(d)	التكسير

تدريب (5): يتم تحضير الحموض الكربوكسيلية مخبريًّا بالطرق الآتية عدا واحدة وهي:

(a)	أكسدة الألديهايدات	(b)	أكسدة الكحولات الثانوية
(c)	أكسدة الكحولات الأولية	(d)	التحلل المائي للإستر

تدريب (6): أكتب معادلات تبين تحضير حمض الإيثانويك CH_3COOH باستخدام:

1- باستخدام الميثانول CH_3OH وأية مواد غير عضوية مناسبة (تحضير صناعي)

2- باستخدام الإيثانول CH_3CH_2OH وأية مواد غير عضوية مناسبة (تحضير مخبري)

3- باستخدام ميثانوات الإيثيل $HCOOCH_2CH_3$ وأية مواد غير عضوية مناسبة (تحضير مخبري)

4- باستخدام الإيثانال CH_3CHO وأية مواد غير عضوية مناسبة (تحضير مخبري)

تدريب (7): حدّد سلسلة التفاعلات التي من خلالها ستحضِّر ميثانوات الميثيل $HCOOCH_3$ في المختبر إذا توافر لديك الميثان CH_4 والضوء، والمواد الآتية:

$KOH\ ,\ K_2Cr_2O_7\ ,\ H_2SO_4\ ,\ Br_2$

مساعدة حتى تتأكد من حلك في النهاية: أربع تفاعلات متسلسلة

استبدال - استبدال - تأكسد - استبدال

تدريب (8): مستخدمًا الإيثان CH_3CH_3 وأية مركبات غير عضوية مناسبة بيِّن كيفية تحضير ثنائي إيثيل إيثر $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

م. مريم السرطاوي

حل مراجعة الدرس الثالث

السؤال الأول: أوضح أهمية تحضير المركبات العضوية في المختبر

استكشاف طرائق جديدة لإنتاجها على المستوى الاقتصادي بتكلفة قليلة ودون إنتاج مواد أخرى غير مرغبة لما لذلك من أثر في تطوير الصناعات المعتمدة على المركبات العضوية

السؤال الثاني: أوضح المقصود بتفاعل التكسير

مذكور في المحتوى

السؤال الثالث: أصمم مخططا يبين سلسلة التفاعلات المستخدمة في تحضير الإيثانول CH_3CH_2OH باستخدام الإيثان CH_3CH_3

[خطوتان للتحضير: استبدال - استبدال]

1) $CH_3CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{الضوء}} CH_3CH_2Cl + HCl$

2) $CH_3CH_2Cl + OH^- \longrightarrow CH_3CH_2OH + Cl^-$

السؤال الرابع: أكتب معادلة تحضير الإيثانول CH_3CH_2OH صناعيًّا

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

السؤال الخامس: أكتب معادلة التحضير الصناعي للإيثانال CH_3CHO

$$\underset{\text{الإيثانول}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} \underset{\text{الإيثانال}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}H}$$

السؤال السادس: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير البروبانون CH_3COCH_3 باستخدام 1-كلوروبروبان $CH_3CH_2CH_2Cl$ والمواد الآتية: H_2O , H_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$, $NaOH$

الحل: من خلال سلسلة تفاعلات أربعة: [استبدال - حذف - إضافة - تأكسد]

1) $CH_3CH_2CH_2Cl + NaOH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH$

2) $CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3CH=CH_2$

3) $CH_3CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3$

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

السؤال السابع: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير 2-بيوتانول $CH_3CHOHCH_2CH_3$ باستخدام الإيثانول CH_3CH_2OH والمواد الآتية: إيثر، PCC/CH_2Cl_2 ، HBr ، Mg

الحل: بالنظر إلى المطلوب كحول ثانوي عدد ذرات الكربون أكبر من المتوفر، إذًا نستخدم إضافة غرينارد (2 كربون) إلى ألديهايد "إيثانال"

1. $CH_3CH_2OH \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$

2. $CH_3CH_2OH + HBr \longrightarrow CH_3CH_2Br$

3. $CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{Et} CH_3CH_2MgBr$

4. $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H + CH_3CH_2MgBr \longrightarrow CH_3\underset{CH_2CH_3}{\overset{OMgBr}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}H \xrightarrow{HBr} CH_3\underset{CH_2CH_3}{\overset{OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}H + MgBr_2$

2– بيوتانول

السؤال الثامن: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير 2-ميثل-2-بيوتانول $CH_3\overset{OH}{\overset{|}{\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}}}CH_2CH_3$

إذا توافرت المواد الآتية في المختبر:

الإيثين $CH_2=CH_2$ ، البروبين $CH_2=CHCH_3$

إيثر، H_2O ، H_2SO_4 ، $K_2Cr_2O_7$ ، HBr, Mg

الحل: المطلوب: كحول ثالثي (5 كربون) والمتوفر ألكينات من (2 كربون) و (3 كربون) لا بد كيتون (3 كربون) يتفاعل مع غرينارد (2 كربون)، نستخدم الإيثين لتحضير اللغرينارد، والبروبين لتحضير الكيتون، انظر كيف قسمنا الكحول الثالثي وتعرفنا على المكونات، حيث الكربونة المتصلة بالهيدروكسيل كانت سابقًا مجموعة الكربونيل

$CH_3\overset{OH}{\overset{|}{\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}}}CH_2CH_3$

جزء الكيتون — جزء غرينارد

1. $CH_2=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3CH_2Br$

2. $CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{Et} CH_3CH_2MgBr$

3. $CH_3CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$

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

5. $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_3 + CH_3CH_2MgBr \longrightarrow CH_3\underset{CH_2CH_3}{\overset{OMgBr}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}CH_3 \xrightarrow{HBr} CH_3\underset{CH_2CH_3}{\overset{OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}CH_3 + MgBr_2$

2– ميثيل–2– بيوتانول

م. مريم السرطاوي

السؤال التاسع: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير بروبانوات الميثيل $CH_3CH_2COOCH_3$ إذا توافر في المختبر كل من: الميثان CH_4 ، البروبانال CH_3CH_2CHO ، الضوء والمواد الآتية: Cl_2 , H_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$, $NaOH$

الحل: المطلوب: إستر "الشق الحمضي 3 كربون، الشق الكحولي 1 كربون والمتوفر: ميثان وبروبانال

الميثان يساعدنا في تحضير الشق الكحولي، بالهلجنة والاستبدال

البروبانال يساعدنا في تحضير الشق الحمضي بالأكسدة

ثم نفاعل الحمض الكربوكسيلي والكحول ليتكون الإستر

[4 خطوات تحضير]

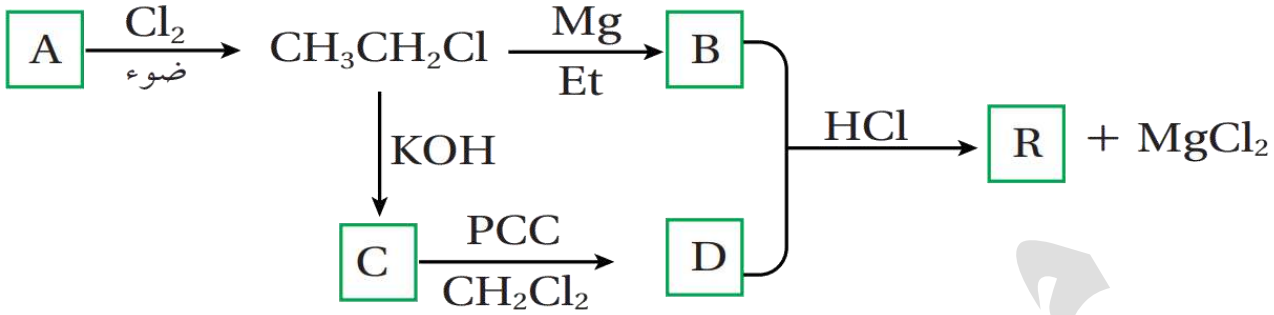
1. $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl$
2. $CH_3Cl + NaOH \longrightarrow CH_3OH$
3. $CH_3CH_2CHO \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 \backslash H^+} CH_3CH_2COOH$
4. $CH_3CH_2COOH + CH_3OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}OCH_3 + H_2O$

السؤال العاشر: مركب عضوي A يتكون من ثلاث ذرات كربون يتفاعل مع الصوديوم مطلقًا غاز الهيدروجين H_2 وعند أكسدته باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي $K_2Cr_2O_7/H^+$ ينتج مركبًا عضويًّا B حيث يتفاعل مع كربونات الصوديوم Na_2CO_3 ويطلق غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وعند تسخين مزيج من المركبين A , B ينتج مركبًا عضويًّا C ذا رائحة تشبه رائحة الفواكه، أستنتج الصيغ العضوية للمركبات A , B , C

الحل:

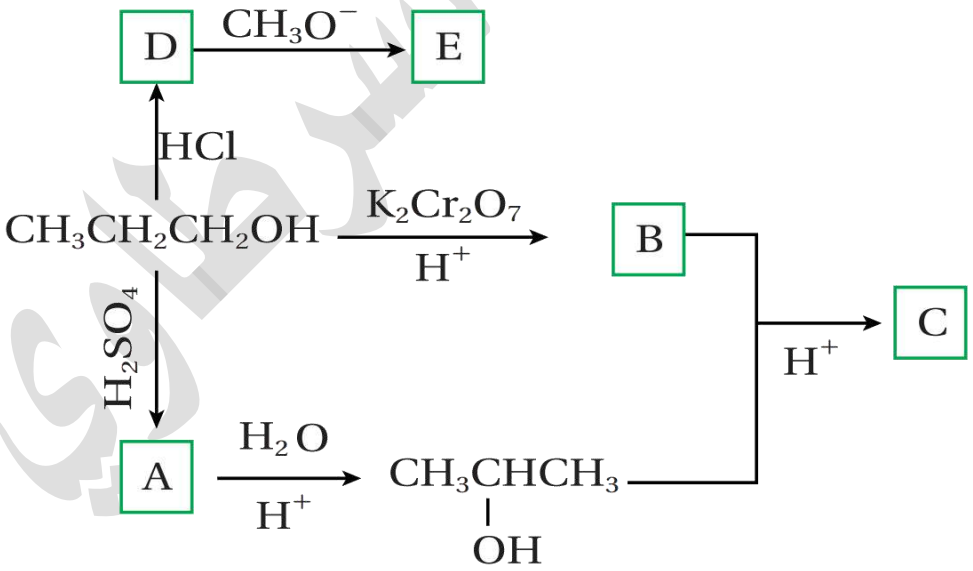
- المركب العضوي الذي يتفاعل مع الفلز النشط مطلقًا الهيدروجين ويتأكسد مكوِّنا مركبًا يتفاعل مع الأملاح القاعدية، فهو كحول، ونوعه أولي، بروبانول
  A ⇨ $CH_3CH_2CH_2OH$
- والحمض الكربوكسيلي الناتج من تأكسد البروبانول هو حمض البروبانويك
  B ⇨ CH_3CH_2COOH
- المركب الذي ينتج من تسخين الحمض والكحول هو إستر له رائحة فواكه، بروبانوات البروبيل
  C ⇨ $CH_3CH_2COOCH_2CH_2CH_3$

السؤال الحادي عشر: أدرس المخطط الآتي وأستنتج صيغ المركبات العضوية:
A , B , C , D, R



A: CH_3CH_3
B: CH_3CH_2MgCl
C: CH_3CH_2OH
D: CH_3CHO
R: $CH_3CHOHCH_2CH_3$

السؤال الثاني عشر: أدرس المخطط الآتي وأستنتج صيغ المركبات العضوية:
A , B , C , D, E



A: $CH_2 = CHCH_3$
B: CH_3CH_2COOH
C: $CH_3CH_2COOCH(CH_3)_2$
D: $CH_3CH_2CH_2Cl$
E: $CH_3CH_2CH_2OCH_3$

السؤال الـثالث عـشر: أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة في ما يأتي:

1- يحضر المركب CH_3COOCH_3 من تفاعل المركبين الآتيين:

أ	$CH_3COONa/\ CH_3OH$	ب	$CH_3CHO/\ CH_3OH$
ج	$CH_3COOH/\ CH_3OH$	د	$CH_3COOH/\ CH_3ONa$

الإجابة الصحيحة: ج

2- يحضر المركب $CH_3CH = CH_2$ بإحدى الطرق الآتية:

أ	طريقة التكسير	ب	اختزال الكيتون
ج	هدرجة الألكان	د	الاستبدال في الكحول

الإجابة الصحيحة: أ

3- يحضر المركب CH_3OCHCH_3 (مع CH_3 على CH) مباشرة من تفاعل المركبين:

أ	$CH_3Cl \backslash CH_3CHONa$ (CH_3 على CH)	ب	$CH_3OH \backslash CH_3CHCl$ (CH_3 على CH)
ج	$CH_3Cl \backslash CH_3CH_2CH_2ONa$	د	$CH_3OH \backslash CH_3CHONa$ (CH_3 على CH)

الإجابة الصحيحة: أ

4- سلسلة التفاعلات الصحيحة لتحضير المركب CH_3CHO بدءاً من CH_3CH_3 هي:

أ	استبدال - إضافة - أكسدة	ب	استبدال - استبدال - اختزال
ج	إضافة - استبدال - اختزال	د	استبدال - استبدال - أكسدة

الإجابة الصحيحة: د

تم الدرس الثالث بحمد الله

عصير معلومات وحدة العضوية مع جداول جامعة

1- التفاعلات الرئيسية: الإضافة، الحذف، الاستبدال، التأكسد والاختزال

2- تفاعلات الإضافة خاصة بالمركبات التي فيها رابطة باي فتقبل الإضافة وتنكسر تلك الرابطة، مثل: الألكينات، الألكاينات، مركبات الكربونيل

1- الألكين غير المتماثل نطبق عليه قاعدة ماركوفنيكوف عند إضافة الماء أو هاليد الهيدروجين "الغني يزداد غنى" يُضاف الهيدروجين إلى ذرة الكربون التي معها أكبر عدد من الهيدروجين، وأيضًا نطبق ذلك على الألكاين غير المتماثل

2- الفرق بين نيكليوفيل وإلكتروفيل: نيوكليوفيل هو جزيء متعادل مثل NH_3 يملك زوجًا من إلكترونات غير رابطة، أو أيون سالب مثل OH^-, RO^-، وهو محب للشحنة الموجبة، بينما الإلكتروفيل طرف موجب للجزيء مثل H^+, C^+ وهو محب للشحنة السالبة

3- إضافة HX إلى الألكين أو الألكاين نسميها إضافة إلكتروفيلية لأن الإلكتروفيل H^+ هو الذي بدأ التفاعل

4- الأيون الكربوني الموجب ثلاثة أنواع، أكثرها استقرارًا الثالثي، وأقلها استقرارًا الأولي

5- إضافة الهيدروجين إلى الألكين والألكاين ومركبات الكربونيل نسميه تفاعل إضافة، هدرجة، اختزال

6- مركبات الكربونيل "الألديهايد والكيتون" تقبل إضافة مركبات غرينارد متبوعًا بحمض HX والناتج كحول

7- عدد ذرات الكربون في الكحول الناتج يساوي مجموه ذرات الكربون في المتفاعلات

8- مركب غرينارد $R - MgX$: ينتج من تفاعل هاليد الألكيل مع مغنيسيوم Mg بوجود الإيثر الجاف Et

9- إضافة $R^{\delta-} - Mg^{\delta+}X$ إلى مركب الكربونيل نسميها إضافة نيوكليوفيلية لأن النيوكليوفيل "الكربون" في $R^{\delta-}$ "في الغرينارد" هو الذي بدأ التفاعل ويهجم على "الكربون" في مجموعة الكربونيل

10- تفاعلات الحذف خاصة بالكحول بجميع أنواعه، وهاليد الألكيل الثانوي والثالثي بشكل رئيس

11- يتم حذف H_2O من الكحول باستخدام حمض مركز من H_2SO_4 أو H_3PO_4 مع تسخين Δ فينتج ألكين، ونطبق قاعدة "الفقير يزداد فقرًا" عند حذف ذرة الهيدروجين

12- يتم حذف HX من هاليد الألكيل باستخدام قاعدة قوية كحولية من NaOH أو KOH مع تسخين Δ فينتج ألكين، ونطبق قاعدة "الفقير يزداد فقرًا" عند حذف ذرة الهيدروجين

13- تفاعلات الاستبدال تحدث في الألكانات "هلجنة"، الكحولات بجميع أنواعها، هاليدات الألكيل الأولية بشكل رئيس، الحموض الكربوكسيلية

14- تفاعلات التأكسد: في الكحولات الأولية والثانوية، ومركبات الكربونيل "يزداد O أو يقل H"

15- تفاعلات الاختزال: في الحموض الكربوكسيلية، الكربونيل، الألكينات والألكاينات "يزداد H أو يقل O"

16- لا يتأكسد الكحول الثالثي، ولا الحمض الكربوكسيلي، ولا الكيتون في الظروف التي درسناها

17- تفاعل الأسترة تفاعل منعكس، ممكن زيادة تكوين الإستر وممكن تفكيكه من خلال نفس التفاعل

18- تفاعل التصبن هو تفكك الإستر في وسط قاعدي وتسخين فينتج ملح الحمض الكربوكسيلي والكحول

جدولة نوع الإضافة أو الاستبدال

الإضافة الإلكتروفيلية	الإضافة إلى الألكين أو الألكاين خاصة إضافة HX وهي التي ركّز عليها منهاجنا
الإضافة النيوكليوفيلية	إضافة غرينارد إلى مركب الكربونيل
الاستبدال النيوكليوفيلي	استبدال النيوكليوفيل (الأيون السالب) مكان الهالوجين في هاليد الألكيل الأولي

جدولة مركبات مهم نعرف نحضِّرها

غرينارد $R-MgX$	من تفاعل هاليد الألكيل $R-X$ مع المغنيسيوم Mg بوجود الإيثر الجاف
ألكوكسيد RO^-	من تفاعل الكحول $R-OH$ مع فلز نشط $Na\ ,K$

جدولة العوامل المختزلة والمؤكسدة

العوامل المؤكسدة	أ- دايكرومات الفلز في وسط حمضي (ع.مؤكسد قوي): $Na_2Cr_2O_7/H^+$ أو $K_2Cr_2O_7/H^+$ لأكسدة الكحول الأولي أو الألديهايد إلى حمض كربوكسيلي، والكحول الثانوي إلى كيتون ب- محلول توليز (ع.مؤكسد ضعيف): $Ag(NH_3)_2{}^+/OH^-$ لأكسدة الألديهايد إلى حمض كربوكسيلي (ويتأين في المحلول) ج- محلول فهلنج (ع.مؤكسد ضعيف): Cu^{2+}/OH^- لأكسدة الألديهايد إلى حمض كربوكسيلي (ويتأين في المحلول) د- كلوروكرومات البيريدينيوم (ع.مؤكسد ضعيف): PCC/CH_2Cl_2 لأكسدة الكحول الأولي إلى ألديهايد، أو الثانوي إلى كيتون
العوامل المختزلة	أ- H_2 [تفاعل الهدرجة] بوجود $Ni\ ,Pt$ لاختزال مركبات الكربونيل إلى كحول، والألكينات والألكاينات إلى ألكانات ب- هيدريد الليثيوم والألمنيوم (ع.مختزل قوي) $LiAlH_4$ مذابًا في الإيثر الجاف Et متبوعًا بمحلول حمض مخفف H_3O^+ لاختزال مركبات الكربونيل والحموض الكربوكسيلية إلى كحول ج- بوروهيدريد الصوديوم $NaBH_4$ المذاب في الإيثانول متبوعًا بمحلول حمض مخفف H_3O^+ لاختزال مركبات الكربونيل إلى كحول

جدولة أنواع التفاعلات

الإضافة	1- الألكينات والألكاينات 2- مركبات الكربونيل
الحذف	1- هاليدات الألكيل الثانوية والثالثية 2- الكحول بجميع أنواعها
الاستبدال	1- هاليدات الألكيل الأولية 2- الكحول بجميع أنواعها 3- الحموض الكربوكسيلية 4- الألكانات
التأكسد والاختزال	1- الكحول الأولي والثانوي 2- مركبات الكربونيل 3- الحموض الكربوكسيلية 4- الألكينات والألكاينات

جدولة تفاعلات المركبات

الألكانات	تفاعل استبدال والمطلوب "الأحادي فقط" ونسميه أيضًا هلجنة، نستخدم عامل مساعد الضوء أو التسخين "حرارة" لكسر الرابطة في X_2 يتكون الجذر الحر "يمتلك الكترون منفرد وهو شديد النشاط" يتفاعل مع الألكان فينتج هاليد ألكيل، مطلوب فقط هاليد ألكيل بسيط "أولي" من ألكان ميثان أو إيثان "فقط"، فلا نطبق نفس الميكانيكية على ألكان أكثر من ذرتين
الألكينات	1- إضافة H_2O بوجود عامل مساعد من وسط حمضي مثل: H_2SO_4 أو H_3PO_4 فينتج كحول 2- إضافة H_2 بوجود عامل مساعد كـ Ni أو Pt فينتج ألكان 3- إضافة HX فينتج هاليد الألكيل 4- إضافة X_2 بوجود عامل مساعد مناسب فينتج ثنائي هاليد الألكيل، فإذا كان المضاف هو البروم فسيكون مذابًا في CH_2Cl_2 كعامل مساعد
الألكاينات	نفس تفاعلات الألكينات إلا إضافة الماء، ولا بد من إضافة مولين من المادة غير العضوية حتى تنكسر رابطتي باي، فإن أُضيف مول واحد فإن رابطة واحدة من باي ستنكسر وتبقى رابطة ثنائية في المركب (يعني ينتج ألكين)
هاليدات الألكيل	1- تفاعل الحذف للثانوية والثالثية: باستخدام قاعدة قوية كحولية مع تسخين فينتج ألكين 2- تفاعل الاستبدال للأولية "ونسميه استبدال نيوكليوفيلي": أ- باستخدام قاعدة قوية مذابة في الماء والإيثانول 1:1 (OH^-) فينتج كحول أولي ب- باستخدام مركب أو أيون ألكوكسيد (RO^-) فينتج إيثر
الكحولات	1- تفاعل الحذف باستخدام حمض مركز من H_2SO_4 أو H_3PO_4 مع تسخين فينتج ألكين 2- تفاعل الاستبدال باستخدام حمض مركز من HX فينتج هاليد ألكيل نوعه حسب نوع الكحول 3- تفاعل الاستبدال: مع الفلز النشط Na , K، فينتج ملح ألكوكسيد RONa, ROK ويتصاعد غاز H_2 ونستخدم هذا التفاعل لتمييز الكحول مخبريًّا عن باقي المركبات العضوية إلا الحمض الكربوكسيلي 4- تفاعل التأكسد: باستخدام العوامل المؤكسدة المناسبة، الكحول الأولي يتحول إلى ألديهايد أو حمض كربوكسيلي، الكحول الثانوي يتحول إلى كيتون، الكحول الثالثي لا يتأكسد في نفس الظروف [راجع العوامل المؤكسدة بالأعلى]

مركبات الكربونيل	1- إضافة، هدرجة، اختزال باستخدام H_2 بوجود عامل مساعد كـ Ni أو Pt فينتج كحول 2- إضافة غرينارد RMgX: متبوعًا بحمض HX فينتج كحول عدد ذرات الكربون فيه مجموع المتفاعلات 3- تفاعل التأكسد: يتأكسد الألديهايد إلى حمض كربوكسيلي ولا يتأكسد الكيتون في نفس الظروف ونستخدم محلول تولينز أو فهلنج للتمييز المخبري بينهما 4- تفاعل الاختزال: تُختزل مركبات الكربونيل بالعوامل المختزلة إلى كحول [راجع العوامل المختزلة والمؤكسدة في الجداول السابقة]
الحموض الكربوكسيلية	1- تفاعل الاستبدال مع الكحول (تفاعل الأسترة) باستخدام عامل مساعد مثل حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 وتزداد سرعة التفاعل بالتسخين 2- تفاعل الاستبدال: مع الفلز النشط Na , K، فينتج ملح الحمض الكربوكسيلي ROONa, ROOK ويتصاعد غاز H_2 3- تفاعل الاستبدال: مع الأملاح القاعدية كربونات الصوديوم Na_2CO_3 أو كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$، فيتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، وهذا للتمييز المخبري حيث يميز مخبريًّا الحمض الكربوكسيلي عن غيره من المركبات العضوية خاصة الكحول

أفكار في التحضير (تذكرها)

1- تريك لنقلة الكحول الأولي إلى ثانوي: باستخدام تفاعلي الحذف ثم الإضافة
2- يتكون الإستر من شق كحولي وشق حمضي، فنحضر كل شق لوحده ثم نفاعلهما لتحضير الإستر
3- يتكون الإيثر من شقين، هاليد الألكيل الأولي وألكوكسيد، نحضر كل شق لوحده ثم نفاعلها لتحضير الإيثر
4- تذكر طرق تحضير كل مركب [آخر جدولة في العصير] وكيف ترسم مخططًا بسيطًا للوصول إلى المطلوب
5- ابدأ دائمًا بعد ذرات الكربون بين المتوفر والمطلوب، فإن لم يكن المطلوب تحضيره إستر أو إيثر فإنه لا بد من استخدام تقنية إضافة غرينارد إلى كربونيل
6- في أسئلة مخططات التفاعلات، والتحضير، نعتمد التحضير المخبري عمومًا، إلّا إن حدّد لك أن التحضير المطلوب نوعه صناعي فارجع وقتها إلى الطرق الصناعية فقط
7- احذر من استخدام تفاعل الهلجنة مع ألكانات غير الميثان والإيثان

جدولة التمييز المخبري والكشف عن المجموعات الوظيفية

تمييز الرابطة الثنائية والثلاثية (المركب غير المشبع عن المشبع) تمييز الألكينات والألكاينات عن الألكانات	1- ماء البروم $Br_{2(aq)}$ (محلول البروم المائي) ذو اللون البرتقالي المصفر، فيختفي اللون البرتقالي المصفر عند إضافة مركب غير مشبع ولا يتغير اللون عند إضافة مركب مشبع 2- يتأكسد المركب غير المشبع باستخدام بيرمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في وسط قاعدي فيتغير اللون من البنفسجي إلى راسب بني محمر، بينما لا يتغير اللون ولا يتكون راسب مع المركب المشبع مثل الألكان
تمييز الكحولات بجميع أنواعها عن باقي المركبات العضوية إلا الحموض الكربوكسيلية	تفاعل الكحول مع الفلز النشط تفاعل استبدال ويتصاعد غاز الهيدروجين
تمييز الكحول الثالثي عن الأولى والثانوي	لن يتأكسد الكحول الثالثي عند استخدام محلول دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$، فلن يتغير اللون من البرتقالي إلى الأخضر، بينما الكحول الأولي والثانوي سيتغير لون المحلول إلى الأخضر ولتمييز الأولي من الثانوي، بعد تفاعل التأكسد سينتج حمض، وكيتون، نستخدم اختبار الأملاح القاعدية لتمييز الحمض
هاليدات الألكيل (كلوروألكان)	نكشف عن وجود الكلور Cl في هاليد الألكيل باستخدام نترات الفضة $AgNO_3$ ووسط من الكحول (إيثانول)، فيتفاعل نترات الفضة بالاستبدال مع كلورو ألكان، ويتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة $AgCl$
مركبات الكربونيل (الألديهايد والكيتون)	1- محلول توليز $Ag(NH_3)_2^+/OH^-$ يتأكسد الألديهايد إلى حمض وتترسب الفضة مكونة مرآة من الفضة بينما لا يتأكسد الكيتون 2- محلول فهلنج Cu^{2+}/OH^- مع التسخين يتأكسد الألديهايد إلى حمض ويترسب أكسيد النحاس Cu_2O البني المحمر بينما لا يتأكسد الكيتون
الحموض الكربوكسيلية عن باقي المركبات وخاصة لتمييز الحمض الكربوكسيلي عن الكحول	تتفاعل بالاستبدال مع الأملاح القاعدية Na_2CO_3 أو $NaHCO_3$، فيتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2

جدولة طرق التحضير الصناعي

الألكانات	1- التكسير الحراري ثم الاستخلاص بالتقطير التجزيئي 2- الهدرجة بوجود النيكل أو البلاتين (هدرجة الزيوت) الإيثان من هدرجة الإيثين من خلال التفاعل الآتي: $CH_2=CH_2 + H_2 \xrightarrow[150\ ^\circ C]{Ni} CH_3CH_3$
الألكينات	التكسير الحراري ثم الاستخلاص بالتقطير التجزيئي
مركبات الكربونيل	التأكسد بتسخين الكحولات الأولية أو الثانوية بوجود النحاس (ع. مساعد لنزع الهيدروجين) عند درجة حرارة 300°C $CH_3CH_2OH \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$ (الإيثانول ← الإيثانال) $CH_3\overset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_3$ (2- بروبانول ← بروبانون)
الكحولات	1- هدرجة أول أكسيد الكربون عند درجة حرارة 400°C وبوجود عوامل مساعدة مثل أكسيد الخارصين أو الكروم فينتج الميثانول $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow[400\ ^\circ C]{ZnO/Cr_2O_3} CH_3OH_{(g)}$ 2- تخمير الجلوكوز الموجود في الذرة أو العنب أو الشعير باستخدام أنزيمات الخميرة فينتج الإيثانول $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{خميرة}} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$ 3- اختزال مركبات الكربونيل بالهدرجة بوجود ع.مساعد كالنيكل أو البلاتين عند درجة حرارة 150°C فينتج كحول أولي أو ثانوي حسب الكربونيل $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H + H_2 \xrightarrow[150\ ^\circ C]{Ni} CH_3CH_2OH$ (الإيثانال ← الإيثانول) $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_3 + H_2 \xrightarrow[150\ ^\circ C]{Ni} CH_3\overset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$ (البروبانون ← 2- بروبانول)
الإيثرات	تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند درجة حرارة 140°C فينتج ثنائي إيثل إيثر $2CH_3CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4 \backslash 140\ ^\circ C} CH_3CH_2OCH_2CH_3$
الحموض الكربوكسيلية	يتفاعل الميثانول مع أول أكسيد الكربون بوجود ع.مساعد يود- روديوم فينتج حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك) $CH_3OH + CO \xrightarrow{RhI} CH_3COOH$
الإسترات	تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول في وسط حمضي (عملية الأسترة)

جدولة طرق التحضير المخبري

الألكانات	هدرجة الألكينات أو الألكاينات بوجود النيكل أو البلاتين
الألكينات	تفاعلات الحذف من: 1- الكحول 2- هاليدات الألكيل الثانوي والثالثي
هاليدات الألكيل	1- الاستبدال في الألكان البسيط (ميثان أو إيثان) بالهالوجين، بوجود الضوء أو التسخين 2- إضافة هاليد الهيدروجين HX إلى ألكين 3- الاستبدال في الكحول باستخدام حمض مركز HX
مركبات الكربونيل	تأكسد الكحولات الأولية أو الثانوية، الأولي إلى ألديهايد والثانوي إلى كيتون، ولا بد من ع.مؤكسد ضعيف مع الكحول الأولي حتى ينتج ألديهايد
الكحولات	1- إضافة الماء إلى الألكين في وسط حمضي 2- الاستبدال في هاليد الألكيل الأولي باستخدام قاعدة قوية OH^- 3- اختزال مركبات الكربونيل بأي عامل مختزل نعرفه بالإضافة إلى الهدرجة، $NaBH_4$, $LiAlH_4$ متبوعة بمحلول حمض مخفف H_3O^+ 4- اختزال الحموض الكربوكسيلية بعامل مختزل قوي $LiAlH_4$ ثم H_3O^+ 5- التحلل المائي للإستر "تفاعل التصبن" ونفصل الكحول بالتقطير 6- إضافة غرينارد إلى مركب الكربونيل ثم إضافة حمض HX [الكحول الناتج أكبر في عدد ذرات الكربون من المركب العضوي المتوفر]
الإيثرات	تفاعل استبدال هاليد الألكيل الأولي مع مركبات ألكوكسيد RO^-
الحموض الكربوكسيلية	1- تأكسد الكحول الأولي باستخدام ع.مؤكسد قوي $K_2Cr_2O_7/H^+$ 2- تأكسد الألديهايد باستخدام ع.مؤكسد قوي $K_2Cr_2O_7/H^+$ 3- التحلل المائي للإستر، فينتج ملح الحمض الكربوكسيلي الذي نفاعله مع محلول مخفف HCl فينتج الحمض
الإسترات	تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول في وسط حمضي (عملية الأسترة)

جدولة ظروف التفاعلات والمواد المشاركة في التفاعل

هلجنة الألكانات	Cl_2 , Br_2 بوجود الضوء أو التسخين "حرارة"
الألكينات والألكاينات	1- إضافة H_2O: بوجود عامل مساعد مثل H_3PO_4 , H_2SO_4 2- إضافة H_2: بوجود عامل مساعد مثل Ni , Pt 3- إضافة HX 4- إضافة X_2: Cl_2 كما هي، أما Br_2 مذابًا في CH_2Cl_2 كعامل مساعد الألكاينات كل التفاعلات السابقة إلا الماء، ومع 2 مول من المادة
هاليدات الألكيل	1- حذف HX من 2°, 3°: بوجود قاعدة كحولية: KOH , NaOH وتسخين Δ 1- الاستبدال 1°: بوجود القاعدة القوية KOH , NaOH أو أيونها OH^- 2- الاستبدال 1°: بوجود مركبات ألكوكسيد أو أيونها RO^-
مركبات الكربونيل	1- إضافة H_2: بوجود عامل مساعد مثل Ni , Pt 2- إضافة غرينارد $R-MgX$ متبوعًا بحمض HX 3- تأكسد الألديهايد إلى حمض كربوكسيلي: بوجود $K_2Cr_2O_7/H^+$ أو $Na_2Cr_2O_7/H^+$ 4- اختزال الألديهايد إلى كحول 1°: بوجود $LiAlH_4/Et$ أو $NaBH_4/Ethanol$ ويتبع بمحلول حمض مخفف مثل H_2SO_4 رمزه H_3O^+ 5- اختزال الكيتون إلى كحول 2°: بوجود $LiAlH_4/Et$ أو $NaBH_4/Ethanol$ ويتبع بمحلول حمض مخفف مثل H_2SO_4 رمزه H_3O^+
الكحولات	1- حذف H_2O: بوجود حمض مركز من H_3PO_4 , H_2SO_4 وتسخين Δ 2- الاستبدال: بوجود حمض مركز من HX 3- تأكسد 1° إلى ألديهايد: بوجود PCC/CH_2Cl_2 4- تأكسد 1° إلى حمض كربوكسيلي: بوجود $K_2Cr_2O_7/H^+$ أو $Na_2Cr_2O_7/H^+$ 5- تأكسد 2° إلى كيتون: بوجود PCC/CH_2Cl_2 أو $K_2Cr_2O_7/H^+$ أو $Na_2Cr_2O_7/H^+$
الحموض الكربوكسيلية	1- الاستبدال: مع الكحول بوجود عامل مساعد مثل حمض مركز H_2SO_4 وممكن التسخين لزيادة سرعة التفاعل وتكوين الإستر 2- اختزال الحمض الكربوكسيلي إلى كحول 1°: بوجود $LiAlH_4/Et$ ويتبع بمحلول حمض مخفف مثل H_2SO_4 رمزه H_3O^+
الإسترات	1- تفكك الإستر بوجود حمض مخفف من HCl والماء 2- التصبن: بوجود NaOH, KOH وتسخين

الإثراء والتوسع ص113: تحضير حمض الفورميك من أكسدة الكتلة الحيوية

- يُعد حمض الفورميك "الميثانويك" $HCOOH$ من المواد الكيميائية المهمة في صناعات متعددة منها:

1- المنسوجات 2- الأدوية 3- المواد الكيميائية الغذائية 4- الجلود

5- الدباغة 6- يستخدم مادة حافظة ومضادة للجراثيم في أعلاف الماشية

- يُتوقع أن يصبح حمض الفورميك "الميثانويك" $HCOOH$ مصدرًا لوقود الهيدروجين؛ لأنه يمكن الحصول على حوالي 100% من الهيدروجين المخزَّن فيه لاستخدامه في خلايا الوقود
- طرق الحصول على حمض الفورميك:

1- التحلل المائي لميثانوات الميثيل $HCOOCH_3$ (الطريقة الشائعة والمشهورة)

2- أكسدة الكتلة الحيوية (الطريقة الحديثة)

- خطوات تحضير حمض الفورميك من التحلل المائي لميثانوات الميثيل:

1- يحضَّر ميثانوات الميثيل بتفاعل أول أكسيد الكربون مع الميثانول

2- تتحلل ميثانوات الميثيل في الماء لينتج حمض الميثانويك وكحول الميثانول

3- يُفصل الحمض، ثم يُعاد استخدام الميثانول مرة أخرى لتكوين ميثانوات الميثيل

- تعد الكتلة الحيوية **Biomass** المصدر الحديث لحمض الفورميك والسبب:

1- وفرة الكتلة الحيوية 2- تدني كلفتها

- الكتلة الحيوية: هي المخلفات العضوية للمحاصيل المختلفة مثل قش القمح ومخلفات الأخشاب ونشارة الخشب ومخلفات الدواجن
- خطوات تحضير حمض الفورميك باستخدام الكتلة الحيوية:

1- تتأكسد الكتلة الحيوية تحت ظروف مختلفة

2- تتحلل وتتحول إلى حمض الفورميك بوجود فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 والأكسجين O_2 كعوامل مؤكسدة

حل مراجعة الوحدة الرابعة: الكيمياء العضوية

السؤال الأول: أوضح المقصود: أ- التصبن ب-الإضافة الإلكتروفيلية

مذكور في المحتوى

السؤال الثاني: أكتب معادلات كيميائية توضح الحالات الآتية:

أ- إضافة الهيدروجين إلى 1- هكسين $CH_3(CH_2)_3CH = CH_2$ بوجود العامل المساعد Ni

$$CH_3(CH_2)_3CH{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3(CH_2)_3CH_2CH_3$$

ب-إضافة الكلور إلى 2-بيوتين $CH_3CH_2 = CHCH_3$

$$CH_3CH{=}CHCH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3\underset{Cl}{C}H\underset{Cl}{C}HCH_3$$

ج- إضافة الماء إلى 1-بنتين $CH_3CH_2CH_2CH = CH_2$ بوجود حمض H_3PO_4 المركز

$$CH_2{=}CHCH_2CH_2CH_3 + H_2O \xrightarrow[\text{مركز}]{H_3PO_4} CH_3\overset{OH}{C}HCH_2CH_2CH_3$$

د- إضافة كلوريد الهيدروجين إلى 1-بيوتاين $CH_3CH_2C \equiv CH$

$$CH_3CH_2C{\equiv}CH + 2HCl \rightarrow CH_3CH_2\overset{Cl}{C}CH_3$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad Cl$$

ه- إضافة الهيدروجين إلى البيوتانال $CH_3CH_2CH_2CHO$ بوجود العامل المساعد Ni

$$CH_3CH_2CH_2CHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_2CH_2OH$$

و- إضافة إيثيل بروميد المغنيسيوم CH_3CH_2MgBr إلى بروبانال CH_3CH_2CHO ثم التفاعل مع حمض HBr

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}H \xrightarrow[2)\ HBr]{1)\ CH_3CH_2MgBr} CH_3CH_2\overset{OH}{C}HCH_2CH_3 + MgBr_2$$

ز- تسخين 2-بنتانول $CH_3CH_2CH_2CHOHCH_3$ مع حمض H_2SO_4 المركز

$$CH_3CH_2CH_2\overset{OH}{C}HCH_3 \xrightarrow[\text{مركز}/\Delta]{H_2SO_4} CH_3CH_2CH{=}CHCH_3$$

ح- تسخين 2-برومو-2-ميثيل بيوتان $CH_3CH_2\overset{\overset{Br}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}CH_3$ مع محلول مركز من NaOH

$$CH_3CH_2\overset{\overset{Br}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}CH_3 + NaOH \xrightarrow{\text{مركز}} CH_3CH{=}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}CH_3$$

ط-تفاعل حمض البيوتانويك $CH_3CH_2CH_2COOH$ مع $LiAlH_4/Et$ ثم إضافة محلول مخفف من H_2SO_4

$$CH_3CH_2CH_2COOH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4/Et} CH_3CH_2CH_2CH_2OH$$

السؤال الثالث: تم أكسدة مركبين كحوليين أحدهما أولي والآخر ثانوي، باستخدام PCC/CH_2Cl_2 عاملاً مؤكسدًا، كيف يمكن استخدام محلول تولينز لتحديد أي الكحولين هو الكحول الأولي؟

نأخذ عينة من المحلول الناتج عن أكسدة كل كحول، ونضعها في أنبوب اختبار، ثم نضيف لكل أنبوب قطرات من محلول تولينز ونطبق عملية التسخين في حمام مائي لتسريع التفاعل كما تعلمنا في تجربة التمييز بين الألديهايد والكيتون عند درجة حرارة 50°C الأنبوب الذي يظهر على جداره مرآة فضية يكون محلول ناتج عن أكسدة كحول أولي، لأن الكحول الأولي يتأكسد بالعامل المؤكسد PCC/CH_2Cl_2 إلى ألديهايد، بينما الكحول الثانوي يتأكسد إلى كيتون ولن يتفاعل مع محلول تولينز أي لن تتكون مرآة فضية في ذلك الأنبوب

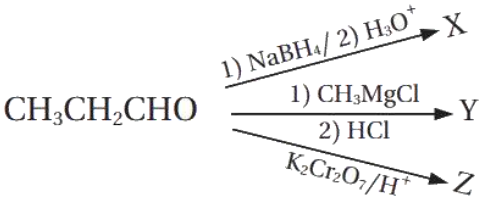
السؤال الرابع: إستر أعطي الرمز الافتراضي A صيغته الجزيئية $C_6H_{12}O_2$ تكوّن من تفاعل الحمض الكربوكسيلي B والكحول C بوجود عامل مساعد مناسب؛ فإذا كانت الصيغة البنائية للكحول C هي: $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

أكتب معادلة كيميائية توضح تكوّن الإستر A مبينًا الصيغ البنائية للإستر A والحمض الكربوكسيلي B والعامل المساعد المستخدم

A: $CH_3COOCH_2CH_2CH_2CH_3$ B: CH_3COOH

$$CH_3COOH + CH_3CH_2CH_2CH_2OH \overset{H^+}{\Leftrightarrow} CH_3COOCH_2CH_2CH_2CH_3 + H_2O$$

السؤال الخامس: يمكن للبروبانال أن يتحول إلى ثلاثة مركبات عضوية مختلفة عن طريق التفاعلات الآتية:



أ- أكتب الصيغة البنائية لكل من X, Y , Z

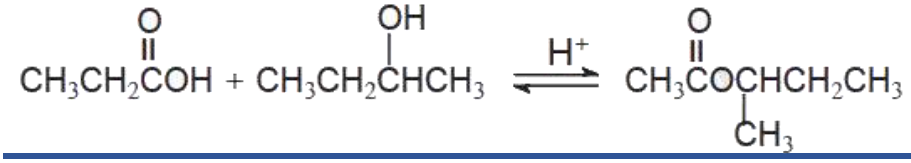
X: $CH_3CH_2CH_2OH$ Y: $CH_3CH_3CHOHCH_3$

Z: CH_3CH_2COOH

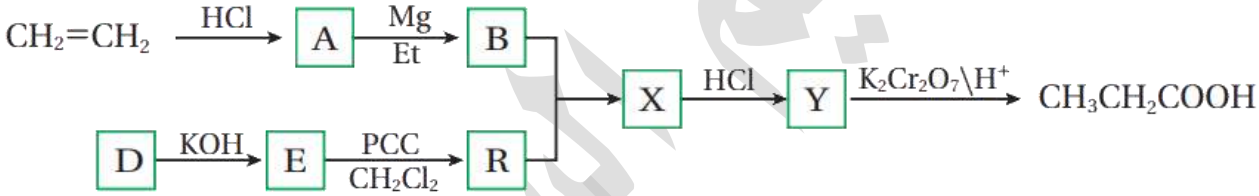
ب-أحدد نوع التفاعل الذي يكوِّن المركب X تفاعل اختزال

ج- أكتب معادلة التفاعل بين Y و Z بوجود حمض H_2SO_4

تفاعل أسترة:



السؤال السادس: أدرس المخطط الآتي وأستنتج صيغ المركبات العضوية المشار إليها بالرموز A, B , D , E , R , X , Y



A: CH_3CH_2Cl B: CH_3CH_2MgCl R: HCHO

D: CH_3Cl E: CH_3OH

Y: $CH_3CH_2CH_2OH$

X: $HC(OMgCl)(H)(CH_2CH_3)$

السؤال السابع: مركب عضوي A يتكون من أربع ذرات كربون، عند تسخينه مع محلول NaOH يتكون المركبين C وD ، يتفاعل المركب C مع الحمض HCl ينتج المركب B الذي يتفاعل مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ مطلقًا غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، وعند أكسدة المركب D باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي $(K_2Cr_2O_7/H^+)$ ينتج مركب عضوي، لا يستجيب لتفاعل تولينز، أما عند تسخين المركب D مع محلول حمض الفسفوريك H_3PO_4 ينتج مركب عضوي Y يزيل لون محلول البروم،

أستنتج الصيغة العضوية للمركبات A, B , C, D , R , Y

A: $HCOOCH(CH_3)$ (methyl) C: $HCOONa$ B: $HCOOH$

D: $CH_3CH(OH)CH_3$ R: $CH_3C(=O)CH_3$ Y: $CH_3CH{=}CH$

السؤال الثامن: مركب عضوي A يتكون من ثلاث ذرات كربون، يتفاعل مع الصوديوم منتجًا المركب B ومطلقًا غاز H_2 وعند أكسدته باستخدام $(K_2Cr_2O_7/H^+)$ ينتج مركبًا عضويًّا C، الذي يتفاعل مع كربونات الصوديوم Na_2CO_3 ويطلق غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، وعند تفاعل A مع محلول مركز من HCl ينتج مركب عضوي D الذي يتفاعل مع المركب B ينتج E، أستنتج الصيغة العضوية للمركبات A, B , C , D , E

A; $CH_3CH_2CH_2OH$ B: $CH_3CH_2CH_2ONa$

C: CH_3CH_2COOH D: $CH_3CH_2CH_2Cl$ E: $CH_3CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_3$

السؤال التاسع: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير 3-بنتانول $CH_3CH_2CHOHCH_2CH_3$ إذا توافر في المختبر المواد الآتية: الإيثين $CH_2 = CH_2$، 1-كلوروبروبان $CH_3CH_2CH_2Cl$، الإيثر، PCC/CH_2Cl_2، Mg، NaOH، HBr

الحل: انظر المطلوب "كحول ثانوي من 5 كربون" والمتوفر: أقل، فيلزم تقنية غرينارد

$$CH_3CH_2CH_2Cl + NaOH \rightarrow CH_3CH_2CH_2OH + NaCl$$

$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} CH_3CH_2C(=O)-H$$

$$CH_2{=}CH_2 + HBr \rightarrow CH_3CH_2Br$$

$$CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{\text{ايثر}} CH_3CH_2MgBr$$

$$CH_3CH_2C(=O)-H + CH_3CH_2MgBr \rightarrow CH_3CH_2C(OMgBr)(CH_2CH_3)-H \xrightarrow{HBr} CH_3CH_2CH(OH)CH_2CH_3$$

السؤال العاشر: أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير 2-بيوتين $CH_3CH = CHCH_3$ إذا توافر في المختبر: الإيثان CH_3CH_3، مصدر حرارة، الضوء، الإيثر، PCC/CH_2Cl_2، Br_2، H_2SO_4، Mg، NaOH، HBr

الحل: انظر المطلوب "ألكين" من 4 كربون والمتوفر: أقل، فيلزم تقنية غرينارد

$$CH_3CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3CH_2Br + HBr$$

$$CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3CH_2MgBr$$

$$CH_3CH_2Br + NaOH \rightarrow CH_3CH_2OH + NaBr$$

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

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + CH_3CH_2MgBr \rightarrow CH_3-\underset{CH_2CH_3}{\overset{OMgBr}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-H \xrightarrow{HBr} CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2CH_3$$

$$CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2CH_3 \xrightarrow[\text{مركز}/\Delta]{H_2SO_4} CH_3CH=CHCH_3$$

السؤال الحادي عشر: أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1- مركب الألكوكسيد المستخدم في تكوين الإيثر $CH_3CH_2O\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}HCH_3$ هو:

أ	$CH_3\overset{ONa}{\overset{|}{C}}HCH_3$	ب	$CH_3CH_2CH_2ONa$
ج	$CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$	د	CH_3CH_2ONa

الإجابة الصحيحة: أ

2- يحضر المركب CH_3CH_2ONa من تفاعل:

أ	CH_3COOH مع Na	ب	CH_3CH_2OH مع Na
ج	CH_3CH_2OH مع NaOH	د	CH_3CH_3 مع NaOH

الإجابة الصحيحة: ب

3- عند تسخين المركب $CH_3CHOHCH_3$ مع حمض الكبريتيك المركز ينتج:

أ	CH_3COCH_3	ب	$CH_3CH=CH_2$
ج	$CH_3CHBrCH_3$	د	CH_3CH_3CHO

الإجابة الصحيحة: ب

4- ينتج عن إضافة HBr إلى $CH_3CH=CH_2$ المركب:

أ	$CH_3CHOHCH_3$	ب	$CH_3CH_2CH_3$
ج	$CH_3CHBrCH_3$	د	CH_3COCH_3

الإجابة الصحيحة: ج

5- يستخدم محلول البروم للتمييز بين المركبين:

أ	الألكان والألكين	ب	الألكين والألكاين
ج	الألديهايد والكيتون	د	الألكان والكيتون

الإجابة الصحيحة: أ

6- عند إضافة H_2O إلى $CH_3C(CH_3)=CH_2$ في وسط حمضي ينتج:

أ	$CH_3C(CH_3)(OH)CH_3$	ب	$CH_3CH(CH_3)CH_3$
ج	$CH_3CH(CH_3)CH_2OH$	د	$CH_3C(CH_3)(Cl)CH_3$

الإجابة الصحيحة: أ

7- صيغة المركب A في التفاعل $A + 2HI \rightarrow CH_3CI_2CH_3$ هي:

أ	$CH_3C \equiv CH$	ب	$CH_3CH_2CI_2$
ج	$CH_3CHICHI$	د	$CH_3CH=CH_2$

الإجابة الصحيحة: أ

8- المركب الذي لا يحدث له تفاعل إضافة:

أ	CH_3CH_2OH	ب	$CH_2=CH_2$
ج	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H$	د	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-CH_3$

الإجابة الصحيحة: أ

9- ناتج التفاعلين الآتيين هو: $CH_3-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H + \xrightarrow[2.\ HCl]{1.\ CH_3MgCl}$

أ	CH_3CH_3	ب	CH_3COOH
ج	$CH_3CHOHCH_3$	د	$CH_2=CH_2$

الإجابة الصحيحة: ج

10- ناتج التفاعل الآتي هو: $CH_3-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-CH_3 + H_2 \xrightarrow{Pt}$

أ	$CH_3CH_2CH_2OH$	ب	$CH_3CH_2CH_2Br$
ج	$CH_3CHOHCH_3$	د	$CH_3CH=CH_2$

الإجابة الصحيحة: ج

11- مركب عضوي صيغته C_3H_8O يجري سلسلة من التفاعلات العضوية، كما في المخطط الآتي، علمًا بأن المركب العضوي A يتفاعل مع محلول تولينز. فإن الصيغة البنائية للمركب C_3H_8O هي:

$$C_3H_8O \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} \boxed{A} \xrightarrow[HCl]{CH_3MgCl} \boxed{B} \xrightarrow[\text{تسخين}]{H_2SO_4} \boxed{C}$$

أ	$CH_3CH_2CH_2OH$	ب	$CH_3\overset{\overset{OH}{\|}}{C}HCH_3$
ج	$CH_3\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}CH_3$	د	$CH_3H_2\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}H$

الإجابة الصحيحة: ب

تنويه: النسخة الإلكترونية القديمة لا توجد فيها العبارة التي تحتها خط، وملف حلول الوزارة يعتمد هذه الإجابات، على أساس أن الناتج من تأكسد الكحول هو كيتون لأن العامل المؤكسد قوي، ونوع الكحول ثانوي، فهو إما خطأ مطبعي حدث لاحقًا فنقول (لا يتفاعل مع محلول تولينز) أو خطأ في صيغة العامل المؤكسد

12- الصيغة البنائية للمركب العضوي C في سلسلة التفاعلات العضوية السابقة هي:

أ	$CH_3CH_2CH=CH_2$	ب	$CH_3C(CH_3)=CH_2$
ج	$CH_3\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}CH_3$	د	$CH_3H_2C\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}H$

الإجابة الصحيحة: ب

13- يُحضر الألديهايد بإحدى الطرق الآتية:

أ	أكسدة كحول ثانوي باستخدام $K_2Cr_2O_7/H^+$
ب	اختزال كحول ثانوي باستخدام $K_2Cr_2O_7/H^+$
ج	أكسدة كحول أولي باستخدام PCC/CH_2Cl_2
د	إضافة H_2O إلى الألكين بوجود H_2SO_4

الإجابة الصحيحة: ج

14- يُحضر ثنائي إيثيل إيثر صناعيًّا بإحدى الطرق الآتية:

أ	تسخين الإيثانول مع هاليد الألكيل الأولي
ب	تسخين هاليد الألكيل الأولي مع الكحول
ج	تفكك الإستر في وسط قاعدي
د	تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز

الإجابة الصحيحة: د

15- في التفاعل الآتي $A + X \rightarrow CH_3CH_2CH_2Br + H_2O$ فإن الصيغة الكيميائية لكل من A و X هي:

أ	$CH_2=CHCH_3/HBr$	ب	$CH_3CH_2CH_3/Br_2$
ج	$CH_3CH_2CH_2OH/Br_2$	د	$CH_3CH_2CH_2OH/HBr$

الإجابة الصحيحة: د

16- سلسلة التفاعلات الصحيحة لتحضير المركب CH_3COCH_3 بدءًا من 1-كلورو بروبان هي:

أ	استبدال- استبدال- أكسدة	ب	استبدال- حذف- إضافة-أكسدة
ج	استبدال- إضافة-حذف-أكسدة	د	استبدال-حذف-إضافة-اختزال

الإجابة الصحيحة: ب

17- يُحضر حمض الإيثانويك صناعيًّا بإحدى الطرائق الآتية:

أ	هدرجة أول أكسيد الكربون CO
ب	تفاعل الإيثانول مع أول أكسيد الكربون CO
ج	تفاعل الميثانول مع أول أكسيد الكربون CO
د	أكسدة الإيثانول باستخدام PCC بوجود CH_2Cl_2

الإجابة الصحيحة: ج

18- صيغة المركب العضوي الذي لا يتأكسد هي:

أ	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	ب	$CH_3CH_2CH_2CHO$
ج	$CH_3CH_2CHOHCH_3$	د	$CH_3COCH_2CH_3$

الإجابة الصحيحة: د

19- يمكن تحضير المركب 1-بيوتانول بخطوة واحدة؛ باستخدام أحد المركبات الآتية:

أ	$CH_3CH_2CH=CH_2$	ب	$CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$
ج	$CH_3CH_2CHOHCH_3$	د	$CH_3CH_2CH_2OCH_3$

الإجابة الصحيحة: ب

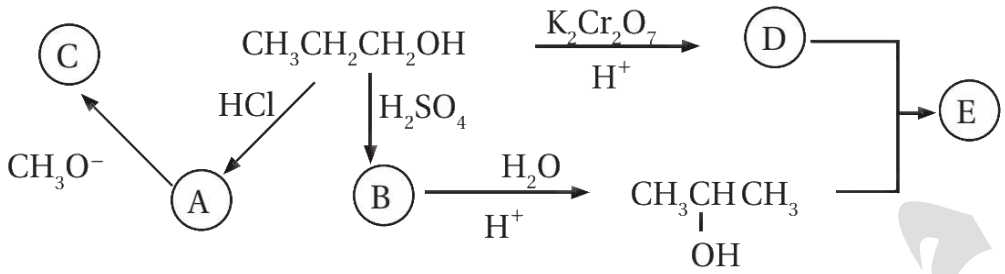
20- المركب الذي يُختزل فقط باستخدام $LiAlH_4/Et$ ثم إضافة محلول مخفف من حمض H_2SO_4 هو:

أ	$CH_3CH=CH_2$	ب	CH_3CHO
ج	CH_3COCH_3	د	CH_3COOH

الإجابة الصحيحة: د

حل أسئلة التفكير "كتاب الأنشطة" ص20-25

السؤال الأول: أدرس المخطط الآتي ثم أكتب الصيغة البنائية لكل من المركبات العضوية



A: $CH_3CH_2CH_2Cl$

B: $CH_3CH{=}CH_2$

C: $CH_3CH_2CH_2OCH_3$

D: CH_3CH_2COOH

E: $CH_3CH_2COOCHCH_3$ (with CH_3 branch)

السؤال الثاني: عند تسخين المركب $HCOOCH_2CH_2CH_3$ بوجود NaOH فإنه يتفكك إلى مركبين عضويين A و B، يتفاعل المركب A مع الحمض HCl ليعطي المركب C كما يتفاعل مع الفلز Na فيعطي المركب D وعند تفاعل المركب C و المركب D ينتج المركب E

أستنتج صيغ المركبات العضوية A , B , C , D , E

B: HCOONa

A: $CH_3CH_2CH_2OH$

C: $CH_3CH_2CH_2Cl$

D: $CH_3CH_2CH_2ONa$

E: $CH_3CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_3$

م. مريم السرطاوي

السؤال الثالث: أستخدم المركبين الميثانال $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ والإيثانال $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$

وأكتب معادلات كيميائية تبين تحضير البروبانون $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$

$$HCHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3OH$$

$$CH_3OH + HBr \rightarrow CH_3Br$$

$$CH_3Br + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3MgBr$$

$$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \xrightarrow[2-\ HBr]{1-\ CH_3MgBr} CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3 + MgBr_2$$

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

السؤال الرابع: اعتماداً على الجدول الآتي أجيب عن الأسئلة أدناه:

1 $CH_3CH_2CH_2Br$	2 $CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	3 $CH_3CH=CH_2$
4 $CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_3$	5 $CH_3\underset{\underset{Cl}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}CH_3$	6 $CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OCH_3$

أكتب صيغة المركب العضوي الذي ينتج من:

1- تفاعل المركب (1) مع المركب CH_3ONa $CH_3CH_2CH_2OCH_3$

2- تفاعل المركب (4) مع CH_3COOH $CH_3COOCHCH_3$ (CH3 تحت)

3- إضافة HCl إلى المركب رقم (3) $CH_3\underset{\underset{Cl}{|}}{C}HCH_3$

4- تسخين المركب رقم (6) مع NaOH $CH_3CH_2COO^-Na^+ + CH_3OH$

5- تسخين المركب رقم (5) مع KOH $CH_3\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2$

6- إضافة المركب CH_3MgCl إلى المركب (2) $CH_3\underset{\displaystyle OMgCl}{\underset{|}{C}}HCH_3$

7- مركب يتأكسد باستخدام PCC/CH_2Cl_2 وينتج مركبًا لا يستجيب لتفاعل تولينز $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$

تنويه: سؤال 7 لا بد أن يكون الجواب هو كيتون "بروبانون" الناتج من تأكسد الكحول الثانوي 2 -بروبانول، لأن المطلوب في سؤال 7 كتابة النواتج، لكن في أجوبة الوزارة كان الجواب: 2-بروبانول

السؤال الخامس: الصيغ البنائية الآتية تمثل كحولات لها الصيغة الجزيئية $C_4H_{10}O$ أعطيت الرموز الافتراضية A , B , C , D: اعتمادًا عليها، أجيب عن الأسئلة الآتية:

(A) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}-OH$ (B) $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}H$

(C) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ (D) $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_2OH$

1- ما نوع كل من الكحولين A , B؟ A ثالثي و B ثانوي

2- أحدد رمز الكحول الذي يتأكسد باستخدام PCC/CH_2Cl_2 منتجًا ألديهايدًا وأكتب صيغة الناتج الكحول C والناتج: $CH_3CH_2CH_2CHO$

3- أحدد رمز الكحول الذي لا يتأكسد باستخدام محلول دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي $K_2Cr_2O_7/H^+$ الكحول A

4- أحدد رمز الكحول الذي يتأكسد باستخدام $K_2Cr_2O_7/H^+$ منتجًا كيتونًا وأكتب صيغة الناتج الكحول B والناتج: $CH_3COCH_2CH_3$

5- أكتب معادلة كيميائية تبين تفاعل المركب الناتج عن تأكسد الكحول D باستخدام $K_2Cr_2O_7/H^+$ مع الكحول C مبينًا ظروف حدوثه

$$CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCOOH + CH_3CH_2CH_2CH_2OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}}}HCOCH_2CH_2CH_2CH_3$$

6- تتفاعل الكحولات A , B , C , D بالحذف:

أ- أحدد المادة أو المواد والظروف المناسبة لحدوث تفاعل الحذف في الكحولات

تسخين الكحول مع حمض H_2SO_4 أو H_3PO_4 المركز

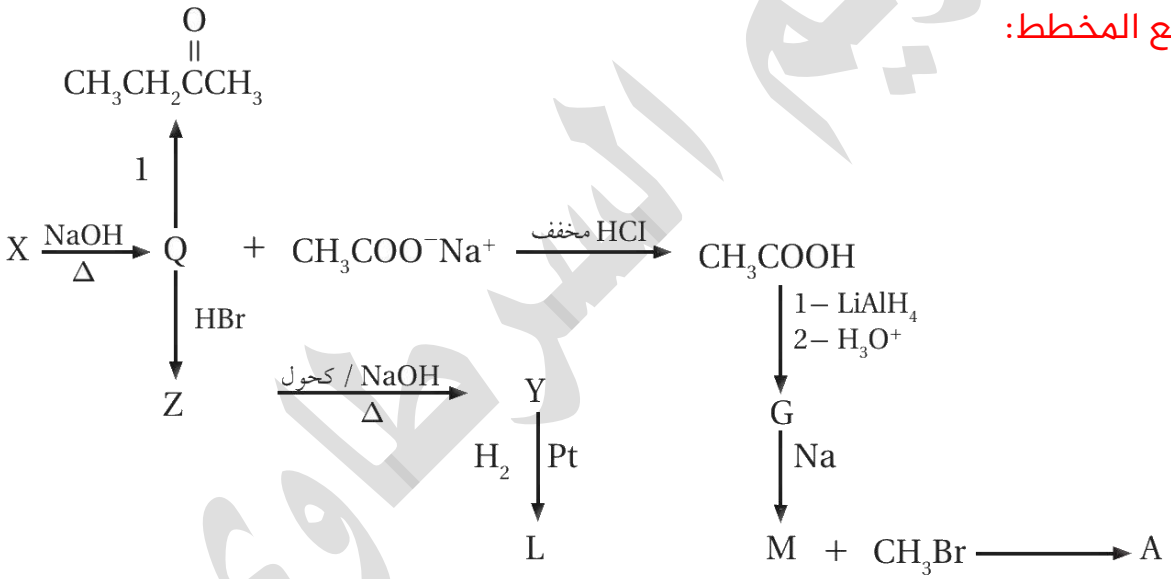
ب-أستنتج رموز الكحولات التي ينتج عن تفاعل الحذف فيها الناتج نفسه وأكتب صيغته

رمز الكحول A و D والصيغة الناتجة $CH_3C(CH_3)=CH_2$

ج- أحدد رمز الكحول الذي ينتج عن تفاعل الحذف فيه 1- بيوتين $CH_3CH_2CH=CH_2$

رمز الكحول C

السؤال السادس: أدرس المخطط الآتي الذي يتضمن سلسلة من التفاعلات الكيميائية أعطيت بعض المركبات فيها رموزًا افتراضية فإذا كان Y ألكينًا متماثلاً، أجيب عن الأسئلة التي تتبع المخطط:



1- أستنتج نوع التفاعل الذي يحول المركب Z إلى المركب Y : حذف

2- أستنتج نوع التفاعل الذي يحول المركب Q إلى المركب Z: استبدال

3- أستنتج نوع التفاعل الذي يحول المركب CH_3COOH إلى المركب G: اختزال

4- أكتب الصيغ البنائية للمركبات العضوية التي أعطيت الرموز الافتراضية :X, Y , Q, Z, G, L , M , A

X: $CH_3COOCH(CH_3)CH_2CH_3$ Y: $CH_3CH{=}CHCH_3$ G: CH_3CH_2OH

Q: $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ Z: $CH_3CH_2CH(Br)CH_3$

L: $CH_3CH_2CH_2CH_3$ M: CH_3CH_2ONa A: $CH_3CH_2OCH_3$

5- أسمي تفاعل تحول المركب X إلى المركبين Q و $CH_3COO^-Na^+$ التصبن

6- ما العامل المناسب والظروف اللازمة للتفاعل التي يمثلها الرقم (1)؟

$K_2Cr_2O_7/H^+$ أو PCC/CH_2Cl_2

السؤال السابع: أضيف 1- بيوتانول قطرة قطرة إلى محلول دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي $K_2Cr_2O_7/H^+$

1- أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الحاصل

$$CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CH_2CH_2COOH$$

2- 1-بيوتانول و 2-بيوتانول يعطيان ناتجين مختلفين عند أكسدتهما بالطريقة نفسها، اقترح اختبارًا للتمييز بين ناتج أكسدة كل منهما مع ذكر الكاشف المستخدم والملاحظة مع كل مركب

يتغير لون محلول دايكرومات البوتاسيوم من البرتقالي إلى الأخضر في كليهما، فنقوم بإضافة ملح كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ فالذي تفاعل مع هذا الملح هو حمض البيوتانويك $CH_3CH_2CH_2COOH$ الناتج من أكسد 1-بيوتانول، والذي لم يتفاعل فهو البيوتانون $CH_3CH_2COCH_3$ الناتج من أكسدة 2-بيوتانول $CH_3CHOHCH_2CH_3$

السؤال الثامن: أكتب معادلات كيميائية تبين تحضير المركب $CH_3CH(CH_3)COOH$ باستخدام المركبات العضوية: كلوروميثان CH_3Cl والبروبين $CH_3CH=CH_2$ والإيثر و PCC/CH_2Cl_2 وأي مواد غير عضوية مناسبة

المطلوب: حمض كربوكسيلي من 4 كربون، والمتوفر: هاليد أولي من 1 كربون، وبروبين من 3

لا بد من تقنية غرينارد

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

$$CH_3OH \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} HCHO$$

$$CH_3CH=CH_2 + HCl \rightarrow CH_3CH(Cl)CH_3$$

$$CH_3CH(Cl)CH_3 + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3CH(MgCl)CH_3$$

$$HCHO + CH_3CH(MgCl)CH_3 \rightarrow CH_3CH(OMgCl)CH_2CH_3 \xrightarrow{HCl} CH_3CH(CH_3)CH_2OH$$

$$CH_3CH(CH_3)CH_2OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CH(CH_3)COOH$$

تم بحمد الله وشكره وتوفيقه

فما كان من صواب فالحمد لله ومن فضل الله وتوفيقه

وما كان من خطأ فمن نفسي وتقصيري وغفلتي

أسأل الله أن ينفع بهذا العمل

ويتقبله قبولًا مباركًا كما يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه

مع كل الحب لطلابي

مريم السرطاوي