

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

حساني عبد الله

حساني جهاد

هندسة الطرائق

للسنة الثانية من التعليم الثانوي

العام و التكنولوجي

شعبة تقني رياضي

2



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

حساني جهاد

حساني عبد الله

هندسة الطرائق

السنة الثانية من التعليم الثانوي العام و التكنولوجي

شعبة تقني رياضي

الإشراف التربوي

زيوش مداني مفتش التربية و التكوين

المؤلفون

زيوش مداني	مفتش التربية و التكوين	زياش عبد الرزاق	مفتش التربية و التكوين
قدور بدر الزمان	مفتش التربية و التكوين	ايت مزيان نورة	أستاذة التعليم الثانوي
بن عليا مصطفى	أستاذ التعليم الثانوي	صديقي نضيرة	أستاذة التعليم الثانوي
شلالي ناصر	أستاذ التعليم الثانوي		

بسم الله الرحمن الرحيم

يسرنا أن نضع بين أيدي أبنائنا كتاب التكنولوجيا للسنة الثانية ثانوي شعبة تقني رياضي فرع "هندسة الطرائق" ، والذي أعد وفق المنهاج الرسمي للمادة، أملين أن يكون صدوره جاء في الوقت المناسب ليكون سندا ومعينا للتحضير الجيد لدروسهم. لقد حرصنا من خلال المنهجية المعتمدة في إعداد هذا الكتاب على تمكين المتعلم من توظيف ودعم معارفه المكتسبة وتعميقها، مع تعزيزها بمعارف جديدة تثري رصيده المعرفي. يحتوي هذا الكتاب على مدخل لهندسة الطرائق وثلاثة مجالات تعليمية تماشيا مع المنهاج الرسمي وهي:

مدخل إلى هندسة الطرائق

المجال الأول (الماء):

ويشمل الوحدات التالية:

1 - مبادئ عمليات الفصل

2 - تعريف مختلف وحدات التراكيز

3 - طرق التحليل الحجمي

المجال الثاني (البتترول ومشتقاته):

ويشمل الوحدات التالية:

1 - الفحوم الهيدروجينية

2 - الوظائف الأكسيجينية

3 - التماكب في الكيمياء العضوية

4 - التقطير التجزيئي للبتترول

5 - تحضير الأسيتيلين

المجال الثالث (الفلاحي - الغذائي):

ويشمل الوحدات التالية:

1 - مراجعة الوظائف الأكسيجينية

2 - النشاط الضوئي

3 - السكريات

4 - الليبيدات

نأمل أن يكون هذا الكتاب أداة عمل مفيدة وإضافية لكل من الأساتذة والمتعلمين على السواء، وأن يساعدهم على تحقيق الأهداف المرجوة من تعلم التكنولوجيا والله من وراء القصد وهو ولي التوفيق.

المؤلفون

مدخل إلى هندسة الطرائق



مدخل إلى هندسة الطرائق

1- مفهوم الهندسة الكيميائية و هندسة الطرائق :

لهندسة الكيميائية :

الهندسة الكيميائية هي أساس الكيمياء الصناعية وهي فن تصور و تحقيق ثم تنفيذ طرائق صناعية تهتم بتحول المادة الخام بتغيير تركيبها و خواصها الكيميائية بواسطة تفاعلات كيميائية.

الطرائق الكيميائية المستعملة على مستوى المخبر لا تكون في جميع الحالات ملائمة للإنتاج الصناعي خاصة من الناحية الاقتصادية لذلك يكون على المهندس الكيميائي استعمال مهاراته و كفاءاته لتطوير تلك الطرائق بإحداث التغييرات و التعديلات اللازمة للعوامل المختلفة التي تتدخل في التفاعلات مثل درجة الحرارة ، الضغط ، التركيز ، تجانس المزيج ... إلى جانب شروط العمل (الوقاية و الأمن).

لهندسة الطرائق :

هندسة الطرائق تشمل إلى جانب الصناعات الكيميائية مجالات صناعية أخرى كالصناعة الميكانيكية التي تهتم بطرق التأثير على الشكل والخواص الفيزيائية للمادة الخام لذلك يمكن تعريف هندسة الطرائق بانها:

معارف ومهارات تهتم بوضع طرائق صناعية بهدف تحويل المادة الخام فيزيائيا و كيميائيا إلى منتج نهائي يستجيب لمواصفات ومقاييس النوعية الوطنية و الدولية .

هندسة الطرائق تستلزم معارف و كفاءات في مجالات متعددة : الكيمياء ، الفيزياء ، الكهرباء ، الميكانيكا ، و الإعلام الآلي ، كما تهتم بالأمور المتعلقة بالاقتصاد (قيمة التكلفة ، التسويق ، العرض و الطلب) وكذلك المتعلقة بالوقاية و الأمن و المحافظة على البيئة .

2- المراحل الكبرى لطريقة صناعية :

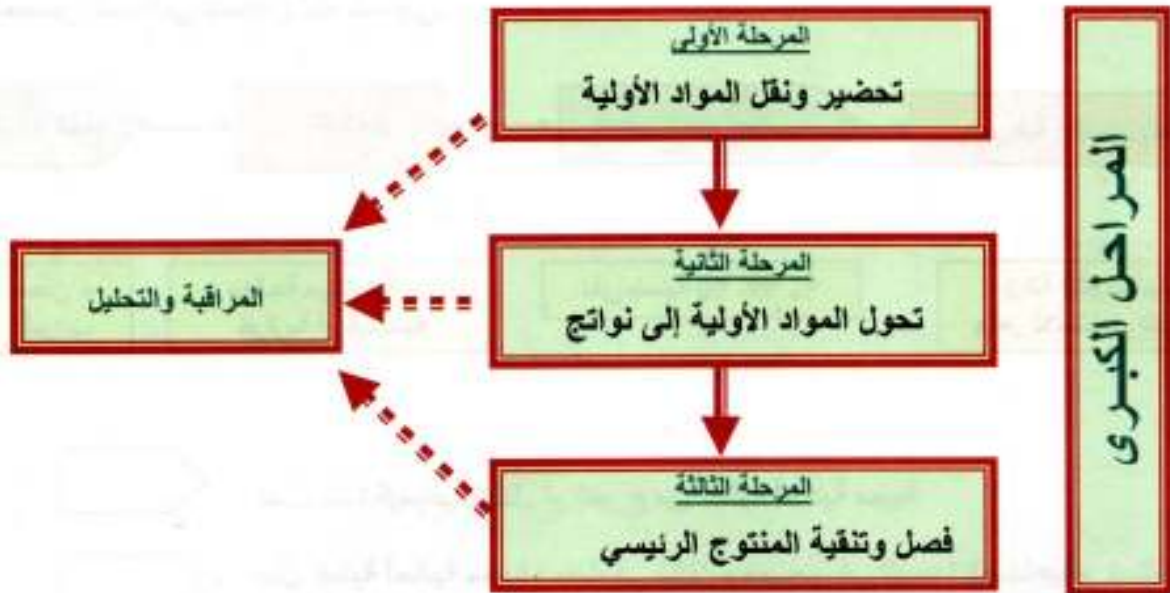
وهي المراحل الثلاثة التالية :

المرحلة الأولى : تحضير المواد الأولية و نقلها .

المرحلة الثانية : التحول الكيميائي للمواد الأولية الى مواد ناتجة عن طريق تفاعلات كيميائية .

المرحلة الثالثة : فصل المواد الناتجة و تنقية المنتج الرئيسي .

* تتم المراقبة و التحليل في كل مرحلة من المراحل الثلاثة.



2-1- المرحلة الأولى: تحضير المواد الأولية

■ توجد عدة خصائص تسمح لنا بتصنيف المواد الأولية في الصناعة الكيميائية :

- مصدرها (مواد معدنية ، نباتية أو حيوانية)
- تركيبها الكيميائي (مركبات عضوية أو غير عضوية)
- حالتها الفيزيائية (صلبة ، سائلة ، غازية)

■ هذا التصنيف يساعد في تحضير المادة الأولية للتحويل الصناعي باستخلاص المادة الأساسية منها.

مثال : التعدين

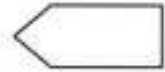
المعادن لا توجد على الحالة المعدنية المسماة بالحالة الطبيعية بل تتواجد في شكل تراكيب كيميائية مختلطة بصخور غير معدنية (شوائب) أو في شكل أكاسيد مثل: Fe_3O_4 . Fe_2O_3 . Cu_2O أو على شكل كبريتيدات مثل: PbS . ZnS . Cu_2S أو بشكل كربونات مثل: $ZnCO_3$. $FeCO_3$. باستثناء المعادن الثمينة ذهب ، فضة ، بلاتين وبعض مناجم النحاس في العالم تتواجد نقية في الحالة الطبيعية.

مدخل إلى هندسة الطرائق

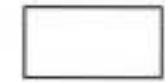
التحضير الصناعي للمعادن ليتم كما يلي:



يمثل مادة كيميائية تدخل أو تخرج من عملية أحادية معينة



يمثل عملية أحادية معينة تحدث في مكان مخصص في الوحدة الصناعية و تستلزم آلات خاصة و عمال متخصصين



2-2- المرحلة الثانية: تحول المواد الأولية إلى نواتج

- النمط التكنولوجي هو محصلة الكثير من الظواهر الفيزيائية والكيميائية ، ومجموعة العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل ، على المردود وعلى نوعية المنتج تسمى بالنظام التكنولوجي .
- بالنسبة لمعظم الأنماط الكيميائية فإن العوامل الأساسية للنظام هي : الحرارة، الضغط، استخدام وسيط وفعاليته، تركيز المتفاعلات، درجة مزج المتفاعلات أما في الأنماط الكهروكيميائية تدخل فعالية شدة التيار الكهربائي.
- بصفة عامة تصنف الأنماط التكنولوجية وفق نوعية وأطوار المتفاعلات إلى قسمين:
 - النظام المتجانس: إذا كانت المتفاعلات تمثل طوراً واحداً : غازياً (G) ، أو سائلاً (L) .
 - النظام الغير متجانس: هو الأكثر شيوعاً في الصناعة إذ يشمل على طورين أو أكثر:
 - الأنظمة الثنائية مثل : غاز- سائل (G-L) ، غاز- صلب (G-S) ، سائل- سائل (L-L) ،
 - سائل- صلب (L-S) و صلب- صلب (S-S) .
- الأنظمة الثنائية الشائعة في الصناعة هي: (L-S) ، (G-S) ، (G-L) .*
- الأنظمة المتعددة الأطوار الشائعة هي: (G-L-S) ، (G-S-S) ، (L-S-S) ، (G-L-S-S) .

2-3- المرحلة الثالثة : فصل النواتج وتنقية المنتج الرئيسي



- المنتج الرئيسي يكون عادة مختلط مع نواتج ثانوية إضافة إلى مواد كيميائية أخرى كالوسيط ، المذيب ، باقي المتفاعلات .
- اختيار العمليات الأحادية المناسبة لفصله و تنقيته مرتبط بخواصه الفيزيائية :
حالته الفيزيائية (صلب ، سائل ، غاز) ، درجة غليانه ، كثافته ، ذوبانيته ، ... الخ
- تتم عملية مراقبة المنتج النهائي قبل تسويقه للوقوف على مدى التطابق مع المواصفات والمقاييس الوطنية والدولية قبل عرضه للاستهلاك.

3- مفهوم العمليات الأحادية :

- العمليات الأحادية هي عمليات عنصرية بسيطة (لا يمكن تفكيكها إلى عدة عمليات أخرى) تدخل في تنفيذ طريقة صناعية و تتم في أجهزة أو آلات خاصة .
- كل طريقة صناعية يمكن تلخيصها في سلسلة من عمليات أحادية .
- العمليات الأحادية التي يمكن أن نجدها في المراحل الثلاث الكبرى لكل طريقة صناعية هي :

فصل، تنقية و تهيئة المنتج	تحول كيميائي للمواد الأولية	تحضير ونقل المواد الأولية
- تركيز	- خلط المتفاعلات	- تصنيف المواد الأولية
- بلورة	- تسخين أو تبريد الخليط	- تكسير (المواد الصلبة)
- إيالة	- ضغط الخليط	- تقطيع (المواد الصلبة)
- ترشيح	- تفاعل كيميائي بين المواد	- وزن المواد المتفاعلة
- طرد مركزي		- نقل المواد الأولية
- تقطير		
- استخلاص		
- تجفيف		

4- النمط المستمر و النمط غير المستمر :

1-4- النمط غير المستمر او المتقطع :

- ينفذ النمط الصناعي غير المستمر في نظام مغلق (Batch process)
- يتم فيه شحن كمية من المواد الأولية ، تنفيذ العمليات الأحادية اللازمة بالترتيب لتحويل هذه المواد ، توقيف وحدة الإنتاج لتفريغ المواد الناتجة ثم إعادة شحن كمية أخرى من المواد الأولية .
- يستعمل هذا النمط في الصناعات الصغيرة .

إيجابياته	سلبياته
<ul style="list-style-type: none"> • يستعمل تجهيزات عادية و خفيفة • يستعمل كميات صغيرة من المواد الأولية 	<ul style="list-style-type: none"> • يكلف طاقة كبيرة (تسخين ثم تبريد كل مرة) • تضيق الوقت (تكرار الشحن و التفريغ) • يستعمل أيدي عاملة كثيرة (مراقبة ، صيانة،...) • نوعية المنتج يمكن أن تتغير مع الوقت • تكلفة الإنتاج مرتفعة .

2-4- النمط المستمر أو المتواصل :

- ينفذ النمط الصناعي المستمر في نظام مفتوح (Flow process) .
- يتم فيه شحن المواد الأولية و فصل المواد الناتجة في نفس الوقت ودون انقطاع .
- يستعمل هذا النمط في الصناعات الكبيرة .

إيجابياته	سلبياته
<ul style="list-style-type: none"> • نوعية المنتج ثابتة • تكلفة الإنتاج أضعف • يعتمد على الآلات المبرمجة • بحاجة أقل الى أيدي عاملة • يوفر أكثر أمن و أحسن ظروف عمل 	<ul style="list-style-type: none"> • يستلزم استثمارات كبيرة • يستلزم مواد أولية ذات نوعية رفيعة

5- العوامل التي تساهم في تحسين التقنيات الصناعية :

عدة عوامل من شأنها رفع المردود ، تحسين نوعية المنتج و تخفيض تكلفة الإنتاج ، نذكر منها :

- 1- الزيادة في حجم آلات الإنتاج.
- 2- تفعيل عمل الآلة (مثل زيادة سرعة العمل).
- 3- مكننة أنماط تحتاج إلى الكثير من اليد العاملة (تكلفة عالية).
- 4- استخدام آلات مبرمجة للتحكم فيها عن بعد.
- 5- استبدال أنماط الإنتاج غير المستمرة بأنماط مستمرة.
- 6- استخدام حرارة التفاعلات واستغلالها للتقليل من استهلاك الطاقة.
- 7- اختراع أنماط للإنتاج بدون الحصول على الفضلات.

6- أهمية هندسة الطرائق و مجالات استعمالها :

هندسة الطرائق توفر للإقتصاد الوطني كمية هائلة من منتجات مختلفة هي أساس التطور الحديث للأمم ،
كمثال على ذلك نذكر :

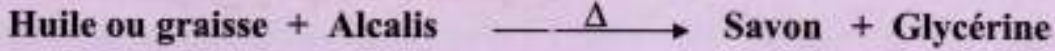
- * الصناعة الصيدلانية : صناعة الأدوية مثل الأسبيرين ، المضادات الحيوية ، اللقاحات ...
- * الصناعة البترولية و البتروكيماوية : الزيوت ، الشحوم ، الوقود ، ... الخ
- * الصناعة الكيماوية : المعادن ، القماش ، المطاط ، الزجاج ، الورق ، الصابون ، البلاستيك ، حمض الخل ، الإيثانول ... الخ
- * الغذائي الفلاحي : صناعة الأسمدة ، زيت المائدة ، الحليب ، السكر ، العجائن ... الخ
- * الصناعات الميكانيكية الحديثة مثل : النقل البري ، الملاحة البحرية والجوية ، مواد البناء .
- * المحافظة على البيئة : معالجة الماء و الهواء و النفايات .

7- دراسة نماذج صناعية :

النموذج الأول : صناعة الصابون

لقد تم التطرق إلى كيفية تحضير الصابون مخبريا و صناعيا خلال السنة الأولى - ما هي المراحل الكبرى لتحضير الصابون صناعيا

كل أنواع الصابون تمثل أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم لأحماض دهنية تحتوي على 13 إلى 19 ذرة كربون ، هذه الأملاح ناتجة عن تصبن مواد دهنية (نباتية أو حيوانية) ثلاثية الغليسريد بمحاليل قلوية (Alcalis) التي نذكر منها: هيدروكسيد الصوديوم NaOH أو الصود و هيدروكسيد البوتاسيوم KOH أو البوتاس .
الصابون الناتج من الصود يكون صلبا أما الصابون الناتج من البوتاس فيكون ليئا أو سائلا .
تفاعل **التصبن** الحادث يلخص كالتالي :



صناعة الصابون تمر بالعمليات الأحادية التالية :

تبييض (Blanchissement) :

تنقى المواد الدهنية (الزيوت) باستعمال تربة خاصة تقوم بامتصاص كل الشوائب التي تلون هذه المواد وتعطي لها رائحة كريهة .

ترشيح (Filtration) :

تخرج المواد الدهنية (الزيوت) صافية بيضاء جاهزة للإستعمال .

التعجين (Empatage) :

يضاف الى الزيوت كمية فائضة من محلول الصود ثم يسخن المزيج حتى الغليان لمدة حوالي ساعة ، فيحدث تفاعل **التصبن** الذي ينتج عنه الصابون و الغليسرين .

الفصل (Relargage) :

بعد توقيف التسخين يضاف الى المزيج ماء مالح و يترك ليركد فيبدأ بالإ انفصال الى طبقتين :
الطبقة العلوية تمثل عجينة الصابون و الطبقة السفلية تمثل فانض الصود و الماء والغليسرين .

البلورة (Cristallisation) :

تضخ عجينة الصابون في جهاز خاص (Atomiseur) يقوم بتخليصها من بقايا الماء و تحويلها إلى حبيبات صلبة تضغط فيما بعد و يخرج الصابون .

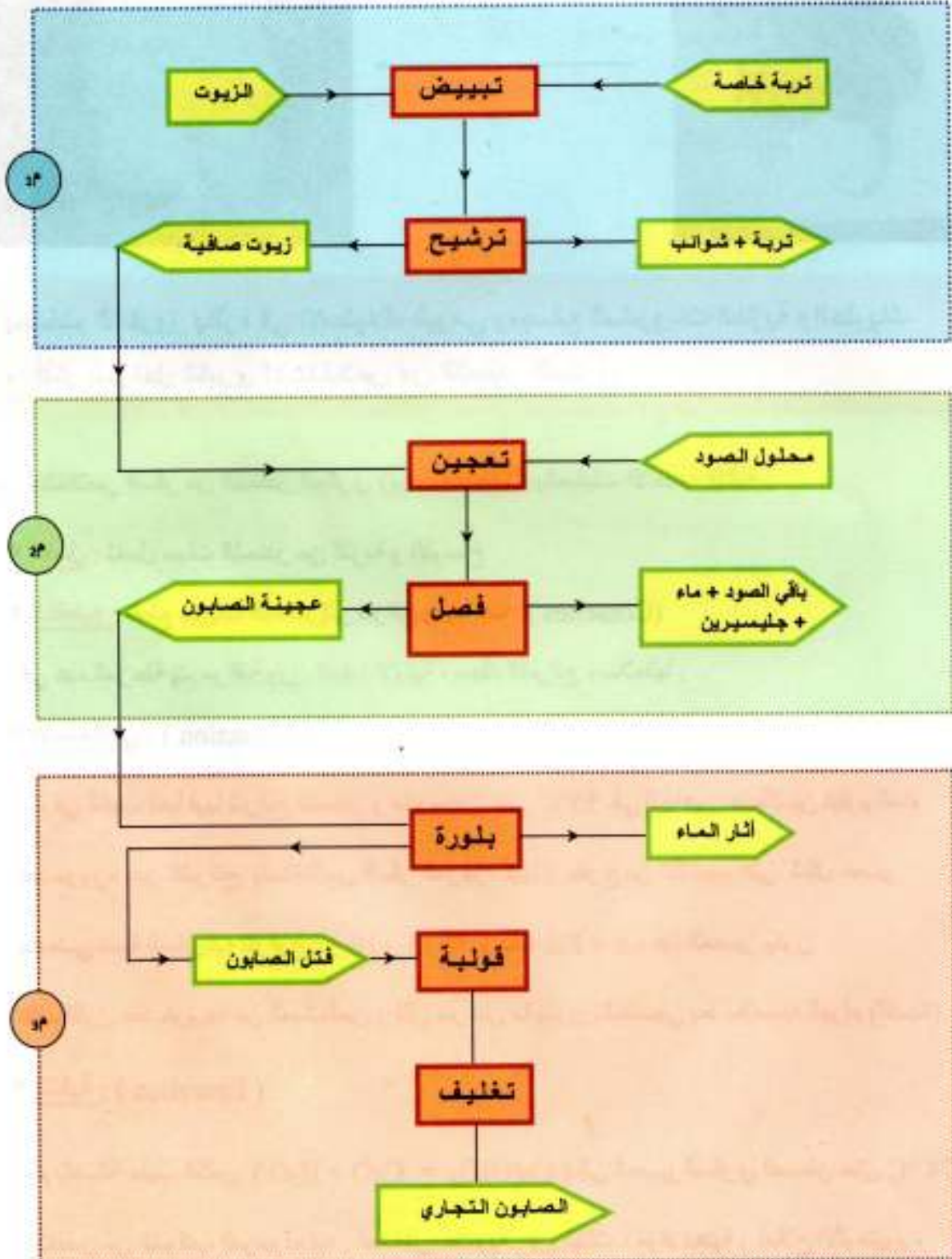
القولبة (Moulage) :

يقطع الصابون إلى قوالب صغيرة تطبع عليها الماركة

تغليف (Enveloppement) :

تغلف قوالب الصابون و يسجل على الغلاف معلومات كثيرة (اسم الصابون ، تركيبه ، اسم المنتج ...)

أنجز رسما مبسطا لهذه الطريقة الصناعية وذلك بتوضيح العمليات الأحادية لكل مرحلة من المراحل الثلاث الكبرى.



استخلاص السكر من الشمندر

النموذج الثاني :



يستخدم السكر بكمية كبيرة في الاستهلاك اليومي ومصانع المشروبات الغازية والحلويات
- أذكر المراحل الكبرى للاستخلاص من الشمندر السكري

يمر استخلاص السكر من الشمندر السكري (Betteraves) بالعمليات الأحادية التالية :

* **الغسل** : تغسل حبات الشمندر من التربة و الأوساخ

* **التقطيع** : تقطع حبيبات الشمندر إلى شرائح رقيقة جدا (Cossettes)

في هذه المرحلة يتم مراقبة وزن المادة الأولية ، سمك الشرائح ، سلامتها .

* **الإستخلاص** : (Extraction)

يتم في أنابيب تعبأ فيها شرائح الشمندر و ماء ساخن حتى 55°C في اتجاهين متعاكسين فيقوم الماء

عند مروره عبر الشرائح باستخلاص السكر الموجود فيها و يخرج من الأنابيب على شكل عصير

حامضي نسبة السكر فيه تتراوح بين 10 و 15 % و ذات $\text{PH} = 6$ ، هذا العصير يكون

عديم اللون عند خروجه من الممتخلص و لكن سرعان ما يتلون بالبنفسجي بعد ملامسته الهواء (أكسدة).

* **التنقية** : (Epuration)

تتم بإضافة حليب الكلس ($\text{Ca(OH)}_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$) إلى العصير السكري المسخن حتى $70-74^{\circ}\text{C}$

للتخلص من الشوائب الموجودة فيه : أحماض عضوية ، بروتينات ، مواد دهنية و أملاح الألومنيوم ،

المغنزيوم و الحديد . هذه الشوائب تترسب على شكل أملاح الكالسيوم (Ca^{2+}) وأملاح الهيدروكسيد (OH^-) . يترك المزيج لمدة 15 دقيقة ثم يضاف اليه ثاني أكسيد الكربون CO_2 للتخلص من فائض الكلس CaO الذي لم يتفاعل بترسيبه على شكل كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$. يترك المزيج مدة 15 دقيقة أخرى .

* الترشيح : (Filtration)

بعد فصل رواسب الشوائب يخرج عصير قاعدي ذو $PH = 11.2$ الذي يوجه نحو جهاز التبخير.

* التبخير : (Evaporation)

داخل جهاز التبخير يستعمل بخار الماء لجعل العصير يغلي عند $85^{\circ}C$ تحت ضغط منخفض , فيتبخر الماء الموجود فيه و يصبح عصيرا مركزا أو مشبعا (Sirop) نسبة السكر فيه حوالي 70 %

* البلورة : (Cristallisation)

الهدف منها هو تحويل السكر المنحل في العصير المشبع إلى بلورات صلبة و ذلك بتخفيض

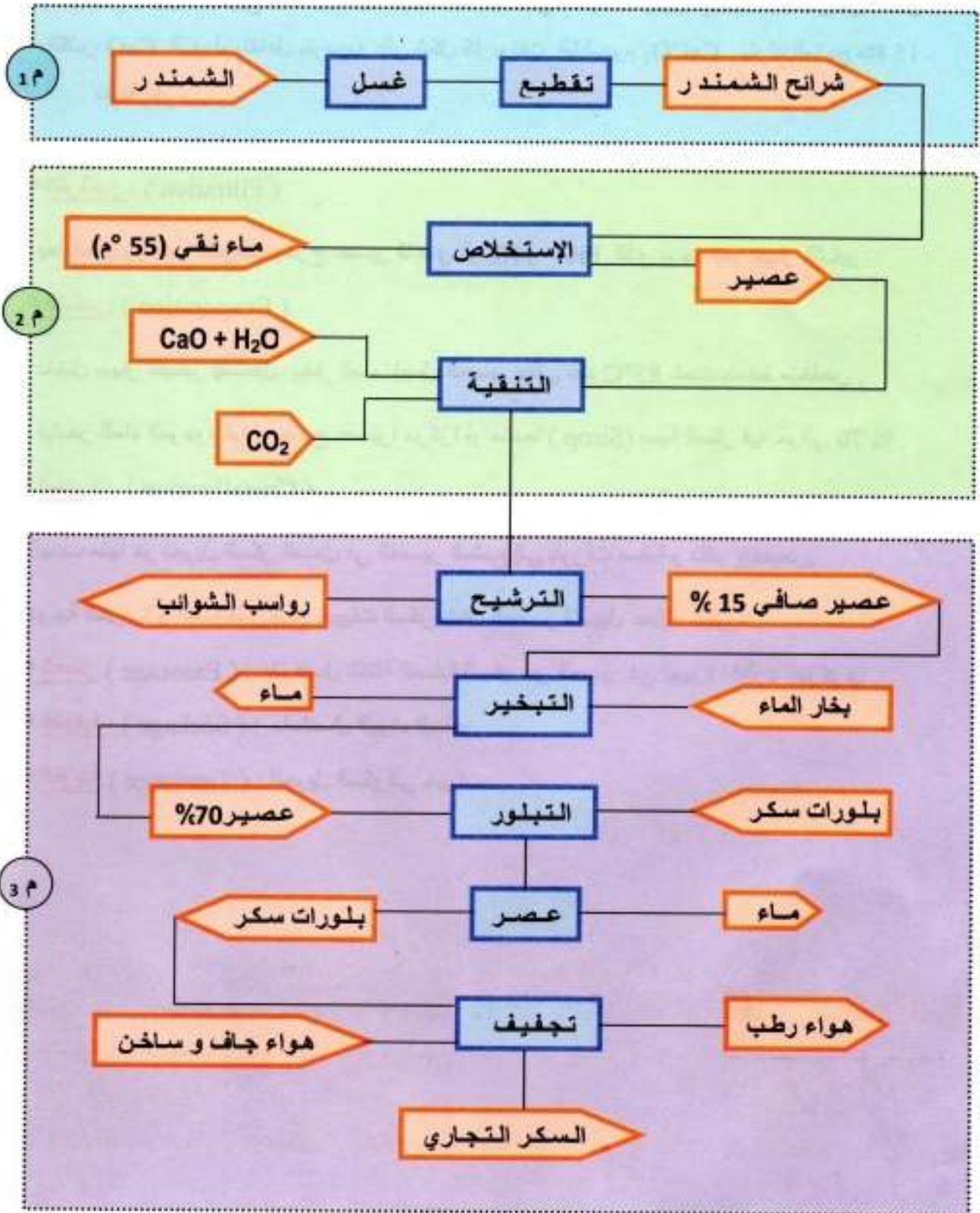
درجة الحرارة و الضغط و ضخ حبيبات السكر داخل العصير لتسهيل عملية البلورة .

* العصر (Essorage) : يتم فصل الكتلة الصلبة للسكر عن العصير في أجهزة الطرد المركزي .

* التجفيف (Séchage) : باستعمال الهواء الساخن .

* الغربلة (Tamisage) : لتحويل السكر إلى حبيبات .

أنجز رسماً مبسطاً لطريقة استخلاص السكر من الشمندر السكري



مبادئ عمليات الفصل

لقد سبق لك دراسة كيفية معالجة المياه المستعملة في السنة الأولى
- أذكر طرق الفصل المستخدمة في دراسة المعالجة

مقدمة:

- ◀ تجرى على المزيج الناتج عدة عمليات لفصل المنتج الرئيسي عن باقي النواتج الثانوية لتفاعل كيميائي بهدف الحصول على مادة أكثر نقاوة.
- ◀ اختيار **عمليات الفصل** المناسبة يتعلق بطبيعة المزيج المراد فصله (متجانس أو غير متجانس) والخواص الفيزيائية و الكيميائية لمكونات المزيج.
- ◀ **المزيج غير المتجانس** يتكون من عدة أطوار :
 - صلب و سائل (مثل راسب عالق في الماء).
 - سائلين غير قابلين للامتزاج (مثل الزيت و الماء).
 - عدة سوائل غير قابلة للامتزاج (مثل ماء + زيت + كحول).
- ◀ **المزيج المتجانس** يتكون من طور واحد عادة سائل و ينتج من خلط سوائل قابلة للامتزاج (مثل الكحول و الماء)



ماء + تراب
مزيج غير متجانس



ماء + زيت + كحول
مزيج غير متجانس



ماء + زيت
مزيج غير متجانس



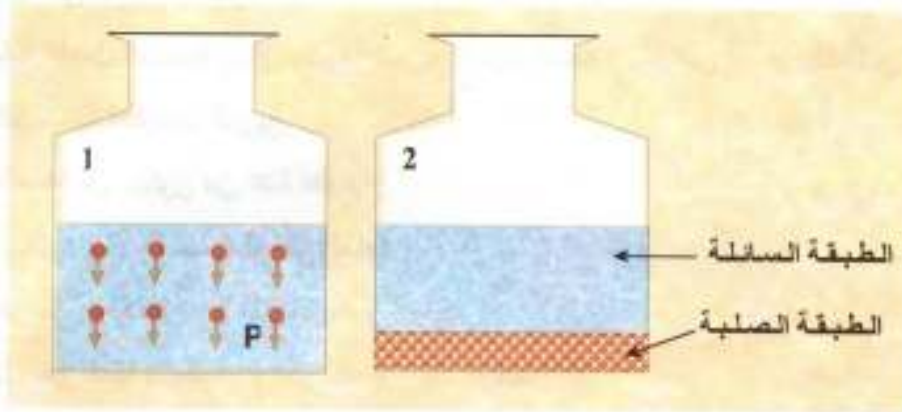
مزيج متجانس

1- فصل مزيج صلب - سائل :

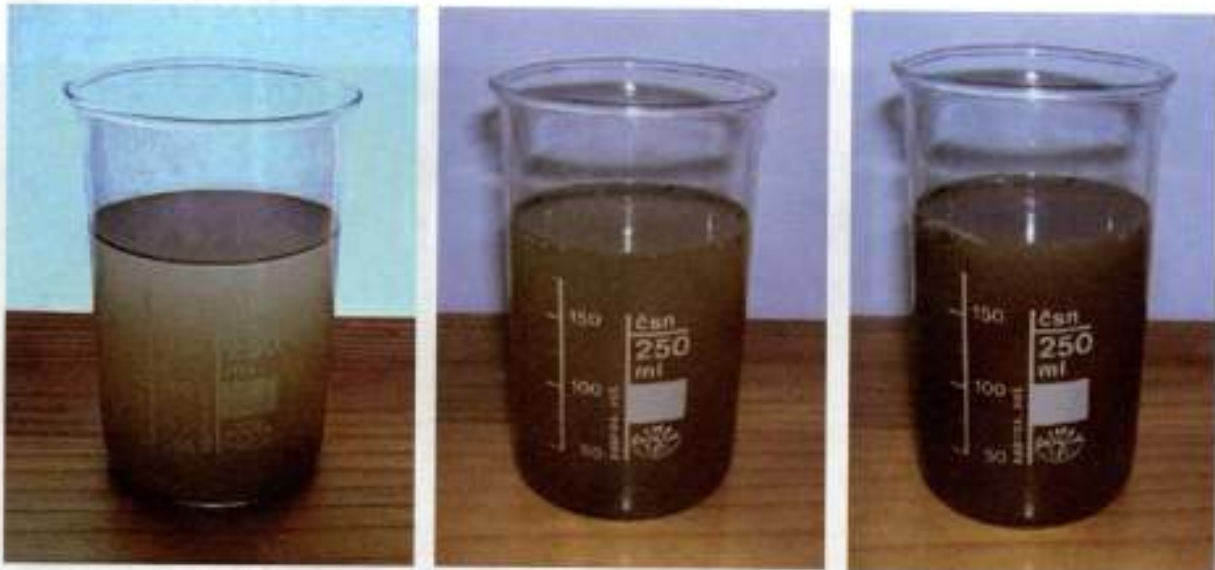
تهدف تقنيات فصل مزيج صلب- سائل غير متجانس إلى عزل المادة الصلبة عن المادة السائلة، وهناك عدة طرق نذكر منها:

1.1- الترسيد (Sédimentation):

تعتمد هذه العملية على كثافة أو ثقل الجسيمات الصلبة العالقة في المزيج غير المتجانس ، حيث تنجذب هذه الأخيرة بتأثير الجاذبية الأرضية نحو قاع الإناء و تتركد (تترسب) فتتشكل بعد مدة من الترسيد طبقتين: طبقة المادة الصلبة في الأسفل تطفو عليها طبقة المادة السائلة.



P : ثقل الجسيمات الصلبة



بعد ساعة

بعد 10 دقائق

مزيج غير المتجانس

2.1- الطرد المركزي: (Centrifugation)

- * تعتبر عملية الطرد المركزي الطريقة الملائمة لفصل جسيمات صلبة ناعمة موزعة داخل حجم صغير من السائل و يسمح استعمالها بالإسراع في تشكيل التثقل (أو الراسب).
- * تستعمل هذه العملية في التحليل النوعي عندما تكون المواد المتفاعلة بكميات صغيرة و يرافقها تشكل راسب.
- * تحدث العملية في جهاز خاص يسمى بجهاز الطرد المركزي (Centrifugeuse) يحمل عدة أنابيب.
- * تحت تأثير الحركة الدورانية السريعة للأنابيب حول محور مركزي تنشأ قوة طاردة مركزية كبيرة تدفع بالجسيمات الصلبة إلى قاع الأنابيب.



أجهزة الطرد المركزي



قبل و بعد الفصل



حالة دوران

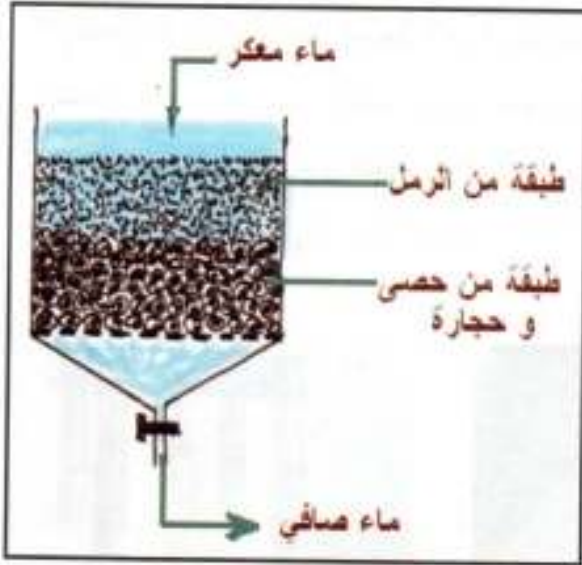


حالة ثبوت

3.1- الترشيح: (Filtration)

تتم هذه العملية باستخدام مرشح مسامي (ورق ترشيح ...) يسمح للسائل بالمرور من خلاله و السائل المتحصل عليه بعد الترشيح يدعى بالرشاحة.

يتوقف اختيار الطريقة المناسبة للترشيح على حجم دقائق المادة المرشحة، و على الغرض من الترشيح.



تتم يستعمل في بعض الميادين الصناعية الترشيح الرملي

حيث المرشح عبارة عن أحواض تحوي طبقات من

الرمل: مثل أحواض الترشيح المستعملة في محطات

معالجة مياه الصرف (المياه الملوثة).

تتم تستعمل في التحليل الوزني طريقتين للترشيح :

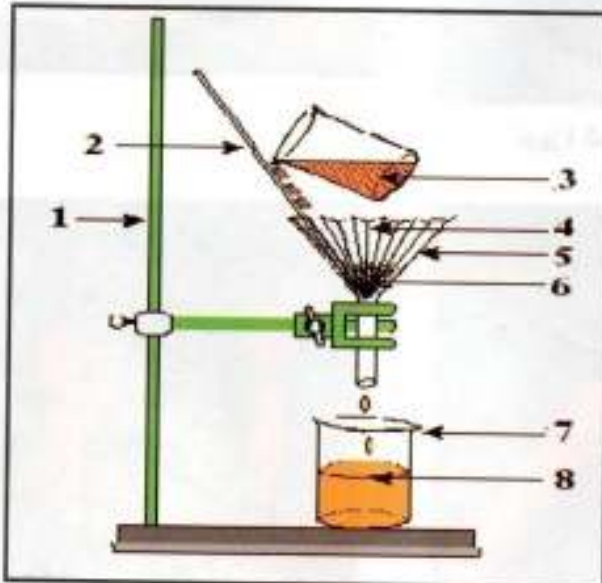
الترشيح البسيط (الترشيح تحت الضغط الجوي)

و الترشيح تحت الفراغ (الترشيح تحت ضغط منخفض).

1.3.1- الترشيح البسيط : (Filtration simple)

تتم هذه العملية باستعمال قمع ترشيح عادي يحتوي على ورقة ترشيح، حيث يسمح للسائل بالمرور تحت

تأثير الجاذبية الأرضية عبر ورقة ترشيح و تبقى المواد الصلبة عالقة.

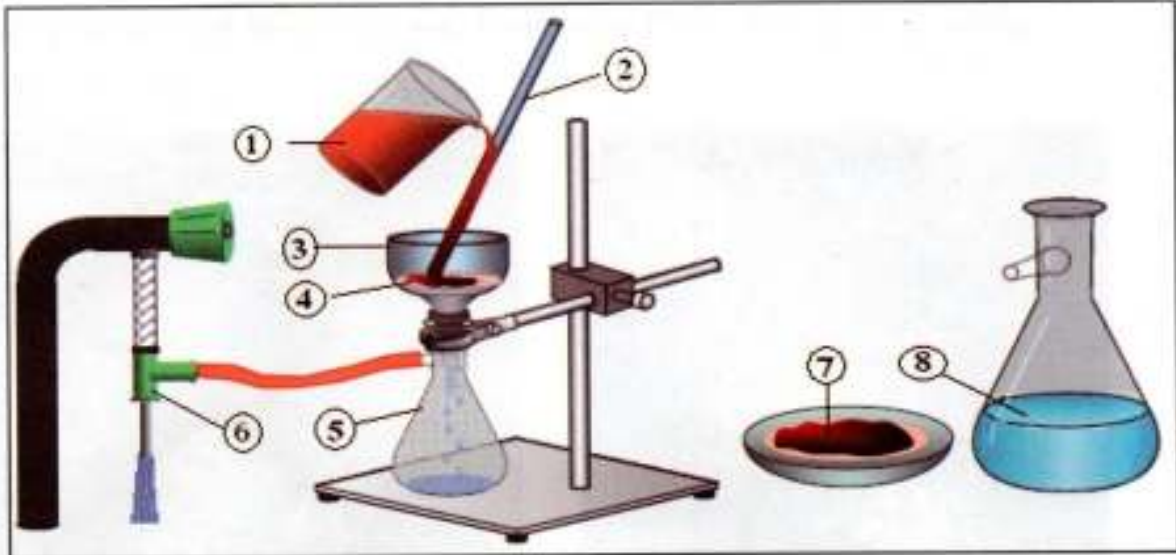


- 5- قمع زجاجي
- 6- المادة الصلبة (الراسب) (Précipité)
- 7- بيشر استقبال
- 8- المادة السائلة (الرشاحة) (Filtrat)

- 1- حامل عام
- 2- قضيب زجاجي
- 3- المزيج المراد فصله
- 4- ورق الترشيح

2.3.1- الترشيح تحت الفراغ: (Filtration sous vide)

* تعتمد هذه العملية على استعمال قمع ترشيح خاص يدعى قمع بوخنر (entonnoir Büchner) الذي يحتوي على ورقة ترشيح مناسبة لقطر القمع و حوجلة للتفريغ تدعى بحوجلة بوخنر (Fiole Büchner) تمتلك فتحة جانبية موصولة بمضخة مائية أو كهربائية تؤمن الضغط المنخفض لتحقيق الفراغ. * يخلق تحقيق الفراغ قوة ضاغطة مما يسرع في عملية الترشيح .



- 1- المزيج المراد فصله
- 2- قضيب زجاجي
- 3- قمع بوخنر (Entonnoir Buchner)
- 4- ورق الترشيح
- 5- حوجلة بوخنر (Fiole Buchner)
- 6- ممص مائي (لسحب الهواء)
- 7- المادة الصلبة (الراسب) (Précipité)
- 8- المادة السائلة (الرشاحة) (Filtrat)

2- فصل مزيج سائل- سائل :

1.2- الإبانة : (Décantation)

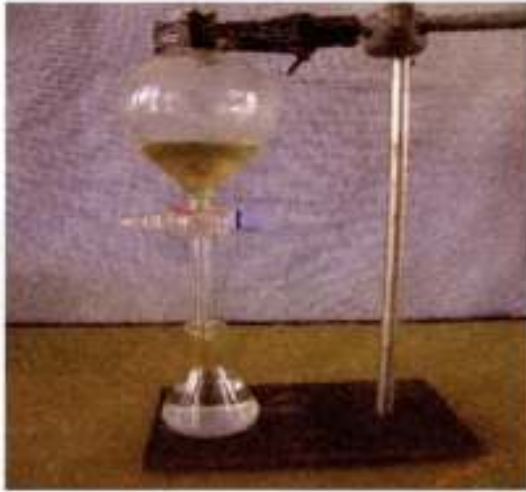
* تستعمل عملية الإبانة لفصل مزيج غير متجانس من سائلين غير قابلين

للامتزاج و تعتمد على اختلاف كثافة السوائل المكونة للمزيج.

* تستعمل قارورة خاصة تدعى حياية الإبانة (Ampoule a décanter)



- يسكب المزيج غير المتجانس في حيازة الإهانة بشرط أن لا يتعدى حجمه ثلثي حجم الحيازة، ثم تغلق بسدادة.
 - تمسك السدادة بيد و الصنبور باليد الأخرى و يرج المزيج ، تغلب الحيازة حيث تصيح السدادة في الأسفل ، يفتح الصنبور بحذر لإخراج الغازات. تعاد عملية عدة مرات حتى انعدام الغازات.
 - توضع بعد ذلك حيازة الإهانة عمودياً على حامل و تترك حتى ينفصل محتواها إلى طبقتين إذ يشكل السائل الأقل كثافة الطبقة العلوية.
 - تنزع السدادة، ويفتح الصنبور ليتم فصل الطبقة السفلية (الأكثر كثافة) في دورق استقبال.
- مثال: فصل المزيج (ماء + زيت الزيتون)



يستعمل الماء المقطر في صناعة الأدوية و المواد الكيميائية و يضاف للبطاريات
- كيف يمكن تحضيره

2.2- التقطير : (Distillation)

« يستعمل التقطير لفصل المركبات السائلة القابلة للإمتزاج مع بعضها، ويتم بتسخين السائل وتحويله إلى بخار،

يجري بعد ذلك تكثيف هذا البخار لتحويله من جديد إلى سائل نقي.

« يعود اكتشاف هذه العملية إلى علماء المسلمين العرب الأوائل

كابن سينا و جابر ابن حيان و كان يدعى الجهاز المستعمل آنذاك

بالالمبيق (Alambic) ، و مما ساهم في انتشار استعمالها

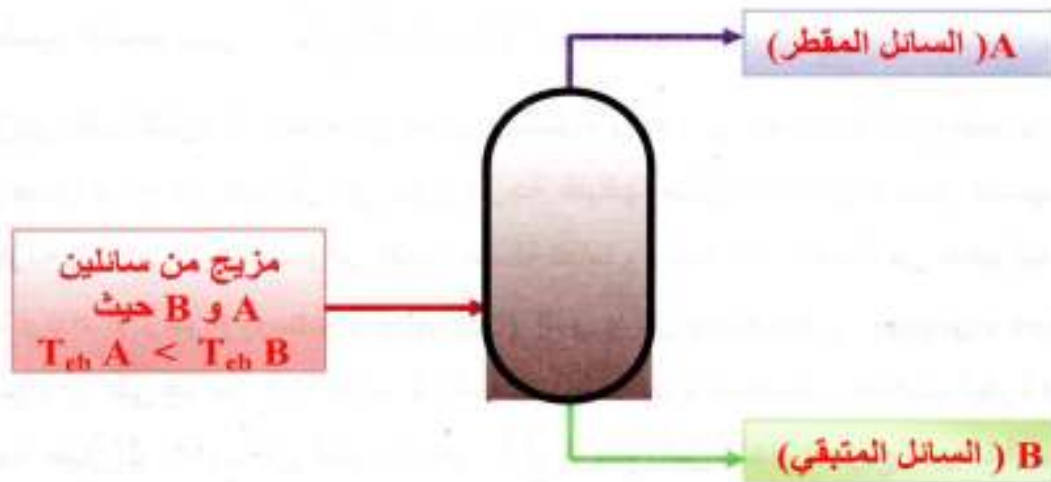
بساطة مبدئها وانخفاض تكلفتها .



« يعتمد مبدأ التقطير على الفرق في درجات غليان السوائل المكونة للمزيج و يتبع عدة تقنيات :

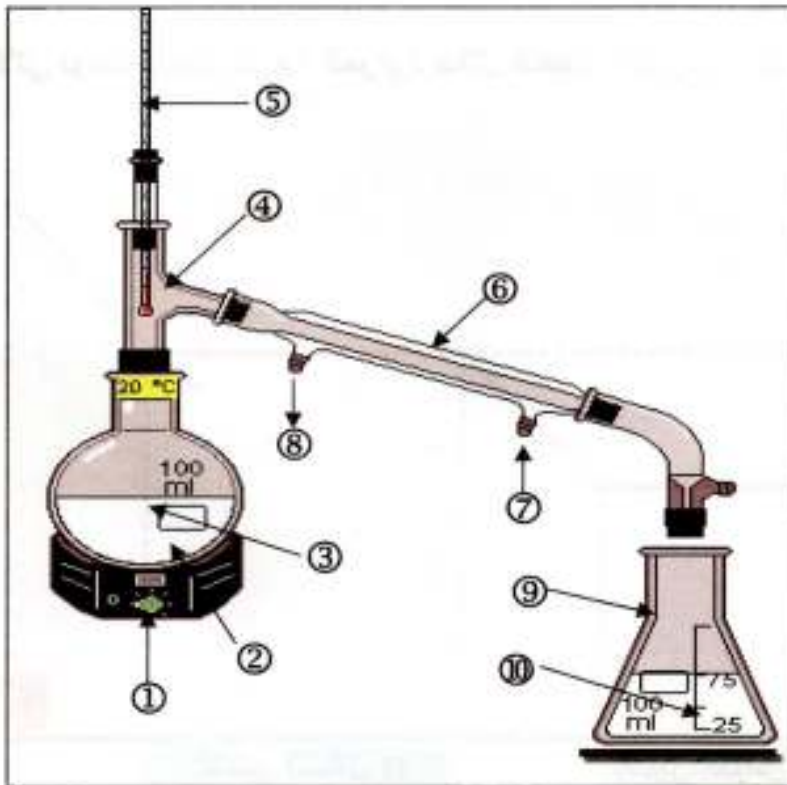
- نستعمل التقطير البسيط إذا كان الفرق في درجات غليان السوائل كبيراً

- نستعمل التقطير التجزيئي إذا كان هذا الفرق ضئيلاً.



1.2.2- التقطير البسيط : Distillation Simple

يعتمد التقطير البسيط على تسخين المزيغ تحت الضغط الجوي حتى درجة غليان السائل الأكثر تطايرا (ذو أصغر درجة غليان) فيتحول تدريجيا إلى أبخرة تكثف بالتبريد للحصول على سائل نقي يدعى بالقطارة (Distillat). السائل المتبقي (Résidu) هو السائل الأقل تطايرا (ذو أكبر درجة غليان).



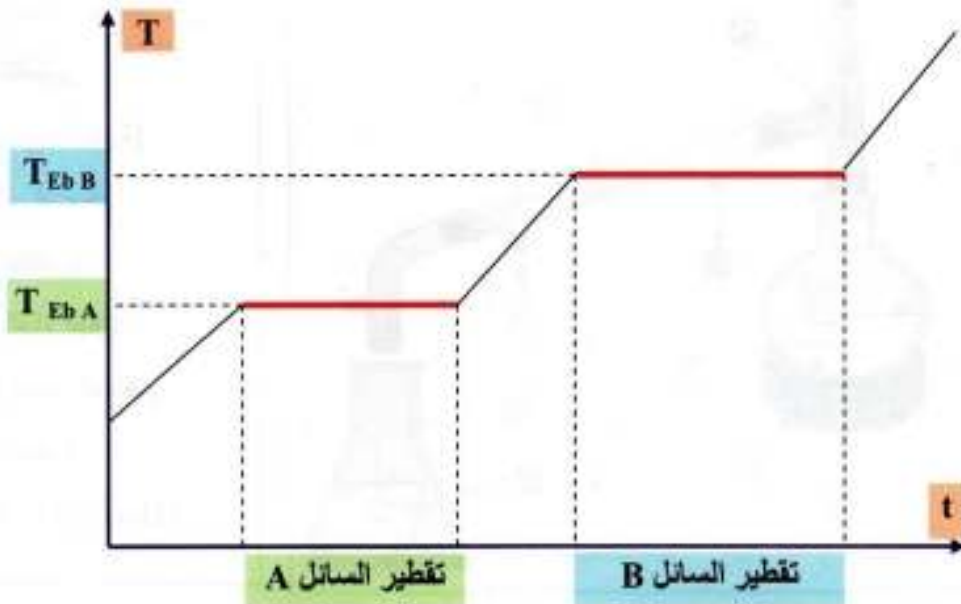
- 1- جهاز التسخين
- 2- دورق كروي
- 3- المزيغ المراد فصله
- 4- رأس التقطير (أين تتجمع الأبخرة)
- 5- ترمومتر أو محرار
- 6- مبرد (مكثف)
- 7- دخول الماء البارد
- 8- خروج الماء الساخن
- 9- دورق استقبال
- 10- القطارة (Distillat)

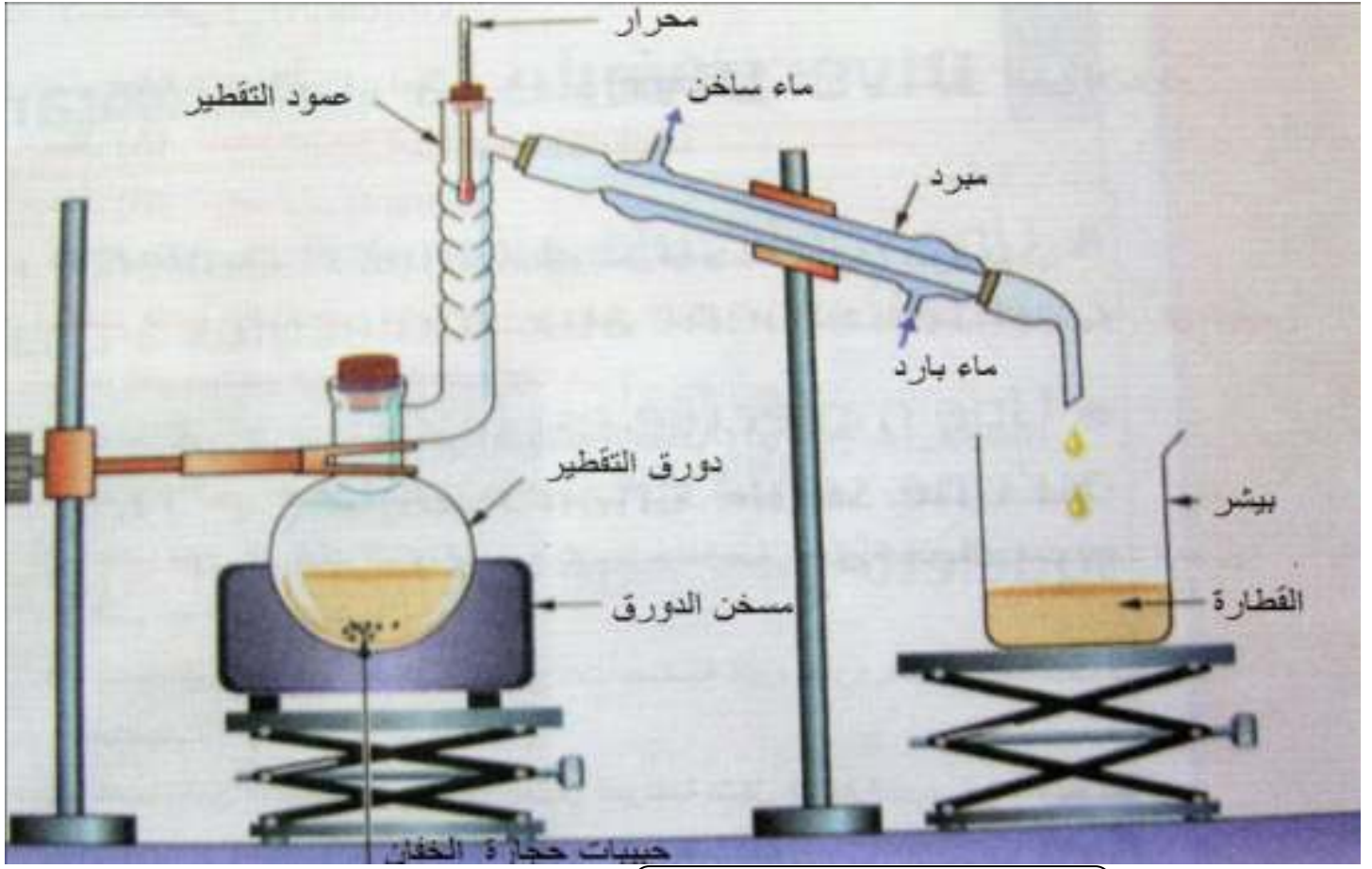
يثبت مقياس الحرارة على فتحة أنبوب تجمع البخار لمراقبة درجة حرارة البخار.

2.2.2- التقطير التجزيئي : Distillation Fractionnée

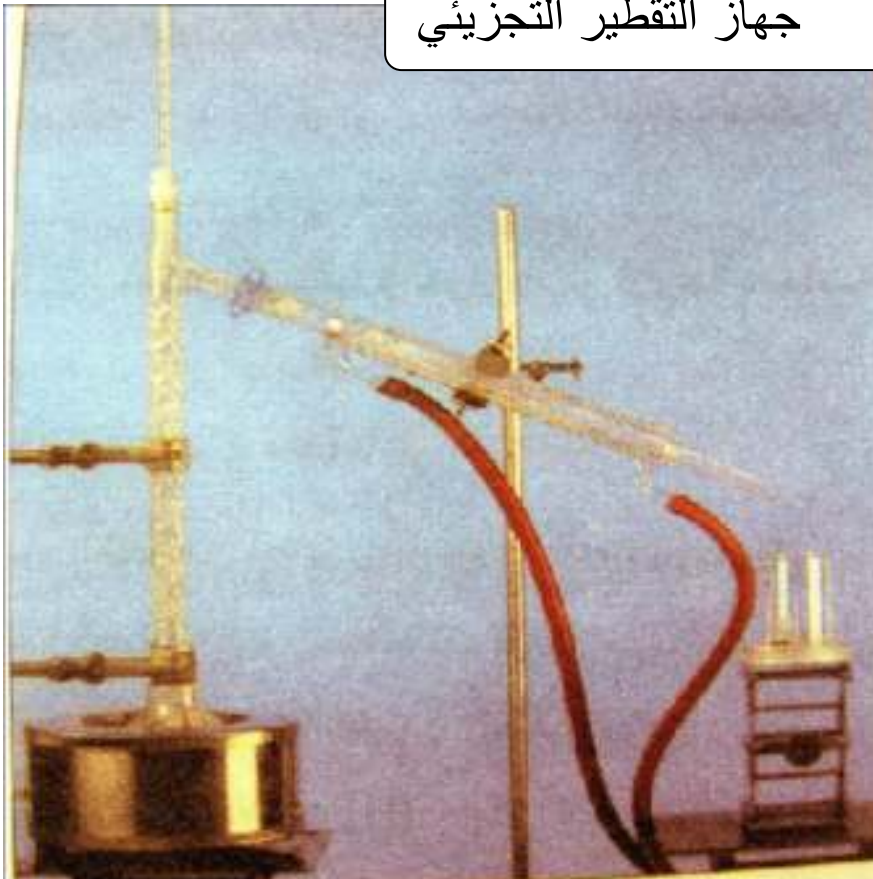
- التقطير التجزيئي تقنية كثيرة الاستخدام في مخابى الكيمياء و كذا في الصناعة البتروكيميائية (تقطير البترول).
- ويستعمل في فصل مزيج من السوائل التي تكون **درجة غليانها متقاربة** و التي لا يمكن فصلها بالتقطير العادي.
- يتمثل في تجزئة المزيج إلى **عدة سوائل نقية** منفصلة تماما و يعتمد على سلسلة من تقطيرات جزئية في مختلف مستويات عمود ارتداد أو رجوع (Colonne à reflux) الذي يدعى بعمود فيقرو (Colonne vigreux).
- هذا العمود يحتوي على حواجز (او كفات) تصطدم بها الأبخرة المختلطة ، فتتكثف أبخرة السائل الأقل تطايرا (الأكبر درجة غليان) و تتحول الى قطرات تعود (أو ترجع) إلى داخل المزيج ، بينما أبخرة السائل الأكثر تطايرا (الأصغر درجة غليان) تستمر في الصعود إلى أن تصل أعلى العمود فتعبر المبرد ، تتكثف و تتحول إلى سائل نقي (القطارة الأولى) .
- عندما ينتهي السائل الأول من التقطير ترتفع درجة الحرارة بسرعة حتى نقطة غليان السائل الثاني الأقل تطايرا من الأول فيتقطر بدوره و يستقبل على شكل القطارة الثانية وهكذا إلى أن تقطر كل السوائل المكونة للمزيج .

- البيان الآتي يوضح تغيير درجة الحرارة خلال التقطير التجزيئي لمزيج متجانس من سائلين A و B





جهاز التقطير التجزيئي



جهاز التقطير التجزيئي

3.2- الإستخلاص : (Extraction)

- تتمثل عملية الإستخلاص في فصل **خليط أولي (Charge)** متكون من **سائلين قابلين للإمتزاج** :
 - سائل (A) : **المادة المنحلة** المراد فصلها (Soluté)
 - سائل (B) : **مذيب أولي (Diluant)**
 و ذلك باستعمال **مذيب آخر (S) (Solvent)** تنحل فيه فقط المادة (A) المراد فصلها
- تستخدم عملية الإستخلاص عندما يكون استعمال التقطير غير ممكن أو غير اقتصادي و يمكن تلخيص الحالات التي تستخدم فيها هذه العملية فيما يلي :

- 1- عندما يكون المزيج أزيوتروبي (Azéotropique) أي مزيج يكون فيه الطور البخاري و الطور السائل متساويي التركيب مما يجعل عملية الفصل بالتقطير مستحيلة .
- 2- عندما تكون المركبات المكونة للمزيج ذات درجات غليان متقاربة جدا مثل: المتماكبات العضوية (الصناعة الببترو كيمياوية) .
- 3- عندما تكون المركبات المكونة للمزيج ذات حساسية كبيرة للحرارة مثل: المضادات الحيوية، الفيتامينات... (الصناعة الصيدلانية) .
- 4- عندما تكون المركبات ذات درجة الغليان المرتفعة تشكل النسبة الكبرى في المزيج مما يزيد من استهلاك الطاقة و تصبح عملية التقطير غير اقتصادية .

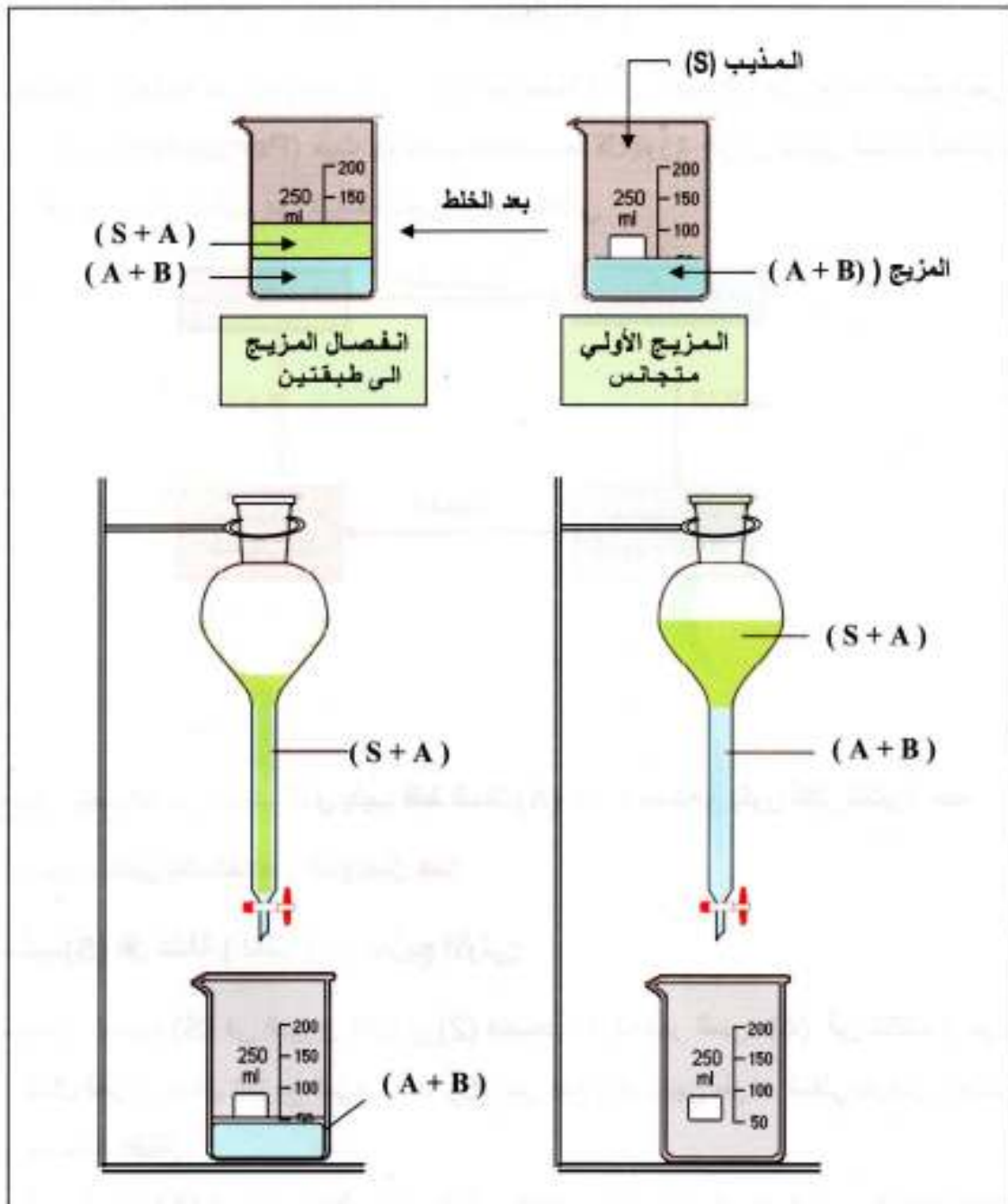
الشروط التي يجب أن تتوفر في المذيب (S) هي :

- 1- المذيب (S) لا يجب أن يكون قابلا للإمتزاج مع المذيب الأولي (B) للمزيج .
- 2- أن يكون الفصل بين الطورين الناتجين عن استعمال المذيب ممكنا .
- 3- أن يكون استرجاع المذيب (S) ممكنا .
- 4- أن يكون المذيب (S) مستقرا كيميائيا و حراريا، ذو لزوجة منخفضة، غير سام و غير قابل للاشتعال بسرعة .

يمكن لعملية الإستخلاص أن تكون متقطعة أو متواصلة :

1.3.2 - الاستخلاص المتقطع : (Extraction Discontinue)

- يعتمد على استعمال عملية الإبانة عدة مرات لفصل في كل مرة الطبقتين الناتجتين عن إضافة المذيب (S) إلى المزيج الأولي (A+B) : الطبقة الأولى : المذيب (S) + المادة المنحلة (A) و الطبقة الثانية: المذيب الأولي (B) + باقي المادة المنحلة (A) و هذا إلى أن تفصل المادة (A) نهائيا عن المذيب الأولي (B) .
- هذه العملية ليست اقتصادية (مكلفة) لأنها تستهلك كمية كبيرة من المذيب (S) .
- عند نهاية عملية الاستخلاص يفصل المذيب (S) عن السائل (A) المنحل فيه بالتقطير .



2.3.2- الاستخلاص المتواصل : (Extraction Continue)

يتمثل الاستخلاص المتواصل في سلسلة متواصلة (دون انقطاع) من دورات استخلاص داخل جهاز خاص (Percolateur) حيث يتم تجديد المذيب بعد كل دورة إلى أن ينتهي السائل المطلوب فصله من المزيج . يمكن تمثيل دورة استخلاص واحدة كالآتي



ملاحظة : يجب اختيار المذيب الذي يذيب فقط السائل (A) المراد فصله و يكون أكثر تطايرا منه .

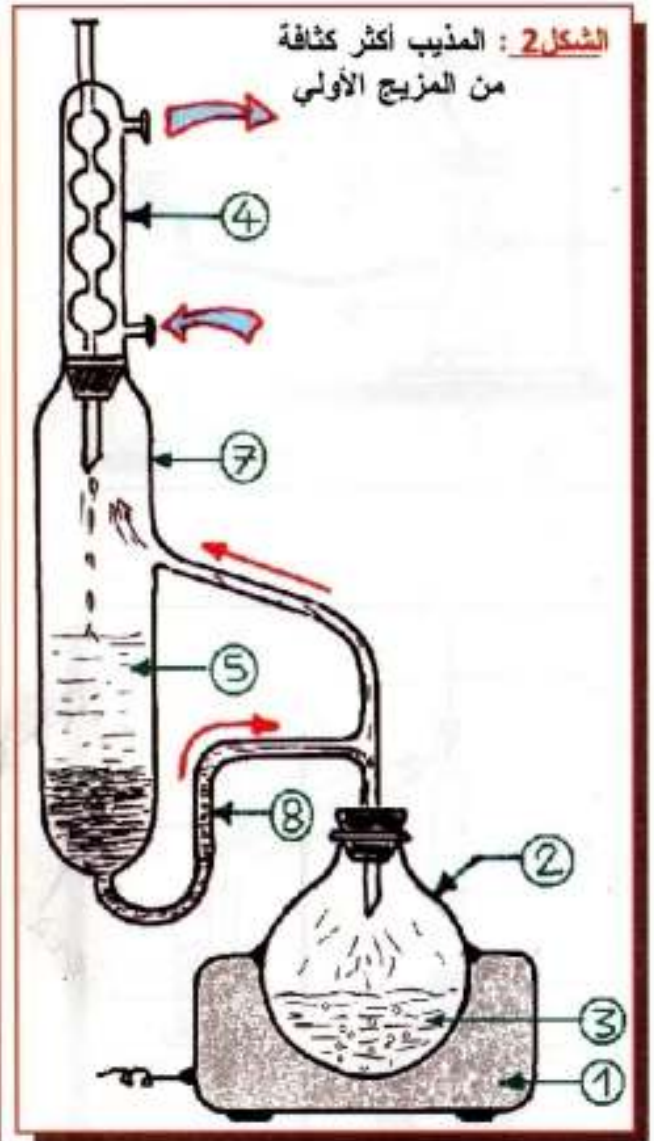
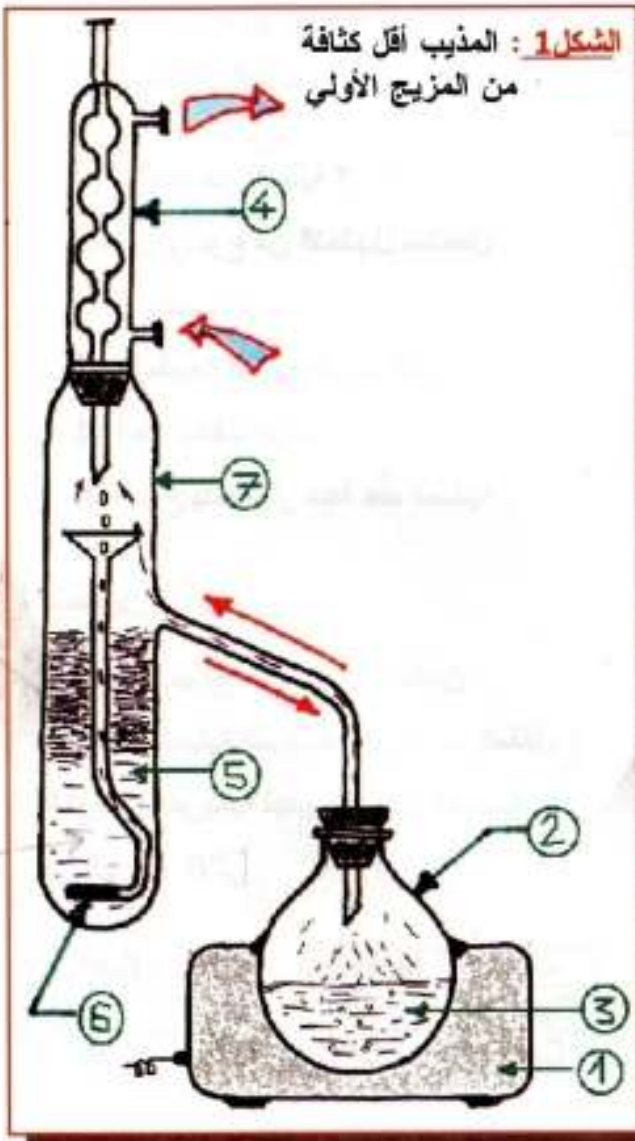
نجد حالتين للإستخلاص المتواصل هما:

(أ) المذيب (S) أقل كثافة (أخف) من المزيج الأولي:

- يسخن المذيب (S) في الدورق الكروي (2) فتصعد أبخرته نحو المبرد (4) أين تتكثف و ينزل على شكل قطرات داخل المزيج المراد فصله (5) عبر قمع (6) ينتهي طرفه السفلي بقرص زجاجي ذي مسامات دقيقة.
- ينحل السائل (A) المراد استخلاصه في المذيب (S) جزئيا و ينفصل عن المزيج فتتشكل طبقتين :
طبقة علوية : المذيب (S) + جزء من السائل (A)
طبقة سفلية : السائل (B) + باقي السائل (A)
- عند التحاق الطبقة العلوية بالفتحة الجانبية لعمود الفصل (7) ، تلتحق بالمذيب الموجود في الدورق الكروي (2) .
- بما أن المذيب (S) أكثر تطايرا من السائل (A) فإنه يتبخر وحده ليقوم بدورة أخرى و مع الوقت يزداد المزيج الموجود في الدورق (2) تركيزا بالسائل (A) .

ب) المذيب (S) أكثر كثافة (أثقل) من المزيج الأولي:

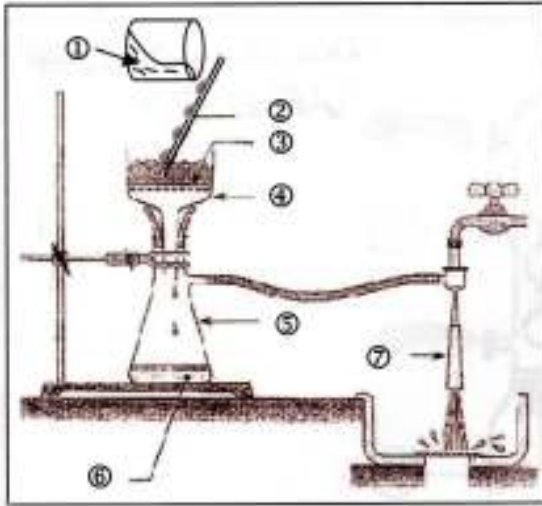
- نفس مبدأ الإستخلاص السابق إلا أن في هذه الحالة عندما ينحل السائل (A) في المذيب (S) ينفصل عن المزيج مكونا الطبقة السفلية التي تخرج من الفتحة السفلية لعمود الفصل (7) لتلتحق عن طريق الأنبوب (8) بالمذيب الموجود في القارورة (2).



- | | |
|-----------------|-----------------------------|
| 1- جهاز التسخين | 5- المزيج المراد فصله |
| 2- دورق كروي | 6- قمع ذو ساق طويلة |
| 3- المذيب (S) | 7- عمود الفصل (Percolateur) |
| 4- مبرد أو مكثف | 8- أنبوب الرجوع |

تمارين تطبيقية

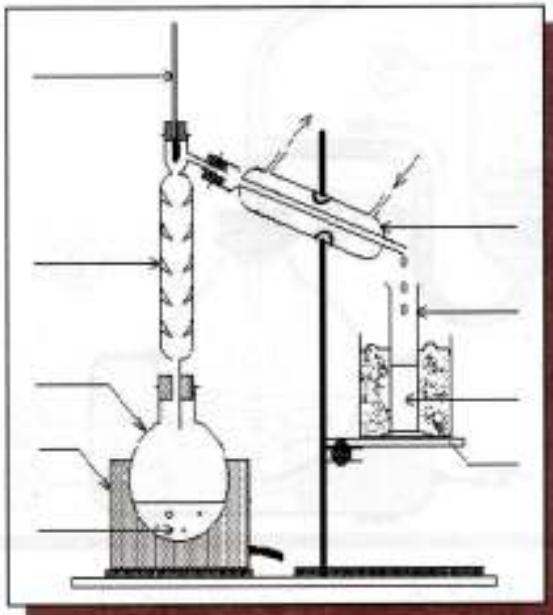
التمرين الأول :



نقوم بفصل مزيج باستعمال العملية
الموضحة في الرسم :

- 1- ما اسم هذه العملية ؟
- 2- في أي نوع من التحليل نستعمل
هذه العملية ؟
- 3- ما طبيعة المزيج المراد فصله ؟
- 4- أعط بيانات الرسم .
- 5- اشرح باختصار مبدأ هذه العملية .

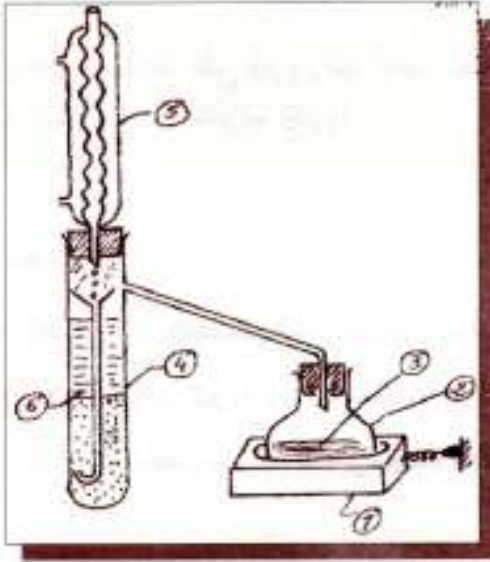
التمرين الثاني :



نريد فصل مزيج متجانس من سائلين
باستعمال العملية الموضحة في الرسم المقابل :
الخواص الفيزيائية لهذين السائلين ملخصة
في الجدول الآتي :

المركب	M(g/mol)	d	T _{EB} (°C)
C ₂ H ₅ OH	46	0.80	78
C ₆ H ₁₄	84	0.67	69

- 1- ما اسم هذه العملية ؟ ولماذا هي مناسبة
لفصل هذا المزيج ؟
- 2- أكمل بيانات الرسم .
- 3- اشرح باختصار مبدأ هذه العملية .
- 4- مثل بمنحنى بياني على معلم متعامد تغير درجة الحرارة T بدلالة الزمن t خلال هذا الفصل .



التمرين الثالث :

لدينا جدول المعطيات التالية

المركب	C_6H_{14}	C_2H_5OH	H_2O
d	0.67	0.80	1
$T_{Eb}(^{\circ}C)$	69	78	100

لفصل مزيج مكون من مركبين من الجدول بواسطة مذيب هو كذلك مركب من الجدول ، نستعمل العملية الممثلة في الرسم المقابل :

1- ما اسم العملية ؟ ما نوعها ؟ ما نوع المزيج الذي يتم فصله ؟

2- ما هما المركبان المكونان للمزيج ؟ برر إجابتك .

3- ما هو المذيب المستعمل ؟ لماذا ؟ ما هو المركب المراد فصله ؟

4- أعط بيانات الرسم .

5- اشرح باختصار مبدأ هذه العملية .

تعريف مختلف وحدات التراكيز

توجد لصيقات على قارورات المياه المعدنية عليها بيانات
- أذكر ما هو مكتوب عليها

مقدمة:

< المحلول هو خليط متجانس سائل من مادة مذابة (Soluté) (صلبة، سائلة أو غازية) و مادة مذيية (Solvent) سائلة.
المذاب يستعمل بكميات صغيرة بينما المذيب يستعمل بكميات كبيرة.



< تركيز المحلول هو كمية المادة المذابة في 1 لتر من المحلول .
< يعبر عن كمية المادة بوحدات مختلفة: غرام ، مول ، مكافئ غرامي ... لذلك توجد عدة وحدات للتركيز .

1- التركيز الكتلي (C_m) Concentration massique

التعريف:

يمثل التركيز الكتلي كتلة المادة المذابة (g) في 1 L من المحلول وحدته (g / L).

العلاقة: $C_m = \frac{m}{V}$ حيث m : كتلة المادة المذابة (g)
 V : حجم المحلول (L)

تطبيق 1: نحضر محلولاً من ملح الطعام NaCl بإذابة 0.585 g من هذا الملح في 100 cm^3 من ماء مقطر ، ما هو التركيز الكتلي للمحلول الناتج ؟

$$\left. \begin{array}{l} m = 0.585 \text{ g} \\ V = 100 \text{ cm}^3 = 0.1 \text{ L} \end{array} \right\} C_m = 0.585 / 0.1 \Rightarrow C_m = 5.85 \text{ g/L}$$

2- التركيز المولي أو المولارية (C) Concentration molaire ou Molarité

التعريف:

يمثل التركيز المولي أو المولارية عدد مولات المادة المذابة في 1 L من المحلول وحدته mol / L

العلاقة: $C = \frac{n}{V}$ مع $n = \frac{m}{M}$ منه $C = \frac{m}{V \times M}$ حيث:

n : عدد مولات المادة المذابة (mol) m : كتلة المادة المذابة (g)
 V : حجم المحلول (L) M : الكتلة المولية للمادة المذابة (g/mol)

تطبيق 2: أحسب مولارية المحلول المحضر في التطبيق 1

$$\left. \begin{array}{l} m = 0.585 \text{ g} \\ M = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ g/mol} \end{array} \right\} \Rightarrow n = \frac{m}{M} = \frac{0.585}{58.5}$$

$$n = 0.01 \text{ mol}$$

$$\left. \begin{array}{l} n = 0.01 \text{ mol} \\ V = 0.1 \text{ L} \end{array} \right\} \Rightarrow C = \frac{n}{V} = \frac{0.01}{0.1}$$

$$C = 0.1 \text{ mol / L}$$

تطبيق 3: نذيب 0.1 mol من ملح كلور الحديد الثلاثي FeCl_3 في 200 cm^3 من ماء مقطر.

1- أحسب مولارية المحلول الناتج .

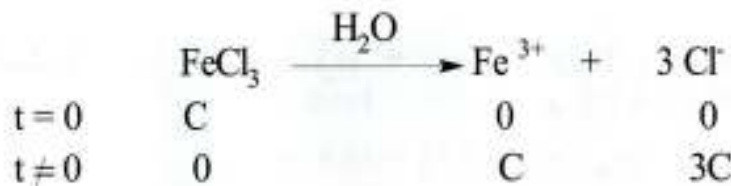
2- استنتج التركيز المولي للشوارد الموجودة في المحلول .

الحل: 1- حساب التركيز المولي للمحلول:

$$\left. \begin{array}{l} n = 0.1 \text{ mol} \\ V = 200 \text{ cm}^3 = 0.2 \text{ L} \end{array} \right\} \Rightarrow C = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{0.2}$$

$$C = 0.5 \text{ mol / L}$$

2- استنتاج تراكيز الشوارد الموجودة في المحلول :



$$[\text{Fe}^{3+}] = C = 0.5 \text{ mol / L}$$

$$[\text{Cl}^-] = 3C = 3 \times 0.5 = 1.5 \text{ mol / L}$$

- العلاقة بين التركيز الكتلي و التركيز المولي :

$$C = \frac{n}{V} \quad ; \quad n = \frac{m}{M} \quad ; \quad C = \frac{m}{V \times M}$$

$$C = \frac{C_m}{M}$$

$$C_m = C \times M$$

منه نستنتج أن:

3- النظامية Normalité

1.3 التعريف :

تمثل النظامية عدد المكافئات الغرامية من المادة المذابة في 1L من المحلول ويرمز لها

بـ **N** وحدتها : Eg / L

$$x_{(Eg)} = \frac{m}{Eg}$$

مع

$$N = \frac{x_{(Eg)}}{V}$$

العلاقة:

حيث:

x : عدد المكافئات الغرامية للمادة المذابة

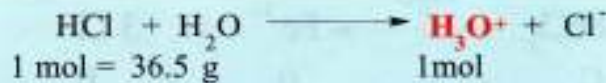
V : حجم المحلول (L)

m : كتلة المادة المذابة (g)

Eg : المكافئ الغرامي للمادة المذابة

2.3- المكافئ الغرامي (Eg) Equivalent gramme

أ - في حالة حمض : يمثل Eg كتلة الحمض التي تحرر 1 مول من الشوارد H_3O^+



1 mol = 36.5 g

1 mol

المثال 1:

$$1 \text{ Eg}_{HCl} = 36.5 / 1 = 36.5 \text{ g}$$



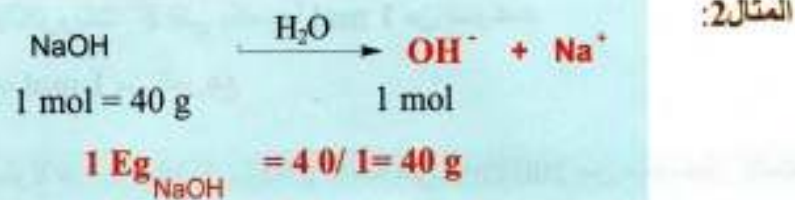
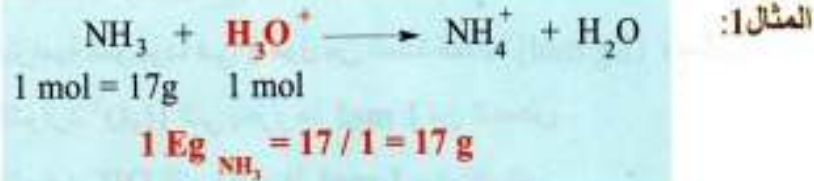
1 mol = 98 g

2 mol

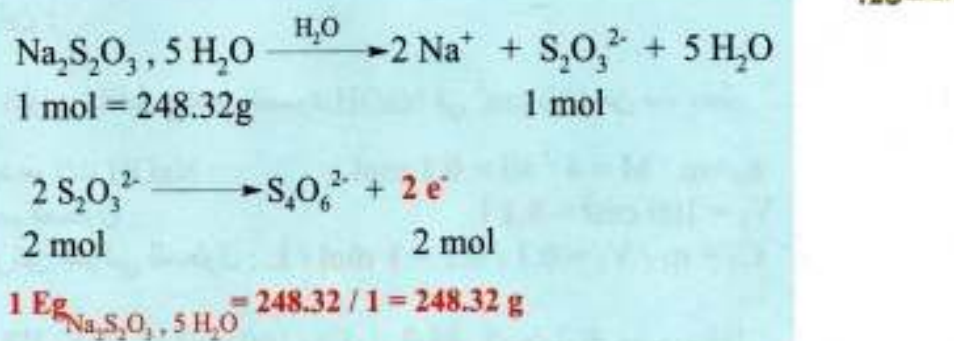
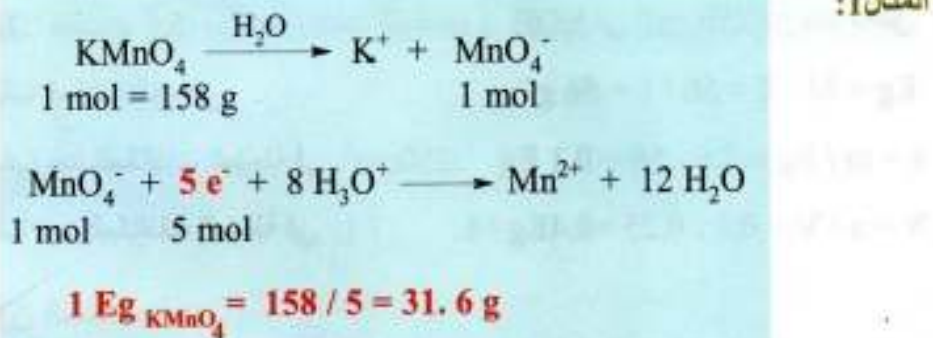
المثال 2:

$$1 \text{ Eg}_{H_2SO_4} = 98 / 2 = 49 \text{ g}$$

ب- في حالة أساس: يمثل Eg كتلة الأساس التي تحرر 1 مول من الشوارد OH^- أو تثبت 1 مول من لشوارد H_3O^+



ج - في حالة مؤكسد أو مرجع: يمثل Eg كتلة المؤكسد التي تكتسب 1 مول من الالكترونات e^- أو كتلة المرجع التي تفقد 1 مول من الالكترونات e^-



$$Eg = \frac{M}{Z}$$

د - خلاصة:
حيث:

M: الكتلة المولية للمادة المذابة (g / mol)

Z: عدد المكافئات الغرامية الموجودة في 1 مول من المادة المذابة (Eg/mol) ويمثل:

- عدد مولات الشوارد H_3O^+ التي يحررها 1 mol من الحمض

- عدد مولات الشوارد OH التي يحررها 1 mol من الأساس

- عدد مولات الإلكترونات e^- التي يكتسبها 1 mol من المؤكسد

أو التي يفقدها 1 mol من المرجع

تطبيق 1: نحضر محلولاً من $KMnO_4$ بإذابة 4 g منه في 200 cm^3 من ماء مقطر لاستعماله كمؤكسد في وسط حمضي.

- حساب المكافئ الغرامي: $Eg = M / Z = 158 / 5 = 31.6 \text{ g}$

- حساب عدد المكافئات المنحلة في 200 cm^3 : $x = m / Eg = 4 / 31.6 = 0.126 \text{ Eg}$

- حساب عدد المكافئات المنحلة في 1L: $N = x / V = 0.126 / 0.2 = 0.63 \text{ Eg / L}$

تطبيق 2: نذيب 5.6 g من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في 250 cm^3 من ماء مقطر.

- حساب المكافئ الغرامي: $Eg = M / Z = 56 / 1 = 56 \text{ g}$

- حساب عدد المكافئات المنحلة في 250 cm^3 : $x = m / Eg = 5.6 / 56 = 0.1 \text{ Eg}$

- حساب عدد المكافئات المنحلة في 1 L: $N = x / V = 0.1 / 0.25 = 0.4 \text{ Eg / L}$

4- قانون التخفيف:

يهدف تخفيف المحاليل إلى التقليل من تركيزها المعلوم و يصاحب هذه العملية تغير في حجم المحلول النهائي. و تتم عملية التخفيف إما باستخدام الماء المقطر أو أي مذيب مناسب.
نحضر محلولين :

المحلول الأول: بإذابة 4g من الصود NaOH في 100 cm^3 من ماء مقطر

- عدد مولات NaOH: $n_1 = m / M = 4 / 40 = 0.1 \text{ mol}$

- حجم المحلول: $V_1 = 100 \text{ cm}^3 = 0.1 \text{ L}$

- التركيز المولي للمحلول: $C_1 = n_1 / V_1 = 0.1 / 0.1 = 1 \text{ mol / L}$

المحلول الثاني: بإضافة 100 cm^3 من الماء المقطر للمحلول المحضر سابقاً

- عدد مولات NaOH: $n_2 = n_1 = 0.1 \text{ mol}$

- حجم المحلول: $V_2 = V_1 + 100 = 200 \text{ cm}^3 = 0.2 \text{ L}$

- التركيز المولي للمحلول: $C_2 = n_2 / V_2 = 0.1 / 0.2 = 0.5 \text{ mol / L}$

ملاحظة 1: تركيز المحلول 2 أقل من تركيز المحلول 1 لأنه تم تخفيف المحلول 1 بإضافة الماء.

$$\left. \begin{array}{l} C_1 = n_1 / V_1 \Rightarrow n_1 = C_1 \times V_1 \\ C_2 = n_2 / V_2 \Rightarrow n_2 = C_2 \times V_2 \end{array} \right\} n_1 = n_2 \Rightarrow \boxed{C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2}$$

قانون التخفيف

ملاحظة 2: يمكن تطبيق قانون التخفيف باستعمال التركيز المولي، التركيز الكتلي أو النظامية.

تطبيق 1: نضيف الماء المقطر لـ 200 cm^3 من محلول HCl (0.1 mol/L) حتى يصبح الحجم 1 لتر. احسب مولارية المحلول الجديد.

الحل:

قبل التخفيف (المحلول الأم)	بعد التخفيف (المحلول الجديد)
$C_1 = 0.1 \text{ mol/L}$	$C_2 = ?$
$V_1 = 200 \text{ cm}^3 = 0.2 \text{ L}$	$V_2 = 1 \text{ L}$

بتطبيق قانون التخفيف: $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$C_2 = \frac{C_1 \times V_1}{V_2}$$

$$C_2 = \frac{0.1 \times 0.2}{1} \Rightarrow \boxed{C_2 = 0.02 \text{ mol/L}}$$

تطبيق 2: احسب حجم المحلول H_2SO_4 (2N) اللازم تخفيفه لتحضير لتر من محلول H_2SO_4 (0.1 N).

الحل:

قبل التخفيف (المحلول الأم)	بعد التخفيف (المحلول الجديد)
$N_1 = 2 \text{ Eg/L}$	$N_2 = 0.1 \text{ Eg/L}$
$V_1 = ?$	$V_2 = 1 \text{ L}$

بتطبيق قانون التخفيف: $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$

$$V_1 = \frac{N_2 \times V_2}{N_1}$$

$$V_1 = \frac{0.1 \times 1}{2} \Rightarrow \boxed{V_1 = 0.05 \text{ L} = 50 \text{ ml}}$$

تطبيق 3: احسب حجم الماء اللازم إضافته لـ 250 cm^3 من محلول NaCl (10 g/L) لتحضير محلول مخفف (2.5 g/L).

بتطبيق قانون التخفيف:

قبل التخفيف (المحلول الأم)	بعد التخفيف (المحلول الجديد)
$C_{m1} \times V_1 = C_{m2} \times V_2$	

$C_{m1} = 10 \text{ g/L}$	$C_{m2} = 2.5 \text{ g/L}$	الحل:
$V_1 = 250 \text{ cm}^3 = 0.25 \text{ L}$	$V_2 = V_1 + V_{\text{H}_2\text{O}} = ?$	

$$V_2 = \frac{C_{m1} \times V_1}{C_{m2}}$$

$$V_2 = \frac{10 \times 0.25}{2.5} \Rightarrow V_2 = 1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_2 - V_1 \Rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 - 250 \Rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}} = 750 \text{ cm}^3 = 0.75 \text{ L}$$

8- الخواص الفيزيائية للمحاليل التجارية :

أ- النقاوة أو النسبة المئوية الكتلية % Pureté (P)

$$P = \frac{m_{\text{(pure)}}}{m_{\text{(com)}}} \times 100$$

هي كتلة المادة النقية في 100g من المادة التجارية

ب- الكتلة الحجمية : Masse volumique

$$\rho = \frac{m_{\text{(solution)}}}{V_{\text{(solution)}}}$$

هي النسبة بين كتلة المحلول و حجمه تقاس بـ (g / cm³) أو (kg / L)مثال: $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/L}$

ج- الكثافة: Densité (d)

هي النسبة بين كتلة حجم معين من المحلول و كتلة نفس الحجم من الماء

$$d = \frac{m_{\text{(solution)}} \cdot V}{m_{\text{(H}_2\text{O)}} \cdot V}$$

$$d = \frac{\rho_{\text{(solution)}}}{\rho_{\text{(H}_2\text{O)}}}$$

أمثلة: $d_{\text{H}_2\text{O}} = 1$, $d_{\text{HCl}} = 1.19$, $d_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1.83$

تمارين تطبيقية

التمرين الأول:

نذيب 1 g من برمنغنات البوتاسيوم KMnO_4 التجاري ($P = 80\%$ ، $M = 158 \text{ g / mol}$) في 250 cm^3 من ماء مقطر .

- 1- أحسب التركيز الكتلي C_m للمحلول المحضر .
- 2- استنتج التركيز المولي C و النظامية N .
- 3- نضيف للمحلول المحضر سابقا الماء المقطر حتى 1 L .
- أحسب نظامية المحلول المخفف .

التمرين الثاني:

نضيف 2.8 cm^3 من حمض الكبريت التجاري H_2SO_4 ($P = 96\%$ ، $M = 98 \text{ g / mol}$ ، $d = 1.83$) إلى 500 cm^3 من الماء المقطر .

- 1- أكتب معادلة تفاعل تشتت هذا الحمض في الماء علما أنه حمض قوي.
- 2- ما هو التركيز المولي C للمحلول المحضر؟
- 3- استنتج التركيز الكتلي C_m و النظامية N .
- 4- أحسب تركيز الشوارد الموجودة في المحلول .
- 5- نريد تخفيف 100 cm^3 من المحلول المحضر سابقا خمسة مرات.
- أحسب التركيز المولي للمحلول المخفف .

طرق التحليل الحجمي



قارورة حمض البطاريات (حمض الكبريت التجاري) عليها لاصقة مكتوب عليها اسم المنتج وتركيزه
- كيف يمكن تحقق من هذه البيانات

1 . مقدمة :

يهدف التحليل الكيميائي إلى التعرف على مكونات المادة الكيميائية المراد تحليلها كفيًا ويسمى **بالتحليل الكيفي**

Analyse Qualitative وكميا ويسمى **بالتحليل الكمي Analyse Quantitative** .

يتم التحليل الكيميائي إما بالوسائل التقليدية باستخدام الكواشف أو من خلال إجراء المعايرات المختلفة أو باستخدام الأجهزة العلمية الحديثة وهو ما يسمى **بالتحليل الآلي**.

أ - التحليل الكيفي:

يتم بواسطة هذا النوع من التحليل معرفة مكونات المادة والكشف عن العناصر الموجودة فيها وذلك باتباع طرق كيميائية مختلفة وعندما يراد الكشف عن عنصر معين يسمى ذلك **بالتحليل العنصري Analyse Elémentaire** حيث يتم التعرف على العناصر مثل الصوديوم و البوتاسيوم والكالسيوم و الباريوم وغيرها و يستخدم التحليل العنصري في التحليل العضوي للتعرف على العناصر الرئيسية في المركبات العضوية مثل الكربون والهيدروجين والنيتروجين و الهالوجينات وغيرها.

ب - التحليل الكمي:

يهدف هذا النوع من التحليل إلى معرفة كمية المواد الموجودة في عينة ما أي التعرف على تركيز المادة باستخدام عدة طرق منها التحليل الكمي الذي يعتمد على وزن المواد المتفاعلة ووزن المواد الناتجة من التفاعل ويسمى **بالتحليل الوزني Analyse Gravimétrique** أو **بالتحليل الكمي** الذي يعتمد على حساب

حجوم المواد المتفاعلة عند نهاية التفاعل وهو ما يسمى **بالتحليل الحجمي Analyse Volumétrique**.

التحليل الحجمي هو موضوع دراستنا في هذه الوحدة.

2 - التحليل الحجمي:

يهدف إلى تحديد تركيز المادة المتفاعلة بإجراء معايرة يتم من خلالها قياس حجم المحلول المعلوم التركيز بدقة (المحلول القياسي) اللازم للتفاعل مع حجم محدد من المادة المجهولة التركيز (العينة). بمعرفة حجم المحلول القياسي المستعمل عند نقطة التكافؤ (نقطة النهاية) و بتطبيق قوانين التكافؤ الكيميائي بحسب تركيز المادة في العينة.

1.2- شروط استخدام التفاعلات في التحليل الحجمي:

- أن يكون التفاعل تام وغير عكوس .
- أن يكون التفاعل سريعاً جداً.
- أن تكون نقطة التكافؤ واضحة بشكل جيد، سواء ظهور لون أو بإضافة كاشف ملون أو ظهور راسب.
- أن لا يؤثر تغير الظروف الخارجية (الحرارة، الضغط، ...) على التفاعل .

2.2- تصنيف طرق التحليل الحجمي:

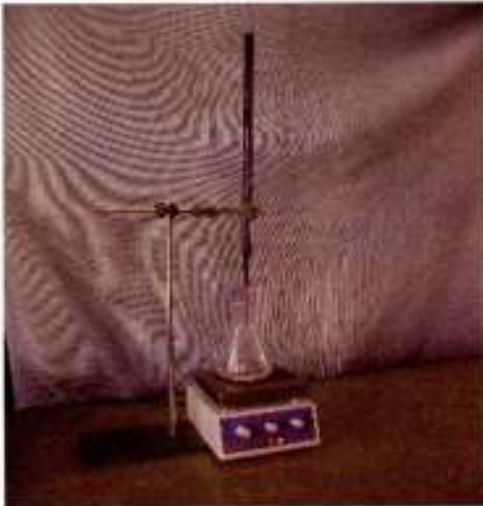
- المعايرة بالتعديل : تعتمد على التفاعلات بين الأحماض و الألس .
- المعايرة بالأكسدة و الإرجاع : تعتمد على تفاعلات الأكسدة والإرجاع.
- المعايرة بالترسيب : تعتمد على تفاعلات الترسيب .
- المعايرة عن طريق تشكل معقد : تعتمد على تفاعلات تشكل معقدات .

3.2- تقنيات المعايرة:

أ- المعايرة المباشرة:

يتفاعل المحلول القياسي بشكل مباشر مع المحلول المجهول . و يتم بالطريقة التالية:

- 1- ليكن لدينا المحلول A نظاميته مجهولة N_1 و نريد معايرته:
- 2- نأخذ حجماً معيناً بدقة V_1 من A و نضعه في أرلن للمعايرة.
- 3- نملأ السحاحة بالمحلول المناسب B الذي نعرف نظاميته N_2 ونسكب هذا المحلول في الأرلن حتى نقطة التكافؤ (نهاية التفاعل) .
- 4- نقرأ على السحاحة الحجم المضاف و ليكن V_{eq} .



محلول A
(مجهول) N_1

حساب نظامية المحلول المعايير

(A) المحلول

 $N_1 : ?$ V_1 : معروف

(B) المحلول

 N_2 : معروفة $V_2 = V_{eq}$: نقرأه من السحاحة

لدينا:

عدد مكافئات (A):

$$\left. \begin{array}{l} 1000 \text{ cm}^3 \longrightarrow N_1 \text{ Eg} \\ V_1 \text{ cm}^3 \longrightarrow X_1 \text{ Eg} \end{array} \right\} \Rightarrow X_1 = \frac{N_1 \times V_1}{1000} \text{ Eg}$$

عدد مكافئات (B):

$$\left. \begin{array}{l} 1000 \text{ cm}^3 \longrightarrow N_2 \text{ Eg} \\ V_2 \text{ cm}^3 \longrightarrow X_2 \text{ Eg} \end{array} \right\} \Rightarrow X_2 = \frac{N_2 \times V_2}{1000} \text{ Eg}$$

عند نقطة التكافؤ: عدد مكافئات المحلول A = عدد مكافئات المحلول B ($X_1 = X_2$)

$$N_1 \times V_1 / 1000 = N_2 \times V_2 / 1000$$

نحصل على العلاقة:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$N_1 = \frac{N_2 \times V_2}{V_1}$$

ب- المعايرة غير المباشرة:

نطبق هذه المعايرة عند استحالة المعايرة المباشرة.

تتفاعل العينة مع مادة مناسبة لتعطي مادة مكافئة للعينة المجهولة و التي يتم معايرتها بمحلول

قياسي .

ج - المعايرة الخلفية:

لمعايرة محلول A نظاميته مجهولة N_1 :
 نأخذ حجماً معروفاً من العينة A و ليكن $V_1(\text{cm}^3)$ ونضيف إليه حجماً معلوماً بدقة و بشكل فائض من المحلول القياسي الأول B و ليكن $V_2(\text{cm}^3)$ و نظاميته معلومة N_2 .
 نعاير الفائض من المحلول القياسي الأول بمحلول قياسي ثانٍ A' (له نفس طبيعة المحلول A) نظاميته معلومة N_3 و ليكن V_3 هو الحجم اللازم منه.

حساب التركيز:

عدد مكافئات A : $V_1 \times N_1 / 1000$ ، عدد مكافئات B : $N_2 \times V_2 / 1000$

عدد مكافئات A' : $N_3 \times V_3 / 1000$

في نهاية التفاعل تكون عدد مكافئات B الموجودة في $V_2 \text{ cm}^3$ تساوي إلى مجموع المكافئات الموجودة في $V_1 \text{ cm}^3$ للمحلول A و المكافئات الموجودة في V_3 للمحلول A'.

$$N_2 V_2 / 1000 = [N_1 V_1 / 1000 + N_3 V_3 / 1000]$$

$$N_1 \times V_1 = (N_2 \times V_2) - (N_3 \times V_3)$$

$$N_1 = \frac{(N_2 \times V_2) - (N_3 \times V_3)}{V_1}$$

4.2- حساب الارتيايات :

أ- تعريف الارتيايات:

الارتيايات هو أكبر خطأ يمكن ارتكابه خلال إنجاز قياس ما. ينتج عن جمع كل الأخطاء المرتكبة خلال هذا القياس مثل: خطأ تقدير حجم المادة المجهولة و يعود إلى دقة الماصة المستخدمة، خطأ تقدير حجم المحلول القياسي و الذي يعود إلى دقة السحاحة المستخدمة، خطأ تقدير وزن المادة و الذي يعود إلى خطأ الميزان أو حساسيته....

ب- أنواع الارتيايات :

* الارتيايات المطلق (ΔX) :

هو أكبر خطأ يمكن ارتكابه أثناء قياس المقدار X .
 هو دائماً موجب و يحمل وحدة القياس.

$$\frac{\Delta X}{X} \quad * \text{الارتياح النسبي}$$

هو النسبة بين الارتياح المطلق (ΔX) و القيمة التقريبية للمقدار X الناتجة عن عدة قياسات .
ليس له وحدة ويعطى عادة بالنسبة المئوية %

ج- حساب الارتياحات على النظامية N :

$$N_1 = N_2 \cdot V_2 / V_1 \quad \text{لدينا من قانون التعديل :}$$

$$\frac{\Delta N_1}{N_1} = \frac{\Delta N_2}{N_2} + \frac{\Delta V_2}{V_2} + \frac{\Delta V_1}{V_1} \quad * \text{الارتياح النسبي :}$$

$$\Delta N_1 = N_1 \cdot \left(\frac{\Delta N_2}{N_2} + \frac{\Delta V_2}{V_2} + \frac{\Delta V_1}{V_1} \right) \quad (\text{Eg / L}) \quad * \text{الارتياح المطلق :}$$

* الكتابة الصحيحة :

$$N_1 = (N_1 \pm \Delta N_1) \quad (\text{Eg / L})$$

المقاسة الصحيحة

3 - طرق التحليل الحجمي :

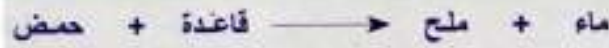
1.3- المعايرة بالتعديل (حمض-أساس)

1.1.3- تعريف المعايرة بالتعديل:

يتم هذا النوع من المعايرات بين حمض وقاعدة، عند معايرة قاعدة مجهولة التركيز بحمض معلوم التركيز تسمى Acidimétrie وعند معايرة حمض مجهول التركيز بقاعدة معلومة التركيز تسمى Alcalimétrie وفي كلتا الحالتين تحصل عملية تفاعل بين الحمض والقاعدة مما يترتب عليه عملية تعديل Neutralisation ولهذا تسمى هذه المعايرات بمعايرات التعديل والتي يصحبها تغير في الرقم الهيدروجيني pH.

1.3-2- مبدأ المعايرة بالتعديل :

- تركز المعايرة بالتعديل على التفاعلات بين الأحماض والأسس.

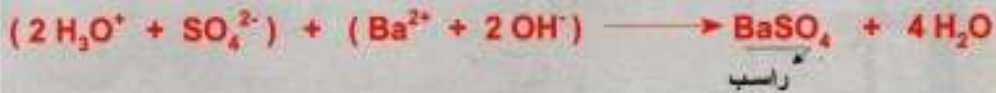


• الملح الناتج يمكن أن:

- يبقى في المحلول على شكل شاردي: مثل



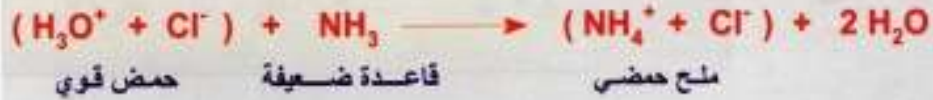
- يظهر على شكل راسب: مثل



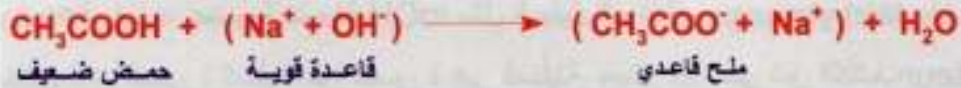
- يكون ملحا متعادلا (PH = 7): مثل



- يكون ملحا حمضيا (PH < 7): مثل



- يتكون ملحا قاعديا (PH > 7): مثل



- تحدث جميع التفاعلات في المحاليل المائية بين الأيونات في غياب الجزيئات، والمحلول الناتج يكون متعادلا كهربائيا، يوجد نفس العدد من الشحنات الموجبة و الشحنات السالبة.

• المبدأ الأساسي في المعايرة:

يتم تعديل حمض بأساس وفق المعادلة التالية:



عدد شوارد الهيدرونيوم = عدد شوارد الهيدروكسيد

$$n(\text{OH}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+)$$

3.1.3- تقنية المعايرة بالتعديل :

يؤخذ حجم من المحلول المراد تعيين تركيزه بواسطة ماصة ثم يوضع في بيشر مع قطرات من الكاشف المناسب ثم يضاف المحلول المعاكس (المعلوم التركيز) بدقة حتى الوصول إلى النقطة التي يتغير عندها لون الكاشف . وهذا يعني أن عدد شوارد الهيدرونيوم للحمض تساوي نظريا عدد شوارد الهيدروكسيد للأساس .

4.1.3- طريقة الحساب:

- حساب عدد مولات H_3O^+ في الحجم V_a :

$$\left. \begin{array}{l} 1L = 1000mL \text{ (acide)} \longrightarrow N_a \text{ mol} \\ V_a \text{ mL} \longrightarrow X \text{ mol} \end{array} \right\} \longrightarrow X = \frac{N_a \times V_a}{1000}$$

- حساب عدد مولات OH^- في الحجم V_b :

$$\left. \begin{array}{l} 1L = 1000mL \text{ (base)} \longrightarrow N_b \text{ mol} \\ V_b \text{ mL} \longrightarrow y \text{ mol} \end{array} \right\} \longrightarrow y = \frac{N_b \times V_b}{1000}$$

$$X = y \longrightarrow N_a \times V_a = N_b \times V_b$$

محلول أساسي
 V_b, N_b

محلول حمضي
 V_a, N_a

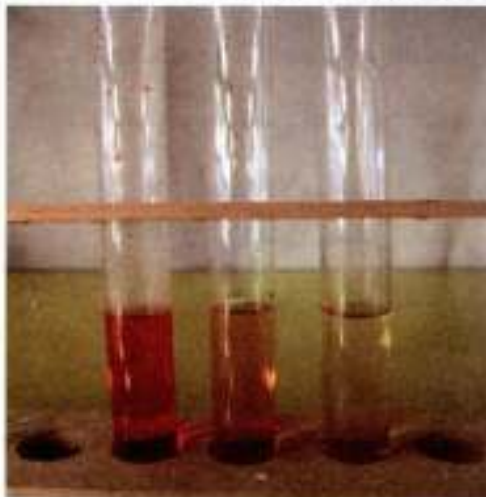


5.1.3- الكواشف الملونة و مجال التغير:

في معايرات التعديل يستعمل كاشف ملون مناسب إما حمض عضوي ضعيف HIn مثل الفينول فتالين أو قواعد عضوية ضعيفة InOH مثل الميتيل البرتقالي Méthylorange. يتغير لونها تبعاً للوسط الموجودة فيه ويختلف لون الصورة المتأينة عن الصورة غير المتأينة. حيث: In تعني شق الكاشف Indicateur.

أ - دليل الميتيل البرتقالي Méthyl Orange :

مركب عضوي ضعيف القاعدية InOH يتغير لونه في مجال pH من 3.1 إلى 4.4 . يأخذ اللون الوردي عند قيم pH أقل من أو تساوي 3.1 (الشكل الحمضي المتأين In^-) و يأخذ اللون الأصفر عند قيم pH أكبر من أو يساوي 4.4 (الشكل القاعدي غير المتأين InOH) و يأخذ اللون البرتقالي في مجال pH محصور ما بين 3.1 - 4.4 .



الوسط : قاعدي معتدل حمضي



ب - دليل الفينولفثالين **Phénolphthaléine** : و هو عبارة عن حمض ضعيف HIn يتغير لونه في مجال pH من 8 إلى 10 . يكون عديم اللون عند قيم pH أقل من أو تساوي 8 (الشكل الحمضي غير المتأين HIn) و يأخذ اللون الأحمر الوردي عند قيم pH أكبر من أو يساوي 10 (الشكل القاعدي المتأين In^-).



ج - جدول يبين مجال التغير اللوني لبعض الكواشف

اللون في الوسط القاعدي	اللون في الوسط الحمضي	مجال الانحراف (pH)	الكاشف
أصفر	أحمر وردي	4,4 - 3,1	الميثيل البرتقالي MO
أزرق	أصفر	5,4 - 3,8	أخضر البروموكريزول
أصفر	أحمر	6,3 - 4,2	أحمر الميثيل RM
أرجواني	أصفر	6,8 - 5,2	أحمر البروموكريزول
أزرق	أصفر	7,6 - 6	أزرق البروموثيمول BBT
أحمر وردي	عديم اللون	10 - 8,3	الفينول فتاليين Ph-Ph

د - كيفية تحديد الكاشف الملون المناسب:

يكون الكاشف مناسباً إذا كان مجال تغير لونه يشمل PH نقطة التكافؤ.

استعمالاته	الكاشف
يستعمل في معايرة الأحماض القوية، الأسس القوية، الأسس الضعيفة (ما عدا NH_3)، الحموضة الأولى لـ H_3PO_4	الميثيل البرتقالي MO
يستعمل في معايرة الأسس الضعيفة العضوية، النشائر NH_3	أحمر الميثيل RM
يستعمل في معايرة الأحماض القوية، الأسس القوية	أزرق البروموثيمول BBT
يستعمل في معايرة الأحماض القوية، الأسس القوية، الأحماض الضعيفة، الحموضة الثانية لـ H_3PO_4	الفينول فتاليين Ph-Ph

التطبيق الأول: معايرة حمض قوي HCl بأساس قوي NaOH

لـ التجربة :

نعاير 10cm^3 من محلول حمض كلور الماء HCl مجهول النظامية بمحلول قياسي من الصود NaOH (0.1N) بوجود كاشف ملون مناسب ، نكرر التجربة ثلاث مرات و ندون النتائج في الجدول :

لـ جدول النتائج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط V_m (cm^3)
V_{NaOH} (cm^3)	10,1	9,9	10	

لـ الأسئلة :

- 1- ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة ؟ ما لونه قبل و بعد نقطة التكافؤ ؟
- 2- أكتب معادلة التفاعل الحادث خلال المعايرة .
- 3- أحسب نظامية محلول HCl .
- 4- استنتج التركيز المولي C والتركيز الكتلي C_m لمحلول HCl .
- 5- أحسب الارتياب المطلق على نظامية HCl و أعط الكتابة الصحيحة لهذه النظامية علما أن :

$$\Delta N_{\text{NaOH}} = 0.001 \text{ N}$$

$$\Delta V_{\text{Burette}} = 0.05 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{Pipette}} = 0.02 \text{ cm}^3$$

التطبيق الثاني: معايرة حمض ضعيف CH_3COOH بأساس قوي NaOH

لل تجربة :

نقوم بمعايرة 10cm^3 من محلول حمض الخل CH_3COOH مجهول النظامية بمحلول قياسي من الصود NaOH (0.1N) بوجود كاشف ملون مناسب، نكرر التجربة ثلاث مرات وندون النتائج في الجدول:

لل جدول النتائج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط V_m (cm^3)
V_{NaOH} (cm^3)	10,3	10,2	10,1	

لل الأسئلة :

- 1- ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة؟ ما لونه قبل و بعد نقطة التكافؤ؟
- 2- أكتب معادلة التفاعل الحادث خلال المعايرة .
- 3- احسب نظامية محلول CH_3COOH .
- 4- استنتج تركيزه المولي C .
- 5- احسب تركيزه الكتلي .
- 6- احسب الارتياب على نظامية محلول CH_3COOH و أعط الكتابة الصحيحة لهذه النظامية علما أن :

$$\Delta N_{\text{NaOH}} = 0.001 \text{ N}$$

$$\Delta V_{\text{Burette}} = 0.05 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{Pipette}} = 0.02 \text{ cm}^3$$

التطبيق الثالث:

معايرة أساس ضعيف NH_3 بحمض قوي HCl

تلم التجربة :

نعاير 10cm^3 من محلول النشادر NH_3 مجهول النظامية بمحلول قياسي من حمض كلور الماء HCl (0.1N) بوجود كاشف ملون مناسب ، نكرر التجربة ثلاث مرات و ندون النتائج في الجدول :

تلم جدول النتائج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط V_m (cm^3)
V_{NaOH} (cm^3)	9,8	9,9	10	

تلم الأسئلة :

- 1 ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة ؟ ما لونه قبل و بعد نقطة التكافؤ ؟
- 2- أكتب معادلة التفاعل الحادث خلال المعايرة .
- 3- أحسب نظامية محلول NH_3 .
- 4- استنتج التركيز المولي لمحلول NH_3 .
- 5- احسب تركيزه الكتلي .
- 6- احسب الإرتياب المطلق على تركيزه الكتلي و أعط الكتابة الصحيحة لهذا التركيز علما أن :

$$\Delta N_{HCl} = 0.001 N$$

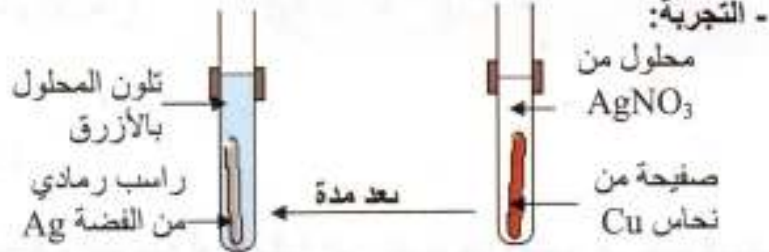
$$\Delta V_{Burette} = 0.05 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{Pipette} = 0.02 \text{ cm}^3$$

2.3- المعايرة بالأكسدة و الإرجاع
1.2.3 - مفهوم الأكسدة و الإرجاع

• نشاط :

أغمس صفيحة من النحاس Cu في محلول من نترات الفضة $AgNO_3$. ماذا يحدث ؟



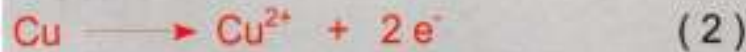
- التفسيرات :

• الراسب الرمادي من الفضة Ag ناتج من تفاعل شوارد الفضة Ag^+ الموجودة في المحلول .



شوارد الفضة Ag^+ اكتسبت إلكترونات .

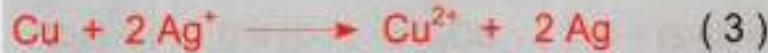
• تلون المحلول بالأزرق يعود إلى الشوارد Cu^{2+} الناتجة من تفاعل النحاس Cu



• ذرات النحاس Cu فقدت إلكترونات.

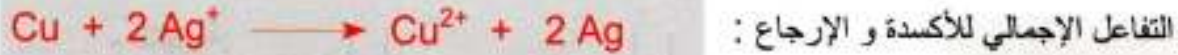
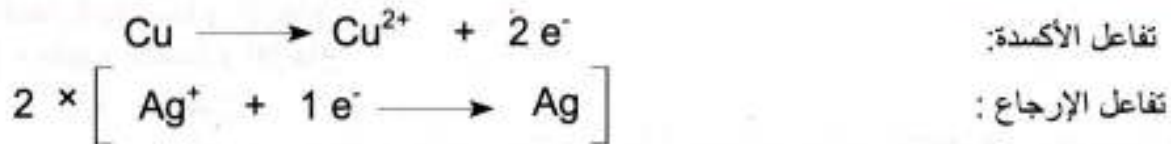
- الإستنتاج :

حدث انتقال الإلكترونات التي فقدتها ذرات النحاس Cu إلى شوارد الفضة Ag^+ التي اكتسبتها.



• تعاريف :

- المؤكسد : هو كل جسم كيميائي بإمكانه اكتساب إلكترونات .
- المرجع : هو كل جسم كيميائي بإمكانه فقدان إلكترونات .
- تفاعل الأكسدة : هو تفاعل فقدان إلكترونات من طرف المرجع.
- تفاعل الإرجاع : هو تفاعل اكتساب إلكترونات من طرف المؤكسد.
- تفاعل الأكسدة الإرجاعية: هو تفاعل تبادل الإلكترونات بين المؤكسد والمرجع وهو حاصل جمع تفاعل الأكسدة و تفاعل الإرجاع .



• رقم أكسدة عنصر :

- رقم أكسدة عنصر هو عدد الشحنات الموجبة أو السالبة التي يأخذها هذا العنصر في جسم كيميائي، على سبيل المثال يكون رقم أكسدة الكلور في كلوريد الصوديوم المذاب في الماء يساوي (-1) .
- يعرف رقم أكسدة عنصر ما باتباع القواعد التالية :

رقم أكسدة جميع الفلزات موجبة (Na: +1, K:+1,Ca:+2,.....) .

رقم أكسدة جميع اللافلزات سالبة (Cl: -1, Br:-1, N : -3 ,.....) .

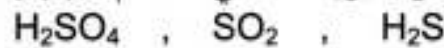
رقم أكسدة الهيدروجين +1 مع اللافلزات .

رقم أكسدة الأكسجين = -2

أي مركب متعادل تكون محصلة أعداد الأكسدة عليه تساوي الصفر.

- الشحنة الإجمالية لجسم كيميائي (جزيء، شاردة موجبة أو شاردة سالبة) تساوي لمجموع أرقام أكسدة العناصر المكونة له .

مثال 1: احسب رقم أكسدة عنصر الكبريت S في الأجسام الكيميائية التالية :



الحل:

$$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{SO}_4: 2(+1) + x + 4(-2) = 0 \\ +2 + x - 8 = 0 \\ x = +6 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{SO}_2: x + 2(-2) = 0 \\ -4 + x = 0 \\ x = +4 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{S} : 2(+1) + x = 0 \\ +2 + x = 0 \\ x = -2 \end{array}$$

أرقام أكسدة الكبريت هي



مثال 2: احسب رقم أكسدة عنصر الكروم Cr في الشارد التالية :



الحل:

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} : 2x + 7(-2) = -2$$

$$2x = 12$$

$$x = +6$$

$$\text{CrO}_4^{2-} : x + 4(-2) = -2$$

$$x = +6$$

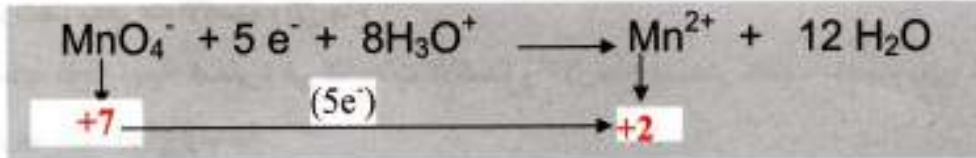
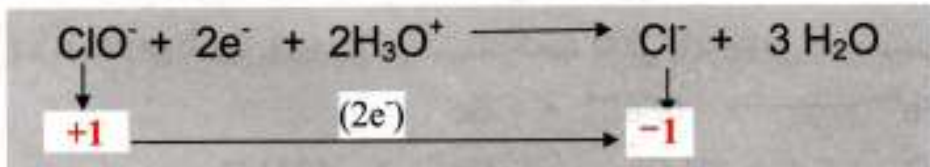
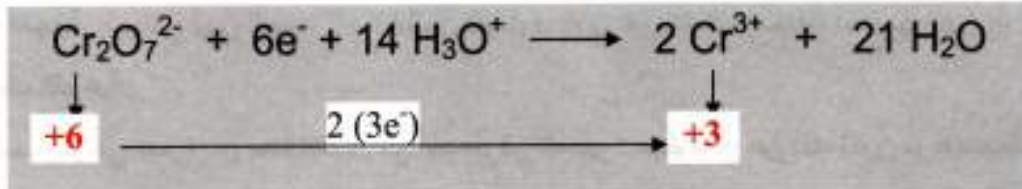
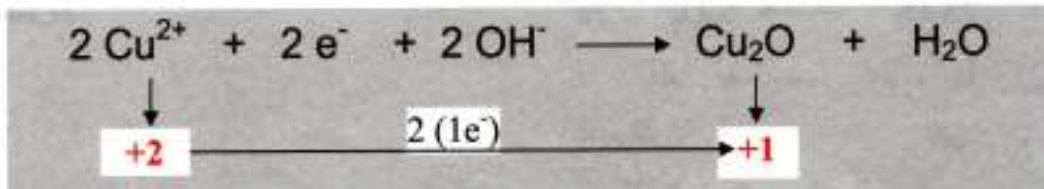
رقم أكسدة الكروم $\text{Cr} : +6$

• موازنة تفاعلات الأكسدة و الإرجاع :

تمر موازنة تفاعلات الأكسدة و الإرجاع بالمراحل التالية :

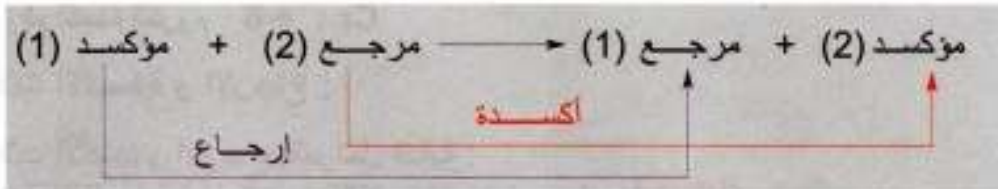
- * الموازنة الإلكترونية (إيجاد عدد الإلكترونات e^-) بحساب أرقام الأكسدة .
- * موازنة الشحن باستعمال الشوارد H_3O^+ (وسط حمضي) أو الشوارد OH^- (وسط قاعدي) .
- * موازنة العناصر: موازنة الأكسجين O و الهيدروجين H يكون بإضافة جزيئات H_2O .

أمثلة :

- شاردة البرمنغنات MnO_4^- في وسط حمضي $(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})$:- شاردة الهيبوكلوريت ClO^- في وسط حمضي $(\text{ClO}^- / \text{Cl}^-)$:- شاردة ثلثي الكرومات $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ في وسط حمضي $(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+})$:- شاردة النحاس Cu^{2+} في وسط قاعدي $(\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}_2\text{O})$:

2.3.2- مبدأ المعايرة بالأكسدة و الإرجاع :

- تتمثل المعايرة بالأكسدة و الإرجاع في تقدير تركيز محلول من مؤكسد(أو مرجع) مجهول التركيز بمحلول من مرجع (أو مؤكسد) معلوم التركيز.
- تعتمد المعايرة بالأكسدة و الإرجاع على تفاعل **تبادل الإلكترونات** بين المؤكسد و المرجع.



- تتساوى عدد المكافئات الغرامية لكل من المادة المؤكسدة و المادة المرجعة عند نقطة التكافؤ.
- يكون عدد الإلكترونات المفقودة عند التكافؤ (تغير لون المحلول) مساويا تماما لعدد الإلكترونات المكتسبة.
- نحتاج إلى استعمال كاشف لتعيين نقطة التكافؤ (نهاية التفاعل).

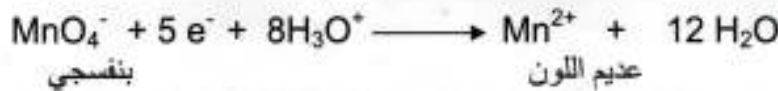
3.2.3 - كواشف معايرات الأكسدة و الإرجاع :

لتحديد نقطة نهاية المعايرة في تفاعلات الأكسدة و الإرجاع نستخدم كاشف مناسب يغير لونه بالقرب من نقطة التكافؤ، وتوجد ثلاثة أنواع رئيسية :

أ- الكواشف الذاتية :

إذا كان المؤكسد أو المرجع ذا لون مميز يمكنه في الكشف عن نقطة النهاية

مثال : معايرة برمنغنات البوتاسيوم KMnO_4 مع كبريتات الحديد الثنائي FeSO_4 في وجود حمض الكبريت.



كل قطرة من البرمنغنات (بنفسجي) ترجع بواسطة أيون الحديد الثنائي (Fe^{2+}) إلى أيون المنغنيز Mn^{2+} (عديم اللون) . عند نقطة النهاية : يختفي أيون الحديد Fe^{2+} فيتلون المحلول بلون البرمنغنات (مخفقا) أحمر وردي .

ب- الكواشف النوعية :

الكاشف النوعي عبارة عن مادة تتفاعل مع أحد طرفي المعايرة حيث ينتج عن ذلك تكون مركب معقد ذي لون مميز

مثال : النشا يعطي مع اليود I_2 لونا أزرقا وعند اختفاء اليود يختفي اللون الأزرق.



بني عديم اللون

- عند نقطة النهاية : يختفي أيون الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ فيتفاعل اليود I_2 مباشرة مع النشا ويعطي اللون الأزرق .
ومن الأمثلة الأخرى لهذا النوع من الأدلة أيونات الثيوسينات SCN^- التي تستعمل في معايرات الحديد حيث تكون مركبا معقدا ذا لون أحمر مع الحديد الثلاثي.

ج- أدلة الأكسدة والإرجاع الحقيقية :

هي مواد ملونة قابلة للأكسدة والإرجاع يختلف لونها في صورتها المؤكسدة عن لونها في صورتها المرجعة ومنها الكواشف الآتية:

اللون		الكاشف
شكل مرجع	شكل مؤكسد	
عديم اللون	أحمر	أحمر معتدل Rouge Neutre
عديم اللون	أزرق فاتح	أزرق الميتيلين Rouge de Methylene
عديم اللون	أزرق بنفسجي	ثنائي فينيل أمين Diphenylamine

4.2.3- طريقة الحساب:

- حساب عدد المكافئات في حجم V_{ox} للمحلول المؤكسد :

$$\left. \begin{array}{l} 1L = 1000mL (ox) \longrightarrow N_{ox} \\ V_{ox} mL \longrightarrow X \end{array} \right\} \longrightarrow X = \frac{N_{ox} \times V_{ox}}{1000}$$

- حساب عدد المكافئات في حجم V_{red} للمحلول المرجع:

$$\left. \begin{array}{l} 1L = 1000mL (red) \longrightarrow N_{red} \\ V_{red} mL \longrightarrow y \end{array} \right\} \longrightarrow y = \frac{N_{red} \times V_{red}}{1000}$$

- حساب عدد المكافئات في حجم V_{red} للمحلول المرجع:

$$\left. \begin{array}{l} 1L = 1000mL (red) \longrightarrow N_{red} \\ V_{red} mL \longrightarrow y \end{array} \right\} \longrightarrow y = \frac{N_{red} \times V_{red}}{1000}$$

$$x = y \longrightarrow N_{ox} \times V_{ox} = N_{red} \times V_{red}$$

5.2.3- المعايرات المنقيمترية :

تتحقق هذه المعايرات بواسطة محلول قياسي من برمنغنات البوتاسيوم في وجود كمية مناسبة من حمض الكبريت الممدد

ا- تحديد نظامية $KMnO_4$ باستعمال أكسالات الصوديوم :

المبدأ : يرجع برمنغنات البوتاسيوم بواسطة أكسالات الصوديوم في وجود حمض الكبريت وفق المعادلة :



ب- معايرة شاردة الحديد Fe^{2+} في محلولها بواسطة شاردة برمنغنات MnO_4^- :

تؤكسد شاردة MnO_4^- شاردة الحديد Fe^{2+} في وجود حمض الكبريت وفق معادلة الأكسدة الإرجاعية التالية:



- تبين معادلة التفاعل الكيميائي أن مولا من شوارد MnO_4^- يؤكسد 5

مولات من شوارد Fe^{2+} .

- عند نقطة التكافؤ تختفي شوارد Fe^{2+} و يظهر اللون البنفسجي الفاتح

لأول قطرة إضافية MnO_4^- .

- يتم عمليا تعيين نقطة التكافؤ بسكب محلول $KMnO_4$ على محلول

كبريتات الحديد الثاني في وجود حمض الكبريت إلى أن يظهر لون

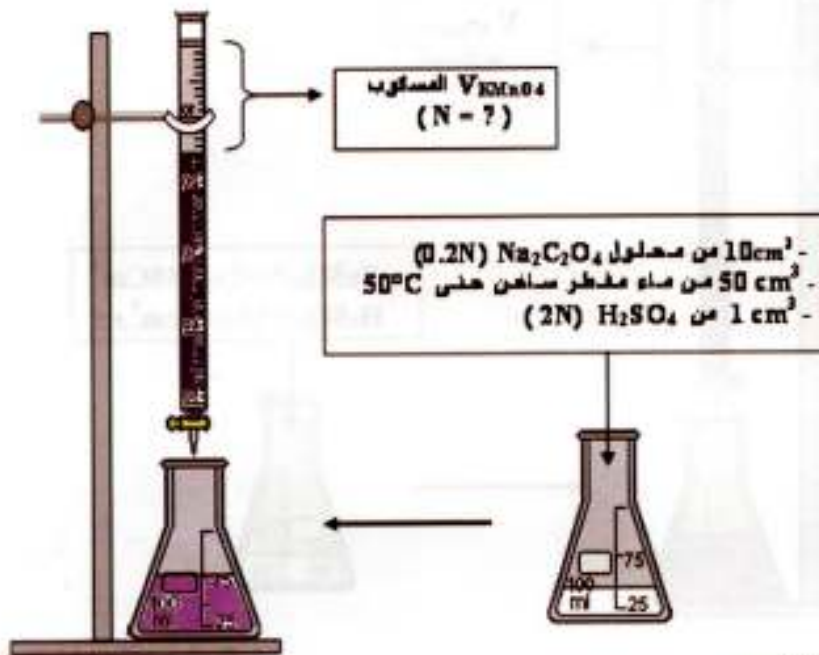
بنفسجي فاتح.

التطبيق الأول:

معايرة $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ بـ KMnO_4

التجربة :

لتعيين النظامية الصحيحة لمحلول برمنغنات البوتاسيوم KMnO_4 المحضر سابقا نقوم بمعايرته بمحلول قياسي من أكسالات الصوديوم $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (0.2N) كما هو موضح في الرسم:



جدول النتائج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط V_m (cm^3)
V_{NaOH} (cm^3)	20,3	20	20	

الأسئلة :

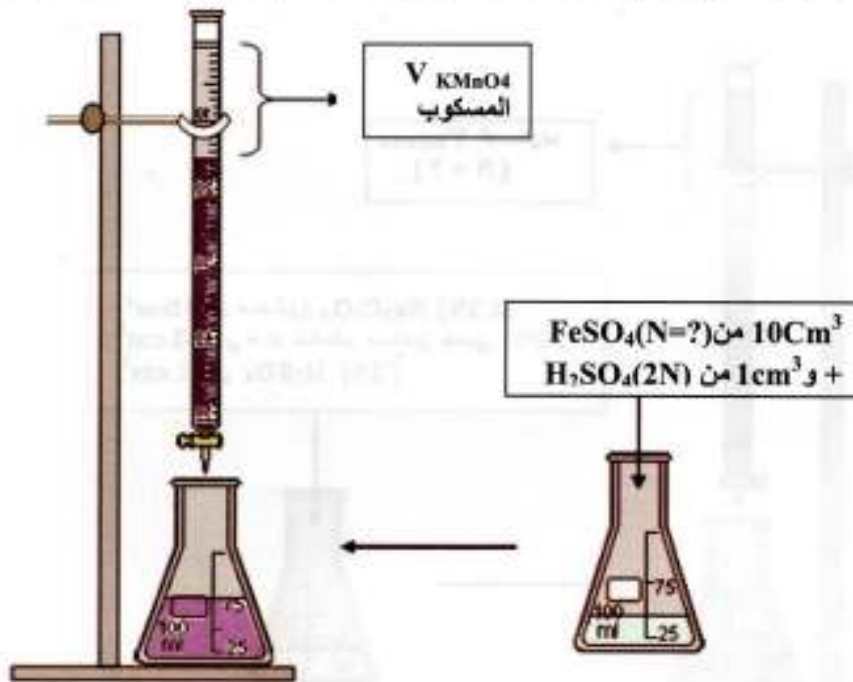
- 1- ما هو لون المحلول قبل و بعد نقطة التكافؤ ؟
- 2- اكتب تفاعلات الأكسدة و الإرجاع الحادثة ثم استنتج التفاعل الإجمالي.
- 3- احسب نظامية محلول KMnO_4 .
- 4- استنتج التركيز المولي C و التركيز الكتلي C_m لمحلول KMnO_4 .

معايرة FeSO_4 بـ KMnO_4

التطبيق الثاني:

التجربة:

تضع في ارلن من محلول كبريتات الحديد الثنائي FeSO_4 و 1cm^3 من H_2SO_4 و نعاير بمحلول قياسي من برمنغنات البوتاسيوم $(0.2\text{N}) \text{KMnO}_4$ كما هو موضح في الرسم :



جدول النتائج:

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط $V_m (\text{cm}^3)$
$V_{\text{NaOH}} (\text{cm}^3)$	12,6	12,5	12,4	

الأسئلة:

- 1- اكتب تفاعلات الأكسدة و الإرجاع الحادثة و استنتج التفاعل الإجمالي.
- 3- احسب نظامية محلول FeSO_4 .
- 4- استنتج التركيز المولي C و التركيز الكتلي C_m لمحلول FeSO_4 .

3.3 - المعايرة عن طريق تشكيل معقد

1.3.3- تعريف :

ينتج المعقد عن اتحاد كاتيون معدني " M^{n+} " يحتوي على جرات فارغة يسمى الأيون المركزي بمانح (جزيئات أو شوارد) يحمل أزواج إلكترونية حرة يسمى السنادة "L" (ligand). يكون المانح إما أيون مثل: SCN^- ، CN^- ، I^- ، Cl^- أو جزيء متعادل مثل الماء أو النشادر أو مادة عضوية ولهذا فإن المعقدات تنقسم من ناحية التكوين إلى ثلاثة أقسام :

• معقدات ناتجة من اتحاد الكاتيون بأيون:

هي أنواع كثيرة وتشمل أغلب الأيونات القادرة على تكوين معقدات ومنها الهالوجينات والكبريتيدات والثيوسيانات والهيدروكسيدات وغيرها ...

مثال : المعقد $[Fe(CN)_6]^{3-}$ تشكل من اتحاد Fe^{3+} مع 6 شوارد CN^- .

- الأيون المركزي هو الأيون Fe^{3+} و السنادة هي الشاردة CN^- .

• معقدات ناتجة من اتحاد الكاتيون بجزيء :

تتكون هذه المعقدات من اتحاد الكاتيون بجزيء متعادل مثل النشادر والماء ومن امثلتها الأيونات المتميهة مثل :

$Al(H_2O)_6^{3+}$ والمعقدات الأمينية مثل : $Ni(NH_3)_6^{2+}$ ويلاحظ أن الشحنة النهائية للمعقد تمثل شحنة الكاتيون نفسه.

• معقدات ناتجة من اتحاد الكاتيون بمادة عضوية :

تنتج من اتحاد الكاتيون بمركب عضوي مثل EDTA أو الغليوكسيمات GLYOXIMES والكينولينات وغيرها وأغلب هذه المعقدات من النوع المخلي chélates .

2.3.3 - مبدأ المعايرة بالتعقيد :

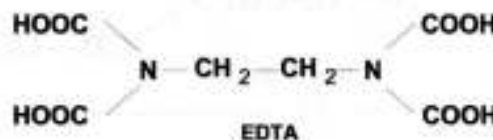
□ يتمثل في معايرة محلول من شوارد معدنية ذات تركيز مجهول بواسطة محلول قياسي من مادة لها القدرة على تكوين معقدات مستقرة في المحلول مع هذه شوارد معدنية مثل EDTA (إيتيلين ثنائي أمين رباعي أستيك) حيث يثبت pH للمحلول الذي يراد معايرته عند الرقم الملائم بواسطة إضافة محلول منظم ثم يضاف الكاشف المناسب.

□ إذا كانت المعقدات عديمة اللون يجب استعمال كاشف ملون Ind يكون على شكل سنادة ويشكل مع الشوارد المعدنية M معقدات قليلة الإستقرار " $MInd$ "

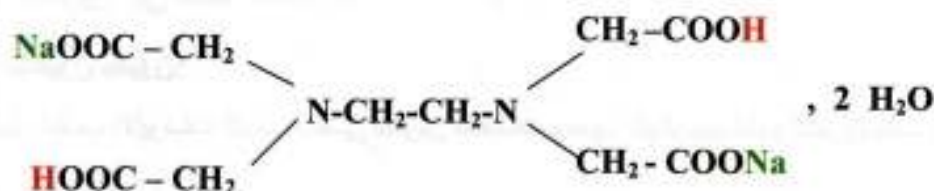
3.3.3 - المعايرة بواسطة الـ EDTA :

□ من بين المركبات الأكثر استعمالا في معايرة الأيونات المعدنية ، نجد حمض الإيتيلين ثنائي أمين رباعي أستيك

(**acide éthylène diammine tetra acétique E.D.T.A**) و الذي له الصيغة التالية :



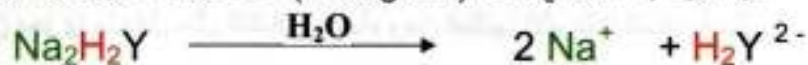
- * يوجد على عدة أشكال حسب قيمة الـ pH (H_4Y , H_3Y^- , H_2Y^{2-} , HY^{3-} , Y^{4-})
- * القدرة المعقدة إذن متعلقة بـ pH الوسط ، لهذا نستعمل محلول موقى لثبيت الـ pH عند قيمة حيث يكون فيها المعقد المتشكل أكثر إستقرارا .
- عادة نستعمل ملح الـ E.D.T.A لأنه أكثر إستقرارا وانحلاله في الماء أكثر من الحمض وهو الملح الصوديومي و الذي له الصيغة التالية :



* يرمز له باختصار بـ ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$, $2\text{H}_2\text{O}$)

* كتلته المولية : $M = 372.2 \text{ g / mole}$

* هو كثير الإنحلال في الماء (180 g / L) عند درجة حرارة 20°C



* أثناء المعايرة بملح الـ EDTA أي بـ H_2Y^{2-} تتحرر بروتونات H^+ حسب التوازن التالي :

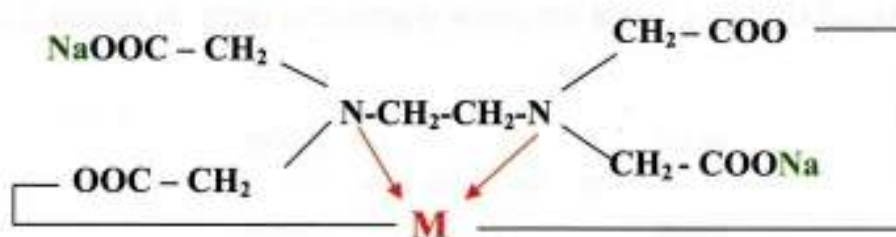


* تراكم هذه البروتونات داخل المحلول يؤدي إلى انتقال التوازن في اتجاه تفكك المعقدات MY^{2-} وهذا يجعل المعايرة مستحيلة ، لذلك يجب تثبيت هذه البروتونات باستعمال محلول منظم نشادري ذو $\text{pH} : 8 - 10$.

ملاحظة : المحلول الموقى (المنظم) هو المحلول الذي يثبت قيمة pH الوسط .

* تعود قدرة التعقيد في هذا المركب إلى وجود أزواج إلكترونية حرة على ذرات الأزوت، يمكن منحها إلى الشوارد المعدنية.

* عندما يتفاعل ملح EDTA مع الأيونات المعدنية ، فإنه يشكل معها معقدات شديدة الثبات بنوعين من الروابط ، روابط أيونية مع شوا رد الأسيتات بعد أن تتخلى عن البروتون ، و روابط نصف مستقطبة مع ذرات الأزوت .
يكون التفاعل مع المعدن M كالتالي :



* عموما تكون المعقدات الناتجة عديمة اللون لذلك نستعمل كواشف تبين نهاية المعايرة هذه الكواشف تشكل مع

الكاتيونات المعدنية معقدات لكنها أقل ثباتا من تلك التي تتشكل مع EDTA .

4.3.3- الكواشف الملونة المستعملة : من بين الكواشف المستعملة نجد :

أ- أسود الإريوكروم (NET) Noir d' Eriochrome T

- يستعمل بوجود محلول منظم أمونياكي ذو pH (8 - 10) أثناء معايرة الشوارد التالية :



- لونه و هو حر (غير مرتبط) أزرق و لونه و هو على شكل معقد أحمر بنفسجي و يرمز له باختصار بـ H_2Ind^-



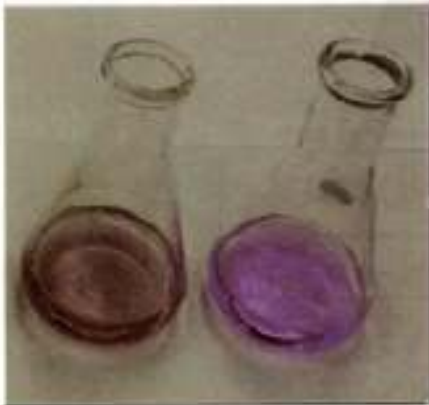
الكاشف NET
ب- الموركسيد : Murexide

- يستعمل بوجود محلول من الصود NaOH ذو pH (10 - 12) أثناء معايرة الشوارد التالية :



- لونه و هو حر بنفسجي و لونه و هو على شكل معقد أحمر وردي

- يرمز له باختصار بـ Ind^-



عند التكافؤ: عدد المكافئات الغرامية M^{2+} = عدد المكافئات الغرامية E.D.T.A

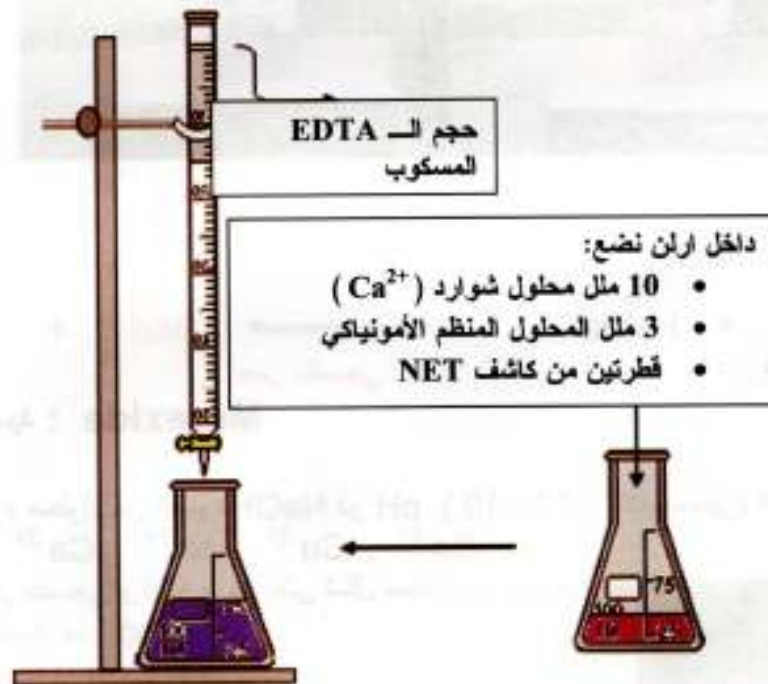
$$N_{\text{M}^{2+}} \times V_{\text{eau}} = N_{\text{EDTA}} \times V_{\text{eq EDTA}}$$

تطبيق:

معايرة الشوارد Ca^{2+} بالـ EDTA

للـ التجربة :

معايرة 10cm^3 من محلول $CaCl_2$ مجهول النظامية بمحلول قياسي من الـ EDTA (0.05N) بوجود محلول منظم أمونياكي ذو (pH=10) و كاشف ملون مناسب ، نكرر التجربة ثلاثة مرات وندون النتائج في الجدول :



للـ جدول النتائج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط $V_m (\text{cm}^3)$
$V_{NaOH} (\text{cm}^3)$	10,1	9,9	10	

للـ الأسئلة :

- 1- اكتب التفاعلات الحادثة قبل و بعد التفاعل ثم استنتج التفاعل الإجمالي .
- 2- ما هو دور المحلول المنظم الأمونياكي في هذه المعايرة ؟
- 4- احسب نظامية محلول $CaCl_2$.
- 5- استنتج التركيز المولي للمحلول بالشوارد المكونة له .

بحث حول طريقة صناعية

- تكوين أفواج صغيرة من المتعلمين
يقترح عليهم اختيار بحث من بين المواضيع الآتية:

- بحث حول محطة تحلية مياه البحر

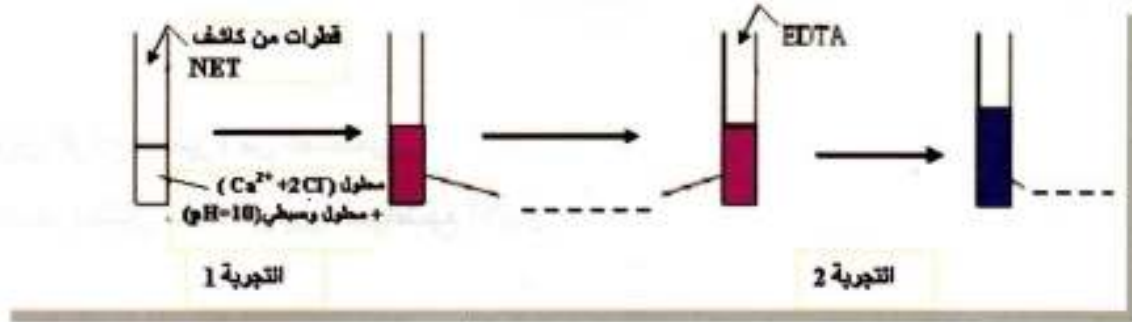
في المناطق الفقيرة بالمياه الصالحة للشرب والمحاذية للبحر تلجا إلى معالجة مياه البحر للتوفير الماء الصالح للشرب لذا نقترح انجاز بحث حول عمل محطة تحلية مياه البحر بإتباع الخطوات التالية

- تعريف تحلية المياه
- عوامل اختيار الطريقة المناسبة
- نموذج لمحطة التحلية
- المعالجة

تمارين

التمرين الأول:

* لتكن التجربتين التاليتين :



لاحظ ثم استنتج ؟

- لون المحلول في التجربة 1 وذلك بسبب
- لون المحلول في التجربة 2 وذلك بسبب
- التفاعل 1: →
- التفاعل 2: →
- التفاعل الاجمالي: →

التمرين الثاني:

المشكلة :

كيف يمكن استعمال طريقة المعايرة بالتعقيد لإيجاد تركيز محلول من خليط شوارد (Mg^{2+} و Ca^{2+}) ؟

نريد تعيين التركيز الكنتي للشوارد Mg^{2+} و Ca^{2+} داخل المحلول ، لذلك نقوم بالخطوات التالية :

التجربة 1: نعاير 10ml من الخليط (Mg^{2+} ، Ca^{2+}) بوجود المحلول المنظم الأمونياكي ($PH = 10$)

و قطرتين من كاشف NET بمحلول الـ EDTA (0,05N) .

عند التكافؤ يكون الحجم المسكوب $V_{eqEDTA}=27$ ml

التجربة 2: نعاير 10 ml من الخليط (Mg^{2+} ، Ca^{2+}) بوجود محلول NaOH ($PH = 12$) و قطرتين من

كاشف الموريكسيد بمحلول الـ EDTA (0,05N) . فيكون عند التكافؤ $V_{eqEDTA}=10$ ml

1. ماذا يحدث في التجربة 1 ؟ كيف يتغير اللون ؟ اكتب التفاعلات الحادثة .

2. لماذا استعملنا الموريكسيد في التجربة 2 ؟ كيف يتغير اللون ؟ اكتب التفاعلات الحادثة .

3. احسب تركيز Ca^{2+} في المحلول بالـ (g/L) .

4. استنتج تركيز Mg^{2+} في المحلول بالـ (g/L) .

يعطى : $Ca : 40$ g/mol , $Mg : 24$ g/mol

الفحوم الهيدروجينية

الفحوم الهيدروجينية من أهم منتجات البترول
- أذكر الفحوم الهيدروجينية التي تعرفها

1- المقدمة:

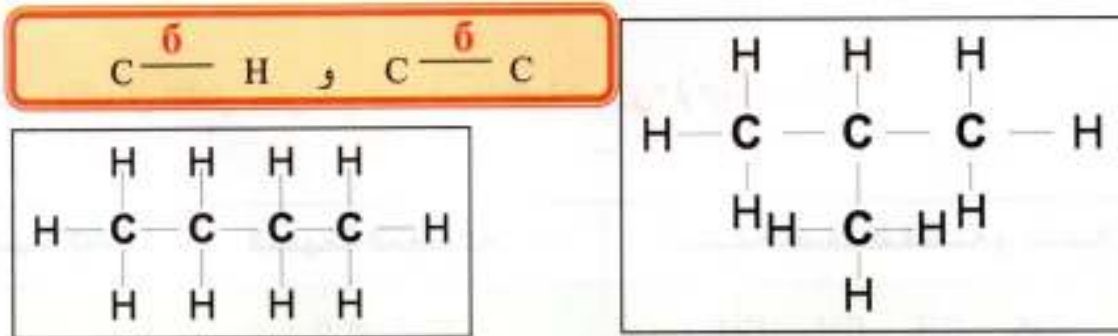
الفحوم الهيدروجينية هي مركبات عضوية تحتوي جزيئاتها فقط على الكربون و الهيدروجين، صيغتها العامة C_xH_y وتنقسم إلى قسمين رئيسيين :

- الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية المشبعة وغير المشبعة
- الفحوم الهيدروجينية الأروماتية

2 - الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية المشبعة:

1.2- تعريفها: تعرف الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية المشبعة بـ الألكانات (**Les alcanes**) و هي سلاسل كربونية

خطية أو متفرعة ، تحتوي على روابط تكافؤية بسيطة من النوع 6 :



2.2 - الصيغة الجزيئية العامة و نصف المفصلة :

من الأمثلة السابقة نستنتج الصيغة العامة على الشكل :

Alcane



الكان

حيث $n = 1, 2, 3, \dots$

3.2 - التسمية النظامية:

أ. حالة الألكانات الخطية (Linéaires) :

يتكون اسم الألكان من سابقة تدل على عدد ذرات الكربون "C" في السلسلة و من لاحقة "ان" (ane)

يوضح الجدول التالي أسماء و صيغ الألكانات العشر الأولى

CH ₄	Méthane ميثان	méth = 1 = ميث
C ₂ H ₆	éthane إيثان	éth = 2 = إيث
C ₃ H ₈	Propane بروبان	prop = 3 = بروب
C ₄ H ₁₀	Butane بوتان	but = 4 = بوت
C ₅ H ₁₂	pentane بنتان	Pent = 5 = بنت
C ₆ H ₁₄	hexane هكسان	hex = 6 = هكس
C ₇ H ₁₆	heptane هبتان	hept = 7 = هبت
C ₈ H ₁₈	octane أوكتان	oct = 8 = أوكت
C ₉ H ₂₀	nonane نونان	non = 9 = نون
C ₁₀ H ₂₂	décane ديكان	déc = 10 = ديك

ملاحظة : لتأكيد أن الألكان خطي يتبع اسمه أحيانا بكلمة "عادي" أو "normal (n)"

الصيغة نصف المفصلة و التسمية	الصيغة المفصلة	الصيغة العامة
$\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_3$ n - butane بوتان عادي	<pre> H H H H H-C-C-C-C-H H H H H </pre>	C ₄ H ₁₀
$\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_3$ n - pentane بنتان عادي	<pre> H H H H H H-C-C-C-C-C-H H H H H H </pre>	C ₅ H ₁₂

ب- حالة الكائنات متفرعة (Ramifiés) :

التسمية النظامية للألكانات المتفرعة (تحتوي على جذور) حسب قواعد الإتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) كما يلي :

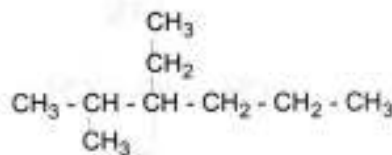
- تعتبر أطول سلسلة كربونية السلسلة الأساسية .
- ترقم السلسلة الكربونية الأساسية ابتداء من الكربون الأقرب إلى الجذر .
- يكتب اسم الألكان بتسمية الجذور أولا مسبقا برقم الكربون الحامل للجذر متبوعا بـ (-) ثم اسم السلسلة الكربونية الأساسية .
- ترتب أسماء الجذور حسب الترتيب الأبجدي للحروف اللاتينية .
- إذا كانت عدة جذور متماثلة ، يذكر اسمها مرة واحدة و يسبق بكلمة : ثنائي ، ثلاثي ، رباعي ... (di, tri, tetra ...) و بأرقام الفحوم الحاملة لها مع وضع فواصل بين هذه الأرقام .

ج- تسمية الجذور:

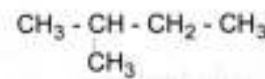
الجذور الألكيلية (C_nH_{2n+1} -) تسمى باستبدال اللاحقة "ان" (ane) للألكان الموافق و تعويضها باللاحقة "يل" (yle)

CH ₃ -	مethyl méthyle
C ₂ H ₅ -	إيثيل éthyle
C ₃ H ₇ -	بروبيل propyle
C ₄ H ₉ -	بوتيل butyle

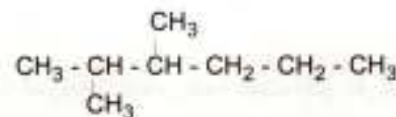
مثال: تسمية المركبات التالية:



3 - éthyl-2-méthylhexane



2 - méthylbutane



2,3 - diméthylhexane

4.2 - الخواص الفيزيائية:

* الألكانات من C₁ إلى C₄ هي غازات عند درجات الحرارة العادية وتكون، سائلة من C₅ إلى C₁₆ وصلبة ابتداء من C₁₇.

* تتميز الألكانات الخطية بدرجات غليان منخفضة إذ تبدأ درجة غليان الألكانات الغازية من T_{EB} = -164°C

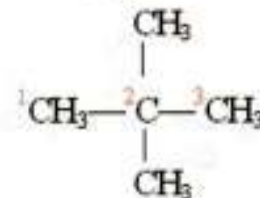
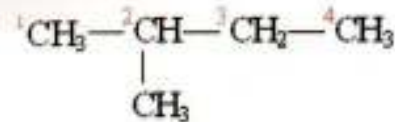
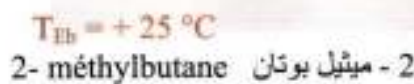
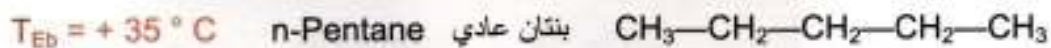
بالنسبة للميثان إلى T_{EB} = -0.5°C بالنسبة للبيوتان، وتبدأ درجة غليان الألكانات السائلة من T_{EB} = 35 °C

بالنسبة للبيتان، أما درجة انصهار الألكانات الصلبة تبدأ من T_F = 22 °C بالنسبة لـ C₁₇H₃₆ إلى T_F = 99 °C بالنسبة لـ C₆₀H₁₂₂.

عدد ذرات الكربون n	1	2	3	4	5	6
الصيغة العامة	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄
M (g/mol)	16	30	44	58	72	86
T _{EB} (°C)	-164	-89	-43	-0.5	+35	+69

عدد ذرات الكربون n	17	60
الصيغة العامة	C ₁₇ H ₃₆	C ₆₀ H ₁₂₂
M (g/mole)	240	842
T _F (°C)	+22	+99

درجاتي الغليان و الانصهار تزداد بزيادة الكتلة المولية بالنسبة للألكانات الخطية.



درجة غليان الألكانات التي لها نفس الكتلة المولية تنخفض كلما كانت أكثر تفرعا

➤ تطفو الألكانات السائلة على سطح الماء لأنها أقل كثافة منه.

➤ الألكانات عديمة الانحلال في الماء لكنها تنحل في الكثير من السوائل العضوية .

5.2- الخواص الكيميائية:

1.5.2- التفاعل مع الأكسجين:

الفحوم الهيدروجينية المشبعة قليلة الفعالية و يعود استقرارها الكبير للروابط التي تجمع بين مختلف الذرات في الجزيء والمتمثلة في الرابطة σ التي تتميز بالقوة و صعوبة الانكسار، لكنها تحترق بشدة مع الأكسجين وينتشر عن التفاعل حرارة كبيرة مما يجعلها وقود جيد.

الاحتراق التام:



الاحتراق غير التام:



تطبيق: يتطلب الاحتراق التام لـ 10 L من غاز الميثان كمية من أكسجين الهواء.

* أكتب معادلة تفاعل الاحتراق الحادث.

* أحسب حجم الهواء اللازم لهذا الاحتراق (الغازات مقاسة في الشروط النظامية).

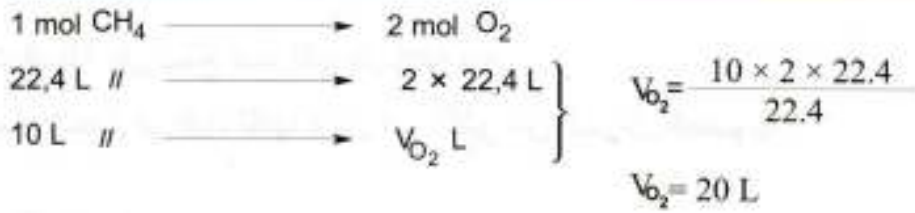
علما أن حجم الأوكسجين يمثل 1/5 حجم الهواء.

الحل :

- معادلة تفاعل الاحتراق:



- حساب حجم الهواء اللازم لهذا الاحتراق: في الشروط النظامية $V_m = 22.4 L$



حساب حجم الهواء $V_{\text{air}} = 5V_{\text{O}_2}$

$V_{\text{air}} = 5 \times 20$

$V_{\text{air}} = 100 \text{ L}$

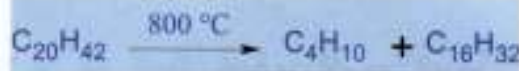
2.5.2. تأثير الحرارة:

تقاوم هذه المركبات الحرارة مقارنة مع المركبات العضوية الأخرى ، وتعطي عدة تحولات ابتداء من 700°C .

* كسر الرابطة (C-H)



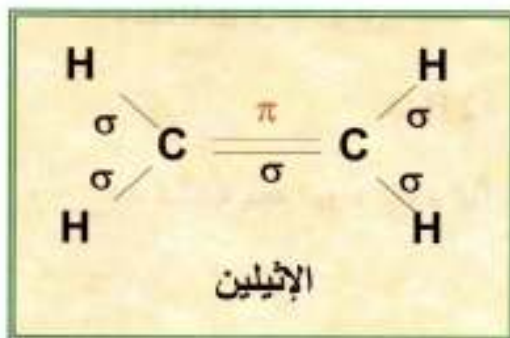
* كسر الرابطة (C-C)



3- الفحم الهيدروجينية الأليفاتية غير المشبعة:

تعريف: الفحم الهيدروجينية غير المشبعة هي مركبات ذات سلاسل كربونية مفتوحة، خطية أو متفرعة، تحتوي

على رابطة مضاعفة في حالة الألسنات و رابطة ثلاثية في حالة الألسينات.



1-3 الألسنات les alcènes :

تحتوي سلسلتها الكربونية على رابطة مضاعفة (C=C)

1.1.3- الصيغة الجزيئية العامة:

Alcène $\boxed{\text{C}_n\text{H}_{2n}}$ ألسن

حيث $n = 2, 3, 4, \dots$

2.1.3- الصيغة نصف المفصلة:

تكون على الشكل : $R_1-CH=CH-R_2$

حيث R_1 و R_2 جذور الكيلية.

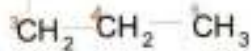
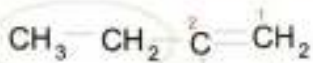
3.1.3- التسمية:

يسمى الألسن بنفس خطوات تسمية الألكانات لكن باستبدال اللاحقة "ان" (ane) للألكان الموافق باللاحقة "ان" (ène) مسبوقة بـ (-) و رقم أول كربون حامل للرابطة المضاعفة من السلسلة الأساسية.

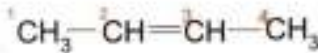
أمثلة :

الصيغة لنصف المفصلة	الصيغة المفصلة	الاسم و الصيغة المجرى
$H_2C=CH_2$	<pre> H H \ / C=C / \ H H </pre>	الايثن (الايثيلين) C_2H_4 Ethène
$H_2C=CH-CH_3$	<pre> H H H \ / C=C - C - H / \ H H H </pre>	البروين C_3H_6 Propène

تطبيق:



2 - ايثيل بنت - 1 - ن
2-éthylpent - 1 - ène



بوت - 2 - ن
but - 2 - ène

4.1.3- الخواص الفيزيائية:

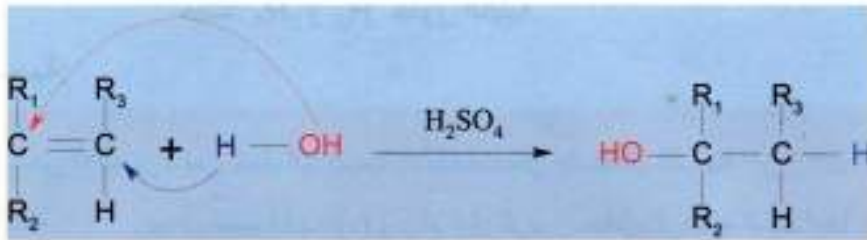
- الألسانات من C_1 إلى C_4 غازية عند درجة الحرارة العادية وسائلة من C_5 حتى C_{18} و صلبة ابتداء من C_{19} .
- الألسانات درجة غليانها أقل من الألكانات الموافقة لها أما كثافتها فهي أكبر.

5.1.3 - الخواص الكيميائية:

إن وجود الرابطة π تسمح بعدة تفاعلات أهمها تفاعلات الضم

أ- الإماهة : ضم H_2O

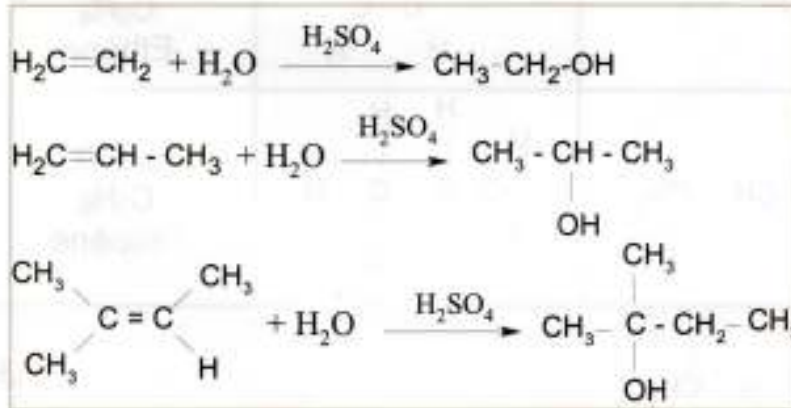
يتم ضم الماء بوجود H_2SO_4 المركز كوسيط وفق قاعدة ماركوف نيكوف Markovnikov وينتج كحول :



قاعدة ماركوف نيكوف

يثبت الهيدروجين على الكربون الأكثر هيدروجينا

أمثلة :

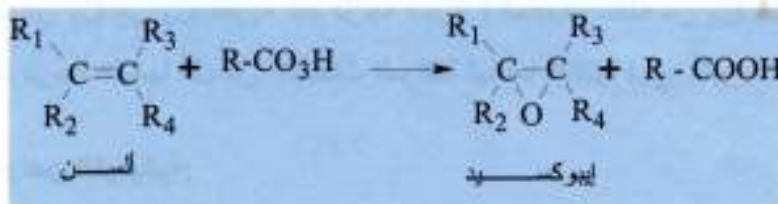


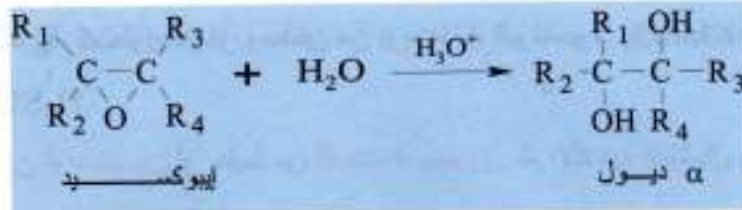
ب- أكسدة الألماتات:

Oxydation ménagée (الخفيفة) للأكسدة المقتصدة

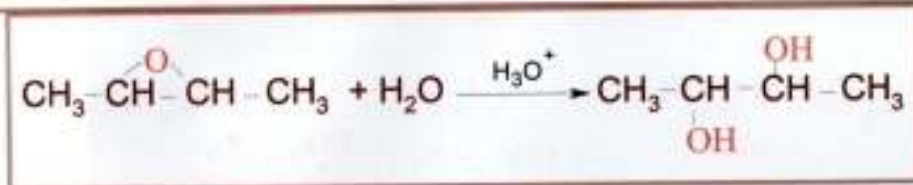
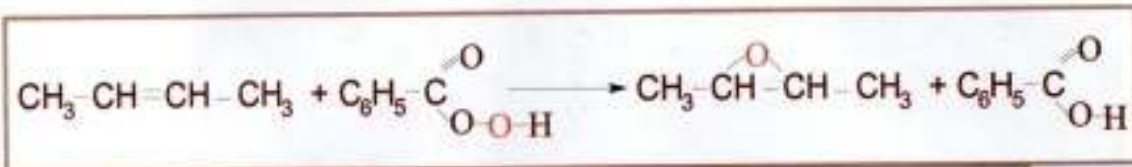
تأثير البيروكسيد ($R-CO-O-OH$): يؤدي إلى تشكل الإيبوكسيد و عند معالجته بالماء في وسط حمضي

يشكل مركب α -ثنائي هيدروكسيل يدعى α -ديول (α -diol)

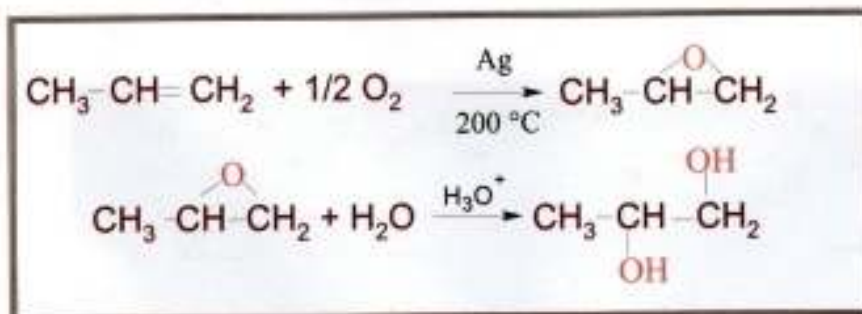




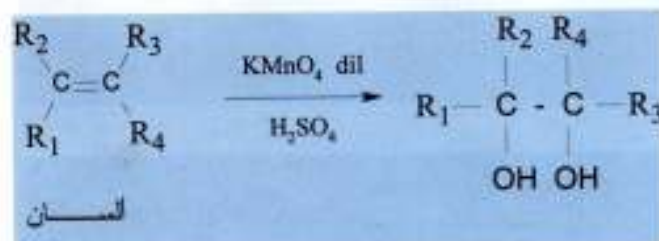
مثال: باستعمال فوق حمض البنزويك



كما يمكن إستخدام الأوكسجين بوجود الفضة Ag عند الدرجة 200°C



بينما تأثير محلول $KMnO_4$ الممدد و على البارد في وسط حمضي يؤدي مباشرة إلى تشكل مركب α -ديول

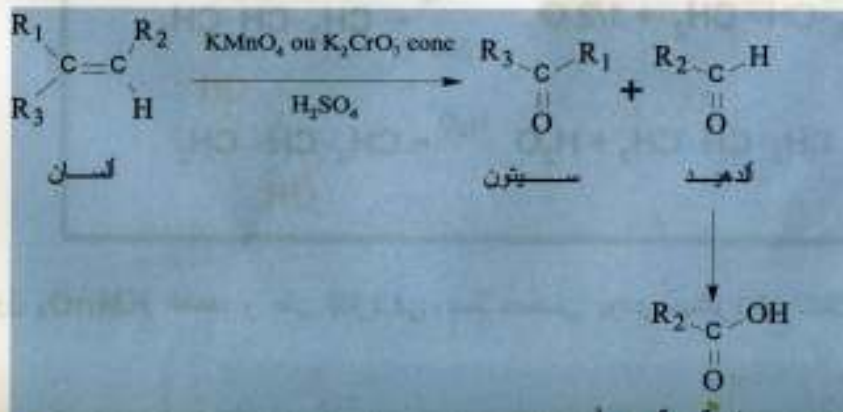
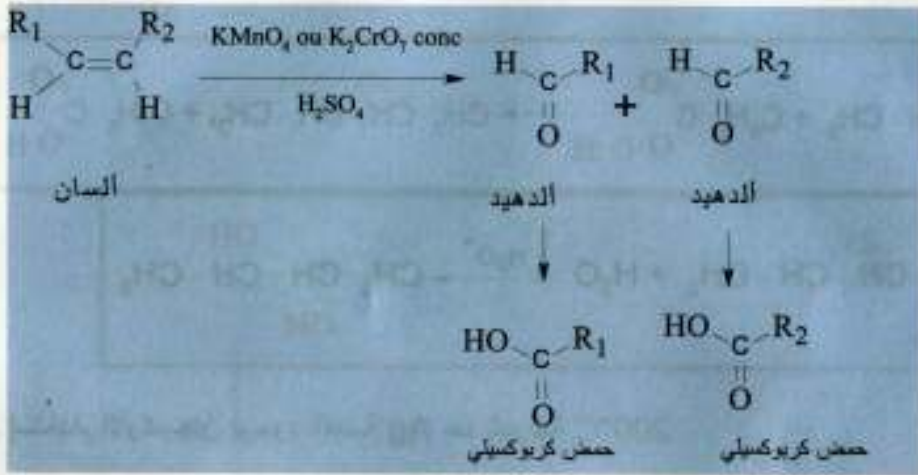


للأكسدة العنيفة : Oxydation brutale

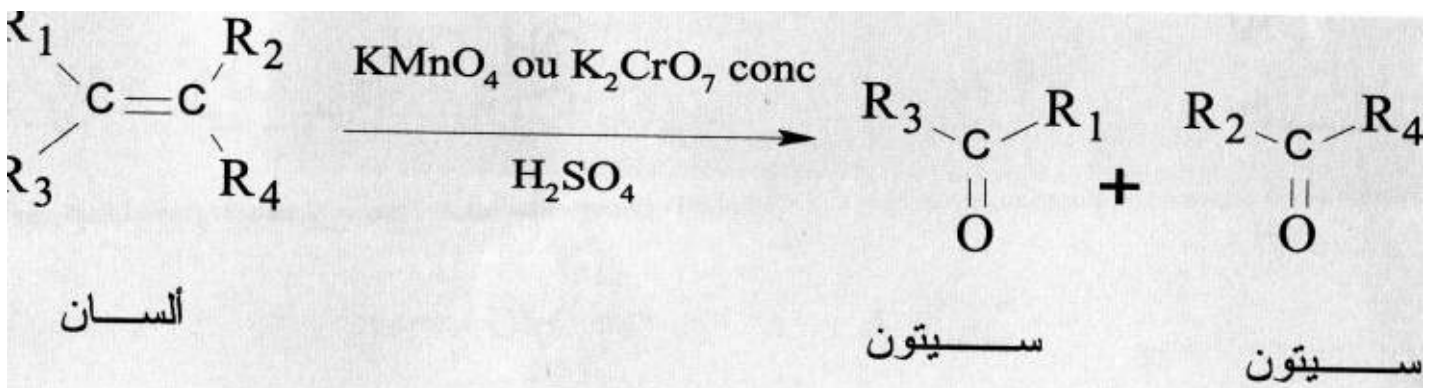
باستعمال مؤكسدات قوية كمحلول مركز وساخن من برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ أو ثنائي كرومات البوتاسيوم

$K_2Cr_2O_7$ بوجود H_2SO_4 .

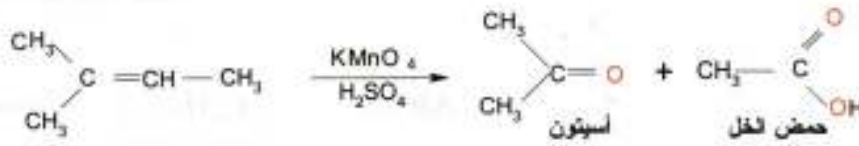
ينتج في البداية الدهيدين أو سيتونين أو خليط من الدهيد + سيتون . ثم الأدهيد المتشكل يتأكسد ثانية ليتحول في النهاية إلى حمض كربوكسيلي .



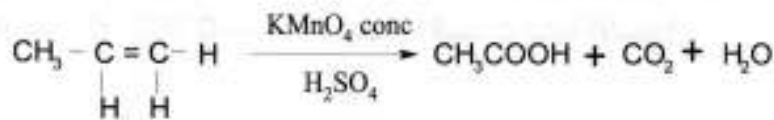
حمض كربوكسيلي



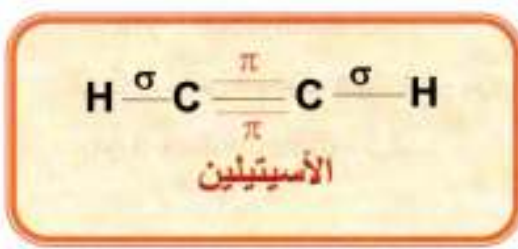
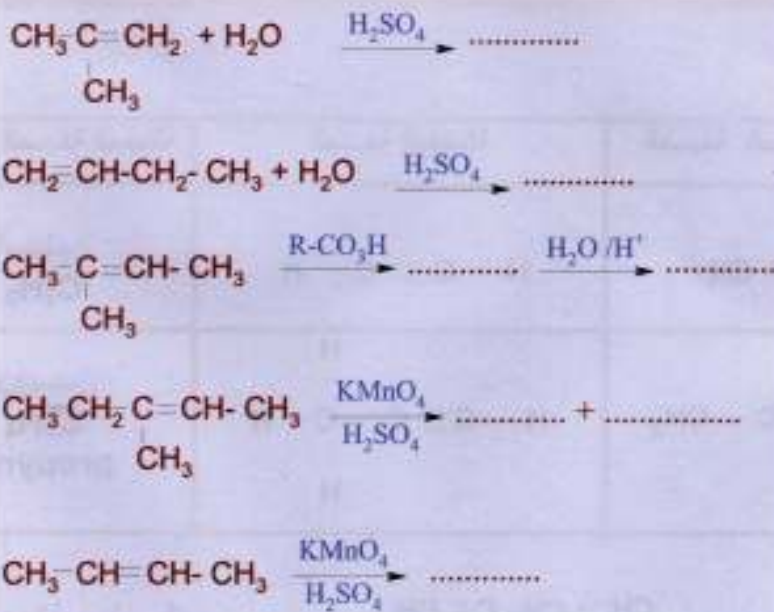
مثال :



- **ملاحظة:** اذا كان الحمض الناتج هو حمض الفورميك HCOOH فان هذا الأخير يتفكك بوجود المزيج $(\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4)$ معطيا CO_2 و H_2O



تطبيق : اكمل التفاعلات التالية



2.3- الأسيينات les alcynes :
تحتوي سلسلتها الكربونية على رابطة ثلاثية ($\text{C}\equiv\text{C}$)
رابطة واحدة من نوع σ ورابطتين من النوع π .

1.2.3- الصيغة الجزيئية العامة:

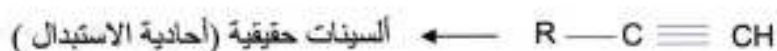
Acyne



المسـين

2.2.3 - الصيغة النصف مفصلة:

تكون على الشكلين:

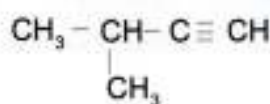


3.2.3- التسمية:

يسمى الألسين بنفس خطوات تسمية الألكان لكن باستبدال اللاحقة "ان" (ane) للألكان الموافق باللاحقة "ين" (yne) مسبوقه بـ (-) و رقم أول كربون حامل للرابطة الثلاثية من السلسلة الأساسية.

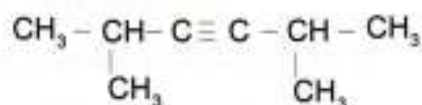
أمثلة :

الصيغة النصف مفصلة	الصيغة المفصلة	الاسم و الصيغة المجملة
$CH \equiv CH$	$H-C \equiv C-H$	أستيلين C_2H_2
$H-C \equiv C-CH_3$	$H-C \equiv C-\begin{matrix} H \\ \\ C-H \\ \\ H \end{matrix}$	بروبين C_3H_4 propyne



3- ميتل بوت - 1- ين

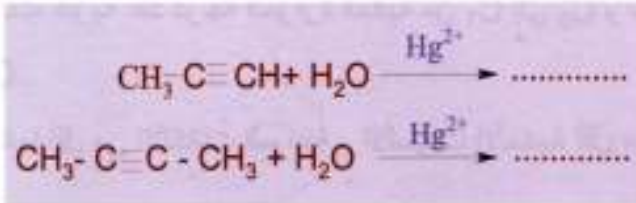
3-methylbut-1-yne



5, 2- ثنائي ميتيل هبت - 3- ين

2,5-dimethylhex-3-yne



تطبيق : أكمل التفاعلين التاليين:

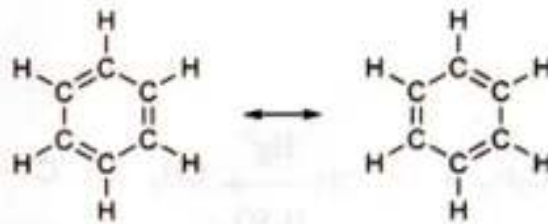
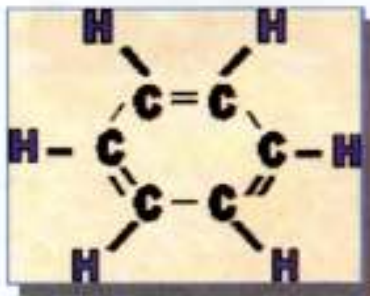



4 - الفحم الهيدروجينية الأليفاتية الأروماتية:

1-4 - تعريف:

الفحوم الهيدروجينية الأروماتية (الأرنات) **Arènes** هي المركبات التي تحتوي على نواة بنزينية واحدة على الأقل ، ولها رائحة مميزة.

أبسط نموذج هو البنزن : C_6H_6 
الصيغة المفصلة 



بينت الدراسات أن طول الروابط $\text{C}=\text{C}$ و $\text{C}-\text{C}$ متساوية .
نموذج متباعد : 

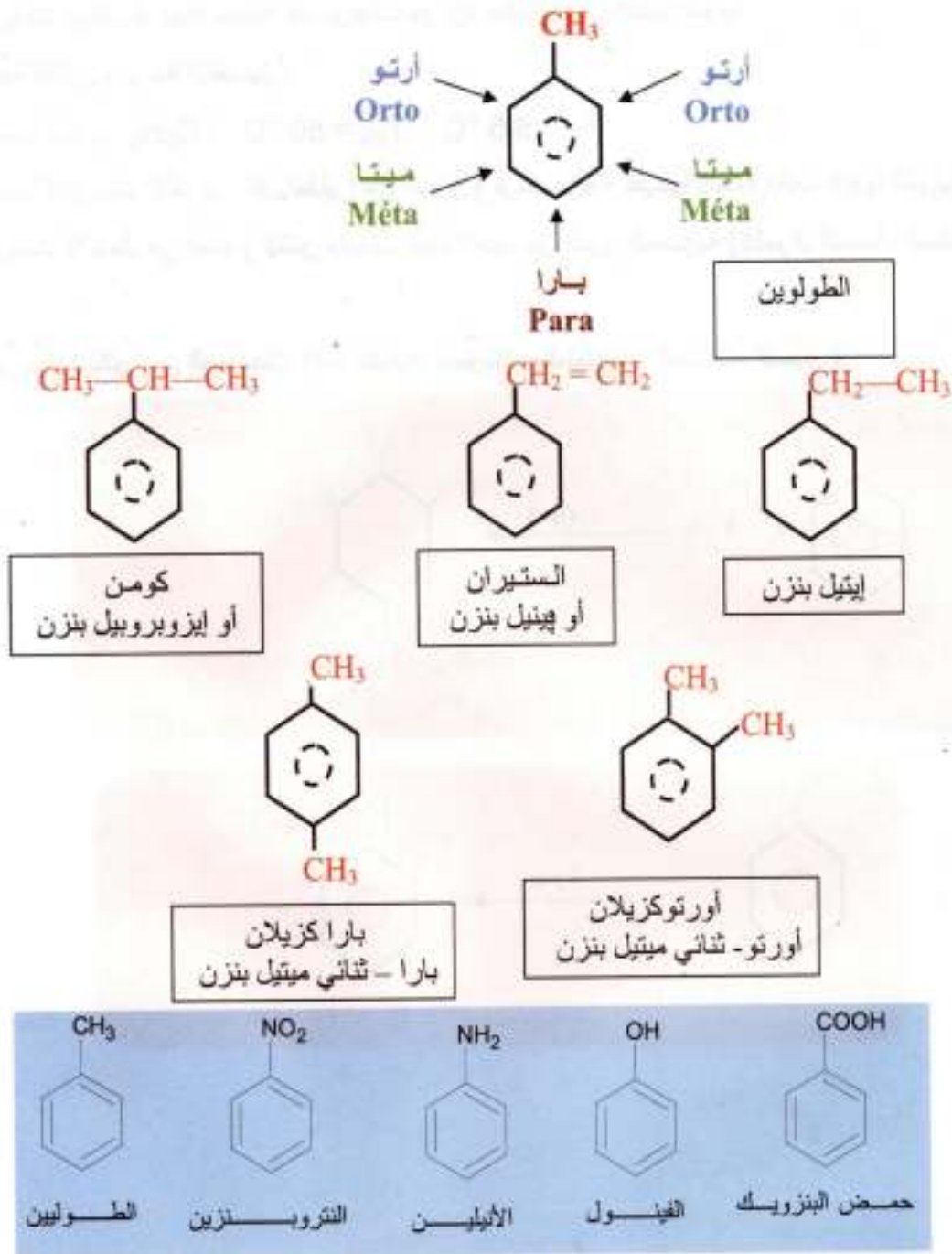
تمثيل كيكولي **kekulé** : 

تمثل الحلقة البنزينية بدائرة داخل الشكل السداسي لحلقة البنزن.

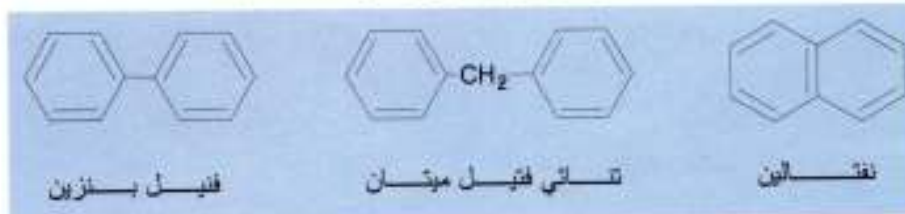


2.4 - تسميتها:

- الفحم الهيدروجينية الأروماتية ذات نواة بنزينية واحدة



- الفحم الهيدروجينية الأروماتية ذات أكثر من نواة بنزينية واحدة مثل:



3-4- الخواص الفيزيائية:

* الأرينات سوائل أو مواد صلبة عند درجات حرارة عادية حسب كتلتها المولية

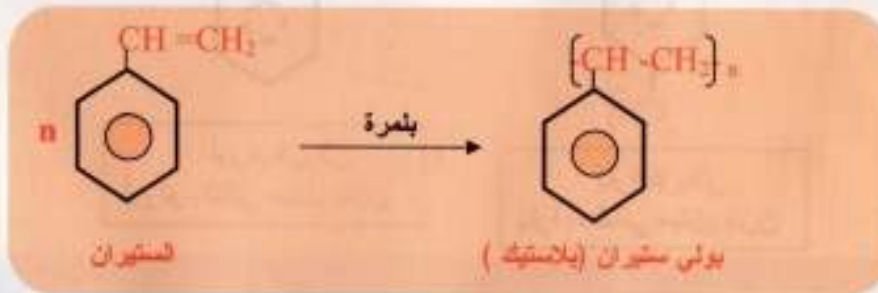
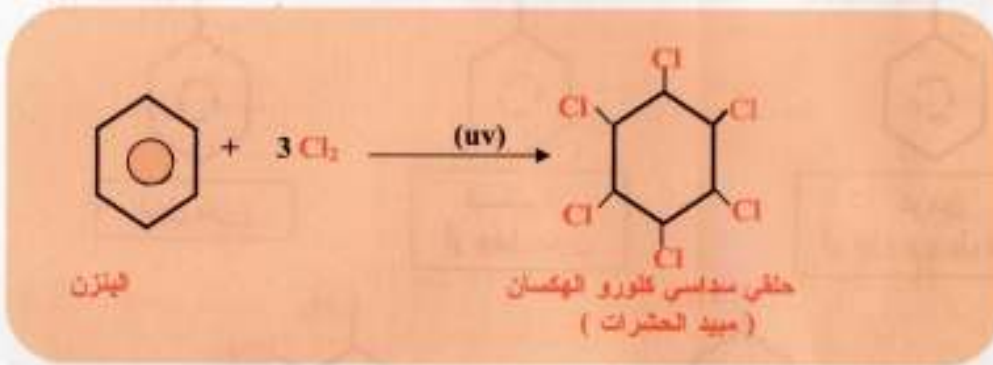
* درجة الغليان ودرجة الانصهار:

$$T_F = 5.5 \text{ }^\circ\text{C} , T_{Eb} = 80 \text{ }^\circ\text{C} : C_6H_6$$

بالنسبة للبنزن C_6H_6 : (تزداد درجة غليانها كلما ازدادت كتلتها المولية).

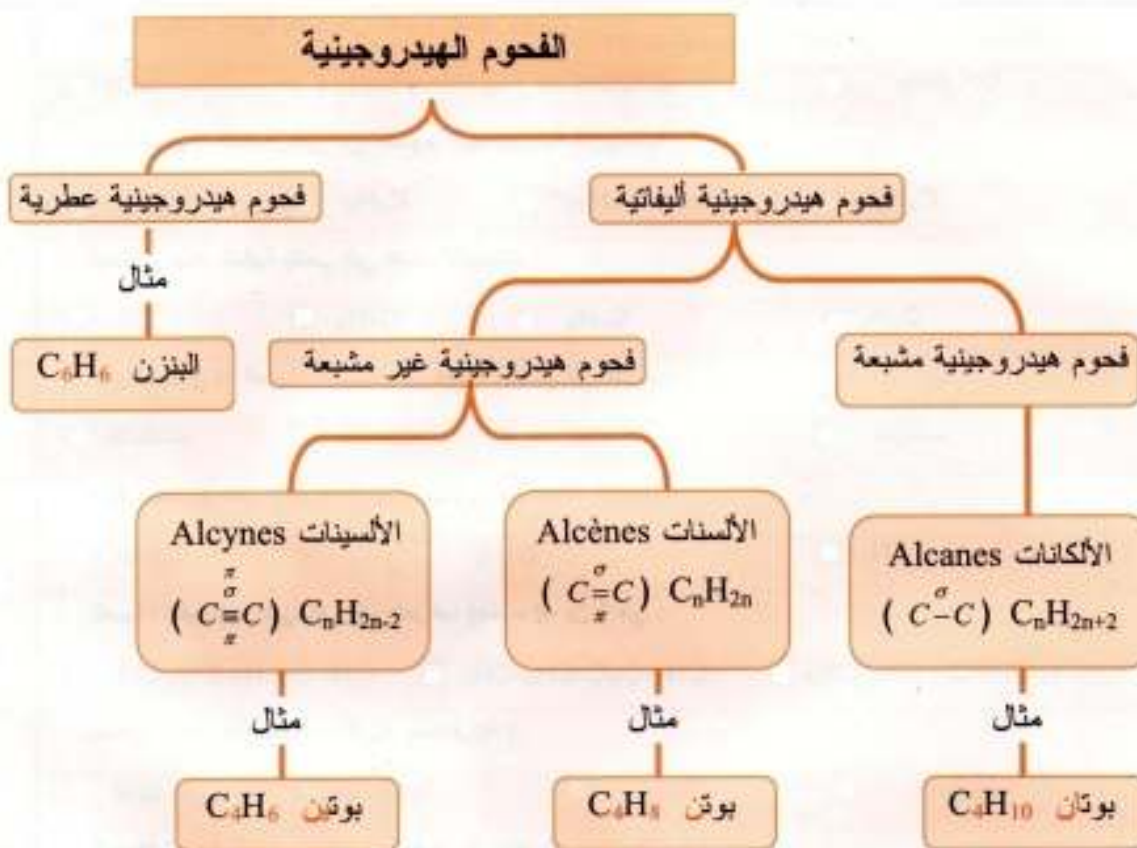
* الأرينات لا تتحلل في الماء و تعتبر مذيبات جيدة للعديد من المواد العضوية (كالمواد السامة، المطاط، ...)

* تعتبر أساس لكثير من الصناعات (البلاستيكية، الملونات، المنظفات، المبيدات، النسيج):



الخلاصة:

الفحوم الهيدروجينية هي مركبات عضوية تتألف جزيئاتها من عنصري C و H و تقسم إلى :



تمارين

تقويم ذاتي :

ضع علامة (x) في المربع المقابل للإجابة الصحيحة

أحد المركبات التالية يعتبر من الفحم الهيدروجيني :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
CH_3NH_2	CH_3COOH	C_3H_8	CO_2		
أحد المركبات التالية يعتبر من الفحم الهيدروجيني الأروماتية :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
C_3H_6	C_6H_{10}	C_6H_6	C_6H_{12}		
أحد المركبات التالية ينتمي إلى عائلة الأسماتات :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
C_3H_4	C_6H_6	C_2H_4	CH_4		
المركب الذي له الصيغة الكيميائية C_6H_{12} ينتمي إلى عائلة :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
الألكانات	الأسينات	الأسينات	الأسينات	الأسينات	
مركب يحتوي على 3 ذرات كربون وينتمي إلى عائلة الأسينات:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
C_3H_4	C_3H_8	C_3H_6			
الصيغة الكيميائية التي تدل على المركب (بنز - 2 - ين) هي :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
$CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3$	$CH_3-C=C-CH_2-CH_3$	$CH=C-CH_2-CH_2-CH_3$			
تسمى المجموعة التالية C_3H_7 بمجموعة :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7
إيثيل	إيزوبروبيل	بروبان	بروبيل		
الصيغة العامة التالية C_nH_{2n-2} تنطبق على أحد المركبات التالية :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8
البروبان	البروبين	البيوتن	البروبين		
المركب الذي له أعلى درجة غليان من بين المركبات التالية :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9
البيوتان	الميثان	الهكسان	البروبان		
يرجع نشاط الأسينات إلى وجود :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10
رابطة تكافئية أحادية	رابطة تكافئية ثنائية	رابطة تكافئية ثلاثية			
إذا كان عدد ذرات H في جزيء أحد الألكانات يساوي (10) فإن عدد ذرات C فيه يساوي :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11
3	4	5	6		
عدد الروابط التكافئية الأحادية في المركب ذو الصيغة الكيميائية C_2H_6 هي :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12
7	6	8	10		

التمرين الأول :

1- أكمل الجدول بإعطاء اسم كل فحم هيدروجيني

	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$

2 - أكمل الجدول بإعطاء الصيغة النصف مفصلة للألكانات .

	3- إيثيل بنتان
	4، 2، 2- ثلاثي مثيل بنتان
	4، 3 - ثنائي إيثيل هكسان
	3-إيثيل-2،2 ثنائي مثيل بنتان
	3-إيثيل-2، 4- ثنائي مثيل هكسان

التمرين الثاني :

1- أكمل الجدول بكتابة الصيغ النصف مفصلة الموافقة

	2، 3-ثنائي مثيل بنت-2-ن
	4-إيثيل هكس-2-ن
	2، 6، 6 - ثلاثي مثيل هبت-3-ن

2 - أكمل الجدول بإعطاء اسم كل ألسن.

	$\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
	$(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$

التمرين الثاني :

1- أكمل الجدول بكتابة الصيغ النصف مفصلة الموافقة

	2، 3-ثنائي مثيل بنت-2-ن
	4-إيثيل هكس-2-ن
	2، 6، 6 - ثلاثي مثيل هبت-3-ن
	2، 3-ثنائي مثيل بوت-2-ن

2 - أكمل الجدول بإعطاء اسم كل ألسن.

	$\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
	$(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
	$(\text{CH}_3)_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

التمرين الثالث :

إن التحليل الكمي لفحم هيدروجيني يبين أنه يحتوي على 2,5 غ من الهيدروجين من أجل 12 غ من الكربون .

- ما هي الصيغ الموافقة لهذا التركيب الكيميائي ؟

- ما هي الصيغة الجزيئية لهذا الغاز علماً أن كثافته قريبة من 2 ؟

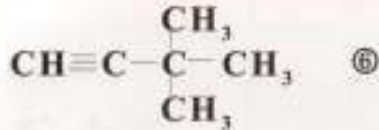
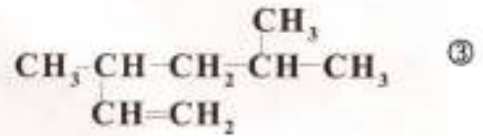
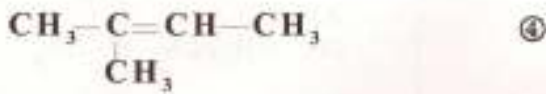
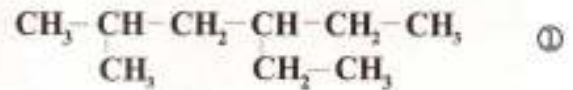
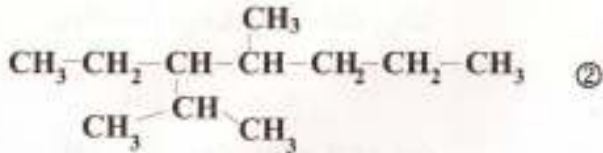
التمرين الرابع:

بين التحليل الكمي لفحم هيدروجيني أن $m_C = 3m_H$.

هل هذا المركب ألكان أم ألسن أم ألسين ؟ ما اسمه ؟

التمرين الخامس :

اعط الأسماء النظامية للفحوم الهيدروجينية التالية :



التمرين السادس : اعط الصيغ نصف المفصلة للهيدروكربونات الآتية و صحح اسمائها عند الضرورة :

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| (6,6 – Diméthyl-octane) | (1) 6,6- ثنائي مثيل أكتان |
| (2-Ethylpropane) | (2) 2 – إيثيل بروبان |
| (2,3,4 – Triméthylpent-2-ène) | (3) 2، 3، 4 – ثلاثي مثيل بنت-2- ن |
| (3 – Propylbut – 2- ène) | (4) 3 – بروبيل بوت-2- ن |
| (3 – Isopropylprop-1-yne) | (5) 3 – إيزوبروبيل برو-1- ين |
| (2,2,5 – Triméthylhept -3 - yne) | (6) 2، 2، 5 – ثلاثي مثيل هبت-3- ين |

التمرين السابع : كثافة بخار ألكان بالنسبة للهواء $d = 2.48$

- 1- أحسب الكتلة المولية الجزيئية (M) لهذا الألكان .
- 2- أوجد الصيغة الجزيئية العامة (أو المجملّة)
- 3- اعط كل الصيغ الجزيئية نصف المفصلة الممكنة و أسمائها النظامية .

التمرین الثامن :

الاحتراق التام لكتلة $m = 2 \text{ g}$ من فحم هيدروجيني بكمية كافية من الأوكسجين ، أعطى :
 $m_1 = 6.28 \text{ g}$ من CO_2 و $m_2 = 2.57 \text{ g}$ من H_2O . علما أن كثافة بخار هذا الفحم الهيدروجيني بالنسبة للهواء $d = 1.93$:

- 1- أكتب معادلة تفاعل الاحتراق الحادث .
- 2- احسب الكتلة المولية الجزيئية (M) .
- 3- أوجد الصيغة الجزيئية العامة . ما نوع هذا الفحم الهيدروجيني ؟
- 4- مثل الصيغة نصف المفصلة الممكنة له و أعط أسمائها النظامية .

التمرین التاسع :

الاحتراق التام لـ 5.6 litres من السين أعطى 16.8 litres من CO_2 (الحجم مقاسة في الشروط النظامية من الضغط و درجة الحرارة) .

- 1- أكتب معادلة تفاعل الاحتراق الحادث .
- 2- أوجد الصيغة الجزيئية العامة لهذا الألسين .
- 3- احسب الكتلة المولية الجزيئية (M) .
- 4- اقترح كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة .
- 5- احسب حجم الأوكسجين اللازم لهذا الاحتراق .

التمرین العاشر :

التركيب المنوي الكتلي لعنصري الفحم و الهيدروجين في فحم هيدروجيني أروماتي (عطري) هو: $\text{C} : 90.57\%$ و $\text{H} : 9.43\%$. علما أن الكثافة البخارية لهذا الفحم الهيدروجيني بالنسبة للهواء : $d = 3.65$.

- 1- احسب الكتلة المولية الجزيئية (M) .
- 2- أوجد الصيغة الجزيئية العامة لهذا المركب العضوي .
- 3- أعط كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة و أسمائها النظامية .

الوظائف الأوكسجينية

1- الكحولات

1.1- تعريف:

- تتميز الكحولات بوجود مجموعة الهيدروكسيل OH مرتبطة بذرة الكربون الرباعية.
- تسمى مجموعة الهيدروكسيل في الكحولات بالمجموعة الوظيفية للكحولات, كما تسمى ذرة الكربون المتصلة بها بالكربون الوظيفي.

2.1- الصيغة الجزيئية العامة:

- تعتبر الكحولات مركبات مشتقة من الألكانات استبدلت فيها ذرة الهيدروجين بمجموعة الهيدروكسيل OH
- مثال: الكحول الإيثيلي أو الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ يمكن اعتباره جزيء إيثان استبدلت فيه ذرة هيدروجين بمجموعة الهيدروكسيل.

- إن الصيغة العامة للألكانات $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ وباستبدال ذرة الهيدروجين بمجموعة الهيدروكسيل فإن الصيغة



العامة للكحولات المشبعة تكون من الشكل

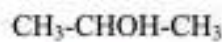
3.1- التسمية النظامية:

تسمى الكحولات باسم الألكان المشتقة منه باستبدال اللاحقة ane للالكان الموافق باللاحقة ol مسبوقة بـ $(-)$ ورقم الكربون الوظيفي المتصل بالمجموعة الوظيفية من السلسلة الأساسية.

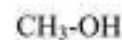
أمثلة:



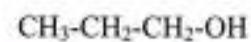
إيثانول



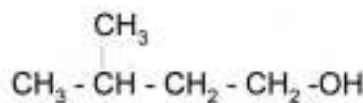
بروبان-2-ول



ميثانول



بروبانول أو بروبان-1-ول

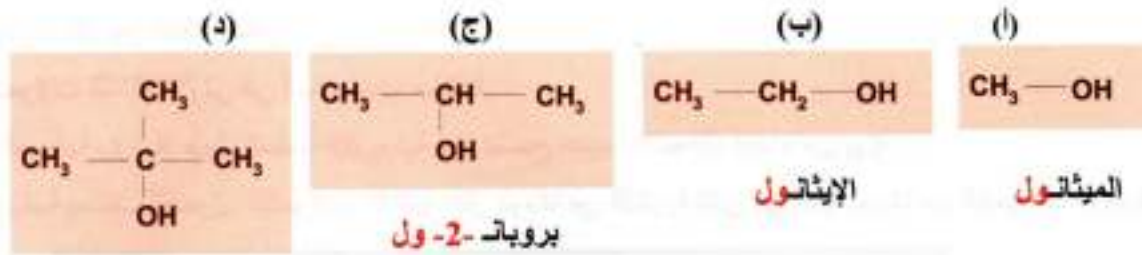


مثيل-3-بوتان-1-ول

الوحدة 2 : الوظائف الأوكسجينية

4.1- أصناف الكحولات:

لدينا الكحولات التالية:



2 - مثل بروبات-2-ول

من خلال هذه الأمثلة نرى أن عدد مجموعات الجذور الألكيلية المتصلة بالكربون الوظيفي تتغير من 0 إلى 3

- بالنسبة للمثال (أ) تساوي 0

- بالنسبة للمثال (ب) تساوي 1

- بالنسبة للمثال (ج) تساوي 2

- بالنسبة للمثال (د) تساوي 3

نعرف صنف الكحول بدلالة عدد مجموعات الألكيل أو عدد السلاسل الكربونية المتصلة بالكربون الوظيفي

نستنتج من خلال الأمثلة السابقة أن هناك 3 أصناف للكحولات.

تكتب الصيغ العامة للأصناف الثلاثة للكحولات كما يلي:

الصيغة نصف المفصلة	التعريف	صنف الكحول
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	هو الكحول الذي يرتبط فيه الكربون الوظيفي بذرة كربون واحدة (جذر واحد)، إلا في حالة استثنائية وهي حالة الميثانول $\text{CH}_3 - \text{OH}$	كحول أولي
$\begin{array}{c} \text{R}_2 \\ \\ \text{R}_1 - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	هو الكحول الذي يرتبط فيه الكربون الوظيفي بذرتي كربون (جذرين)	كحول ثانوي
$\begin{array}{c} \text{R}_2 \\ \\ \text{R}_1 - \text{C} - \text{R}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	هو الكحول الذي يرتبط فيه الكربون الوظيفي بثلاث ذرات كربون (ثلاث جذور)	كحول ثالثي

5.1 - الخواص الفيزيائية

- الكحولات من C_1 إلى C_{11} سائلة وعديمة اللون ، بينما تكون صلبة وبيضاء اللون ابتداء من C_{12} .
- كثافة الكحولات أقل من كثافة الماء .
- - تتحل الكحولات الثلاثة الأولى في الماء بنسب مختلفة .
- تتناقص الذوبانية بازدياد طول السلسلة الكربونية ، إذ تصبح عديمة الانحلال ابتداء من C_{10} .
- تتعلق الذوبانية بصنف الكحول: الكحولات الثالثية أكثر ذوبانا من الثانوية التي هي أكثر ذوبانا من الكحولات الأولية .

الكحول	الذوبانية في الماء
ميثانول	بنسب مختلفة
إيثانول	
بروبان-1-ول و بروبان-2-ول	
ميثيل-2 بروبان-2-ول	
بوتان-1-ول	82 غ/ل
بنتان-1-ول	22 غ/ل
هكسان-1-ول	6 غ/ل

يفسر انحلال الكحولات في الماء لكونها مستقطبة وتشكل روابط هيدروجينية بينها و بين جزيئات الماء .

د - الغليان والانصهار:

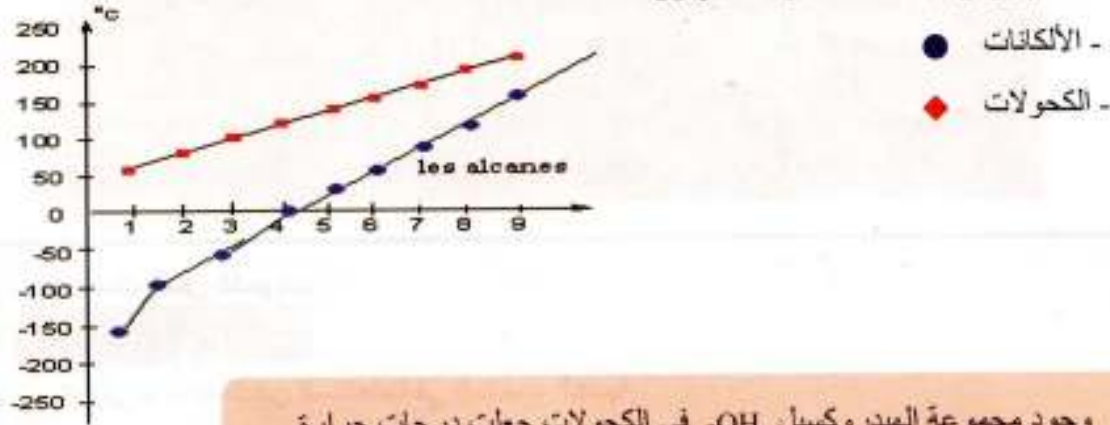
لح مقارنة بين درجة غليان و انصهار الكحولات و الألكانات الموافقة

- 👉 درجة غليان و انصهار الكحولات أكبر من درجة غليان الألكانات الموافقة لها، كما هو موضح الجدول (1) والبيان رقم (1).

الجدول (1):

المركب	درجة إنصهار (°C)	درجة غليان (°C)
الميثان	-183	-162
ميثانول	-97	64.7
إيثان	-172	89
إيثانول	-114	78.3

البيان (1): يوضح درجة الغليان تحت الضغط الجوي للألكانات الخطية C_nH_{2n+2} و الكحولات الأولية الموافقة لها $C_nH_{2n+1}OH$ بدلالة عدد ذرات الكربون n



وجود مجموعة الهيدروكسيل -OH في الكحولات جعلت درجات حرارة إنصهارها و غليانها، أعلى من درجات الانصهار و الغليان للألكانات الموافقة.

للمقارنة بين درجة غليان و إنصهار مماكبات لنفس الصيغة المجتمعة لكحول (نفس عدد ذرات الكربون) .

الجدول 2 :

الكحول	الصيغة النصف مفصلة	درجة إنصهار (C°)	درجة غليان (C°)
بوتان -1- ول	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	89.5 -	117.7
ميثيل -2- بروبانول	$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$	108 -	99.50
بوتان -2- ول	$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$	115 -	99.50
ميثيل 2 بروبانول	$CH_3-C(CH_3)_2-OH$	25	82.50

بعد مقارنة درجات حرارة الانصهار و الغليان لمماكبات البوتانول في الجدول 2 :

نلاحظ أن موضع المجموعة -OH في السلسلة الكربونية و طبيعة الكحول (خطي أو متفرع) يؤثران على الخواص الفيزيائية للكحولات، فمثلا الكحولات الأولية بوتان -1- ول ، ميثيل -2- بروبانول أقل تطايرا من الكحول الثانوي بوتان -2- ول، أما الكحول الثالثي ميثيل 2 بروبانول -2- ول فهو أكثر تطايرا من الكحول الثانوي و الأولي .

تتعلق الخواص الفيزيائية للكحولات ببنية هذه الكحولات وبشكل خاص بصنف الكحول.

درجة غليان الكحولات أكبر بكثير مقارنة بدرجة غليان الفحوم الهيدروجينية الأخرى.

درجة الغليان (ب °C تحت ضغط 1atm) لبعض المركبات من أجل C₂

CH ₃ -CH ₂ Br.....	38.4	CH ₃ -CH ₃	-88.5
CH ₃ -CH ₂ I.....	72.3	CH ₃ -O-CH ₃	-24.0
CH ₃ -CH ₂ -OH.....	78.3	CH ₃ -CH ₂ Cl.....	13.1
CH ₃ -CO ₂ H.....	118.1	CH ₃ -CH=O.....	20.8

استخدامات بعض الكحولات:

الميثانول : CH₃OH

- ✍ في صناعة اللدائن المستخدمة في المنتجات الجلدية.
- ✍ يستخدم كمصدر للطاقة في تشغيل الآلات .
- ✍ يستخدم في رش الأسطح الخارجية للطائرات لإزالة الجليد عنها .

الإيثانول : CH₃CH₂OH

- ✍ يستخدم كمذيب في الكثير من الأدوية .
- ✍ يستخدم في محاليل تعقيم الفم و الأسنان عن طريق المضمضة لما له من قدرة على قتل الميكروبات.
- ✍ له رائحة زكية لذلك يستخدم في العطور و مستحضرات التجميل .

6.1 - الخواص الكيميائية:

1.6.1- تفاعلات كسر الرابطة O-H

في هذه التفاعلات تتصرف الكحولات كأحماض (برونستد Bronsted) إذ تتخلى عن بروتون H⁺.

✍ بوجود أسس قوية :

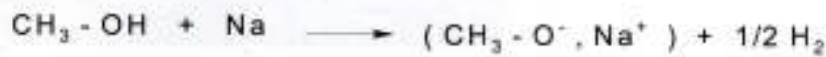
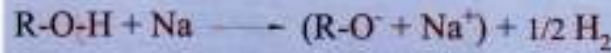


مثال :





للوجود معادن مثل : Li, K, Na



كسر الرابطة O-H أسهل في الكحولات الأولية و أصعب في الكحولات الثالثية.

2.6.1 - تفاعلات كسر الرابطة C-O :

- في هذه التفاعلات تتصرف الكحولات كأسس إذ بإمكانها تثبيت بروتون H^+ .
- تحدث هذه التفاعلات بوجود أحماض معدنية HX



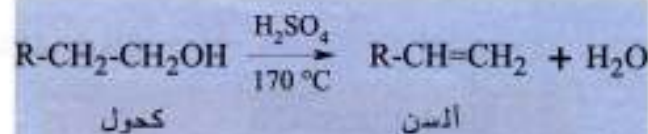
مثال : تفاعل C_2H_5OH مع HCl



3.6.1 - تفاعل نزع الماء:

أ - حالة تشكل السن

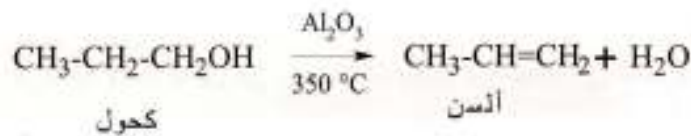
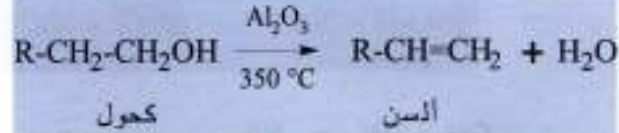
للإسخين الكحول السائل عند الدرجة $170^\circ C$ بوجود H_2SO_4 كوسيط تؤدي إلى تشكل السن



مثال:



تمرير أبخرة الكحول عند الدرجة 350 - 400°C على الألومين كوسيط تؤدي كذلك إلى تشكل الين

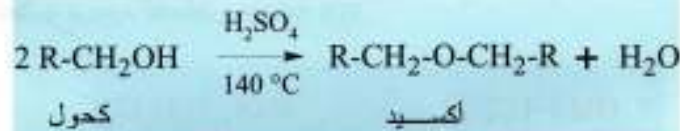


مثال:

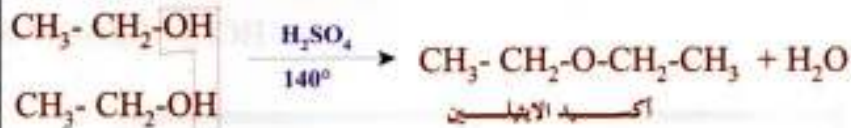
ينزع الهيدروجين من الكربون الأقل هيدروجينا (الأكثر إستبدالاً).

ب - حالة تشكل الإيثر

تسخين الكحول عند الدرجة 140°C بوجود H₂SO₄ كوسيط يؤدي إلى تشكل الإيثر



مثال:



4.6.1- تفاعل الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية:

يسمى هذا التفاعل بتفاعل الأسترة، مردوده يميز صنف الكحول المستخدم.



يحسب مردود الأسترة بالعلاقة الآتية:

$$\text{R} = \frac{\text{كمية الأستر المتشكلة}}{\text{كمية الحمض الابتدائية}} \times 100$$

❖ حالة كحول أولي :

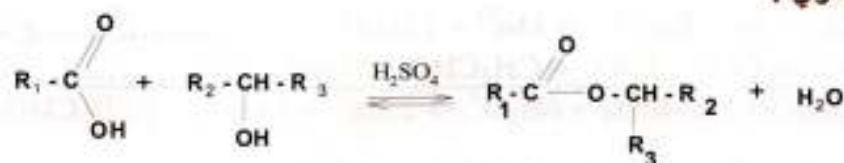


التجارب أعطت النتائج التالي:

t=0	1 mole	1 mole	0	0
t ⇌	1/3	1/3	2/3	2/3

$$R = \frac{n_{\text{ester}}}{n_0 \text{ acide}} = \frac{2/3}{1} \times 100 = 2/3 \times 100 \Rightarrow \boxed{R = 67\%}$$

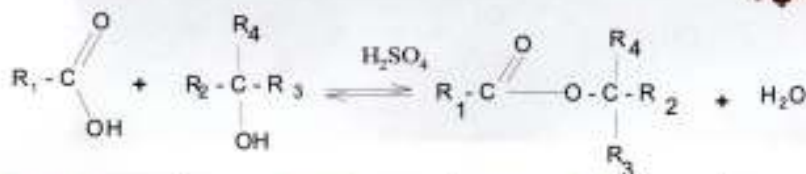
❖ حالة كحول ثانوي :



t=0	1 mole	1 mole	0	0
t ⇌	2/5	2/5	3/5	3/5

$$R = \frac{n_{\text{ester}}}{n_0 \text{ acide}} = \frac{3/5}{1} \times 100 = 3/5 \times 100 \Rightarrow \boxed{R = 60\%}$$

❖ حالة كحول ثالثي :



t=0	1 mole	1 mole	0	0
t ⇌	9/10	9/10	1/10	1/10

$$R = \frac{n_{\text{ester}}}{n_0 \text{ acide}} = \frac{1/10}{1} \times 100 = 1/10 \times 100 \Rightarrow \boxed{R = 10\%}$$

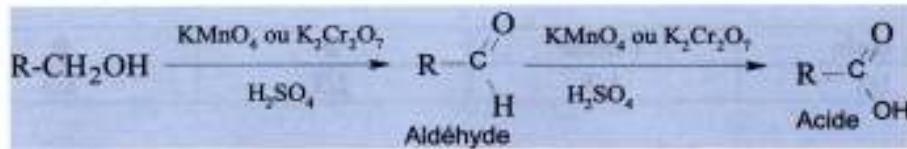
صنف الكحول	المردود %
أولي	67
ثانوي	60-50
ثالثي	10-5

5.6.1 - أكسدة الكحولات:

هذه الطريقة أيضا تحدد نوع الكحول، و تسمح بتحضير السيتونات و الأحماض الكربوكسيلية

أ- الكحولات الأولية: يتأكسد الكحول الأولي إلى ألدهيد ثم إلى حمض كربوكسيلي.

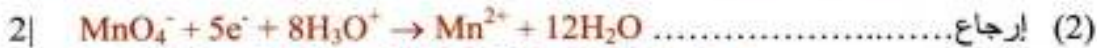
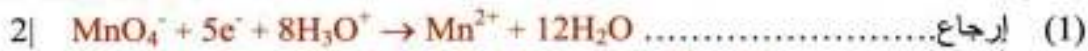
* الأكسدة بمؤكسدات قوية : مثل : $KMnO_4$ أو $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي (H_2SO_4)



مثال : المرحلة (1) : أكسدة الكحول إلى ألدهيد.

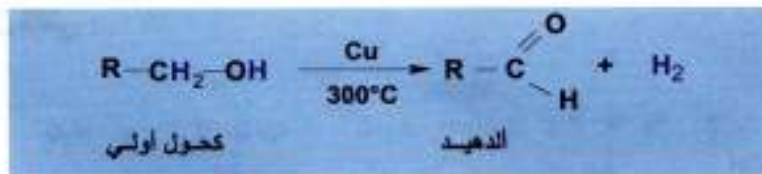
المرحلة (2) : أكسدة الالدهيد إلى حمض.

المعادلات :

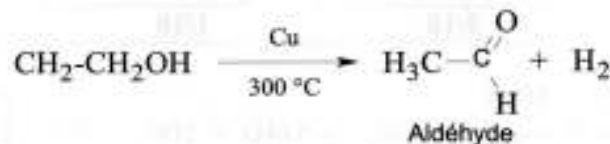


* نزع الهيدروجين

تمرير أبخرة الكحول الأولي على Cu عند ($300^\circ C$) تعطي ألدهيد :

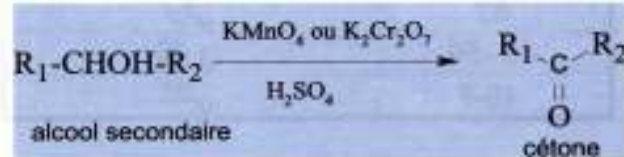


مثال :



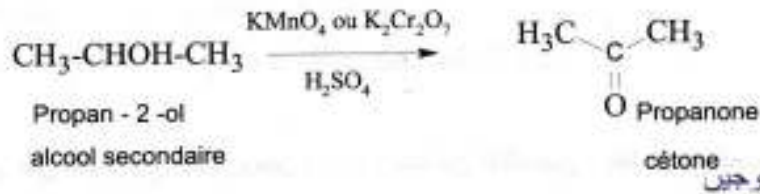
ب- الكحولات الثانوية: يتأكسد الكحول الثانوي إلى سيتون :

* الأكسدة بمؤكسدات قوية : $KMnO_4$ أو $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي (H_2SO_4)



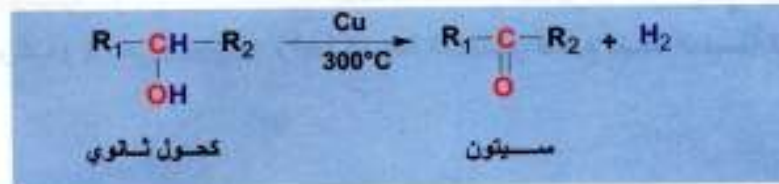
تمارين

مثال :

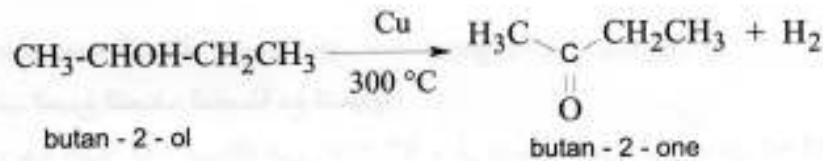


* نزع الهيدروجين

تمرير أبخرة الكحول الثانوي على Cu عند (300°C) تعطي سيتون :



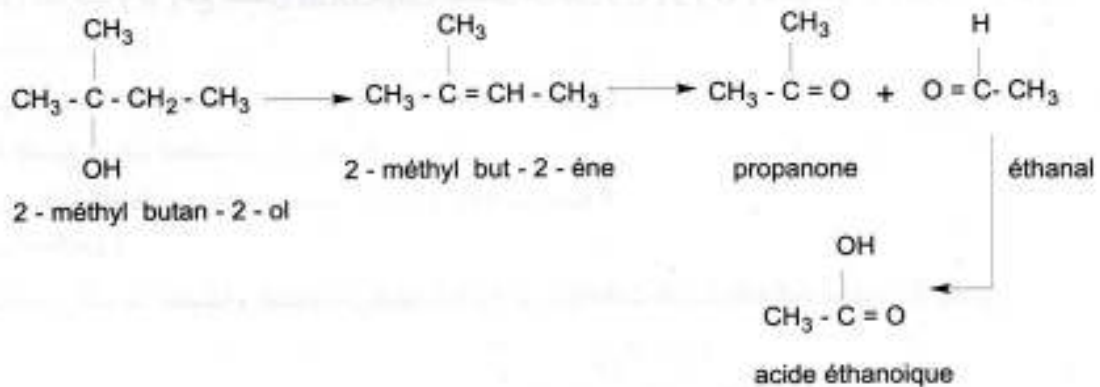
مثال :



جـ -الكحولات الثالثية:

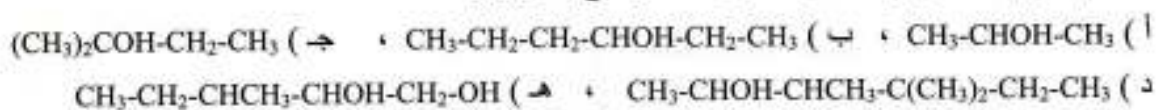
صعبة الأكسدة وتتم بطريقة غير مباشرة حيث ينزع منها الماء وتتحول إلى السن الذي يتأكسد بدوره.

مثال :



التمرين الأول :

سمّ المركبات التالية باستعمال التسمية النظامية مع تصنيفها :



التمرين الثاني :

أعط الصيغة نصف المفصلة للمركبات التالية:

- (أ) 2 ، 3 ثنائي مثيل بوتان -1- ول (ب) بنتان -2- ، 3 ديول
 (ج) 4- إيثيل ، 4- مثيل هكسان -3- ول (د) 3 ، 3 - ثنائي إيثيل بنتان -2- ول .

التمرين الثالث :

مركب عضوي (A) يحتوي على الكربون و الهيدروجين و ذرة واحدة من الأوكسجين ، يتفاعل مع الصوديوم المعدني و ينطلق غاز الهيدروجين.

- 1 - ما هي الوظيفة الكيميائية لـ (A) ؟ أعط الصيغة العامة له بدلالة n عدد ذرات الكربون في الجزيء .
 2 - الكتلة المولية للمركب (A) هي 74 g/mol ، أعط الصيغة المجملدة و الصيغ نصف المفصلة الممكنة مع ذكر اسم كل متماكب.

التمرين الرابع :

تعطى الصيغة المجملدة لفحم هيدروجيني أوكسجيني (A) كالتالي : $C_nH_{2n+2}O$ ، إذا كانت كثافته بالنسبة للهواء $d=2,07$

- 1- بين أن $n=3$ ، و أعط صيغته المجملدة $H=1g/mol$ ، $C=12g/mol$ ، $O=16g/mol$.
 2- علماً أنه كحول. أكتب الصيغ نصف المفصلة مع تسميتها.
 3- بينت التجربة أن درجة غليان أحد أصنائه هي : $97,7^\circ C$ و أن درجة غليان البروبان $45^\circ C$ تحت نفس الضغط . أشرح باختصار سبب الاختلاف.

التمرين الخامس :

تعطى إمامة السن (A) المركب (B) .

- 1 - ما هي الوظيفة الكيميائية للمركب (B)
 2 - نفاعل المركب (B) مع حمض CH_3-COOH فيشكل مركبين (C) و (D) ، حيث (C) مركب عصوي كتلته المولية 116 g/mol .

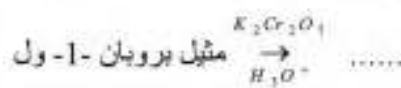
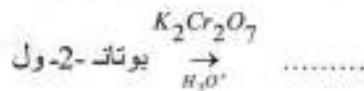
(أ) ما هي الوظيفة الكيميائية لـ (C) ، أعط الصيغة المجملدة لـ (B) .

(ب) أعط الصيغ نصف المفصلة لـ $C + B + A$.

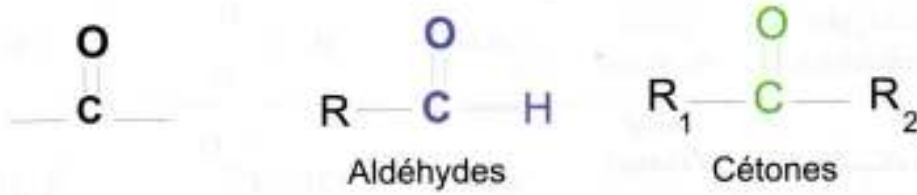
(ج) أكتب معادلة التفاعل بين (B) و حمض CH_3-COOH ، ما اسمه ؟

التمرين السادس :

أعط الصيغ نصف المفصلة و أسماء المركبات الناتجة عن التفاعلات التالية (المؤكسد موجود بالزيادة):

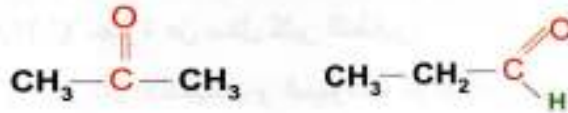
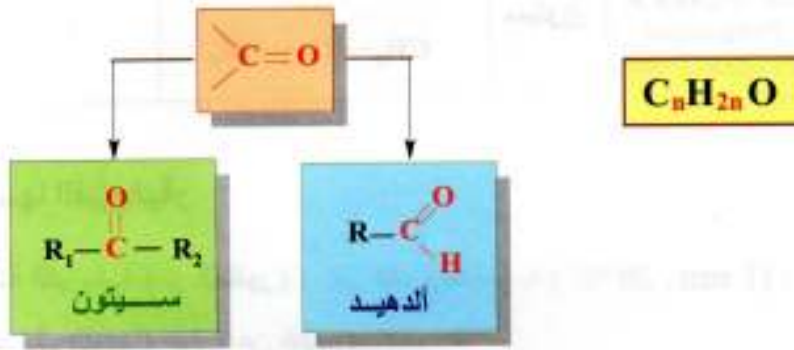


2- الألهيدات و السيتونات



1.2- تعريفها و تسميتها:

تتكون الألهيدات و السيتونات هي مركبات عضوية **أكسجينية** تحتوي جزيئاتها على مجموعة وظيفية مشتركة هي مجموعة **الكربونيل** C=O لذلك تسمى بالمركبات الكربونيلية كما تسمى ذرة الكربون في هذه المجموعة بالكربون الوظيفي .

مثال : $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

2.2- تسميتها النظامية :

1.2.2- تسمية الألهيدات :

يسمى الألهيد بنفس خطوات تسمية الألكان لكن باستبدال اللاحقة "ان" (anc) للألكان الموافق باللاحقة "ال" (al) ويعتبر الكربون الوظيفي هو بداية السلسلة الأساسية.

2.2.2- تسمية السيتونات :

يسمى السيتون بنفس خطوات تسمية الألكان لكن باستبدال اللاحقة "ان" (ane) للألكان الموافق باللاحقة "ون" (one) مسبقة بـ (-) و رقم الكربون الوظيفي التابع للسلسلة الكربونية الأساسية.

أمثلة :

الاسم الشائع	الاسم النظامي	الوظيفة	الصيغة نصف المفصلة	الصيغة العامة
الفورمالدهيد Formaldéhyde	ميثانال Méthanal	ألدهيد	$\text{H}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{matrix}$	CH_2O
الاسيتالدهيد Acétaldéhyde	إيثانال Ethanal	ألدهيد	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{matrix}$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$
-----	بروبانال Propanal	ألدهيد	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{matrix}$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
الأسيتون Acetone	بروبانون أو بروبان-2-ون Propanone Propan-2-one	سيتون	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	

3.2- خواصها الفيزيائية:

1.3.2- الحالة الفيزيائية (أو المظهر) : في الشروط العادية (20 °C , 1 atm) :

- الميثانال CH_2O عبارة عن غاز .
- الإيثانال $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ عبارة عن سائل كثير التطاير .
- انطلاقا من C_3 فان كل الألدهيدات و السيتونات سوائا أو مواد صلبة إذا كانت كتلتها المولية مرتفعة .

الكثافة d	الحالة الفيزيائية	درجة الغليان Teb(°C)	المركب
--	غاز	- 21	H-CHO
0.79	سائل	+ 21	CH_3-CHO
0.80	سائل	+ 49	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$
0.79	سائل	+ 56	$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$
--	سائل	+ 75	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$
--	سائل	+ 80	$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

من قيم الجدول نلاحظ أن درجة غليان الألدهيدات و السيتونات مرتفعة مقارنة مع الألكانات و الألسانات التي لها نفس عدد ذرات الكربون ، لكنها أقل من درجة غليان الكحولات

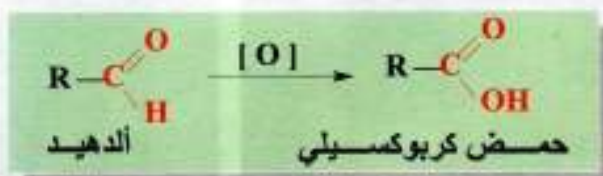
2.3.2- الإتحالية :

- الألدهيدات و السيتونات من C_1 إلى C_4 هي قابلة الانحلال في الماء .
- انطلاقا من C_5 تصبح انحلاليتها تقريبا منعدمة .

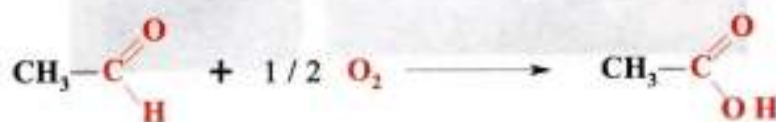
4.2- خصائصها الكيميائية:

1.4.2- أكسدة الألدهيدات :

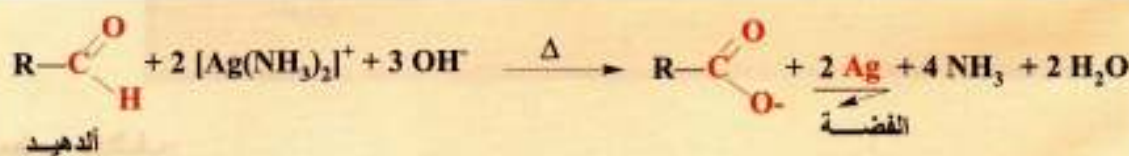
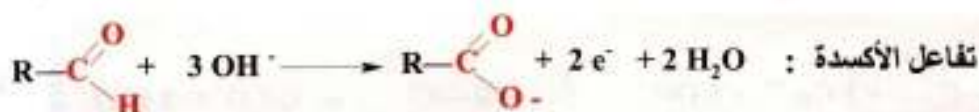
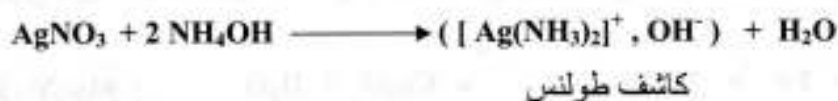
الألدهيدات تمتلك خواص إرجاعية لذا فهي تتأكسد بسهولة بأوكسجين الهواء O_2 أو $KMnO_4$ أو $K_2Cr_2O_7$ بوجود H_2SO_4 و تتشكل أحماض كربوكسيلية



مثال :

أ. التفاعل مع كاشف Tollens : $[Ag(NH_3)_2]OH$

ترجع الألدهيدات محلول نترات الفضة النشارية إلى معدن الفضة الحر وفق ما يلي:



تحضير الكاشف:

نذيب 30g من $AgNO_3$ في 500mL ماء ثم نضيف الأمونياك NH_4OH تدريجيا ، يتشكل في البداية راسب من أكسيد الفضة Ag_2O الذي سرعان ما ينحل في فائض من الأمونياك يمدد المحلول إلى لتر.

طريقة العمل:

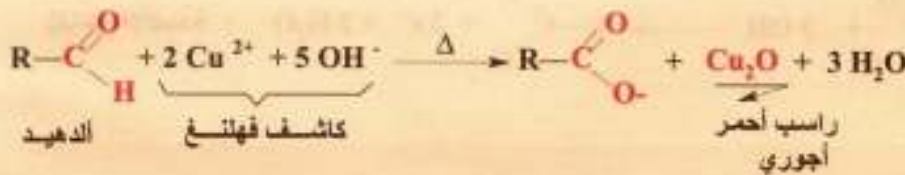
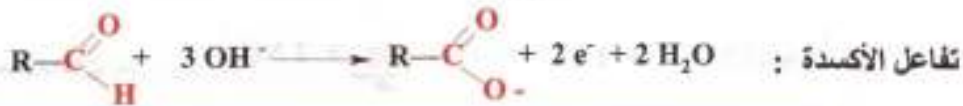
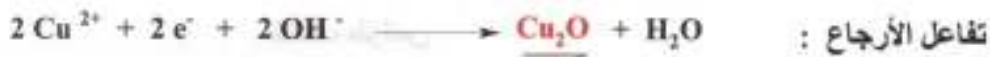
نضع 3mL من الكاشف في أنبوب اختبار و نضيف 2mL من الأدهيد فنلاحظ تشكل **مرآة فضية** بعد تسخين المزيج



مرآة من
الفضة

ب - التفاعل مع كاشف فهلنغ (A+B) :

بتسخين الأدهيد مع محلول فهلنغ (A+B) حتى الغليان ، يحدث إرجاع شوارد النحاس الثنائي Cu^{2+} ذات اللون الأزرق إلى أكسيد النحاس الأحادي Cu_2O الذي يظهر على شكل راسب أحمر أجوري



تفاعل الأوكسدة
الأرجاعية :

تحضير الكاشف:

محلول فهلنغ A : نذيب 40g من CuSO_4 داخل حجم من الماء المقطر الدافئ ثم نكمل الحجم بالماء حتى 1L

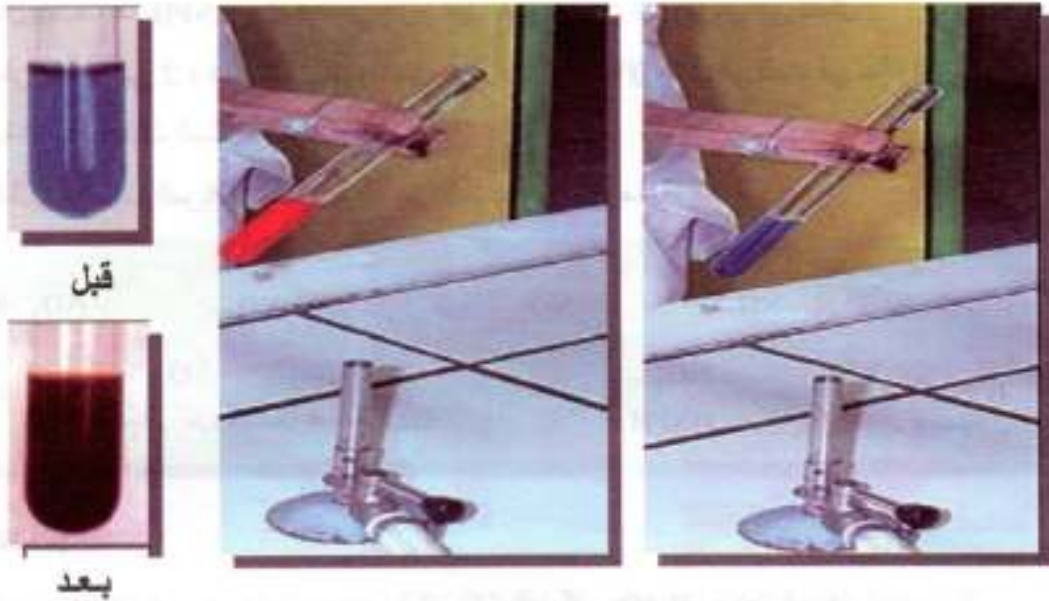
محلول فهلنغ B : نزن 200g من طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم $\text{NaOOC-CHOH-CHOH-COOK}$

ثم نذيبها داخل 500mL من الماء المقطر الساخن بعدها نترك المحلول ليبرد، و نضيف

150g من حبيبات NaOH نترك المزيج ليبرد ثم نكمل الحجم بالماء حتى 1L.

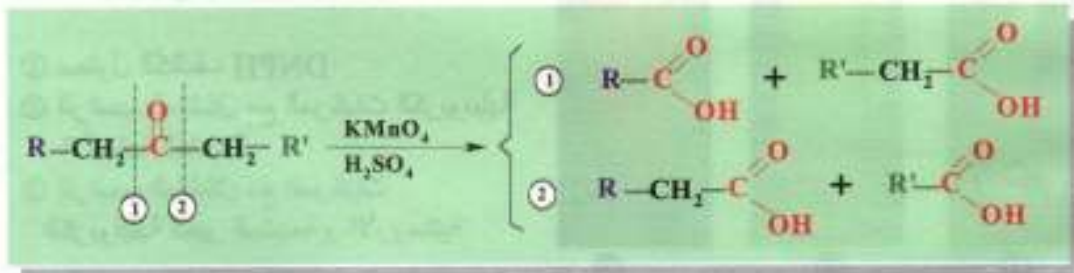
طريقة العمل:

نضع 3mL من كاشف محلول فهلنغ (A+B) بأنبوب اختبار ثم نضيف 3mL من الأدهيد فنلاحظ تشكل راسب أحمر أجوري بعد التسخين في درجة الغليان لمدة دقيقتين.

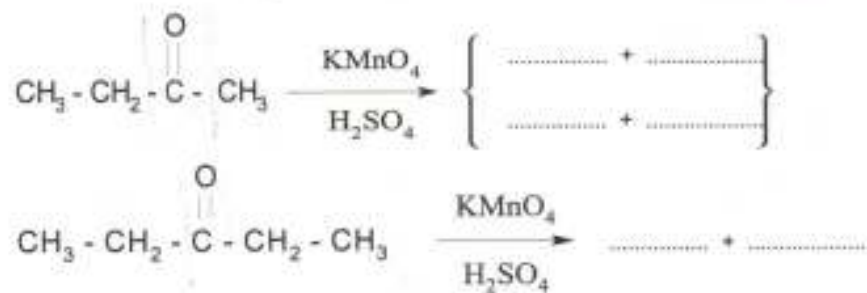


2.4.2- أكسدة السيكونات :

تأكسد السيكونات بصعوبة لأنها لا تمتلك خواصا إرجاعية ، وهي تتطلب شروط خاصة (مؤكسدات قوية و مركزة و ساخنة مثل : $KMnO_4$ بوجود H_2SO_4) و تؤدي أكسدتها إلى تخريب سلسلتها الكربونية و تشكل مجموعة من أربعة أحماض كربوكسيلية كما هو مبين في التفاعل :



تطبيق : أكمل التفاعلات التالية :



الوحدة 2 : الوظائف الأوكسجينية

ملاحظة : كاشف طولنس و كاشف فهلنغ لا يؤثران على السيتونات لكونها لا تمتلك خواصا إرجاعية .

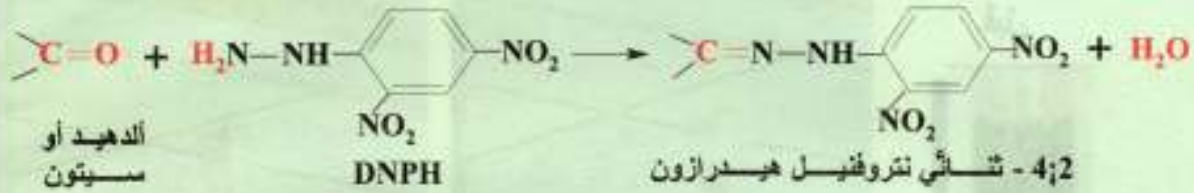
3.4.2. الكشف عن الوظيفة الكربونيلية :

يتم باستعمال كاشف الـ DNP (2،4 ثنائي نترو فينيل هيدرازين) الذي يؤدي إلى تشكل :

- راسب أصفر بلوري من 2 ، 4 - ثنائي نترو فينيل هيدرازون قليل الإنحلال في الماء في حالة المركبات

الكربونيلية الأليفاتية ذات السلسلة الكربونية المشبعة

- راسب برتقالي في حالة المركبات الكربونيلية غير المشبعة و الأروماتية



تحضير الكاشف:

نذيب 3g من DNP في 15 mL من حمض الكبريتات المركز H_2SO_4 و نضيف هذا المحلول إلى محلول متكون من 20mL من ماء مقطر و 70 mL من الكحول الإيثيلي 90° ثم نرشح.

طريقة العمل:

نأخذ أنبوب اختبار و نضع بداخله 1 mL من محلول DNP نضيف 1 إلى 2 قطرة من مركب كربونيلي فيلاحظ تشكل الراسب.



①



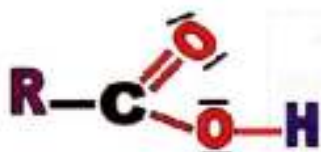
②



③

- ① محلول الكاشف DNP
- ② الراسب المتشكل مع المركبات الكربونيلية الأليفاتية المشبعة
- ③ الراسب المتشكل مع المركبات الكربونيلية الغير المشبعة و الأروماتية

3 - الأحماض الكربوكسيلية

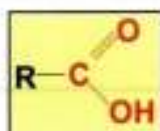


1.3- تعريف الأحماض الكربوكسيلية

لـ تعريفها :

الأحماض الكربوكسيلية هي مركبات **عضوية أكسجينية** تحتوي سلسلتها الكربونية على مجموعة **كربوكسيلية (-COOH)**

لـ صيغتها العامة :



حيث R جذر ألكيلي صيغته $(-\text{C}_n\text{H}_{2n+1})$

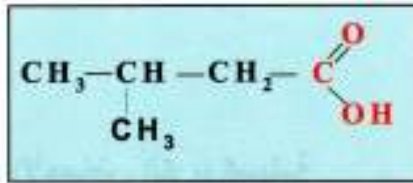
2.3- تسميتها النظامية

حالة أحماض كربوكسيلية أليفاتية ، أحادية الوظيفة :

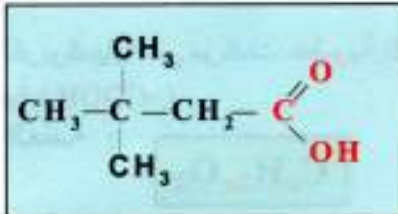
يسمى الحمض الكربوكسيلي بنفس خطوات تسمية الألكان لكن باستبدال اللاحقة **ان (ane)** للالكان الموافق باللاحقة **ويك (oïque)** ويعتبر الكربون الوظيفي هو بداية السلسلة الأساسية، ويسبق اسم الحمض الكربوكسيلي بكلمة **حمض**.

أمثلة :

الاسم الشائع	الاسم النظامي	الصيغة نصف المفصلة	الصيغة العامة
حمض الفورميك Acide formique	حمض الميثانويك Acide methanoïque	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$	CH_2O_2
حمض الأسيتيك Acide acétique	حمض الأيتانويك Acide ethanoïque	$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
حمض البروبيونيك Acide propionique	حمض البروبانويك Acide propanoïque	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$
حمض البوتيريك Acide butyrique	حمض البوتانويك Acide butanoïque	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$



حمض 3- ميثيل بوتانويك
Acide 3-méthylbutanoïque



حمض 3،3- ثنائي ميثيل بوتانويك
Acide 3-3 -diméthylbutanoïque

3.3- خواصها الفيزيائية:

أ- الحالة الفيزيائية : الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية الخطية نجدها سائل أو مواد صلبة لا تتعدى درجة انصهارها 100°C .

ب- الانحلالية : تنحل كليا في الماء حتى C₄ ثم تقل انحلاليتها إلى أن تتعدم تماما ابتداء من C₉.

ج - درجة الغليان : درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية هي أكبر من درجات غليان معظم المركبات العضوية الحاملة لوظيفة بما فيها الكحولات، و هذا راجع إلى كون جزيئاتها مرتبطة فيما بينها بروابط هيدروجينية قوية ، أقوى من تلك الموجودة بين جزيئات الكحولات .



تعريف الرابطة الهيدروجينية:

الرابطة الهيدروجينية هي رابطة كيميائية تنشأ عندما تقع ذرة الهيدروجين بين ذرتين لهما كهر سالبية عالية مثل الأوكسجين حيث ترتبط مع إحداهما برابطة هيدروجينية ومع الأخرى برابطة تساهمية وهي أضعف قوتا من الرابطة التساهمية
يرمز لها برمز (.....)

الذوبانية في الماء عند 25°C	درجة الانصهار °C	درجة الغليان °C	الاسم النظامي	الحمض الكربوكسيلي
?	8	100.5	حمض الميثانويك	HCOOH
?	16.6	118	حمض الإيثانويك	CH ₃ -COOH
?	-21	141	حمض البروبانويك	CH ₃ -CH ₂ -COOH
?	-6	164	حمض البوتانويك	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -COOH
2.97	-34	187	حمض البنثانويك	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -COOH
1.08	-3	205	حمض الهكسانويك	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -COOH
0.07	16	239	حمض الأوكتانويك	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -COOH

4.3- خواصها الكيميائية:

1.4.3- فعالية المجموعة -COOH :

أ- تفاعلها مع الماء (الإماهة) :

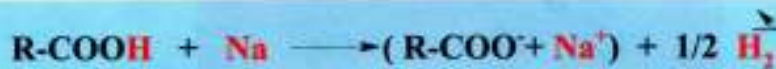
تتسرد الأحماض الكربوكسيلية في الماء جزئياً لأنها أحماض **ضعيفة**



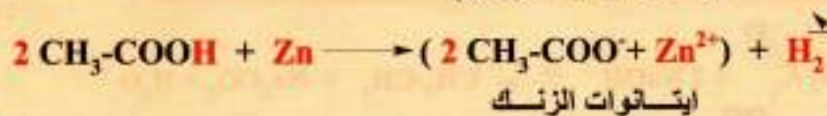
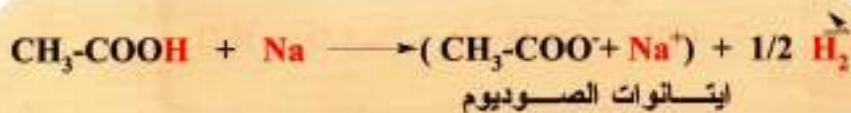
يتميز التوازن الكيميائي السابق بثابت يسمى **ثابت الحموضة K_a** :

$$K_a = \frac{[RCOO^-] \times [H_3O^+]}{[RCOOH]}$$

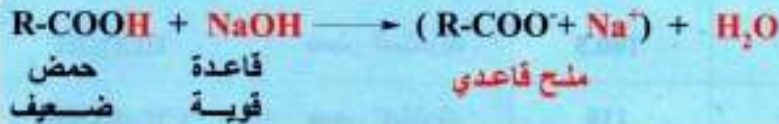
ب- تفاعلها مع المعادن :



مثال :



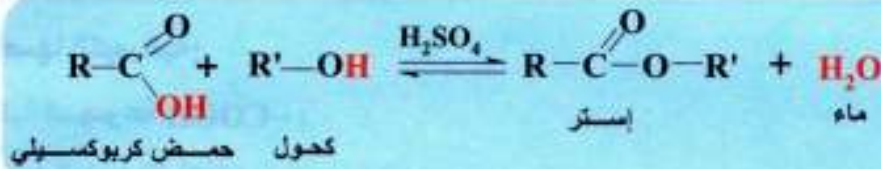
ج- تفاعلها مع الأسس (التعديل) :



مثال :



د- تفاعلها مع الكحولات (الأسترة) :



هذا التفاعل عكسي ، بطيء ، لاجراري محدود ، يستلزم وجود وسيط (H_2SO_4) و محدود ، و مردوده يتعلق بصنف الكحول المستعمل .

2.4.3- تفاعلات نزع المجموعة الكربوكسيلية $-\text{COOH}$:

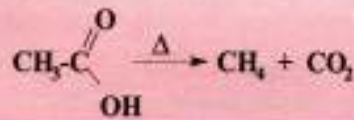
رغم أن الأحماض الكربوكسيلية مركبات مستقرة و ثابتة إلا أنها تتأثر بالحرارة مما يجعلها تفقد جزئ CO_2 .

أ - حالة تشكل الكان :

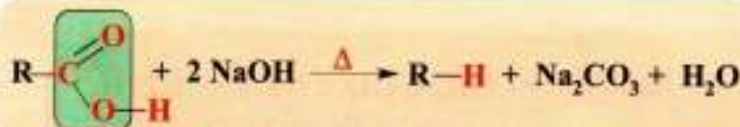
- بالتسخين فقط :



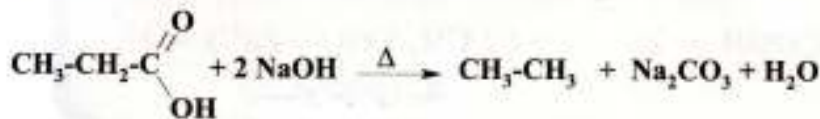
مثال :



- بالتسخين في وجود أساس قوي (NaOH) :



مثال :

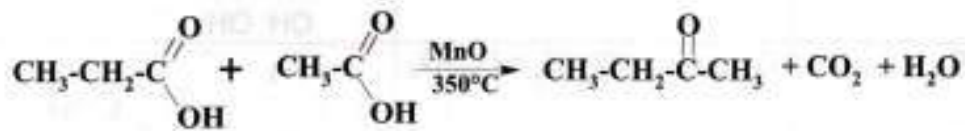


ب- حالة تشكيل سيتون :

تسخين الأحماض الكربوكسيلية بين 350°C إلى 400°C بوجود أكسيد المنغنيز MnO يؤدي إلى تكوين سيتون مع تحرير جزيء من CO₂ و جزيء من H₂O .



مثال :



ملخص التفاعلات الكيميائية

Substrat	Réactif /Conditions	Produit
$\begin{array}{c} R_2 \quad R_3 \\ \diagdown \quad / \\ C=C \\ / \quad \diagdown \\ R_1 \quad R_4 \end{array}$	$Ag / 200^{\circ}C$ $H_2O + H_3O^+$	$\begin{array}{c} R_2 \quad R_4 \\ \quad \\ R_1 - C - C - R_3 \\ \quad \\ OH \quad OH \end{array}$
$\begin{array}{c} R_2 \quad R_3 \\ \diagdown \quad / \\ C=C \\ / \quad \diagdown \\ R_1 \quad R_4 \end{array}$	$KMnO_4 \text{ dil}$ H_2SO_4	$\begin{array}{c} R_2 \quad R_4 \\ \quad \\ R_1 - C - C - R_3 \\ \quad \\ OH \quad OH \end{array}$
$\begin{array}{c} R_1 \quad R_3 \\ \diagdown \quad / \\ C=C \\ / \quad \diagdown \\ R_2 \quad R_4 \end{array}$	$O_3 \text{ ou } KMnO_4 + H_2SO_4$	$\begin{array}{c} R_3 \quad R_1 \\ \quad \\ O=C \quad C=O \\ \quad \\ R_4 \quad R_2 \end{array}$
$\begin{array}{c} R_1 \\ \\ CH-OH \\ \\ R_2 \end{array}$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$\begin{array}{c} R_1 \\ \\ C=O \\ \\ R_2 \end{array}$
$\begin{array}{c} R_1 \quad R_3 \\ \diagdown \quad / \\ C=C \\ / \quad \diagdown \\ R_2 \quad H \end{array}$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou O_3 ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$\begin{array}{c} R_3 \\ \\ O=C \\ \\ OH \end{array} + \begin{array}{c} R_1 \\ \\ C=O \\ \\ R_2 \end{array}$
$\begin{array}{c} R_1 \quad R_2 \\ \diagdown \quad / \\ C=C \\ / \quad \diagdown \\ H \quad H \end{array}$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou O_3 ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$\begin{array}{c} R_2 \\ \\ O=C \\ \\ OH \end{array} \quad \begin{array}{c} R_1 \\ \\ C=O \\ \\ HO \end{array}$
$\begin{array}{c} R \\ \\ CH-OH \\ \\ H \end{array}$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$\begin{array}{c} R \\ \\ C=O \\ \\ HO \end{array}$
$\begin{array}{c} R \\ \\ C=O \\ \\ H \end{array}$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$\begin{array}{c} R \\ \\ C=O \\ \\ HO \end{array}$

Substrat	Réactif /Conditions	Produit
$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{HO} \end{array}$	$\text{R}_2\text{-OH} / \text{H}_2\text{SO}_4$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{OR}_2 \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{HO} \end{array}$	NaOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{ONa} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{R}_1 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{HO} \end{array} + \begin{array}{c} \text{R}_2 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{HO} \end{array}$	$\text{MnO} / 350^\circ\text{c}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{R}_2 \end{array} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{HO} \end{array}$	600°C	$\text{R-H} + \text{CO}_2$

تمارين

التمرين الأول:

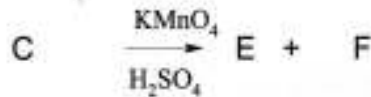
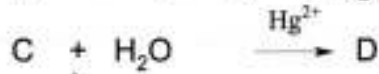
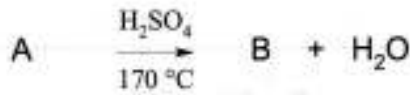
1- كحول (A) كثافة بخاره بالنسبة للهواء $d = 2.07$

أ- أوجد الصيغة الجزيئية العامة لهذا الكحول

ب- أوجد كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة له

ج - أعط اسم و صنف كل منها .

2- تجرى على الكحول (A) سلسلة التفاعلات التالية :



باعتبار أن (A) كحول ثانوي ، أوجد الصيغ

نصف المفصلة للمركبات :

(A) , (B) , (C) , (D) , (E) , (F) , (G)

التمرين الثاني :

مركب عضوي أوكسجيني $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ كثافة بخاره بالنسبة للهواء $d = 2.48$ ، نسبة الكربون فيه (66.6 %)

و نسبة الأوكسجين (22.2 %) .

1- عين صيغته الجزيئية العامة ، ما نوع الوظائف التي يمكن أن يحتويها ؟

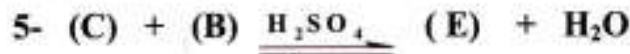
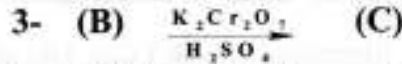
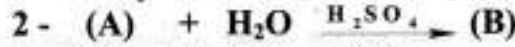
2- اقترح كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة ، سمى كل منها و أذكر نوع وظيفتها .

3- علما أن المركب يتفاعل مع الكاشف DNPH و لا يتفاعل مع كاشف طولنس. استنتج وظيفة هذا المركب

العضوي و صيغته نصف المفصلة .

التمرين الثالث :

لدينا سلسلة التفاعلات التالية :



1- أوجد الصيغ نصف المفصلة للمركبات E , D , C , B , A .

2- ما هو مردود التفاعل 5 ؟ برر إجابتك .

التمرين الرابع :1- نمزج 0.5 mol من حمض الإيتانويك CH₃COOH مع 0.5 mol من كحول (A) ، ثم نضيف بعض قطرات من حمض الكبريت المركز H₂SO₄ ، فنحصل على 0.3 mol من الإستر عند التوازن .

أ- أذكر خصائص تفاعل الأسترة

ب- أعط تركيب المزيج عند التوازن .

ج- احسب مردود تفاعل الأسترة و استنتج صنف الكحول (A) .

د- عين الصيغة نصف المفصلة للكحول (A) .

علما أن الكتلة المولية للإستر المتشكل هي M = 102g / mol .

2- نزع الماء من الكحول (A) بوجود حمض الكبريتات المركز عند 180 °C يؤدي إلى

المركب (B) . أكتب معادلة التفاعل الحادث معطيا الصيغة نصف المفصلة لهذا المركب .

3- أكتب معادلة تفاعل أكسدة المركب (B) بفانض من KMnO₄ بوجود H₂SO₄ .

التماكب

تمهيد :

تحدث في الكيمياء العضوية عن **التماكب (Isomérie)** بين الجزيئات عندما تكون هذه الأخيرة تمتلك نفس الصيغة العامة و تختلف في صيغتها المفصلة ، و تختلف هذه الجزيئات عادة في خواصها الفيزيائية و الكيميائية. أتت كلمة **Isomérie** من اليونانية حيث (نفس = isos = identique) و (الجزء = meros = partie) . يوجد نوعان من التماكب في الكيمياء العضوية:

- التماكب المستوي
- التماكب الفراغي

1- التماكب المستوي (البنوي) : (Isomérie plane de constitution)

تكون الجزيئات لها نفس الصيغة العامة و تختلف في صيغتها المفصلة المستوية بترتيب الذرات بالنسبة لبعضها البعض و بنوع الروابط بين الذرات . تميز بين عدة أنواع من التماكب المستوي البنوي :

1.1- التماكب السلسلي : (Isomérie de chaîne)

تختلف المتماكبات في طول السلسلة الكربونية الأساسية.

تمتلك المتماكبات في هذه الحالة نفس الخواص الكيميائية و تختلف في خواصها الفيزيائية .

مثال : C_5H_{12}

n-Pentane	بننتان عادي	Teb = + 35 °C	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
2- Methylbutane ou isopentane	2- ميتيل بوتان أو أيزوبنتان	Teb = + 25 °C	$CH_3-CH_2-\underset{\begin{array}{c} \\ CH_3 \end{array}}{CH}-CH_3$
2,2-Dimethylpropane ou Néopentane	2,2- ثنائي ميتيل بروبان أو نيوبنتان	Teb = + 9 °C	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-C-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$

2.1- التماكب الموضعي : (Isomérie de position)

تمتلك المتماكبات نفس طول السلسلة الكربونية ، نفس الوظيفة ، تختلف في موضع المجموعة الوظيفية.

هذه المتماكبات خواصها الكيميائية متقاربة و خواصها الفيزيائية مختلفة .

المثال (2) : C_3H_8O

بروبان-1-ول $CH_3-CH_2-CH_2-OH$
Propan-1-ol

بروبان-2-ول $CH_3-CHOH-CH_3$
Propan-2-ol

المثال (1) : C_4H_8

بوت-1-ن $CH_3-CH_2-CH=CH_2$
But-1-ène

بوت-2-ن $CH_3-CH=CH-CH_3$
But-2-ène

3.1- التماكب الوظيفي : (Isomérisation de fonction)

تختلف المتماكبات فيما بينها بنوع الوظيفة العضوية

تختلف هذه المتماكبات في خصائصها الفيزيائية و الكيميائية معا ، تتفق فقط في صيغتها العامة .

الجدول الآتي يلخص لنا الوظائف المتماكبة :

$C_nH_{2n}O_2$	$C_nH_{2n}O$	$C_nH_{2n+2}O$	C_nH_{2n}	الصيغة العامة
- الأحماض الكربوكسيلية - الأستيرات	- الأدهيدات - السيتونات	- الكحولات - الإثيرات	- الألسنات - الألكانات الحلقية	الوظائف المتماكبة

 $CH_3-O-CH_2-CH_3$

وظيفة إيثر

إيثيل ميثيل إيثر

Ethyl Methyl Ether

 $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

وظيفة كحول

البروبان-1-ول

Propan-1-ol

المثال (1) : C_3H_8O CH_2-CH_2 CH_2-CH_2

ألكان حلقى

حلقى بوتان

Cyclobutane

 $CH_3-CH=CH-CH_3$

ألسن

بوت-2-ن

But - 2- ène

المثال (2) : C_4H_8

2- التماكب الفراغي :

تمتلك الجزيئات نفس الصيغة العامة و نفس الصيغة المفصلة المستوية و لكنها تختلف في تمثيلها

الهندسي في الفراغ تدعى **متماكبات فراغية**.

يوجد نوعان رئيسيان من التماكب الفراغي :

- التماكب الضوئي : *Isomérisme optique*

- التماكب الهندسي : *Isomérisme géométrique*

دراسة هندسة الجزيئات في الفراغ تتطلب تمثيل (إسقاط) هذه الجزيئات على مستوى و لقد اقترحت

عدة تمثيلات للجزيئات التي تمتلك ذرات كربون غير متناظرة منها تمثيل كرام و تمثيل فيشر.

1.2- الكربون غير المتناظر و تمثيلاته :

1.1.2- الكربون غير المتناظر : (Le carbone asymétrique)

الكربون غير المتناظر هو كربون **مشبع** مرتبط بأربعة مجموعات مختلفة ، نشير إليه بنجمة *



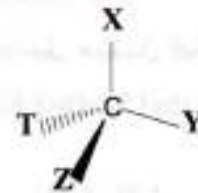
2.1.2- تمثيل كرام : (Représentation de Cram)

تستعمل خطوط مختلفة لتمثيل روابط الكربون غير المتناظر .

لتمثيل الروابط التي تقع **على** مستوى الإسقاط

لتمثيل الروابط التي تقع **أمام** مستوى الإسقاط

لتمثيل الروابط التي تقع **خلف** مستوى الإسقاط



3.1.2- تمثيل فيشر (Fisher) :

يستعمل عادة لتمثيل جزيئات السكريات البسيطة (Oses) و يتبع الخطوات التالية :

1- يمثل السلسلة الكربونية التي تحتوي على ذرات الكربون غير المتناظرة **C*** **بخط مستمر عمودي** بوضع

في الأعلى :

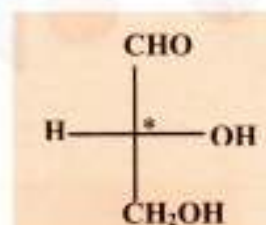
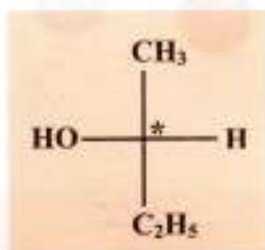
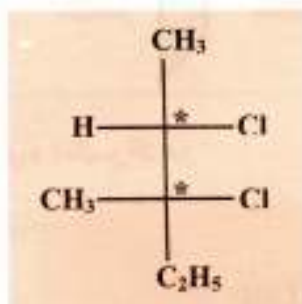
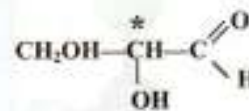
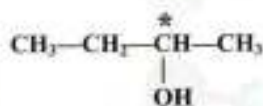
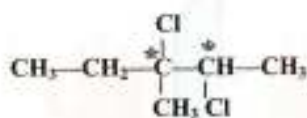
- الكربون الذي يمتلك أكبر عدد من الأكسجينات (رابطة مضاعفة مع عنصر O بحسب ذلك العنصر مرتين)

- أو الكربون الذي يمتلك أصغر ترقيم في السلسلة الكربونية

2- يمثل الروابط الجانبية للكربونات **C*** **بخطوط مستمرة أفقية**

3- كل تقاطع في تمثيل فيشر يمثل كربون غير متناظر **C***

أمثلة:

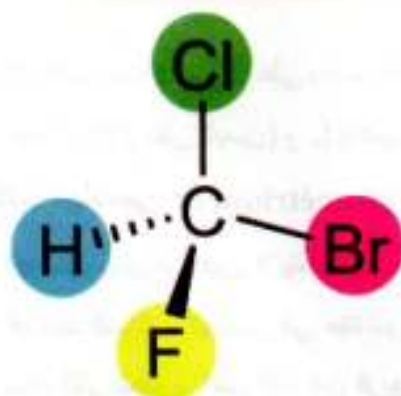


2.2- التماكب الضوئي : Isomérisme optique

1.2.2- الكيرالية : (Chiralité)

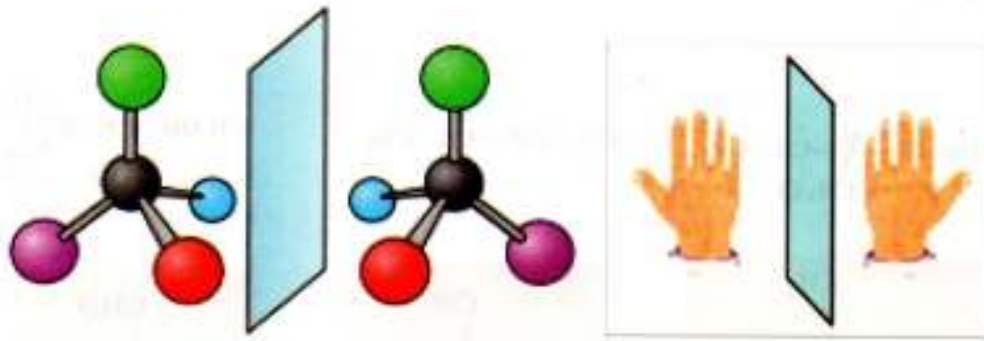
يميز التماكب الضوئي بصفة خاصة الجزيئات التي تحتوي على **كربون غير متناظر C*** أو أكثر و بصفة عامة في الجزيئات غير المتناظرة التي لا تمتلك مركز أو مستوى تناظر، تدعى هذه الجزيئات **بالجزيئات**

الكيرالية (اليد = main = Chirale)

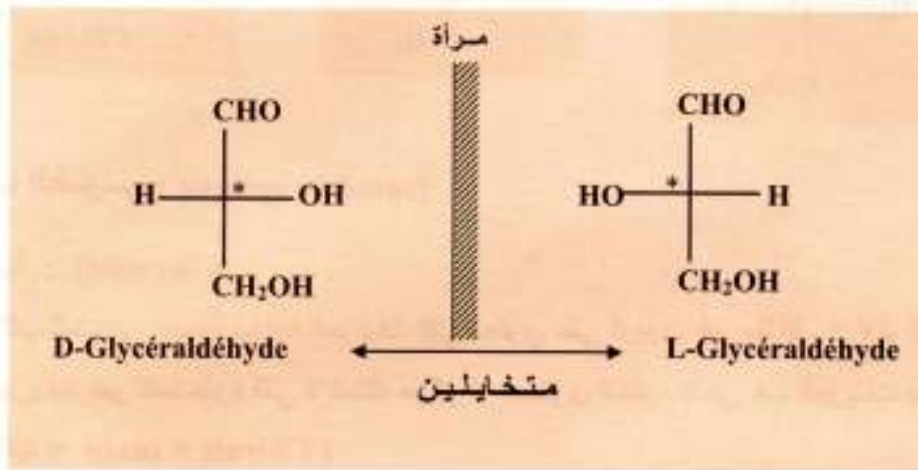


2.2.2- المتخاليات : (Enantiomères)

يكون المماكبين الفراغيين **متخاليين** عندما يكون أحدهما صورة مرآة للآخر و **غير قابلين للتطابق**



مثال : جزيء الغليسرالدهيد



ملاحظة: تدل التسميات D و L على وضعية المجموعة الهيدروكسيلية (OH) للكربون ما قبل الأخير (n-1) حيث : D (على اليمين) و L (على اليسار). تستعمل في السكريات (OH-) و الأمينات (NH₂-).

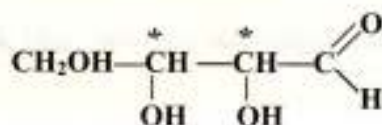
3.2- التماكب الهندسي : (géométrique)

للمتماكبان فراغيان لا ينطبقان و ليسا بمتخايلين نقول عنهما **لامتخايلين**.

للمتماكبان الهندسي في عدة أنواع من الجزيئات منها :

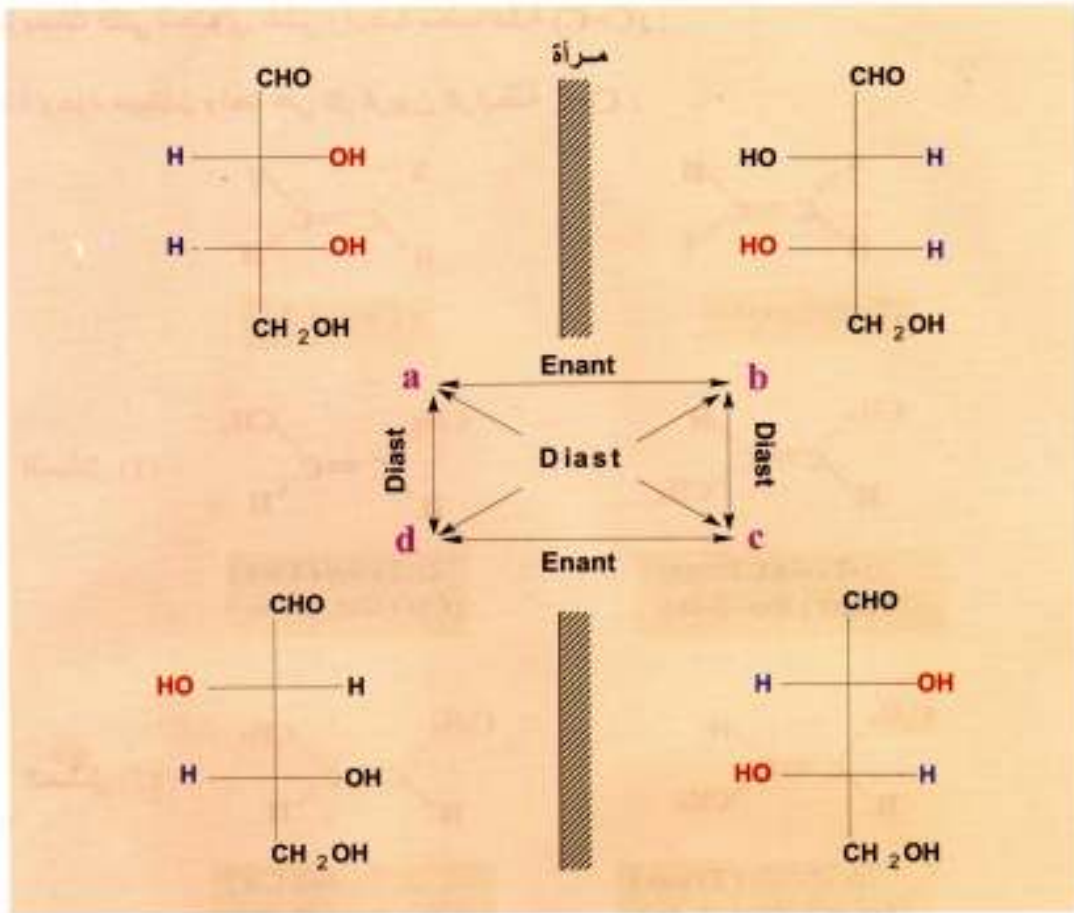
1.3.2- الجزيئات التي تحتوي على أكثر من كربون غير متناظرين C* :

يحتوي كل جزيء كيرالي على n كربون غير متناظرين C* و يمتلك 2ⁿ تماكبات فراغية (إيزوميرات)



نعتبر الجزيء العضوي التالي :

يمتلك هذا الجزيء $n = 2$ كربونات C^* فهو انن يتميز بـ $2^2 = 4$ تماكبات فراغية (أيزوميرات)



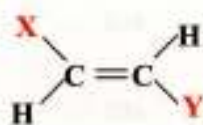
← Enant → علاقة التماكب بين متماثلين

← Diast → علاقة تماكب فراغية (بين تماكبات فراغية)

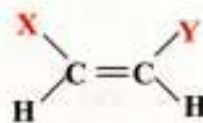
- زوجان من التماكبات : (a , b) و (c , d)
- أربعة أزواج من تماكبات فراغية : (a , c) , (a , d) , (b , c) , (b , d)

2.3.2- الجزيئات التي تحتوي على رابطة مضاعفة (C=C) :

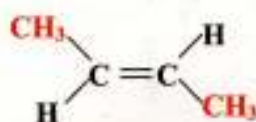
أ- في حالة وجود مستبدل واحد على كل كربون الرابطة C=C :



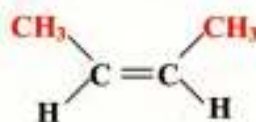
مفروق (Trans)



مفرون (Cis)

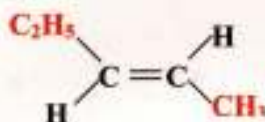


بوت-2-ن (Trans)
(Trans) But-2-ène

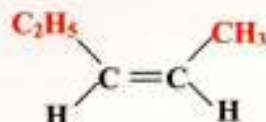


بوت-2-ن (Cis)
(Cis) But-2-ène

المثال (1)



بنت-2-ن (Trans)
(Trans) Pent-2-ène



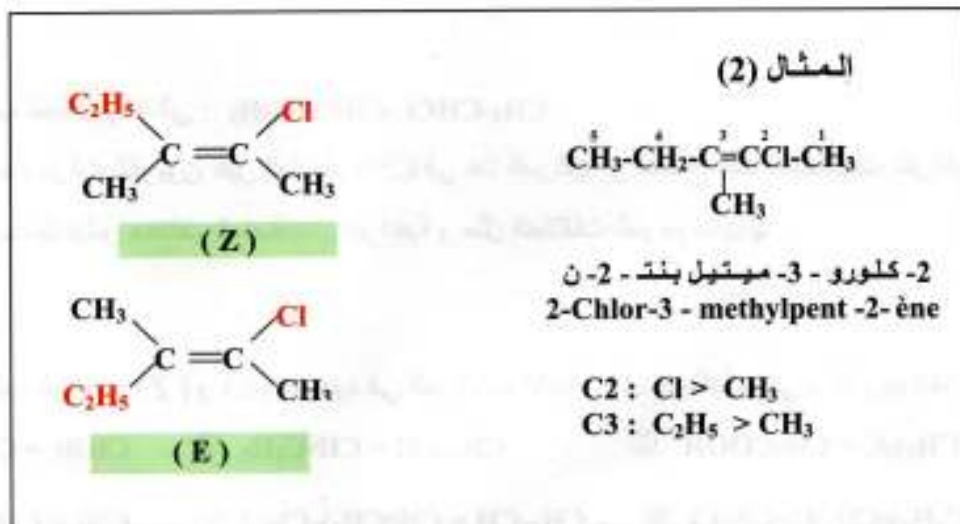
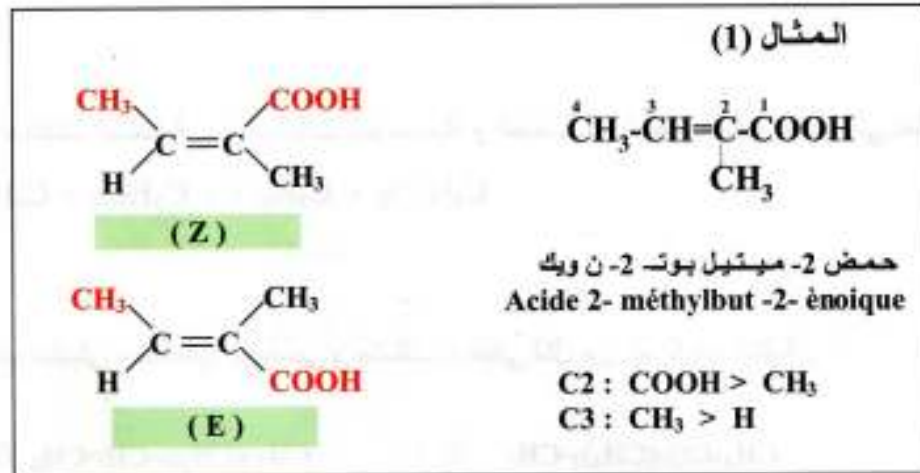
بنت-2-ن (Cis)
(Cis) Pent-2-ène

المثال (2)

ب- في حالة وجود أكثر من مستبدل واحد على كربون الرابطة المضاعفة C=C :

تتبع الطريقة التالية لتعيين التماكبات الهندسية :

- ☞ نعين على كل كربون الرابطة C=C المستبدل الأفضلي (الذي يمتلك أكبر رقم ذري Z) .
- ☞ في حالة وجود المستبدلين الأفضليين في نفس الجهة بالنسبة للرابطة C=C فإن التماكب الهندسي يكون من النوع **مفرون** يرمز له بـ **Z** (Zusammen = Ensemble)
- ☞ في حالة وجود المستبدلين الأفضليين في جهتين متعاكستين بالنسبة للرابطة C=C فإن التماكب الهندسي يكون من النوع **مفروق** يرمز له بـ **E** (Entgegen = Opposé)



تمارين تطبيقية

التمرين الأول :

أعط كل المتماكبات السلسلية ، المتماكبات الموضعية و المتماكبات الوظيفية للمركبات التي تمتلك الصيغ



التمرين الثاني :

أعط متماكب سلسلي ، متماكب موضعي و تماكب وظيفي لكل من المركبات التالية :



التمرين الثالث :

لدينا المركب العضوي التالي : $\text{CH}_3\text{-CHCl-CHCl-C}_2\text{H}_5$

1- عين عدد ذرات الكربون غير المتناظرة C^* في هذا المركب و استنتج عدد المتماكبات الفراغية .

2- مثل بإسقاط فيشر مختلف المتماكبات الفراغية و مثل العلاقات الموجودة بينها

التمرين الرابع :

هل التماكب الهندسي (Z) و (E) موجود في المركبات الآتية . مثل تماكباتها في حالة وجودها .



التمرين الخامس :

لدينا المركب التالي : $\text{CH}_3\text{-CH=C(CH}_3\text{)-CHOH-CH}_3$

1- يمتاز هذا الجزيء بنوعين من التماكب الفراغي ، ما هما ؟ برر إجابتك .

2- مثل المتماكبات الفراغية المرافقة لكل نوع .

- يعتبر البترول أهم مصدر للطاقة
- أذكر بعض منتجات البترول
 - أذكر طرق فصل هذه منتجات البترول

1- ما هو البترول ؟ :



1.1- تعريفه :

- ☞ البترول (Petroleum) مصطلح لاتيني مكون من (petra) بمعنى صخر (rock) و (oleum) بمعنى زيت (oil) و يطلق كذلك على البترول اسم الذهب الأسود .
- ☞ البترول سائل زيتي ، لزج ، قابل للاشتعال ، له رائحة مميزة ، لونه بين الأصفر الباهت إلى البني القاتم والأسود . غني بالطاقة و هو أهم مصادر الطاقة في العالم .
- ☞ البترول أقل كثافة من الماء ($d : 0.83 + 0.97$) . درجة انصهاره ($T_{Fus} : - 20 , + 10 \text{ } ^\circ\text{C}$) حسب كمية المواد الصلبة الموجودة فيه .

2.1- تاريخ البترول :

- ☞ يظهر أحيانا على سطح الأرض في بعض المناطق على شكل برك نفطية، عرفه القدماء في صورته الخام، واستخدموه في الإضاءة، والبناء، وطلاء السفن، كما استخدم في علاج بعض الأمراض، ويعتبر البترول مصدر مهم لصناعة العديد من المركبات والمنتجات الكيميائية، كالمذيبات، والأسمدة، والمبيدات الحشرية، والبلاستيك وغيرها.
- ☞ تم حفر أول بئر بترول في الصين في القرن الرابع الميلادي، أما التاريخ الحديث للنفط فقد بدأ في بولندا في عام 1853 عندما اكتشفت عمليات تقطير النفط الخام، وفي الولايات المتحدة بدأت الصناعة النفطية باكتشاف ادوين درايك (Edwin Drake's) للنفط في عام 1859 م بولاية بنسلفانيا .

3.1- أصل البترول :

- ☞ تخمر المواد العضوية الحيوانية أو النباتية في قاع البحار و المحيطات منذ مئات آلاف السنين وتحللها بتحولات كيميائية بطيئة، و تحت درجات حرارة تتراوح بين : $100-150 \text{ } ^\circ\text{C}$ و ضغط يتراوح بين : $300 - 1500 \text{ bars}$

($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$) ، يتشكل خليط من بترول (نפט) ، غاز طبيعي و ماء مالح، يتجمع هذا الخليط في جيوب صخرية تدعى بخزانات. يتم استخراجها بعملية الحفر في مناطق مختلف من العالم .

تبدأ عملية الاستخراج بالحفر إلى أعماق بعيدة ، يندفع البترول إلى الأعلى تلقائياً في كثير من الحالات بسبب وجود الغاز الطبيعي ووقوع البترول تحت ضغط عال، فطبقة البترول في العادة تكون محصورة بين طبقة الغاز التي تعلوها وطبقة الماء التي توجد أسفل منها.



حفارة بترول



محطة تكرير البترول

4.1- تركيب البترول :

- ✦ تركيب البترول (النفط) يتغير من منطقة إلى أخرى و لكنه يتكون دائما من عدة مئات من فحوم هيدروجينية معظمها مشبعة (**الكانات**) منها ما هو غاز : ميثان ، إيثان ، بروبان ، بوتان ، منها ما هو سائل : البنزين (essences) و منها ما هو صلب : الزفت (Bitume) .
- ✦ يحتوي البترول الخام في بعض الآبار كذلك على فحوم هيدروجينية **غير مشبعة** ($C=C$) أو فحوم هيدروجينية **عطرية** (أروماتية) كما هو الحال بالنسبة للنفط الأندونيسي .
- ✦ يحتوي البترول كذلك على أنواع كيميائية أخرى مثل ثنائي أزوت N_2 ، ثنائي أكسجين O_2 ، الكبريت **S** و بعض المعادن مثل النيكل **Ni** و ذلك بنسبة قليلة لا تتعدى 1% .

التركيب الكتلّي المنوي لبعض أنواع البترول					
Résidus بقايا ثقيلة	Gazole مازوت	Kérosène كبروزان	Essences بنزينات	Gaz غازات	Provenance المصدر
38	22	21	19	0	الجزائر
51	16	14	17	2	الكويت
74	19	0	7	0	فنزويلا

2 - تكرير البترول :

يقصد بتكرير البترول فصله إلى مكوناته المتعددة القابلة للاستهلاك بالاعتماد على الخواص الفيزيائية مثل درجة الغليان و يتم ذلك باستعمال سلسلة من عمليات الفصل .

1.2- المعالجة الأولية :

تشمل التخلص من الماء والأملاح المصاحبة للنفط، وهي خطوة مهمة تسبق عملية التقطير لكون وجود الماء والأملاح في برج التقطير يسبب مشاكل خطيرة، فقد ينتج عن وجود الماء انفجار برج التقطير للضغط الهائل الذي ينتج من تبخر الماء، أما الأملاح فتسبب تآكل (corrosion) الحديد المصنوع منه مادة البرج.

2.2- عمليات التقطير :

تعتمد على اختلاف درجات غليان مكونات البترول .

1.2.2- التقطير التجزيئي تحت الضغط العادي :

(Distillation fractionnée sous pression atmosphérique)

يتمثل في تجزئة البترول الخام إلى عدة مجموعات من فحوم هيدروجينية ذات درجات غليان متقاربة

(بنزينات ، كبروزان ، مازوت ، ...) . الشكل (1)

يتم التقطير داخل برج كبير طوله (50 - 60m) ، قطره (7m) يحتوي على حوالي 50 طابق

مكونة من كفات و يكون في عمل مستمر . الشكل (1)

يزود هذا البرج من الأسفل بالبترول الخام المسخن حتى 380°C ، عندما تصعد أبخرة البترول عبر البرج فإن المركبات الأقل تطايرا تكثف و تتحول إلى سوائل تتجمع في مختلف الكفات ، بينما المركبات الأكثر تطايرا تستمر في التصاعد حتى تخرج من أعلى البرج على شكل غازات . كل كفة في البرج تمتلك فتحات تسمح بنزول السائل الذي تجمع فيها . الشكل (3)

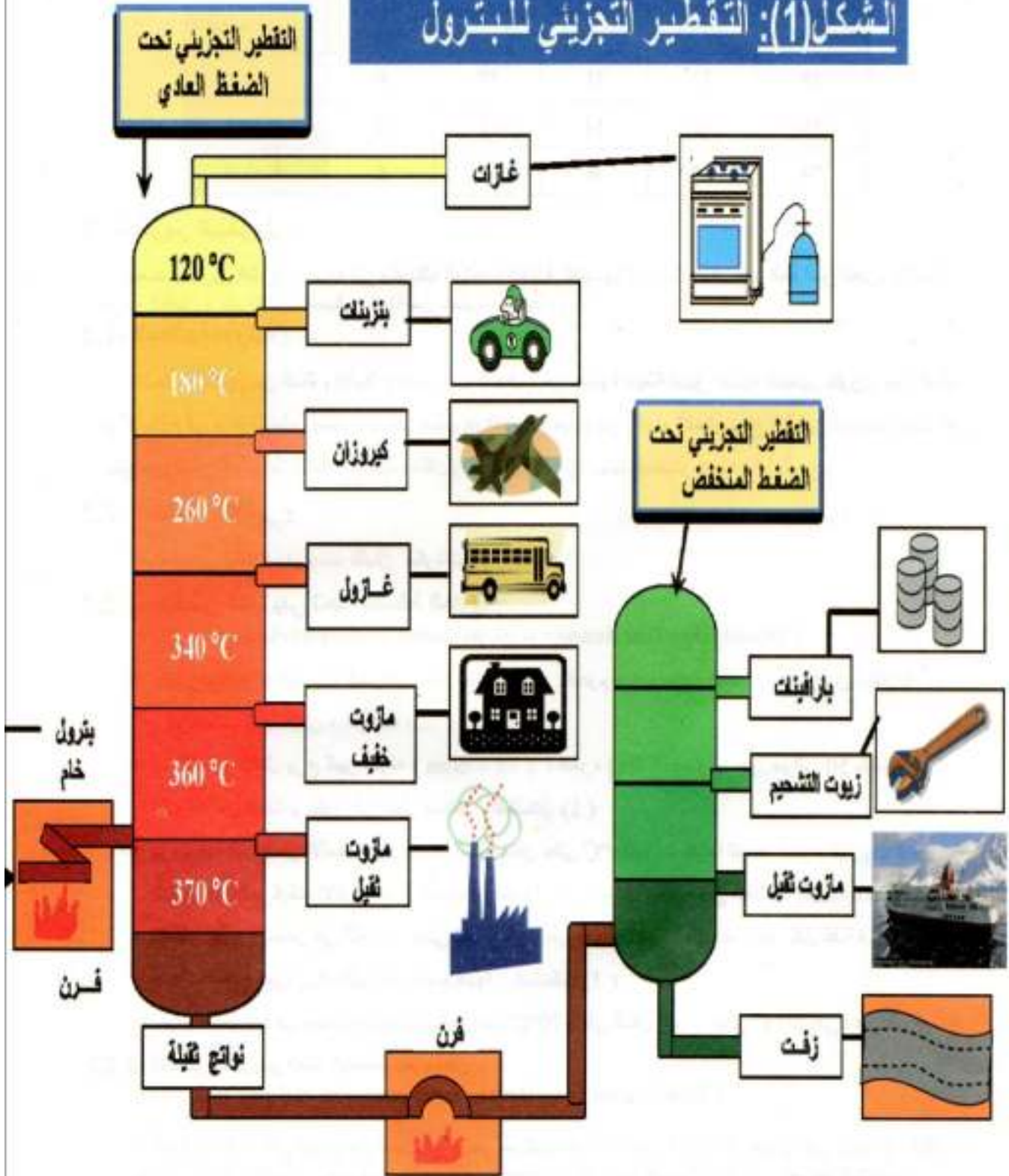
درجة الحرارة في مختلف الكفات تتناقص من 370°C في أسفل البرج حتى 80°C في أعلى البرج .

2.2.2- التقطير التجزيئي تحت الضغط المنخفض :

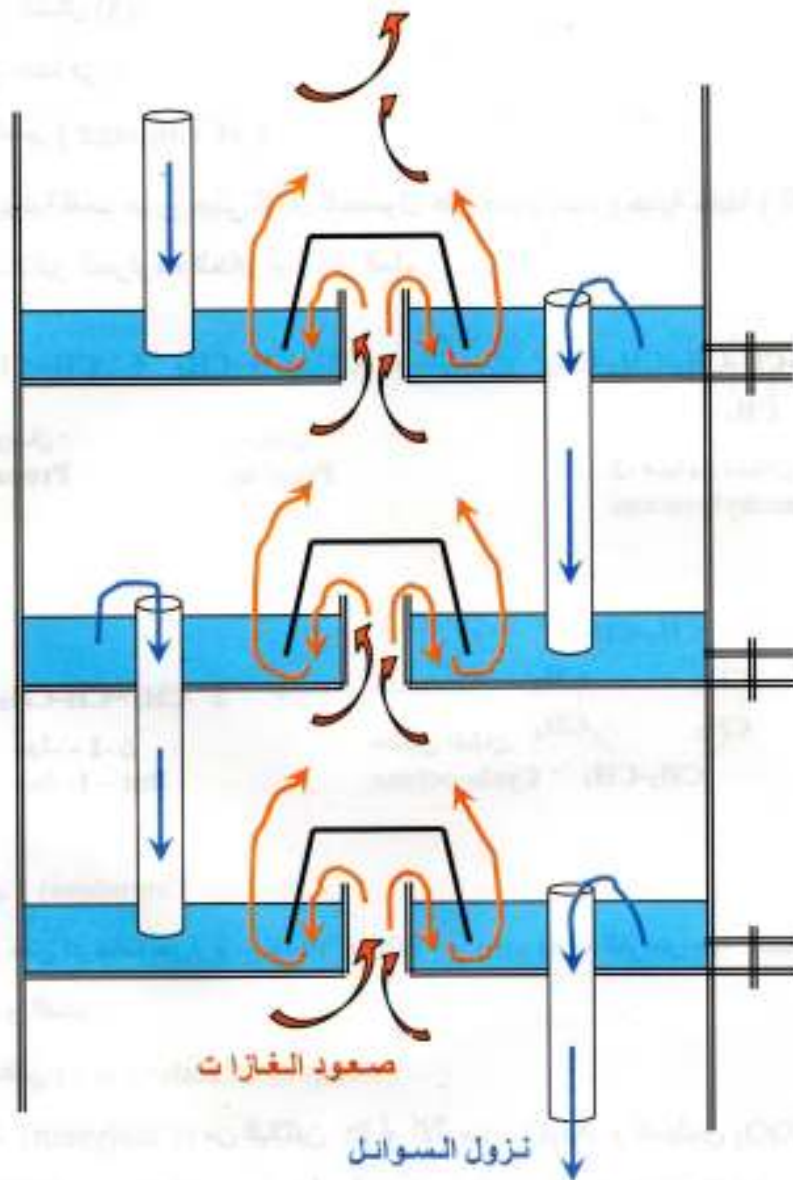
(Distillation fractionnée sous pression réduite)

النواتج الثقيلة التي تخرج من أسفل البرج هي مركبات قليلة التطاير (درجات غليانها كبيرة جدا) ، لذلك توجه نحو برج التقطير تحت ضغط منخفض (0.01 bar) ليتم فصلها ، علما أن الضغط المنخفض يسمح بتخفيض درجات غليانها . الشكل (1)

الشكل (1): التقطير التجزيئي للبترول



الشكل (2) : مقطع من برج التقطير



نزول السوائل

صعود الغازات

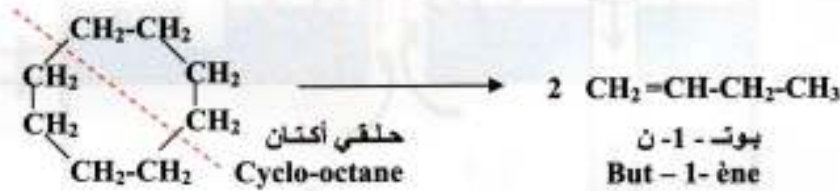
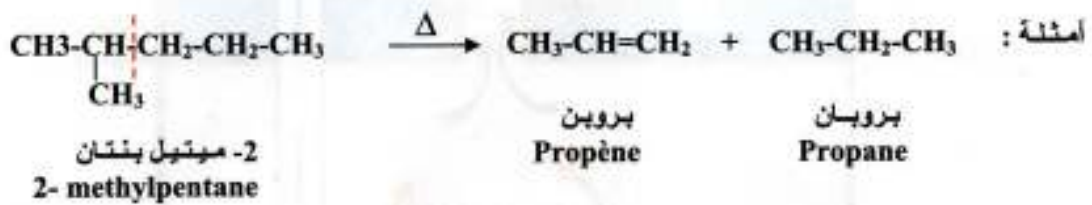
3.2- التحولات الكيميائية على مشتقات البترول :

تجرى على بعض المركبات الناتجة عن تقطير البترول تحولات إضافية تسمح بتحسين خواصها و جعلها قابلة للتسويق و الاستهلاك . الشكل (3)

تتمثل هذه التحولات عادة في :

1.3.2- التحطيم أو التكسير (Craquage) :

تكسر السلسلة الكربونية لفحم هيدروجيني ثقيل للحصول على فحوم هيدروجينية خفيفة (ذات سلاسل كربونية قصيرة) ، يتم ذلك تحت تأثير الحرارة ، الحافز أو بخار الماء .



أ- التحطيم الحراري : (Craquage Thermique)

يحتاج إلى التسخين حتى درجات حرارة مرتفعة (800°C) و 50 atm ، الغرض منه الحصول على غازات النفط و الوقود الخفيف و الفحم .

ب- التحطيم الوسيطى : (Craquage Catalytique)

يتم بوجود وسيط (Catalyseur) من البلاتين Pt أو الألومين Al₂O₃ و السيليس SiO₂ ، و هو ذو فائدة إذ يتطلب طاقة قليلة (500°C) و يسمح بالحصول على البنزين من النوع الممتاز (Super) إلى جانب المازوت الخفيف و السنت غازية .

ج- التحطيم ببخار الماء : (Vapocraquage)

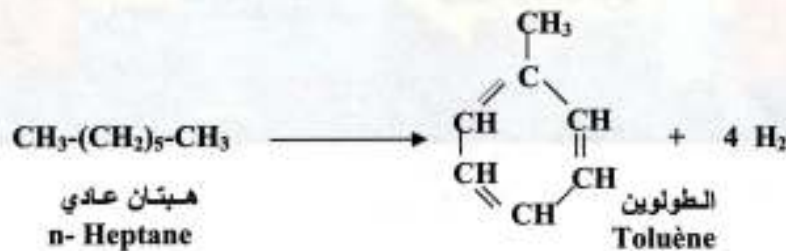
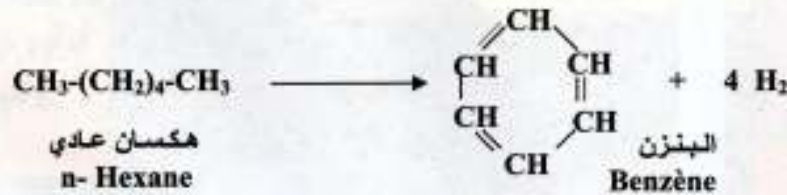
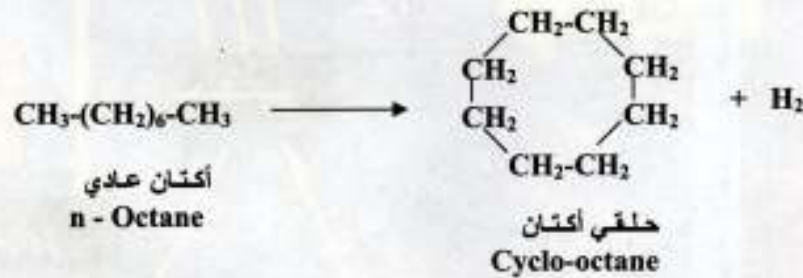
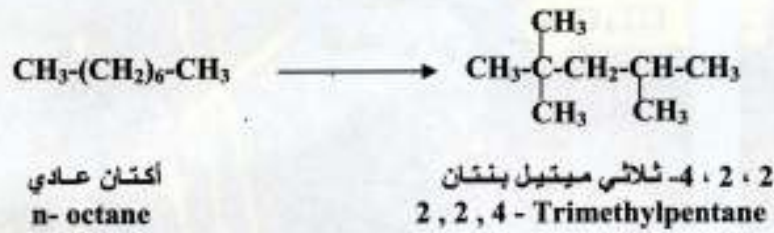
يوجد بخار الماء تحت درجة حرارة مرتفعة (800°C) و ضغط متوسط فإن هذا التحطيم يسمح بالحصول على فحوم هيدروجينية أروماتية مثل البنزين C₆H₆ و إيتيلينية مثل : C₂H₄ و C₃H₈ .

2.3.2- إعادة التشكيل (Reformage)

يمكن أن يؤدي تأثير الحرارة بوجود (وسيط)، على فحم هيدروجيني مشبع (الكان) خطي إعادة ترتيب لذرات الكربون و تحويله إلى :

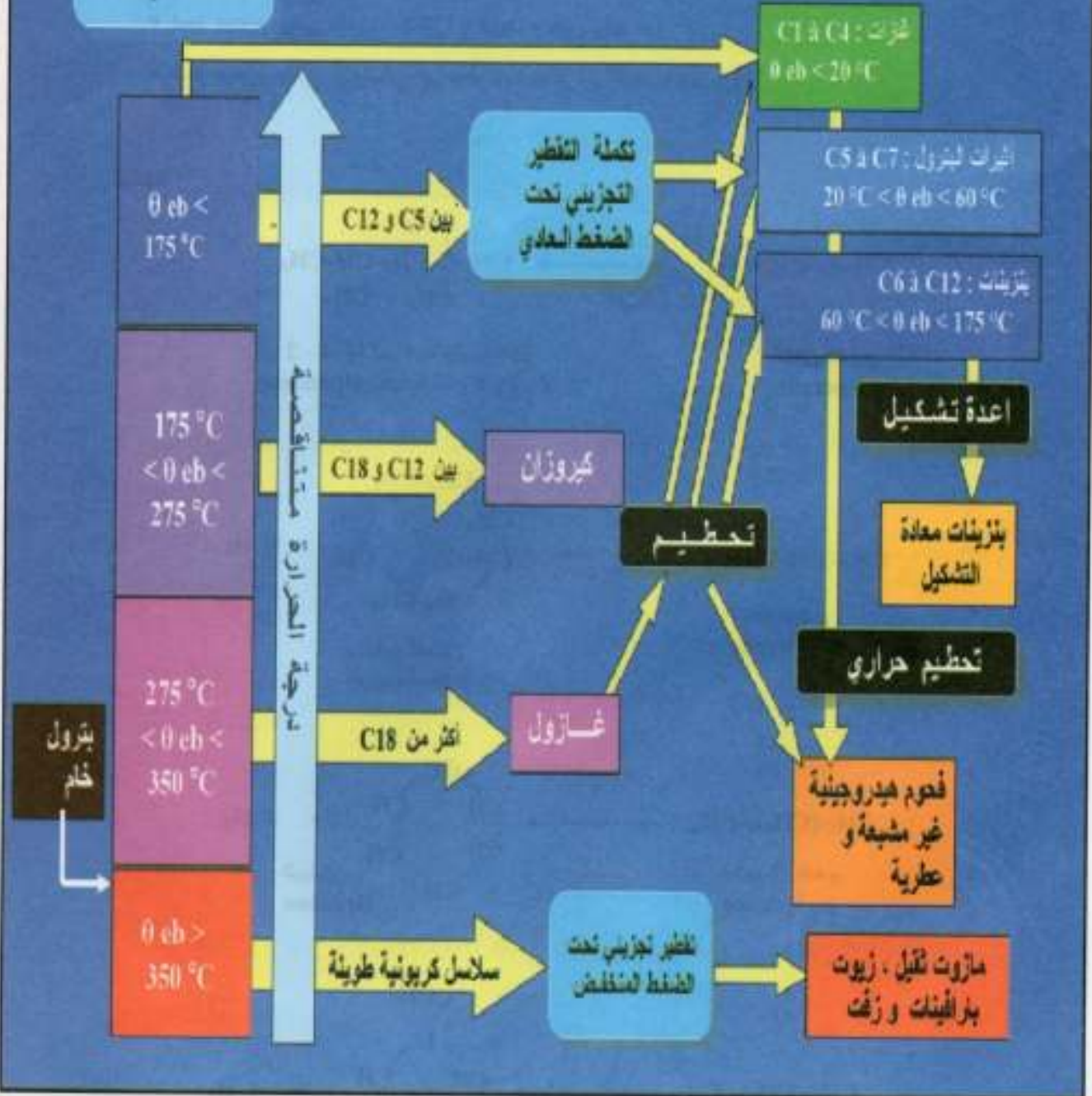
- فحم هيدروجيني متفرع : دون أي نزع
- فحم هيدروجيني حلقي : بانتزاع الهيدروجين H_2
- فحم هيدروجيني أروماتي أو عطري : بانتزاع الهيدروجين H_2

أمثلة :



الشكل (3) : تكرير البترول

التقطير التجزيبي تحت الضغط العادي



3 - مفهوم معامل الأوكتان:

« إن مردود المحرك يزداد بارتفاع نسبة انضغاطه ، لكن كلما زاد هذا الأخير استلزم أن تكثر في الوقود المستعمل مكونات قادرة على تحمل هذا الضغط. هذه الخاصية تقاس بـ " معامل الأوكتان " « Indice d'octane ».

« في سنة 1927م تم اختيار مركبين في خليط البنزين " Essence " كمرجع هما :

- الهبتان العادي $CH_3-(CH_2)_5-CH_3$ الذي يتبخر بسرعة داخل المحرك فيحترق قبل الأوان مما

يحدث قرقرة " Cognement , Cliquetis " لذلك منح له معامل أوكتان يساوي الصفر

- 2، 2، 4 - ثلاثي ميثيل بنتان $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ الذي لا يحترق



إلا عند ضغط كبير لذلك منح له معامل أوكتان = 100 .

« المقصود بالقرقرة هو الصوت الذي يحدثه المحرك نتيجة احتراق خليط البنزين والهواء قبل الأوان عند الانضغاط مما يتسبب في ضياع كمية من الطاقة وللتغلب على هذه الظاهرة تم إضافة مواد إلى الوقود لها القدرة على إزالة أسباب القرقرة أي رفع معامل الأوكتان.

« المركب الذي استعمل هو رابع إيثيل الرصاص $Pb(C_2H_5)_4$ لكن تبين أن هذا المركب سام وخطير على صحة الإنسان لذلك يجب التعامل معه بحذر.

« حاليا توجد أنواع أخرى من الوقود ذات معامل أوكتان أكبر من 100 وهي أكثر مقاومة للقرقرة من

2، 2، 4 - ثلاثي ميثيل بنتان .

الوقود	معامل الأوكتان
n-heptane $(CH_3-(CH_2)_5-CH_3)$	0
2,4-diméthylpentane $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	83
Euro 95	95
Euro 98	98
2,2,4-triméthylpentane $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	100
Benzène البنزن 	117
Toluène (تولوين) 	119

4- تأثير البترول على البيئة :

يعتبر النفط من أهم الملوثات البيئية سواء في البرّ أو البحر ، ويصحب عملية استخراج النفط مخاطر تلوث في أغلب الأحيان ، وخاصة عندما يستخرج من قاع البحر ، حيث تتأثر الكائنات الحية التي تعيش في تلك المناطق بشكل كبير ، هذا بالإضافة إلى الحوادث التي تتعرض لها ناقلات النفط العملاقة والتي ينجم عنها تعرض مناطق واسعة للتلوث النفطي . ولا ننسى أيضاً التلوث النفطي الناتج عن الحروب ، مثل التلوث الهائل الذي شمل الخليج العربي والمناطق القريبة منه إبان الحرب بين الكويت و العراق في عام 1991 م .



صور تعبر عن التلوث الناتج من البترول

بحث حول طريقة صناعية

تكوين أفواج صغيرة من المتعلمين

يقترح عليهم اختيار بحث من بين المواضيع الآتية :

- بحث حول تحضير أحد مشتقات البترول

يعتبر البترول مصدر مهم لصناعة العديد من المركبات والمنتجات الكيميائية لذا نقترح إنجاز بحث على بعض منتجات البترول نذكر منها

(1) الأسمدة الفلاحية

(2) الكير وزان وقود الطائرات

(3) مازوت وقود سيارات الديزل

(4) بنزينات وقود سيارات البنزين

(5) زيوت المحركات

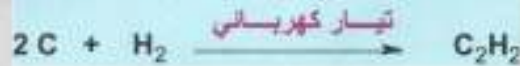
(6) زيوت التشحيم

تحضير الأسيتلين

يعتبر الإستلين من الفحوم الهيدروجينية كثيرة الاستعمال في الصناعة
- ما هي المراحل الكبرى اللازمة للتحضير الإستلين

1- تعريف الأسيتلين :

- الأسيتلين فحم هيدروجيني غير مشبع (ألسين) صيغته العامة C_2H_2 و صيغته المفصلة $H-C\equiv C-H$
- هو غاز عديم اللون و الرائحة، كثير الالتهاب، كثافته $d = 0.96$ أخف من الهواء، يتميع عند $T = - 83.6^\circ C$ ، يتجمد عند $T = - 85^\circ C$ ، قليل الانحلال في الماء وكثير الانحلال في الأسيتون .
- هو غاز قليل الاستقرار إذ يتفكك بسهولة محدثا انفجار إذا تجاوز الضغط 1400 كيلو باسكال Pascal لذلك يحفظ منحلا في الأسيتون .
- الأسيتلين لا يتواجد في الطبيعة و إنما يحضر انطلاقا من مواد أخرى و أول من قام بتصنيعه **Berthelot** سنة 1862 باستعمال قوس كهربائي بين مسرى من الفحم و غاز الهيدروجين.



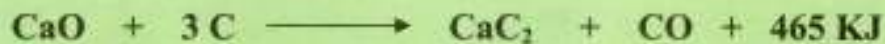
2- الطرق الصناعية لتحضير الأسيتلين:

1.2- انطلاقا من الفحم الحجري و الكلس : في مرحلتين هما :

أ- تحضير فحم الكالسيوم CaC_2 (أو كربيد الكالسيوم) : الشكل (I)

باستعمال الفحم الحجري C (Coke) و الكلس CaO (La chaux) داخل فرن كهربائي عند $1800^\circ C$

إلى $2000^\circ C$:



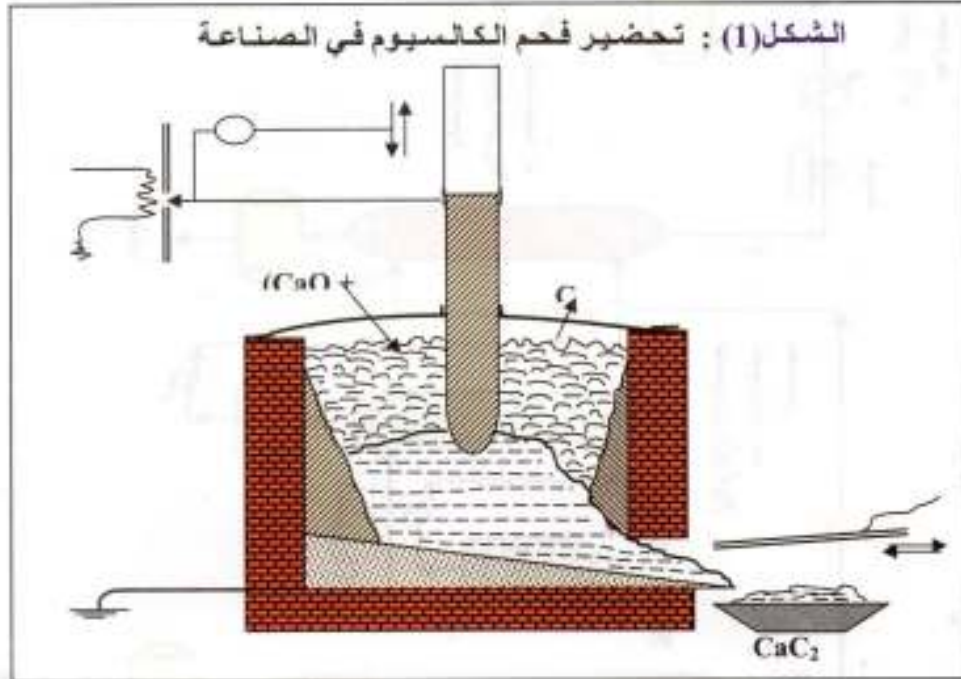
- داخل فرن كهربائي مغلق مصنوع من الأجر العازل و مزود بمساري من الفحم (Electrodes) مغذية بتيار

متناوب شدته 10 A تحت جهد من 100-250 V يتم تعبئة المزيج فحم - كلس .

- تغمس المساري تدريجيا داخل المزيج : فحم - كلس فتقوم بتسخينه حتى الانصهار عندئذ يحدث تفاعل ينتج

عنه فحم الكالسيوم و غاز أحادي أكسيد الفحم .

- فحم الكالسيوم CaC_2 السائل يخرج من الفتحة الموجودة في قاع الفرن، يستقبل داخل قوالب أين يبرد لمدة ساعة إلى ساعتين ثم يخرج من القوالب للكسر و السحق ، أما الغاز CO فيتجمع في أعلى الفرن ليحرق فيما بعد (لتوفير الطاقة).

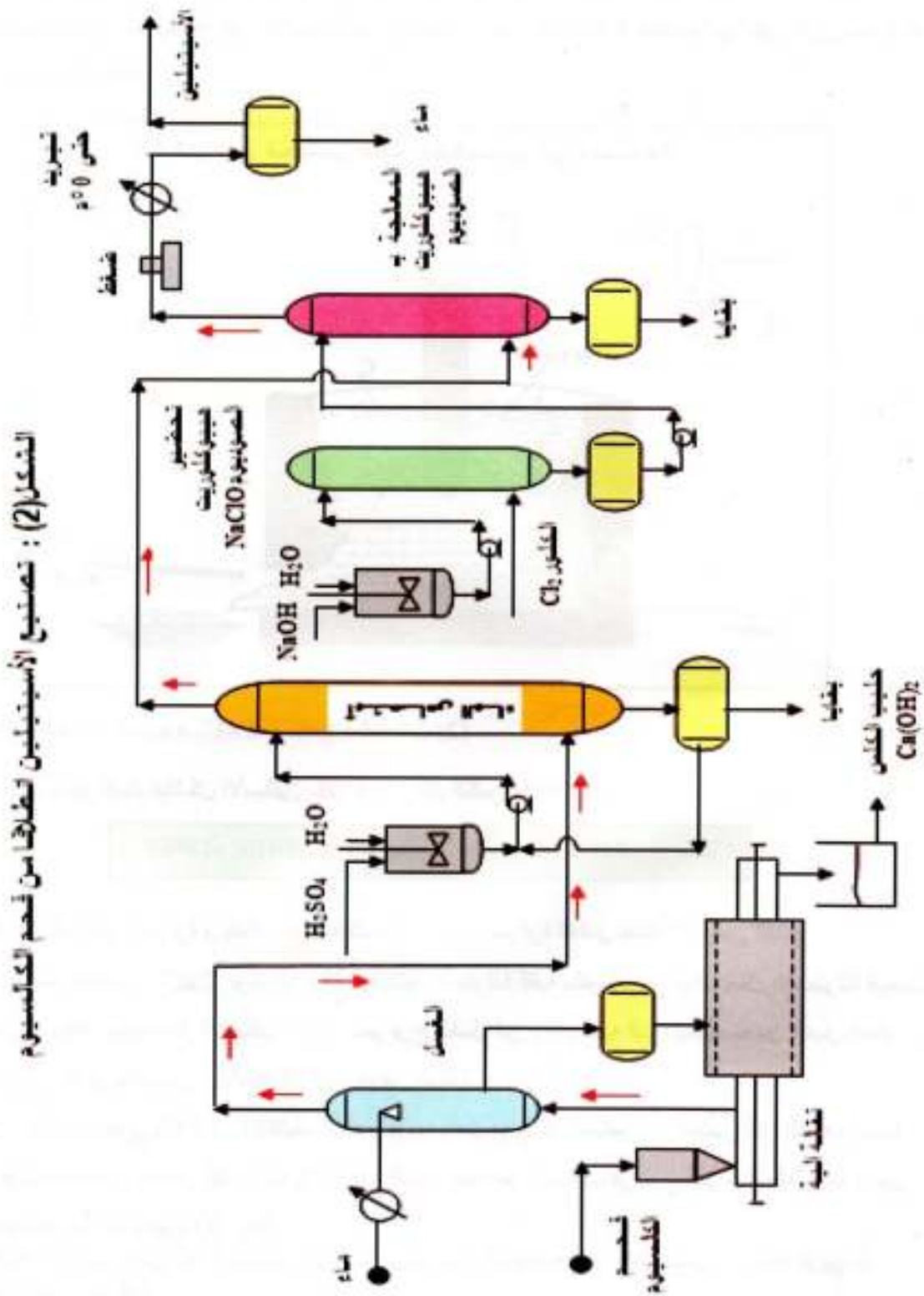


ب- إماهة فحم الكالسيوم CaC_2 الناتج : الشكل (2)

يحدث بتأثير الماء فيتشكل الأسيتلين C_2H_2 و رائق الكلس $Ca(OH)_2$:



- هذا التفاعل ناشر للحرارة و يتطلب مراقبة شديدة لدرجة الحرارة لتفادي تفكك الأسيتلين الناتج .
- يدخل فحم الكالسيوم CaC_2 بواسطة نقالة آلية داخل أسطوانة أفقية متقوية، يبخ الماء داخل الأسطوانة فيحدث تفاعل الإماهة. يوجه غاز الأسيتلين الناتج نحو برج الغسل أين يرش عليه الماء لتخليصه من الغبار العالق به، أما رائق الكلس ينقل خارج الأسطوانة نحو حوض استقبال.
- يبرد الأسيتلين حتى $(-10^{\circ}C)$ لتكثيف الماء و يوجه داخل برج الامتصاص أين تمتص آثار الماء بواسطة محلول مخفف من حمض الكبريتات H_2SO_4 ، ثم تتم تنقيته من الشوائب في برج آخر بواسطة محلول من هيبوكلوريت الصوديوم $NaClO$.
- يضغط ثم يبرد حتى $0^{\circ}C$ للتخلص مرة أخرى من آثار الماء و يخرج جاهز للتسويق نسبة الرطوبة فيه أقل من 0.4 % .
- هذه الطريقة تحتاج الى التعامل مع كميات كبيرة من مواد صلبة (الفحم الحجري و الكلس) و تستهلك كمية كبيرة من الطاقة باعتبار أن التفاعل ماص للحرارة و بالتالي فهي غير مجيدة اقتصادياً .



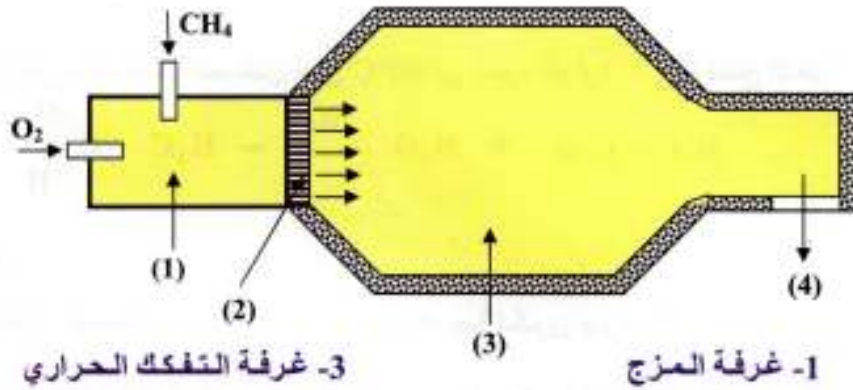
2.2 - التفكك الحراري للميثان (Pyrolyse Oxydante)

- ☞ هذه الطريقة هي الأكثر استعمالا حاليا لكنها أقل استهلاكاً للطاقة و تكون الميثان أقل تكلفة .
- ☞ ينتج الأسيتلين عن تفكك الميثان CH_4 عند درجة حرارة أكبر من $1300\text{ }^\circ\text{C}$ بطريقة القوس الكهربائي :



- ☞ يستخدم الأكسجين O_2 ليؤكسد جزءا من الميثان CH_4 المستعمل و تستغل الحرارة الناتجة من هذا التفاعل لتحقيق التفكك الحراري للجزء الآخر من الميثان : الشكل (3) :

الشكل 3 : التحطيم الحراري المؤكسد للميثان



1- غرفة المزج 2- غرفة الاحتراق (Bruleur) 3- غرفة التفكك الحراري

- ☞ يمزج الميثان CH_4 مع الأكسجين O_2 بنسبة 1.6 إلى 2 في الغرفة (1) وتكون درجة الحرارة ما بين $400\text{ }^\circ\text{C} - 600\text{ }^\circ\text{C}$ ثم يحرق المزيج في الغرفة (2) حسب التفاعلات التالية :



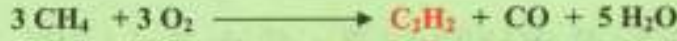
- ☞ يرسل الميثان المتبقي إلى غرفة التفكك الحراري (3) حيث يتم تثبيت الحرارة ما بين $1300\text{ }^\circ\text{C} - 1500\text{ }^\circ\text{C}$ حسب التفاعل التالي :



- ☞ لمنع تفكك الأسيتلين C_2H_2 الناتج يتم تبريده بسرعة إلى حوالي $300\text{ }^\circ\text{C}$ بعملية التبريد (La trempe)

3.2- نزع الهيدروجين من الأسيتلين C_2H_2 :

4.2- بالاحتراق الجزئي للميثان CH_4 عند $1500\text{ }^\circ\text{C}$:



3- بعض تفاعلات الأسيتلين :

1.3- تفاعل الاحتراق :

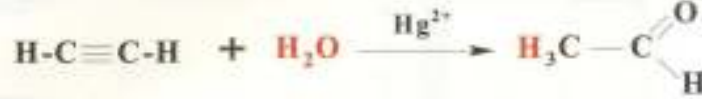
يحترق الأسيتلين بشدة مع الأكسجين ، التفاعل ينشر حرارة كبيرة قدرها 1300 KJ/mol .
يستفاد من هذه الحرارة في الحملاج الأكسي أسيتليني لتلحيم المعادن وقصها.



2.3- تفاعلات الضم :

أ- ضم الماء :

يمرر الأسيتلين النقي على الماء المسخن حتى $80\text{ }^\circ\text{C}$ في وجود شوارد Hg^{+2} لينتج الدهيد

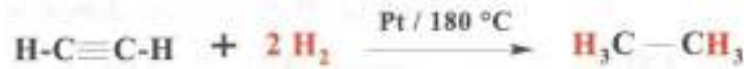


ب- ضم الهيدروجين:

بوجود وسيط قليل الفعالية مثل (Pd) فان الهدرجة تكون جزئية :



أما بوجود وسيط أكثر فعالية (Pt ، Ni $180\text{ }^\circ\text{C}$ م) فان التفاعل يكون تاما.



4- أهمية الأسيتلين :

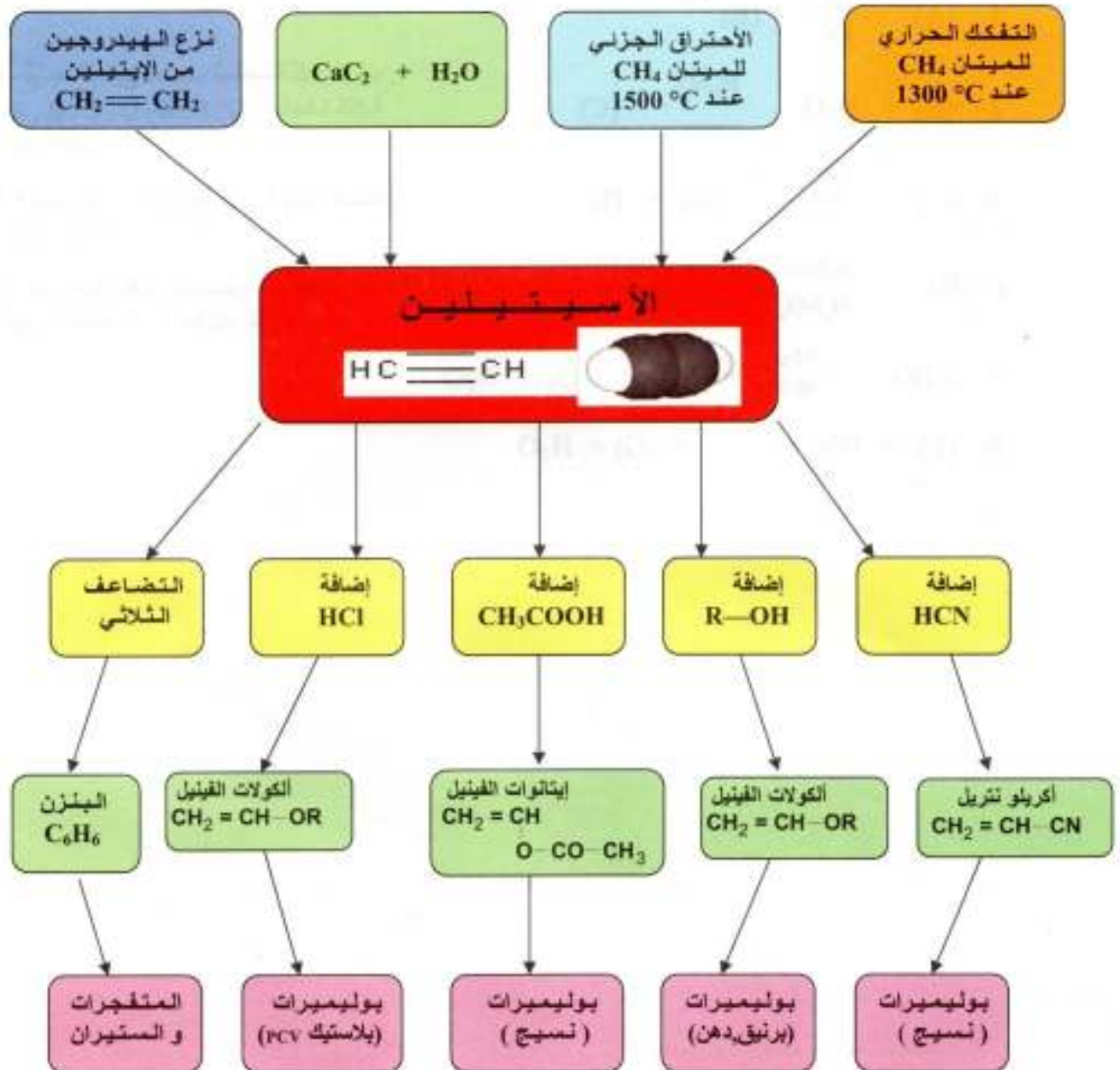
الأسيتلين وقود جيد ، عند احتراقه يعطي حرارة شديدة تستعمل في تلحيم المعادن حتى تحت الماء، وكذلك

في مصابيح المناجم (Lampes de carrière) ، كما يعتبر الأسيتلين مادة أولية لصناعة العديد من المركبات

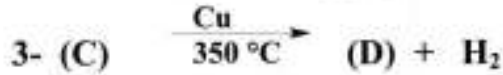
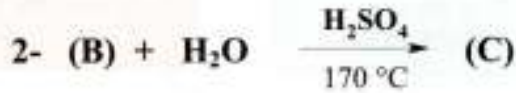
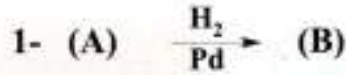
العضوية . الشكل (4)



الشكل (4) : أهمية الأسيتيلين



تمرين: انطلاقا من الأسيتيلين (A) نحدث سلسلة من تفاعلات كيميائية هي :



1- أوجد الصيغ نصف المفصلة للمركبات :
بإعادة كتابة G , F , E , D , C , B , A
التفاعلات .

2- كيف يكون ناتج التفاعل (1) إذا استبدلنا
Pt بـ Pd .

3- اقترح طريقتين لتحضير الأسيتيلين في
الصناعة بكتابة تفاعلات كل طريقة .

الوظيفة	الصيغة العامة	المجموعة الفعالة	التسمية النظامية	أمثلة
كحول	$C_nH_{2n+2}O$	$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array} OH$	ألكان-رقم-ول Alcan-x-ol	$CH_3-CHOH-CH_3$ بروبان-2-ول
الدهيد	C_nH_{2n}	$\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ H \end{array}$	الكاتال Alcanal	$CH_3-CH(CH_3)-CHO$ 2 - ميتيل بروبتال
سيتون		$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \backslash \\ \end{array}$	الكان - رقم - ون Alcan-x-one	$CH_3-CO-(CH_2)_2-CH_3$ بنتان-2-ون
حمض كربوكسيلي	$C_nH_{2n}O_2$	$\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ OH \end{array}$	حمض ألكانويك Acide alcanonique	$CH_3-(CH_2)_2-COOH$ حمض البوتانويك
أستير		$\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ O- \end{array}$	ألكانوات الألكيل Alcanoate d'alkyl	$CH_3-CO-O-CH_3$ ايتانوات الميثيل

تمارين تطبيقية

التمرين (1) :

1- يتفاعل 6.7 g من كحول (A) مع 5.4 g من حمض الأيتانويك CH_3COOH بوجود H_2SO_4 نتحصل على 9.10^{-3} mol من أستير (B). علما أن المزيج حمض - كحول متساوي المولات :

- أوجد الصيغة الجزيئية العامة للكحول (A).
- مثل كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة للكحول (A) و أعط اسم وصنف كل منها.
- احسب مردود تفاعل الأسترة الحادث و استنتج صنف الكحول (A) و صيغته نصف المفصلة الحقيقية.
- اكتب معادلة تفاعل الأسترة.

2- حذف الماء من الكحول (A) في الطور السائل يؤدي إلى ألسن (C).

- ما هي شروط هذا التفاعل ؟
- أعط الصيغة نصف المفصلة للألسن (C) بكتابة معادلة التفاعل الحادث.

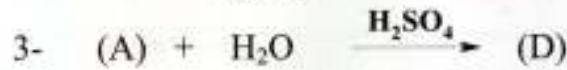
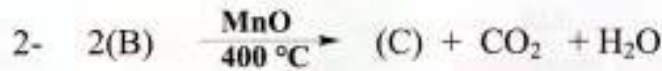
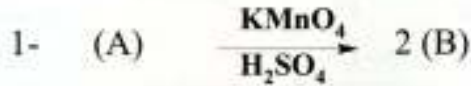
3- أكسدة الألسن (C) بوجود AgO عند $200^\circ C$ يعطي مركب (D) الذي هو عديم الأستقرار بوجود الماء إذ يتحول بسرعة إلى مركب (E).

- اكتب معادلات تشكيل المركبين (D) و (E) موضحا صيغتهما نصف المفصلة.

التمرين (2) :

1- لدينا السن (A) صيغته العامة C_4H_8 و يمتاز بتماكب هندسي .
- أوجد الصيغة نصف المفصلة لهذا الألسن و مثل متماكباته الهندسية .

2- انطلاقا من الألسن (A) ننجز سلسلة من تفاعلات كيميائية هي :



أ- اوجد الصيغ نصف المفصلة للمركبات : B , C , D , E بإعادة كتابة التفاعلات .

ب- ماذا يعطي المركب (C) مع الـ DNPH و مع كاشف طولنس .

ج- اذا كان المركب (F) متماكب وظيفي مع المركب (C) اعطي صيغته نصف المفصلة .

ماذا يعطي هذا المركب مع الكاشفين DNPH و طولنس .

د- ما نوع التماكب الفراغي الذي يمتاز به المركب (D) ؟ برر اجابتك . مثل متماكباته الفراغية .

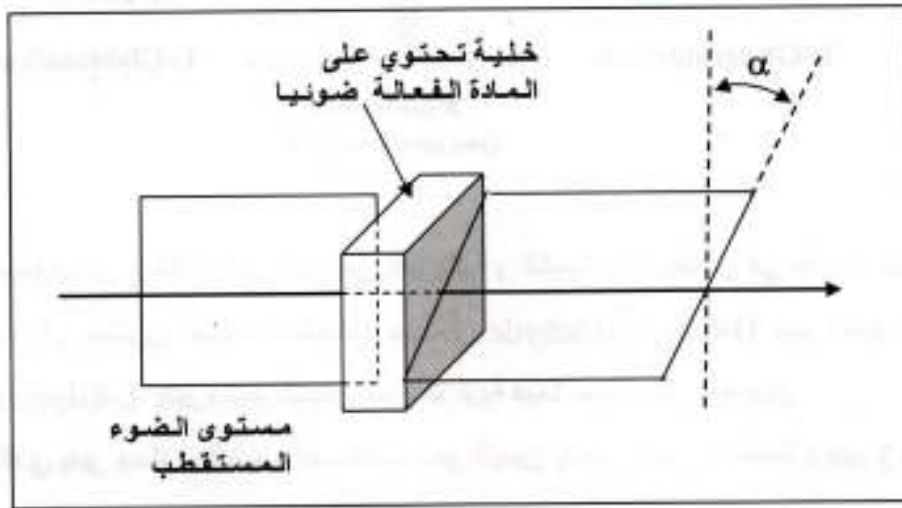
النشاط الضوئي

تمهيد:

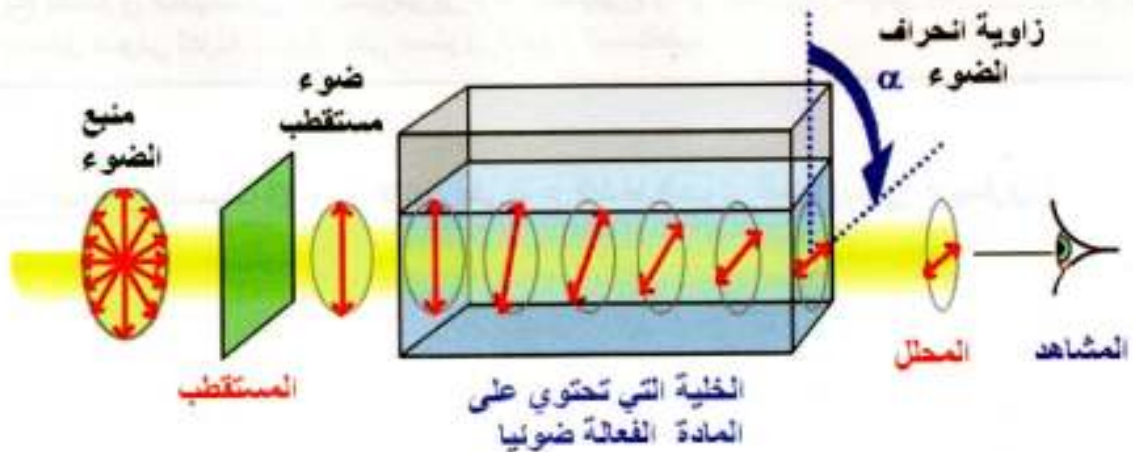
النشاط الضوئي أو الفعالية الضوئية خاصية فيزيائية تتميز بها الجزيئات العضوية التي تمتلك صفة الكيرالية من بينها الجزيئات التي تمتلك كربون غير متناظر C^*

1- تعريف النشاط الضوئي: (Activité Optique)

يمثل النشاط الضوئي لمادة قدرتها على تحريف مستوى الضوء المستقطب نحو اليمين (+) أو نحو اليسار (-) بزاوية α تدعى بالقدرة الدورانية (Pouvoir rotatoire)



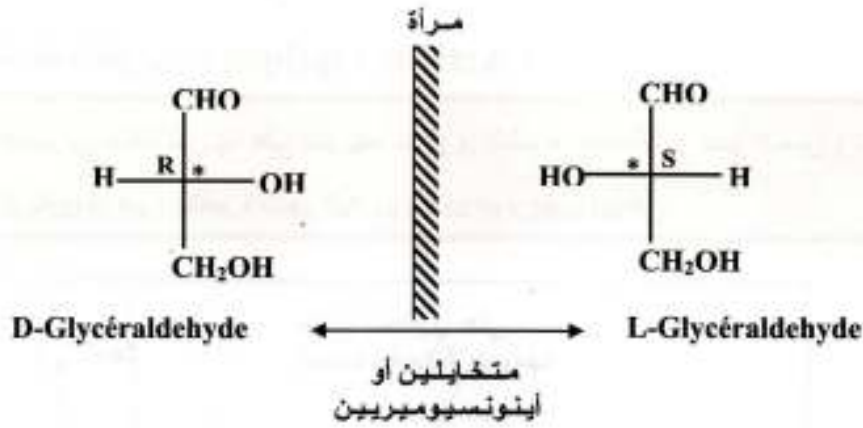
لكي يكون جزيء نشط أو فعال ضوئياً يجب أن يكون كيرالي (لا ينطبق مع صورته في المرآة)



2- المتماكبات الضوئية :

كل جزيء كيرالي نشط ضوئيا لذلك تدعى متماكباته الفراغية بالمتماكبات الضوئية

نعتبر المتماكبات الضوئية لجزيء الغليسريد الدهيد :



هذين الإينونسيوميريين يمتلكان نفس الخواص الفيزيائية و الكيميائية و يختلفان في خاصية فيزيائية واحدة

وهي تأثيرهما على مستوى الضوء المستقطب حيث أن D-Glyceraldehyde يديره نحو اليمين بينما

L-Glyceraldehyde يديره نحو اليسار بنفس الزاوية فهما **متعاكسان ضوئيان**.

الإيزومير الذي يدير مستوى الضوء المستقطب نحو اليمين يدعى **يميني** أو **دكستروجير** (Dextrogyre)

و يرمز له (+) .

الإيزومير الذي يدير مستوى الضوء المستقطب نحو اليسار يدعى **يساري** أو **ليفوجير** (Levogyre)

و يرمز له (-) .

مزيج متساوي الكميات من اينونسيوميريين (أو متخاليلين) يدعى **بالمزيج راسيمي** (Racémique) أو متعادل ضوئي لكونه لا يؤثر على مستوى الضوء المستقطب.

ملاحظة : إن التسميات D و L لا تدل على نوع النشاط الضوئي للمادة (يميني أم يساري).

3- علاقة بيوت (Biot)



جهاز البولاريمتر

القدرة الدورانية α لمادة نشطة ضوئياً مرتبطة بتركيزها (C) بعلاقة بيوت (Biot) :

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^t \cdot d \cdot C$$

C : تركيز المادة النشطة ضوئياً (g / mL ou g / cm³)

d : المسافة التي يقطعها الضوء المستقطب داخل محلول المادة النشطة ضوئياً (الديسمتر: dm) .
و هي تمثل طول خلية البولاريمتر التي تملأ بالمادة النشطة ضوئياً .



خلية البولاريمتر

α : زاوية انحراف الضوء المستقطب بعد عبوره محلول المادة النشطة ضوئياً (°) . يمكن قياسها بجهاز خاص يدعى بالبولاريمتر Polarimètre

$[\alpha]_{\lambda}^t$: القدرة الدورانية النوعية ($\frac{^{\circ}.mL}{g \cdot dm}$) و هي تتعلق بـ :

- نوع المادة الفعالة ضوئياً .
- نوع المذيب المستعمل .
- درجة الحرارة t (تؤخذ عادة 25°C) .
- طول موجة λ الضوء المستعمل . في حالة الضوء الصادر من الصوديوم يرمز له D و طول موجته $\lambda = 5890 \text{ \AA}$

$$[\alpha]_D^{20} = + 52.7 \frac{^{\circ}.mL}{g \cdot dm} \quad \text{أمثلة : - بالنسبة للسكر D- غلوكوز :}$$

$$[\alpha]_D^{20} = - 92.4 \frac{^{\circ}.mL}{g \cdot dm} \quad \text{- بالنسبة للسكر D- فركتوز :}$$

$$[\alpha]_D^{20} = + 66.5 \frac{^{\circ}.mL}{g \cdot dm} \quad \text{- بالنسبة لسكر السكاروز :}$$

تمارين تطبيقية

التمرين (1) : نحضر محلولاً من سكر الغلوكوز بإذابة 5 g منه في 100 cm³ من الماء المقطر . إذا كانت القدرة الدورانية لهذا المحلول $\alpha = + 7.8^\circ$ في أنبوب طوله d= 30 cm أوجد القدرة الدورانية النوعية $[\alpha]_D^{20}$ لهذا السكر .

التمرين (2) : إذا كانت القدرة الدورانية لمحلول من غلوكوز $\alpha = + 5.2^\circ$ عبر أنبوب طوله d= 15 cm

احسب تركيز هذا المحلول بـ g/L و mol/L علماً أن $[\alpha]_D^{20} = + 52 \frac{^\circ \cdot mL}{g \cdot dm}$

التمرين (3) : احسب القدرة الدورانية α لمحلول من سكر الفركتوز تركيزه المولي C = 0.2 mol/L

لدينا : $[\alpha]_D^{20} = - 92 \frac{^\circ \cdot mL}{g \cdot dm}$ و d= 10 cm

السكريات

مقدمة :

السكريات مركبات عضوية طبيعية تتواجد في النباتات التي تقوم بتركيبها انطلاقاً من CO_2 و H_2O ، وهي مركبات ذات أهمية كبيرة من نواحي متعددة فهي من المواد الرئيسية التي تعتمد عليها كثير من الكائنات الحية في الحصول على الطاقة اللازمة لها.

يمكن تعريفها على أنها ألدهيدات كحولية عديدة الهيدروكسيل أو سيتونات كحولية عديدة الهيدروكسيل أو المواد التي يتحللها مائياً تنتج هذا النوع من الألدهيدات أو السيتونات.

كثيراً من السكريات لها الصيغة $(CH_2O)_n$ عندما تكون n تساوي 3 أو أكثر. من الصيغة السابقة أطلق على السكريات اسم هيدرات الكربون أو الكربوهيدرات عندما كان الاعتقاد قديماً أن هذه المركبات يوجد بها الهيدروجين و الأكسجين على حالة ماء ثم بعد ذلك ثبت عدم صحة هذه النظرية و لكن اتخذت هذه التسمية Carbohydrates لتدل فقط على هذه المركبات على الرغم من خطأ نظريتها.

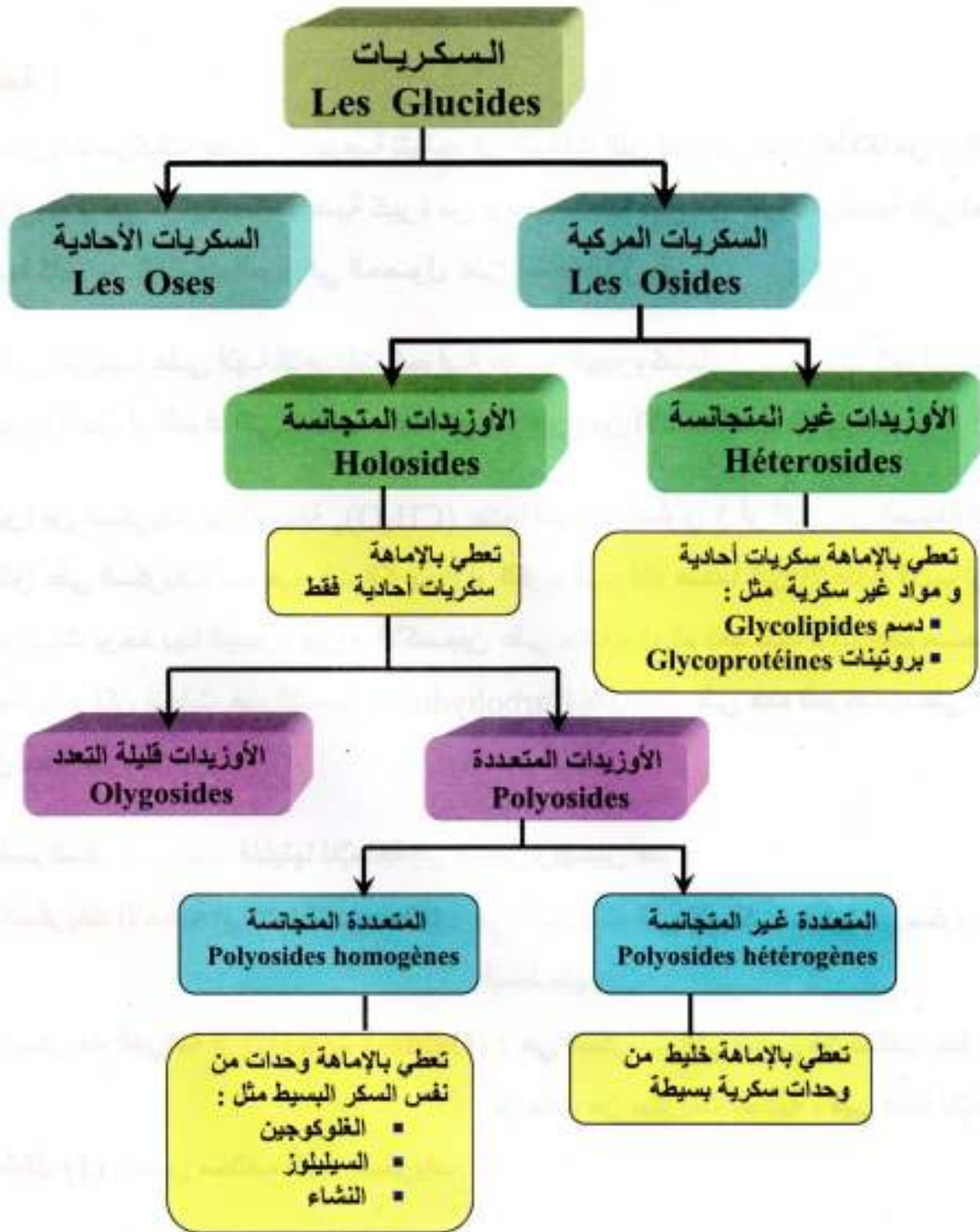
تنقسم السكريات حسب قابليتها للإماهة إلى قسمين رئيسيين هما :

• **السكريات الأحادية أو الأوزات (Osés) :** هي السكريات التي لا يمكن تحليلها إلى سكريات أبسط منها.

• **السكريات المركبة أو الأوزيدات (Osides) :** هي السكريات التي تتكون من تكاثف عدة جزيئات من سكريات أحادية ، فهي قابلة للإماهة.

الشكل (1) يلخص مختلف أقسام السكريات.

الشكل (1) : مختلف أقسام السكريات



أولا : السكريات الأحادية Monosaccharides



1- تعريف السكريات الأحادية :

وهي التي لا يمكن تحليلها مائيا إلى سكريات أبسط منها و تسمى أحيانا بالسكريات البسيطة و تختلف فيما بينها في عدد ذرات الكربون التي يحتويها الجزيء ، و في احتوائها إما على مجموعة ألدهيدية أو على مجموعة سيتونية و تكون بصفة عامة ذات تركيب $C_nH_{2n}O_n$ حيث $3 < n < 9$

2- تصنيف السكريات الأحادية :

يتم تصنيفها حسب عدد ذرات الكربون التي تدخل في تركيبها و نوع الوظيفة الكربونيلية التي يحتويها الجزيء إلى :

- **الألدوزات (Aldoses)** : تحتوي جزيئاتها على **وظيفة ألدهيدية** على مستوى الكربون (C_1)
- **السيروزات (Cétozes)** : تحتوي جزيئاتها على **وظيفة سيتونية** على مستوى الكربون (C_2)

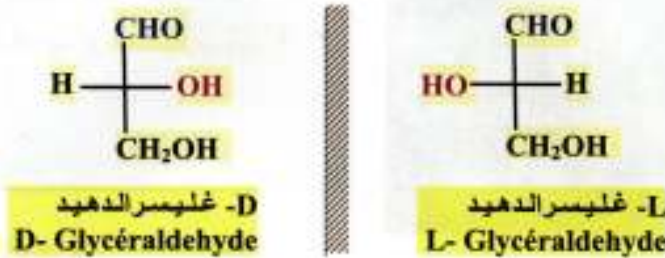
الجدول الأتي يوضح كيفية تصنيف السكريات الأحادية تبعا لعدد ذرات الكربون و المجموعة الفعالة التي يحتويها الجزيء :

عدد ذرات الفحم C	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6
الصيغة العامة $C_nH_{2n}O_n$	$C_3H_6O_3$	$C_4H_8O_4$	$C_5H_{10}O_5$	$C_6H_{12}O_6$
وظيفة ألدهيدية	الدوتريوز Aldotriose	الدوتتروز Aldotétrose	الدوبنتوز Aldopentose	الدوهكسوز Aldohexose
وظيفة سيتونية	سيتوتريوز Cétotriose	سيتوتتروز Cétotétrose	سيتوبنتوز Cétopentose	سيتوهكسوز Cétohexose

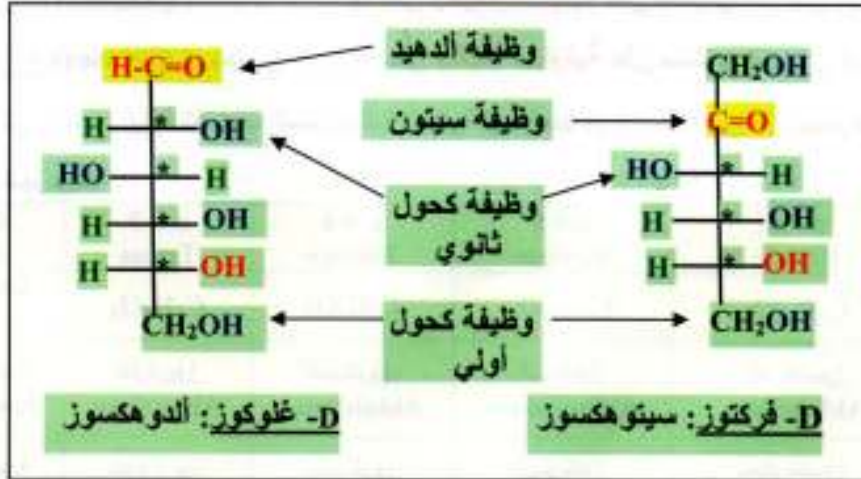
تعتبر الهكسوزات أهم السكريات الأحادية من وجهة النظر الغذائية و الفزيولوجية، و غالبية المواد الغذائية السكرية تتكون من الهكسوزات حرة أو متحدة على صورة سكريات ثنائية أو متعددة .
ومن أهم الألدوهكسوزات الغلوكوز، الفلاكروز، المانوز وهي كثيرة الانتشار في المواد الغذائية. أما السيتوهكسوزات فأهمها الفركتوز و يوجد على صورته الحرة في الفاكهة.
ويلاحظ أن النوع D من جميع السكريات الأحادية هو المنتشر في الطبيعة.

3- البنية الخطية للسكريات الأحادية :

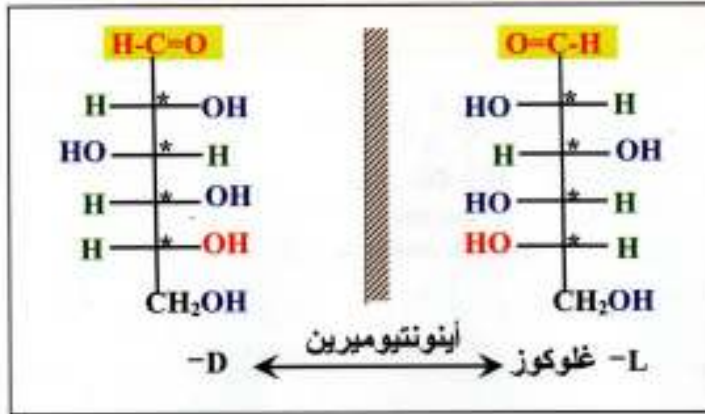
تختلف السكريات التي بها نفس العدد من ذرات الكربون في توزيع الذرات و المجموعات في الفضاء حول لموضع غير المتناظر في الجزيء و لذلك لا تفي الصيغ الكيميائية المعروفة للمركبات في إبراز الاختلافات بين المتماكبات .
 فقد وضع **اميل فيشر (Emile Fischer)** طريقة لكتابة صيغ بنائية تعبر عن مسقط (Projection) النماذج المجسمة للمركبات و توضح فيها الاختلافات في التوزيع الفضائي باختلاف كتابة الذرات و المجموعات إلى اليمين أو اليسار لذرة الكربون غير المتناظرة باعتبار المجموعة الفعالة (الأهديد أو سيتون) من أعلى.
 و فيما يلي التوزيع الفضائي للذرات في المتماكبين الضوئيين للجليسرالدهيد بطريقة فيشر :



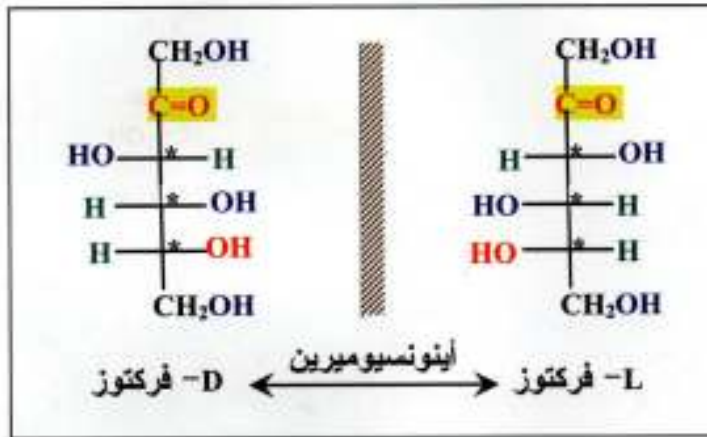
يعتبر سكر الجلوكوز (Glucose) و سكر الفركتوز (Fructose) أمثلة نموذجية للألدوزات و السيتوزات نظرا لكثرة تواجدهما في الطبيعة.



كل سكر بسيط له **مماكين ضوئيين** أو **اينونتوميريين** أحدهما من النوع **D** والثاني من النوع **L** .



• بالنسبة لسكر الجلوكوز:



• بالنسبة لسكر الفركتوز:

يتميز كل سكر **الدوهكسوز** مثل الجلوكوز بـ 16 متماكبا فراغيا، 8 من النوع D و 8 من النوع L :

$$6C \rightarrow 4C^* \rightarrow 2^4 = 16 \text{ isomères}$$

$$n C \rightarrow (n-2) C^* \rightarrow 2^{(n-2)} \text{ isomères}$$

بصفة عامة :

يتميز كل سكر **سيتوهكسوز** مثل الفركتوز بـ 8 متماكبات فراغية، 4 من النوع D و 4 من النوع L :

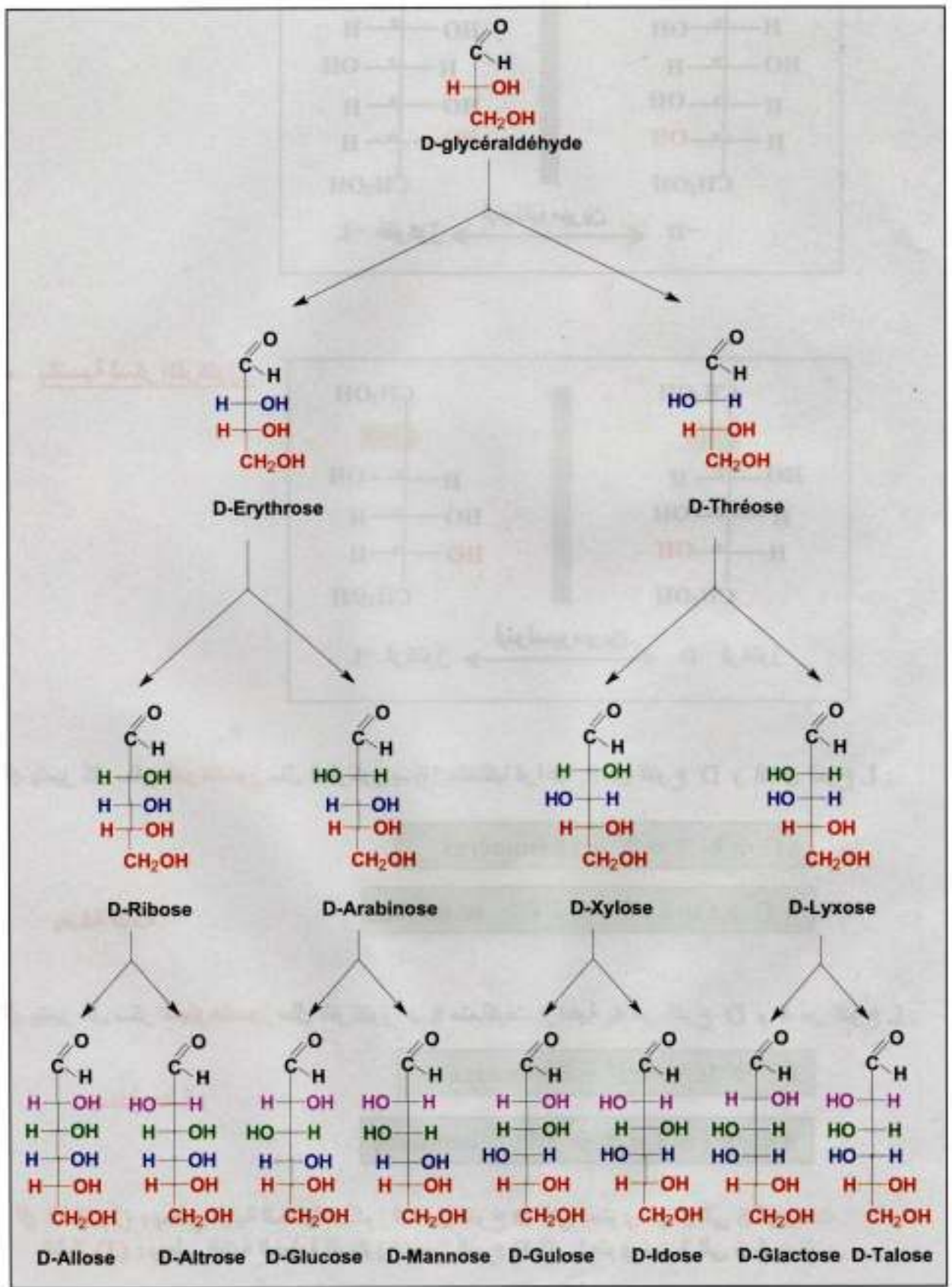
$$6C \rightarrow 3C^* \rightarrow 2^3 = 8 \text{ isomères}$$

$$n C \rightarrow (n-3) C^* \rightarrow 2^{(n-3)} \text{ isomères}$$

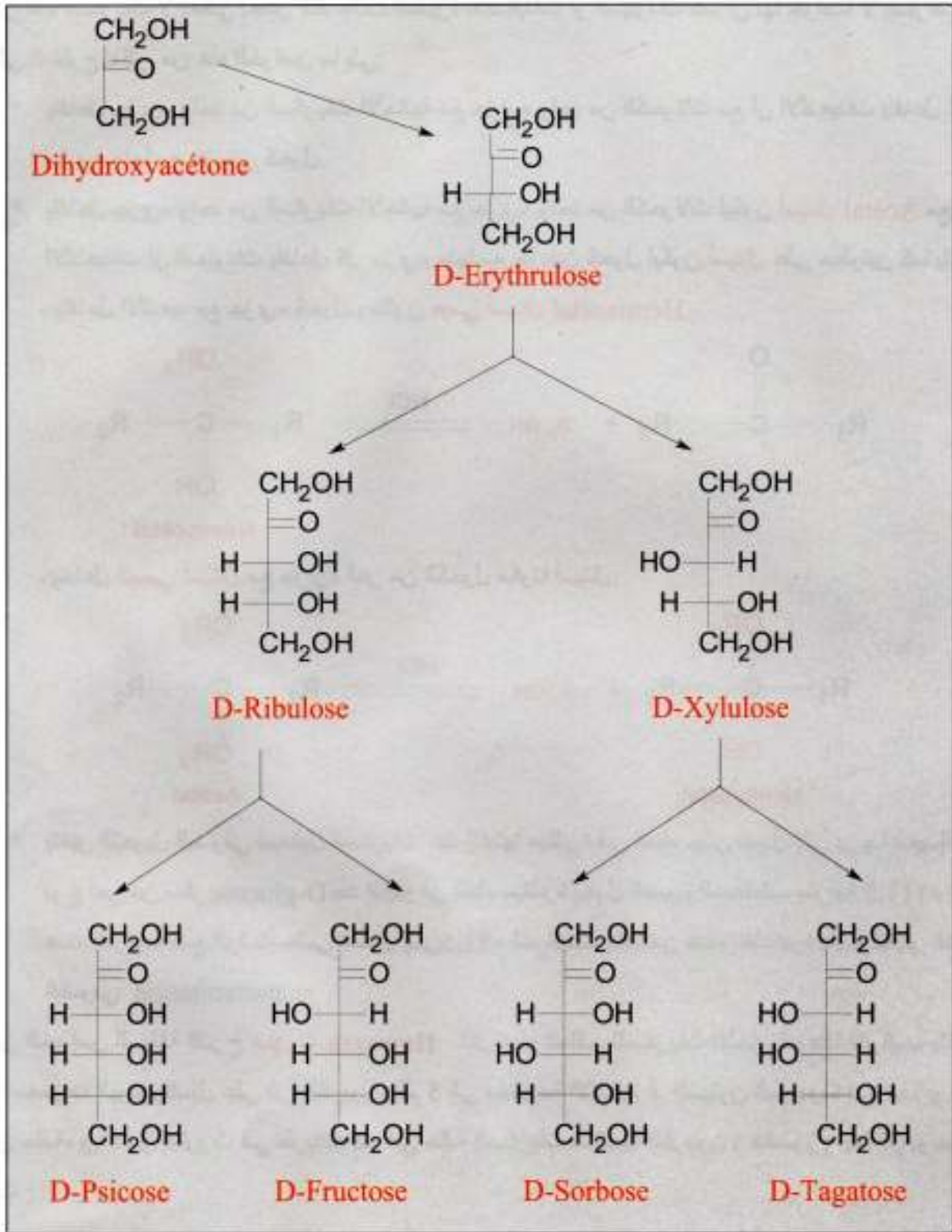
بصفة عامة :

الشكل (2) : يعطي البنية الخطية للألدوزات من النوع D التي تحتوي من 3 إلى 6 كربونات .
 الشكل (3) : يعطي البنية الخطية للسيتوزات من النوع D التي تحتوي من 3 إلى 6 كربونات .

الشكل (2) : البنية الخطية للألدوزات من النوع D



الشكل (3): البنية الخطية للسيتوزات من النوع D



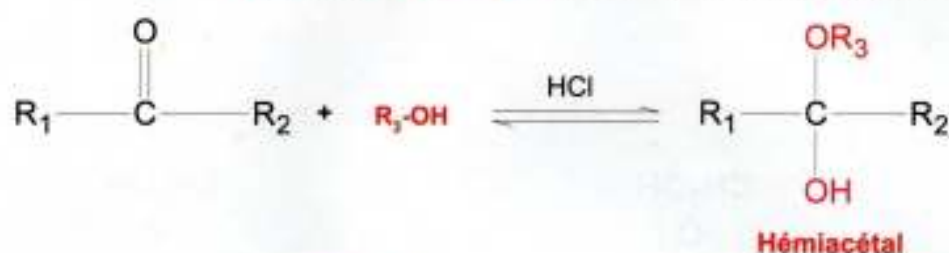
4 - البنية الحلقية للسكريات الأحادية:

يتطلب التركيب ذو السلسلة المفتوحة للسكريات الأحادية وجود مجموعة الألدهيدية أو سيتونية على الحالة الحرة، ولكن وجد أن هذه السكريات لا تعطي بعض التفاعلات المميزة للألدهيدات أو السيتونات كما أن لها خواصا لا يفسرها البناء السلسلي المفتوح نذكر من هذه الخواص ما يلي:

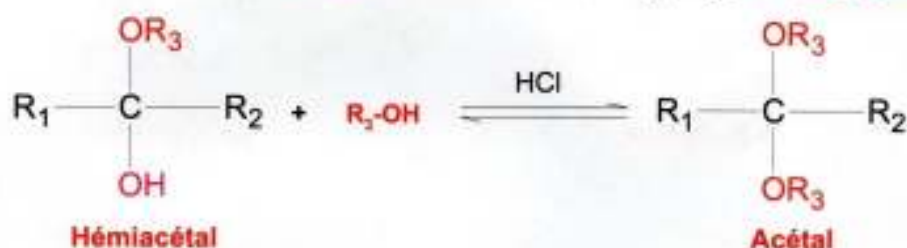
* يتفاعل جزيء واحد من السكريات الأحادية مع جزيء واحد من الكحولات مع أن الألدهيدات يتفاعل كل جزيء منها مع جزيئي كحول.

* يتفاعل جزيء واحد من السكريات الأحادية مع جزيء واحد من الكحولات ليكون **أسيتال Acétal** مع أن الألدهيدات أو السيتونات يتفاعل كل جزيء منها مع جزيئين كحول ليكون **أسيتال** على خطوتين كما يلي:

- يتفاعل الألدهيد مع جزيء كحول ويتكون **هيمي أسيتال Hémiacétal**

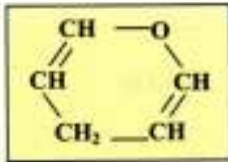


- يتفاعل **الهيمي أسيتال** مع جزيء آخر من الكحول مكونا **أسيتال**.



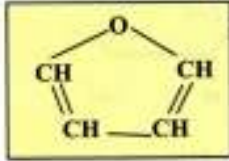
* يتغير التحويل الضوئي لمحالييل السكريات عند إذابتها مباشرة في الماء حتى تصل إلى درجة معينة فيوجد نوع آخر من سكر D-glucose عند إذابته في الماء مباشرة يحول الضوء المستقطب بدرجة +111.5 ثم نقل هذه الدرجة مع الوقت حتى تصل إلى +52.5 ثم تثبت وتسمى هذه الظاهرة باسم تغير التحويل الضوئي **mutarotation**.

لتفسير الخواص السابقة اقترح **هاورث Haworth** التركيب الحلقى للسكريات الأحادية وهذا التركيب ينتج من إضافة مجموعة الهيدروكسيل على ذرة الكربون رقم 5 إلى مجموعة الألدهيد أو السيتون الموجودة في الجزيء نفسه لتتكون حلقة، و اعتبر هاورث في طريقته أنه في حالة السكريات سداسية الكربون (هكسوز) يتشكل نوعان من الحلقات :



• **حلقة البيرانوز (Pyranose) :** نسبة إلى مركب البيران Pyrane

هي حلقة سداسية تتكون بتشكيل جسر أكسيجيني بين C_5 و C_1 في حالة الألدوهكسوزات مثل الغلوكوز .



• **حلقة الفورانوز (Furanose) :** نسبة إلى مركب الفوران Furane

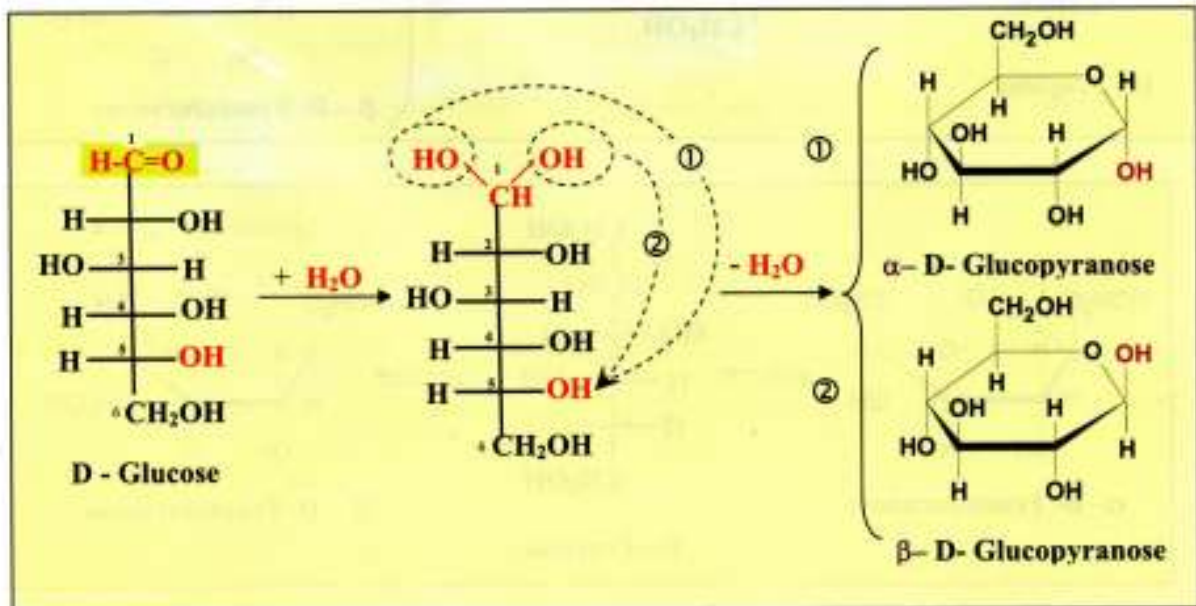
هي حلقة خماسية تتكون بتشكيل جسر أكسيجيني بين C_2 و C_5 في حالة السيتوهكسوزات مثل الفركتوز .

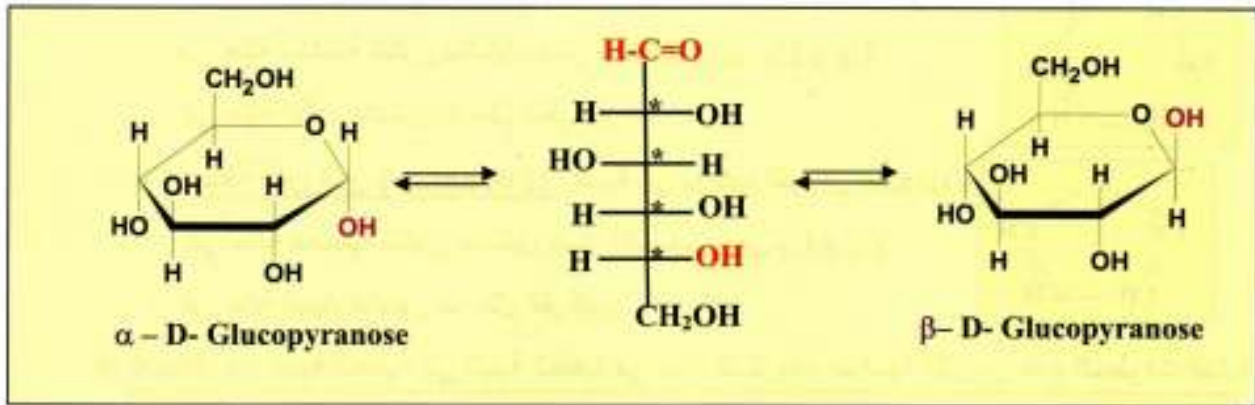
للانتقال من البنية الخطية إلى البنية الحلقية في حالة السكريات سداسية الكربون نتبع الخطوات التالية :

- 1- ترسم الحلقة على أساس أنها في وضع عمودي بالنسبة لمستوى سطح الورقة .
- 2- يوضع الجسر الأكسيجيني على اليمين في الحلقة و نحو الخلف .
- 3- توضع المجموعة CH_2OH للفحم C_6 نحو الخلف ، فوق مستوى الحلقة في حالة سكر من النوع D و أسفل مستوى الحلقة في حالة سكر من النوع L .
- 4- كل المجموعات ($-OH$) الموجودة على اليمين في البنية الخطية (في تمثيل فيشر) توضع أسفل مستوى الحلقة .
- 5- كل المجموعات ($-OH$) الموجودة على اليسار في البنية الخطية (في تمثيل فيشر) توضع أعلى مستوى الحلقة .

1-4 البنية الحلقية لسكر الغلوكوز: (سكر من النوع الألدوهكسوز)

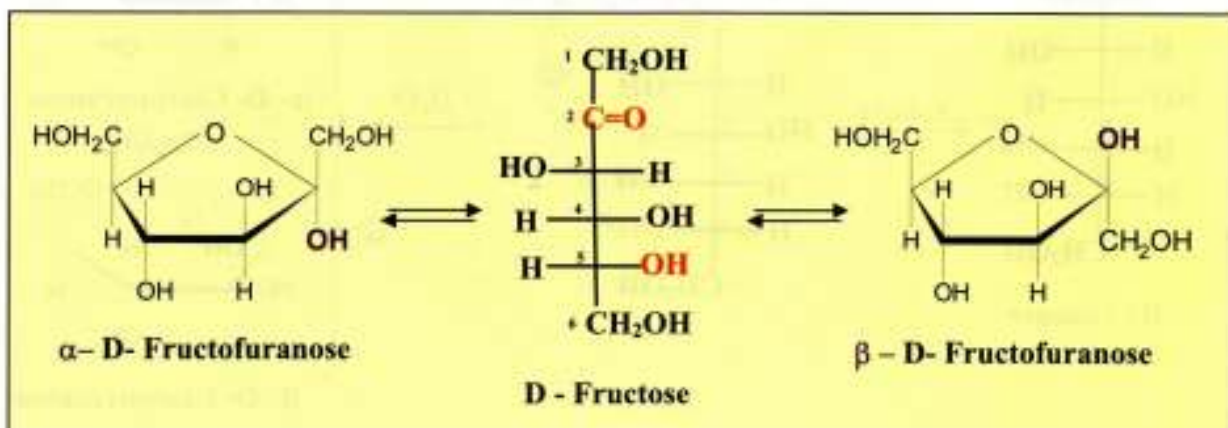
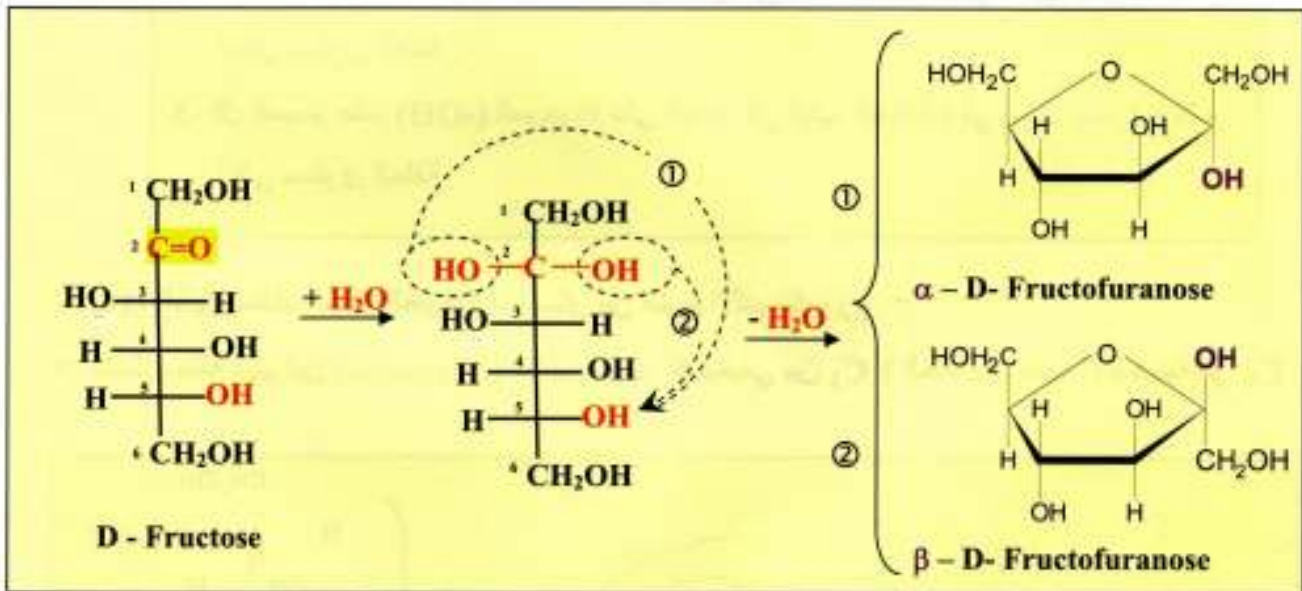
تتشكل حلقة البيرانوز (Pyranose) بتشكيل جسر أكسيجيني بين C_1 (الحامل للوظيفة الألدهيدية) و C_5





2-4- البنية الحلقية لسكر الفركتوز: (سكر من النوع سيتوهكسوز)

تتشكل حلقة الفورانوز (Furanose) بتشكيل جسر أكسيجيني بين C_2 (الحامل للوظيفة السيتونية) و C_5



4-3- الاستنتاج :

خلال الانتقال من البنية الخطية إلى البنية الحلقية تتحول ذرة الكربون التي كانت تحمل المجموعة الكربونيلية C_1 للألدوز (الغلوكوز) و C_2 للسيتوز (الفركتوز) إلى ذرة كربون غير متناظرة C^* لذا يظهر زوج من متماكبين فراغيين : α و β .

5- الخواص الفيزيائية للسكريات الأحادية:

5-1- الذوبان و الانتشار:

* التجربة 1 :



* الملاحظة: تذوب السكريات البسيطة في الماء و يصبح المحلول حلو المذاق.

* التجربة 2 :



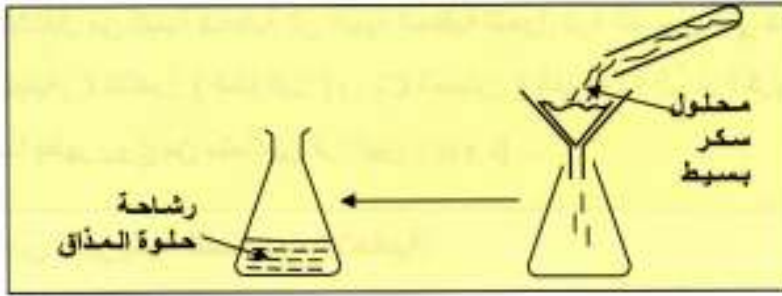
* الملاحظة: لا تذوب السكريات البسيطة في المذيبات العضوية.

* الاستنتاج :

السكريات الأحادية مواد صلبة عديمة اللون وعادة متبلورة تذوب بسهولة في الماء وبصعوبة في الكحولات ولا تذوب في المذيبات العضوية، ولمحاليلها طعم حلو تختلف درجته باختلاف نوع السكر.

2-5- الترشيح :

* التجربة :



محاليل السكريات الأحادية هي محاليل حقيقية

* الاستنتاج :

* ملاحظة : في حالة سكر مرجع يمكن الكشف عنه في الرشاحة بواسطة كاشف فهلينغ.

3-5- الفعالية الضوئية :

تتحرف محاليل السكريات الضوء المستقطب لاحتواء جزيئاتها على ذرات كربون غير متناظرة *C،

فبعضها يحرف الضوء المستقطب إلى اليمين وبعضها يحرفه إلى اليسار. وتقاس درجة التحويل الضوئي

بجهاز الاستقطاب Polarimètre .

$$[\alpha]_D^{20} = +111.5 \frac{^{\circ}.mL}{g \cdot dm} \quad \text{أمثلة : بالنسبة لـ } \alpha\text{-D-غلوكوبيرانوز} :$$

$$[\alpha]_D^{20} = +19 \frac{^{\circ}.mL}{g \cdot dm} \quad \text{بالنسبة لـ } \beta\text{-D-غلوكوبيرانوز} :$$

$$[\alpha]_D^{20} = -92 \frac{^{\circ}.mL}{g \cdot dm} \quad \text{بالنسبة لـ } \beta\text{-D-فركتوفورانوز} :$$

4-5-ظاهرة التغير في التحويل الضوئي mutarotation

تتغير درجة انحراف الضوء لمحاليل السكريات الأحادية وبعض السكريات الأخرى بعد إذابتها مباشرة في الماء

فسكر D-glucose يوجد منه متشابهان أحدهما ألفا D غلوكوبيرانوز (α - D- Glucopyranose) تحويله الضوئي

$+111.5^{\circ}$ عند إذابته مباشرة في الماء وتقل هذه الدرجة بالوقت حتى تصل إلى $+52.5^{\circ}$ ولكن المتماكب بيتا D

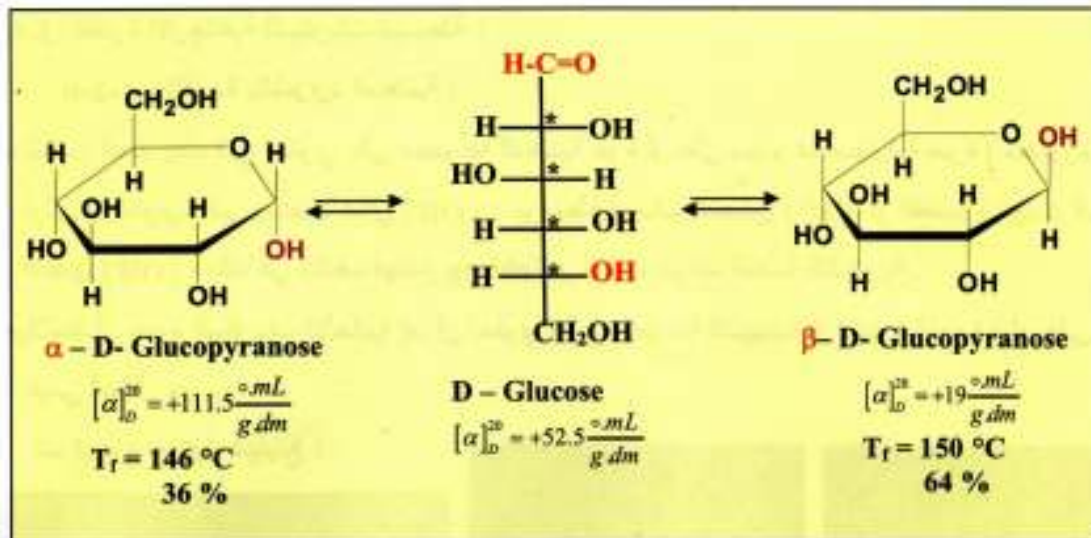
غلوكوبيرانوز (β - D- Glucopyranose) يحرف الضوء بمقدار $+19^{\circ}$ عند إذابته مباشرة في الماء، ثم تزداد هذه

الدرجة بالوقت حتى تصل إلى $+52.5^{\circ}$ وتثبت. وتسمى هذه الظاهرة بالتغير في التحويل الضوئي mutarotation

ويفسر ذلك بتحول أحد المتشابهين للسكر (ألفا أو بيتا) إلى المتشابه الآخر عند ذوبانه في الماء حتى يصل إلى حالة

الإتزان بينهما في المحلول.

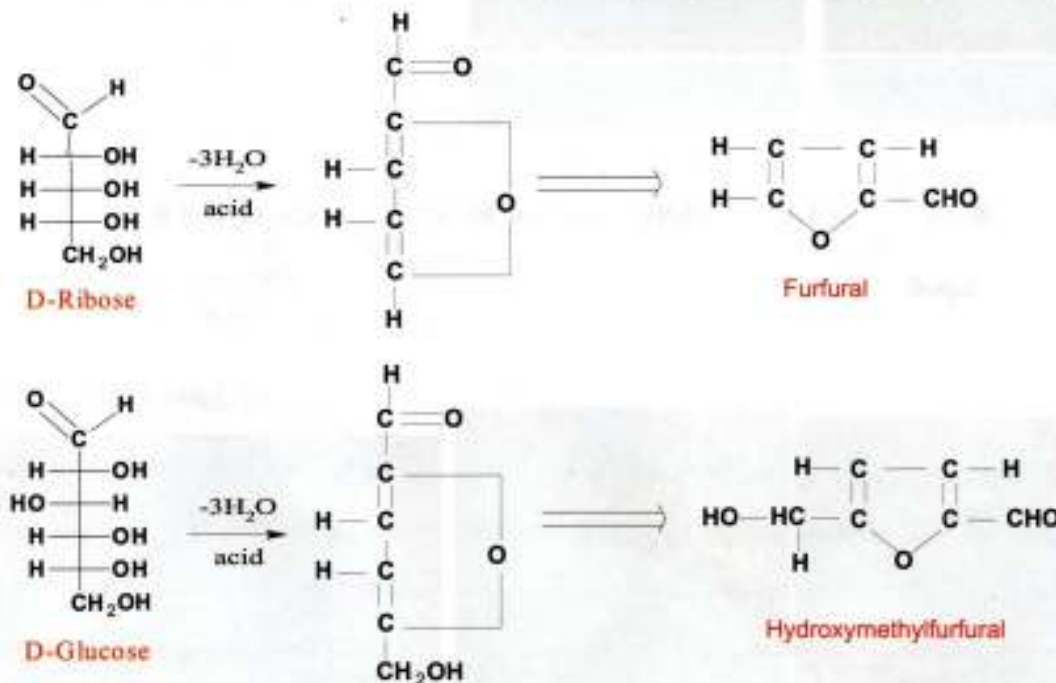
ويتحول أحد المتشابهين للسكر (ألفا أو بيتا) إلى المتشابه الآخر عن طريق انفتاح الحلقة ثم إعادة تكوينها ثانية.



6- الخواص الكيميائية للسكريات الأحادية:

6-1- نزع الماء

تتحول سكريات الألدوبنتوزات والألدوهكسوزات إلى الفورفورال أو مشتقاته وذلك عند تسخينها مع حمض قوي مثل حمض كلور الماء أو حمض الكبريت :



يتفاعل الفورفورال الناتج مع الألفا نفتول ليعطي لون بنفسجي. وهو أساس تفاعل موليش (Molish) وهو تفاعل عام للكشف عن السكريات.

يتفاعل الفورفورال أيضا مع الأورسينول (orcinol) ليعطي لونا أخضرا وهو أساس تفاعل بيال Bial للكشف عن سكريات البنتوز.

2-6- القدرة الإرجاعية للسكريات البسيطة :

1-2-6- الأكسدة بالشوارد المعدنية :

- تتأكسد السكريات التي تحتوي على مجموعة ألدهيدية حرة أو على مجموعة سيتونية حرة (مجاورة لكحول أولي أو ثانوي) في وسط قاعدي (OH) ، بواسطة أيونات النحاس (Cu²⁺) أو الفضة (Ag⁺) في وسط قاعدي (OH) ، كما في كاشف فهلينغ Fehling و كاشف نترات الفضة النشارية .
- يلاحظ أن جميع السكريات الأحادية إما أن تحتوي على مجموعة ألدهيدية أو سيتونية حرة (أو على صورة هيمي أسيتال حر) .

أ- إرجاع محلول فهلينغ :



غلوكوز + محلول فهلينغ + تسخين



غلوكوز + محلول فهلينغ

يستعمل كاشف فهلينغ كأساس لاختبار وجود السكريات المرعبة حيث ينتج من الإرجاع أكسيد النحاس الأحادي و هو

الراسب الأحمر



ب - إرجاع محلول طولنس :

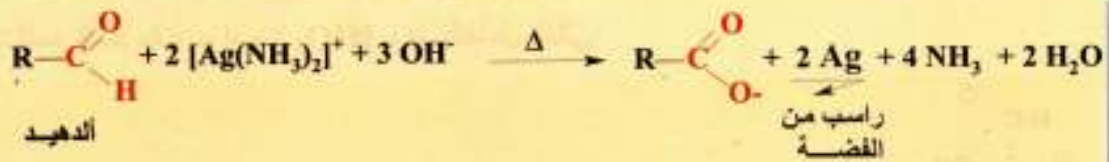


غلوكوز + محلول فهلينغ + تسخين

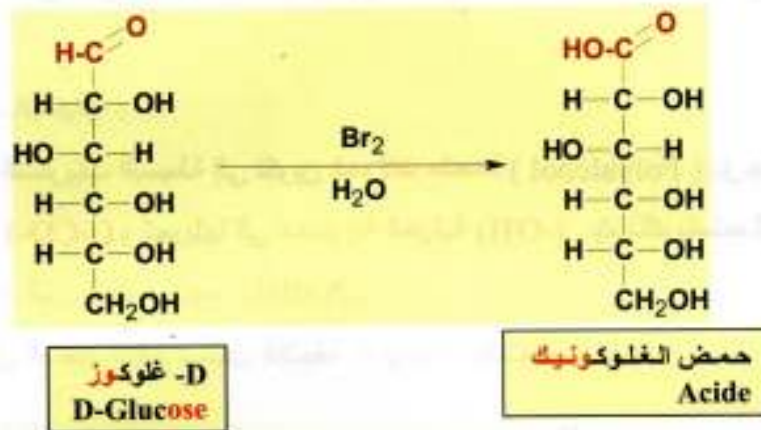


غلوكوز + محلول فهلينغ

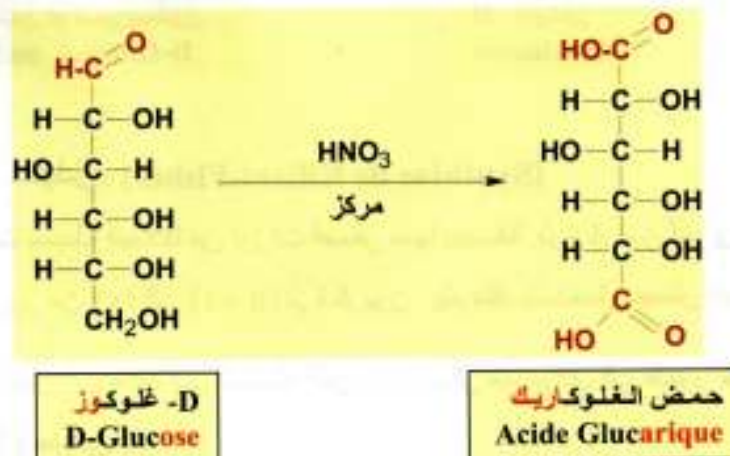
ترجع السكريات الأحادية محلول طولنس (محلول نترات الفضة النشارية) وتترسب الفضة على جدران أنبوب الاختبار و يتكون ما يسمى بالمرآة الفضية .

2-2-6- الأكسدة بالبروم (Br_2) :

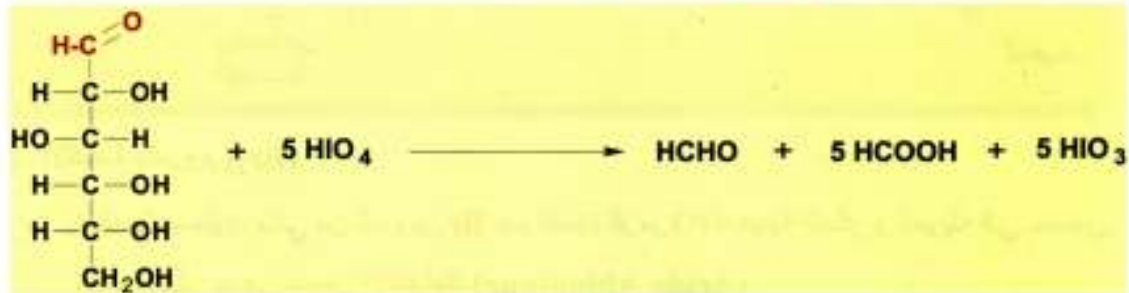
- باستعمال محلول مائي من البروم Br_2 يتم أكسدة الزمرة الألدهيدية للسكر و تحويله إلى حمض كربوكسيلي يدعى **حمض الألدونيك (Acide Aldonique)**.
- لتسمية المركب الناتج تستبدل اللاحقة "**ose**" باللاحقة "**onique**".

3-2-6- الأكسدة بمحلول مركز من HNO_3 :

- باستعمال مؤكسد قوي مثل HNO_3 مركز تحدث أكسدة كل من المجموعة الألدهيدية و المجموعة الكحولية الأخيرة (الكحول الأولي) ليتشكل **حمض الألداريك (Acide Aldarique)**.
- لتسمية الحمض الناتج تستبدل اللاحقة "**ose**" باللاحقة "**arique**".



4-2-6- الأكسدة بواسطة حمض البيريوديك HIO_4 :
تتأكسد السكريات بواسطة HIO_4 وفق التفاعل التالي:



تقدير كمية حمض البيريوديك المستعملة أو كمية حمض الميتانويك الناتجة يدل على عدد مجموعات الهيدروكسيل الحرة.

6-3- إرجاع السكريات البسيطة :

• يؤدي إرجاع السكريات البسيطة إلى تكوين **كحولات متعددة** (Polyalcohol) بإرجاع المجموعة **الكربونيلية (-CO-)** و تحويلها إلى **مجموعة كحولية (-OH)** . يتم ذلك باستعمال أجسام مرجعة مثل : هيدريد البور و الصوديوم NaBH_4 .

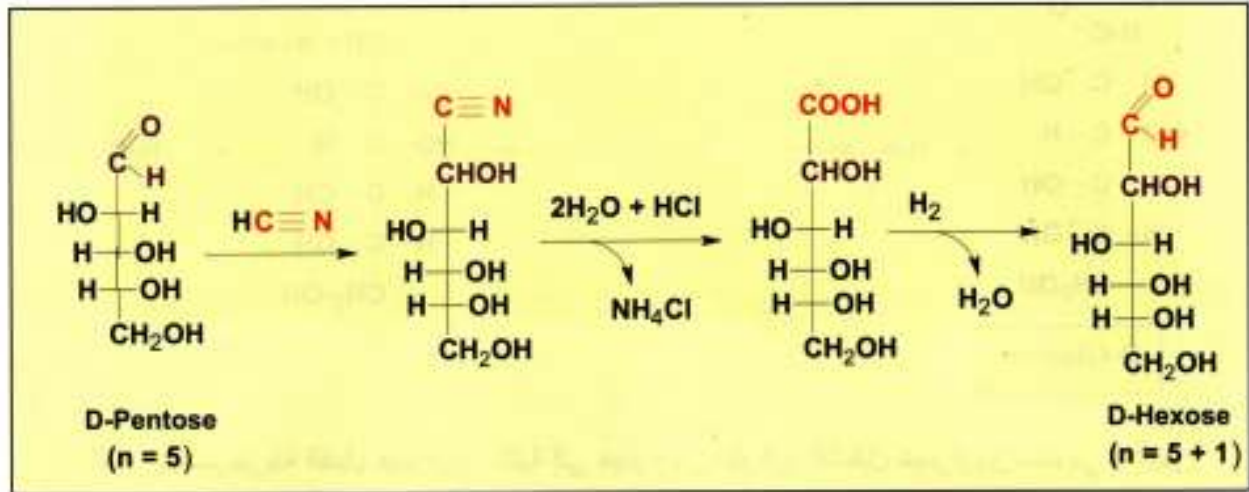
• لتسمية الكحول المتعدد الناتج تستبدل اللاحقة " ose " باللاحقة " itol " .



6-4 - تفاعل تركيب كيليانى - فيشر : (Synthèse de Kiliani-Fisher)

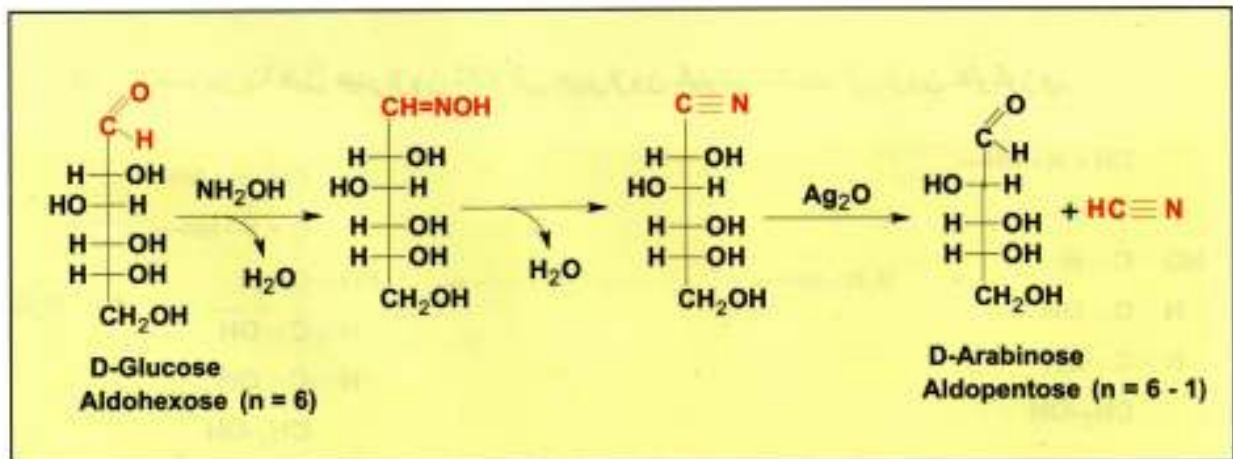
- الهدف منه تصنيع سكريات بسيطة انطلاقا من أوزات أصغر منها بإضافة ذرة كربون أخرى إلى السلسلة الكربونية الأصلية أي المرور من (n) إلى (n +1) ذرة كربون . يتم ذلك باستعمال **حمض السيانيدريك HCN**
- ينتج عنه كربون غير متناظر **C*** جديد في السلسلة الكربونية للسكر مما يؤدي إلى ظهور متماكبين فراغيين (**Epimères**) جديدين .

- بهذه الطريقة يمكن اشتقاق جميع السكريات الألدهيدية من النوع " D " انطلاقا من D- غليسرالدهيد .



5-6 - تفاعل تخريب Wohl : (Dégradation de Wohl)

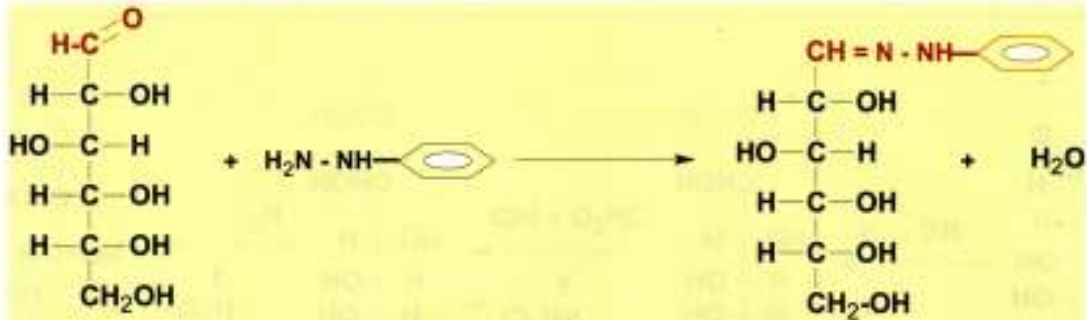
- يتمثل في حذف ذرة كربون من سكر بسيط للحصول على سكر بسيط أصغر ، أي المرور من (n) إلى (n-1) كربون .
- يتحقق باستعمال الهيدروكسيل أمين NH_2OH .
- ينتج عن ذلك اختفاء ذرة كربون C^* و متماكين فراغيين .



6-6 - التفاعل مع الفينيل هيدرازين :

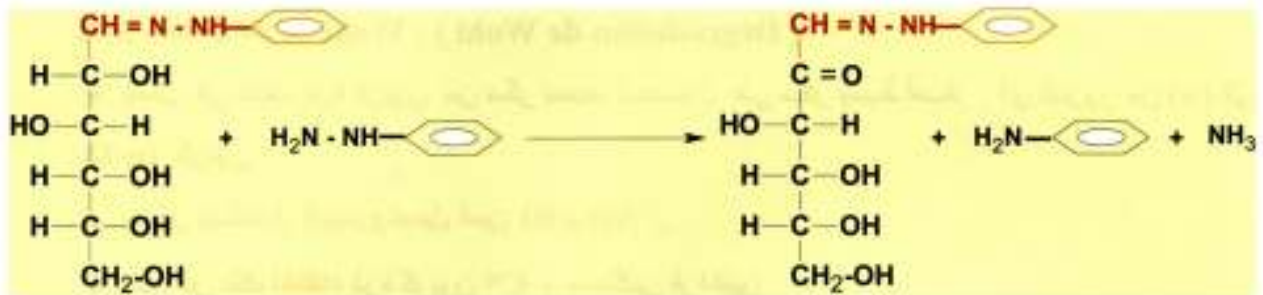
- تفاعل الفينيل هيدرازين مع السكريات الأحادية يؤدي إلى تشكل بلورات من الأوزازون (**Osazones**) مميزة لنوع السكر لذا فإن هذا التفاعل يسمح بالتعرف على السكر في السوائل البيولوجية ويتم التفاعل وفق المراحل التالية:

يتشكل أولا هيدرازون غلوكوز نتيجة تفاعل جزيئة واحدة من الفينيل هيدرازون مع (CHO) في الغلوكوز.

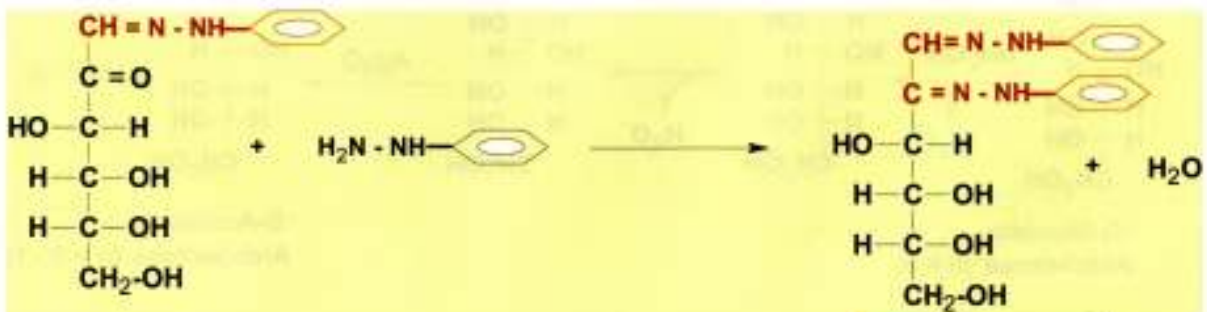


D-Glucose

تتضم جزيئة الفينيل هيدرازون ثانية إلى هيدرازون غلوكوز لتشكيل هيدرازون سيتوني و أنيلين.



تتضم جزيئة فينيل هيدرازون ثالثة إلى هيدرازون كيتوني لتشكيل أوزازون غلوكوزي.

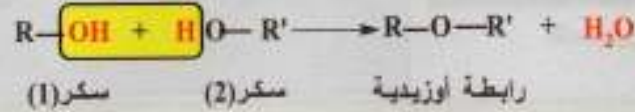


D-Glucosazone

ثانيا : السكريات المركبة (Oligosaccharides)

1 - تمهيد :

تتكون السكريات المركبة من 2 إلى 10 وحدات سكر أحادي و هي قابلة للتحليل المائي. الوحدات السكرية المكونة للسكريات المركبة قد تكون من نوع واحد أو من أنواع مختلفة و يرتبط بعضها مع بعض **برابطة غلوكوسيدية (Liaison Glucosidique)** تنشأ من تفاعل مجموعة هيدروكسيل الهيمي أسيتال في أحد السكريات الأحادية مع مجموعة هيدروكسيل كحول (أو هيمي أسيتال) في جزيء سكر آخر عن طريق فقد جزيء من الماء فهي عملية عكسية للتحليل المائي.



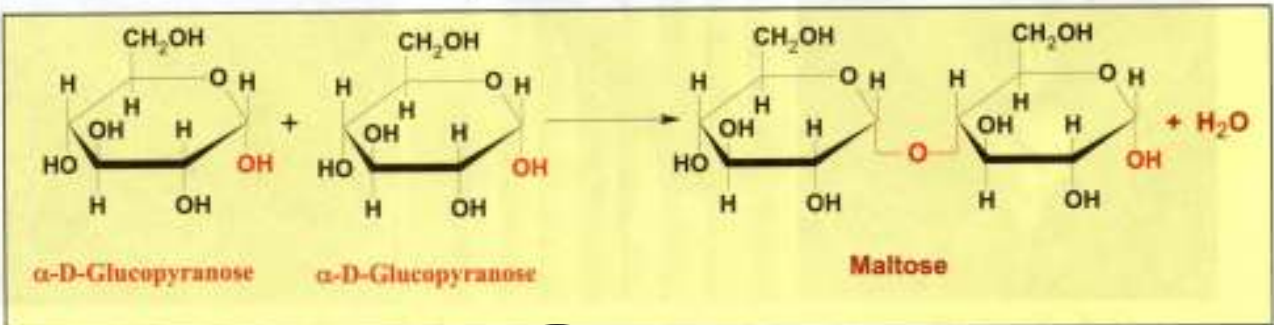
أكثر السكريات الثنائية انتشارا هي السكروز واللاكتوز و المالتوز و لها نفس الصيغة العامة $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

2 - المالتوز (Maltose)



يسمى أيضا سكر الشعير و ينتج من التحليل المائي للنشا و يتكون من اتحاد جزيئين من D - غلوكوز D-glucose أحدهما في الوضع ألفا و تتصل ذرة الكربون الأولى من **D-α - غليكوبيرانوز** مع ذرة

الكربون الرابعة من الوحدة الثانية برابطة **غلوكوسيدية** من النوع **α (4 - 1)**. المالتوز من السكريات المرجعة لاحتوائه على مجموعة هيمي أسيتال حرة غير مرتبطة.



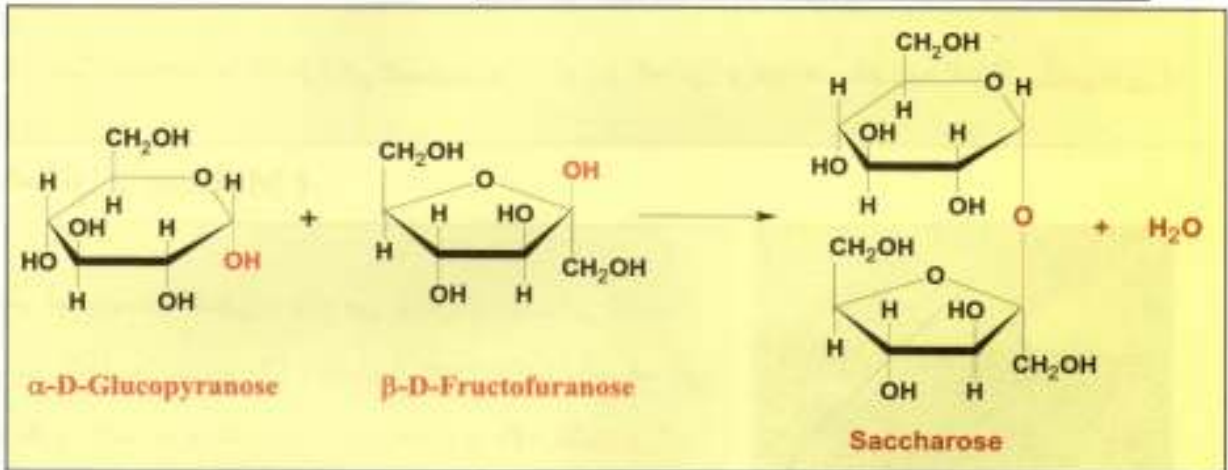
التسمية : **D-? - غلوكوبيرانوزيل (1 - 4) - D-? - غلوكوبيرانوز**

3. السكروز (Saccharose)



السكروز (سكر المائدة)

نحصل على السكروز (سكر المائدة) من قصب السكر أو من الشمندر السكري و يتكون من اتحاد جزيء α -D-غلوكوز مع جزيء β -D-فركتوز وفيه تتصل ذرة الكربون الأولى من α -D-غلوكوبيرانوز بذرة الكربون الثانية من β -D-فركتوفورانوز برابطة **غلوكوسيدية** من النوع α - β (1-2). ولهذا السبب فإن السكروز من السكريات غير المرجعة لا يحتوي على طرف هيمي أسيتال حر.



التسمية : **D- α - غلوكوبيرانوزيل β (2-1) - D- فركتوفورانوزيد أو D- β - فركتوفورانوزيل (2-1) - D- α - غلوكوبيرانوزيد**



الشمندر السكري



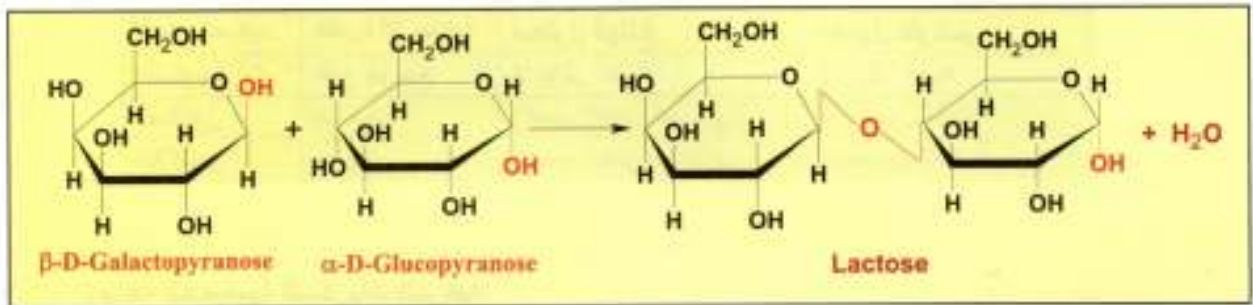
قصب السكر



4 - اللاكتوز (Lactose)



يعرف باسم سكر الحليب و يتكون من اتحاد جزئي α -D-غلوكوز مع جزئي β -D-غلاكتوز، وفيه تتصل ذرة الكربون الرابعة من-D مع α -**غلوكوبيرانوز** بذرة الكربون الأولى من β -**غلاكتوبيرانوز** برابطة **غلوكوسيدية** من النوع β (1-4). يحتوي اللاكتوز على طرف ألدهيدي (حالة هيمي أسيتال) غير مرتبط ولهذا فهو من السكريات المرجعة.



β -D-غلاكتوبيرانوزيل (1-4) α -D-غلوكوبيرانوز

التسمية :

5- دراسة بعض الخواص الكيميائية :

1-5 القدرة الإرجاعية للسكريات المركبة



سكروز + محلول فehلينغ + تسخين



سكروز + محلول فehلينغ

لا يعطي السكروز راسب احمر احوري مع محلول فehلينغ فهو سكر غير مرجع.



مالتوز + محلول فهلينغ + تسخين

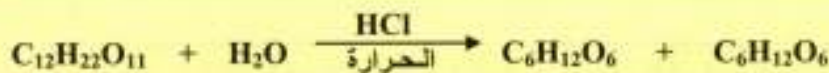


مالتوز + محلول فهلينغ

لل يعطي المالتوز راسب احمر
اجوري مع محلول فهلينغ.
لل المالتوز سكر مرجع.

المركب السكر	القدرة الإرجاعية	محلول فهلينغ	محلول طولنس
السكروز	غير مرجع	لا يؤثر عليه	لا يؤثر عليه
المالتوز	مرجع	راسب احمر اجوري	مرآة من الفضة
اللاكتوز	مرجع	راسب احمر اجوري	مرآة من الفضة

2-3- الإماهة الحامضية للسكريات المركبة



تؤدي الإماهة الحامضية إلى تحليل السكر الثنائي إلى جزيئات سكرية أحادية تتعلق بنوع السكر الثنائي المركب كما أن السكريات المركبة المتعددة تتفكك أيضا إلى سكريات أحادية :

السكر	نتائج الإماهة الحامضية للسكر
السكروز	D-α-غلوكوبيرانوز + D-β-فركتوفيرانوز
المالتوز	D-α-غلوكوبيرانوز + D-α-غلوكوبيرانوز

اللاكتوز D-α-غلوكوبيرانوز + D-β-غالكتوبيرانوز

ثالثا : السكريات المتعددة Polysaccharides

1 - مقدمة

السكريات المتعددة أكثر الكربوهيدرات انتشارا في الطبيعة و هي تتكون من اتحاد عدد كبير من سكريات أحادية . نذكر ثلاثة أنواع منها:

- النشا (Amidon)
- الغليكوجين (Glycogène)
- السليلوز (Cellulose)

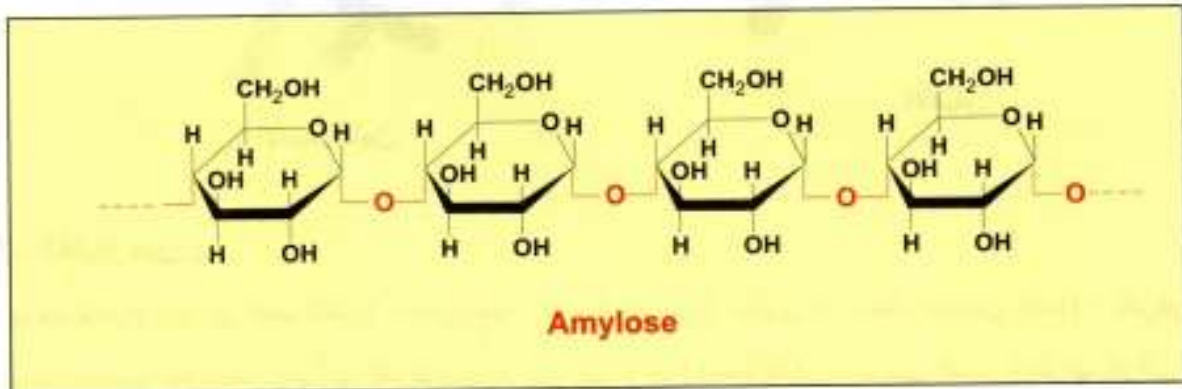
2- النشا



يوجد النشا عموما في النباتات فقط و هو يتكون من وحدات ألفا-D- غلوكوز و يوجد منه نوعان **أميلوز (Amylose)** و **أميلوبكتين (Amylopectine)** و هما يختلفان في موضع الروابط بين الوحدات البنائية و في تشعب السلسلة.

أ- الأميلوز (Amylose)

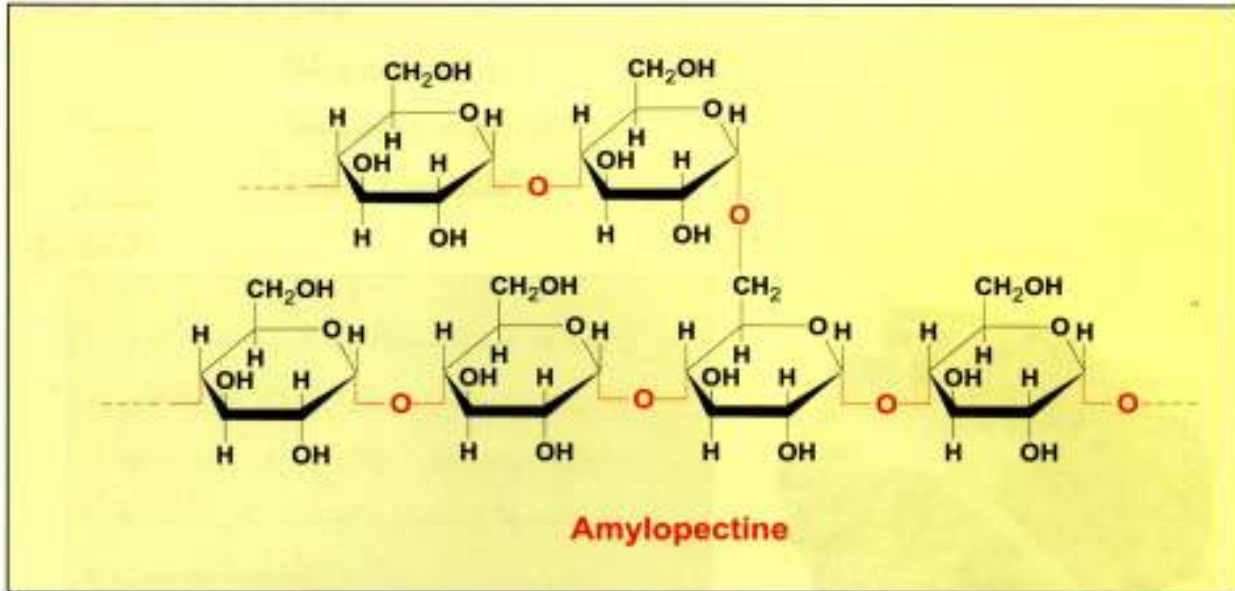
يتكون من اتحاد عدد كبير (أكبر من 200 وحدة غلوكوز) من **D-α- غلوكوبيرانوز** متصلة بعضها مع بعض بروابط **غلوكوسيدية** من النوع **α (1-4)**.



يذوب الأميلوز في الماء عندما يكون حديث التحضير و يرسب في محاليله خصوصا بالتبريد و تحرف محاليله الضوء المستقطب جهة اليمين كما يعطى لونا أزرقا بمعالته باليود.

ب - الأميلوبكتن (Amylopectine)

يتكون من اتحاد عدد من α -D- غلوكوبيرانوز متصلة بعضها مع بعض بروابط غلوكوسيدية من النوع α (1-4) لتكون سلاسل قصيرة طولها يتراوح بين 25-30 وحدة غلوكوز. و ترتبط هذه السلاسل القصيرة فيما بينها بروابط غلوكوسيدية من النوع α (1-6) لتكون سلاسل متفرعة .



يذوب الأميلوبكتن في الماء مكونا محاليل سميكة القوام و يعطي لونا أزرقا بتفسيجا بمعاملته بمحاليل اليود.



الأميلوز



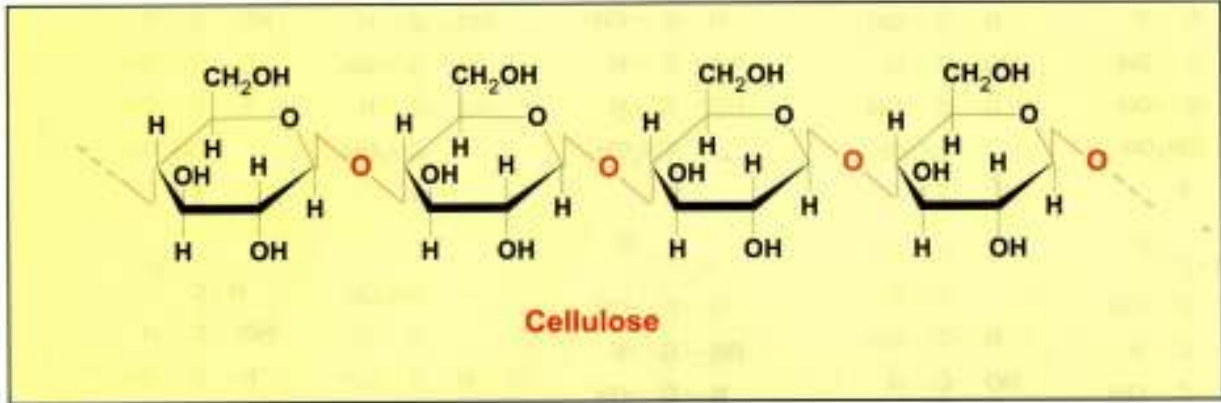
الأميلوبكتين

3- الغليكوجين :

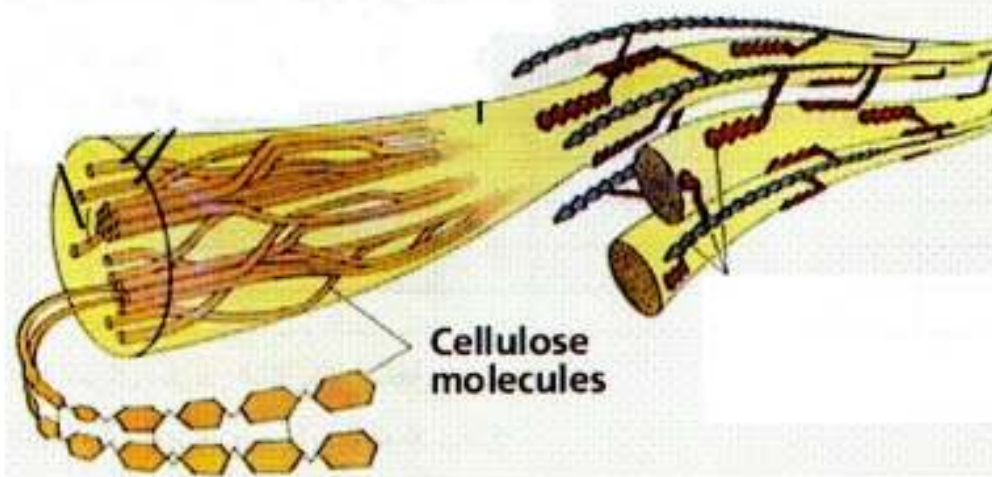
يوجد الغليكوجين في الحيوانات (يسمى أحيانا النشا الحيواني) يتكون من اتحاد عدد من α -D- غلوكوبيرانوز متصلة بعضها مع بعض بروابط غلوكوسيدية من النوع α (1-4) لتكون سلاسل قصيرة طولها حوالي 12 وحدة غلوكوز و ترتبط هذه السلاسل القصيرة فيما بينها بروابط غلوكوسيدية من النوع α (1-6) لتكون سلاسل متشعبة . و من ذلك فالغليكوجين يشبه في تركيبه الأميلوبكتن إلا أنه سلسله قصيره و أكثر تفرعا .

4- السليلوز (Cellulose)

يوجد السليلوز في جميع النباتات حيث يدعم شكلها، و هو عبارة عن سكر متعدد يتكون من وحدات β -D-غلوكوبييرانوز مرتبطة فيما بينها بروابط غلوكوسيدية من النوع β (1-4) على شكل سلسلة غير متفرعة. لذا نجد أن الاختلاف بين السليلوز و الأميلوز هو في نوع الرابطة فقط فنوع الرابطة في السليلوز β (1-4) أما في الأميلوز فهي β (1-4) بين وحدات الغلوكوز .



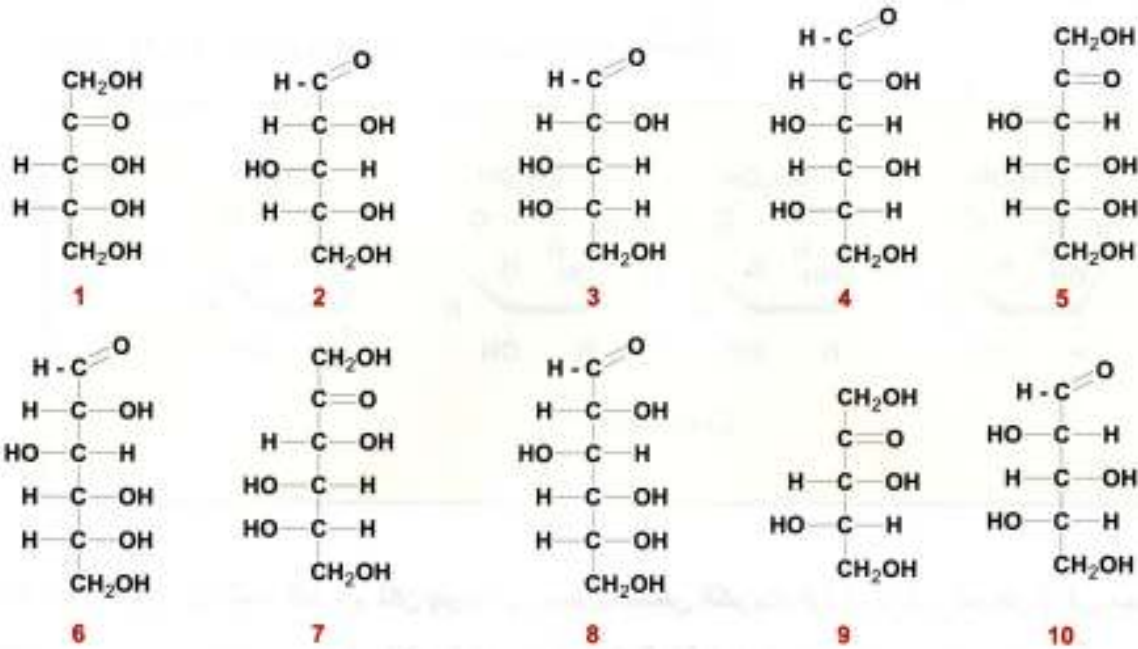
لا يذوب السليلوز في الماء البارد و لكن يذوب في محلول حمض الكبريت البارد بتركيز المركز أو في محلول حمض الكلور و يحضر من السليلوز القطن الاصطناعي و أسيئات السليلوز و أنواع من البلاستيك و السيلوفان



تمارين تطبيقية

التمرين الأول:

لديك الصيغ السلسلية للسكريات التالية :



1- أكمل الجدول الآتي بوضع إشارة + في الخانة الموافقة :

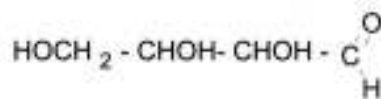
رقم السكر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
سكر الدهيدي										
سكر سيتوني										
بننوز										
هكسوز										
D										
L										

2- أعط اسم كل سكر من السكريات السابقة

3- اذكر السكر الذي هو صورة مرآة للسكر رقم 5

التمرين الثاني:

الألدوتيتروز (Aldotétreose) له عدة متشابهات ، صيغته نصف المفصلة هي ؟

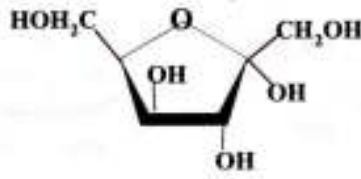


1- احسب عدد متماكبات الألدوتيتروز

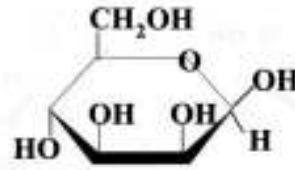
2- اكتب الصيغ نصف المفصلة للمتماكبات الضونية بتمثيل فيشر

التمرين الثالث :

أعط البنية الخطية للسكريات التالية :



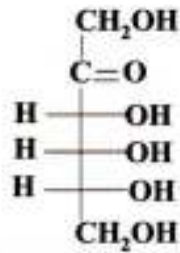
D-α - سوربوفورانونوز



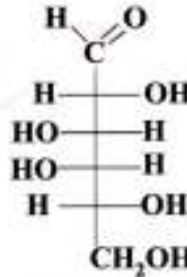
D-β - ماتوبيرانوز

التمرين الرابع :

1- أعط البنية الحلقية من النوع α للسكريات البسيطة التالية :



D- بسيكوز



D- غلاكتوز

2- استنتج البنيات الحلقية للسكريات L - غلاكتوز و L - بسيكوز

التمرين الخامس :

1- D- Talose إبيمير للغلاكتوز عند C₂

أ - اكتب الصيغة الخطية لـ D- Talose

ب - اكتب الصيغة الحلقية لـ α-D -Talopyranose

2- علل الإقترحات الخاصة بكل من الفركتوز و الغلوكوز

أ - يحتويان على نفس عدد ذرات الكربون غير المتناظرة

ب - يختلفان في موقع هيدروكسيل واحدة

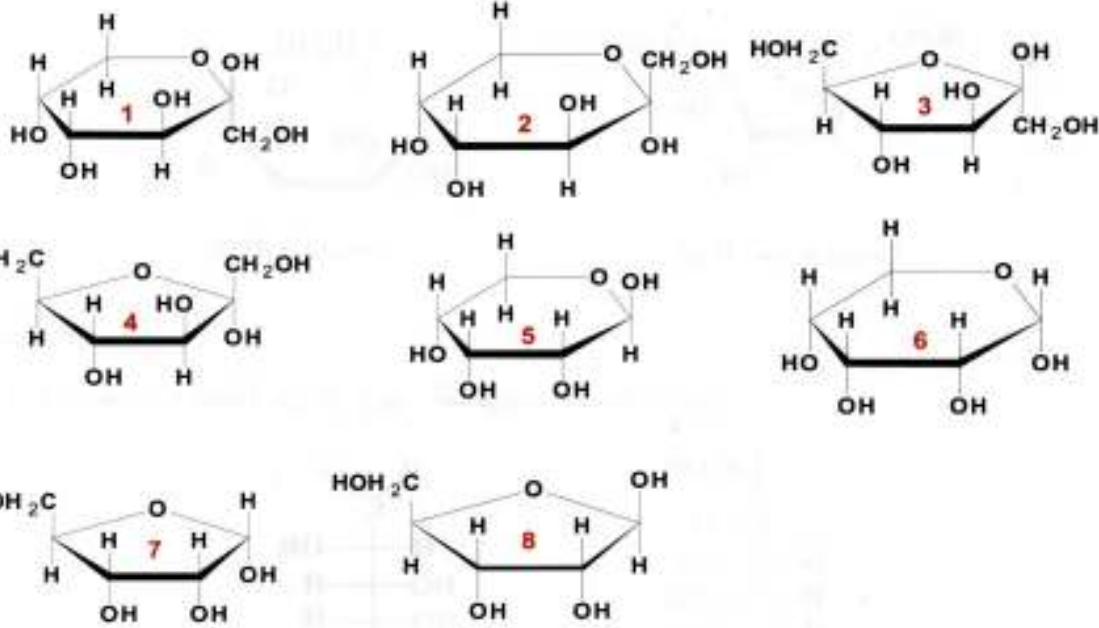
ج - لهما نفس $[\alpha]_D^{20}$

د - يعطيان نفس الأوزان

هـ - لهما نفس الوظيفة الكيميائية

التمرين السادس :

لديك الصيغ الحلقية للسكريات الآتية :



1- أكمل الجدول الآتي بوضع إشارة + في الخانة الموافقة :

رقم السكر	1	2	3	4	5	6	7	8
D								
L								
α								
β								

2 - اذكر اسم كل سكر من السكريات السابقة

3 - اكتب الصيغة السلسلية حسب تمثيل فيشر لكل سكر

التمرين السابع:

البنية المقابلة لسكر ثنائي :

أ- بالنسبة للسكر الأحادي 1

- هل هو سكر ألدهيدي أو سيتوني؟

- هل شكله فيوراني أو بيراني؟

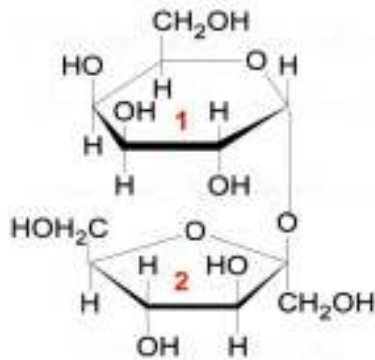
- هل هو انومير α أو انومير β ؟

- هل هو من النوع D أو النوع L ؟

ب- نفس الأسئلة بالنسبة للسكر الأحادي 2

ج - استنتج اسم السكر الأحادي 1 و اسم السكر الأحادي 2

د - هل السكر الثنائي مرجع؟ علل إجابتك



التمرين السابع :

لديك السكريات الثنائية التالية :

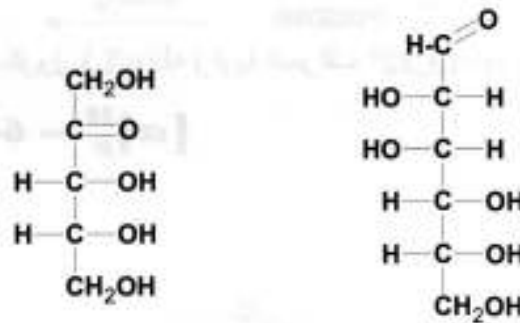
السكروز : سكر القصب أو سكر المائدة : $D-\alpha$ - غلوكوبيرانوزيل (2-1) $D-\beta$ - فركتوفورانوزيداللاكتوز : سكر الحليب : $D-\beta$ - غلاكتوبيرانوزيل (4-1) $D-\alpha$ - غلوكوبيرانوزالتريهالوز: تنتج الحشرات و الفطريات : $D-\alpha$ - غلوكوبيرانوزيل (4-1) $D-\alpha$ - غلوكوبيرانوزيد

1- هل السكريات السابقة مرجعة؟ علل إجابتك.

2- اكتب البنية الحلقية لسكر التريهالوز

التمرين الثامن:

1- لديك السكرين البسيطين التاليين :



D-Ribulose

D - ريبولوز : (1) السكر

D-Mannose

D - مانوز : (2) السكر

أ - ما صنف كل سكر؟

ب - اكتب البنية الحلقية من النوع (α) للسكر (1) و (β) للسكر (2) مع تسمية كل سكر في شكله الحلقي.2- تربط بين هذين السكرين برابطة غلوكوسيدية α (4-1)

أ - ما نوع السكر الناتج؟

ب - أعط الصيغة المفصلة و الاسم النظامي للسكر الناتج .

ج - هل السكر الناتج مرجع؟ برر إجابتك

3- إذا كانت القدرة الدورانية النوعية للسكر D- مانوز $[\alpha]_D^{20} = +43 \frac{^{\circ}\text{mL}}{\text{g dm}}$ احسب القدرة الدورانية α لمحلول مائي من هذا السكر داخل أنبوب طوله $d = 20\text{cm}$.

التمرين التاسع :

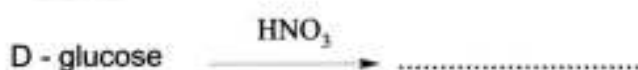
1- اكتب البنية الحلقية للمركبين : α - D glucopyranose ; β - D fructofuranose

2 - اكتب البنية الحلقية لـ

α - Mannopyranosyl (1-6) α -D glucopyranosyl(1-1) α -D fructofuranose

أ - هل السكر الثلاثي مرجع؟ علل ذلك

ب - اكتب صيغ المركبات الناتجة عن التفاعلات الآتية:

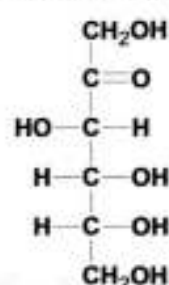
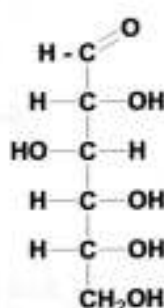
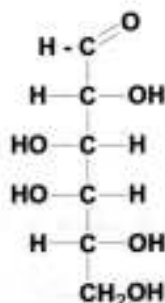


3- احسب تركيز محلول من السكروز (g/L) له زاوية انحراف $\alpha = 13,32^\circ$ علما أن طول الأنبوبة 20 cm و

$$[\alpha]_D^{20} = 66.5 \frac{^{\circ}mL}{g dm}$$

التمرين العاشر:

إليك السكريات البسيطة التالية:



السكر (أ) : D - Galactose - غلاكتوز

السكر (ب) : D - Glucose - غلوكوز

السكر (ج) : D - Fructose - فركتوز

1- أعط البنية الحلقية من النوع α للسكر (أ) ، من النوع ؟ للسكر (ب) و من النوع β للسكر (ج) واذكر أسماءها .

2- لتشكل سكر الـ رافينوز (Raffinose) تربط بين هذه السكريات الثلاثة برابطتين غلوكوسيديتين :

- رابطة غلوكوسيدية α (1-6) بين السكر (أ) و السكر (ب).

- رابطة غلوكوسيدية α (2-1) بين السكر (ب) و السكر (ج).

أ - أعط الصيغة المفصلة لهذا السكر (Raffinose) و اسمه.

ب- ما صنف هذا السكر ؟

نموذج اختبار في مادة التكنولوجيا - هندسة الطرائق-

التمرين الأول: (07 نقاط)

نريد التأكد من البيانات التالية لماء معدني .

الشوارد	mg/L
Ca ⁺⁺	30
Mg ⁺⁺	8.4

لأجل ذلك نأخذ : $V=100 \text{ cm}^3$ (الماء المعدني) ونعايرها بمحلول EDTA 0.02 N فكان الحجم المستعمل هو $V=10.9 \text{ cm}^3$.

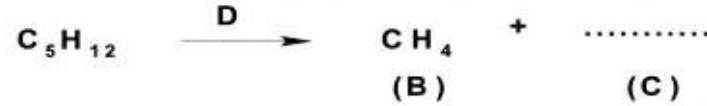
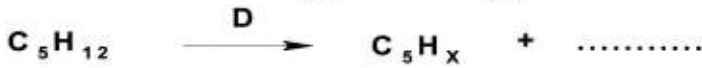
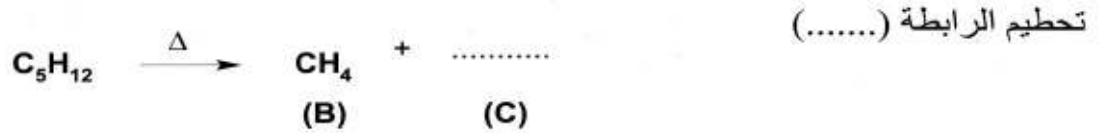
المطلوب :

- 1/ ما هي الأدوات و المواد اللازمة لذلك ؟
- 2/ اكتب معادلة تفاعل كل من Ca^{++} و Mg^{++} مع المحلول المسح .
- 3/ احسب $[\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}]$ بالـ (mol/L) اعتمادا على :
 - أ- البيانات أعلاه
 - ب- نتائج المعايرة
- 4/ ما هي نوعية هذا الماء المعدني ؟ إذا علمت انه يمكن تمييز نوعية المياه بالدرجة الهيدروتيومترية كالتالي :
 - المياه العذبة (ذات نوعية جيدة) اقل من 15° هيدروتيومترية
 - المياه القاسية : بين 15° و 30° هيدروتيومترية
 - ماء الحنفية اقل من 30° هيدروتيومترية
 - 5/ نقوم بتسخين الماء المعدني إلى درجة الغليان .
 - أ- ما نوع القساوة التي يمكن إزالتها ؟
 - ب- اكتب التفاعلات الحادثة في هذه الحالة .

التمرين الثاني: (07 نقاط)

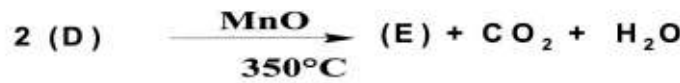
- نقوم بحرق حجم قدره (25 cm^3) من الكان (A) حرقا تاما, فنحتاج حجما من الأوكسجين قدره 200 cm^3 , تحت الشروط النظامية من ضغط ودرجة حرارة . (حيث $V_{\text{molaire}}=22.4 \text{ l/mol}$)
- 1/ اكتب معادلة احتراق هذا الالكان .
 - 2/ اثبت أن : C_5H_{12} هي الصيغة العامة للالكان (A) .
 - 3/ ما هي الصيغ النصف مفصلة الثلاث (03) الممكنة لهذا الالكان .
 - 4/ إليك درجات الغليان التالية : $+9^\circ\text{C}$; $+25^\circ\text{C}$; $+35^\circ\text{C}$
 - أرفق مع التعليل كل نصف صيغة موجودة سابقا بما يناسبها من درجة غليان .

5/ يتأثر المركب (A) السابق بدرجة الحرارة العالية معطياً عدة تحولات منها :



- أكمل الفراغات الموجودة في التحولات السابقة مع تحديد قيمة X .

6/ إليك التفاعلات التالية :



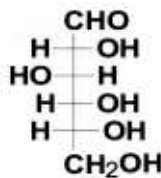
أ- اكتب صيغ المركبات : (F) , (E) , (D) .

ب- ما هي طبيعة هذه المركبات ؟

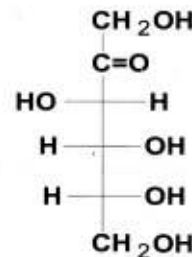
ج- كيف يتم الكشف عن المركب (E) .

التمرين الثالث: (06 نقاط)

لتكن البنية السلسلية (تمثيل Fischer) للسكرين البسيطين التاليين :



D- غلوكوز



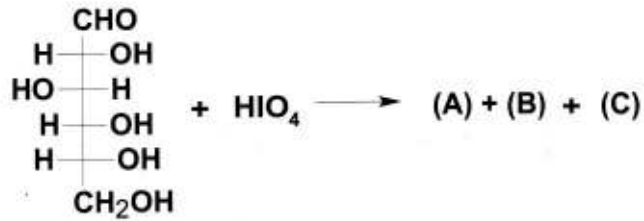
D- فركتوز

1/ عرف السكريات البسيطة انطلاقاً من التركيب الكيميائي لهاتين السلسلتين .

2/ اكتب صيغة و اسم متخالي هذين السكرين .

3/ اذكر عدد المماكبات الدياستيرية للسكرين .

4/ يتأكسد D. غلوكوز بواسطة HIO_4 وفق السلسلة التفاعلية التالية :



- أعط صيغ المركبات : (A) ، (B) ، (C)

5/ أثبتت العديد من التجارب أن السكريات توجد في صورة حلقية .

- بين في تفاعل كيميائي تحول سلسلة D- غلوكوز إلى بنية حلقية (تمثيل Haworth) مبينا الأنوميرين الناتجين .

تصحيح الاختبار النموذجي في مادة هندسة الطرائق السنة الثانية

العلامة	التصحيح النموذجي
المجموع	
07	<p>التمرين الأول: (07 نقاط)</p> <p>1/ الادوات و المواد اللازمة :</p> <p>الادوات : سحاحة (25ml) ، انبوب مدرج (250ml) ، دورق مخروطي ، مسخن مزود بمخلوط , حامل</p> <p>المواد : الماء المعدني ، محلول الـ E.D.T.A (0.02 عياري) ، كاشف الـ N.E.T ، محلول موكي (PH=10) .</p> <p>2/ معادلة تفاعل كل من Ca^{++} و Mg^{++} مع المحلول المسحح</p> $Ca^{++} + H_2Y^{2-} \longrightarrow CaY^{2-} + 2H^+$ $Mg^{++} + H_2Y^{2-} \longrightarrow Mg^{++} + 2H^+$ <p>3/ - اعتمادا على بيانات الماء المعدني :</p> $[Mg^{++}] = \frac{8.4}{24} = 0.35 \text{ mmol / l} \quad [Ca^{++}] = \frac{30}{40} = 0.75 \text{ mmol / l}$ $[Ca^{++}] + [Mg^{++}] = 0.75 + 0.35 = 1.1 \text{ mmol / l}$ <p>- اعتمادا على نتائج المعايرة :</p> <p>عند تغير اللون من الأحمر البنفسجي إلى الأزرق فان</p> $(N_1 \times V_1)_{E.D.T.A} = (N_2 \times V_2)_{\text{الماء}}$ $N_2 = \frac{N_1 \times V_1}{V_2} = \frac{0.02 \times 10.9}{100} \quad N_2 = 2.18 \times 10^{-3} \text{ Eg / l}$ <p>لدينا : eq الماء = 2 و عليه :</p> $C_2 = \frac{N_2}{eq} = 1.09 \times 10^{-3} \text{ mol / l} = 1.1 \text{ mmol / l}$ <p>إذن البيانات صحيحة لتقارب النتيجة .</p> <p>4/ نوعية الماء المعدني :</p> $N_{\text{الماء}} = 2.18 \times 10^{-3} \text{ Eg / l} = 2.18 \text{ mEg / l}$ <p>1 TH° \longrightarrow 0.2 mEg/l</p> <p>TH° \longrightarrow 2.18 mEg/l</p> <p>ومنه $TH = 10.9^\circ$ الماء</p> <p>الماء المعدني ذو نوعية جيدة</p>
0.25×5	
0.25×4	
2.25	
0.25×2	
0.5	
0.5×2	
0.25	
0.5	
3	
0.5	
0.75	
0.5	

0.75	0.25 0.25×2	<p>أ- نوع القساوة التي يمكن ازلتها هي القساوة المؤقتة ب/ التفاعلات الحادثة في هذه الحالة</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} CaO_3 + CO_2 + H_2O$ $Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} MgCO_3 + CO_2 + H_2O$ </div>
07		<p>التمرين الثاني: (07 نقاط) 1/ معادلة احتراق الالكان</p>
0.75	0.75	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $2C_nH_{2n+2} + (3n+1)O_2 \rightarrow 2nCO_2 + 2(n+1)H_2O + \text{طاقة}$ </div> <p>2/ الصيغة العامة للالكان (A) $25cm^3$ من الالكان تحتاج $200cm^3$ من الأوكسجين $2 \times 22.4l$ من الالكان تحتاج $(3n+1) \times 22.4l$ ومنه $(3n+1) = 16$ وبالتالي $(n = 5)$</p>
0.5	0.25	<p>و عليه الصيغة العامة للالكان C_5H_{12} 3/ الصيغ النصف مفصلة الثلاث لهذا الالكان</p>
0.75	0.25×3	<p>الصيغة الأولى بها سلسلة من 5C $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$</p> <p>الصيغة الثانية بها سلسلة من 4C $CH_3-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_3$</p>
0.75	0.25×3	<p>الصيغة الثالثة بها سلسلة من 3C $CH_3-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{\overset{\substack{ \\ CH_3}}{C}}-CH_3$</p>
1.25	0.5	<p>4/ - الصيغة الأولى تتناسب مع $35^\circ C$ الصيغة الثانية تتناسب مع $25^\circ C$ الصيغة الثالثة تتناسب مع $9^\circ C$ - التعليل : درجة غليان الالكانات تتناسب طرذا مع طول السلسلة الكربونية</p>
1	0.25×2 0.25×2	<p>5/ تحطيم الرابطة (C-H) $C_5H_{12} \xrightarrow{\Delta} C_5H_{10} + H_2$</p> <p>تحطيم الرابطة (C-C) $C_5H_{12} \xrightarrow{\Delta} CH_4 + C_4H_8$</p>

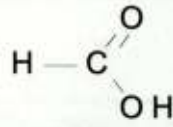
2.75	0.5×3 0.25×3 0.5	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> C_4H_9OH (F) </div> <div style="text-align: center;"> $H_3C-C(=O)OH$ (D) </div> <div style="text-align: center;"> $O=C(CH_3)_2$ (E) </div> </div> <p>ب- طبيعة هذه المركبات (D) : حمض كربوكسيلي (E) : سيتون (F) : كحول</p> <p>ج- يعطي (E) نتيجة ايجابية مع D.N.P.H و نتيجة سلبية مع محلول فهلنك (أي لا يتفاعل معه)</p>
06	0.25×3	<p>التمرين الثالث: (06 نقاط)</p>
0.75	0.5×2	<p>1/ تعريف السكريات البسيطة : هي مركبات عضوية الدهيدية أو سيتونية عديدة الهيدروكسيل 2/ اسم و صيغة متخاليبي السكرين -D- فركتوز و -D- غلوكوز</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} CHO \\ \\ HO - C - H \\ \\ H - C - OH \\ \\ HO - C - H \\ \\ HO - C - H \\ \\ CH_2OH \end{array}$ <p>-L- غلوكوز</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} CH_2OH \\ \\ C=O \\ \\ H - C - OH \\ \\ HO - C - OH \\ \\ HO - C - H \\ \\ CH_2OH \end{array}$ <p>-L- فركتوز</p> </div> </div>
1.5	0.25×2	<p>3/ عدد المماكبات الدياسترية للسكرين : السكر -D- غلوكوز : يحتوي على 4 ذرات كربون غير متناظرة (n=4) عدد المماكبات = $2^n = 16$ مماكبا</p>
1	0.25×2	<p>السكر -D- فركتوز : يحتوي على 3 ذرات كربون غير متناظرة (n=3) عدد المماكبات = $2^n = 8$ مماكبا</p>



(A)



(C)



(B)

1.5

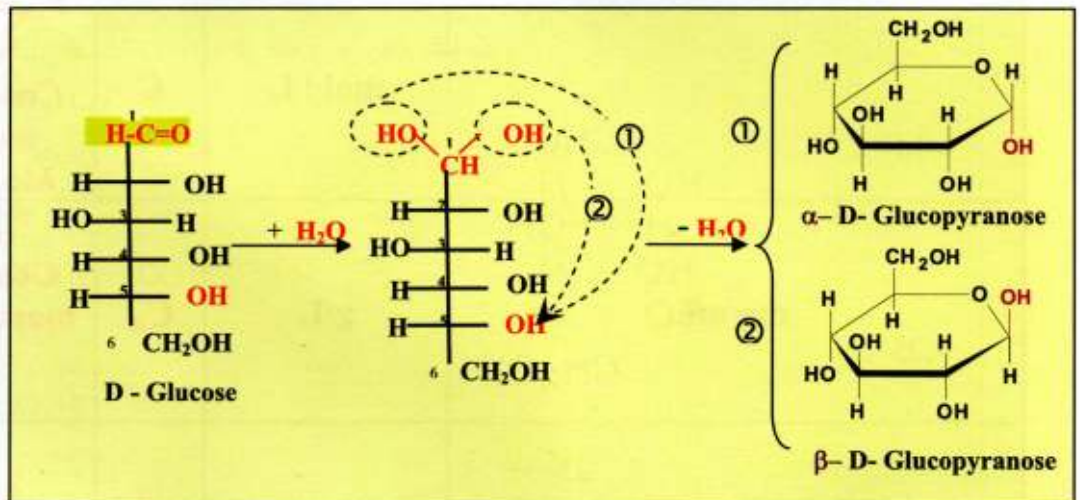
0.5×3

5/ تحول سلسلة D- غلوكوز إلى البنية الحلقية

0.5×2

0.25

1.25



جدول يلخص بعض الرموز المستعملة

وحدات القياس الأخرى	وحدة القياس في النظام الدولي SI	الرمز	المتغيرات
dm^3 أو L $1 m^3 = 10^3 dm^3 = 10^3 L$	m^3	V	الحجم Volume
	Mol	n	عدد المولات
$^{\circ}C$ $T = \theta (^{\circ}C) + 273$	K	T	درجة الحرارة Température
bar, atm, mm de Hg(mercure) $1 atm = 1,01325 bar = 1,01325 \cdot 10^5 Pa$ Pa $1 atm = 760 mm de Hg (mercure)$	Pa(Pascal)	P	الضغط Pression
	mol / L	C	التركيز المولي أو المولارية Concentration molaire ou Molarité (C)
mg/mL	g/L	C_m	التركيز الكتلي Concentration massique (C_m)
	Eg / L	N	النظامية Normalité
	$\frac{g \cdot mL}{g \cdot dm}$	$[\alpha]_{\lambda}^t$	القدرة الدورانية النوعية pouvoir rotatoire spécifique

(Bibliographie مصادر الكتاب)

A.Gherib, Travaux pratiques de chimie organique, OPU Alger, 1983

Alexander von Zelewsky, Stereochemistry of Coordination Compounds, Wiley, 1996

Gérard Dupont Michel, Exercices de chimie générale, académique press chimie paris, 1981

Gérard Dupont Michel, Chimie organique, académique press chimie paris, 1981

Jaques Henry Weil, Biochimie Générale, Dunod, 2005

Jean Meyer, Histoire du sucre, Editions Desjonquières, 1989

John Mc Murry, Chimie organique les grands principes, Dunod ,1997

Oliver-Frédéric, Travaux pratiques physique chimie, bordas, 2003

Paul Arnaud, Cours de chimie organique, DUNOD 16e éd , 1997

René MILCENT, Chimie organique, EDP sciences, 2007

- بول أرنو ترجمة صلاح يحيواوي، تمارين الكيمياء العضوية، د م الجامعية الجزائر، 1979
- د احمد مالو - مروان البحرة- هيفاء العظمة، الكيمياء الحيوية البنيوية، د م الجامعية الجزائر، 1991
- د سعد خليل شهاب - دعلي محمد حسن، الكيمياء الحيوية الزراعية، جامعة بغداد، 1978
- د احمد الصفار الكيمياء العملية، د م الجامعية الجزائر، 1991
- د محمد محمد الصاوي، الحسابات الفيزيائية الكيميائية، د م الجامعية الجزائر، 1983
- دريلا غوفرو دوكوم ترجمة صلاح يحيواوي، الكيمياء العضوية، د م الجامعية الجزائر، 1983
- الحسن بن علي الاحمري، الكيمياء، م ع السعودية، 2008
- ن غلينكا ترجمة د عيسى مسوح، مسائل و تمارين في الكيمياء العامة، د م الجامعية الجزائر، 1983
- هربرت مايسليش - جاكوب شار فكين ترجمة د أحمد مدحت، الكيمياء العضوية سلسلة شوم، دار الرائد العربي لبنان، 1984
- ر وحاس-ب دو قالز ترجمة صلاح يحيواوي، الكيمياء العامة، د م الجامعية الجزائر، 1981

الفهرس

4	مفهوم الهندسة الكيميائية و هندسة الطرائق
4	المراحل الكبرى لطريقة صناعية
7	مفهوم العمليات الأحادية
8	النمط المستمر والنمط غير المستمر
9	العوامل التي تساهم في تحسين التقنيات الصناعية
9	أهمية هندسة الطرائق و مجالات استعمالها
10	دراسة نماذج صناعية
10	صناعة الصابون
12	استخلاص السكر من الشمندر
15	مبادئ عمليات الفصل
16	فصل مزيج صلب - سائل
16	التركيد
17	الطرد المركزي
18	الترشيح
19	فصل مزيج سائل - سائل
19	الإبانة
20	التقطير
24	الاستخلاص
30	تعريف مختلف وحدات التركيز
30	التركيز الكتلي
30	التركيز المولي أو المولارية
32	النظامية
32	المكافئ الغرامي
34	قانون التخفيف
36	الخواص الفيزيائية للمحاليل التجارية
38	طرق التحليل الحجمي
39	التحليل الحجمي
39	شروط استخدام التفاعلات في التحليل الحجمي
39	تصنيف طرق التحليل الحجمي

مدخل إلى هندسة الطرائق

المجال الأول: الماء

39	تقنيات المعايرة
42	طرق التحليل الحجمي
42	المعايرة بالتعديل
49	المعايرة بالأكسدة والإرجاع
57	المعايرة عن طريق تشكيل معقد
63	الفحوم الهيدروجينية
63	الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية المشبعة
68	الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية غير المشبعة
76	الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية الأروماتية
80	تمارين تطبيقية
84	الوظائف الأكسجينية
84	الكحولات
95	الألدهيدات والسيتونات
101	الأحماض الكربوكسيلية
110	التماكب
110	التماكب المستوي (البنوي)
110	التماكب السلسلي
110	التماكب الموضعي
111	التماكب الوظيفي
112	التماكب الفراغي
113	التماكب الضوئي
114	التماكب الهندسي
118	تمارين تطبيقية
119	التقطير التجزيئي للبتترول
119	ما هو البترول؟
119	تاريخ البترول
120	تركيب البترول
121	تكرير البترول
121	المعالجة الأولية
121	التقطير التجزيئي تحت الضغط العادي
122	التقطير التجزيئي تحت الضغط المنخفض

128	تأثير البترول على البيئة
130	تحضير الأسيتلين
130	تعريف الأسيتلين
130	الطرق الصناعية لتحضير الأسيتلين
130	انطلاقاً من الفحم الحجري و الكلس
133	التفكك الحراري للميثان CH_4
133	نزع الهيدروجين H_2 من الأيتيلين C_2H_2
134	بالاحتراق الجزئي للميثان CH_4 عند $1500\text{ }^\circ\text{C}$
134	بعض تفاعلات الأسيتلين
134	أهمية الأسيتلين
143	السكريات
143	مقدمة
143	السكريات الأحادية
145	تصنيف السكريات الأحادية
146	البنية الخطية للسكريات الأحادية
150	البنية الحلقية للسكريات الأحادية
153	الخواص الفيزيائية للسكريات الأحادية
155	الخواص الكيميائية للسكريات الأحادية
161	السكريات المركبة
161	المالتوز
162	السكروز
163	اللاكتوز
165	السكريات المتعددة
165	النشا
166	الجليكوجين
167	السليولوز
168	تمارين تطبيقية

دعوة صالحة وشكرا

تم هذا العمل يوم 2015/02/08

على الساعة 14 سا 22



M

رزمك : 3 556-20-9947-978 ISBN

رقم الإيداع القانوني : 2336-2010

MS: 1227 /10

سعر البيع : 160.00 دج



2010 - 2011

مصادق عليه من طرف لجنة الاعتماد والمصادقة للمعهد
الوطني للبحث في التربية أوزارة التربية الوطنية طبقا
لقرار رقم 902/مرع/2010 للمؤرخ
في 21 جويلية 2010.