

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التربية الوطنية

مديرية التكوين

المفتشية العامة

في إطار الإصلاحات التي باهرتها وزارة التربية الوطنية و من خلال

تنصيب السنة الثانية شعبة تقني رياضي - هندسة الطرائق - انطلاقا من

السنة الدراسية 2007/2006 ، سعى مفتش المادة رفقة مجموعة من

الأساتذة لتحضير مضمون المحاور المقررة في المنهاج كمصدر مساعد

يدخل ضمن التوثيق الذي يستفاد منه الأستاذ.

يسعدنا أن يبدي زملائنا الكرام آرائهم في هذه المساهمة و أن يقترحوا

علينا ما يتراءى لهم من اقتراحات، فمن أجلهم أنجزنا هذا العمل و أملنا

أن يجدوا فيها حاجتهم و تطلعاتهم.

والله ولي التوفيق

### مفهوم هندسة الطرائق:

هي معارف ومهارات تهتم بوضع طرق صناعية بهدف تحويل المادة الخام إلى منتج نهائي مقبول وفق مواصفات ومقاييس النوعية الوطنية أو الدولية.

هذه المعارف والمهارات يمكن تعريفها **بالهندسة الكيميائية** والتي هي أساس **الكيمياء الصناعية** التي تدخل في كل النشاطات التي تهتم بتحول المادة ومعالجتها مثل: البتروكيميا - الصناعة الفلاحو غذائية - صناعة الأنسجة - حماية البيئة - الصناعة الميكانيكية ... الخ.

بصفة عامة الطرائق الصناعية الكيميائية تمر بثلاثة مراحل أساسية:

**المرحلة الأولى:** تحضير المواد الأولية حتى تكون جاهزة للتحويل.

**المرحلة الثانية:** سلسلة من عمليات تحول المادة الأولية (تتم في أجهزة أو آلات) إلى منتج

**المرحلة الثالثة:** مراقبة نوعية المنتج النهائي قبل تسويقه وفق مواصفات النوعية ومقاييس الجودة.

### الطرائق الصناعية وهندسة الطرائق:

في مادة التكنولوجيا نلاحظ العلاقة بين التكنولوجيا الميكانيكية والتكنولوجيا الكيميائية , الأولى تهتم بطرق التأثير على الشكل والخواص الفيزيائية للمادة الخام والثانية تهتم بالتحويل الجذري لتركيبية المادة وبالخواص والبنية الداخلية لها، حيث أن تغيير نوعية المادة يترافق دوما مع تغيير تركيبها وخواصها الكيميائية، كمثل في الصناعة : معالجة الخامات المعدنية بالتذويب فعملية الانصهار تكون مترافقة دوما بتحولات كيميائية (تفاعلات).

### أهمية هندسة الطرائق:

الصناعة الكيميائية توفر للاقتصاد الوطني كمية هائلة من منتجات مختلفة هي أساس التطور الحديث للأمم , كمثل على ذلك نذكر: المحروقات (زيوت , بترول , دهون) , الأمونياك  $NH_3$  كذلك حمض الأزوت(النتريك) وحمض الفوسفوريك المستخدمان في تحضير الأسمدة المعدنية الفلاحية، كلور الصوديوم المتوفر بكثرة في الطبيعة يستخدم لتحضير الصود الكاوي والكلور وحمض الكلور وفحمات الصوديوم كلها تساهم في إنتاج الألمونيوم والزرجاج، الورق، الصابون، الخيوط النسيجية والمواد البلاستيكية، حمض الخل، الإيثانول... الخ.

الصناعات الميكانيكية الحديثة مثل : النقل البري , الملاحة البحرية والجوية , مواد البناء والكثير منها في الأشغال العمومية وحماية البيئة.

أهم العوامل لتحسين التقنيات الكيميائية:

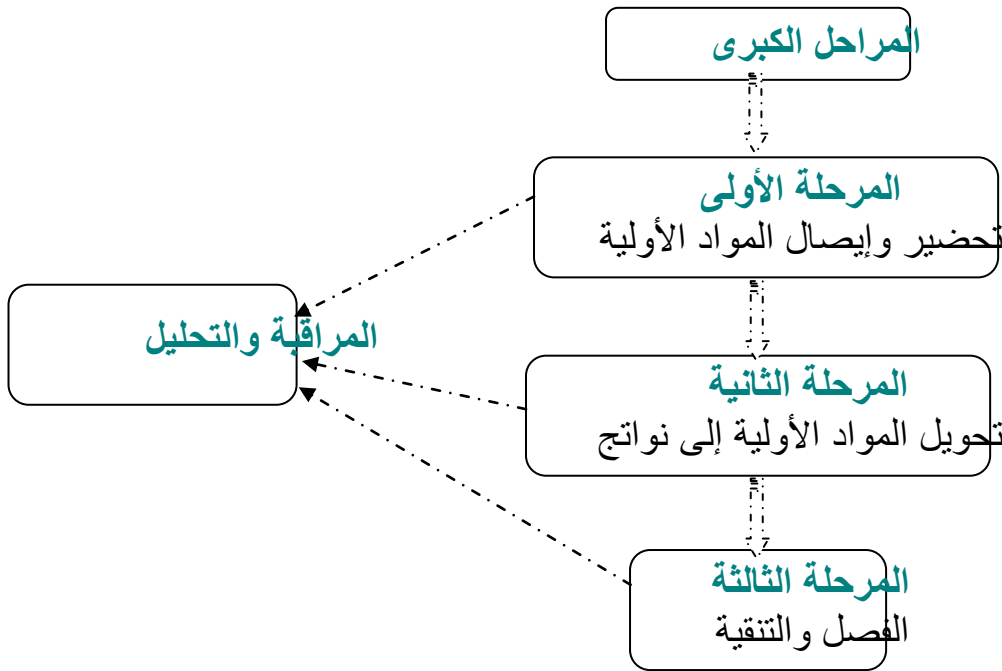
عوامل متعددة من شأنها رفع المردود وتحسين نوعية المنتج وتخفيض تكلفة الإنتاج , ومن أهم عوامل تطور التقنية الكيميائية نذكر:

- 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 الغير مستمرة بأنماط مستمرة.
- 6- استخدام حرارة التفاعلات واستغلالها للتقليل من استهلاك الطاقة.
- 7- اختراع أنماط للإنتاج بدون الحصول على الفضلات.

حديثا يتم التركيز على تفعيل عمل الآلة بحيث تصنع بفعالية اقتصادية مرتفعة أدى إلى مضاعفة قدرة المفاعلات الرئيسية لصناعة حمض الكبريت والنشادر مثلا إلى 30 مرة , هذا النمط التكنولوجي المتطور أدى إلى تحسين المردود بفضل تحمل المفاعل للحرارة العالية , ضغط وتركيز الكتل المتفاعلة مع إمكانية التحريك الجيد الذي يسمح بتعريض سطح التماس وزيادته بين الأجسام المتفاعلة وبين الوسيط.

## 1- المراحل الثلاث للطرق الصناعية:

- المرحلة-1 : تحضير المواد الأولية للتحويل + المراقبة والتحليل  
المرحلة-2 : تحويل المواد الأولية + المراقبة والتحليل  
المرحلة-3 : فصل النواتج وتنقية المحلول + المراقبة والتحليل



### المرحلة الأولى:

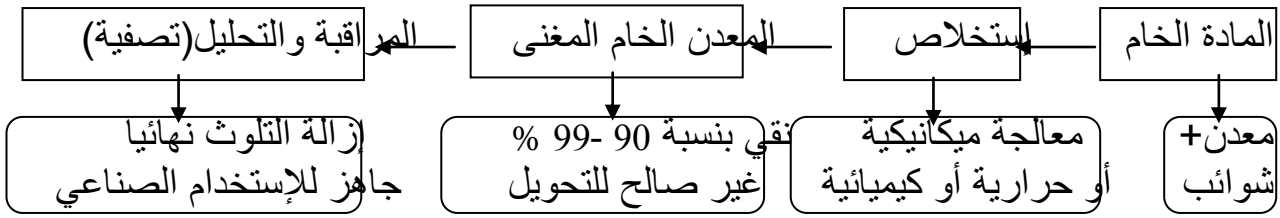
#### تحضير المواد الأولية للتحويل-المراقبة والتحليل

يوجد عدة خصائص تسمح لنا بتصنيف المواد الأولية في الصناعة الكيميائية حسب مصدرها (مواد معدنية , نباتية أو حيوانية) وحسب تركيبها الكيميائي (مركبات عضوية وغير عضوية) وحسب حالتها الطبيعية (صلبة , سائلة , غازية) ومنه يمكن 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:  $\text{Cu}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_3\text{O}_4$  أو على شكل كبريتات مثل:  $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{ZnS} \cdot \text{PbS}$  أو بشكل كربونات مثل:  $\text{FeCO}_3 \text{ ZnCO}_3$  باستثناء المعادن الثمينة ذهب , فضة , بلاتين وبعض مناجم النحاس في العالم تتواجد نقية في الحالة الطبيعية.

التحضير الصناعي يتم كما يلي:



## المرحلة الثانية:

### تحويل المواد الأولية إلى نواتج

النمط التكنولوجي العام:

النمط التكنولوجي هو محصلة الكثير من الظواهر الفيزيائية والكيميائية , ومجموعة العوامل المؤثرة على السرعة، على المردود، على نوعية المنتج تسمى (النظام التكنولوجي) , بالنسبة لمعظم الأنماط الكيميائية فإن العوامل الأساسية للنظام هي : الحرارة، الضغط، استخدام وسيط وفعاليتها، تركيز المتفاعلات، درجة مزج المتفاعلات وفي الأنماط الكهروكيميائية تدخل فعالية شدة التيار الكهربائي. إن نوعية المفاعلات الكيميائية لها دور رئيسي في رفع المردود.

بصفة عامة تصنف الأنماط مع الآلات المناسبة وفق نوعية وأطوار المتفاعلات. إن الأنماط

التكنولوجية تقسم إلى قسمين: « نظام متجانس » و « نظام غير متجانس ».

#### أ- النظام المتجانس:

إذا كانت المتفاعلات تمثل طوراً واحداً : غازياً ( G ) , أو سائلاً ( L ).

ب- النظام الغير متجانس: هو الأكثر شيوعاً في الصناعة إذا يشتمل 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: ( G-L ) , ( G-S ) , ( L-S ).

والأنظمة المتعددة الأطوار الشائعة هي: ( G-L-S ) , ( L-S-S ) , ( G-S-S ) , ( G-L-S-S ).

## المرحلة الثالثة:

### فصل النواتج وتنقية المنتج الرئيسي

إن النمط الحديث يعتمد على الآلة المبرمجة بدلاً من اليد العاملة بهدف الحصول على نوعية جيدة

وبمردود أفضل في زمن أقصر وبتكلفة أقل و من خلال اعتماد الصناعة على النمط المستمر وهو

يعكس التطور التكنولوجي في الصناعات الكيميائية حيث أن شحن المادة الأولية وإخراج المنتج

يتمان أنياً ولا نحتاج إلى توقيف الإنتاج بعكس النمط القديم الغير مستمر والذي يتم فيه توقيف الوحدة (

الإنتاج ) للتفريغ ثم إعادة الشحن فهذا يؤدي إلى زمن ضائع، ولا تزال التقنية الكلاسيكية متبعة في

المصانع ذات طاقة الإنتاج الضعيفة وذات الحجوم الصغيرة وحسب طبيعة المواد المنتجة.

تتم عملية مراقبة المنتج النهائي قبل تسويقه للوقوف على مدى التطابق مع المواصفات والمقاييس

الوطنية والدولية قبل عرضه للاستهلاك.

## 2- مفهوم العملية الأحادية

إن سلسلة من عمليات التي تمكن من تحول المادة الأولية إلى منتج و التي تتم في أجهزة أو آلات , كل عملية من هذه السلسلة تسمى عملية أحادية.

العملية الأولى: وضع أنواع مؤثرة في منطقة التفاعل ( متفاعلات, وسائل, وسائط...).

العملية الثانية: حدوث التفاعلات الكيميائية ( بالتسخين, التحريك, الضغط...).

العملية الثالثة: استخراج النواتج المتحصل عليها من منطقة التفاعل.

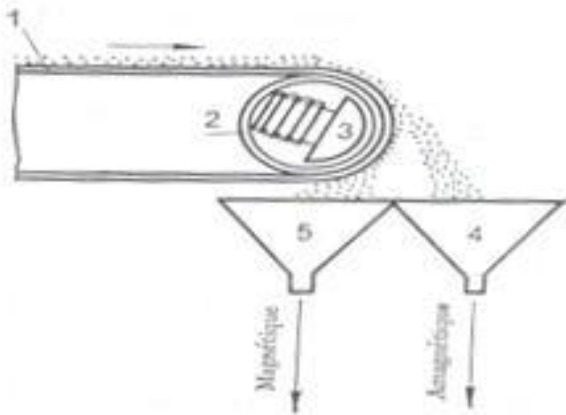
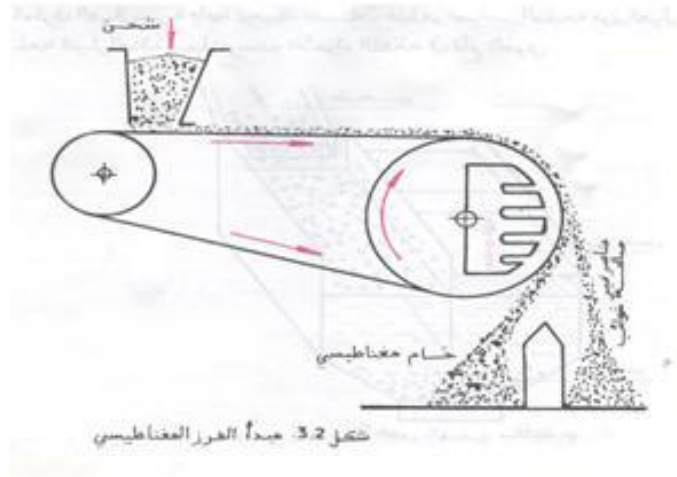
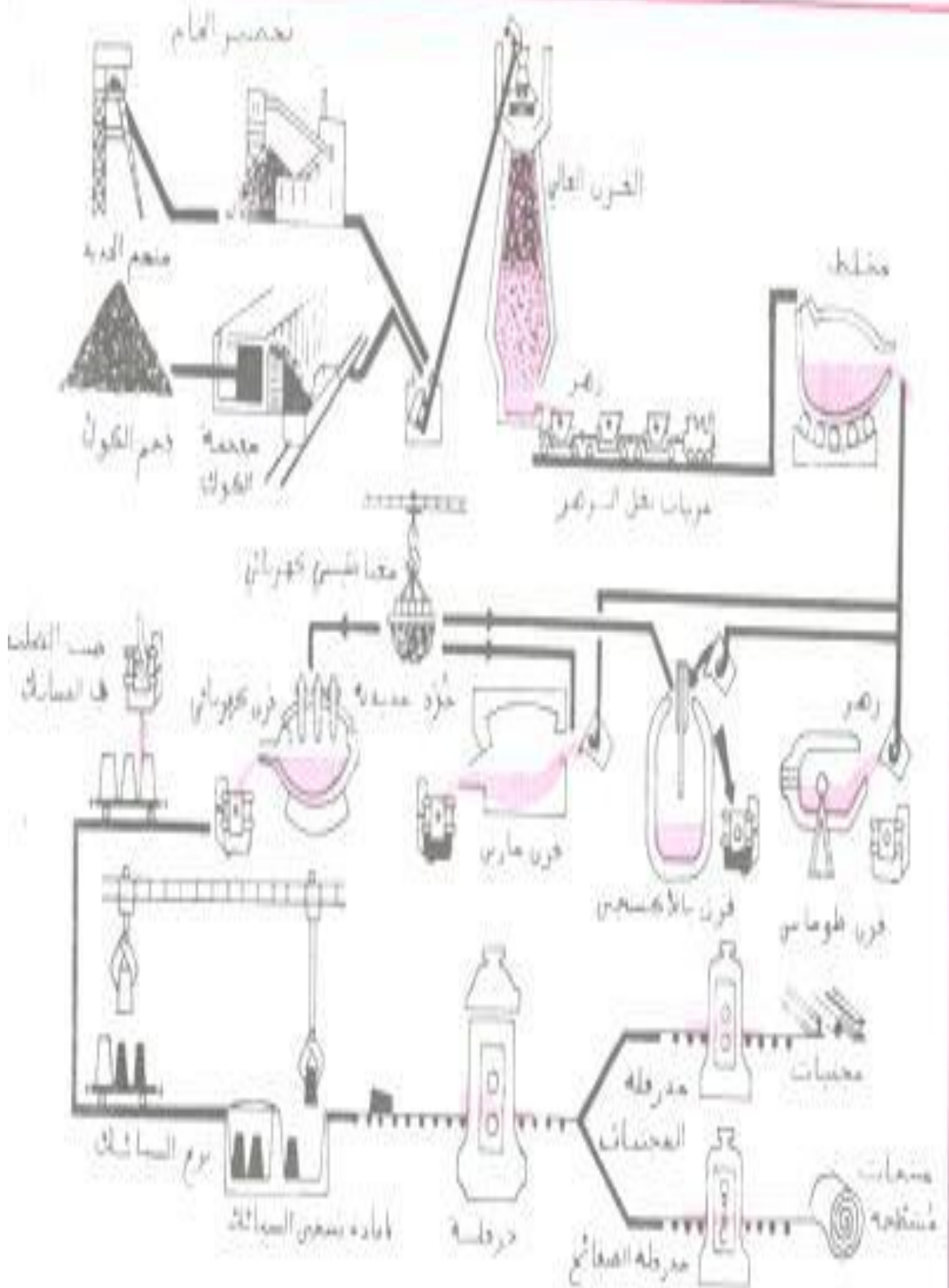


Fig. 4. Séparateur électromagnétique:

1 — tapis roulant; 2 — tambour; 3 — électroaimant; 4 et 5 — trémies

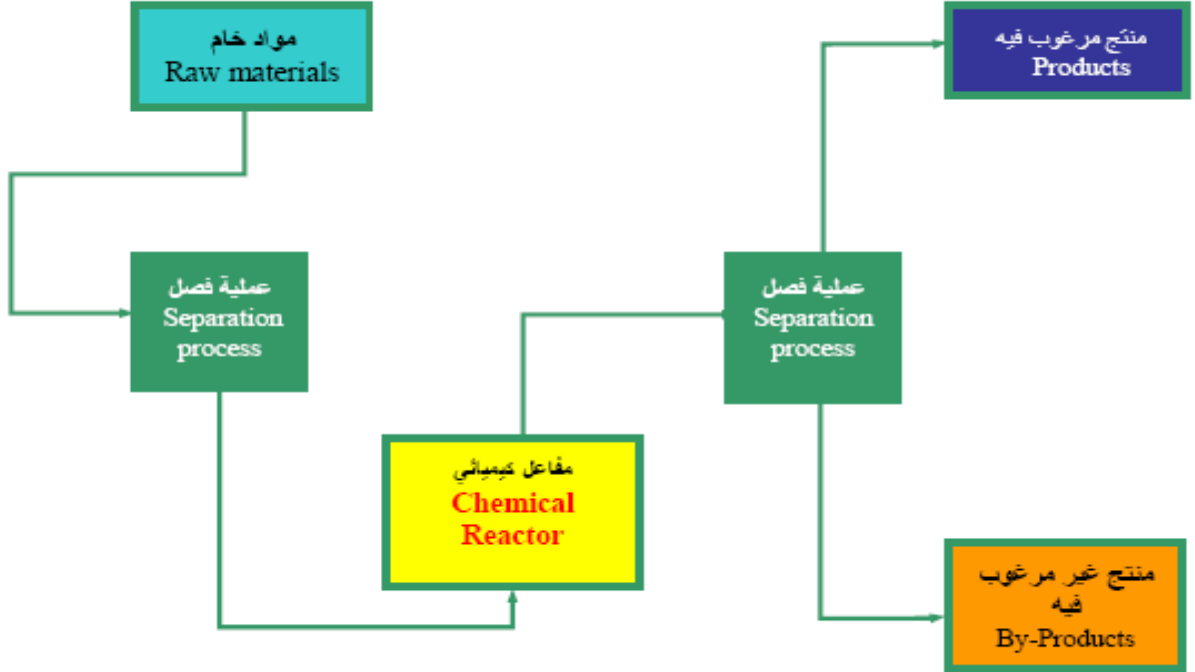


### نموذج صناعي



شكل 28. صياغة جديدة زهر وعديد الغالب

## نشاطات التعلم رسم مبسط عام لطريقة صناعية



### التنقية بإعادة التبلور (كمثال لنشاط):

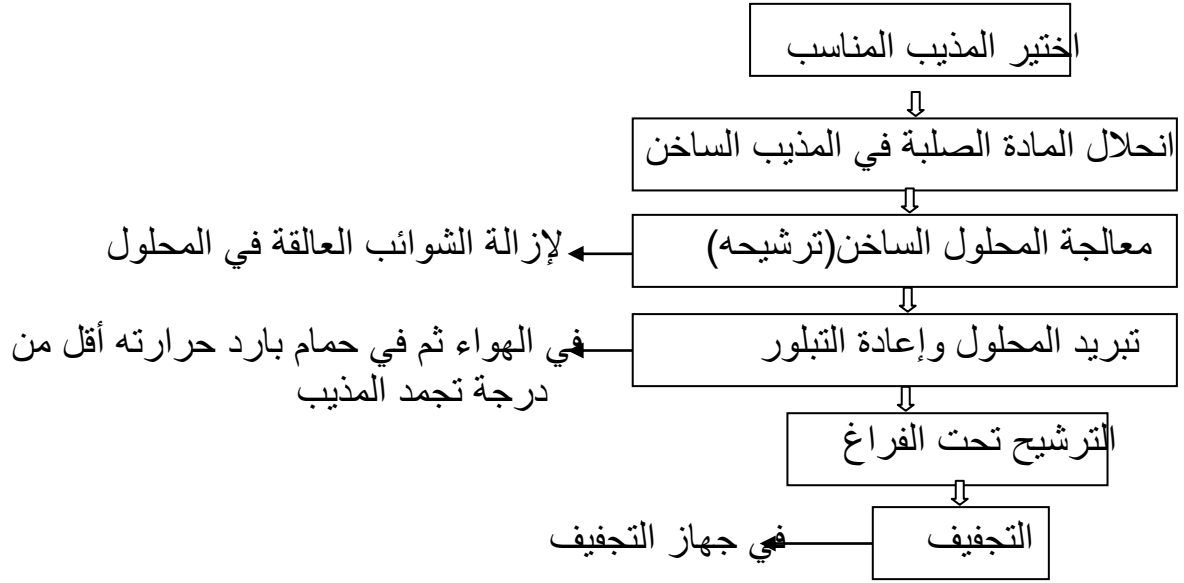
التنقية تتم بعدة طرق و تمر بسلسلة من العمليات الوحودية منها التنقية بإعادة البلورة المهمة صناعيا ويمكن نمذجة العملية وتطبيقها مخبريا.

**1- تعريف:** إعادة التبلور هي تقنية تستعمل لتنقية المركبات الصلبة الناتجة من التركيب العضوي أو المشتقة من المواد الطبيعية الخام التي تحتوي غالبا على كميات قليلة من الشوائب.

**2- مبدأ العملية:** تزداد انحلالية المادة الصلبة مع الارتفاع في درجة الحرارة وكذلك في المذيب الساخن , ويحدث تبلورها بتبريد المحلول.

تعتمد عملية إعادة التبلور على انحلال المادة الصلبة المراد تنقيتها في مذيب ساخن حتى الغليان. ثم تبريد المحلول حتى التبلور (تبلور المادة الصلبة الصافية) ثم تعزل بالترشيح . مثال: أوكسالات الأمونيوم نذيبها في الماء المقطر الساخن , نبرد المحلول فنلاحظ عملية إعادة التبلور للأوكسالات الصافية بسهولة.

3- مراحل التجربة: يمكن تمثيلها بالتسلسل التالي:



**ملاحظة:** عند اختيار المذيب الملائم يجب أن تنحل الشوائب فيه باردا وأن درجة تجمده تكون أقل من درجة تجمد المادة الصلبة المراد تنقيتها , وأن لا يتفاعل معها كيميائيا.



## المجال الأول : الماء

### الوحدة 1: تعريف مختلف وحدات التراكيز

**عموميات:** المحلول هو مزيج متجانس من مذيب ومذاب وان تركيز محلول يعبر عن كمية المادة المذابة في حجم أو وزن معين من المحلول مثلا: محلول من حمض الازوت 10% وزنا (g) 10 حمض ازوت النقي في (g 100 من المحلول) وهناك عدة عبارات للتركيز تستخدم في التحليل الكمي منها:

**1 - التركيز الكتلي ( $C_m$ ):** يعبر عن كتلة المادة المذابة  $m$  معبرا عنها بالغرام (g) في حجم ( $v$ ) من المحلول مقدرا باللتر ويعطى بالعلاقة التالية:

$$C_m = \frac{m}{v} \text{ ( g/l )}$$

**مثال :** التركيز الكتلي لمحلول من هيدروكسيد الصوديوم حضر بإذابة 4g من NaOH في حجم قدره 250 mL.

$$C_m = 16 \text{ g/l} = \frac{4}{0.25} \frac{m}{v}$$

**2 - التركيز المولي (المولارية  $C_\mu$ ) :** و يمثل عدد مولات المادة المذابة  $n$  في حجم 1 L من المحلول و يعطى بالعلاقة التالية :

$$C_\mu = \frac{n}{v} \text{ ( mole/l )}$$

**n :** عدد مولات المادة المذابة

**V :** حجم المحلول باللتر

**مثال 1:** أحسب مولارية محلول من  $H_2SO_4$  حصلنا عليه بإذابة 0.015 mole من  $H_2SO_4$  في حجم قدره 1500 ml من الماء المقطر .  
( من أجل تغيرات الحجم الصغيرة نعتبر أن حجم المحلول = حجم الماء المقطر المستعمل )  
**الحل:**

$$C_\mu = \frac{n}{v} = \frac{0.015}{1.5} = 0.01 \text{ ( mole/l )}$$

**مثال 2:** نحل 15.95g من كبريتات النحاس الثنائي  $CuSO_4$  في حجم قدره 1000mL محلول .  
أحسب التركيز المولي للمحلول بشارد تيه. تعطى الكتلة المولية  $M=159.5 \text{ g/mole}$  .



$$C_\mu = \frac{n}{v} = \frac{15.95/159.5}{1} = 0.1 \text{ ( mole/l )}$$

- تركيز المحلول بكل من شارديته :  $[Cu^{+2}] = 0.1 \text{ ( mole/l )}$   
 $[SO_4^{-2}] = 0.1 \text{ ( mole/l )}$

**ملاحظة 1 :** يعطى هنا تركيز المحلول بكل من شارديته حيث أن الفرد الكيميائي المستعمل هنا يعطي شواهد في المحلول.

**ملاحظة 2:** هنا اللون الأزرق للمحلول يعود لوجود شوارد النحاس الثنائي و عليه يمكن أن نقول أن بعض المحاليل لها ألوان مميزة تعود على وجود شوارد خاصة .

**3- المولالية [M]:** ويمثل عدد مولات المادة المذابة في 1Kg مذيب وتعطى بالعلاقة التالية.

$$[M] = \frac{n}{m(Kg)} \text{ (mole/Kg)}$$

**مثال 1:** احسب مولالية محلول حضر بإذابة 0.56 g من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في 100 g ماء مقطر يعطى: ( 1:H 16: O 39:K )

$$[M] = \frac{n}{m(Kg)} = 0.1 \frac{0.56/56}{0.1} \text{ (mole/Kg)}$$

**4- النظامية و المكافئ الغرامي:**

**أ- النظامية (LA NORMALITE):** هي عدد المكافئات الغرامية الموجودة في 1L من المحلول

$$\frac{C}{Eg}$$

$$N =$$

حيث C هو التركيز الكتلي

المحلول 1 N هو المحلول الذي يحوي 1 Eg/L .

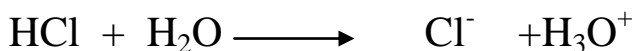
**ب: المكافئ الغرامي :**

لتطبيق مفهوم النظامية يجب الأخذ بعين الاعتبار طبيعة المحلول الذي يحدد المكافئ الغرامي وهو مرتبط بطبيعة المادة المذابة.

**- المكافئ الغرامي للحمض Eg acide:** وهو كمية من المادة مقدره بالغرام وتمثل كمية الحمض التي يمكنها تحرير 1 مول من شوارد  $H^+$  أو  $H_3O^+$  .

$$Eg \text{ acide} = \frac{M}{H^+}$$

الكتلة المولية للحمض هي M



**مثال 1:**

$$Eg_{HCl} = 36.5 \text{ g}$$

$$\frac{36.5}{1}$$



**مثال 2:**

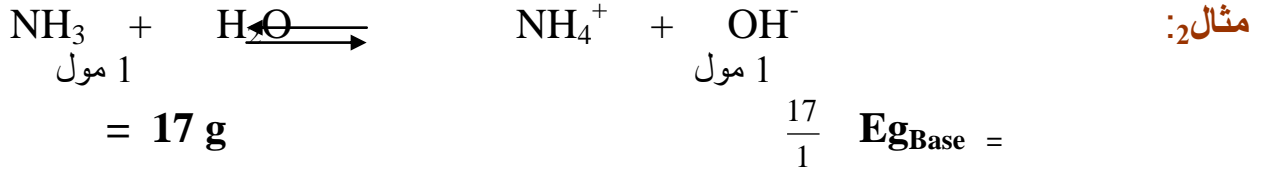
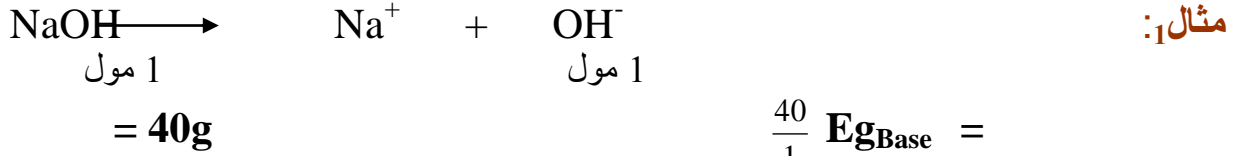
$$= 49 \text{ g}$$

$$\frac{98}{2} Eg_{H_2SO_4} =$$

**- المكافئ الغرامي للأساس Eg base:** يمثل كمية الأساس التي يمكنها تحرير 1مول من شوارد  $OH^-$  أو تثبيت 1مول من شوارد  $H_3O^+$ . يعطى كما يلي:

$$Eg \text{ base} =$$

$$\frac{M}{nOH^-} \quad \mathbf{Eg_{Base}} =$$

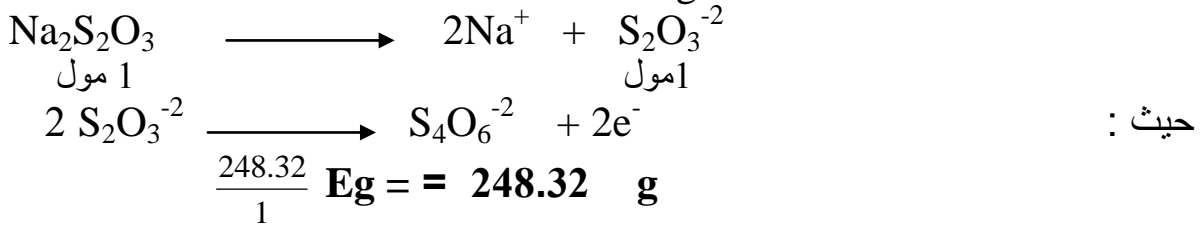


- المكافئ الغرامي للأكسدة و الإرجاع:  
 أ- الأكسدة:

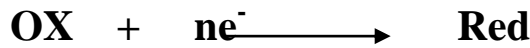


$$\boxed{\boxed{\frac{M_{red}}{ne^-} \mathbf{Eg_{Red}} =}}$$

مثال : أحسب المكافئ الغرامي لثيوكبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   
 الكتلة المولية =  $248.32 \text{ g / mole}$



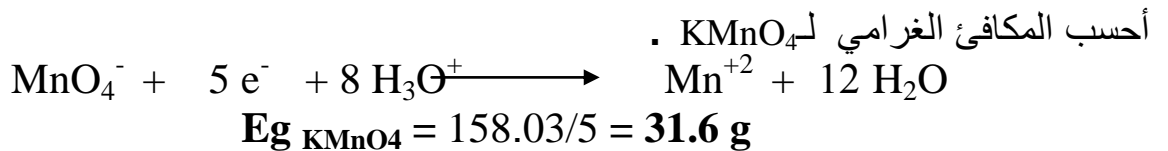
ب- الإرجاع:



$$\boxed{\boxed{\quad \quad \quad}}$$

$$\frac{M}{ne^-} \mathbf{Eg_{ox}} =$$

مثال:



تمرين I:

احسب مولارية ونظامية المحاليل داخل  $m=80 \text{ g}$  ،  $V= 4000\text{ml}$  لـ:

أ-  $\text{NaOH}$

ب-  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

يعطى: ( Fe :56 , S :32 , O :16 , H :1 , Na :23 )

**الحل:**

- NaOH :

$$\frac{n}{v} C_{\mu} = 0.5 \text{ mole/l} \quad \frac{80}{40 \times 4} = \frac{m}{M \times v} \text{ -حساب المولارية}$$

$$= 0. \frac{80}{4 \times 40} = \frac{m}{v \times E_g} = \frac{C_m}{E_g} \quad N=5 \text{ N} \text{ -حساب النظامية}$$

-  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  :

$$\frac{n}{v} C_{\mu} = \frac{m}{M \times v} \frac{80}{400 \times 4} = 0.05 \text{ mole/l} \text{ -حساب المولارية}$$

$$N = \frac{C}{E_g} = \frac{m}{v \times E_g} = \frac{80}{4 \times 200} = 0.1 \text{ N} \text{ -حساب النظامية}$$

**ملاحظة هامة:** يمكن حساب النظامية بكيفية أخرى:

$$N = C_{\mu} \times eq$$

**حيث: eq** هي تكافؤ الاساس او تكافؤ الحمض أي عدد شوارد الهيدروكسيل التي يعطيها الاساس او عدد شوارد الهيدرونيوم التي يعطيها الحمض وهي كذلك عدد الالكترونات التي يفقدها المرجع او التي يكتسبها المؤكسد مثلاً: بالنسبة للتمرين السابق تكون :

$$N = 0.5 \times 1 = 0.5 \text{ N} \quad \text{NaOH} \text{ نظامية}$$

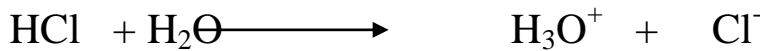
$$N = 0.05 \times 2 = 0.1 \text{ N} \quad \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ كذلك نظامية}$$

**التمرين II :** محلول من حمض كلور الماء حضر بإذابة 0.365g من HCl النقي في  $100 \text{ cm}^3$  ماء مقطر (نعتبر أن حجم المحلول = حجم الماء المقطر)

- 1- اكتب معادلة الانحلال الحادثة
- 2- احسب التركيز الوزني للمحلول
- 3- استنتج مولارية المحلول وعبر عنها بكل من شاردتيه.
- 4- استنتج نظاميته يعطى: ( H :1 , Cl :35.5 )

**الحل:**

1- معادلة الانحلال :



2- حساب التركيز الوزني :

$$C = 3.65 \text{ g/l}$$

$$\frac{0.365}{0.1} = \frac{m}{v}$$

3- حساب المولارية:

$$\frac{0.365/36.5}{0.1} = \frac{n}{v} =$$

$$C_{\mu} = 0.1 \text{ mole/l}$$

$$[\text{Cl}^-] = 0.1 \text{ mole/l}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.1 \text{ mole/l}$$

4: حساب النظامية:

$$\frac{3.65}{36.5} = \frac{C}{Eg} \mathbf{N} =$$

$$= \mathbf{0.1N}$$

### نشاطات التعلم

### النشاط العملي الأول: تحضير محاليل قياسية

**الإشكال :** كيف يؤمن الفرد داخل المخبر؟ من حيث الاحتياطات الواجب التقيد بها في مخبر الكيمياء

الإستفادة من رموز الخطر وكيف استغلال المعلومات المسجلة على قارورات المواد؟  
معرفة أهم الزجاجيات والأدوات المستعملة


## I : قواعد الأمن والوقاية داخل مخبر الكيمياء:

- تعطى قواعد الأمن والوقاية الواجب إتباعها في مخبر الكيمياء وفق المواصفات الأوروبية و المعهد الجزائري للتقييس IANOR كما يلي :
  - 1- ارتداء المنزر ضروري ويكون من القطن وبأزرار ضغط.
  - 2- لا تعلق الثياب داخل المخبر أو توضع على الطاولات بل توضع في أماكن مخصصة لها .
  - 3- يمنع التدخين داخل المخبر.
  - 4- للاحتياطات الأمنية يربط الشعر الطويل.
  - 5- ينصح حمل النظارات بدلا من العدسات اللاصقة.
  - 6- لا تستعمل أواني المخبر للشرب.
  - 7- عدم تذوق مادة كيميائية أو شم أي بخار أو غاز.
  - 8- عند تحضير محلول حمضي يصب الحمض على الماء وليس العكس.
  - 9- تسحب السوائل المركزة بماصة مثبت عليها إيجاصة ماصة.
  - 10- بعد الانتهاء من العمل:
- تغلق مصادر الغاز والماء والكهرباء.
  - ترجع الأجهزة و المواد الكيميائية إلى مكانها.
  - ينظف منصب العمل.
  - تغسل اليدين بالصابون.

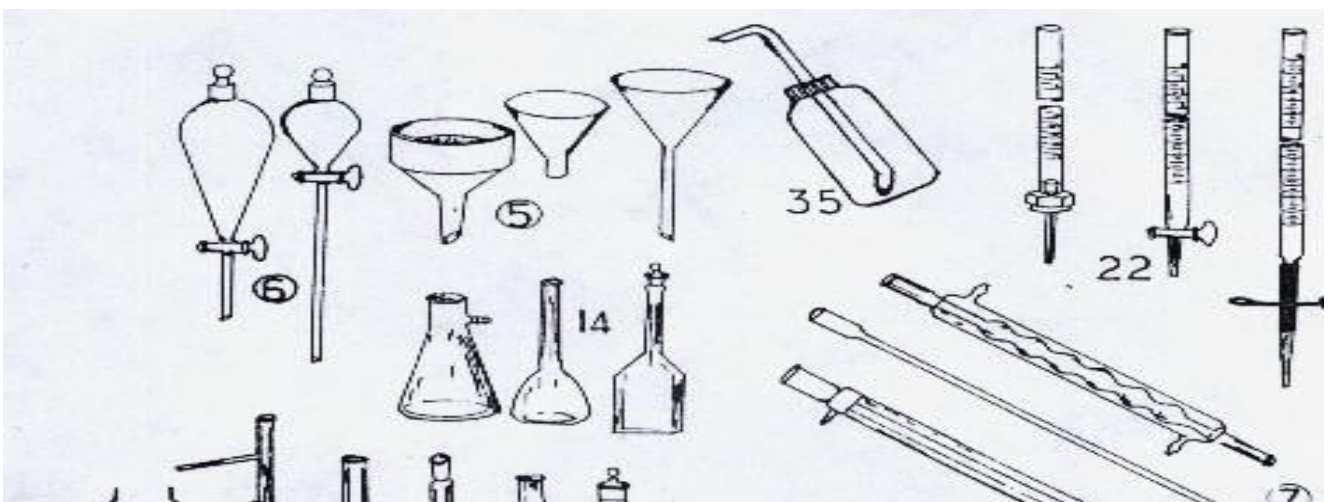
## II : الرموز الدولية للخطر: - وثيقة -

دليل الأخطار		
الرمز	مدلوله	التدابير و الإجراءات المتخذة
 E	Explosif متفجر	- إستعمله بعيداً عن اللهب، الشرارات، مصادر الحرارة. - تجنب الصدمات، الفرك (الحك).

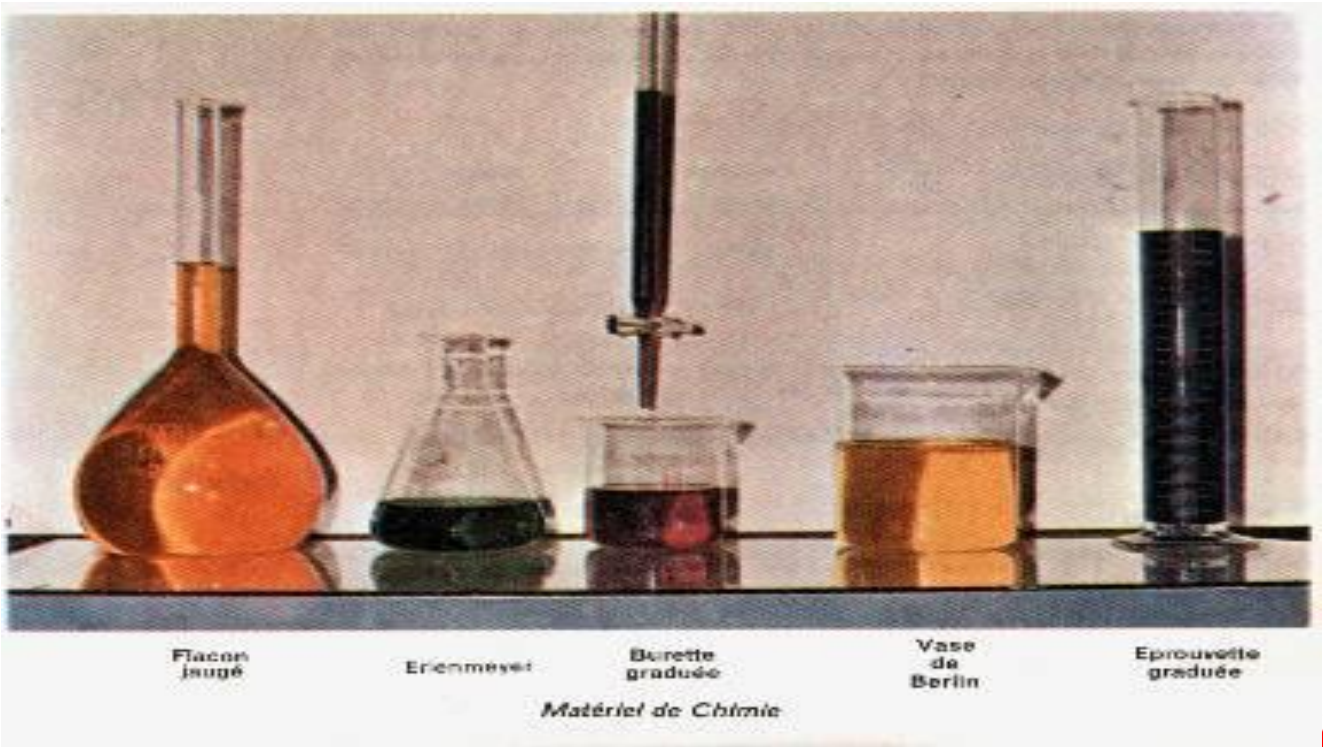
## الاحتياطات الأمنية

إشارات	الإحتياطات الأمنية
	<p>– تُستعمل أثناء التعامل مع المواد المشار إليها بالرمز S39 من أجل وقاية العيون.</p> <p>– تُستعمل مباشرة عند الإشارة إلى (تجنب الملامسة مع العيون).</p>

### III : الزجاجيات و الأدوات المستعملة في المخبر:







## الإشكال: كيف نحضر محلول قياسي؟

\***تعريف:** المحلول القياسي هو محلول تركيزه معلوم بدقة

**عموميات:** يمكن تحضير محاليل قياسية انطلاقاً من جسم نقي كيميائياً صلب أو سائل أو انطلاقاً من جسم غير نقي كيميائياً كما يلي:

## أولاً: انطلاقاً من جسم نقي كيميائياً:

ما هي المادة النقية كيميائياً؟

وهي مادة ذات نقاوة عالية تفوق 99% ولا تتأثر بالعوامل الخارجية أثناء العمل بها.

### **أ- انطلاقاً من مادة صلبة نقية كيميائياً:**

لتحضير محلول حجمه  $V(L)$  ونظاميته  $N$  معلومة بدقة, يجب أولاً حساب كمية المادة الصلبة اللازمة للتحضير بالعلاقة التالية:

$$m = \frac{Eg \times V \times N}{1000} \quad (g)$$

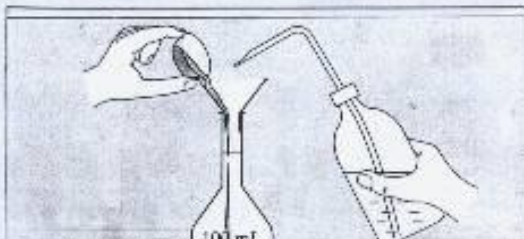
### **الطريقة العامة للتحضير:**

- زن الكتلة  $m(g)$  من المادة المطلوبة في زجاجة ساعة باستعمال الميزان الحساس.
- ضع الوزن في حوالة معيارية بواسطة قمع مع غسل زجاجة الساعة.
- اسكب الماء المقطر إلى  $4/3$  تقريباً حجم الحوالة مع التحريك حتى الانحلال.
- أغلق الحوالة وحركها حتى يتجانس المحلول.
- انقل المادة المحضرة إلى قارورة نظيفة عليها بطاقة تحمل اسم المحلول و تركيزه وتاريخ تحضيره.

**\*أنظر الوثيقة المرفقة:**

### تحضير محلول انطلاقاً من مادة صلبة

مثال: تحضير 100 مل من محلول كبريتات النحاس الثنائي تركيزه 0.1 مول/لتر انطلاقاً من كبريتات النحاس الصلبة .



### التطبيق الأول: تحضير محلول قياسي من $\text{Na}_2\text{CO}_3$

- 1- **الكفاءة المستهدفة:** يحضر محلول قياسي من كربونات الصوديوم حجمه  $V(L)$  ونظاميته  $N$  معينة بدقة.
- 2- **مبدأ إنجاز العملي:**
  - توجد كربونات الصوديوم في التجارة على شكل مسحوق أبيض بدرجة نقاوة عالية من 99.95 % إلى 100 %
  - مادة الكربونات تتميه بسهولة في الهواء الجوي لذلك يجب وزنها قبل تجفيفها لمدة 15' عند  $70^\circ\text{C}$
  - مع الاحتراس لعدم تجاوز هذه الدرجة.
  - الكتلة المولية  $M= 106\text{g/mole}$ .
- 3- **دليل إنجاز العملي:**
  - \* **حساب الكتلة اللازمة:** لتحضير محلول من كربونات الصوديوم حجمه  $V=500\text{ cm}^3$  و تركيزه  $0.1N$ .

$$Eg = \frac{106}{2} = 53 \text{ g}$$

$$\frac{53 \times 500 \times 0.1}{1000} m =$$

$$m = 2.65 \text{ g}$$

\*الوزن:

- زن 3 g من كربونات الصوديوم ثم جففها وخذ منه 2.65 g باستعمال الميزان الحساس.  
\* التحضير: - اتبع الطريقة العامة للتحضير ( ارجع للوثيقة المرفقة).

### التطبيق الثاني: تحضير محلول قياسي من $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$

1- الكفاءة المستهدفة: يحضر محلول قياسي من أوكسالات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .

2- مبدأ إنجاز العملي:

يوجد ملح أوكسالات الصوديوم على شكل بلورات بيضاء بدرجة نقاوة % 99.95 وهي مادة مرجعة إذ في وجود مؤكسد مناسب يتحول رقم أكسدة الكربون من +3 إلى +4 وفق تفاعل الأكسدة التالي:



أي أن 1 مول من  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  يقابله هجرة 2 إلكترون .  
- الكتلة المولية:  $M = 134 \text{ g/mole}$ .

3- دليل إنجاز العملي:

المطلوب: حضر محلول من أوكسالات الصوديوم حجمه  $V = 250 \text{ cm}^3$  و تركيزه  $0.1 \text{ N}$ .

\* حساب الكتلة اللازمة:

$$= \frac{134}{2} Eg = 67 \text{ g}$$

$$= 1.675 \text{ (g)} \quad \frac{67 \times 250 \times 0.1}{1000} m =$$

$$m = 1.675 \text{ (g)}$$

\* الوزن- زن 1.67 (g) من الأوكسالات بواسطة الميزان الحساس.

\* التحضير: اتبع الطريقة العامة للتحضير (الوثيقة المرفقة).

### ثانيا- انطلاقا من مادة سائلة نقية كيميائيا:

لتحضير محلول قياسي انطلاقا من مادة سائلة نقية كيميائيا نتبع الخطوات التالية:  
- نبحث أولا عن كتلة المادة السائلة  $m(\text{g})$  النقية اللازمة لتحضير محلول حجمه  $V$  ونظاميته  $N$  باستعمال العلاقة التالية:

$$m_{\text{acide pure}} = \text{(g)} \quad \frac{Eg \times V \times N}{1000}$$

- نحسب كتلة الحمض التجاري الموجودة في  $m(\text{g})$  من الحمض النقي باستعمال درجة النقاوة %  $X$  ولتكن  $m'$  هي كتلة الحمض التجاري حيث:

$$m'_{\text{acide come}} = m \times \frac{100}{X} \quad (\text{g})$$

- وبما أننا نتعامل مع مادة سائلة فيجب أن نبحث عن الحجم الموافق للكتلة  $m'$  وليكن  $V$  حيث:

$$Cm^3 \quad \frac{m'}{d} V =$$

أ- الطريقة العامة للتحضير:

- بعد تحديد الحجم المراد العمل به.
- خذ دورق عياري سعته توافق الحجم المطلوب تحضيره.
- ضع فيه كمية من الماء المقطر.
- خذ الحجم المحسوب سابقا باستعمال إجابة ماصة (لا تمص بالفم).
- أسكب الحمض على الماء وجانس المحلول ثم أتركه يبرد.
- أكمل بالماء المقطر إلى خط المعيار.
- أنقل المحلول المحضر إلى قارورة نظيفة و ألصق عليها بطاقة تحمل اسم المحلول وتركيزه وتاريخ تحضيره.

### التطبيق الثالث: تحضير محلول قياسي من حمض الخل $\text{CH}_3\text{COOH}$

1- الكفاءة المستهدفة: يحضر محلول قياسي من حمض الخل  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

2- مبدأ إنجاز العملي:

يوجد حمض الخل في التجارة على شكل سائل صافي بدرجة نقاوة % 99.7 كتلته الحجمية  $1.05 \text{ g/cm}^3$  وهو حمض أحادي الحموضة ضعيف الانحلال في الماء كتلته المولية  $M= 60.05 \text{ g/mole}$ .

3- دليل إنجاز العملي:

المطلوب: حضر محلول من حمض الخل حجمه  $V=500\text{cm}^3$  و تركيزه  $N0.1$

\* الحسابات:

$$- \text{حساب كتلة الحمض النقي: } m = \frac{60.05 \times 500 \times 0.1}{1000}$$

$$m = 3 \text{ g}$$

- حساب كتلة الحمض التجاري:

$$m' = 3 \times \frac{99.7}{100} = 2.99 \text{ (g)}$$

- حساب حجم الحمض التجاري اللازم:

$$V = \frac{2.99}{1.05} = 2.85 \text{ cm}^3$$

\* التحضير: أتبع الطريقة العامة للتحضير المعطاة أعلاه.

### ثالثا- انطلاقا من جسم غير نقي كيميائيا:

الإشكال 1: ما هي المادة الغير النقية كيميائيا؟

هناك كمية كبيرة من المواد توجد في التجارة على شكل سوائل مركزة مثل حمض الكلور  $\text{HCl}$

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> و التي لا يمكن الحصول عليها نقية 100% كذلك بعض المواد الصلبة كاليود الذي يتطاير جزئيا عند الوزن.

**الإشكال 2:** كيف نحضر محلول قياسي منها ؟  
لتحضير محلول قياسي من هذه المواد نتبع الخطوات التالية:

### 1- تحضير محلول غني أكثر:

وذلك بتحضير محلول حجمه اكبر من الحجم المطلوب تحضيره بـ 10% ونظاميته أكبر من النظامية المطلوبة بـ 5%. مثلا لتحضير محلول حجمه V = 1L وتركيزه N0.1 نبدأ بتحضير محلول حجمه V=1.1 L ونظاميته N0.105 .

- بالنسبة للمادة الصلبة يحدد الوزن اللازم أو يحدد الحجم اللازم في حالة السوائل.

- من أجل حجم قدره V1.1 L = نستعمل دورقا عياري سعته 2L حيث يسكب 1L ماء مقطر ثم 100. cm<sup>3</sup>  
**2- المعايرة:**

تعيين النظامية المضبوطة للمحلول المحضر بمعايرته بمحلول معاكس معلوم النظامية بطريقة حسابية.  
إذ تعيين النظامية المضبوطة للمحلول المحضر عند نقطة التكافؤ أين يكون:  
عدد مكافئات المحلول المحضر = عدد مكافئات المحلول المعاكس.

• الحمض يعاير بالأساس و المادة المؤكسدة تعاير بالمادة المرجعة, والعكس صحيح.

### 3- الضبط:

نرجع هنا لعملية تحضير محلول انطلاقا من محلول تركيزه معلوم وذلك بتطبيق العلاقة التالية:

$$\left(\frac{V \times N}{1000}\right) S.prepree = \left(\frac{V' \times N'}{1000}\right) S.antoniste$$

عدد المكافئات اللازمة لتحضير المحلول الابن (المطلوب) = عددا لمكافئات المأخوذة من الحلول الأم (المحضر)

$$SOLUTION MERE \left(\frac{V \times N}{1000}\right) SOLUTION FILS = \left(\frac{V \times N}{1000}\right)$$

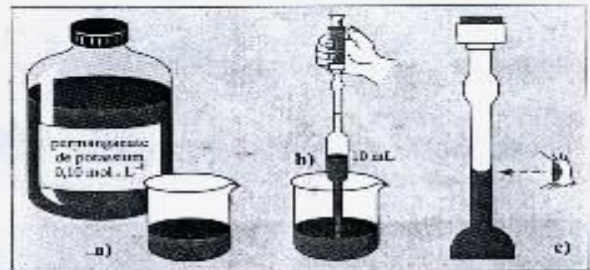
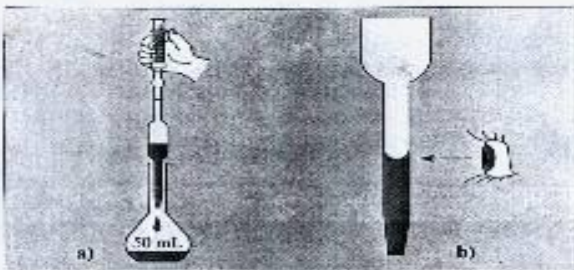
$$V_{SOLUTION MERE} = \dots\dots\dots$$

### 4- التحضير :

\* نتبع طريقة تحضير محلول بعملية التخفيف بأخذ V cm<sup>3</sup> من المحلول الأم المحضر سابقا ثم نكمل إلى 1 L بالماء المقطر .

### تحضير محلول بعملية التخفيف

مثال: تحضير محلول حجمه 50 مل من بيرمنغنات البوتاسيوم تركيزه 0.02 مول/لتر انطلاقا من محلول أم تركيزه 0.1 مول/لتر



أ- تحضير محلول قياسي من مادة صلبة غير نقية كيميائياً :

- حساب الكتلة  $m$  اللازمة لتحضير المحلول الغني أكثر:  
إذا كان  $V$  هو حجم المحلول المراد تحضيره تركيزه  $N$ . نبدأ بتحضير محلول غني أكثر حجمه

$$N' = \left( N + N \times \frac{5}{100} \right) \quad \text{و نظاميته} \quad V' = \left( V' + V' \times \frac{10}{100} \right)$$

- إذا كانت درجة النقاوة هي  $X\%$  تحسب الكتلة  $m$  بـ  $g$  اللازمة كما يلي:

$$(g) \quad \frac{Eg \times V' \times N' \times 100}{1000 \times X} \boxed{\hspace{10em}} m =$$



- **التحضير:** تتبع الطريقة العامة للتحضير.
- **المعايرة:** يعاير المحلول المحضر بمحلول معاكس معلوم النظامية ثم تحسب النظامية المضبوطة
- **الضبط:** تحضير محلول انطلاقاً من محلول تركيزه معلوم.

**ب: تحضير محلول قياسي من مادة سائلة غير نقية كيميائياً :**

لتحضير محلول قياسي من مادة سائلة غير نقية كيميائياً حجمه  $V$  وتركيزه  $N$ , درجة النقاوة  $X\%$  نحضر محلول غني أكثر حجمه  $V'$  وتركيزه  $N'$ .  
- حساب كتلة الحمض النقي اللازم لتحضير المحلول الغني أكثر

$$m_{\text{acide pure}} = \frac{Eg \times V' \times N'}{1000} \quad (\text{g})$$

$$N' = \left( N + N \times \frac{5}{100} \right), \quad V' = \left( V' + V' \times \frac{10}{100} \right)$$

- حساب كتلة الحمض التجاري الموافق لها:

$$m'_{\text{acide come}} = m \times \frac{100}{X} \quad (\text{g})$$

- حساب حجم الحمض التجاري اللازم:

$$Cm^3$$

$$\frac{m'}{d} V =$$

**التطبيق الأول: تحضير محلول قياسي من الصود NaOH**

**1- الكفاءة المستهدفة:** يحضر محلول قياسي من NaOH

**2- مبدأ إنجاز العملي:**

توجد الصود في التجارة في شكل أقراص بيضاء بدرجة نقاوة 95 % تتأثر بسهولة بالبخار الجوي لذلك لا يمكن وزنها بدقة وعليه يجب تحضير محلول غني أكثر ثم معايرته ثم ضبطه. الصود أساس قوي أحادي الوظيفة الأساسية أي أن 1 مول عند تفككه يعطي 1 مول من شوارد  $\text{OH}^-$  الكتلة المولية تساوي 40. g/mole

**3- دليل إنجاز العملي:**

**المطلوب:** حضر محلول من NaOH حجمه 1(L) وتركيزه 0.1N.

- نحضر محلول غني أكثر حجمه 1.1(L) أي 1100 cm<sup>3</sup> و تركيزه 0.105N.

**\* كتلة الصود اللازمة:**

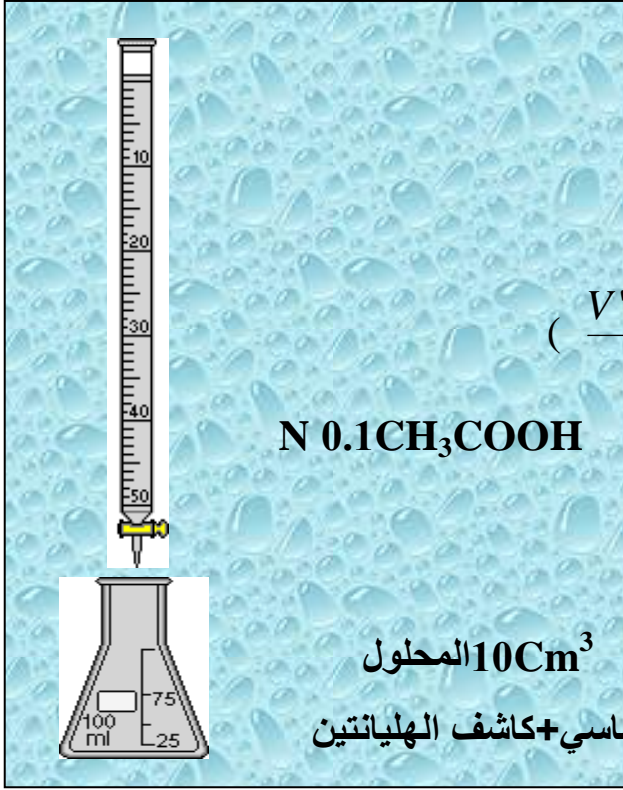


$$= 4.86 \text{ g} \quad \frac{40 \times 1100 \times 0.105 \times 100}{1000 \times 95} \text{ m} =$$

\* **التحضير:** اتبع الطريقة العامة للتحضير (الوثيقة المعطاة).

\* **المعايرة:**

يعاير المحلول المحضر بمحلول من حمض الخل (0.1N) CH<sub>3</sub>COOH في وجود الكاشف الملون. ثم تحسب النظامية المضبوطة للمحلول الأساسي المحضر بقانون التعديل:



$$\left( \frac{N' \times V'}{1000} \right)_{\text{acide}} = \text{Base} \left( \frac{N \times V}{1000} \right)$$

$N_{\text{base}}$  = النظامية المضبوطة

$$\left( \frac{V' \times N'}{V} \right)$$

\* ينقلب اللون من الأصفر إلى الوردي المحمر.

\* يسجل الحجم المسكوب من السحاحة ويستعمل في حساب النظامية المضبوطة من قانون التعديل. مثلا بعد إجراء عملية المعايرة والحساب وجدنا  $N = 0.102$ .

\* **التحضير:** نتبع طريقة تحضير محلول انطلاقا من محلول تركيزه معلوم علما أن حجم المحلول المطلوب تحضيره (L) 1 وتركيزه 0.1 N (المحلول الابن)

$$\text{SOLUTION MERE} \quad \left( \frac{V \times N}{1000} \right)_{\text{SOLUTION FILS}} = \left( \frac{V \times N}{1000} \right)$$

$$= 980.39 \text{ cm}^3 \quad \frac{1000 \times 0.1}{0.102} \quad V_{\text{SOLUTION MERE}} =$$

\* خذ 980.4 cm<sup>3</sup> من المحلول الأم ( الغني أكثر ) وضعه في ورق عياري سعتها (L) 1 ثم أكمل إلى (L) 1 بالماء المقطر ثم أنقله إلى قارورة نظيفة عليها بطاقة تحمل اسم المحلول وتركيزه وتاريخ تحضيره.

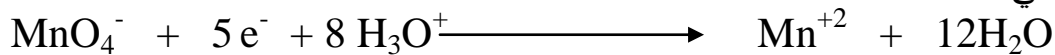
## التطبيق الثاني: تحضير محلول قياسي من برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$

1- الكفاءة المستهدفة: يحضر محلول قياسي من برمنغنات البوتاسيوم.

### 2- مبدأ الإنجاز العملي:

توجد برمنغنات البوتاسيوم في التجارة على شكل بلورات بنفسجية لا يمكن أن نحضر محلول قياسي منها مباشرة لأن الماء يحوي مركبات عضوية وأخرى تتأكسد بالبرمنغنات لذلك لا تمكن تحضير محلول قياسي منها مباشرة وإنما تحضير محلول غني أكثر ثم تركه مدة 15 إلى 20 يوم و ترشيحه ثم معايرته و ضبطه.

- البرمنغنات مادة مؤكسدة (OX) إذ في وجود مرجع مناسب وفي وسط حمضي يحدث تفاعل الإرجاع التالي:



أي أن 1 مول من برمنغنات البوتاسيوم تقابله هجرة 5 الكترونات.

- كتلة مادة البرمنغنات اللازمة تحدد بالعلاقة التالية:

$$m = \frac{Eg \times N' \times V'}{1000} \quad (g)$$

$$N' = \left( N + N \times \frac{5}{100} \right) N \quad \text{حيث:}$$

$$V' = \left( V + V \times \frac{10}{100} \right) \text{Cm}^3$$

### 3- دليل إنجاز العملي:

**المطلوب:** حضر محلول قياسي من برمنغنات البوتاسيوم حجمه  $V = 500 \text{ cm}^3$  وتركيزه  $0.1 \text{ N}$

#### \* حساب الكتلة اللازمة:

$$m = \frac{(158.03/5) \times 550 \times 0.105}{1000} = 1.82 \text{ g}$$

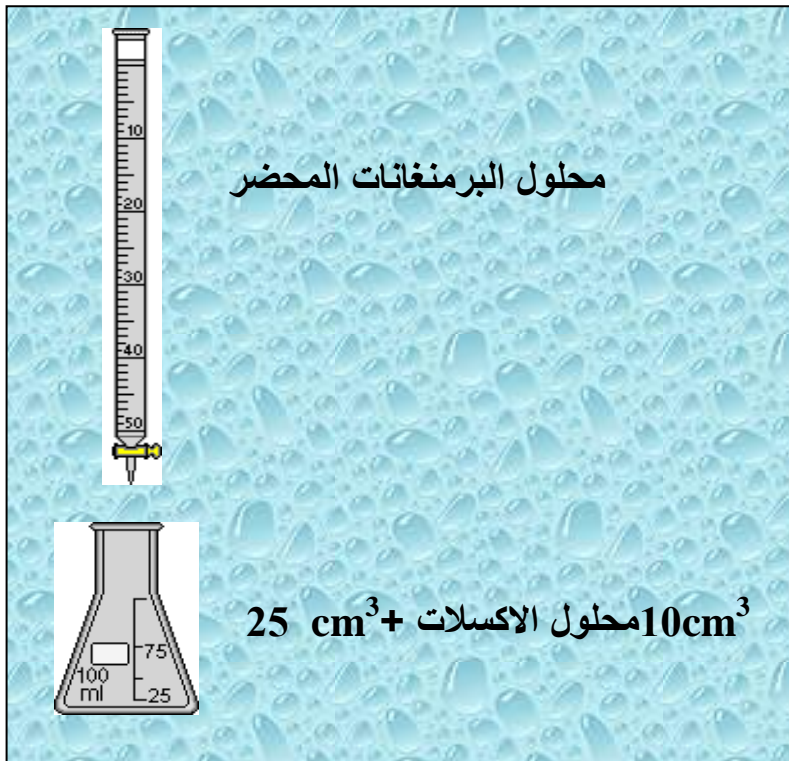
\***الوزن:** توزن البرمنغنات وزنا بسيطاً.

#### \* التحضير:

- اتبع الطريقة العامة للتحضير واستعمل حوالة 1 L
- استعمل الماء المقطر الساخن.
- اترك المحلول 10 إلى 15 يوم مع التحريك المستمر خاصة في البداية حتى تنحل كل البلورات.

#### \* المعايير:

- عاير المحلول المحضر بمحلول من أوكسالات الصوديوم (مادة مرجعة Red ) تركيزها  $0.1 \text{ N}$
- ينقلب اللون من عديم اللون الى وردي بنفسجي .
- يقرأ الحجم المسكوب ويستعمل في الحساب.



## حمض الكبريت 10/1 + 100 cm<sup>3</sup> ماء مقطر

### \*الضبط:

تحدد النظامية المضبوطة للمحلول المحضر من نقطة التكافؤ حيث:

$$\left(\frac{V \times N}{1000}\right)_{OX} = \left(\frac{V' \times N'}{1000}\right)_{RED} \Rightarrow Nox = \frac{V' \times N'}{V} \quad (\text{وهي النظامية المضبوطة})$$

### \* التحضير:

- نرجع لعملية تحضير محلول انطلاقا من محلول تركيزه معلوم. (الوثيقة المعطاة)

$$\text{SOLUTION MERE} \quad \left(\frac{V \times N}{1000}\right)_{\text{SOLUTION FILS}} = \left(\frac{V \times N}{1000}\right)$$

$$V_{\text{SOLUTION MERE}} = \dots\dots\dots$$

- خذ الحجم المحسوب من المحلول الأم (الغني أكثر) وأكمل بالماء المقطر إلى 500cm<sup>3</sup>.

## التطبيق الثالث: تحضير محلول قياسي من حمض الكبريت H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

1- الكفاءة المستهدفة: يحضر محلول قياسي من حمض الكبريت.

2- مبدأ الإنجاز العملي:

حمض الكبريت حمض قوي يتميزه بلامسة الهواء وهو شره جدا للماء لذلك الحمض التجاري لا يكون صافيا, درجة النقاوة % 94 و لا يمكن تحضير محلول قياسي منه مباشرة وعليه يجب تحضير محلول غني أكثر ثم معايرته ثم ضبطه.

- حمض الكبريت ثنائي الحموضة أي أن عند تفككه في الماء يعطي 2 مول من شوارد H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>

- كتلته الحجمية 1.83.

- الكتلة المولية = 98. g/mole

3- دليل إنجاز العملي:

المطلوب: حضر محلول قياسي من حمض الكبريت حجمه V=500 cm<sup>3</sup> وتركيزه 0.1 N

\* الحسابات:

- نحضر محلول غني أكثر حجمه 550 cm<sup>3</sup> وتركيزه 0.105 N

$$m_{\text{acide pure}} = \frac{Eg \times V' \times N'}{1000} \quad \text{حساب كتلة الحمض النقي:}$$

$$m_{\text{acide pure}} = \frac{(98/2) \times 550 \times 0.105}{1000} = 2.83 \text{ (g)}$$

- حساب كتلة الحمض التجاري:

$$m'_{\text{acide come}} = 2.83 \times \frac{100}{94} = 3.01 \text{ (g)}$$

- حساب حجم الحمض التجاري:

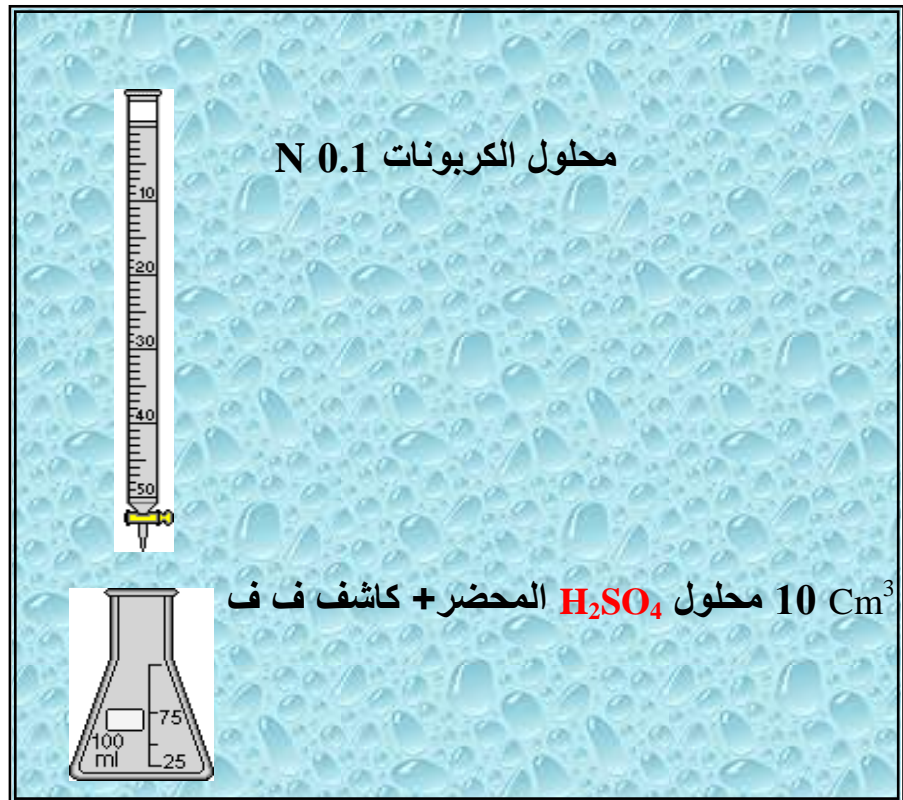
$$= 1.64 \text{ cm}^3 \quad \frac{3.01}{1.83} = \frac{m'}{d} V =$$

- التحضير:

يحضر المحلول وفق الطريقة العامة للتحضير.

- المعايرة:

يعاير المحلول المحضر بمحلول من كربونات الصوديوم معلوم النظامية (N 0.1).



\* ينقلب اللون من عديم اللون الوردي بنفسجي .  
\* يسجل الحجم المسكوب من السحاحة ويستعمل في حساب النظامية المجهولة من قانون التعديل .

## - الضبط:

تحدد النظامية المضبوطة باستعمال قانون التعديل.

$$\left( \frac{N' \times V'}{1000} \right)_{\text{acide}} = \text{Base} \left( \frac{N \times V}{1000} \right)$$

$$N' = \frac{N \times V}{V'} \dots\dots\dots$$

-نحسب الآن الحجم اللازم أخذه من المحلول الأم المحضركما يلي:

$$\text{SOLUTION MERE} \left( \frac{V \times N}{1000} \right)_{\text{SOLUTION FILS}} = \left( \frac{V \times N}{1000} \right)$$
$$V_{\text{SOLUTION MERE}} = \dots\dots\dots$$

## - التحضير:

بعد حساب الحجم اللازم أخذه من المحلول الأم نرجع هنا لعملية تحضير محلول انطلاقا من محلول تركيزه معلوم (كما رأينا سابقا).

## النشاط العملي الثاني: تحضير محلول قياسي باستعمال المحاكاة

### ( مخبر الإعلام الآلي )

- 1- تحضير محلول قياسي من  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  باستعمال البرمجة .Prepasol
- 2- تحضير محلول قياسي من  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  باستعمال البرمجة .Prepasol
- 3- " " " "  $\text{CH}_3\text{COOH}$  " " " " .Prepasol
- 4- " " " "  $\text{NaOH}$  " " " " .Prepasol
- 5- " " " "  $\text{KMnO}_4$  " " " " .Prepasol
- 6- " " " "  $\text{H}_2\text{SO}_4$  " " " " .Prepasol

## الوحدة 2: طرق التحليل الحجمي

### I- مبدأ التحليل الحجمي: 1.1- تعريف التحليل الحجمي:

التحليل الحجمي طريقة في التحليل الكمي يتم بموجبها قياس تركيز محلول عن طريق القياس المضبوط و الدقيق لحجم المحلول المعاكس.

لإجراء المعايرة، يجب أخذ حجم معين بدقة من المحلول المجهول ثم معاملته مع محلول معاكس، تركيزه معروف ثم نحدد الحجم الصحيح لهذا المحلول الذي يحوي عددا مساويا من المكافئات التي يحويها الحجم الذي أخذناه من المحلول المجهول.

### 2.1- شروط استخدام التفاعلات في التحليل الحجمي:

- أ- يجب أن يكون التفاعل غير عكوس عمليا ، أي لا يتوقف عند توازن كيميائي غير محدد.
- ب- يجب أن يكون لحظة انتهاء التفاعل [ نقطة التكافؤ] واضحة بشكل جيد ، سواء بظهور راسب أو ظهور لون عندما يكون أحد المحلولين ملونا (مثال: برمنغنات البوتاسيوم ، اليود) أو نضيف كاشفا (كاشف ملون) بحيث يحدث تغير في اللون (مثال: الفينول فتالين).
- ت- يجب ألا يؤثر تغير الظروف الخارجية التي يجري عندها التفاعل على سير هذا الأخير ، و على خواص المواد الناتجة.
- ث- يجب أن يتم التفاعل بسرعة أي خلال لحظات عمليا ، لأن هذه المعايير تمتاز بالسرعة و الدقة النسبية ، و لا تتطلب معدات معقدة. الأجسام تقاس بواسطة ماصات و ساحات محددة الحجم.

### 3.1- تقنيات المعايرة:

#### أ- المعايرة المباشرة: تتم بالطريقة التالية:

ليكن لدينا المحلول A تركيزه مجهول  $N_1$  و نريد معايرته: نأخذ محلولاً معاكساً B الذي نعرف تركيزه  $N_2$  ، نأخذ حجماً معيناً و معلوماً من أحد المحلولين و نضعه في أرلن للمعايرة ، نملأ السحاحة بالمحلول المعاكس و نسكب هذا المحلول في الأرلن حتى نهاية التفاعل بمعنى حتى يصبح عدد مكافئات المحلول A مساوية لعدد مكافئات المحلول B ، نقرأ على السحاحة الحجم المستعمل و ليكن  $V_{eq}$ .

#### \* الحسابات:

لدينا:

$V_2$  (ml) → محلول B  
(معلوم)  $N_2$

$V_1$  = حجم المحلول A (معلوم)

$V_1$ (ml) → محلول A  
(مجهول)  $N_1$ ؟

$N_1$  = ؟ تركيز المحلول A (مجهول)  
 $V_2$  = حجم المحلول B يقرأ من السحاحة  
و هو الحجم المكافئ ( $V_{eq}$ )  
 $N_2$  = تركيز المحلول B (معلوم)

عدد مكافئات المحلول A =  $N_1 \times V_1 / 1000$

عدد مكافئات المحلول B =  $N_2 \times V_2 / 1000$

عند نقطة التكافؤ: عدد مكافئات المحلول A = عدد مكافئات المحلول B.

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

نحصل على العلاقة:  $N_1 = N_2 \times V_2 / V_1$

و بذلك يمكن حساب كمية المادة المراد تقديرها أو تقدير تركيزها في المحلول.

#### ب- المعايرة بالمقابل:

نطبق المعايرة بالمقابل في حالة استحالة المعايرة المباشرة.  
لمعايرة محلول A تركيزه مجهول  $N_1$  ؟



نأخذ منه حجما معروفا و ليكن  $V_1(\text{cm}^3)$  و نضيف إليه حجما معلوما و ليكن  $V_2(\text{cm}^3)$  و بالزيادة من المحلول المعاكس B معلوم التركيز  $N_2$ . الحجم  $V_1$  من المحلول A تفاعل و يبقى في المحلول المكافئات الزائدة للمحلول B و لمعرفة عددها نغايها بمحلول معاكس للمحلول B إذن من نفس طبيعة المحلول A تركيزه معلوم  $N_3$  و نحدد بالضبط الحجم اللازم ليكون التفاعل كاملا. نسمي هذا المحلول  $\bar{A}$  و ليكن  $V_3$  هو الحجم اللازم منه. يكون لدينا إذن:

$$\text{عدد مكافئات A : } V_1 \times N_1 / 1000 \quad ، \quad \text{عدد مكافئات B} = N_2 \times V_2 / 1000 \quad ،$$

$$\text{عدد مكافئات } \bar{A} : N_3 \times V_3 / 1000$$

في نهاية التفاعل تكون عدد مكافئات B الموجودة في  $V_2$  تساوي إلى مجموع المكافئات الموجودة في  $V_1$  سم<sup>3</sup> للمحلول A و المكافئات الموجودة في  $V_3$  للمحلول  $\bar{A}$ .

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

و منه نستخرج تركيز المحلول الجهول :

$$N_1 = (N_2 V_2 - N_3 V_3) / V_1$$

#### 4.1- تصنيف طرائق التحليل الحجمي:

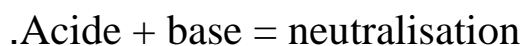
- طريقة التعديل و تستخدم فيها تفاعلات الأحماض و الأسس.
- طريقة الأكسدة و الإرجاع و تعتمد على تفاعلات الأكسدة و الإرجاع.
- طريقة الترسيب أو تشكيل معقدات و تعتمد على التفاعلات التي يرافقها ظهور رواسب أو تشكل المعقدات.

## II- طرق التحليل الحجمي :

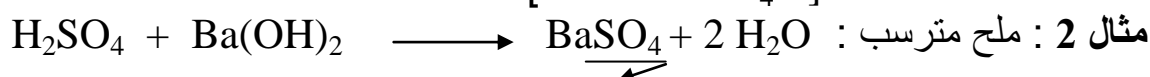
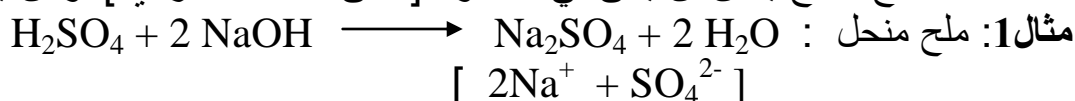
### 1- المعايرة بالتعديل (حمض-أساس)

#### • عوميات :

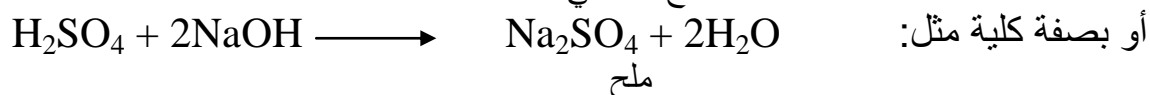
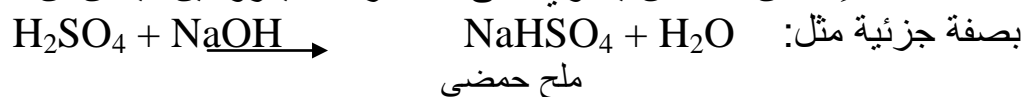
نسمي [ المعايرة بالتعديل ] كل تفاعل يتم بين حمض وأساس ويكون الشكل العام لهذه التفاعلات كما يلي :



\*الملاح الناتج يمكن أن يبقى في المحلول [ على الشكل الشاردي ] أو أن يشكل راسب.

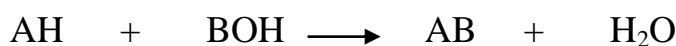
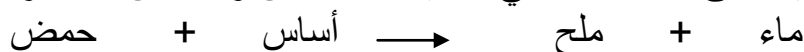


\* ملاحظة : إذا كان الحمض يحتوي على عدة ذرات هيدروجين، يمكن أن تستبدل هذه الذرات بمعادن



#### • مبدأ المعايرة بالتعديل :

ترتكز المعايرة بالتعديل على التفاعلات التي تعطيها الأحماض و الأأس عند مزجها مع بعضها.



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

• القانون الأساسي في المعايرة :

عندما يتم تعديل حمض بأساس يكون وفق المعادلة التالية :



عدد شوارد الهيدرونيوم = عدد شوارد الهيدروكسيد

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

• تقنية المعايرة بالتعديل :

نقيس بواسطة ماصة حجم المراد تعيين تركيزه ثم نضعه في بيشر مع نقاط من الدليل المناسب ثم يضاف المحلول الكاشف (المعلوم التركيز) بدقة حتى يتم الوصول إلى النقطة التي يتغير عندها لون الدليل .

وهذا يعني أن عدد شوارد الهيدروجين العائدة للحمض تساوي نظريا عدد شوارد الهيدروكسيد العائدة للأساس .

• تقنية الحساب :

- عدد أيونات  $\text{H}_3\text{O}^+$  في  $V_a$   
يتطلب

$$1\text{L} = 1000 \text{ ml (acide)} \longrightarrow N_a \text{ mol}$$

$$V_a \text{ ml} \longrightarrow x \text{ mol}$$

$$X = N_a \times V_a / 1000 \text{ mol}$$

- عدد أيونات  $\text{OH}^-$  في  $V_b$   
يتطلب

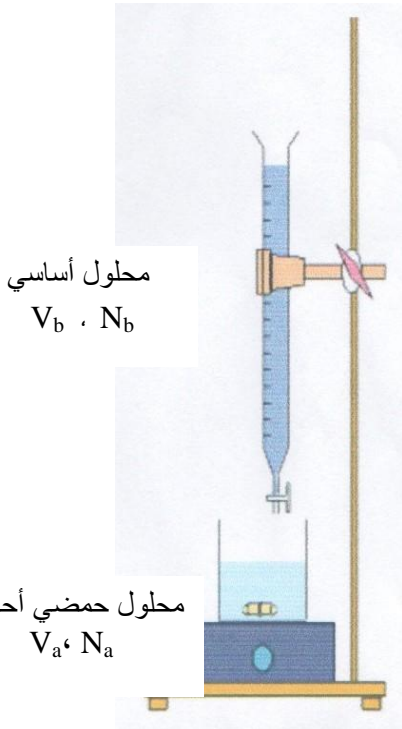
$$1\text{L} = 1000 \text{ ml (b)} \longrightarrow N_b \text{ mol}$$

$$V_b \text{ ml} \longrightarrow y \text{ mol}$$

$$y = N_b \times V_b / 1000 \text{ mol}$$

$$x = y$$

$$N_a \times V_a = N_b \times V_b$$



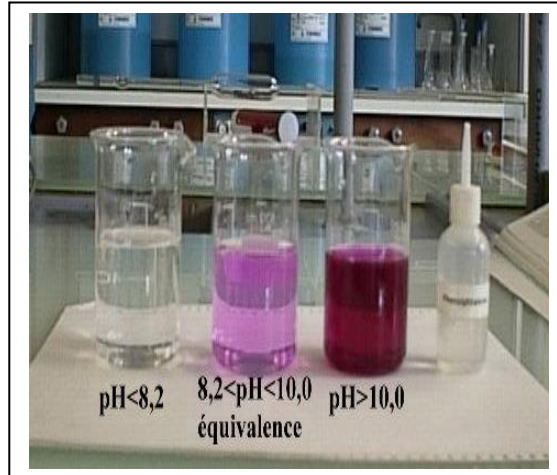
• الكواشف الملونة و مجال التغير:

اللون في الوسط القاعدي	اللون في الوسط الحمضي	مدى الـ pH	الكاشف
أصفر	أحمر	2,8 - 1,2	التيمول الأزرق "تحول أول"
أصفر	أحمر	4,4 - 3,1	المثيل البرتقالي MO
أرجواني	أصفر	4,6 - 3	البروموفينول الأزرق
أزرق	أصفر	5,4 - 3,8	البروموكريزول الأخضر
أصفر	أحمر	6,3 - 4,2	المثيل الأحمر MR

أرجواني	أصفر	6,8 - 5,2	أحمر البروموكريزول
أزرق	أصفر	7,6 - 6	أزرق البروموثيمول
أزرق	أحمر	7,5 - 6,6	عباد الشمس TS
أحمر	أصفر	8,4 - 6,8	الفينول الأحمر
أحمر	أصفر	8,8 - 7	الكريزول الأحمر
أزرق	أصفر	9,6 - 8	أزرق التيمول "تحول ثاني"
أحمر وردي	عديم اللون	10 - 8,3	الفينول فتاليين Ph-Ph
أزرق	عديم اللون	10,6 - 9,3	التيمول فتاليين
بنفسجي	أصفر	12 - 10,1	أليزارين الأصفر

● **تحديد الكاشف الملون المناسب:**

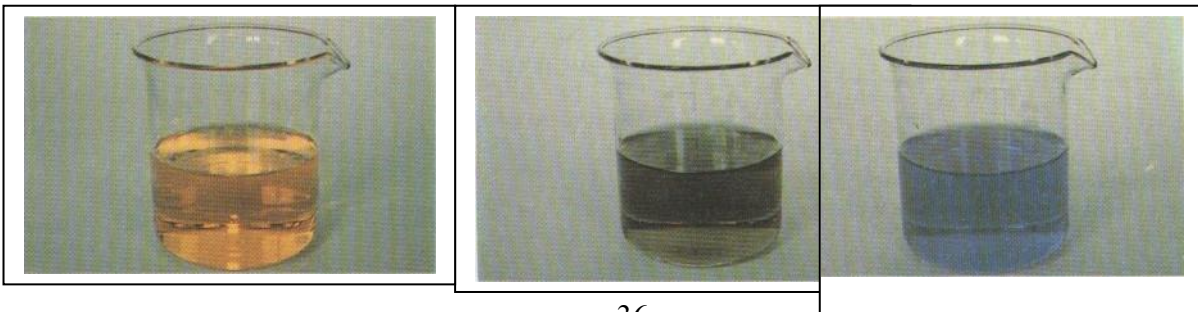
- الكاشف المناسب هو الذي يكون المجال الذي يتغير لونه فيه يشمل PH نقطة التكافؤ
- مختلف الألوان التي تأخذها الفينولفتالين خلال المعايرة الحجمية وهي :



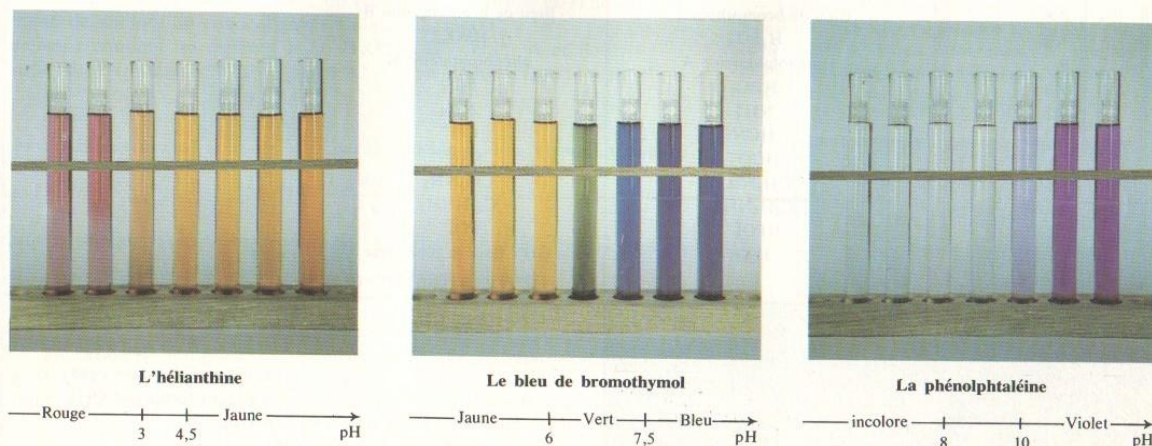
- مختلف الألوان التي تأخذها الهلياننتين خلال المعايرة الحجمية وهي :



- مختلف الألوان التي يأخذها أزرق البروموتيمول خلال المعايرة الحجمية وهي :



\*\*  
للأستاذ  
الحرية  
في  
اختيار  
التطبيقا  
ت \*\*



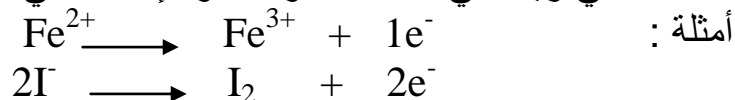
لك بانجاز تفاعلات بين حمض قوي مع أساس قوي وحمض قوي مع أساس ضعيف وحمض ضعيف مع أساس قوي وأن يختار كواشف ملونة يراها مناسبة ويهتم بمجالات تغيير لون هذه الكواشف وتحديد نقطة التكافؤ والحجم الموافق للتعديل عند التكافؤ.

## 2- المعايرة بالأكسدة و الإرجاع

### 1.2- مبدأ المعايرة بالأكسدة و الإرجاع :

بعض المعايرات تتركز على تفاعلات الأكسدة و الإرجاع حيث كاشف يرجع لصالح كاشف آخر الذي يتأكسد .

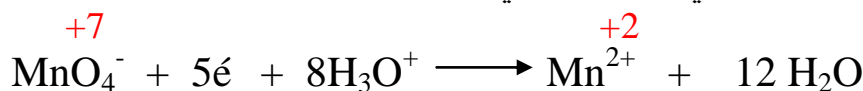
- فالأكسدة هي زيادة في الشحنة الموجبة أو الإنخفاض في الشحنة السالبة بفقدان إلكترونات .



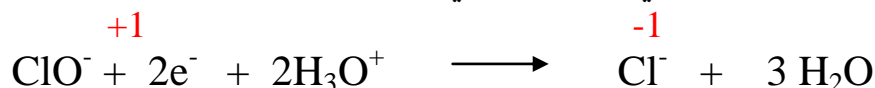
- أما الإرجاع فيرافق الإنخفاض في الشحنة الموجبة أو الارتفاع في الشحنة السالبة باكتساب إلكترونات .

أمثلة :

- شاردة البرمنغنات  $\text{MnO}_4^{-}$  في وسط حمضي :



- شاردة الهيبوكلوريت  $\text{ClO}^{-}$  في وسط حمضي :



● وهناك عدة مواد مؤكسدة مستعملة في هذه المعايرات منها :

- برمنغنات البوتاسيوم  $\text{KMnO}_4$  : يستعمل في المعايرات المنغيمترية ، حيث أيون المنغيز يتحول من رقم أكسدته +7 إلى +2 بتفاعل إرجاع .

- اليود  $\text{I}_2$  : يستعمل في المعايرات اليودومترية أين يتحول رقم أكسدة ذرة اليود من صفر إلى -2 بتفاعل إرجاع .

أكسدة النحاس CuO الموجود في محلول فهلنج يستعمل في معايرة السكريات أين يتحول رقم أكسدة أيون النحاس  $Cu^{2+}$  من  $2+$  إلى  $1+$  بتفاعل إرجاع .

- عند التكافؤ ( تغير لون المحلول ) فإن عدد الإلكترونات المستهلكة يكون مساويا تماما لعدد الإلكترونات المحررة .

### تقنية الحساب :

- حساب عدد مولات الإلكترونات في حجم  $V_{ox}$  للمحلول المؤكسد :  
يتطلب

$$\begin{array}{l} 1L = 1000 \text{ ml ( ox ) } \longrightarrow N_{ox} \text{ mol} \\ V_{ox} \text{ ml} \longrightarrow x \text{ mol} \end{array}$$

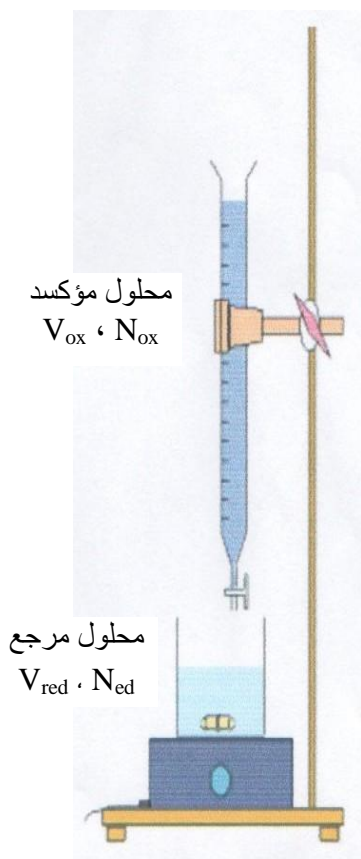
$$\Rightarrow X = N_{ox} \times V_{ox} / 1000 \text{ mol}$$

- حساب عدد مولات الإلكترونات في حجم  $V_{red}$  للمحلول المرجع  
يتطلب

$$\begin{array}{l} 1L = 1000 \text{ ml ( red ) } \longrightarrow N_{red} \text{ mol} \\ V_{red} \text{ ml} \longrightarrow y \text{ mol} \end{array}$$

$$\Rightarrow y = N_{red} \times V_{red} / 1000 \text{ mol}$$

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



## 2.2- المعايرات المنغيمترية :

- هذه المعايرات تتحقق بواسطة محلول قياسي من برمنغنات البوتاسيوم وهي ممكنة بشرط أن نعمل في وسط حمضي محض بحمض الكبريت الممدد لأنه لا يؤثر على  $KMnO_4$  ولا يؤكسد المواد المرجعة تحت البرودة .
- يجب أن يكون الحمض دائما بالزيادة في المحلول لأن إرجاع  $KMnO_4$  لا يكون كاملا وتتشكل أكاسيد المنغنيز الملونة تعيق نهاية المعايرة .
- عدم الحاجة إلى استعمال كاشف يحدد نقطة التكافؤ لأن اللون البنفسجي للمادة هو كاشف حساس .

كيف تحضر محلول من  $KMnO_4$  بتركيز 0.1N ثم تقوم بضبطه بإستعمال محلول قياسي من أكسالات الصوديوم أو حمض الأوكساليك ؟

الإشكالية :

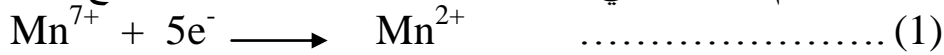


### 1.2.2- مبدأ التحضير و التحقيق العملي :

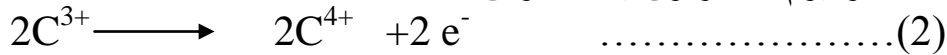
أرجع إلى النشاط الأول ( تحضير محلول قياسي من  $\text{KMnO}_4$  )

### 2.2.2- تحديد بدقة نظامية $\text{KMnO}_4$ بإستعمال أكسالات الصوديوم :

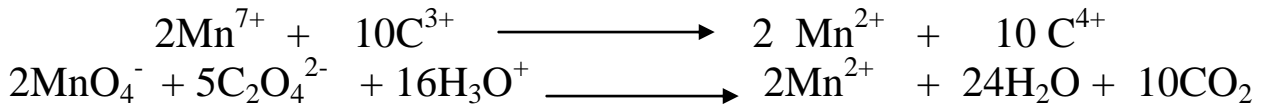
**المبدأ :** برمنغنات البوتاسيوم مؤكسد ، في وسط حمض الكبريت و بوجود مرجع ، ترجع وفق :



نعابرها بأكسالات الصوديوم . الكربون يتأكسد وفق :

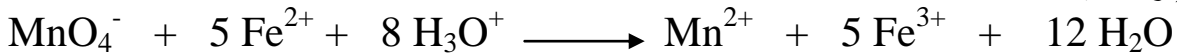


نحصل على معادلة الأكسدة و الإرجاع بجمع المعادلة (1) مضروبة في إثنين و المعادلة (2) مضروبة في خمسة :



### 3- معايرة شاردة الحديد $\text{Fe}^{2+}$ في محلولها بواسطة شاردة برمنغنات $\text{MnO}_4^-$ :

أكسدة شاردة الحديد  $\text{Fe}^{2+}$  بواسطة شاردة  $\text{MnO}_4^-$  في وجود حمص الكبريت. و نذكر الآن بمعادلة الأكسدة الإرجاعية الحاصلة:

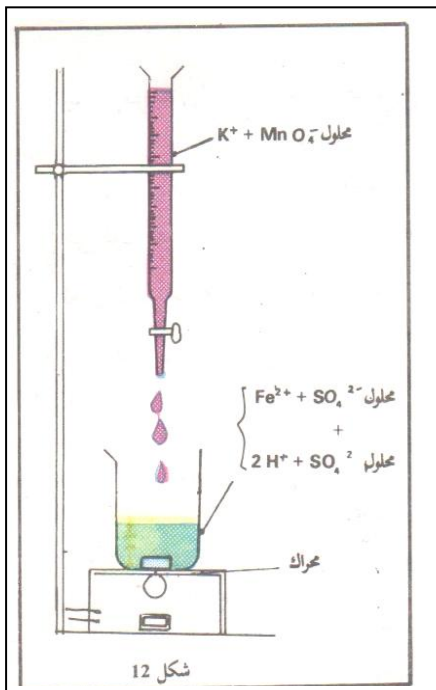


تبين معادلة التفاعل الكيميائي أن مولا من شوارد  $\text{MnO}_4^-$  يؤكسد 5 مولات من شوارد  $\text{Fe}^{2+}$  ، و يبلغ التفاعل نقطة التعديل عندما تكون كمية المادة من الشوارد  $\text{MnO}_4^-$  المضافة مساوية 5/1 من كمية المادة من الشوارد  $\text{Fe}^{2+}$  المعايرة و عندها نكتب:

$$N_{\text{MnO}_4^-} = 1/5 N_{\text{Fe}^{2+}}$$

#### التحقيق التجريبي:

نضع في كأس بيشر محلولاً من كبريتات الحديد الثنائي حجمه ح = 20.0 سم<sup>3</sup> و مولاريتته بالشوارد  $\text{Fe}^{2+}$  مول.ل<sup>-1</sup>.



نحمض المحلول لحمض الكبريت ، ثم نقطر عليه بواسطة سحاحة محلولا من فوق منغنات البوتاسيوم  $KMnO_4$  تركيزه المولاري بالشوارد  $MnO_4^-$  تّ مول.ل<sup>-1</sup> ، مع الرج المستمر. (شكل)

نعين الحجم حَ لمحلول  $KMnO_4$  المضاف عند نقطة التعديل.

نجري تحليلا لما جرى أثناء عملية المعايرة فنجد أنه:

- كلما كانت شوارد  $Fe^{2+}$  زائدة بالنسبة لشوارد  $MnO_4^-$  ، فإن كل الشوارد  $MnO_4^-$  ترجع إلى شوارد  $Mn^{2+}$  . و عندها يختفي لونها البنفسجي.

- عند نقطة التعديل تستهلك كل الشوارد  $Fe^{2+}$  و  $MnO_4^-$  المداخلة في التفاعل و عندها لا يحتوي كأس بيشر إلا على الشوارد  $Fe^{3+}$  و  $Mn^{2+}$  و يصبح المحلول في النهاية ملونا بلون أصفر خفيف بسبب احتوائه على الشوارد  $Fe^{3+}$  . و بمجرد تجاوز نقطة التعديل ، تصبح محتويات كأس بيشر ذات لون بنفسجي بسبب وجود الشوارد  $MnO_4^-$  الإضافية. لذا تلعب شوارد فوق المنغنات في أن واحد دور المتفاعل و الكاشف عن نهاية التفاعل.

و عمليا يمكن تعيين نقطة التعديل بسكب محلول  $KMnO_4$  على محلول كبريتات الحديد الثائي إلى أن يظهر لون بنفسجي فاتح و دائم و هذا بتقريب قطرة واحدة. و من أجل هذا يستحسن القيام بعملية معايرة على الأقل:

- عملية سريعة أولى لحصر مجال الحجم حَ للمؤكسد.

- تجرى عملية ثانية أكثر دقة و هذا بسكب محلول  $KMnO_4$  بسرعة إلى غاية الوصول إلى قيمة قريبة من حَ . و عندها نقطر محلول  $KMnO_4$  حتى نحصل على لون بنفسجي دائم ، بتقريب قطرة واحدة.

يكون عند نقطة التكافئ

$$\begin{aligned} N_{MnO_4^-} &= 1/5 N_{Fe^{2+}} \\ N_{MnO_4^-} &= V' \cdot N' / 1000 \\ N_{Fe^{2+}} &= V \cdot N / 1000 \end{aligned}$$

و منه يكون

$$1000 / V' \cdot N' \cdot x 5/1 = 1000 / V \cdot N$$

$$N = 5 \times N' \cdot V' / V$$

تعتبر عملية المعايرة التي تستخدم فيها الخواص المؤكسدة لشاردة  $MnO_4^-$  في وسط حمضي كطريقة قياسية للمعايرة. فهي تسمح مثلا بمعايرة الإيثانول.

### 3- المعايرة عن طريق تشكل معقد

• تعريف :

المعايرة بالمعقدات ترتكز على التفاعلات التي تؤدي إلى تشكل مركبات ذات تركيب خاص تسمى المعقدات ، والمعقد ينتج من إتحاد عنصر كيميائي ( كاتيون معدني ) يحتوي على جرات فارغة و يسمى الأيون المركزي و من مانح ( جزيئات أو شوارد ) يحمل أزواج إلكترونية حرة يسمى بالسند (ligand) .

مثال : المعقد  $[FeSCN]^{2-}$  تشكل من إتحاد  $Fe^{3+}$  مع  $SCN^-$  .



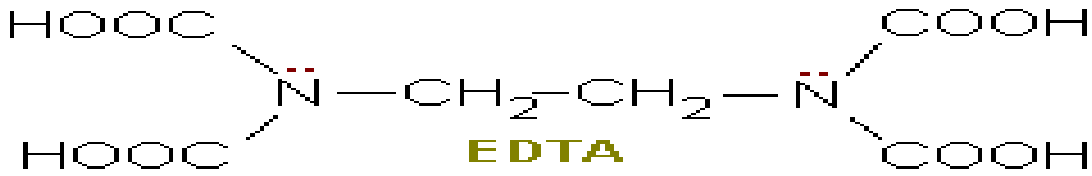
- الأيون المركزي هو الأيون  $Fe^{3+}$  و السند هي الشاردة  $SCN^-$  .  
 - ما بين الأيون المركزي و السند يمكن أن نجد رابطة واحدة ( سند أحادي السن)  
 (monodendate)

- أوعدّة روابط ( سند متعدد السن ligandpolydendate) وفي هذه الحالة يسمى المعقد مخلبي كيلات (chélate) إسم يوناني معناه ( pince ) .  
 \* لبعض الجزيئات العضوية صفة تؤهلها لتكون معقدات ثابتة مع الأيونات المعدنية ، إذ تشكل معها روابط أيونية و أخرى نصف مستقطبة .

\*ومن بين المركبات الأكثر استعمالا في معايرة الأيونات المعدنية ، نجد

( **acide éthylène diamine tetraacétique E.D.T.A** )

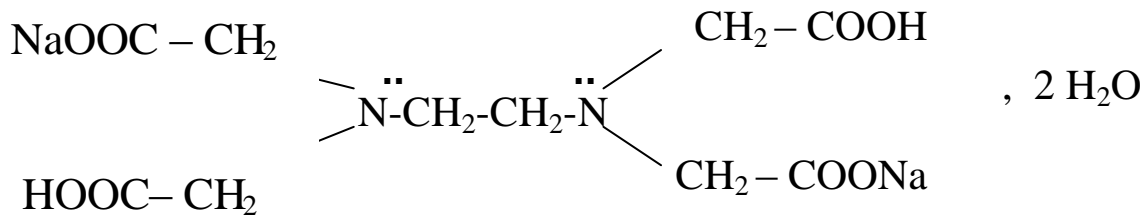
و هو حمض إيتيلين ثنائي أمين رباعي الخليك و الذي له الصيغة التالية :



\* وهو رباعي الوظيفة الحمضية ذو (  $PK_1 = 2$  ,  $PK_2 = 2.7$  ,  $PK_3 = 6.2$  ,  $PK_4 = 12.4$  )  
 يوجد إذن على عدة أشكال حسب الـ PH (  $H_4Y$  ,  $H_3Y^-$  ,  $H_2Y^{2-}$  ,  $HY^{3-}$  ,  $Y^{4-}$  )  
 القدرة المعقدة إذن متعلقة بـ PH الوسط ، لهذا نستعمل محلول موقى لتثبيت الـ PH عند قيمة أين يكون فيها المعقد المتشكل أكثر إستقرار .

### 1.3 - مبدأ المعايرة بالتعقيد :

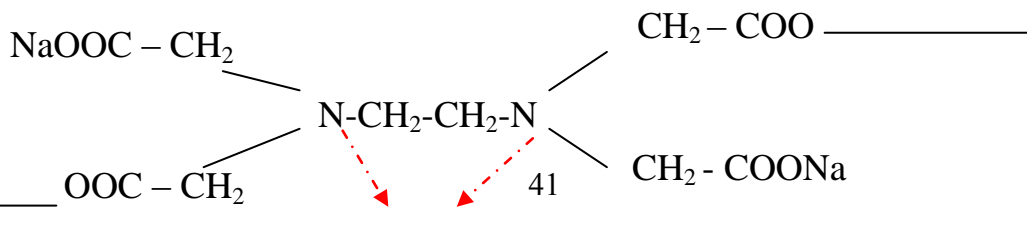
\* عادة نستعمل الملح لـ **E.D.T.A** لأنه أكثر إستقرار من الحمض وهو الملح ثنائي الصوديوم  
 ( ملح لحمض إيتيلين ثنائي أمين رباعي الخلات) و الذي له الصيغة التالية :

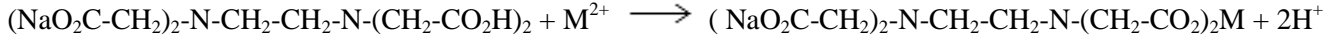


كتلته المولية هي م = 372.2 غ/مول ، ويرمز للكاشف الملحي بالصيغة ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

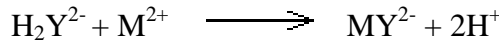
\* تعود قدرة التعقيد في هذا المركب إلى وجود أزواج إلكترونية حرة على ذرات الأزوت، يمكن منحها إلى الشوارد المعدنية.

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





Ce qu'on symbolisera par:



- هذه الخاصية تسمح بمعايرة عدة كاتيونات .
- إستقرار المعقد المتشكل بين الكاتيون و الـ E.D.T.A يتعلق بـ PH الوسط لهذا نستعمل محلول موقى ( منظم ) لتثبيت الـ PH عند قيمة أين يكون فيها المعقد المتشكل الأكثر استقرار .

**ملاحظة :** المحلول الموقى هو المحلول الذي يثبت قيمة PH الوسط .

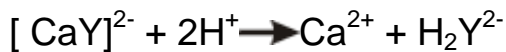
- عموما تكون المعقدات الناتجة عديمة اللون لذلك نستعمل كواشف تبين نهاية المعايرة هذه الكواشف تشكل مع الكاتيونات المعدنية معقدات لكنها أقل ثباتا من تلك التي تتشكل مع EDTA .
- و من بين الكواشف المستعملة نجد :
  - أسود الأيروكروم ( N.E.T). T ( عند PH=10 محلوله أزرق اللون ما بين PH=(7-11) و عندما يعقد كاتيون يعطي اللون الأحمر البنفسجي ) .
  - الميروكسيد ( كاشف خاص يحدد كاتيون واحد مثل الكالسيوم ، عند PH=12 محلول وردي بنفسجي اللون و عندما يعقد  $\text{Ca}^{2+}$  يعطي اللون الأزرق البنفسجي ) .

**الإشكالية :**

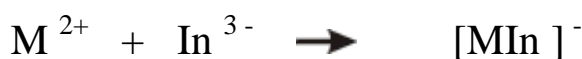
إستعمل هذه الطريقة في معايرة قساوة الماء أي معايرة شوارد  $\text{Ca}^{++}$  و  $\text{Mg}^{++}$  ؟

**2.3- مبدأ معايرة شوارد  $\text{Ca}^{++}$  و  $\text{Mg}^{++}$  بـ E.D.T.A :**

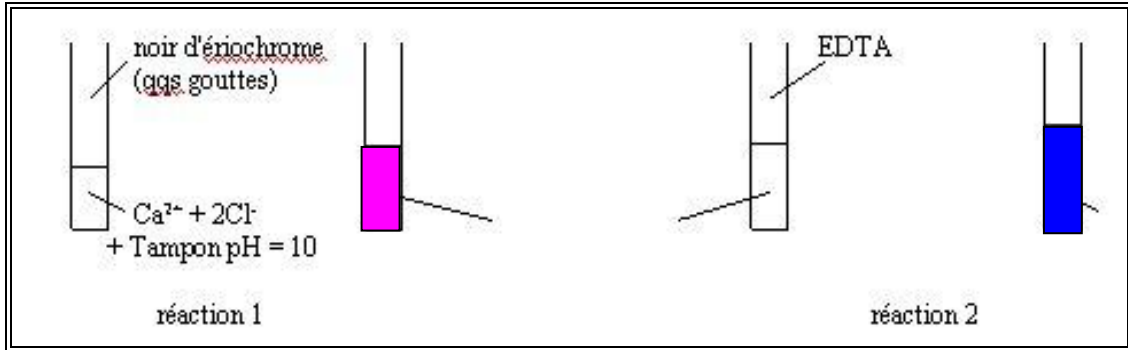
- يتفكك ملح E.D.T.A الذي يرمز له بـ  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{y.2H}_2\text{O}$  و يعطي الأيون  $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$  عديم اللون ، ووجود الكاتيونات  $\text{Ca}^{++}$  و  $\text{Mg}^{++}$  تتشكل معقدات كثيرة الثبات عديمة اللون حسب المعادلتين :



- من ناحية أخرى فإن أسود الأيروكروم N.E.T أزرق اللون عند PH=10 نرمل له بـ  $\text{In}^{3-}$  بوجود الأيونات  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  يتشكل معقد آخر أحمر بنفسجي  $[\text{CaIn}]^-$  أو  $[\text{MgIn}]^-$  أقل ثبات .

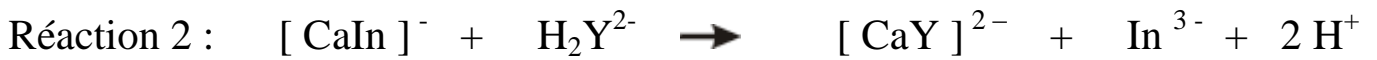


\* لديك التجريبتين التاليتين :



\* لاحظ ثم إستنتج ؟

Réaction 1 : ..... → .....



\* كيفية يتم إستعمال N.E.T ككاشف في نهاية المعايرة .

يضاف الكاشف بكميات قليلة جدا إلى المحلول المائي فيتشكل معقد أحمر بنفسجي ، وعند إضافة E.D.T.A يتفكك المعقد  $[MIn]^-$  ويتشكل معقد أكثر ثباتا و عديم اللون  $MY^{2-}$  و تنتشر شوارد  $In^{3-}$  في المحلول معطية له اللون الأزرق .

عند التكافؤ تكون كل شوارد  $M^{2+}$  قد تفككت و إتحدت مع ما يكافئها من E.D.T.A ( réaction 2)

**تحليل النتائج :**

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

$$N \times V_{eau} = N_0 \times V_{eq}$$

$$N = \frac{N_0 \times V_{eq}}{V_{eau}}$$

$$C_m = N \times E_g$$

$$E_g = M(Ca^{2+}) + M(Mg^{2+}) / Eq$$

**تذكير :**

$N_0$  : نظامية E.D.T.A المستعمل (N)  
 $V_{eq}$  : حجم المسكوب ( المكافئ ) ( ml )  
 $V_{eau}$  : حجم الماء المختبر (ml)  
 N : التركيز النظامي لـ (  $Ca^{++}$  و  $Mg^{++}$  ) في الماء  
 $E_g$  : الوزن المكافئ .  
 $Eq$  : التكافؤ .  
 $C_m$  :  $\{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]\}$

$$\frac{\Delta C_m}{C_m} = \frac{\Delta N_0}{N_0} + \frac{\Delta V_{eq}}{V_{eq}} + \frac{\Delta V_{eau}}{V_{eau}}$$

$$\Delta C_m = C_m \left[ \frac{\Delta N_0}{N_0} + \frac{\Delta V_{eq}}{V_{eq}} + \frac{\Delta V_{eau}}{V_{eau}} \right]$$

$$C_m = (C_m \pm \Delta C_m) \text{ m g / L}$$

## نشاطات التعلم

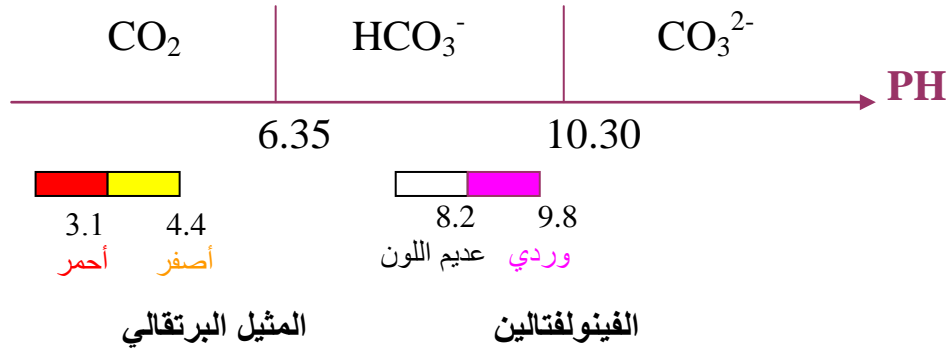
النشاط العملي الأول: تقدير عيار القلوية ( TA ) و عيار القلوية الكلي ( TAC ) لماء  
Titre Alcalimétrique et Titre Alcalimétrique Complet

### 1- مقدمة :

قاعدية الماء ناتجة أساسا عن تواجد أيونات الكربونات ذات الصيغة  $\text{CO}_3^{2-}$  و أيونات الهيدروجينوكربونات ( غالبا ما تسمى بيكربونات ) ذات الصيغة  $\text{HCO}_3^-$  . يعطى الـ PKa للأزواج حمض/أساس :  $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$  ،  $\text{CO}_2(\text{aq}) / \text{HCO}_3^-$

$$\text{PKa} (\text{CO}_2(\text{aq}) / \text{HCO}_3^-) = 6.35 \quad , \quad \text{PKa} (\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}) = 10.30$$

لديك مخطط يبين توزيع الأفراد الكيميائية الثلاثة  $\text{CO}_2$  ،  $\text{HCO}_3^-$  ،  $\text{CO}_3^{2-}$  مرفوقا بمجالات إنعراج الكواشف الملونة : المثيل البرتقالي و الفينولفتالين .



**خلاصة :** يمكننا إعتبار أن الماء الذي له ( PH > 10.30 ) يحتوي غالبا على أيونات الكربونات ، و الماء الذي له PH محصور بين ( 6.5 – 10.30 ) لا يحتوي تقريبا على أيونات الكربونات بل يحتوي فقط على أيونات الهيدروجينوكربونات .

### الإشكالية :

كيف يتم تقدير T.A ، T.A.C و إستنتاج توزيع القواعد ، الكربونات و البيكربونات في ماء الحنفية ؟

## 2- مبدأ الإنجاز العملي :

### 1- تعريف :

نعاير قاعدية الماء بواسطة حمض قوي .  
إصطلاحا نعبر عن TA (عيار القلوية) و TAC (عيار القلوية الكلي) بالملي مكافئ غرامي / لتر

### • عيار القلوية T.A

**تعريف :** هو الحجم المعبر عنه بـ ml للحمض القوي بتركيز 0.1N ( مكافئ غرامي / ل) اللازم لمعايرة ml100 من الماء بوجود الفينولفتالين .

العيار القاعدي (القلائي) T.A للماء يقيس بالتحديد كمية أيونات القواعد  $OH^-$  ونصف كمية الكربونات ، إذا كانت هذه الأخيرة قليلة جدا فإن عيار القلوية T.A معدوم وهذا من أجل محلول ذو ( PH < 8.2 )

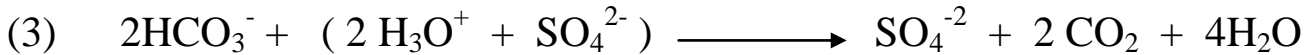
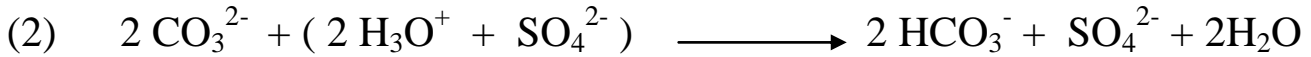
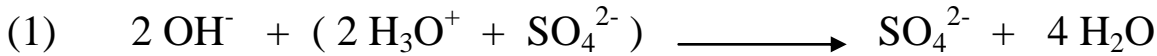
### • عيار القلوي الكلي T.A.C

**تعريف :** هو الحجم المعبر عنه بـ ml للحمض القوي بتركيز 0.1N ( مكافئ غرامي / ل) اللازم لمعايرة ml100 من الماء بوجود المثل البرتقالي .

عيار القلوي الكلي T.A.C للماء يقيس كمية أيونات الهيدروجينوكربونات ( البيكربونات )  $HCO_3^-$  (والكربونات  $CO_3^{2-}$  ، القواعد  $OH^-$  إذا وجدا) .

### 1.2 التفسير النظري لـ T.A

ينقلب لون كاشف الفينولفتالين من الوردي إلى الشفاف عند PH أقل من 8.2 أي عند بداية ظهور الحموضة الحرة لغاز  $CO_2$  في المحلول فقياس T.A يكون قد تم تعيينه عند إستعمال التفاعلين الأولين وعند بداية التفاعل الثالث .



### 2.2- التفسير النظري لـ T.A.C :

يتغير لون كاشف المثل البرتقالي من الأصفر إلى البرتقالي عند ظهور حموضة حرة قوية في المحلول يعني عند PH أقل من 4.5 و بالتالي يكون قد تم حدوث التفاعلات الثلاثة المذكورة سابقا . وهكذا بتقدير T.A ، T.A.C نستنتج قاعدية الماء .

**أمثلة :**  $TA = 0$  لا توجد قواعد و كربونات ، توجد البيكربونات فقط .  
 $TA = TAC$  توجد قواعد فقط . /  $TA = TAC$  توجد الكربونات فقط .

## الوسائل و المواد المستعملة :

المواد	الوسائل
محلول قياسي 0.1N HCl	- سحاحة مدرجة سعتها 25 مل
كاشف مثيل البرتقالي 0.05 %	- أرلينة ماير سعتها 500 مل
كاشف فينولفتالين .	- مخبار مدرج سعته 100 مل
	- خلاط مغناطيسي .

### دليل الإنجاز العملي :

#### 1- تقدير T.A.C لماء الحنفية :

- خذ إرلينة سعتها 500 مل وضع فيها 100 مل ماء للمعايرة .
- ضع قطرتين أو ثلاث قطرات من المثيل البرتقالي
- سحح بواسطة محلول حمض كلور الماء نظاميته 0.1N حتى ينقلب اللون من الأصفر إلى الوردي .

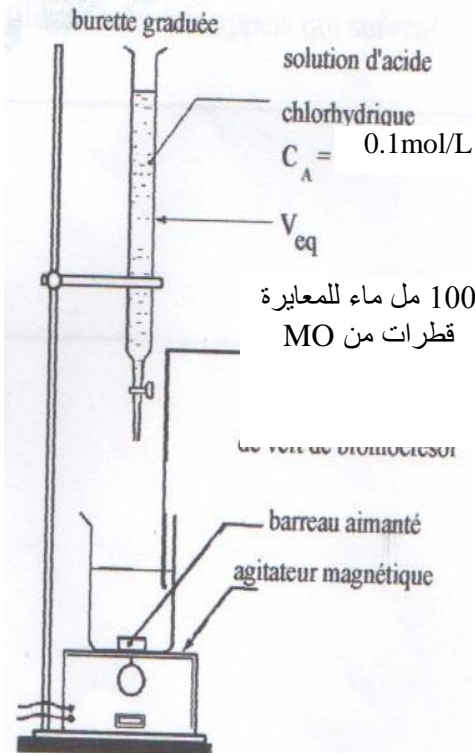
إنتظر إنعراج لون الكاشف يثبت قبل قراءة الحجم المكافئ  $V_{eq}$ .

- بعد ثلاث معايرات متتالية أحسب النتيجة بمعدل الحجم المستعملة :

$$V_{eq} = V_1 + V_2 + V_3 / 3$$

- أحسب اعتمادا على تعريف **T.A.C** ( عيار القلائية الكلي ) للماء المختبر .

- قارن النتلج المحصل عليها بالموصفات المسجلة على ماء معدني و أصدر حكما ؟



### تذكير :

- $N_{HCl}$  : نظامية HCl المستعمل
- $V_{eq}$  : حجم HCl المسكوب ( المكافئ )
- $V_{eau}$  : حجم الماء المختبر

$$T.A.C \text{ (meq g/L)} = \frac{N_{HCl} \times V_{eq}}{V_{eau}}$$

$$\frac{\Delta TAC}{TAC} = \frac{\Delta N_{HCl}}{N_{HCl}} + \frac{\Delta V_{eq}}{V_{eq}} + \frac{\Delta V_{eau}}{V_{eau}}$$

$$\Delta TAC = TAC \left[ \frac{\Delta N_{HCl}}{N_{HCl}} + \frac{\Delta V_{eq}}{V_{eq}} + \frac{\Delta V_{eau}}{V_{eau}} \right]$$

$$TAC = ( TAC \pm \Delta TAC ) \text{ mE g / L}$$

يعطى :  $\Delta N_{HCl} / N_{HCl} = 10^{-3}$  ،  $\Delta V_{eq} = \Delta V_{eau} = 0.05 \text{ ml}$

#### 2- تقدير T.A لماء الحنفية :

- خذ إرلينة سعتها 500 مل و ضع فيها 100 مل ماء للاختبار .
- ضف 6 إلى 8 قطرات من الفينولفتالين .
- إذا لم يظهر اللون الوردي : عيار القلوية T.A معدوم ، و ال PH أقل من 8.2 .
- أما إذا ظهر اللون الوردي ، سحح بمحلول حمض كلور الماء 0.1N حتى إختفاء اللون الوردي
- تجرى نفس خطوات الحساب كما هو متبع في تقدير T.A.C .

### ● تمرين تطبيقي:

البيانات المسجلة على قارورة ماء معدني تحدد التركيز الكتلي لأهم الأيونات الموجودة ، ومن بينها تركيز أيونات الهيدروجينوكربونات :  $C_m = 403 \text{ mg /L}$

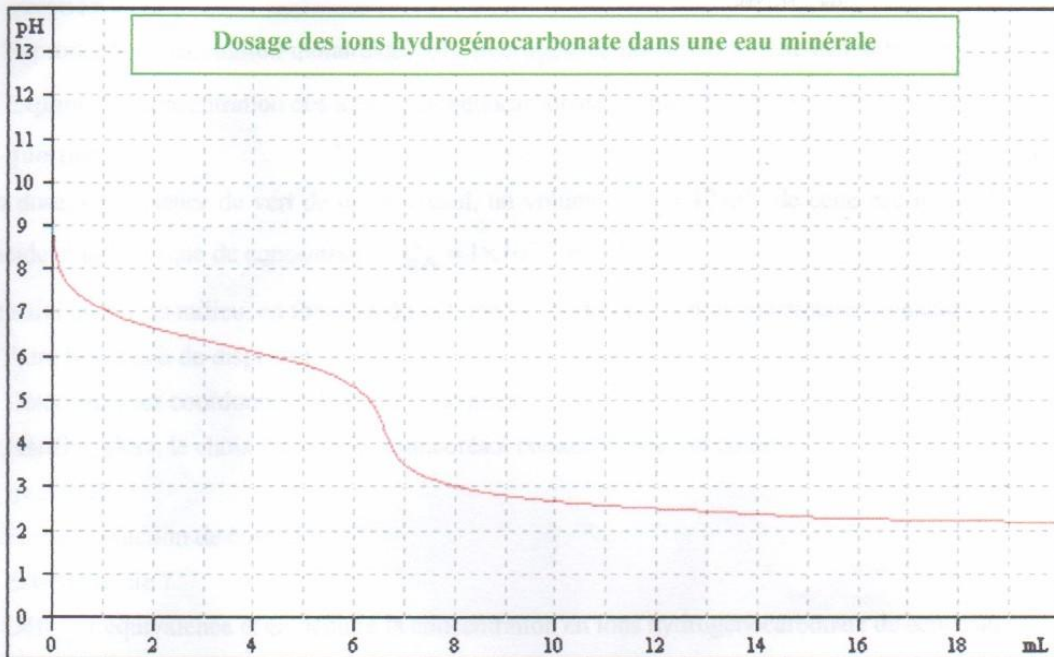
السؤال الأول : أعطي الصيغة الكيميائية لأيون الهيدروجينوكربونات .  
السؤال الثاني :

أ / عبر عن التركيز المولي لأيونات البيكربونات في هذا الماء المعدني

ب / عبر عن تركيز أيونات البيكربونات بملي مكافئ غرامي / ل ( m Eg / L )


السؤال الثالث : نعاير ، بوجود أخضر البروموكريزول ، حجم  $V_{\text{eau}} = 10 \text{ mL}$  للماء المعدني بواسطة حمض كلور الماء بتركيز  $C_a = 1.10^{-2} \text{ mol /L}$  متابعة PH الوسط بدلالة حجم الحمض المسكوب يعطى الشكل الاحق :

### Annexe





- أ / أرسم جهاز التركيب .  
 ب / حدد إحداثيات نقطة التكافؤ .  
 ج / علل إذن اختيار أخضر البروموكريزول ككاشف ملون .  
 السؤال الرابع :

- أ / أكتب معادلة التفاعل للمعايرة .  
 ب / هل هو تفاعل تام .  
 ج / عرّف التكافؤ و استنتج تركيز أيونات البيكربونات للماء المعدني .  
 د / استنتج T.A.C للماء المعدني .  
 يعطى : - الكتلة المولية لأيون البيكربونات :  $M = 61 \text{ g/mol}$   
 - مجال التغير اللوني لأخضر البروموكريزول :  3.8 5.4  
 - ثابت الحموضة للزوج : ( أيون البيكربونات /  $\text{CO}_2$  )  $\text{PKa} = 6.4$

إجابة مختصرة :

ب / °2 -  $[\text{HCO}_3^-] = 6.6 \text{ mE g/L}$



### تحديد القساوة المؤقتة و القساوة الدائمة للماء المعايرة بالتعقيد

عموميات :

القساوة - أو **الدرجة الهيدروتيومترية** (Titre hydrotimétrique) لماء هي وحدة متعلقة بجميع تراكيز الكاتيونات المعدنية ، ماعدا تراكيز المعادن القلوية ( $\text{Na}^+$  ,  $\text{K}^+$ ) .

غالبا ما تعبر القساوة الكلية عن مجموع أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم ( أيونات المعادن القلوية الترابية ) الموجودة في الماء على شكل كلوريدات و كبريتات و بيكربونات .

- بيكربونات الكالسيوم و بيكربونات المغنيزيوم  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ،  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$   
 - كربونات الكالسيوم و كربونات المغنيزيوم  $\text{CaCO}_3$  ،  $\text{MgCO}_3$   
 - كبريتات الكالسيوم و كبريتات المغنيزيوم  $\text{CaSO}_4$  ،  $\text{MgSO}_4$   
 - كلوريدات الكالسيوم و كلوريدات المغنيزيوم  $\text{CaCl}_2$  ،  $\text{MgCl}_2$

**الإشكالية 1 :** لماذا عندما نسخن ماء الحنفية عند درجة الغليان تظهر رواسب ؟

صياغة الفرضيات

- تسجيل الفرضيات المطروحة من طرف التلاميذ .

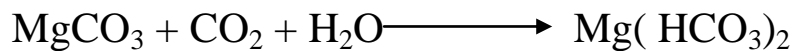
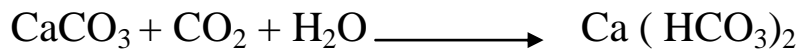
- **الفرضية المتوقعة** : عندما نسخن ماء الحنفية عند درجة الغليان لوقت طويل ، جزء من الأيونات المشاركة في قساوة الماء تقصى بترسيب كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم . قساوة الماء المعالج بهذه الطريقة تسمى **القساوة الدائمة** ، و الفرق بين القساوة الكلية و القساوة الدائمة تسمى **القساوة المؤقتة** .

● **القساوة الدائمة :**

تعبر عن كمية كبريتات و كلوريدات الكالسيوم و المغنيزيوم المنحلة (  $SO_4^{--}$  ;  $Cl^-$  ) التي لا تزول بالتسخين .

● **القساوة المؤقتة :**

تعبر القساوة المؤقتة عن كمية بيكربونات الكالسيوم و المغنيزيوم المنحلة (  $HCO_3^-$  ) و التي يمكن إزالتها بالتسخين



**القساوة الكلية = القساوة الدائمة + القساوة المؤقتة**

**الإشكالية 2 :**

كيف يتم قياس قساوة الماء ؟

نقول عن الماء أنه قاسي أو عسير إذا كان لايشكل رغوة مع الصابون عند بداية ذوبانه حتى ترسب جميع أملاح الكالسيوم و المغنيزيوم بكمية موافقة من الصابون ، وهكذا يمكن قياس القساوة .

**تعريف :** تقاس 1 درجة هيدروتيومترية  $^{\circ}TH$  لماء عندما يلزمنا إضافة 0.1 g/L من صابون مارسيليا للحصول على رغوة مستقرة بالتحريك ، وهذه الكمية من الصابون توافق تركيز أيونات  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  يساوي إلى **10 mg / L من  $CaCO_3$**  .

**المرجع القياسي لـ  $^{\circ}TH$  :**

- قساوة ماء الحنفية يجب أن تكون أقل من  $^{\circ}TH$  30 ، و الدرجة المثالية تكون محصورة بين (  $^{\circ}TH$  12 و  $^{\circ}TH$  15 ) .
- نميز قساوة المياه بالدرجة الهيدروتيومترية كالتالي :
  - العذبة أقل من  $^{\circ}TH$  15 .
  - العسرة ( القاسية ) ( من  $^{\circ}TH$  15 إلى  $^{\circ}TH$  35 ) .
  - الأكثر قساوة أكبر من  $^{\circ}TH$  35 .
- المواصفات القياسية الجزائرية: ( NA 63 60 ) والمستمدة من مواصفات المنظمة العالمية للصحة (OMS) المتعلقة بالماء, و المواصفات المسجلة في توصيات المجموعة الإقتصادية الأوروبية(CEE) .

مكافئة لـ NA	ISO
752/89	6059
1655/90	608
6362/91	7393

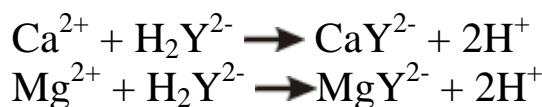
Comp. Moy.	mg/litre	م غ / لتر	التركيب
Calcium	74		كلسيوم
Magnesium	20,26		مانيزيوم
Potassium	2,1		بوتاسيوم



الملاحظة	التركيز الأعظم المسموح به	المواصفة	
كمية $Mg^{+2}$ تحسب من خلال الفرق بين الكمية الكلية $(Mg^{+2} + Ca^{+2})$ وكمية $Ca^{+2}$	500 ملغ/ل	NA 752	القساوة الكلية $Ca^{+2} + Mg^{+2}$
	200 ملغ/ل	Na1655	القساوة الكلية $Ca^{+2}$
	150 ملغ/ل	NA752 و NA1655	القساوة الكلية $Mg^{+2}$

### مبدأ الإنجاز العملي :

تعتمد المعايرة على تشكيل معقدات ثابتة ناتجة عن ارتباط الكالسيوم و المغنيزيوم بملح (EDTA) و الذي يرمز له بالرمز  $Na_2H_2Y$  وفق التفاعلين التاليين :



نستعمل كاشف ملون أسود الأيروكروم T (NET) يبين نهاية المعايرة بتغير لونه من أحمر بنفسجي إلى أزرق .

يجب إجراء التفاعل في وسط موقفي قاعدي PH قريب من 10 لملاحظة بدقة تغير لون الكاشف .

### الوسائل و المواد المستعملة :

المواد	الوسائل
- محلول قياسي من EDTA (0.1N)	- سحاحة مدرجة سعتها 25 مل
- محلول موقفي : 250 مل لمحلول الأمونياك	- أرلينة ماير سعتها 250 مل
- 1 مول/ل + 250 مل لمحلول كلورير الأمونيوم 1 مول/ل .	- مخبار مدرج سعته 100 مل
- كاشف أسود الأيروكروم NET	- بيشر ( Pyrex ) 100 مل
- ماء معدني أو طبيعي (ماء الحنفية)	- خلاط مغناطيسي
- محلول $CaCO_3$ ( 1g / L )	- ماصة عيارية 10 مل
	- أدوات الأمن : ( منزر ، قفازات ، نظارات واقية ، ورق جفأف .... ) .

### دليل الإنجاز العملي :

#### • المرحلة 01

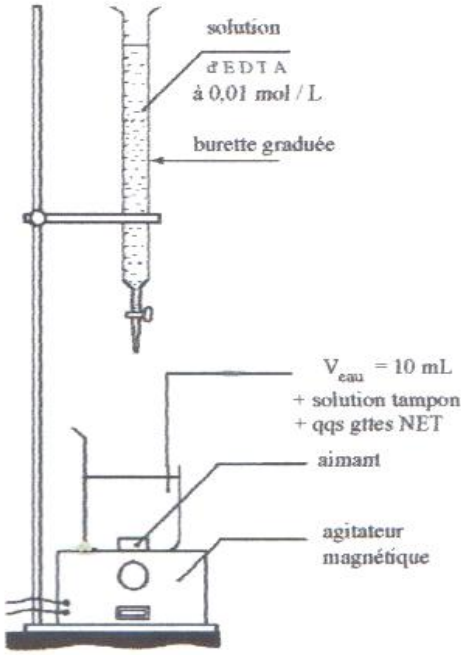
- خذ بدقة حجم  $V_1 = 100 \text{ ml}$  ماء معدني وضعه في بيشر ( Pyrex ) .

- ضع الماء ليغلي في الوقت نفسه قم بإنجاز المعايرة الأولى .
- وقف الغليان عندما يظهر راسب أبيض معتبر في أسفل البيشر
- غطي البيشر بورق شفاف لاصق (adhésif) حتى لا تـ
- وأتركه يبرد .

## ● المرحلة 02

### المعايرة الأولى : تحديد القساوة الكلية لماء معدني

- خذ حجم  $V_1 = 10 \text{ ml}$  من ماء معدني و ضعه في بيشر
- ضع ( 2 ml ) من المحلول الموقى ( PH = 10 )
- ضف بضع قطرات من N.E.T في البيشر
- سحح بواسطة محلول (0.1N) E.D.T.A حتى ينقلب اللون.



انتظر إنعراج لون الكاشف يثبت قبل قراءة الحجم المكافئ  $V_{eq}$

الحجوم المستعملة :

$$V_{eq} = V_1 + V_2 + V_3 / 3$$

### المعايرة الثانية : تحديد القساوة الدائمة لماء معدني

- رشح بعناية الماء المعدني المغلى لنزع الرواسب البيضاء التي تشكلت ، وأكمل الرشاحة بالماء المقطر المحضر حديثا إلى 100 مل ( إستعمل حوجة عيارية )
- عاير الماء المعالج بنفس خطوات العمل السابق .
- سجل الحجم المكافئ و ليكن  $V_{eq}$

## ● أسئلة و ترجمة النتائج :

- حدد التركيز  $C_m$  لأيونات الكالسيوم و المغنيزيوم في عينة الماء المختبر في كل معايرة .
- إستنتج القساوة الكلية و القساوة الدائمة ثم القساوة المؤقتة للماء المعدني
- فيما يخص القساوة الكلية أكتب النتيجة الصحيحة لها .
- أعطي التحليل النقدي وفق المواصفات المعمول بها .

$$\text{عدد المكافئات الغرامية } M^{2+} = \text{عدد المكافئات الغرامية E.D.T.A}$$

$$N \times V_{eau} = N_0 \times V_{eq}$$

## المعايرة الثالثة : تحديد القساوة بالدرجة الميكر و تيمترية لماء الحنفية

### 1- المعايرة الشاهدة :

- معايرة محلول EDTA بمحلول ملح  $Ca^{++}$  أو العكس
- نأخذ إرلينة سعتها 250 مل ونضع فيها : - 10 مل محلول  $Ca^{++}$  أي 10 ملغ.
- 2- مل خليط منظم نتأكد من أن PH الوسط = ما بين 8 و 10

- نضيف 5 قطرات من N.E.T - نسخن حتى 40 د م.
- نضع محلول EDTA في السحاحة , نسحح حتى يتغير اللون إلى الأزرق
- ليكن  $V_{eq}$  هو حجم EDTA المسحح في هذه المعايرة.

- 2- معايرة قساوة الماء - 100 مل ماء للمعايرة - 5 مل خليط منظم , - نضيف 5 قطرات من كاشف N.E.T ثم نسخن حتى 40 د م - نسحح EDTA حتى ينقلب اللون من الأحمر البنفسجي إلى الأزرق .
- نفرض أن  $V_{eq}'$  هو حجم EDTA المسحح في هذه المعايرة .

### ● أسئلة و ترجمة النتائج :

- أحسب الدرجة الهيدروتيترية  $TH^\circ$  ؟
- على ضوء الجدول السابق أعطي مواصفات الماء المعايير , هل الماء الطبيعي المعايير صالح للشرب ؟ إذا كان كذلك فهل هو عذب أو قاسي ، أو رديء ؟ وذلك حسب التقييس الجزائري والدولي, علل .
- قارن بين نتائج تحاليل الماء المعدني و الماء الصالح للشرب وأصدر حكما .

**تذكير:** رأينا في المعايرة الأولى أن ( $V_{eq}$ ) هو حجم محلول EDTA اللازم لتعقيد (10) ملغ من  $CaCO_3$  الموجودة في الـ 10 مل المعايرة

- حساب كتلة  $CaCO_3$  الموجودة في العينة المعايرة
- حساب كتلة  $CaCO_3$  في 1 لتر من الماء.
- حساب الدرجة الهيدروتيترية  $TH^\circ$  .

## النشاط العملي الرابع معايرة الكلور الباقي في الماء

### مقدمة :

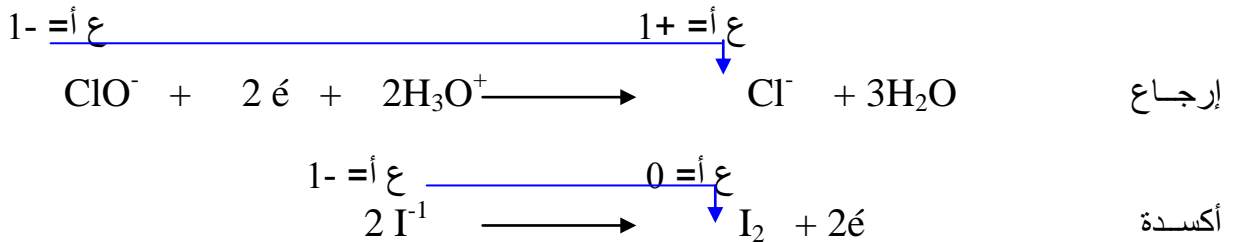
يوجد الكلور الباقي في الماء على شكل حمض هيبوكلوريت  $\text{HClO}$  و أيونات الهيبوكلوريت  $\text{ClO}^-$  وفي المركبات الكلورية ذات نشاط مؤكسد .

### الإشكالية :

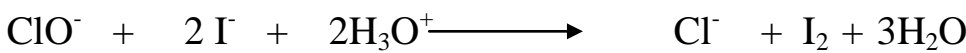
ما المقصود بالكلور الفعال، وما دوره في الماء؟  
و كيف يتم تقديره ؟

### مبدأ الإنجاز العملي :

- يعتمد مبدأ المعايرة على تفاعل أكسدة يود البوتاسيوم  $\text{KI}$  بالكلور الباقي في الماء في وسط حمضي ( حمض الخل )  $\text{CH}_3\text{COOH}$  يتشكل نتيجة لذلك اليود الحر  $\text{I}_2$  .
  - يعاير اليود الناتج بمحلول من ثيوكبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( 0.1N )
- المرحلة 01 :** أكسدة  $\text{KI}$  بواسطة  $\text{ClO}^-$  و تحرير اليود  $\text{I}_2$



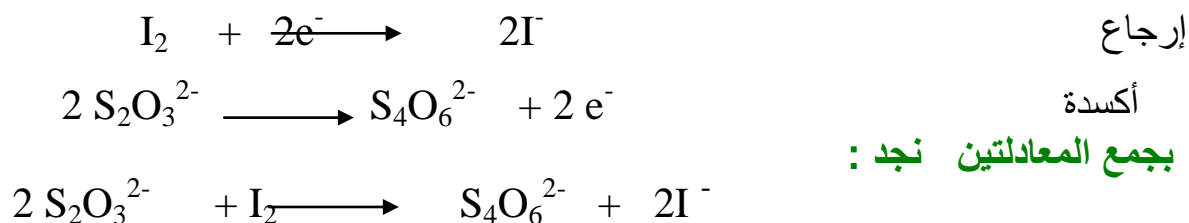
### بجمع المعادلتين أ + ب نجد :



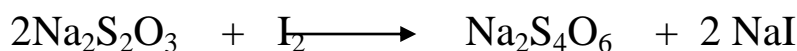
### المعادلة الجزئية للأكسدة و الإرجاع هي :



### المرحلة 02 : معايرة اليود المتحرر بواسطة $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



**المعادلة الجزئية للأكسدة و الإرجاع هي :**



**المرجع القياسي :**

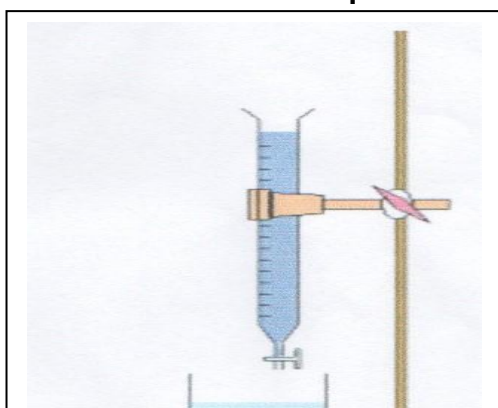
- تحضر العينة وفق المواصفة : NA 6362 / 91 المكافئة لـ ISO 7393
- التركيز المسموح به للكلوريدات :  $[Cl^-] = 500 \text{ mg/L}$

**الوسائل و المواد المستعملة :**

المواد	الوسائل
- محلول قياسي 0.1N ثيوسلفات الصوديوم	- سحاحة مدرجة سعتها 25 مل
- 100 مل ماء مقطر	- بيشر سعته 1 لتر ذو غطاء
- 1 غ من يود البوتاسيوم خالي من اليودات	- مخبار مدرج سعته 100 مل
- 5 مل من حمض الخل الثلجي الصافي ذو نقاوة 98.5	- خلاط مغناطيسي
- 500 مل من العينة (ماء شروب معالج)	- ميزان حساس
- مطبوخ النشاء 10 غ / ل	- أدوات الأمن : ( منزر ، قفازات ، نظارات واقية ، ورق جفّاف ) .

**دليل الإنجاز العملي :**

- **المرحلة 01 :** تحرير اليود  $I_2$
- ضع في أرلين بيشر ذو غطاء سعته 1 لتر مايلي (100 ml) ماء مقطر للتمديد + (5 ml) حمض الخل الصافي + (1 g) من يود البوتاسيوم + (500ml) من العينة المراد تحليلها
- أغلق البيشر وأتركه في الظلام من 5 إلى 10 دقائق .
- **المرحلة 02 :** معايرة اليود المتحرر بـ  $Na_2S_2O_3$
- عاير المحلول بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم 0.01N حتى يظهر اللون الأصفر الشاحب بعدها ضف من 2 إلى 3 مل مطبوخ النشاء  $(C_6H_{10}O_5)_n$  فيظهر اللون الأزرق .
- إستمر في المعايرة حتى زوال اللون الأزرق ، وسجل قيمة الحجم المكافئ  $V_{eq}$  الموافق .
- أعد المعايرة ثلاث مرات وأحسب النتيجة بمعدل الحجم المستعملة :



$$V_{eq} = V_1 + V_2 + V_3 / 3$$

● أسئلة و ترجمة النتائج :

- أحسب كمية الكلور الباقي في الماء الشروب بالغرام / لتر ثم حوّل النتيجة إلى الملغ / لتر .
- أعطي التحليل النقدي وفق المواصفات القياسية العالمية .

تذكير :

1- كيف تحسب نظامية الكلور في الماء ؟

عند التكافؤ : عدد مكافئات (ClO<sup>-</sup>) = عدد مكافئات I<sub>2</sub> = عدد المكافئات Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

عدد مكافئات (ClO<sup>-</sup>) = عدد مكافئات Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ←

$$N_{ClO^-} \times V_{eau} = N_{Na_2S_2O_3} \times V_{eq}$$

$$N_{ClO^-} = \frac{N_{Na_2S_2O_3} \times V_{eq}}{V_{eau}}$$
 →

2- كيف تحسب التركيز الوزني للكلور في الماء :

التركيز الوزني للكلور في الماء الشروب المختبر يكتب C<sub>m</sub> ويحسب بإستعمال العلاقة التالية :

$$C_m = N_{Cl^+} \times Eg(Cl^+)$$

الوزن المكافئ للكلور : Eg(Cl<sup>+</sup>) = 35.5 g

$$C_m = \frac{N_{Na_2S_2O_3} \times V_{eq}}{V_{eau}} \times Eg(Cl^+)$$

$$\Delta C_m = C_m \left[ \frac{\Delta N}{N} + \frac{\Delta V_{eq}}{V_{eq}} + \frac{\Delta V_{eau}}{V_{eau}} + \frac{\Delta Eg(Cl^+)}{Eg(Cl^+)} \right]$$

$$C_m = (C_m \pm \Delta C_m) \text{ mg / L}$$

يعطى :

$$\Delta V_{eq} = 0.05 \text{ ml}$$

$$\Delta V_{eau} = 0.02 \text{ ml}$$

$$\Delta N / N = 10^{-3}$$



### الوحدة 3: مبادئ عمليات الفصل

إن التحاليل التي نقوم بها تتركز أساسا على التفاعلات الكيميائية، هذه الأخيرة تعطي في اغلب الأحيان نواتج عبارة عن خلأط من مواد. لمعالجة هذه الخلأط المتشكلة نقوم بعمليتين هما:  
**الفصل و التنقية**

بما انه يمكن للخليط المتشكل في تفاعل كيميائي إن يكون في إحدى من الحالات التالية:

- مزيج صلب- سائل
- مزيج سائل- سائل (مزيج غير متجانس)
- مزيج سائل- سائل (مزيج متجانس)

**أ- الخليط غير المتجانس:** هو الذي يتشكل من مواد غير قابلة للامتزاج مثال (مزيج: زيت- ماء)  
**ب- الخليط المتجانس:** هو الذي تكون مكوناته قابلة للامتزاج مثال (مزيج: كحول- ماء)  
تعزل المادة المطلوب فصلها وفق طرق مختلفة و يتوقف اختيار الطريقة الملائمة وفق:  
- طبيعة المزيج  
- الخواص الفيزيائية و الكيميائية لمكونات المزيج.

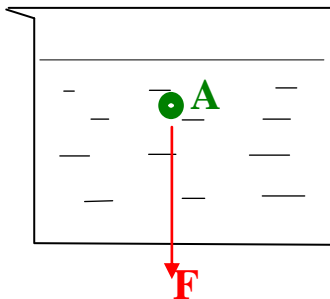
#### I- معالجة مزيج غير متجانس:

##### 1- فصل مزيج صلب- سائل:

الهدف من تقنيات فصل مزيج صلب- سائل هو عزل الحالة الصلبة عن الحالة السائلة وهناك عدة طرق لهذا الغرض, نذكر منها:

##### 1.1- التركيز:

يعتمد مبدأ التركيز على كثافة المواد الصلبة. حيث عند ترك المزيج صلب- سائل يسكن لمدة من الزمن, المواد الصلبة (الأكثر كثافة) تتركز إلى الأسفل بتأثير القوة الجاذبية بينما السائل يطفو على سطحها.



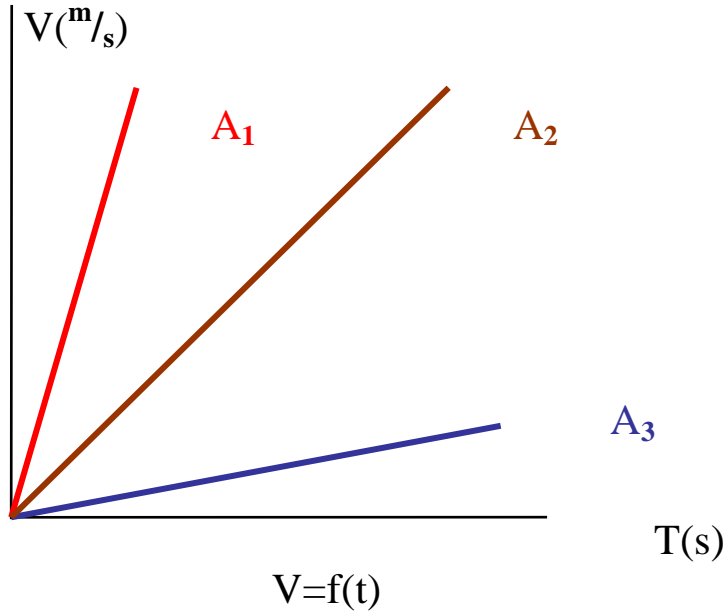
A: المواد الصلبة الأكثر كثافة

F: القوة الجاذبية

#### ملاحظة:

- سرعة تركيز المواد الصلبة يتوقف على كثافة كل مادة .
- الأكثر كثافة تتركز بسرعة فائقة (زمن قصير جدا), بينما الأقل كثافة تحتاج إلى زمن أطول نوعا ما.

- المنحنى البياني يبين العلاقة بين سرعة تركيد المواد الصلبة و الزمن.



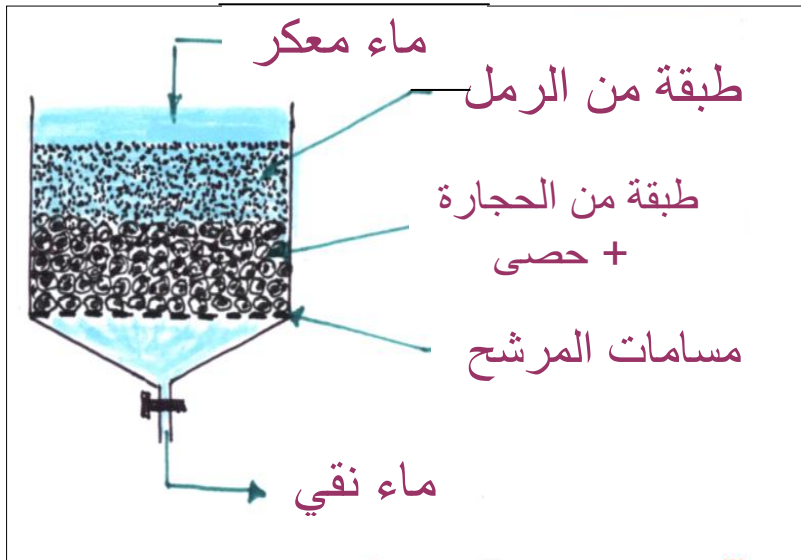
**A<sub>1</sub>** : مواد ذات كثافة اكبر  
**A<sub>2</sub>** : مواد ذات كثافة متوسطة  
**A<sub>3</sub>** : مواد ذات كثافة صغيرة

### 2.1- الترشيح:

هي عملية نفاذ الحالة السائلة عبر مسامات العازل (مرشح) الذي يمنع مرور الدقائق الصلبة. يتوقف اختيار الطريقة المناسبة للترشيح على حجم دقائق المادة المرشحة، الفاعلية الكيميائية لهذه الدقائق و على الغرض من الترشيح (فيما إذا كان كيميا أو نوعيا).

أكثر طرق الترشيح شيوعا هي جمع المادة الصلبة على ورق الترشيح (الطريقة المخبرية).

في الصناعة يستعمل الترشيح الرملي (عبارة عن أحواض تحوي طبقات من الرمل: مثل أحواض الترشيح المستعملة في محطات معالجة مياه الصرف (الملوثة).



الشكل: مرشح رملي

### 1.2.1- التقنيات العامة لعملية الترشيح:

يسكب المزيج (صلب - سائل) داخل قمع به ورقة الترشيح. ينفذ السائل خلال مسامات ورقة الترشيح، بينما تبقى المواد الصلبة عالقة بالورقة.

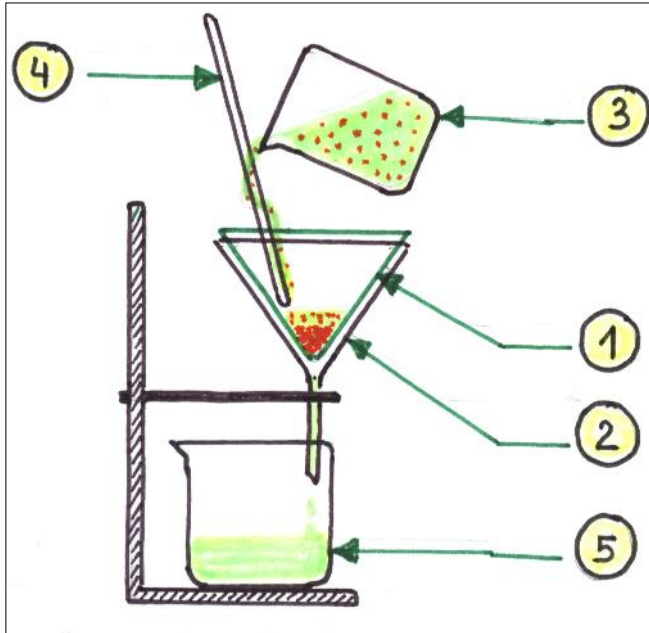
السائل المتحصل عليه بعد الترشيح يدعى الرشاحة.

### 1.2.1- أنواع الترشيح:

- غالباً ما تكون عملية الترشيح تحت الضغط الجوي (الترشيح العادي) أو تحت تأثير ضغط منخفض (امتصاص باستخدام مضخة ماصة كهربائية أو مائية (الترشيح تحت الفراغ)).
- الترشيح العادي عملية بطيئة بينما الترشيح تحت الفراغ فهي أسرع.
- اختيار احدهن يتم وفق الاحتياجات المطلوبة:
- أ)- عندما نحتاج السائل: نستعمل الترشيح العادي لإزالة الشوائب من السائل.
- ب)- عندما نحتاج الصلب: نستعمل الترشيح تحت الفراغ لعزل المادة الصلبة.

### 1.2.2.1- الترشيح العادي: (الشكل)

- يتم بوضع ورقة الترشيح 1 بعد طيها، داخل قمع 2 بحيث تكون حافة الورقة العليا أعلى بقليل من حافة القمع.
- يصب المزيج العكر 3 على قضيب زجاجي 4 داخل القمع فتسمح المسامات الدقيقة للورق بمرور السائل الرائق الذي يتجمع في دورق الاستقبال 5 بينما تحجز المواد الصلبة و تبقى عالقة بورق الترشيح.



الترشيح العادي



ورقة الترشيح بعد نهاية العملية

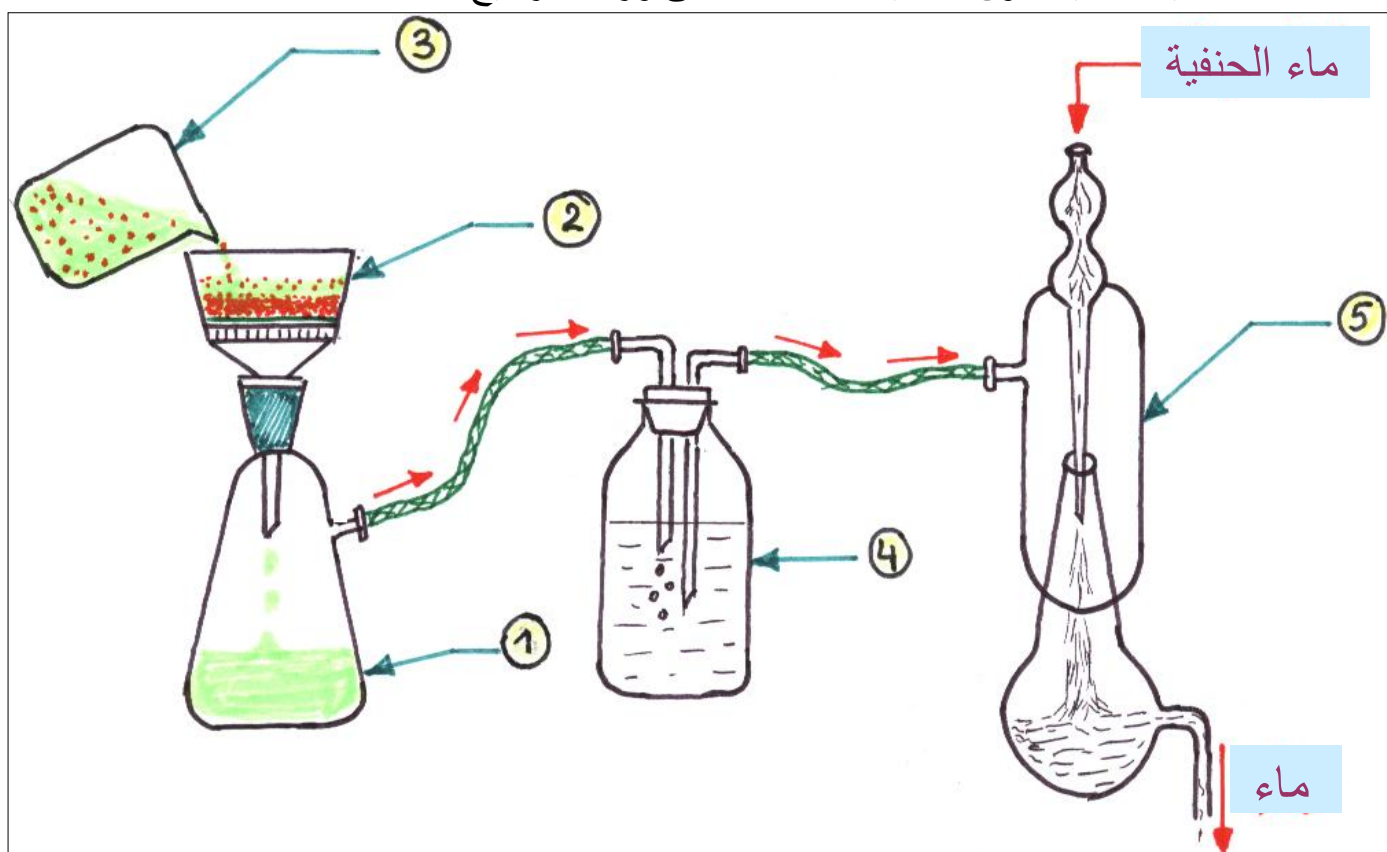
### - كيفية استعمال ورق الترشيح:

- تثنى ورقة الترشيح مرتين بحيث تكون الزاوية المركزية اكبر من  $90^\circ$  بقليل وذلك كي يلتصق المخروط الحاصل التصاقاً جيداً بالقسم العلوي من القمع، مانعاً نفوذ الهواء و بهذه الطريقة يبقى ساعد القمع مملوءاً بالسائل المرشح مما يساعد في زيادة سرعة الترشيح.
- يجب أن يكون ساق القمع ملتصقاً بجدار الدورق الذي تجمع فيه الرشاحة و ذلك لحفظ السائل من الضياع
- قبل بدء العملية يجب سكب قليل من الماء المقطر على ورقة الترشيح حتى تلتصق بالقمع.
- صب المزيج المراد فصله على ورقة الترشيح يتم بهدوء و على قضيب زجاجي كما يوضحه الشكل حتى تفادي ثقب الورقة.
- أنواع ورق الترشيح عديدة، واختيارها يتم بحسب حجم و أقطار حبيبات المواد الصلبة الموجودة بالمزيج.

## 1.2.2.1 ب)- الترشيح تحت الفراغ: (الشكل)

يستعمل الترشيح تحت الفراغ لعزل مادة صلبة أو لإزالة شوائب موجودة في حجم كبير من السائل يعتمد مبدأ هذه العملية على الانخفاض في الضغط. ولتحقيق ذلك يستعمل جهاز الترشيح تحت الفراغ (الترشيح تحت ضغط منخفض).

- يحدث الإنخفاض تحت المزيج المراد معالجته ( المزيج داخل قمع بكر 2 و يتم باستخدام ممص مائي 5 مرتبط بحنفية ماء)
- سيلان الماء يؤدي إلى سحب المزيج ليعبر مسامات ورقة الترشيح.
- عند نهاية العملية تكون الجسيمات الصلبة على ورقة الترشيح شبه جافة.



شكل : الترشيح تحت الفراغ

### 3.1 الطرد المركزي:

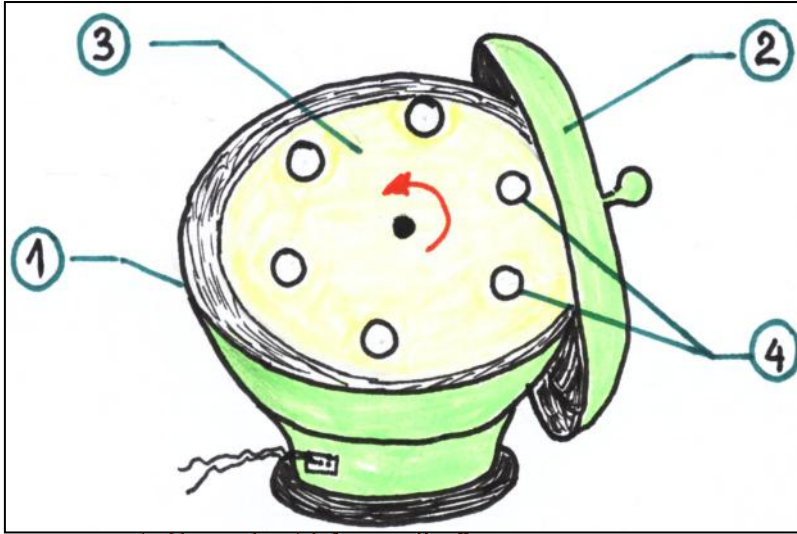
تعتبر عملية الطرد المركزي الطريقة الملائمة لفصل مزيج (صلب - سائل) عندما تكون جسيمات الصلب ناعمة موزعة داخل حجم صغير من السائل. من مزاياها: - الإسراع في تشكيل الثقل. - الحفاظ على المواد دون ضياع يذكر.

مبدؤها يتركز أساساً على تأثير القوة المركزية، بحيث تؤثر الحركة الدورانية السريعة و القوة الدافعة الناجمة عنها و التي تؤدي بالجسيمات الصلبة الناعمة إلى الاحتكاك بجدار الأنبوب الموجودة بداخله فتفقد حركتها و من ثم تسقط إلى أسفل الأنبوب فتهدى.

### - وصف الجهاز و سير عمله:

لغرض التنقل يستعمل جهاز الطرد المركزي (المتقلبة،الناذة).وهو عبارة على وعاء مجهز بمحرك، به اسطوانة معدنية مثبت عليها حاملات الأنابيب (متزاوجة و مرقمة). فإذا ما أدير المحرك

تدور الاسطوانة بسرعة فائقة و معها الأنايب مما يؤدي إلى تجمع الجسيمات الصلبة الراسبة في أسفل الأنايب الحاوية على المزيج المراد فصله تحت تأثير القوة المركزية.



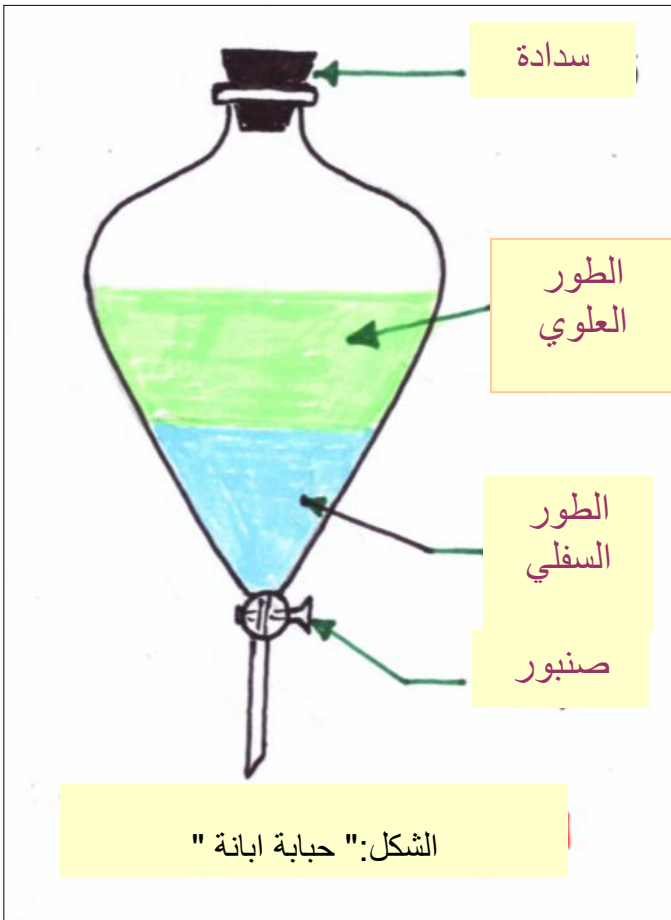
شكل: منفله كهربائيه

- 1 - وعاء
- 2 - غطاء
- 3 - اسطوانة
- 4 - فتحات حاملات الأنايب

## 2-1 ( فصل سائلين غير قابلين للامتزاج:

2 ( الابانة: عندما يحتوي مزيج على سائلين غير قابلين للامتزاج يمكن فصلهما عن طريق الابانة، ويستعمل لهذا الغرض "حباية ابانة" وهي عبارة عن قمع فصل يوجد في مخابر الكيمياء بأنواعه المختلفة.

الابانة هي الطريقة الملائمة لفصل مكونات في كثافة السوائل المكونة للمزيج. هذا النوع من الامزجة. ويعتمد مبدؤها على الفروق



الشكل: " حباية ابانة "

## طريقة الابانة:

- يصب المزيج غير المتجانس في حباية ابانة بشرط ان لا يتعدى حجم المزيج 2/3 حجم القمع يغلق قمع الفصل بسدادة محكمة.
- تمسك السدادة بيد و الصنبور باليد الاخرى و يخضخض عدة مرات, ثم يقلب بحيث تغدو السدادة في الاسفل, و يفتح الصنبور بحذر و ببطء لتعديل الضغط داخل القمع. ثم تعاد الخضخضة عدة مرات حتى انعدام تغير الضغط.
- توضع بعد ذلك حباية ابانة عموديا في حلقة مثبتة على حامل.
- ما إن تنفصل الطبقتان انفصالا واضحا حتى تنزع السدادة.
- في الأخير تفصل الطبقتان السفلية (الأكثر كثافة) بفتح الصنبور.

## (II) - فصل الامزجة المتجانسة:

## 1- فصل مزيج سائل - سائل:

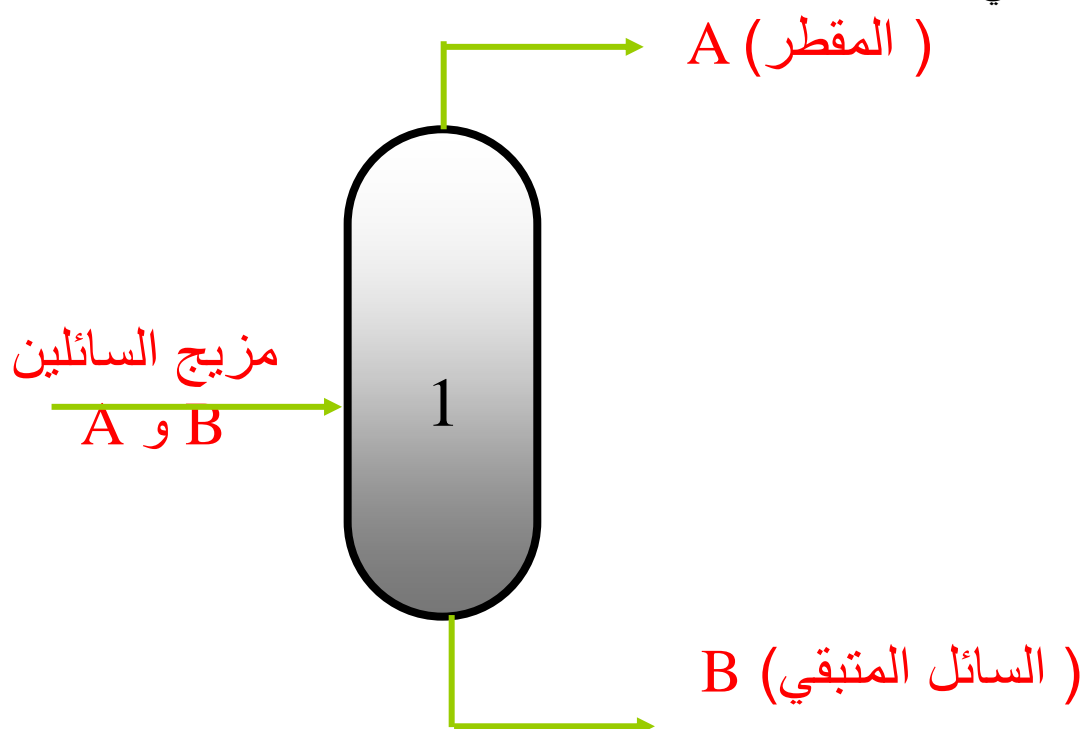
- 1.1- التقطير: من بين طرق فصل هذا النوع من الامزجة نذكر عملية التقطير.
- و التقطير هو الانتقال المباشر من الطور السائل الى الطور البخار بالتسخين عند درجة الغليان ثم الرجوع عن طريق تكثيف البخار بالتبريد.
  - يعتمد مبدأ التقطير على الفرق في درجات غليان السوائل:
  - أ- اذا كان الفرق في درجات غليان السوائل كبيرا نستعمل التقطير العادي
  - ب- أما إذا كان هذا الفرق ضئيلا نستعمل التقطير التجزيئي.

مثال: ليكن مزيج مكون من سائلين A و B بحيث درجة غليان A تختلف عن درجة غليان B .

$$T_{eb} A < T_{eb} B$$

عند التسخين الى درجة معينة نحصل على طورين: سائل و بخار.

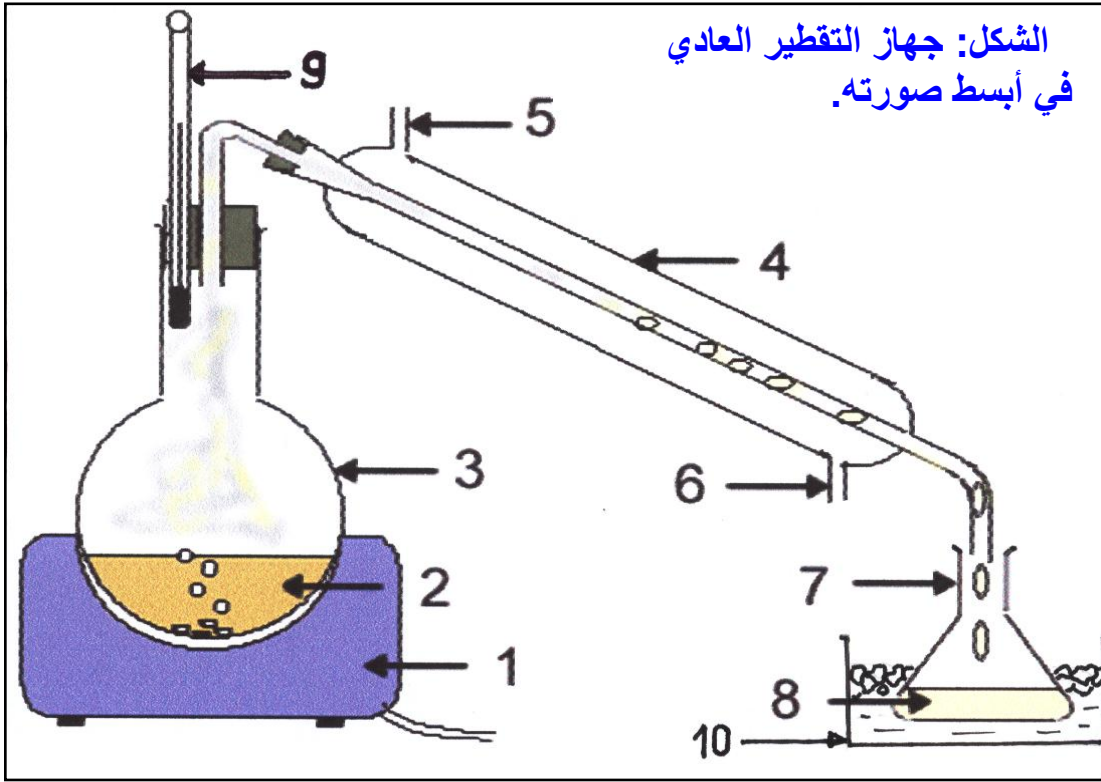
- الطور البخاري ينتقل الى مبرد ( مكثف ) ثم يجمع في اناء ( هذا البخار المكثف يمثل السائل A ) بينما يبقى السائل B في الدورق.



## 1.1- التقطير العادي (التقطير تحت الضغط الجوي):

يعتبر التقطير العادي من أبسط الطرق المستعملة لتنقية السوائل من الشوائب أو لفصل أمزجة السوائل التي تختلف درجة غليانها كثيرا.





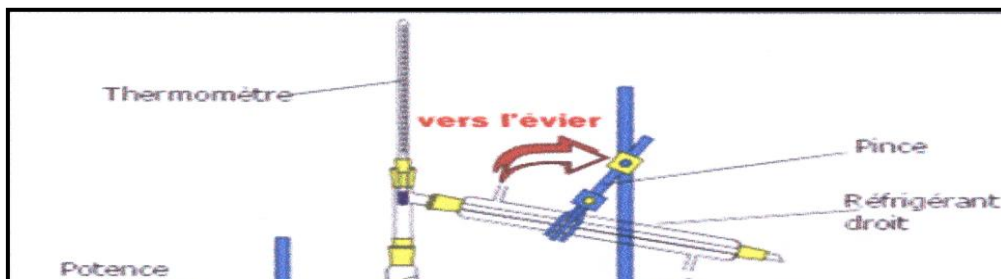
بيانات الرسم:

- 1- مسخن دورق.
- 2- المزيج المراد تقطيره.
- 3- دورق كروي الشكل.
- 4- مبرد مائل (مكثف).
- 5- خروج الماء الفاتر.
- 6- دخول الماء البارد.
- 7- دورق الاستقبال.
- 8- المقطر.
- 9- مقياس الحرارة.
- 10- حمام مائي ( ماء+جليد).

### تقنية العملية:

- يسخن المزيج المطلوب فصله 2 في دورق كروي الشكل 3 باستعمال مسخن كهربائي (مسخن دورق) 1.
- عند بلوغ درجة تبخر السائل الأكثر تطايرا (أقل درجة غليان), تصعد أبخرته نحو المبرد المائل 4 أين تتكثف ثم تنزل على شكل قطرات (المقطر) 8 وتتجمع في دورق الاستقبال 7.
- يثبت مقياس حرارة 9 بقرب فتحة أنبوب انطلاق البخار لمراقبة درجة هذا الأخير(أثناء التقطير تقاس درجة البخار و ليست درجة المزيج).
- كما يستحسن وضع دورق الاستقبال في حمام مائي بارد لتجنب انعكاسات الأبخرة المتطايرة السامة أو الملهبة حفاظا على سلامة الجميع.

### 2.1) التقطير التجزيئي:



- التقطير التجزيئي تقنية هامة و كثيرة الاستعمال في مخابر الكيمياء و كذا في الصناعة الكيميائية (تقطير البترول) .
- يستعمل التقطير التجزيئي لفصل أمزجة السوائل التي تكون درجة غليانها متقاربة و التي لا يمكن فصلها بالتقطير العادي دفعة واحدة
- تختلف أجهزة التقطير التجزيئي عن أجهزة التقطير العادي باضافة عمود التقطير بين دورق التقطير و المبرد (المكثف).
- في عمود التقطير (عمود فيقرو vigreux), أو في الصناعة: (برج ذوكفات plateaux ) تحدث سلسلة من التقطرات في مختلف مستويات العمود.
- حيث تصعد في الأول أبخرة السائل الأكثر تطايرا إلى أعلى العمود و تكثف بعد مرورها في المبرد المائل. عندما يتقطر هذا السائل كليا, ترتفع درجة الحرارة بسرعة حتى نقطة غليان السائل الثاني الأقل تطايرا من الأول فيتقطر بدوره و هكذا حتى فصل كل مكونات المزيج.

### 3.1- الاستخلاص: استخلاص سائل – سائل

يستعمل الاستخلاص في فصل بعض المواد اللاعضوية عن بعضها, إلا أن التطبيقات الأوسع لهذه الطريقة هو في مجال المواد العضوية.

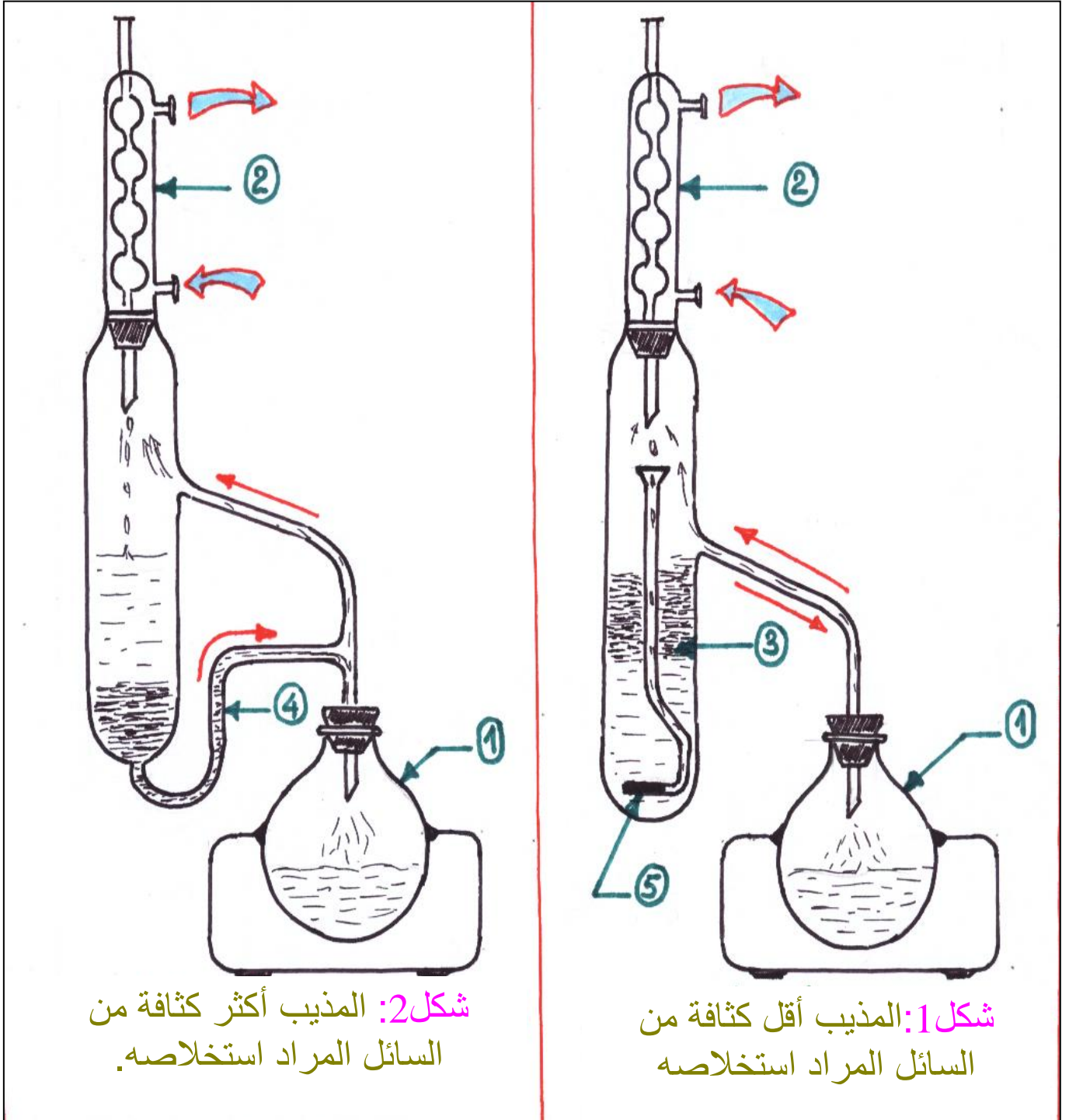
مثال: يمكن فصل الأحماض الكربوكسيلية بسهولة عن المركبات الفينولية بطريقة الاستخلاص, إذ يضاف محلول من العينة في مذيب عضوي إلى محلول ممدد من بيكربونات الصوديوم. بعد خض المزيج تبقى الفينولات في المذيب العضوي بينما تنفصل الأحماض الكربوكسيلية إلى الطور المائي يعتمد مبدأ الاستخلاص على نقل مادة من مذيب (غالبا ما تفصل منه بصعوبة) نحو مذيب يسهل استخلاصها منه.

### أنواع طرق الاستخلاص:

#### 1.3.1- الاستخلاص المتقطع (البسيط):

وهو الذي يمكن تحقيقه باستعمال "حبابة إبانة" بعد تشكيل الطبقتين تفصل كل واحدة على حد.





### الاستخلاص المتواصل

\* إذا كان المذيب أقل كثافة من السائل (A) المراد استخلاصه شكل 1:

- يسخن المذيب في الدورق 1 فتنتقل أبخرته صاعدة نحو المبرد 2 أين تتكثف و تنزل على شكل قطرات على المزيج 3 عبر أنبوب ينتهي طرفه السفلي بقرص زجاجي دقيق الثقوب 5. ينحل السائل (A) في المذيب و يفصل من المحلول, فتتكون طبقتين, عند الوصول بالفتحة الجانبية للطبقة العليا يلتحق المزيج (السائل (A) و المذيب) بالدورق.

- بما أن درجة غليان السائل (A) أكبر من درجة غليان المذيب يزداد المحلول في الدورق تركيزا بالسائل.

**\* إذا كان المذيب أكثر كثافة من السائل (A) المراد استخلاصه شكل 2:**  
في هذه الحالة يشكل المزيج (مذيب+السائل (A)) الطبقة السفلى (بعد الفصل) التي تصعد عبر الأنبوب لتلتحق بالدورق.  
و هكذا يزداد المحلول في الدورق تركيزا بالسائل (A).  
عند نهاية عملية الاستخلاص يفصل المذيب عن السائل (A) المنحل فيه بالتقطير.

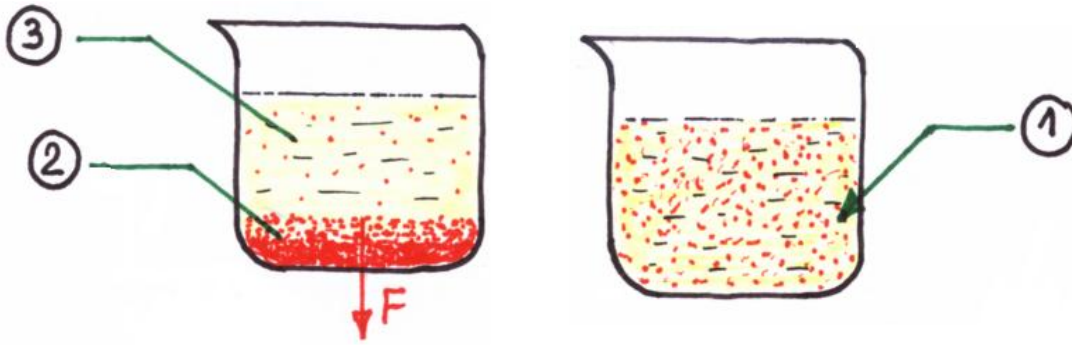
## نشاطات التعلم

**النشاط العملي الأول: فصل مزيج صلب - سائل**  
(مسحوق الطباشير - ماء)

**- فصل مزيج صلب - سائل**  
إجراء عملية الفصل يتم على مرحلتين :  
أ- التركيز لفصل الأجزاء الثقيلة.

ب- الترشيح لفصل الأجزاء العالقة و التي لم يتم فصلها عن طريق المرحلة الأولى.

### 1- التركيز:



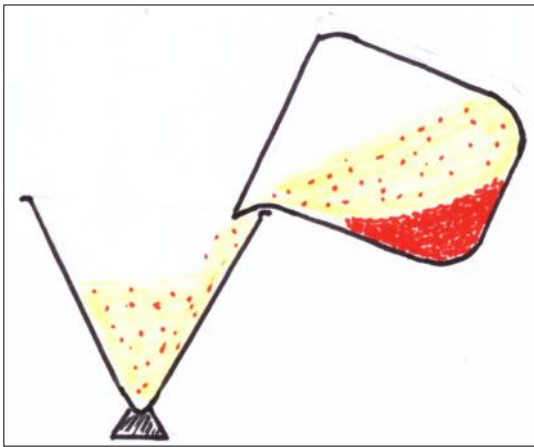
شكل 2

شكل 1

2- دقائق الطباشير الأكثر كثافة.

1- مزيج ( طباشير - ماء )

3- ماء معكر



شكل 3

شكل 1: مزج مكونات صلب - سائل  
(مسحوق طباشير - ماء).

شكل 2: ترك المزيج يسكن لمدة من الزمن.  
المواد الصلبة ( أكثر كثافة ) تترك في أسفل البيشر  
بتأثير القوة الجاذبية.  
السائل العكر يطفو على سطحها.

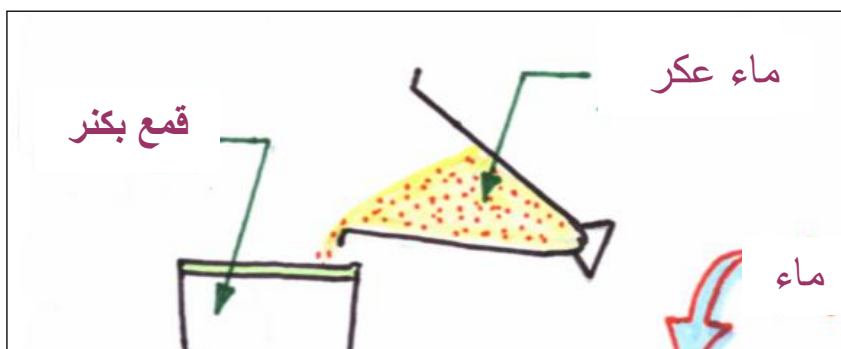
شكل 3: فصل السائل العكر عن الصلب ويتم ذلك بميل  
خفيف للبيشر فوق كأس مخروطي.

\* يحتفظ بمحتوى الكأس المخروطي للعملية الثانية "الترشيح".

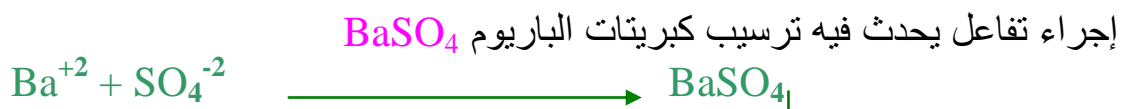
### (2)- الترشيح:

لهذا الغرض يستعمل الترشيح تحت الفراغ نظرا لحجم الماء العكر المعتبر. بعد تجهيز  
منصب العمل تجري الخطوات التالية:  
- تقص ورقة الترشيح ( دائريا ) و توضع داخل قمع بكنر ثم تبلل بالماء المقطر ( اختيار ورقة  
الترشيح يتم وفق المكونات الصلبة للماء العكر.

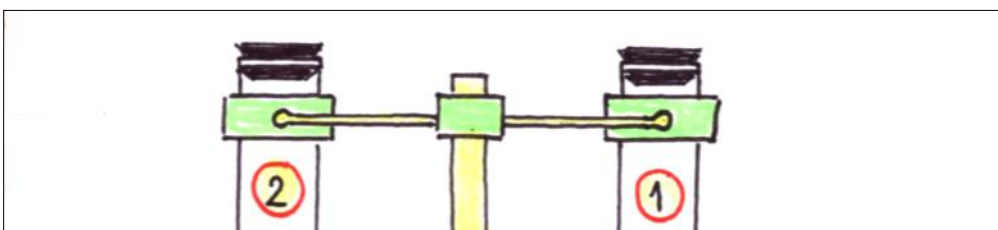
- يسكب الماء العكر داخل قمع بكنر.  
- تفتح حنفية الماء (مصدر الامتصاص)  
فيجتاز الماء ورقة الترشيح في حين  
تبقى الأجسام الصلبة الناعمة لمادة



### 3- الطرد المركزي:



$BaSO_4$  راسب ابيض يتكون من دقائق صلبة فائقة في الصغر, موزعة (مبعثرة) داخل حجم السائل الموجودة به.



## النشاط العملي الثاني: فصل مزيج سائل - سائل

فصل مزيج يتكون من سائلين غير قابلين للامتزاج مثل: (مزيج زيت - ماء)  
يتم النشاط باستعمال حباية ابانة:



**شكل 1:** مزج السائلين: نسكب الزيت في حبابة إبانة تحتوي على ماء ثم تغلق بسدادة محكمة و ترج جيدا.

**شكل 2:** يترك المزيج يسكن حتى الحصول على طبقتين:  
▪ السفلى تمثل الأكثر كثافة (الماء).  
▪ العليا تمثل الأقل كثافة (الزيت).

**شكل 3:** تنزع السدادة ثم يفتح الصنبور لجمع سائل الطبقة السفلى أولاً، يغلق الصنبور عندما يقترب سطح الفصل من نهاية أنبوب التفريغ.

بعد التخلص من الكمية القليلة للسائلين الموجودين على جانبي سطح الفصل

**شكل 4:** نجمع ما تبقى في دورق ثاني (الزيت).

### **النشاط العملي الثالث: فصل مزيج سائل - سائل (كحول- ماء)**

**المبدأ:** يعتمد مبدأ التقطير بصفة عامة على انتقال المكون الأكثر تطايراً من الحالة السائلة إلى الحالة البخارية بالتسخين ثم تكثيف البخار بالتبريد.

- لفضل مزيج يتكون من سائلين قابلين للامتزاج مثل كحول و ماء, نلجأ إلى عملية التقطير.
- في حالة هذا المزيج نجري عملية التقطير التجزيئي نظراً لتقارب درجات غليان الكحول ( $T_{eb}=78^{\circ} c$ ) و درجة غليان الماء ( $T_{eb}=100^{\circ} c$ ).

**الوسائل و المواد:**  
**الوسائل:**

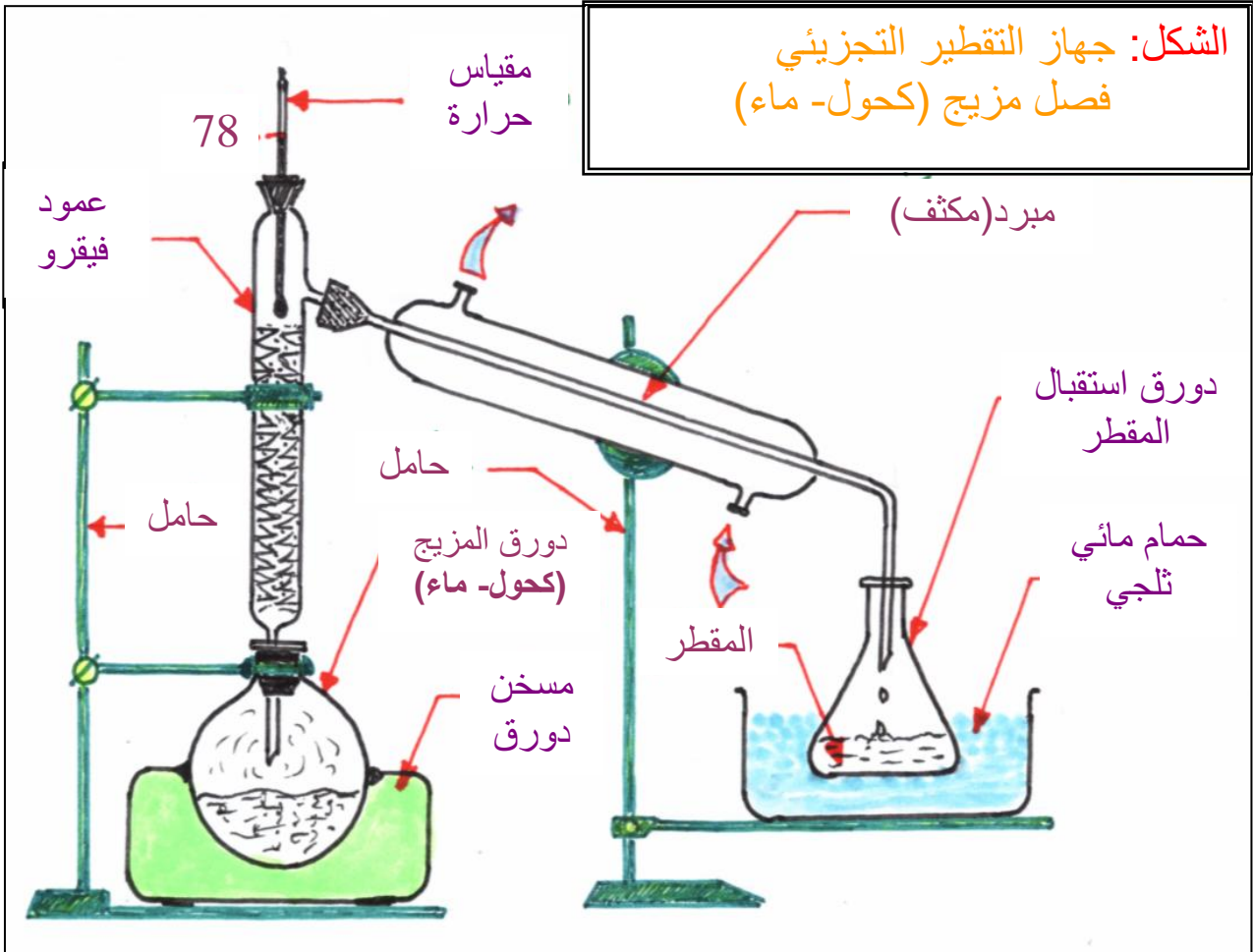
دورق - عمود فيقرو - مكثف - (مبرد) - حمام مائي - مسخن دورق كروي  
مقياس حرارة - سدادات

**المواد:**

ماء مقطر - ماء ثلجي - كحول إثيلي 50°

**خطوات العمل:**

▪ تركيب الجهاز كما هو ممثل في الشكل التالي:



- تحضير المزيج (كحول- ماء) ثم يسكب في الدورق الكروي إلى حوالي  $\frac{1}{2}$  حجم.
- يشغل جهاز التسخين ثم يترك يغلي.
- نتوقف عن التقطير عندما نلاحظ تناقص في قطرات المقطر مع ارتفاع في درجة حرارة المقياس.

**النتيجة:**

ما هي ملاحظاتك؟ تفسيراتك؟ استنتاجاتك؟

## المجال الثاني : البترول و مشتقاته الوحدة 1: الفحم الهيدروجينية

### 1- الفحم الهيدروجينية الأليفاتية \* المشبعة:

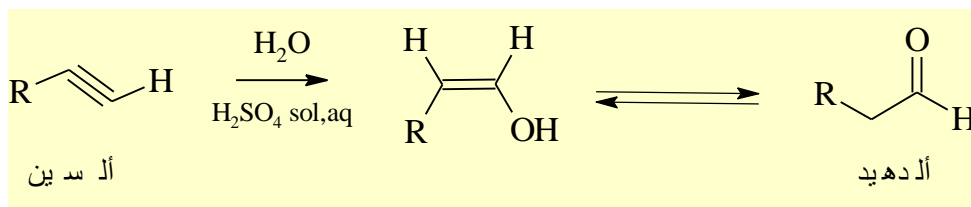
#### - تعريف

#### - الصيغة الجزيئية العامة و الصيغة النصف مفصلة

**- الخواص الفيزيائية:** درجة الغليان و درجة الانصهار تزداد بزيادة الكتلة المولية الميثان ذو طبيعة غازية في الشروط النظامية ( $E_b = -164 \text{ }^\circ\text{C}$ ) بالإضافة إلى الإيثان، البروبان و البوتان ( $E_b = -0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) انطلاقا من البنتان ( $E_b = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ ) الألكانات الخطية عبارة عن سوائل. و انطلاقا من  $C_{17}H_{36}$  ( $F = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ) عبارة عن مواد صلبة درجة انصهارها لا تفوق  $100^\circ\text{C}$  (المركب  $C_{60}H_{122}$ ،  $F = 99 \text{ }^\circ\text{C}$ ). الألكانات كثافتها نسبيا ضعيفة (السوائل في حدود 0.7 و الصلبة في حدود 0.8-0.9) **-الفاعلية الكيميائية:**

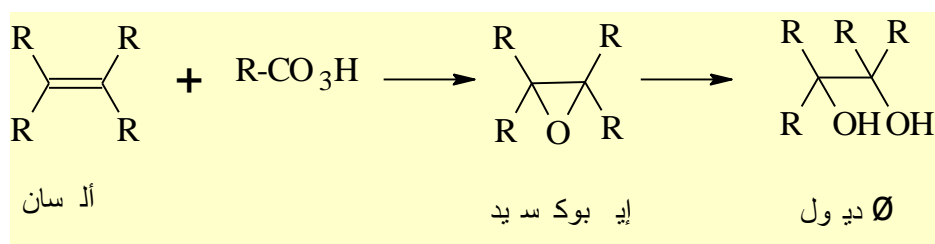




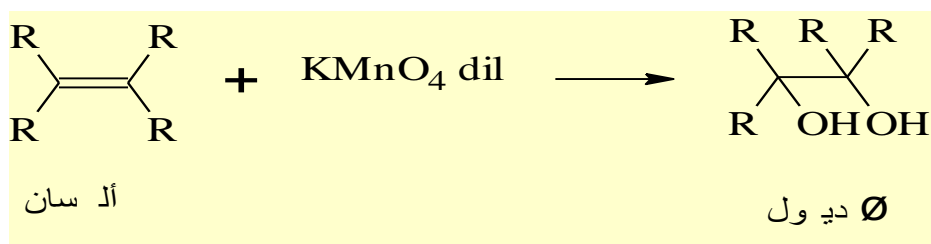


### ب- أكسدة الأسانات:

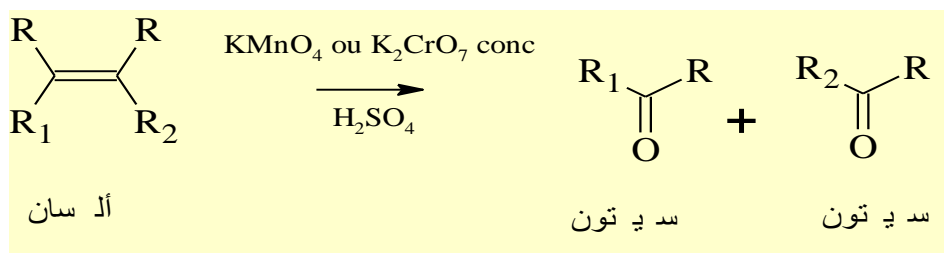
- الأكسدة الخفيفة تأثير البيروكسيد (Peracide R-CO-O-OH) يؤدي إلى تشكل الإيبوكسيد عند معالجته بالماء في وسط حمضي يؤدي إلى تشكل مركب  $\alpha$ -ديول كما استخدام أكسيد الفضة AgO و مسحوق الفضة Ag عند الدرجة  $200^\circ\text{C}$  كعامل للأكسدة الخفيفة.

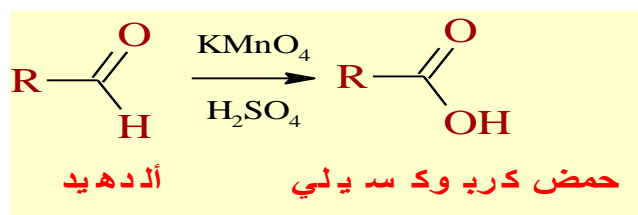
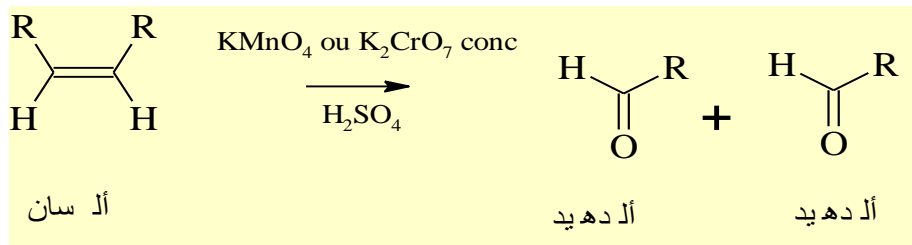
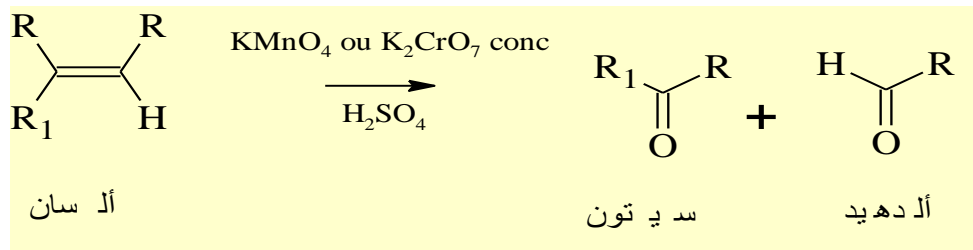


بينما تأثير محلول  $\text{KMnO}_4$  الممد و على البارد في وسط معتدل أو باستعمال الماء الأوكسجيني  $\text{H}_2\text{O}_2$  يؤدي مباشرة إلى تشكل مركب  $\alpha$ -ديول



- الأكسدة العنيفة  $\text{KMnO}_4$  أو  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  في وسط حمضي قوي ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) يؤدي إلى تشكل سيتونين، ألدهيدين، ألدهيد و سيتون. لكن الألدهيد المتشكل يتأكسد ثانية ليتحول في النهاية إلى حمض كربوكسيلي.





## 2- الفحوم الهيدروجينية الأروماتية:

- تعريف

- أمثلة لبعض الصيغ: البنزن - الطولين - الفينول - الأنيلين - نترابينزن ....

- الخواص الفيزيائية

الآرينات حسب كتلتها المولية عبارة عن سوائل أو مواد صلبة عند درجات حرارة عادية (  $F = 5.5^\circ\text{C}$  ,  $Eb = 80^\circ\text{C}$  :  $\text{C}_6\text{H}_6$  ) الآرينات لا تنحل في الماء، تعتبر الآرينات السائلة ( خاصة البنزن و الطولين ) مذيبات جيدة للعديد من المواد العضوية ( كالمواد الدسمة، المطاط، .... ).

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

البنزن مركب خطير على صحة الإنسان خاصة عند استنشاق أبخرته.

### الوحدة 2: الوظائف الأكسجينية

#### 1- الكحولات:

- تعريف:

تتميز الكحولات بوجود مجموعة الهيدروكسيل  $-\text{OH}$  مرتبطة بذرة الكربون الرباعية. إن مجموعة الهيدروكسيل هي المجموعة المميزة للكحولات، تسمى المجموعة الوظيفية للكحولات كما نسمي ذرة الكربون المتصلة بهذه المجموعة بالكربون الوظيفي. يمكن اعتبار الكحولات مركبات مشتقة من الألكانات، بإستبدال أحد ذرات الهيدروجين بمجموعة  $-\text{OH}$  الهيدروكسيل.

- فالكحول الإيثيلي أو الإيثانول يمكن إعتباره جزئي إيثان إستبدلت فيه مجموعة الهيدروكسيل

بذرة هيدروجين وعند ذلك الصيغة العامة للكحولات.

- الصيغة الجزيئية العامة و النصف مفصلة:

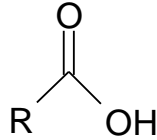
R-OH أما إذا كان الفحم الهيدروجيني ألكان ذو الصيغة العامة  $C_nH_{2n+1}$  فإن الصيغة العامة

للكحولات المشبعة ستكون من الشكل  $C_nH_{2n+1}OH$

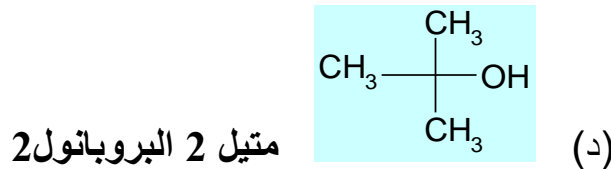
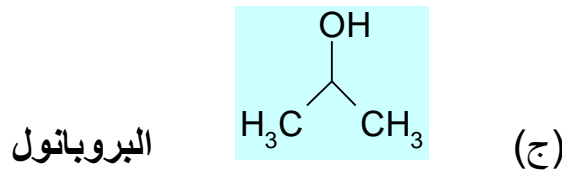
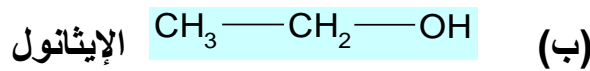
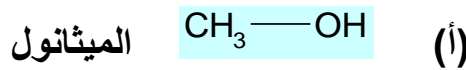
- ملاحظة:

إن المجموعة الهيدروكسيلية تظهر في أصناف أخرى من المركبات العضوية والتي ليست كحولات

مثل: الأحماض كربوكسيلية



- أصناف الكحولات. ( أولي، ثانوي، ثالثي ) لدينا الأمثلة التالية:



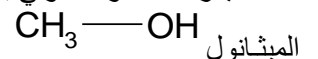
من خلال هذه الأمثلة نرى أن عدد مجموعات الجذور الألكيلية المتصلة بالكربون الوظيفي تتغير من 0 إلى 3

- إذن ستعرف صنف الكحول بدلالة عدد مجموعات الألكيل أو عدد السلاسل الكربونية المتصلة بالكربون الوظيفي (الغير مشبعة)
- بالنسبة للمثال (أ) تساوي 0
  - بالنسبة للمثال (ب) تساوي 1
  - بالنسبة للمثال (ج) تساوي 2
  - بالنسبة للمثال (د) تساوي 3

إذن من خلال هذه الأمثلة والاستنتاج نرى أن هناك 3 أصناف للكحولات.

- تعريف:

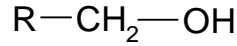
- يعرف الكحول الأولي بأنه الكحول الذي يرتبط فيه الكربون الوظيفي بذرة كربون واحدة، إلا في حالة استثنائية وهي حالة



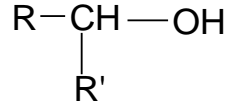
- يعرف الكحول الثانوي بأنه الكحول الذي يرتبط فيه الكربون الوظيفي بذرتي كربون.

- يعرف الكحول الثلاثي بأنه الكحول الذي يرتبط فيه الكربون الوظيفي بثلاث ذرات كربون.  
بالاعتماد على ما سبق نستطيع كتابة الصيغ العامة للأصناف الثلاثة للكحولات كما يلي:

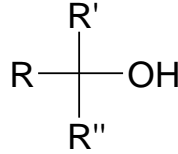
- الكحولات الأولية:



- الكحولات الثانوية:



- الكحولات الثلاثية:



- الخواص الفيزيائية

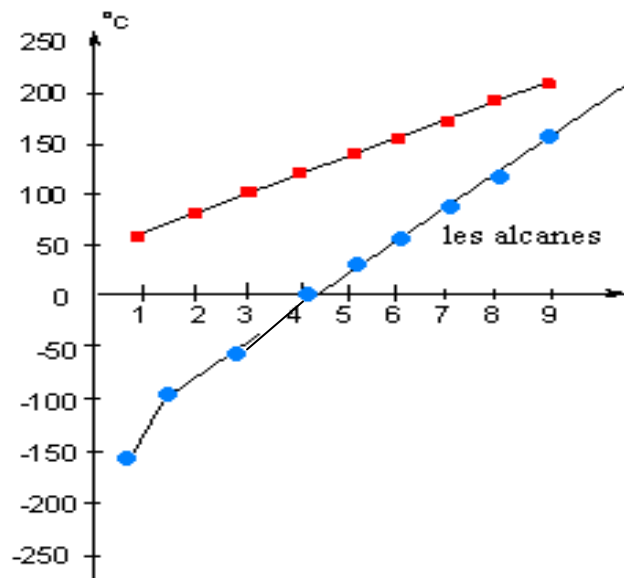
أ- الغليان والانصهار:

- إن الكحولات في الشروط العادية من الحرارة والضغط كلها سوائل أو صلبة ولا يوجد أي كحول ذو طبيعة غازية بعكس الألكانات.  
- إن وجود مجموعة الهيدروكسيل  $-OH$  في الكحولات جعلت درجات حرارة إنصهارها وغليانها، أعلى من درجات الانصهار والغليان للألكانات كما يوضح الجدول (1) والبيان رقم(1)

المركب	درجة إنصهار (°د)	درجة غليان (°د)
الميثان	183-	162-
ميثانول	97-	64.7
إيثان	172-	89-
إيثانول	114-	87.3

● - الألكانات

◆ - الكحولات



البيان يشكل درجة الغليان تحت الضغط الجوي للألكانات الخطية  $C_nH_{2n+2}$  والكحولات الأولية الموافقة لها  $C_nH_{2n+1}OH$  بدلالة

عدد ذرات الكربون n.  
ونلاحظ من الجدول II :

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

بعد فحص درجات حرارة الانصهار والغليان لمركبات البوتانول في الجدول II

نلاحظ أن موضع المجموعة  $-OH$  في السلسلة الكربونية وطبيعة الكحول (خطي أو متفرع) يؤثر على الخواص الفيزيائية للكحولات، فمثلا الكحولات الأولية بوتانول 1، ميثل 2 بروبانول 1 أقل تطايرا من الكحول الثانوي بيوتانول 2، أما الثلاثي ميثل 2 بروبانول 2 فهو أكثر تطايرا من الكحول I و II

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

**الكحولات عند درجة الحرارة العادية تكون سوائل من  $C_1$  إلى  $C_{11}$  و صلابة ابتداء من  $C_{12}$ .**

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

درجة الغليان ( ب °C تحت ضغط 1 atm ) لبعض المركبات من أجل $C_2$	
$CH_3-CH_3$ .....	-88.5
$CH_3-O-CH_3$ .....	-24.0
$CH_3-CH_2Cl$ .....	13.1
$CH_3-CH=O$ .....	20.8
$CH_3-CH_2Br$ .....	38.4
$CH_3-CH_2I$ .....	72.3
$CH_3-CH_2-OH$ .....	78.3
$CH_3-CO_2H$ .....	118.1

(ب) ذوبان الكحولات في الماء:

إن الميثانول والإيثانول والبروبانول والميثيل 2 بروبانول 2 تذوب في الماء . أما بالنسبة للكحولات الأخرى من  $C_4$  إلى  $C_8$  فذوبانها في الماء جزئي وما بعدها تصبح غير قابلة للذوبان في الماء.

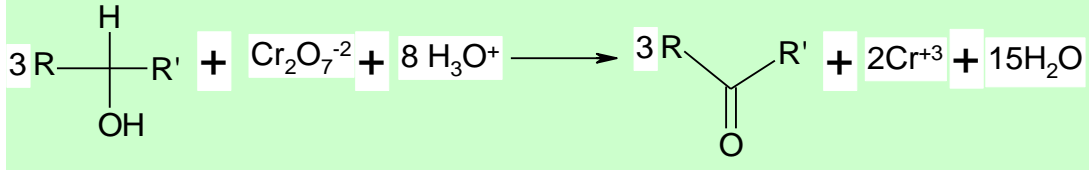
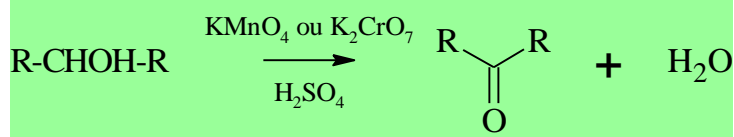




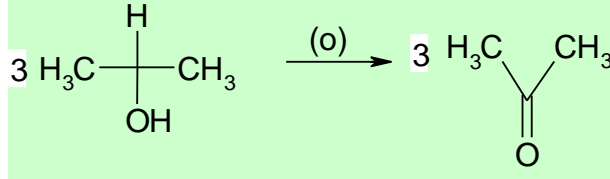


حمض الخل (حمض كربوكسيلي)

ب- الثانوية: يتأكسد كحول ثانوي إلى سيتون .



مثال:

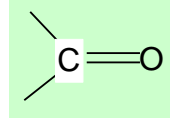


ج-الثالثي: كحول ثالثي صعب التأكسد.

2- الألدهيدات و السيتونات:

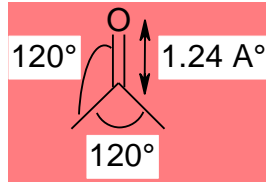
- مجموعة الكربونيل

لقد بينا أثناء دراستنا للأكسدة المقتصدة للكحولات الأولية والثانوية أنه تتشكل الألدهيدات وسيتونات (كيتونات)، هذه المركبات الكيميائية لها نفس المجموعة الوظيفية



والتي تسمى بالمجموعة الوظيفية الكربونيلية و لذلك تسمى هذه المركبات بالمركبات الكربونيلية

كما تسمى ذرة الكربون هذه في المجموعة بالكربون الوظيفي وهو كربون ثلاثي.



- إذا ارتبط الكربون الوظيفي بذرة هيدروجين وبذرة كربون عندها يقال عن المركب الكربونيلي أنه ألهد.

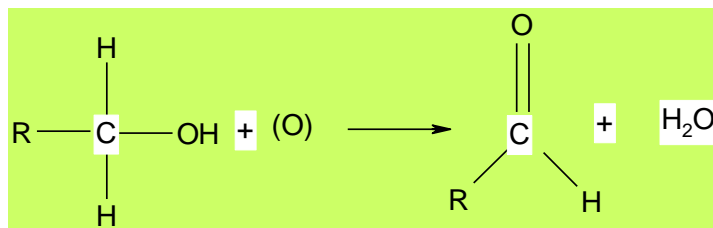
- إذا ارتبط الكربون الوظيفي بذرتي كربون عندها يقال عن المركب الكربونيلي بأنه سيتون.

- الوظيفة الألدهيدية و الوظيفة السيتونية

أ-الألدهيدات:

الألدهيدات هي مركبات عضوية أوكسجينية تنتج عن الأكسدة المقتصدة للكحولات الأولية

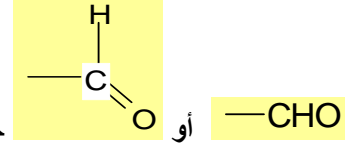
وفق المعادلة التالية:



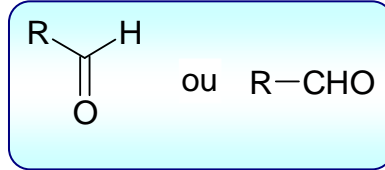
ألهد

تتميز الألدهيدات بوجود مجموعة وظيفية ألدهيدية

حيث تكون دائما في طرف السلسلة الفحمية وهذه الزمرة أحادية التكافؤ.



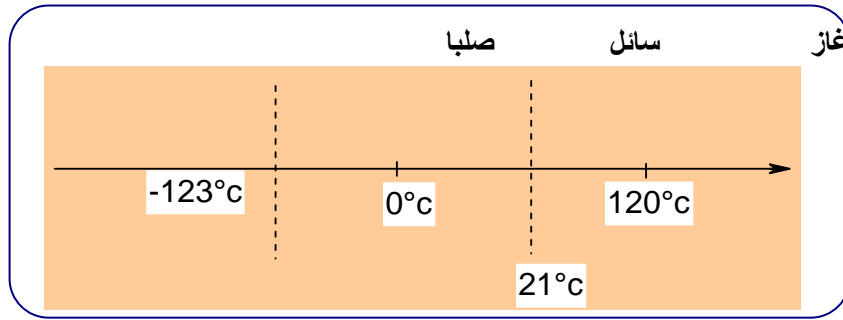
الصيغة العامة:



حيث:  $C_nH_{2n+1}$  : R

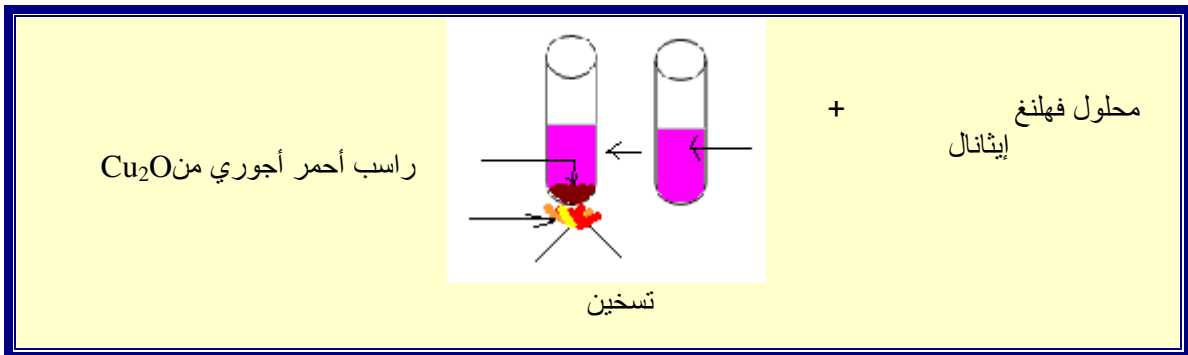
الخواص الفيزيائية للألدهيدات:

الميثانال عبارة عن غاز في الشروط العادية بينما الإيثانال عبارة عن سائل طيار يغلي عند الدرجة 21 ° بينما بقية الألدهيدات فهي سائلة أو تكون صلبة إذا كانت كتلتها المولية مرتفعة. الألدهيدات قابلة للانحلال في الماء فهي أخف منه.



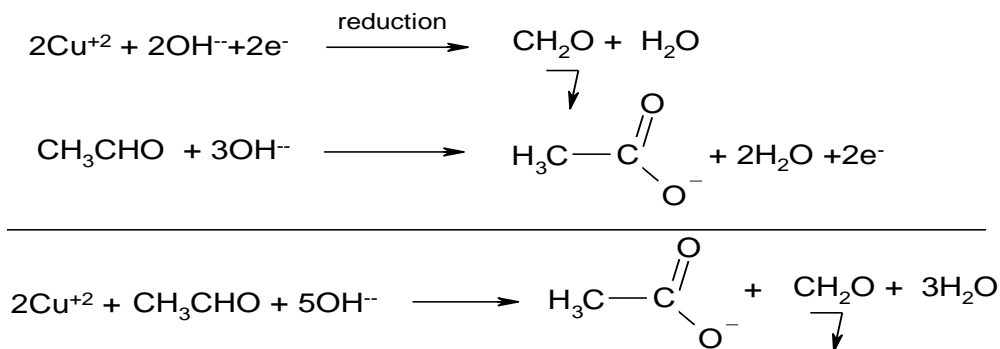
الخواص الكيميائية للألدهيدات:

\*- أكسدة الإيثانال (1) بتأثير محلول فهلنغ:

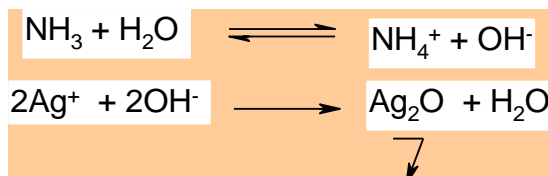


التفسير:

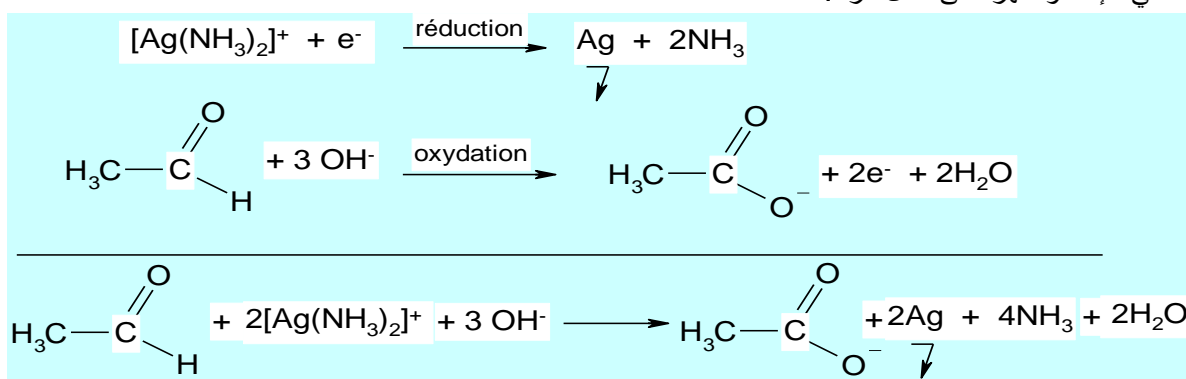
- الراسب الأحمر الأجوري عبارة عن أكسيد النحاس الأحادي.  $Cu_2O$   
- معادلة التفاعل: هو تفاعل أكسدة الإرجاعية في وسط قاعدي.



\*- تفاعل الإيثانال مع نترات الفضة النشادرية: كاشف Tollens



الزيادة من محلول النشادر الراسب  $\text{Ag}_2\text{O}$  ينحل مشكلا الشاردة المعقدة التي تسمى بأيون الفضة النشادري حيث  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  عديم اللون. هذا الأخير نمزجه مع الإيثانال ونعرض المزيج للتسخين الطفيف، فيرجع أيون الفضة إلى الفضة  $\text{Ag}$ ، التي تترسب على الجدار الداخلي للإناء وتظهر على شكل مرآة.



من خلال التفاعلين السابقين نستنتج أن الإيثانال أي الألدهيدات لها خواص مرجعة مع محلول فهلنغ و  $\text{AgNO}_3$  النشادرية وبعض المؤكسدات القوية.

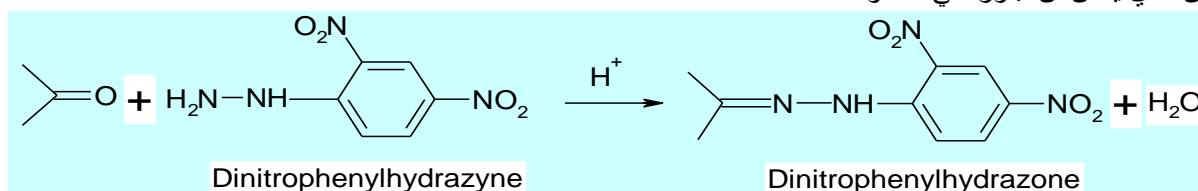
**ملاحظة:** الكشف عن الوظيفة الألدهيدية.

- استعمال كاشف Tollens يؤدي إلى تشكل مرآة من الفضة.
- استعمال محلول فهلنغ يؤدي إلى تشكل فهلنغ راسب أحمر أجوري.

- الكشف عن المجموعة الكربونيلية:

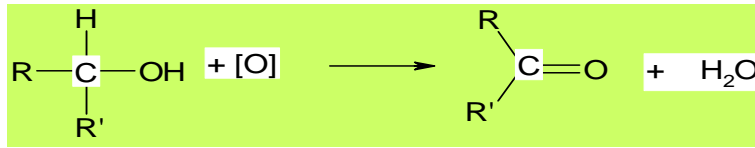
**- اختبار: DNPH**

نمزج كميتين متساويتين من **DNPH** والمشتق الكربونيلي، نلاحظ تشكل راسب أصفر (بلوري) عبارة عن المركب ثنائي نتروفينيل هيدرازون الذي يمكن أن تبلوره في الكحول.

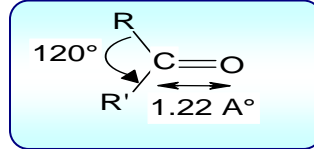


## ب- السيتونات:

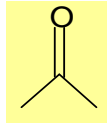
السيتونات أو الكيتونات هي مركبات عضوية أو أوكسجينية تنتج عن الأكسدة المقتصدة للكحولات الثانوية وفقا للعادلة التالية:



## الصيغة العامة:



تتميز السيتونات بالمجموعة الوظيفية السيتونية والتي تسمى أيضا بالمجموعة الكربونيلية



## -الخواص الفيزيائية للسيتونات:

إنطلاقا من C<sub>3</sub> السيتونات هي عبارة عن سوائل متطايرة درجة الغليان تكون إبتداءا من 21°م و تكون إما سائلة أو صلبة إذا كانت كتلتها المولية مرتفعة.

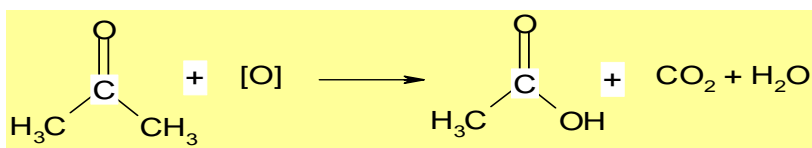
الأسيتون ينحل في الماء وثقل الذوبانية إلى أن تنعدم عند C<sub>5</sub>

## - الخواص الكيميائية للسيتونات:

- أكسدة السيتونات: مثال على البروبانون.

أكسدة البروبانون صعبة لكنه يستطيع أن يتأكسد بواسطة مؤكسيدات قوية مثل: K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> أو KMnO<sub>4</sub> ، حيث نتحصل على

حمض الإيثانويك و CO<sub>2</sub> ، H<sub>2</sub>O

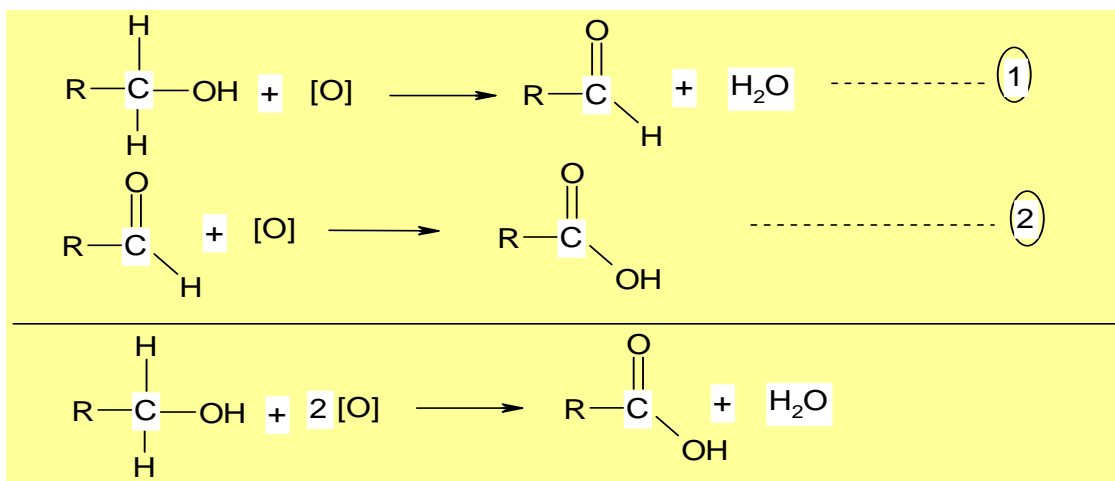


## 3- الأحماض الكربوكسيلية:

### - تعريف

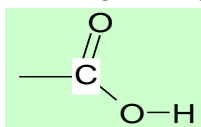
الأحماض الكربوكسيلية هي مركبات عضوية أوكسجينية

تنتج الأحماض الكربوكسيلية عادة من الأكسدة المقتصدة للكحولات مرور بالألدهيد الذي يتأكسد إلى حمض عضوي وفقا للمعادلات التالية:

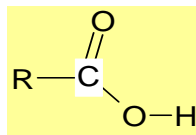


### - الصيغة الجزيئية العامة و النصف مفصلة.

تتميز الأحماض العضوية بالمجموعة الوظيفية الحمضية الكربوكسيلية

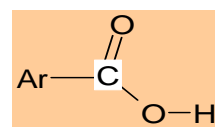


إذن الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية هي:



أو  $\text{R}-\text{COOH}$

بالنسبة للأحماض الأليفاتية.

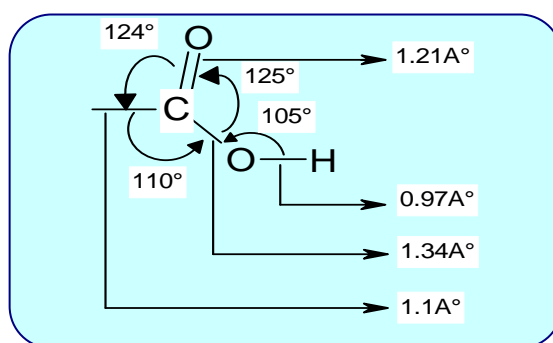


أو  $\text{Ar}-\text{COOH}$

بالنسبة للأحماض الأروماتية.

يسمى الكربون الموجود في الوظيفة الكربوكسيلية بالكربون الوظيفي وهو كربون ثلاثي متصل

بثلاث ذرات وهذه الذرات الثلاثة موجودة في مستوي واحد.



## un tableau de substances acides d'origine organique :

Substance	Molécule organique contenue	Formule de la molécule
vinaigre	acide éthanoïque	$\text{CH}_3\text{-COOH}$
jus de citron	(acétique)	$\text{CH}_2\text{-COOH}$
	acide citrique	$\text{HO-C-COOH}$
aspirine		$\text{CH}_2\text{-COOH}$
		$\text{CH}_3\text{-COO-C}_6\text{H}_4\text{-}$
beurre rance	acide acétylsalicylique	$\text{COOH}$
bougie	acide butanoïque	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
« stéarique »	(butyrique)	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{-COOH}$
jus de rhubarbe	acide octadécanoïque	$\text{HOOC-COOH}$
	(stéarique)	
	acide oxalique	

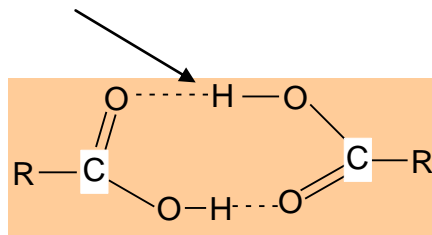
### - الخواص الفيزيائية

- الأحماض الكربوكسيلية الخطية عبارة عن سوائل أو صلبة درجة انصهارها لا تتعدى  $100^\circ\text{C}$ ، تنحل كليا في الماء عند حد  $\text{C}_4$  ثم تقل إلى أن تنعدم ابتداء من  $\text{C}_9$ .
- إن الأحماض الكربوكسيلية الأحادية الوظيفية ( تحتوي على مجموعة واحدة من  $\text{COOH}$  )
- المشبعة تكون في درجة الحرارة العادية سوائل وهذا عندما تحتوي على أقل من 9 ذرات كربون، ولكن ابتداء من 10 ذرات كربون تتكون الأحماض الكربوكسيلية أجساما صلبة
- وتقريبا لا رائحة لها ودرجات حرارة انصهارها وجليانها مرتفعة نسبيا، كما أن الأحماض الكربوكسيلية ذات الكتل المولية المنخفضة تذوب في الماء إلى حد كبير. كما هو مبين الجدول التالي:

الذوبانية في الماء عند 25°م	درجة إنصهار م°	درجة غليان م°	الحمض الكربوكسيلي
∞	8	100.50	HCOOH حمض الميثانويك
∞	16.6	118	CH <sub>3</sub> -COOH حمض الإيثانويك
∞	21 -	141	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH حمض البروبانويك
∞	6 -	164	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -COOH حمض البيوتانويك
2.97	34 -	187	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -COOH حمض البنتانويك
1.08	3 -	205	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH حمض الهيكسانويك
0.07	16	239	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -COOH حمض الأوكتانويك

ونشير كذلك أن الأحماض الكربوكسيلية مركبات قطبية، كما أن جزيئاته تكون روابط هيدروجينية قوية فيما بينها ومع الماء، ولذلك للأحماض الكربوكسيلية درجات غليان عالية ولها قابلية الذوبان في الماء.

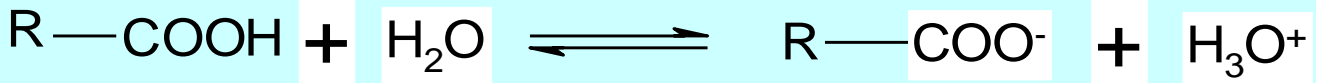
رابطة هيدروجينية



- الخواص الكيميائية:

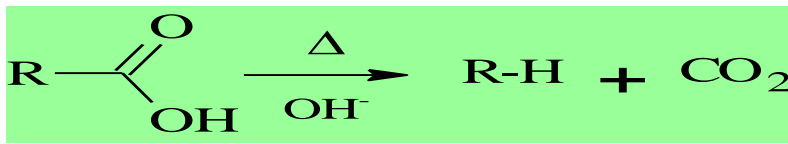
### \* فعالية المجموعة COOH

الأحماض الكربوكسيلية أحماض ضعيفة وقد أشرنا سابقا أنها تذوب في الماء بنسب معتبرة ويصاحب ذلك تفاعل بين جزيئات الماء وجزيئات الحمض وفق المعادلة الكيميائية التالية:

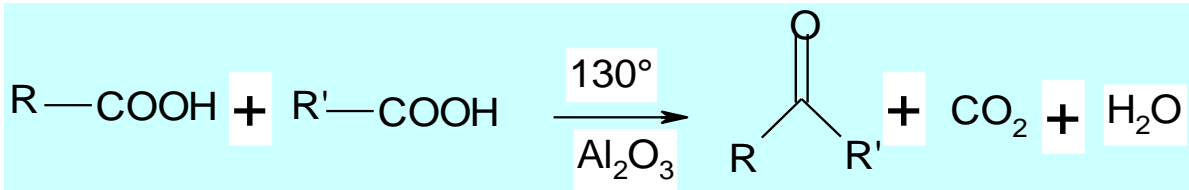
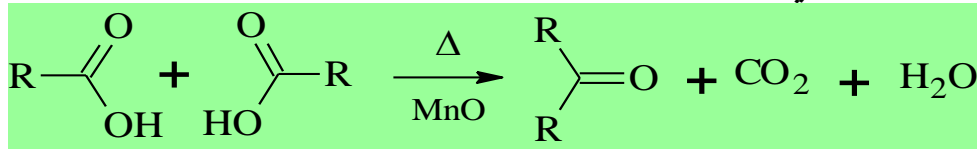


### \* نزع المجموعة الكربوكسيلية ( تشكيل سيتونات، ألكانات )

أ- في حالة تشكل ألكان

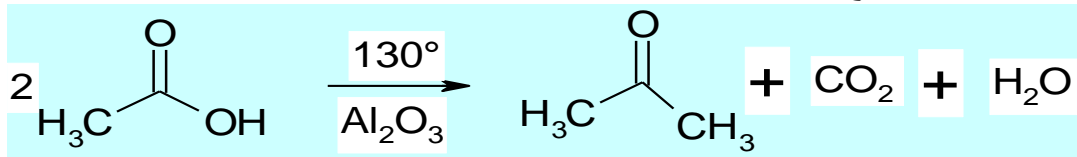


ب- في حالة تشكل سيتون



سيتون

مثال: مع البروبانون





## الوحدة 3: البترول- التقطير التجزيئي

### 1- ما هو البترول؟

- هو سائل زيتي قابل للاشتعال، لزج، له رائحة مميزة يحتوي على عدة مئات من المركبات الكيميائية، منها ما هو غازي كالميثان والبروبان ومنها ما هو سائل مثل البنزين ومنها ما هو صلب كالزفت.
- المكونات الكيميائية للبترول هي التي تحدد خواصه الفيزيائية.
  - لونه يتغير من الأصفر الخافت إلى البني القات (حسب المكونات الموجودة).
  - اقل كثافة من الماء ( $d = 0.83 - 0.97 \text{ g/l}$ ).
  - درجة الانصهار ( $F = -20 + 10^{\circ}\text{C}$ ) حسب كمية المواد الصلبة الموجودة.
  - القدرة الحرارية (39800 - 44000 kj/kg) البترول غني بالطاقة لا يزال أهم مصدر للطاقة في العالم.



### 2- تكرير البترول:

#### كيف يمكن فصل المكونات المتعددة للبترول؟

- لفصل مكونات البترول يتم الاعتماد على الخواص الفيزيائية نذكر منها درجة الغليان. يقصد بتقطير البترول تجزئته إلى مجموعات من المركبات المتشابهة في الخواص الفيزيائية نظرا لكثرتها و تباعد درجة غليانها(من  $0^{\circ}\text{C}$  إلى أكثر من  $350^{\circ}\text{C}$ ).



منظر لمركب تكرير البترول

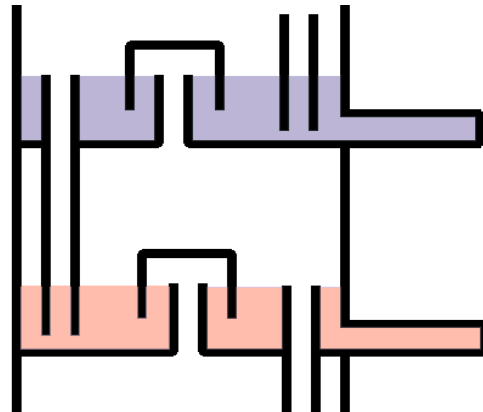
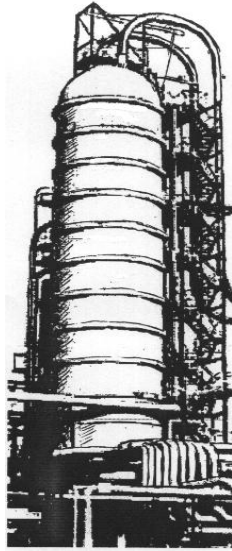
### 3- التقطير التجزيئي للبترول:

#### \*تحضير البترول الخام:

تمثل العملية التحضيرية الأولى للبترول إزالة الشوائب، الغازات المنحلة، الماء، المواد العالقة والأملاح المعدنية، رمال وحصى.

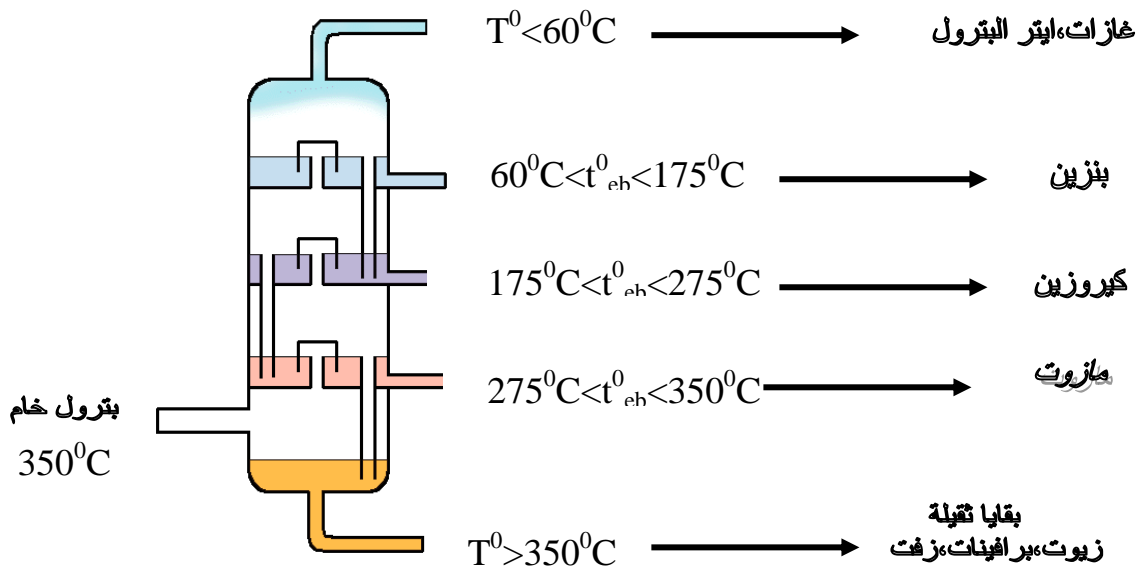
#### \*عملية التقطير التجزيئي:

تتم عملية التقطير التجزيئي داخل برج اسطواني كبير من الفولاذ ومغشى داخليا بطبقة من مادة مقاومة للحرارة يحتوي على عدة طوابق مكونة من كفات أفقية ( Plateaux )



يسخن النفط الخام في الأسفل حتى الغليان فتتطاير مركباته مرة بكل كفة حيث تكثف المركبات الأقل تطايراً، بينما تتابع المركبات الأخرى الأكثر تطايراً صعودها في العمود.

**\*أهم نواتج التقطير التجزيئي للبتترول بدلالة الحرارة:**



#### 4- أهم التحولات الكيميائية لمشتقات البترول

##### 1.4 التحطيم (التكسير) Craquage:

هو تخريب جزئ كبير لفحم هيدروجيني إلى كمية كبيرة من وقود خفيف دون التفاعل مع مركب آخر. مثلاً تحويل المازوت (وقود ثقيل) إلى بنزين (وقود خفيف) أو إلى ايتيلين.....

##### 2.4 التحطيم الحراري: Craquage thermique

الغرض منه الحصول على غازات النفط، الوقود الخفيف، و الفحم. يحتاج إلى حرارة عالية حوالي  $600^{\circ}\text{C}$  و  $50$  ضغط جوي.

##### 3.4 التحطيم الوسيط: Craquage catalytique

إن التحطيم الوسيط ذو فائدة كبيرة لأنه يعطي بنزيناً ممتازاً انطلاقاً من المواد الثقيلة التي يكثر وجودها في البترول لأن السوق تحتاج إلى كمية كبيرة من هذا الوقود.

##### 4.4 التحطيم ببخار الماء: Vapocraquage

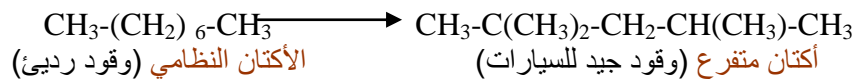
عند  $800^{\circ}\text{C}$  و ضغط متوسط يمكن الحصول على فحوم هيدروجينية ايتيلينية وبنزينية مثل  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$



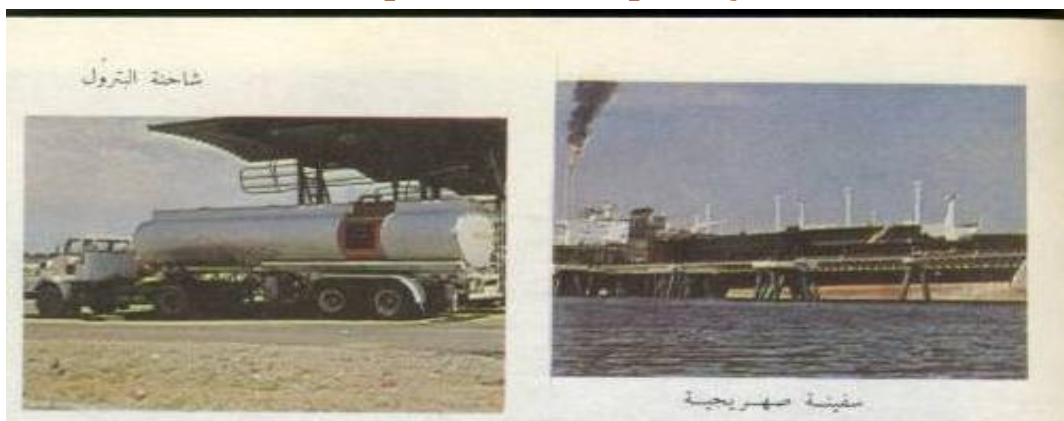
وتتم بإمرار مزيج من بخار الفحم الهيدروجيني وبخار الماء تحت تأثير هذه الحرارة ولكن لوقت قصير جداً.

##### 5.4 اعادة التشكيل: Reformage

الهدف من هذه العملية صناعة مشتقات ذات جزيئات متفرعة انطلاقاً من جزيئات خطية لأن الصنف الأول من المركبات يضمن عمل جيد للمحركات مثلاً.



#### عرض شرائح Diaporama Power point لتكرير البترول



كيف يتم حفر ابار البترول؟

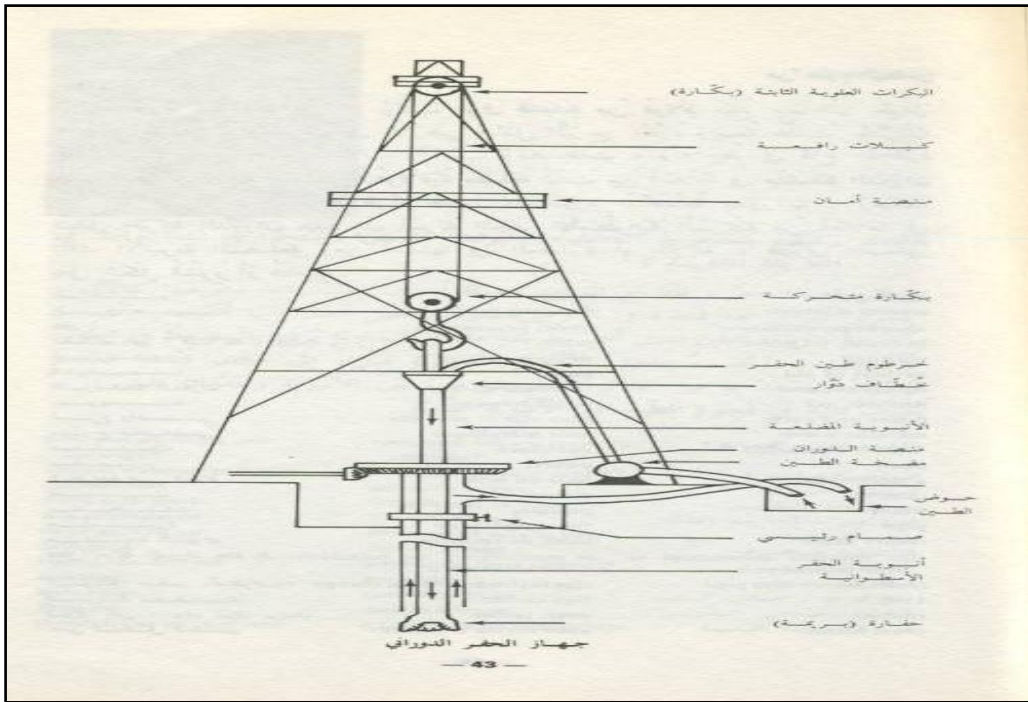
الطريقة الحديثة الأكثر استعمالا هي طريقة الدوران أو "البريمة" لأنها أسرع وانفع، حيث يستعمل برجا معدنيا متشابكا مفتوحا قد يزيد ارتفاعه عن 30 م، موضوع فوق قاعدة من فولاذ مساحتها حوالي 3م<sup>3</sup>. تم حفر أسفل هذا البرج حفرة واسعة غلفت جدرانها بالاسمنت وفوقها عدة آلات وأنابيب ومضخات. عندما تشغل منصة الدوران، تنقل حركة الدوران هذه إلى أنبوبة الحفر "البريمة" فتفتت الصخور إلى فتات.

### كيف يستخرج الفتات؟

أثناء الحفر يتم استخراج هذا الفتات بضخ نوع من الطين اعد بطريقة علمية كيميائية داخل أنبوبة الحفر فينزل إلى مكان فتات الصخر ويحمله ويصعد به من خلال التجويف فيما بين الأنبوبة و جدران البئر ثم يصب في فجوة الطين (انظر الشكل). اختيرت مادة الطين للاستخراج لأنها لزجة وتساعد على حمل الفتات وتبريد آلة الحفر من الحرارة المتولدة عن الدوران والاحتكاك بالصخور. كما تبطن جدران البئر لمنعها من الانهيار وعدم تسرب الماء والغازات، بعد ذلك يغربل هذا الطين ويصفى من الفتات ثم يعاد ثانية إلى نفس العمل.

### كيف تحفر البئر البترولي في البحر؟

إن تكاليف استخراج البترول من البحر اكبر بعدة مرات من تكاليف استخراجه من اليابسة.  
\* إذا كانت البئر قريبة من الشاطئ يتم حفر بئر مائلة أي تحفر من اليابسة و تنتهي وتمتد إلى جوف البحر.  
\* إذا كانت البئر في عمق البحر يتم بناء المنصة البحرية التي ترتفع عن سطح البحر وتكون بمثابة جزيرة صغيرة عائمة، تقام عليها أبراج الحفر.



### كيف تقدر كمية البترول؟

يعرف ذلك من مساحة الحقل. فعندما يحفر بئر تنتج بترولاً يتم حفر آبار أخرى بجوارها في الاتجاهات المختلفة حتى العثور على بئر ماء فيكون ذلك حدود البئر البترولي. ثم تقدر الكمية بمعرفة أبعاد البئر وكثافة البترول.

### متى يكون البئر بئر بترول أم غاز؟

رأينا سابقاً أن البترول يتكون من مواد صلبة، سائلة، وغازية. فإذا تغلبت المركبات الصلبة على غيرها في الخليط يكون البترول ثقيلًا أقرب إلى عجينة لينة منه إلى سائل، وإذا كثرت فيه المركبات السائلة يكون البترول خفيفًا وأغلب البترول الجزائري من هذا النوع. أما إذا تغلبت كمية الغازات على السوائل يعتبر الحقل حقل غاز لا حقل بترول.


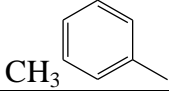
### مفهوم معامل الأوكتان:

إن مردود محرك يزداد بارتفاع نسبة انضغاطه، لكن كلما زاد هذا الأخير استلزم أن تكثر في الوقود المستعمل مكونات قادرة على تحمل هذه الضغوط القوية. هذه الخاصية تقاس بـ "معامل الأوكتان". ففي سنة 1927م تم اختيار مركبين في خليط البنزين "Essence" كمرجع هما:

- **نظامي الالهبتان**  $CH_3-(CH_2)_5-CH_3$  الذي يتبخر بسرعة داخل المحرك فيحترق قبل الأوان مما يحدث قرقة "Cognement, Cliquetis" لذلك منح معامل اوكتان يساوي الصفري

- **ثلاثي ميتيل-2،2،4-بنتان**  $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$  الذي لا يحترق إلا عند انضغاط كبير ومنح معامل اوكتان =100. والمقصود بالقرقة هو الصوت الذي يحدثه المحرك نتيجة اشتعال خليط البنزين والهواء قبل الأوان عند الانضغاط مما يتسبب في ضياع كمية من الطاقة. وللتغلب على هذه الظاهرة هو إضافة مواد إلى الوقود لها القدرة على إزالة أسباب القرقة أي رفع معامل الأوكتان.

المركب الذي استعمل هو رابع ايتيل الرصاص  $Pb(C_2H_5)_4$  لكن تبين أن هذا المركب سام وخطير على صحة الإنسان لذلك يجب التعامل معه بحذر.  
 ففي عام 1940 كان معامل الأوكتان للوقود لا يتعدى 70، أما حالياً فهو ما بين 80 الى 100 .  
 هناك مركبات أخرى ذات معامل اوكتان أكبر من 100 هذا يعني أنها مركبات أقوى مقاومة للقرقعة من الأوكتان.

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
Super + ممتاز	110
 البنزن Benzène	117
 تولوين Toluène	119

## الوحدة 4: تحضير الأسيتيلين في الصناعة

### 1- الخواص الفيزيائية:

- هو غاز صيغته العامة  $C_2H_2$  ، صيغته المفصلة هي  $H-C = C-H$
- عديم اللون والرائحة
- كثافته  $\rho = 0,96$  فهو أقل كثافة من الهواء
- قليل الانحلال في الماء، كثير الانحلال في الأسيتون.
- يتميع عند  $(-83,6^\circ C)$ .
- يحفظ الأسيتيلين منحلا في الأسيتون.

### 2- تحضير الأسيتيلين:

يتم تحضير الأسيتيلين صناعيا انطلاقا من أكسيد الكالسيوم والفحم الحجري داخل فرن كهربائي عند الحرارة  $1800-2000^\circ C$  :



بتأثير الماء يتفكك فحم الكالسيوم بسهولة مؤديا إلى الأسيتيلين و هيدروكسيد الكالسيوم

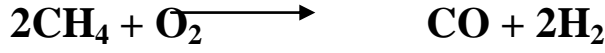


إن الأسيتيلين الناتج يحتوي على كمية كبيرة من الشوائب مثل  $(PH_3 , H_2S , NH_3)$  لذلك يجب غسله في محاليل تتفاعل مع هذه الشوائب. لكن هذه الطريقة تستهلك طاقة كبيرة باعتبار أن التفاعل ماص للحرارة. فهي غير محبذة اقتصاديا.

حاليا يتم تصنيع الأسيتيلين من خلال التفكك الحراري المؤكسد Pyrolyse oxydante للميثان عند درجة حرارة أكبر من  $1300^\circ C$  لأن الميثان اقتصادي التكلفة.

يتم استخدام الأكسجين الذي يؤكسد جزء من الميثان المستعمل والاستعانة بالحرارة الناتجة من هذا التفاعل لضمان الحرارة اللازمة لتفكيك الجزء الآخر من الميثان. يرسل الأكسجين والميثان المسخنين ما بين  $400-600^\circ C$  للإمتزاج في الغرفة (1) بنسبة 1.6 إلى 2 ثم إلى غرفة الإحتراق (2) ومنها إلى غرفة التفاعل (3) حيث يتم تثبيت الحرارة بين  $1400$  و  $1500^\circ C$

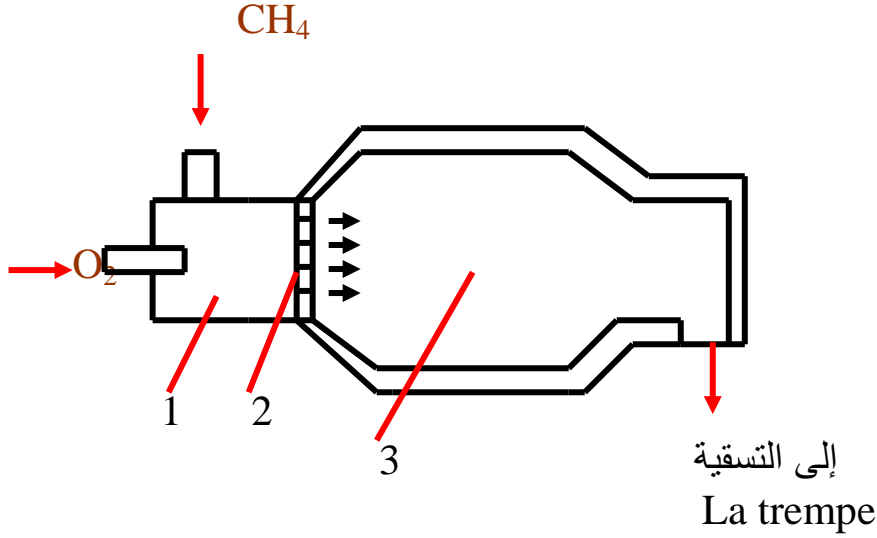




ومنها إلى غرفة التفاعل (3) حيث يتم تثبيت الحرارة ما بين 1400 و 1500°م



ولمنع تفكك الأستيلين الناتج يتم تبريده بسرعة إلى حوالي 300°م بعملية التسخية La trempe



1- غرفة المزج

2- سخان Brûleur

3- غرفة الاحتراق

3- بعض تفاعلات الأستيلين:

1.3- تفاعل الاحتراق:

يحترق الأستيلين بشدة مع الأكسجين والتفاعل ينشر حرارة كبيرة قدرها 1300 ك/ج لكل



يستفاد من هذه الحرارة في استعمال الحملج الأستيليني في تلحيم المعادن وقصها.

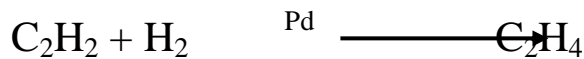
2.3- تفاعلات الضم:

\*ضم الماء:

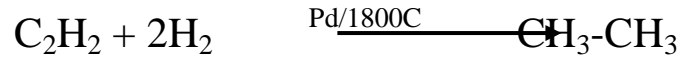
يكفي إمرار الأستيلين النقي على الماء المسخن إلى 80°م الذي يحتوي على شوارد  $\text{Hg}^{+2}$  وينتج الذهب الذي يكشف عنه بكاشف شيف.

\*ضم الهيدروجين:

- بوجود وسيط قليل الفعالية مثل (Pd) فان الهدرجة تكون جزئيا

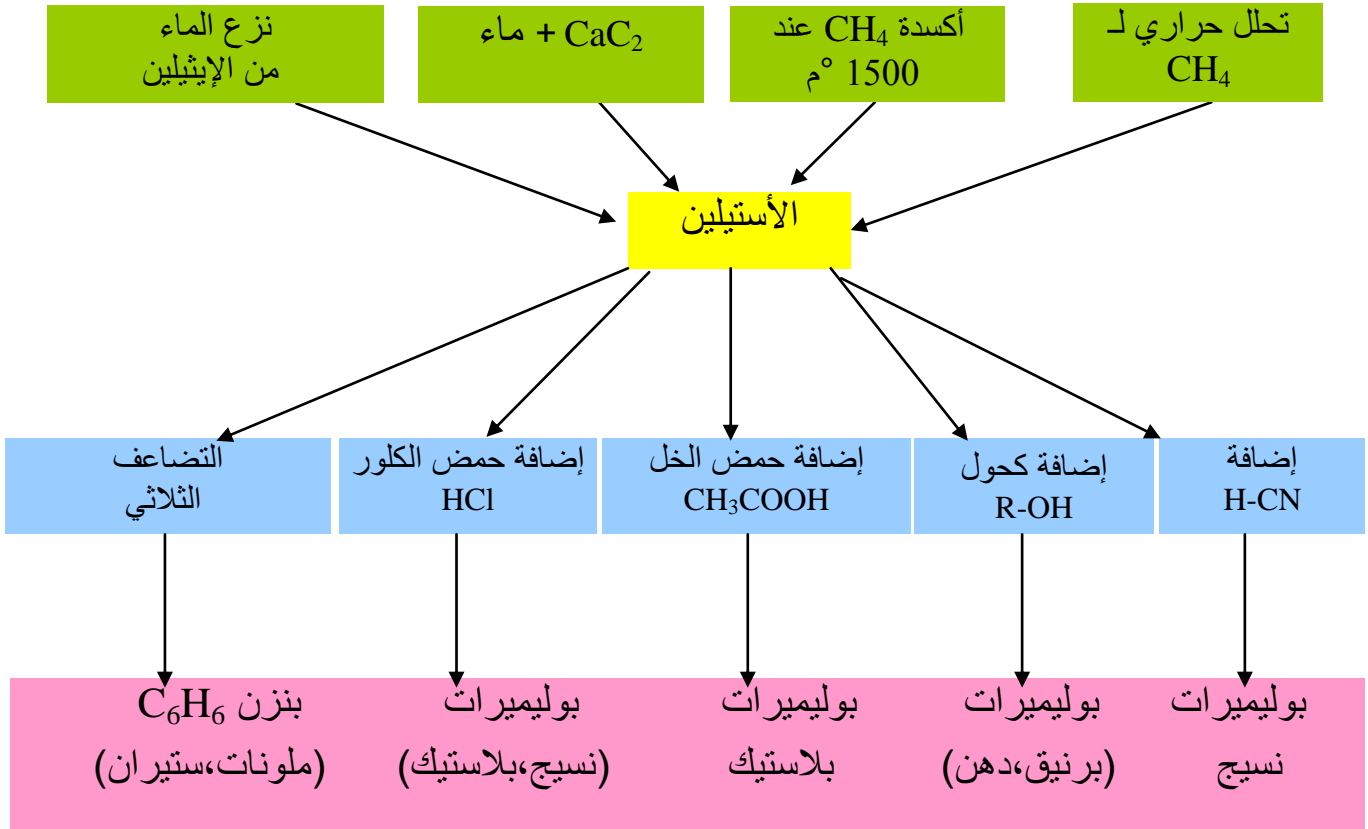


- إما بوجود وسيط أكثر فعالية (Ni المرجع، 180°م) فان التفاعل يكون تاما.



#### 4- أهمية الأسيتيلين:

الأسيتيلين وقود جيد ، عند احتراقه يعطي حرارة شديدة (3000م°) يمكن بواسطتها تلحيم المعادن بما في ذلك التلحيم تحت الماء كما يعتبر الأسيتيلين مادة أولية لصناعة العديد من مشتقات عضوي.





## الوحدة 5: التحضير الصناعي للنشادر

**1- مقدمة:** الامونياك معروف منذ القدم كانوا يحضرونه من اليوريا المستخلصة من البول. في عام 1905 هابر (HABER) وضع تحضيرا للامونياك اعتبارا من استخلاص مباشر من  $H_2$  و  $N_2$  بعد تحسينات، فإنها الطريقة الوحيدة حاليا في الصناعة.

**2- خواصه الفيزيائية:** الامونياك غاز عديم اللون، له رائحة واخزة ،يؤثر في العيون و في المسالك الصدرية.

كثلته المولية هي 17 غ/مول ، ما يمثل في الشروط النظامية ( $0^\circ$  م ، 1 ض ج) 22.4 لتر أي بكتله حجميه 0.76 كغ / $m^3$  و كثافة بالنسبة للهواء هي 0.59 عند نفس الحجم. الامونياك غاز أخف من الهواء يمكن الحصول عليه بإزاحة الهواء ، تصبح ورقة الـ pH زرقاء عند تقريبها من قارورة مملوءة بالغاز  $NH_3$ .

**3- التميع :** يتميع الامونياك كغاز بسهولة عند تبريده في الدرجة - 34 °م تحت الضغط الجوي العادي أو عند 9 ض ج في 20 °م.

**4- الإنحلالية في الماء :** الامونياك هو اكثر الغازات انحلالية :إذ أن 1لتر ماء يحل 1170 لتر من الغاز عند 0 °م ، و 800 لتر عند 20 °م.

**5- أهمية غاز النشادر :** بعد حمض الكبريت ، يعتبر الامونياك من أهم مركبات في الصناعة الكيميائية المعدنية وأهميته تكمن في :

- صناعة الأسمدة الأزوتية
- صناعة التبريد
- بعض الصناعات النسيجية
- أساس صناعة حمض الأزوت

**5- تحضير الامونياك في المخبر:** بحضر غاز الامونياك في المخبر بإحدى الطريقتين التاليتين:

أ- بتسخين محلوله المعروف باسم الامونياك (Ammoniaque) تسخينا لطيفا فينطلق منه غاز النشادر الذي يجفف بإمراره على الكلس الحي ثم يجمع في قارورة فتحتها نحو الأسفل.

ب- بتسخين أحد أملاحه مثل كلوريد الامونيوم مع الكلس الحي CaO ينطلق غاز النشادر:



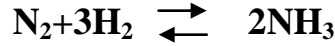
يجمع الغاز المنطلق إما في قارورة فوهتها إلى الأسفل و إما على حوض زئبقي و لا يمكن جمع غاز النشادر على حوض مائي لشدة انحلاله في الماء .



## 6-التحضير الصناعي لغاز الأمونياك :

### أ-العوامل المؤثرة في إستخلاص الأمونياك :

من أهم الخواص الكيميائية لغاز الأزوت  $N_2$  هو تفاعله مع  $H_2$  و إعطاء الأمونياك  $NH_3$ . أهمية هذا التفاعل تأتي من استعماله الصناعي في تحضير الأمونياك ( كسماد ) بكميات كبيرة وفق التفاعل الآتي:



التفاعل متوازن وتبعاً للشروط التجريبية فإنه يمكن إزاحة التفاعل في هذا الاتجاه أو ذاك.

### \* التفاعل ناشر للحرارة :



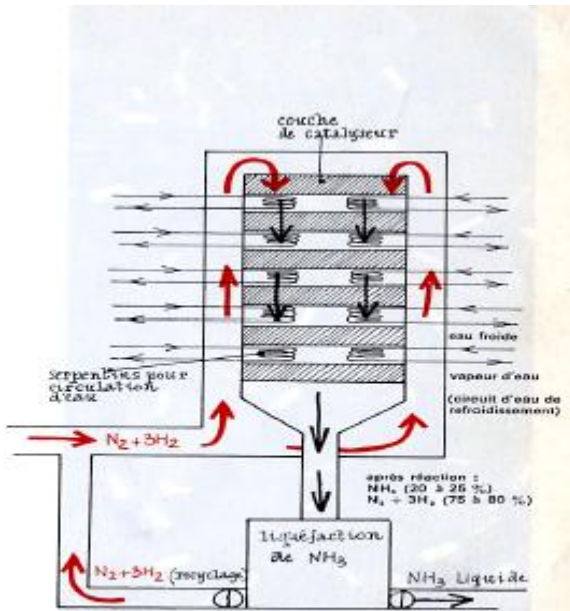
إذ يجب التبريد لكي لا ترتفع درجة الحرارة بانتظام. التجربة تبين بأن استخلاص الأمونياك لا يتم إلا عند درجة حرارة مرتفعة نسبياً.

\* **التفاعل يتم بنقصان في عدد المولات :** وعليه يجب العمل عند ضغط مرتفع لأنه التفاعل يجب أن ينزاح في الاتجاه ( 1 ) أي نقصان عدد المولات .

\* **محفز ( وسيط )** للحصول على مردود أكبر. وسرعة التفاعل تزداد بوجود هذا الوسيط خاصة و أن العمل يتم عند البرودة و سرعة التفاعل تنقص بنقصان الحرارة.

### ب- تحضير النشادر صناعياً :

من أهم طرق تصنيع الأمونياك . نجد طريقة " FAUSER " التي تركز على استعمال برج يبلغ طوله 18 متر ويحتوي على طوابق من حبيبات الحديد الذي يضاف له بعض المركبات لزيادة فعاليته ( مثل أكسيد الألومنيوم ).



يمر الماء البارد داخل Serpentins الذي يمتص الحرارة المنطلقة من التفاعل و الحرارة يجب أن لا تتعدى 550°م.

ضغط الغازات يمكن أن يصل عدة مئات من الضغوط الجوية ( 1000 ض ج ) وفي معظم الحالات هو بين 300-350 ض ج

بالرغم من اختيار الشروط التجريبية فإن التفاعل المعاكس يحدد مردود تفاعل إنتاج الأمونياك إلى 20-25% ; و 70% من الحرارة الناتجة تسترجع على شكل بخار الماء .

وبالرغم من المردود الضعيف ، فإن كل الغازات تتحول إلى الأمونياك الذي يتميع بسهولة وهذه الخاد ، هذه الغازات تبعث من جديد للجهاز لإعادة رسكلتها .

عملية صناعة الأمونياك هي هامة جدا وهي دائما في تطور برتبة 10 إلى 13 % كل سنة .

## النشاط العملي 1 : تحديد الدرجة الكحولية بطريقة الأوكسدة الإرجاعية

- I- المعارف المبنية: الصيغة الكيميائية للإيثانول و درجة حرارة تقطيره و تواجده  
II- الأهداف المنهجية: تحديد الدرجة الكحولية بطريقة الأوكسدة الإرجاعية في عطر أو خل ...  
III- التنظيم و سير الدرس

أ- الوسائل و المواد : ورق 250 مل – إرلن 250 مل – مسخن – مبرد – ماصة – سحاحة  
عطر أو خل - محلول  $K_2Cr_2O_7$  0,1N - محلول  $FeSO_4$  0,1N - حمض الكبريتات 37%  
- ماء مقطر - كاشف ثنائي فينيل أمين .

ب- سير الدرس:

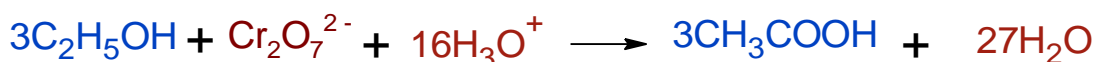
1- وضعية الإنطلاق .

2- الإشكالية : كيف نحدد الدرجة الكحولية بطريقة الأوكسدة الإرجاعية

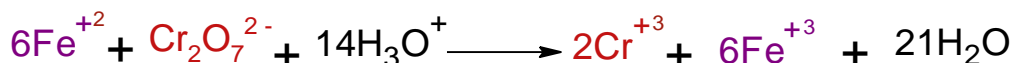
3- صياغة الفرضيات

4- التقصي:

4- 1- مبدأ العمل: يقطر الإيثانول و يؤكسد بكمية فائضة من البيكرومات حسب :



ثم يعاير الفائض من البيكرومات بمحلول معلوم التركيز من كبريتات الحديد في الوسط الحمضي و الكاشف حسب:



4- 2- خطوات العمل :

أولاً: تجربة المعايرة و تشمل

- تقطير الإيثانول حيث نضع بالدورق 50مل عطر أو خل و هو حجم العينة V مل و 70 مل ماء مقطر و نسخن حتى نحصل على 100مل كحول مقطر و هو Vd مل حيث يبدأ التقطير عند حوالي  $78.3^\circ C$  .

- يؤكسد الكحول الناتج المقطر بأخذ 10 مل من Vd للمعايرة و نضيف 10 مل بيكرومات و 10 مل حمض الكبريت و يترك لفترة 30 دقيقة

- يعاير فائض البيكرومات بمحلول معلوم التركيز من كبريتات الحديد في الوسط الحمضي و بوجود الكاشف .

نهاية المعايرة لتجربة المعايرة يستهلك فيها  $V_1$  مل محلول كبريتات الحديد الثنائية .

ثانياً: تجربة شاهدة بنفس كيفية تجربة المعايرة ماعدا إستبدال 10مل الكحول المقطر المعايير بـ 10مل ماء مقطر و بالتالي تعاير البيكرومات الكلية بمحلول الكبريتات الحديد الثنائية و الحجم

المستهلك منها  $V_2$  بـ مل و هو أكبر من  $V_1$  مل

5- النتيجة :

بالرجوع إلى معادلة التفاعلات الكيميائية و نهاية المعايرة لكل من تجربة المعايرة و التجربة الشاهدة تحسب غرامات الإثانول ثم تركيز الإثانول و تحدد النسبة المئوية للإثانول التي تعبر عن الدرجة الكحولية حسب

$$\frac{46 \times 100 \times 3 \times 1 \times N \times Vd \times (V_1 - V_2)}{6 \times 2 \times 1000 \times V \times \bar{Vd}} = \% \text{إيثانول}$$

حيث  $N$  نظامية محلول كبريتات الحديد الثنائية

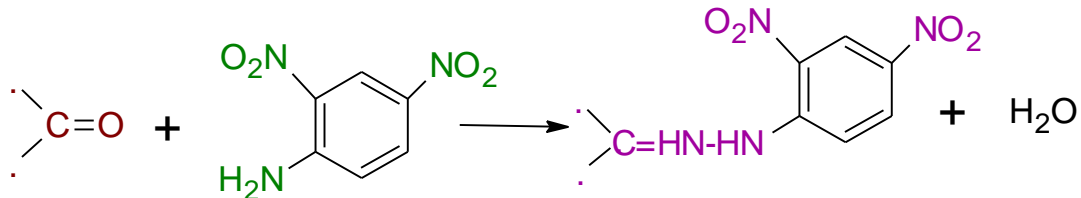
مثلا النسبة المئوية تساوي 96% فتكون الدرجة الكحولية تساوي 96°

**النشاط العملي 2 : الكشف عن الخواص المرجعة للألدهيدات**

تحتوي الألدهيدات و السيتونات على الزمرة الوظيفية  $\text{C}=\text{O}$  ( الكربونيل ) تفاعلاتها متشابهة تقريبا و يتمثل الإختلاف في سرعة التفاعلات.

### أ-الكشف عن مجموعة الكربونيل:

استعمال DNPH ككاشف يؤدي إلى تشكل راسب أصفر بلوري.  
DNPH : 4,2 ثنائي نيترو فنييل هيدرازين



يكون الناتج ضعيف الإنحلال بالماء لذلك يترسب بشكل بلوري.

### تحضير الكاشف:

نذيب 3 غ من DNPH في 15 ملل من حمض الكبريتات المركز و نضيف هذا المحلول إلى محلول 20 ملل من الماء في 70 ملل من الكحول الإيثيلي 90° نحرك ثم نرشح.

### طريقة العمل:

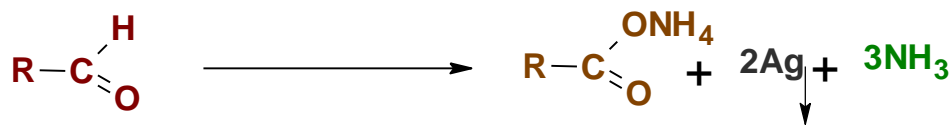
نأخذ أنبوب إختبار و نضع بداخله 1 ملل من محلول DNPH في حمض كلور الماء نضيف 1 إلى 2 قطرة من مركب كربونيلي فيلاحظ تشكل الراسب.

### ب-الكشف عن الوظيفة الألدهيدية :

\* استعمال كاشف Tollens:  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$

يؤدي إلى تشكل مرآة من الفضة.

ترجع الألدهيدات المحلول النشادري لأكسيد الفضة مرسبة معدن الفضة الحر وفق التفاعل التالي



حيث تفصل الفضة و تتوضع على جدران الأنبوب بشكل مرآة

### تحضير الكاشف:

نذيب 30 غ من  $\text{AgNO}_3$  في 500 ملل ماء ثم نضيف يتشكل راسب من أكسيد الفضة ينحل ثم يمدد المحلول إلى 1 لتر.

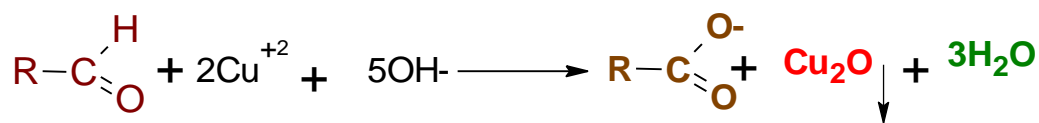
### طريقة العمل:

نضع 3 ملل من الكاشف بأنبوب الإختبار و نضيف 2 ملل من الألدهيد فنلاحظ تشكل مرآة فضية بعد تسخين المزيج في حمام مائي عند الدرجة 60-70° م

### \* استعمال محلول فهلنغ:

يؤدي إلى تشكل راسب أحمر أجوري.

محلول فهلنج المتكون من شوارد النحاس الثنائية ترجع في وسط قاعدي و بالتسخين إلى شوارد النحاس الأحادية التكافئ على شكل راسب أحمر أجوري بوجود الوظيفة الألدهيدية.



### تحضير الكاشف:

محلول فهلنج A: نذيب 40 غ من  $\text{CuSO}_4$  داخل حجم من الماء المقطر الدافء ثم نكمل الحجم بالماء حتى 1 لتر

محلول فهلنج B: نزن 200 غ من تترترات الصوديوم و البوتاسيوم  $\text{COONa-CHOH-CHOH-COOK}$  ثم نذيبها داخل 500 ملل من الماء المقطر الساخن بعدها نترك المحلول ليبرد، و نضيف 150 غ من حبيبات  $\text{NaOH}$  نترك المزيج ليبرد ثم نكمل الحجم بالماء حتى 1 لتر.

### طريقة العمل:

نضع 3 ملل من الكاشف محلول فهلنج أ و ب بأنبوب الإختبار و نضيف 3 ملل من الألدهيد فنلاحظ تشكل راسب أحمر أجوري بعد التسخين عند درجة الغليان لمدة دقيقتين.

**النشاط العملي 3 : تقطير البترول بالمحاكاة  
(البرمجية Chemlab)**

DISTILLATION SIMPLE DE COMBUSTIBLES LIQUIDES

## THÉORIE

Dans ce test, on réalise une distillation simple d'un pétrole brut. Le pétrole brut est séparé en essence, en kérosène et en huile lubrifiante. Ce test est similaire à l'ancienne méthode ASTM D285 de distillation Hempel. Cette expérience de laboratoire fournit la procédure, les appareils et les calculs, mais laisse l'interprétation finale à l'utilisateur.

## SIGNIFICATION

Ce test est souvent réalisé pour déterminer la qualité ou le prix d'un baril de pétrole brut. Un pétrole brut léger contiendra plus d'essence et de diesel et, par conséquent, demandera un prix plus élevé. Un brut lourd contiendra plus de mazout domestique et d'huile lubrifiante et demandera un prix moindre. Ce test peut être utilisé pour évaluer le pourcentage d'essence dans le pétrole brut, car il s'agit de la fraction qui se distille entre la température ambiante et 200 °C (392 °F). Le contenu en kérosène peut être évalué comme étant la fraction qui se distille entre 200 et 275 °C (527 °F). La fraction résiduelle bout à une température supérieure à 275 °C et peut être considérée comme étant le contenu lubrifiant du pétrole brut. Les résultats de ce test peuvent être utilisés pour comparer le contenu en hydrocarbures d'un certain nombre de pétroles bruts.

## MARCHE À SUIVRE

### \*\*\* MESURES DE SÉCURITÉ EN LABORATOIRE \*\*\*

1. LES HUILES CHAUDES CAUSENT INSTANTANÉMENT DES BRÛLURES DU 3<sup>e</sup> DEGRÉ SUR LA PEAU EXPOSÉE.
2. TOUTES LES HUILES CHAUDES SONT EXTRÊMEMENT INFLAMMABLES (TOUTES LES VAPEURS BRÛLENT).
3. TOUS LES PRODUITS PÉTROLIERS SONT JETÉS DANS L'UNITÉ SOLVEX - PAS DANS LES ÉVIERS.

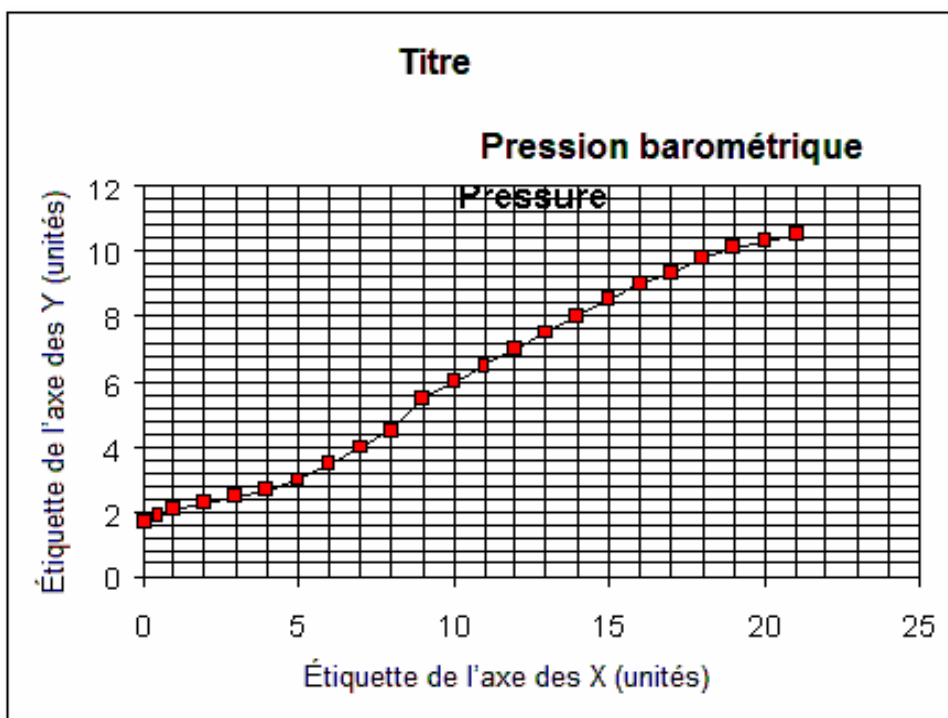
1. À partir du menu Matériel, sélectionnez Appareil à distiller et ajoutez le Ballon à fond rond (100 ml).
2. Activez le ballon à fond rond en cliquant dessus. À partir du menu Matériel ou en cliquant le bouton de droite de la souris pour obtenir le menu contextuel, ajoutez le Chauffe-ballon sphérique.
3. De la même façon, ajoutez la Colonne à distillation, le Condenseur et, finalement, le Décanteur à distillation.
4. Ajoutez un cylindre gradué de 100 ml et placez-le sous le décanteur à distillation.
5. Pour régler le thermomètre en degrés Celsius ou Fahrenheit, choisissez Équipement sous le menu Options de ChemLab.
6. Après avoir activé l'appareil au complet, activez la boîte de dialogue Produits chimiques à partir du menu Réactifs de ChemLab ou à partir du menu contextuel. Ajoutez 50 ml de pétrole brut au ballon à fond rond.
7. Tournez le rhéostat du chauffe-ballon à 100 % à partir du menu Options de ChemLab ou à partir du menu contextuel. Laissez le chauffe-ballon en céramique se réchauffer. Une fois que le pétrole brut commence à bouillir, réduisez le rhéostat à environ 60 %. Maintenez un degré de chauffage de façon qu'un débit goutte à goutte continu se déverse dans le cylindre gradué. Un débit de 2 à 5 gouttes par minute est suffisant.
8. En utilisant le tableau **FEUILLE DE DONNÉES DE LA DISTILLATION HEMPEL** dans la fenêtre d'observations, notez la température à laquelle la première goutte est tombée du bout du décanteur à distillation. Notez les volumes de distillat (lire directement à partir du cylindre gradué) condensé à chacune des températures indiquées sur la feuille de données (pour ces températures au-dessus de la température à laquelle la première goutte est tombée).
9. Notez les changements de couleur.
10. **NE PAS CHAUFFEZ AU-DESSUS DE 527 °F (275 °C), CAR IL POURRAIT SE PRODUIRE UNE EXPLOSION.**

11. Laissez l'appareil refroidir en abaissant le chauffe-ballon. Commencez à démonter l'appareil en commençant du côté droit (l'extrémité froide). Utilisez des gants résistants à la chaleur ou du papier essuie-tout pour manipuler les composants chauds. Laissez le ballon à fond rond refroidir à l'air froid.
12. Manipulez le ballon à fond rond refroidi avec la pince et versez tout le pétrole brut, l'essence, le kérosène et les résidus dans l'unité SOLVEX.

## RAPPORT

Écrivez un rapport formel sur ce laboratoire. Les feuilles de données seront incluses sous les noms d'Annexes A et B pour les parties A et B respectivement. La partie A inclut ce qui suit :

1. Dessinez deux graphiques de vos résultats. Le premier donne la courbe de la température (°F) en fonction du volume distillé réel. Le deuxième donne la courbe de la température (°F) en fonction du pourcentage distillé. Souvenez-vous de remplir tous les composants requis de vos graphiques. Voir ci-dessous un exemple de ce dont vous avez besoin.



Quand vous préparez un graphique, incluez les caractéristiques suivantes (celles-ci sont incluses pour les graphiques dessinés à la main et comprennent les mêmes que celles des graphiques générés par ordinateur) :

- a. Utilisez un papier graphique millimétrique (utilisez un modèle à grille).
- b. Choisissez des échelles de façon à ce que les graphiques remplissent au moins 75 % de la page.
- c. Tous les graphiques possèdent un titre, votre nom, des données et des axes identifiés avec des unités écrites au crayon.

1. Étiquetez le diagramme de distillation ci-joint (voir ci-dessous).

Répondez aux questions suivantes.

**À L'AIDE DE VOTRE GRAPHIQUE ET DE VOS DONNÉES HEMPEL, VEUILLEZ RÉPONDRE AUX QUESTIONS SUIVANTES :**

1. Volume recueilli à 392 °F \_\_\_\_\_, couleur \_\_\_\_\_.
2. Volume recueilli entre 392 et 527 °F \_\_\_\_\_ couleur \_\_\_\_\_.

3. Calculez le pourcentage d'essence dans votre échantillon de brut :
4. Calculez le pourcentage de kérosène dans votre échantillon de brut :
5. Calculez le pourcentage de résidu d'huile lubrifiante dans votre échantillon :
6. Sachant que le baril de brut léger qui a été testé vaut 18,00 \$ et qu'on a trouvé qu'il contenait :

27 % d'essence (naptha)  
32 % de diesel (kérosène)  
41 % de résidu d'huile lubrifiante

Étant donné les prix courants aux stations-service :

1 litre d'essence se vend à 0,42 \$  
1 litre de diesel se vend à 0,39 \$  
1 litre d'huile lubrifiante se vend à 1,89 \$

Étant donné qu'un baril d'huile US est égal à 159 litres, veuillez calculer la valeur d'un baril de brut quand il est livré comme produit fini à la station-service. (Effectuez tous les calculs arrondis à la cent près)

Valeur de l'essence : \_\_\_\_\_ Valeur du diesel : \_\_\_\_\_

Valeur de l'huile lubrifiante : \_\_\_\_\_ Valeur totale : \_\_\_\_\_

Profits et taxes : \_\_\_\_\_



NOM : \_\_\_\_\_

SECTION : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

## FEUILLE DE DONNÉES DE LA DISTILLATION HEMPEL

LECTURE DE LA PRESSION BAROMÉTRIQUE (CHIFFRE ET UNITÉS) :

\_\_\_\_\_

Température (degré F/degré C)	Volume distillé mesuré dans le cylindre première goutte	% Distillé $\text{volume}/50 \times 100 = \%$
----------------------------------	---	--

100/38

125/52

150/66

175/79

200/93

225/107

250/121

275/135

300/149

325/163

350/177

375/191

392/200

400/204

425/218

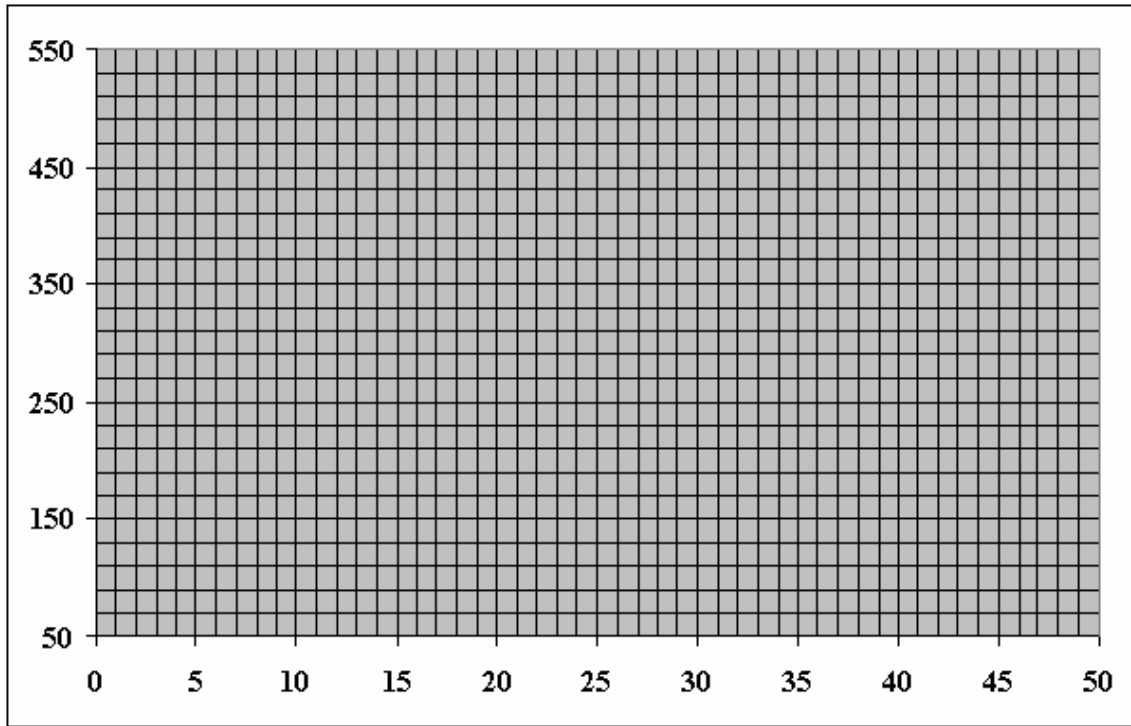
450/232

475/246

500/260

527/275

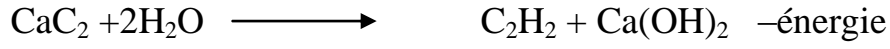
Danger au-dessus de 527 °F/275 °C : Arrêtez le chauffage et laissez l'instrument refroidir en coupant l'alimentation au chauffe-ballon.



**النشاط العملي 4 : تحضير الأسيتيلين في المختبر**

يحضر الأسيتيلين مخبريا من مفاعلة الماء على فحم الكالسيوم

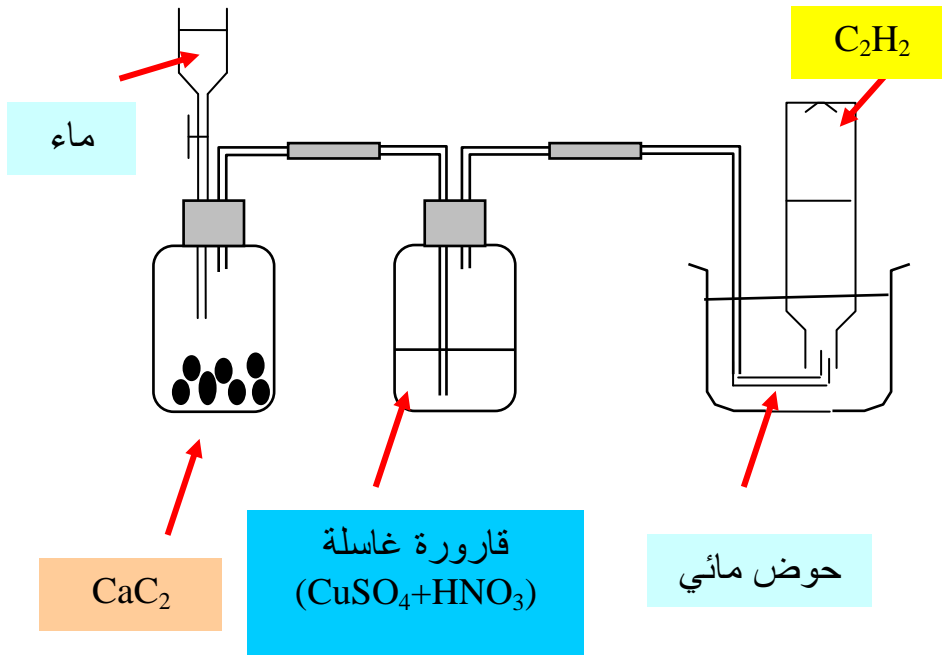
معادلة التفاعل:



وهو تفاعل ماص للحرارة.

الأسيتيلين المنطلق يحتوي نسبة كبيرة من الشوائب

ولذلك نلجأ إلى غسله (تنقيته) باستعمال قارورة الغسيل الثانية



**النشاط العملي 5 : معايرة الآزوت العضوي بطريقة كجلداهل**

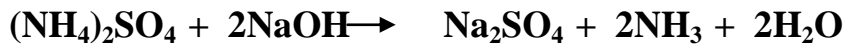
## 1- مقدمة:

طريقة كجيلداهل تطبق لمعايرة الأزوت الموجود في عدة مركبات عضوية مثل الأمينات ( $\text{NH}_2^-$ ) و أملاح الأمونيوم الرباعية  $\text{NH}_4^+$  و لا تسمح بمعايرة الأزوت الموجودة في النترات  $\text{NO}_3^-$  ، و النتريت  $\text{NO}_2^-$  و السيانات  $\text{CN}^-$  و أملاح الديازويك  $\text{N}=\text{N}^+=\text{C}=\text{N}$  .

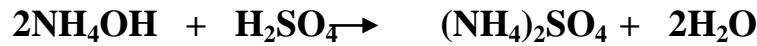
## 2- المبدأ: تتم هذه المعايرة على مرحلتين:

**المرحلة -1:** نقوم بتحرير الأزوت من المركب العضوي بالتأثير عليه بحمض الأزوت  $\text{H}_2\text{SO}_4$  المركز وعند درجة الغليان وبوجود وسيط مثل كبريتات النحاس  $\text{CuSO}_4$  والسلينيوم Se وكبريتات البوتاسيوم , يقوم بدور المؤكسد ويحطم الجزيء العضوي فينتقل الفحم على شكل  $\text{CO}_2$  والهيدروجين بشكل  $\text{H}_2\text{O}$  أما الأزوت فيبقى في المحلول بشكل كبريتات أمونيوم  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . هذه المرحلة التي تحول الأزوت من المركب العضوي إلى أزوت تسمى مرحلة التمدن.

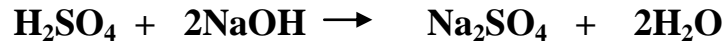
## المرحلة -2: نزيح الأمونياك أولا من ملحه بواسطة أساس قوي ( الصود )



نقطر بعدها المحلول ، أنجرة الأمونياك تتكاثف في مبرد وتجمع في كمية معروفة و بزيادة من حمض  $\text{H}_2\text{SO}_4$  أو  $\text{HCl}$  .



نعابر بعدها زيادة الحمض بواسطة محلول قياسي من الصود



لمعايرة الأمونياك نستعمل كاشف أحمر المثل .

$$\text{NaOH}(\text{ع م غ}) - \text{HCl}(\text{ع م غ}) = \text{NH}_3(\text{ع م غ})$$

## 3- طريقة العمل

**أ - التمدن:** نأخذ حوجلة جافة ونضع بداخلها:

- ك غ من المركب العضوي من رتبة 0,05 غ موزونة بدقة

- 20 سم<sup>3</sup> حمض الكبريت المركز والصافي

- 1 غ من الخليط: ( $\text{K}_2\text{SO}_4$  40 غ ,  $\text{CuSO}_4$  5 غ , Se 1 غ )

- بعض الحبيبات من الزجاج

- نثبت قمع صغير على الحوجلة , نسخن بهدوء مع وضع الحوجلة مائلة مع ملاحظة أنه

بوجود كبريتات البوتاسيوم فإن درجة الحرارة تصل إلى 330 د م , المحلول يأخذ اللون

الأسود في البداية ثم أصفر وأخيرا عديم اللون و هذا التحول يتطلب وقت طويل تبعا لنوع

المادة العضوية , وعندما يصبح المحلول عديم اللون نوقف التسخين ونترك الحوجلة تبرد.

**ب - التقطير:** نضع في حوجلة التفاعل ما يلي:

- 100 سم<sup>3</sup> من الماء

- بعض الحبيبات من الزجاج

- نضيف محتوى الحوجلة الأولى (التمعدن) مع الاحتراس من عدم تضييع أي جزء  
\* نغسل الحوجلة ثلاثة مرات ب: 10 سم<sup>3</sup> من الماء في كل مرة ثم نضيف ماء الغسل إلى حوجلة  
التفاعل

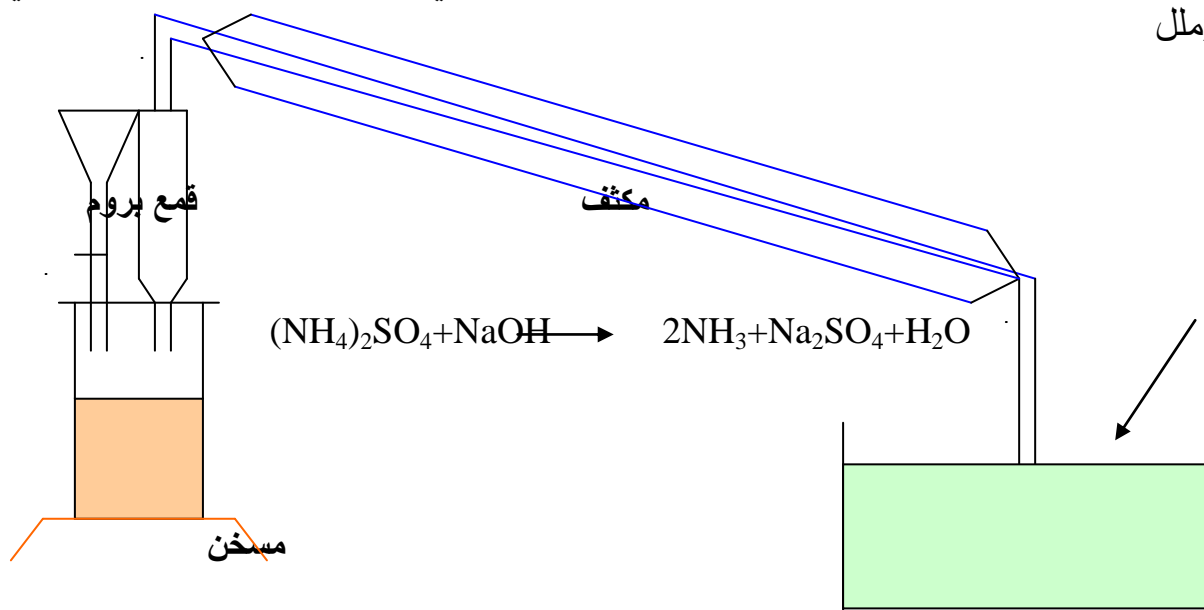
- نضيف قطرتين من أحمر المثيل للتأكد من أن الصود يوجد بكمية كافية, ولمنع انتقال أبخرة  
الصود مع غاز النشادر نثبت على حوجلة التفاعل أنبوب طوله من 20 سم إلى 30 سم مملوء  
بكرات صغيرة من الزجاج

- نضع في قمع البروم 50 سم<sup>3</sup> من الصود المركز

- نضع في البيشر 30 سم<sup>3</sup> حمض كبريت أو حمض الكلور ذو المعامل 0,1 ن

- نضيف قطرتين أحمر المثيل

- نثبت البيشر بحيث تكون نهاية الأنبوب المنحنية مغموسة في محلول حمض الكبريت بحوالي  
2مل



### ج- سير التجربة:

نسكب الصود المركز حتى يأخذ أحمر المثيل اللون الأساسي, نضيف 5 ملل صود نغلق  
الصنبور جيدا , نسخن حتى الغليان إلى غاية تقطير 2 من 3 من المحلول , إذا تغير لون أحمر  
المثيل في الدورق نضيف كميات محددة من الكبريت أو حمض الكلور.

نتأكد من أن كل كمية الأمونياك قد تقطرت بورقة عباد الشمس المبللة فإذا ظهر اللون  
الأزرق فهذا يدل على وجود النشادر وبالتالي نواصل عملية التقطير.

في النهاية نعاير الفائض من حمض الكبريت بواسطة الصود, ليكن حجم الصود المسح في هذه  
المعايرة هو  $V' \text{Cm}^3$

### 4- الحسابات :

عند تغير اللون فإن عدد مك غ للحمض = عدد مك غ للأساس  
نفرض X عدد مك غ للأمونياك

$$\frac{30 N}{1000} \text{ عدد مك غ الآتية من الحمض هي}$$

$$\frac{V'N'}{1000} \text{ عدد مك غ الآتية من الصود هي :}$$

$$\frac{30 N - V'N'}{1000} = \frac{30 N}{1000} - \frac{V'N'}{1000} \quad \text{اذن}$$

$$N\% = \frac{14(30 N - V'N')}{m} \quad \begin{matrix} \xrightarrow{m (g)} \\ \xrightarrow{N\%} 100 (g) \end{matrix}$$

N% : تعبر عن النسبة المئوية للأزوت في المادة العضوية

### تمرين تطبيقي:

عينة من مركب عضوي كتلتها 0,888 غ تحتوي على الأزوت . هذا الأخير حولناه إلى كبريتات أمونيوم بواسطة حمض الكبريت المركز ثم إلى نشادر بالتسخين حتى الغليان بوجود الصود المركز , إمتصنا بعد ذلك النشادر المنطلق بمحلول من حمض الكبريت تركيزه 0,12 ن فكان حجمه المسح = 50 ملل .

ماهي النسبة المئوية للأزوت في هذا المركب العضوي حيث استعملنا 12 ملل من الصود 0,098 ن لمعايرة الفائض من حمض الكبريت؟.

## المجال الثالث : الفلاحي-الغذائي

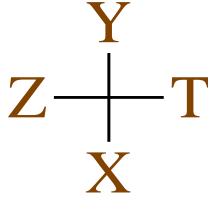
### الوحدة 1: مراجعة للوظائف الأكسجينية

الكحولات-الأدهيدات-السيتونات-الأحماض الكربوكسيلية

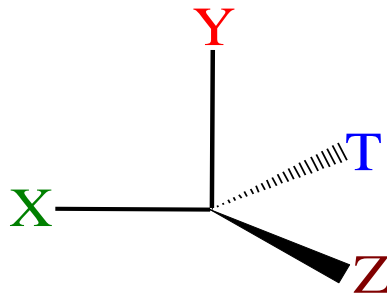
## الوحدة 2: النشاط الضوئي

### 1- الكيرالية :

أ- ذرة الكربون غير متناظرة :

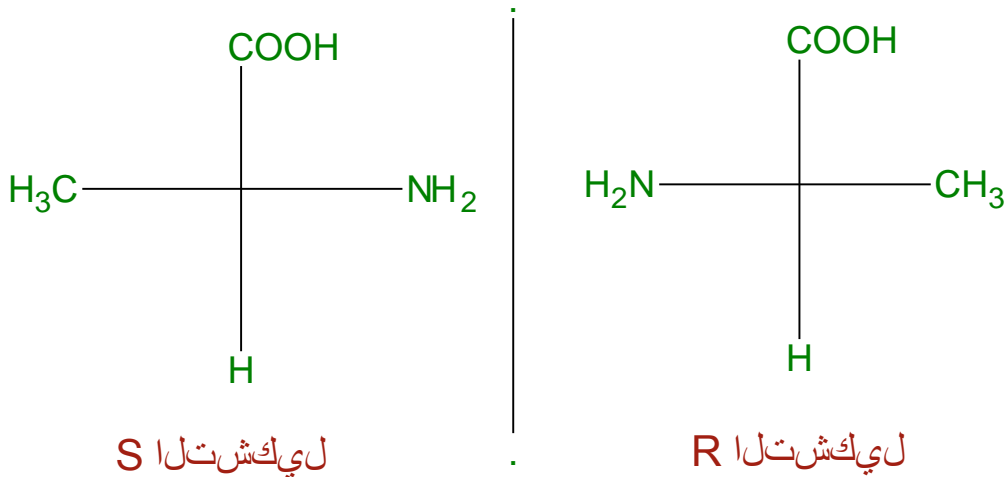


نقول أن ذرة الكربون غير متناظرة عندما ترتبط بأربعة مجموعات مختلفة و يرمز لها بـ \*C



### ب- الكيرالية:

كل جزيء له كربون واحد غير متناظر ولا يحتوي على أي عنصر تناظر هذا الجزيء يكون دائما كيراليا، هذه الخاصية تسمى بالكيرالية أي كل واحد صورة الآخر في المرآة.



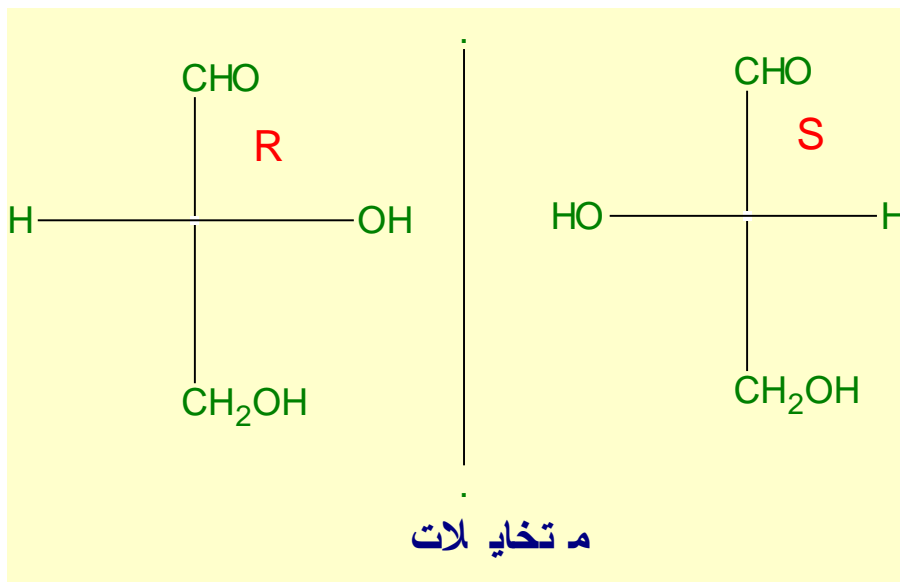
جزيئان كيراليان كل واحد صورة الآخر في المرآة

### ج- المتخاليات ( énantiomères ):

هي علاقة تماكب تربط جزيئان كيراليان لهما تشكيلا مختلفان غير متطابقان ولكنهما متناظران بالنسبة إلى مستوى أي أحدهما صورة الآخر في المرآة وهما يشكلان زوج يدعي متخاليات (énantiomères) لهما نفس الصفات الفيزيائية و الكيميائية ( درجة الغليان, درجة

الإنصهار, الذوبان) ولكنهما يختلفان في خاصية واحدة وهي خاصية التأثير على الضوء المستقطب حيث أحدهما يحرف مستوى ضوء المستقطب باتجاه عقارب الساعة أي يميني الدوران (Déxtrogyre) ويرمز إلى المركب بـ (+).  
والآخر عكس عقارب الساعة أي يساوي الدوران (Lévogyre) ويرمز إلى المركب بـ (-).

مثال : غليسيرالدهيد



- النشاط الضوئي :

أ- تعريف :

تكون مادة ما نشطة ضوئياً إذا كانت قادرة على أن تسبب دوران مستوى إستقطاب الضوء المستقطب الذي يجتاها إبزواية  $(\alpha)$  ونقول عنها مواد فعالة ضوئياً.  
فإذا تحول مستوى الإستقطاب جهة عقرب الساعة فنقول عنها يمينية الدوران (Déxtrogyre) ويرمز للمركب بـ (+).  
والجهة المعاكسة لعقارب الساعة نقول عنها يسارية الدوران (Lévogyre) وترمز ال المركب بـ (-).

ب- شروط الفعالية ضوئياً : يجب على الجزيء أن يحتوي على كربون غير متناظر وأن لا يحتوي على أي عنصر تناظر (مستوى أو مركز تناظر)  
أما الشرط الازم و الكافي لكي يكون جزيئياً ما نشطاً ضوئياً هو أن لا يكون متطابقاً مع صورته في مرآة.

ج- خاصية الفعالية الضوئية في التعرف على المركبات الضوئية وتقدير تراكزها :

كل المركبات التي تحتوي على ذرة كربون غير متناظرة واحدة أو أكثر تكون ناشطة ضوئياً بسبب تأثيرها على ضوء مستقطب وإن مقدار زاوية حرف مستوى الضوء المستقطب تمثل قيمة الدوران المقاس بالدرجات  $(\alpha)$  لمحلول فعال ضوئياً بواسطة جهاز خاص يدعى يولاريمتري (polarimétre).

وتحسب من علاقة بيوت (Biot).

$$\alpha = [\alpha]_D^{20} \times c \times l$$

$\alpha$  = دوران مقياس بالدرجات



$$[\alpha]_{\lambda}^T = \text{الدوران النوعي مقاس بالدرجات}$$

$$T = \text{درجة الحرارة}$$

$$\lambda = \text{طول الموجة الضوئية} = 589.3 \text{ نانومتر (مصباح الصوديوم)}$$

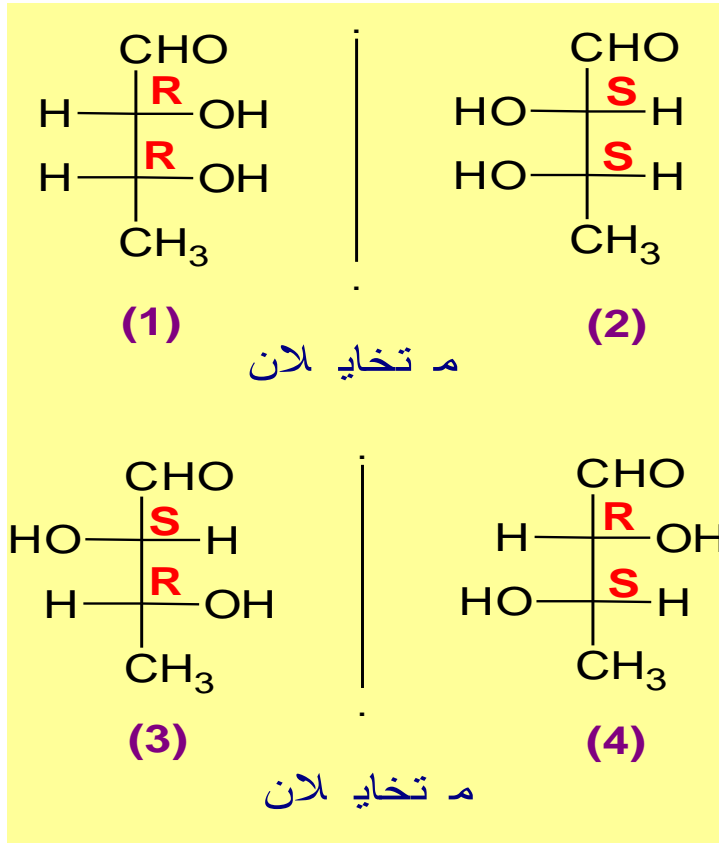
$$l = \text{طول الأنبوب (طول المسافة التي يقطعها الضوء في المحلول) (دسم)}$$

$$C = \text{تركيز المادة الفعالة ضوئياً (غ/سم}^3\text{)}$$

### المماكبات الدياستيرية :

#### أ- تعريف المماكبات الدياستيرية: (Dia stéréo isomère)

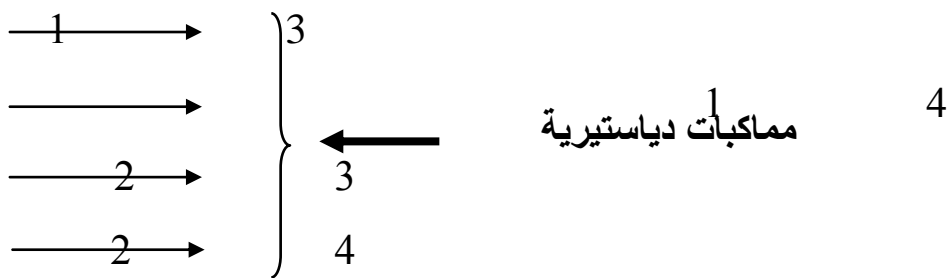
هي علاقة تماكبية تربط المماكبات الفراغية غير المتخايلات ولكي يكون الأمر مماكبات دياستيرية يلزم أن يكون لإحدى ذرتي الكربون الغير متناظرتين التشكيل نفسه في المماكين الفارغيين وأن يكون للذرة الأخرى تشكيل مختلف.



1 → 2      متخايلات ( D et L érythrose )  
 ( فعالة ضوئيا )

1 → 2      متخايلات ( D et L thréose )  
 ( فعالة ضوئيا )

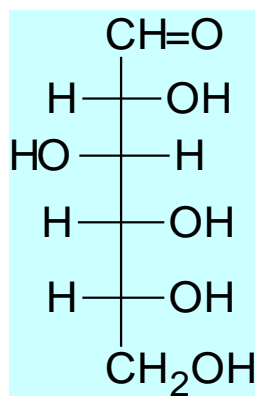
**ب- مماكبات ضوئية :**



**الوحدة 3 : السكريات**

- 1- تعريف السكريات
- 2- تحديد الأقسام الرئيسية للسكريات (أحادية ، مركبة و متعددة ) .
- 3- بنية السكريات الأحادية:
- أ ( البنية السلسلية. تمثيل Fischer.

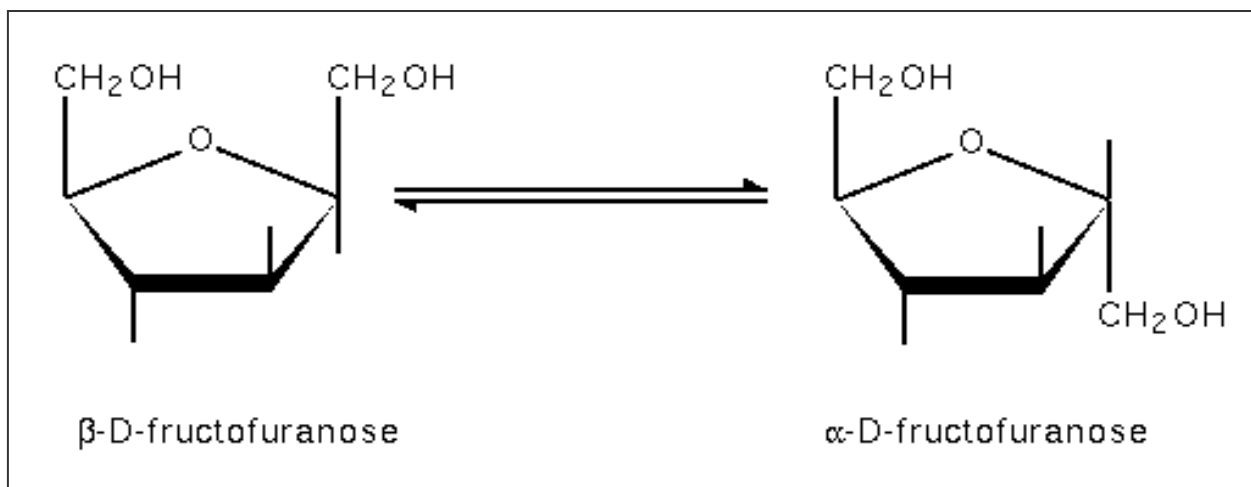
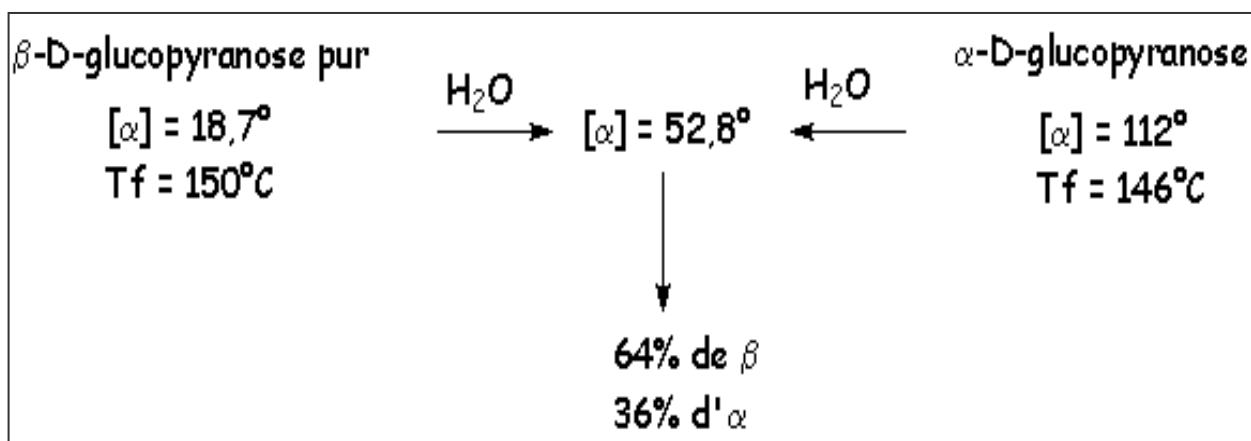
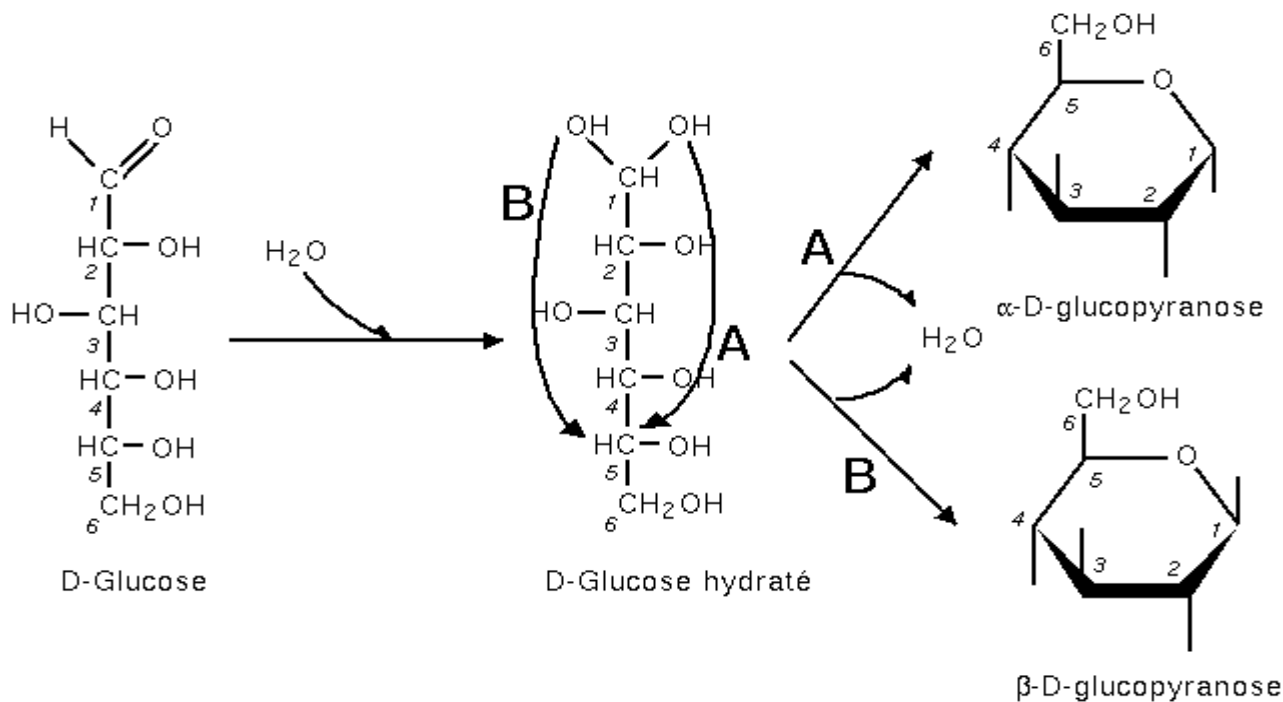
يتطرق الى البنية السلسلية للـ D غلوكوز حسب تمثيل Fischer



- ما هو عدد المماكبات الفراغية الممكنة للغلوكوز ؟
- تسجل الإجابات المقترحة .
- يعطى عدد المماكبات =  $2^n$  حيث n عدد ذرات الكربون غير المتناظرة و بالتالي فإن عدد المماكبات الفراغية للغلوكوز هو 16 .
- تعطى صيغة الفريكتوز و منه تستنتج كل المماكبات الفراغية الأخرى حسب تمثيل فيشير .

### ب ( البنية الحلقية تمثيل Haworth.

- إن عددا من التجارب أثبت أن السكريات توجد في صورتها الحلقية .
- إذا علمت أن الصورة الحلقية للسكريات تنتج عن حدوث جسر أكسجيني بين ذرة الكربون التي تحمل مجموعة الكربونيل و ذرة الكربون قبل الأخيرة في السلسلة . اقترح صيغة حلقية لـ D غلوكوز و صيغة حلقية لـ D فركتوز .
- تسجل جميع الفرضيات .
- تعطى النتيجة الصحيحة :
- تكوين حلقة سداسية شكل بيران في حالة الغلوكوز و يصبح اسمه D غلوكوبيرانوز .
- تكوين حلقة خماسية شكل فيوران في حالة الفريكتوز و يصبح اسمه D فريكتوفيرانوز .
- ماذا تلاحظ عند إغلاق الحلقة ؟
- تحول ذرة الكربون التي كانت تحمل مجموعة الكربونيل إلى ذرة كربون غير متناظرة و ينتج عنها أنوميران  $\alpha$  و  $\beta$  .



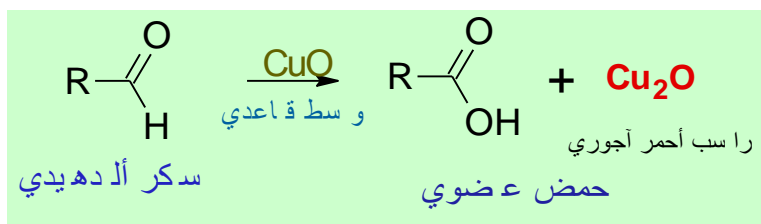
(ج) - الخواص الفيزيائية :

- \* الذوبان: قابلية الذوبان في الماء بسهولة
- \* الانتشار: قابلة للانتشار أي انتقال جزيئات السكر من التركيز المرتفع إلى التركيز المنخفض مثل ذوبان سكر العنب في الماء.
- \* الترشيح يتم ترشيحها بسهولة
- \* الفعالية الضوئية: التذكير بما سبق دراسته

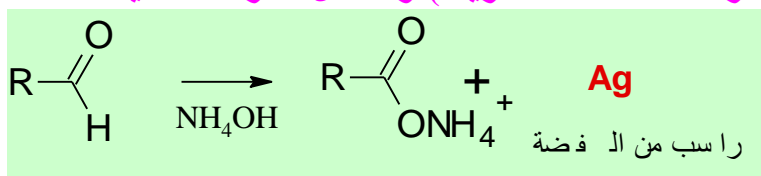
د-) الخواص الكيميائية :

1-) القدرة الارجاعية :

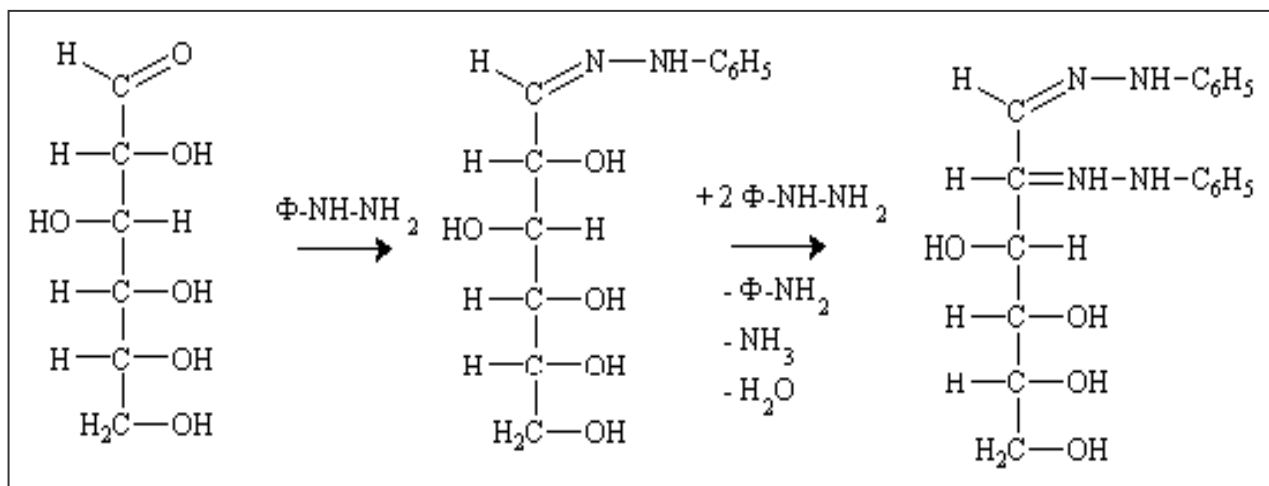
- ارجاع محلول فهلينغ و تشكل راسب أحمر أجوري من  $\text{Cu}_2\text{O}$  .



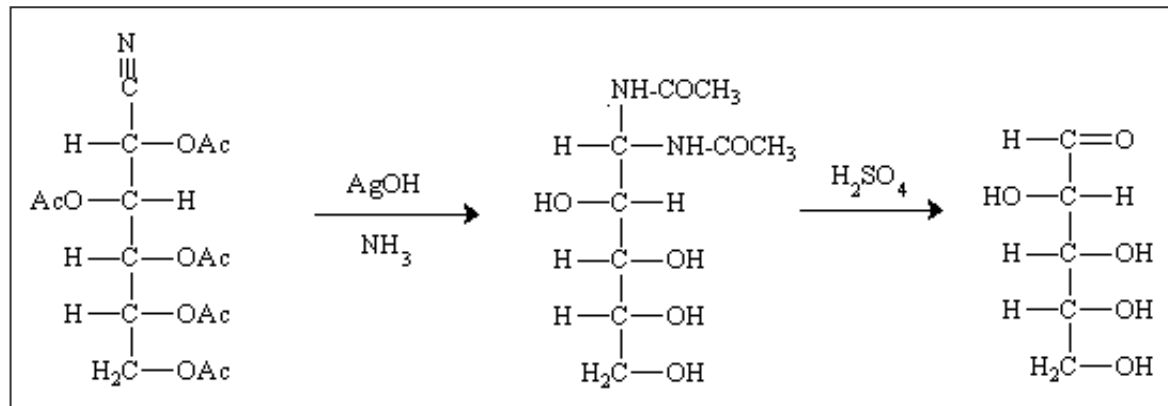
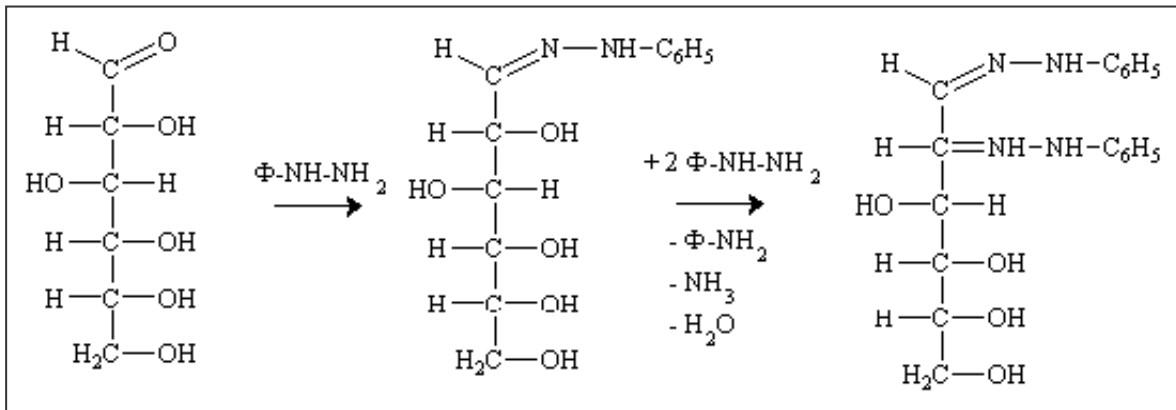
- ارجاع محلول Tollens ( نترات الفضة النشارية ) و تشكل المرآة الفضية .



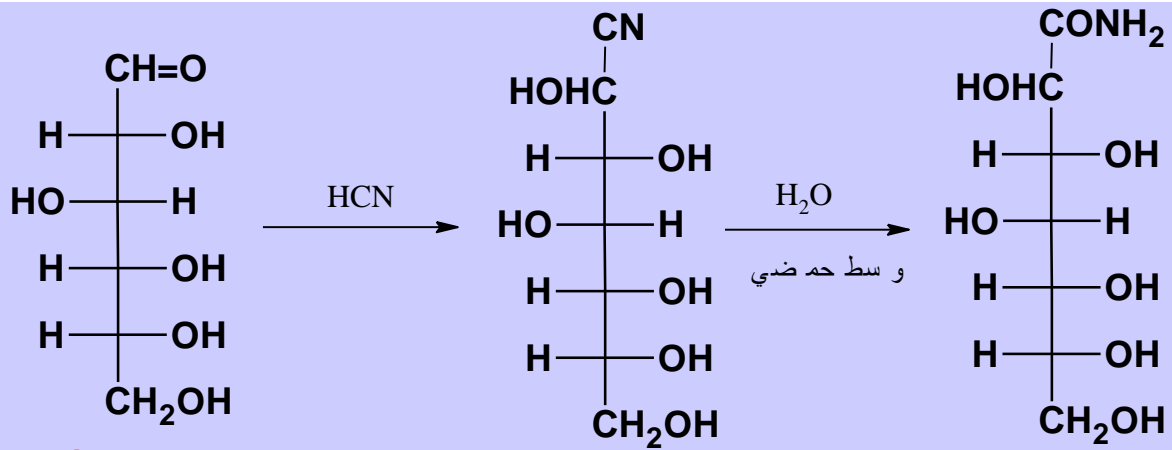
- 2-) التفاعل مع الفينيل هدرالين و تشكل ( الأوسازون ) .



- 3-) فعل الهيدروكسيل أمين (dégradation de WOHL)

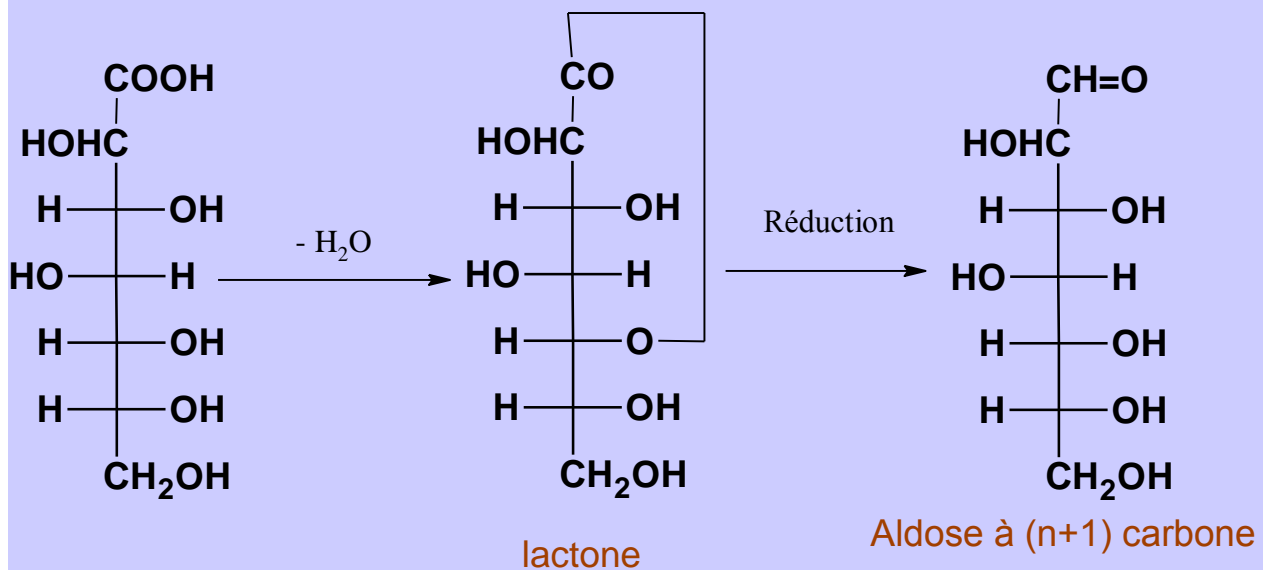


(4) - فعل حمض HCN (méthode de Kiliani -Fischer)



D Glucose

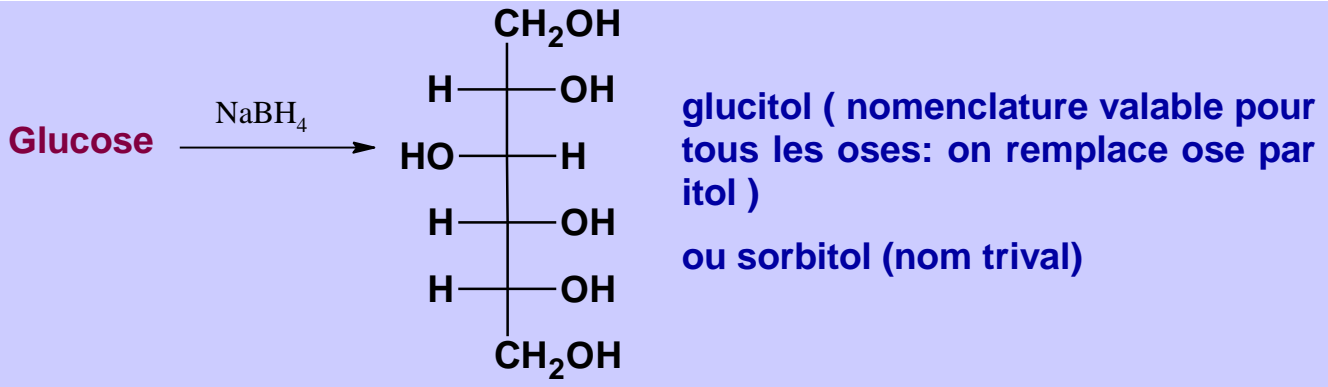
Aldose à n carbone



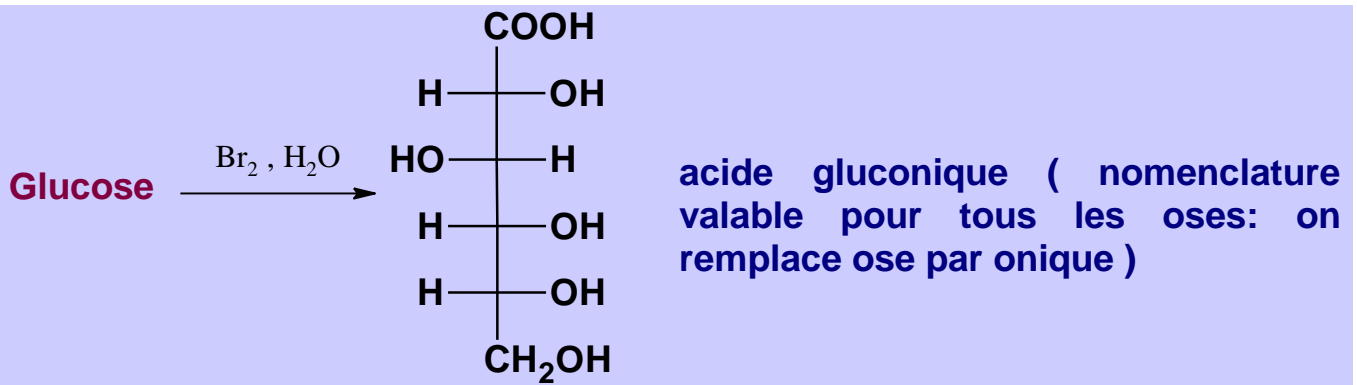
lactone

Aldose à (n+1) carbone

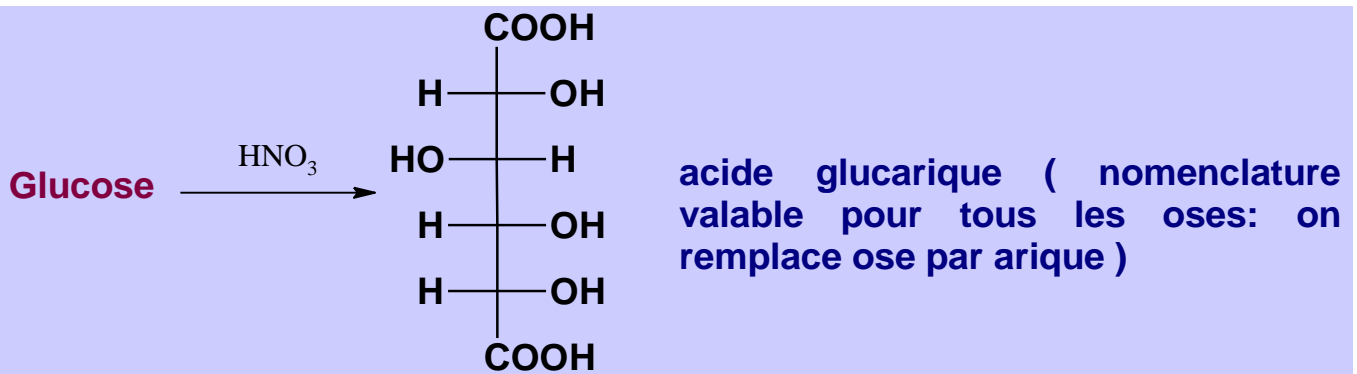
(5) - خواص كيميائية أخرى  
• إرجاع بواسطة  $\text{NaBH}_4$



• الأوكسدة بمحلول مائي للبروم

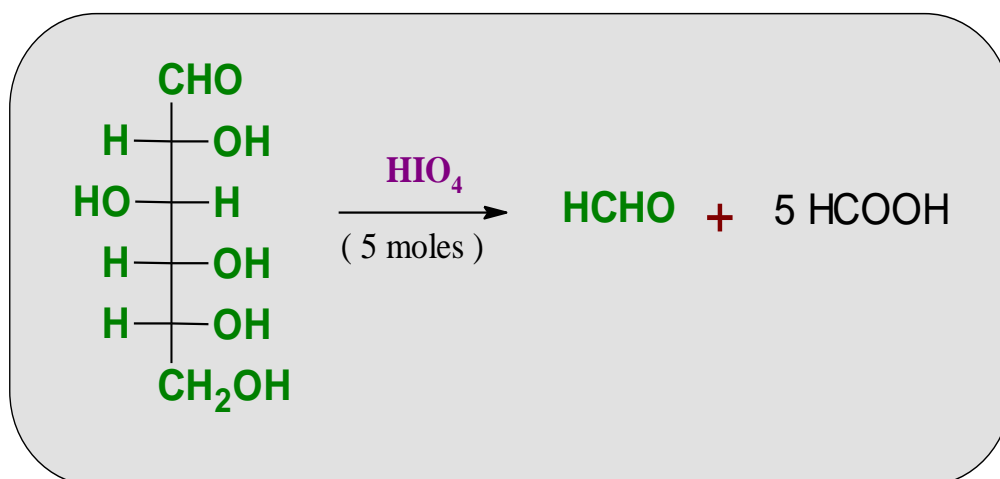
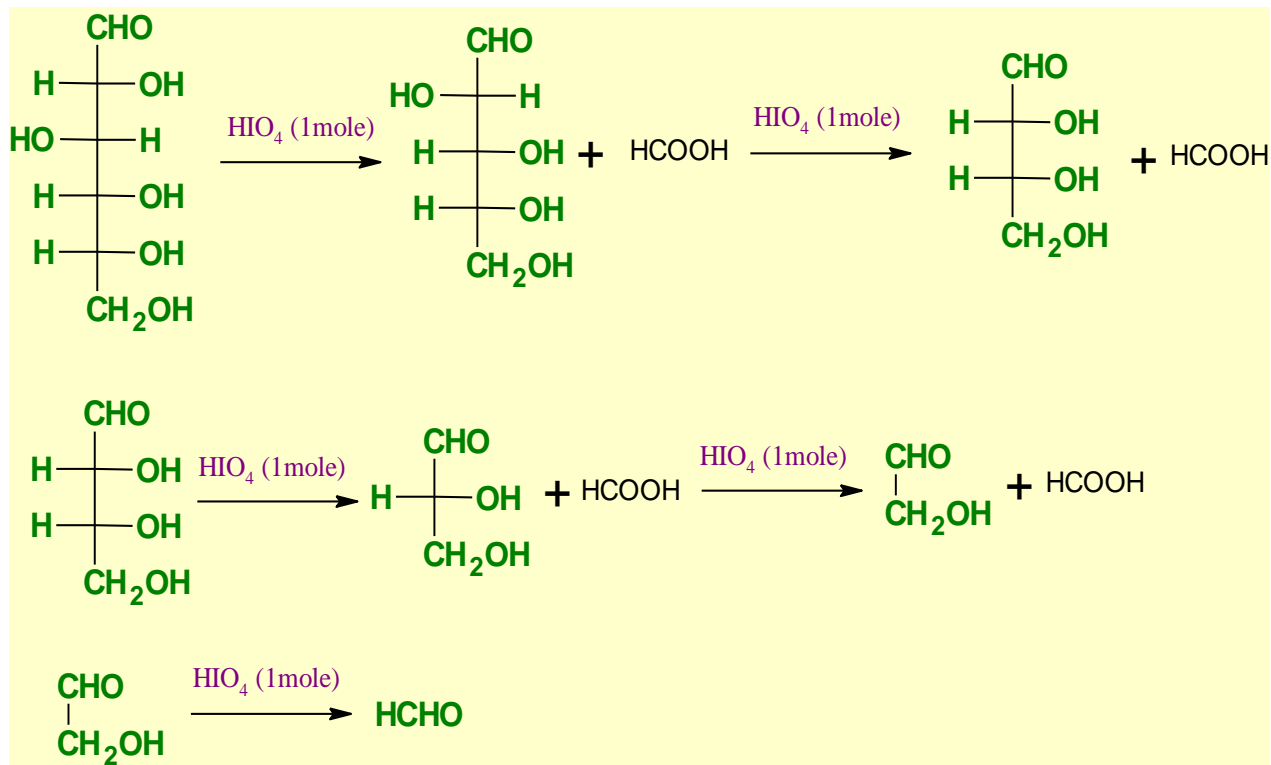


• الأوكسدة بواسطة  $\text{HNO}_3$



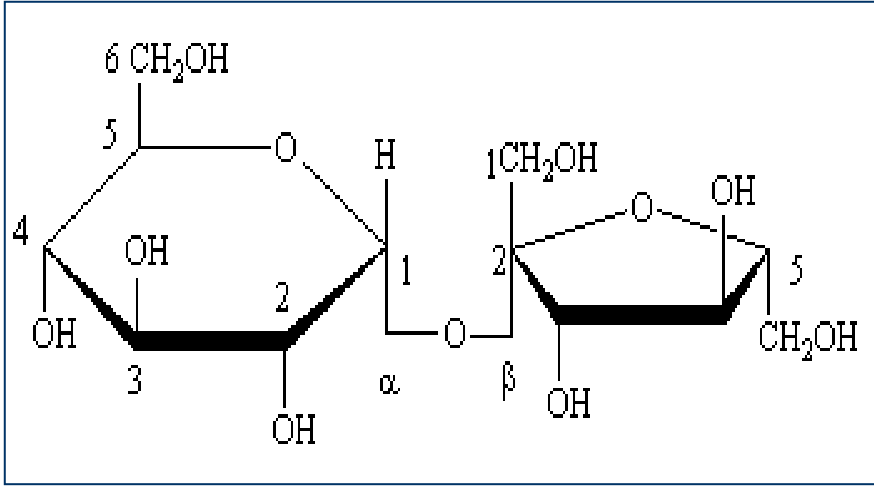
• الأوكسدة بواسطة  $\text{HIO}_4$





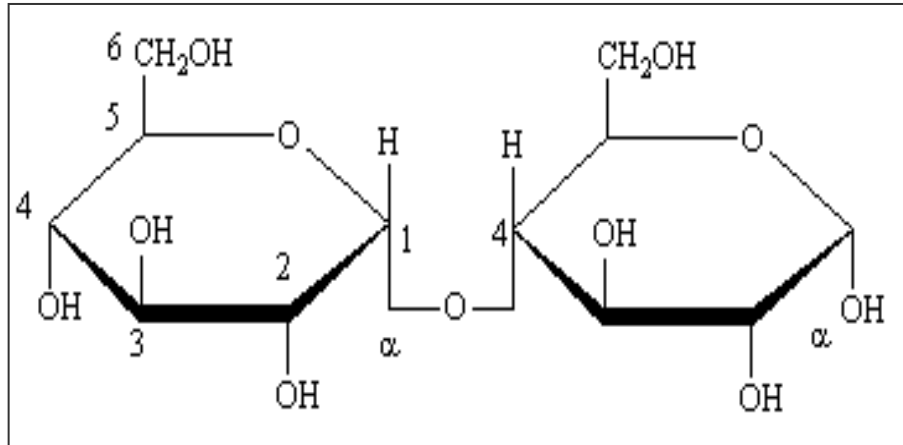
4 - السكريات المركبة:  
 أ - السكاروز

سكر ثنائي يستخلص من قصب السكر و الشمندر السكري يتكون من  $D \alpha$  غلوكوبيرانوز و  $D \beta$  فريكتوفورانوز



**ب) - المالتوز**

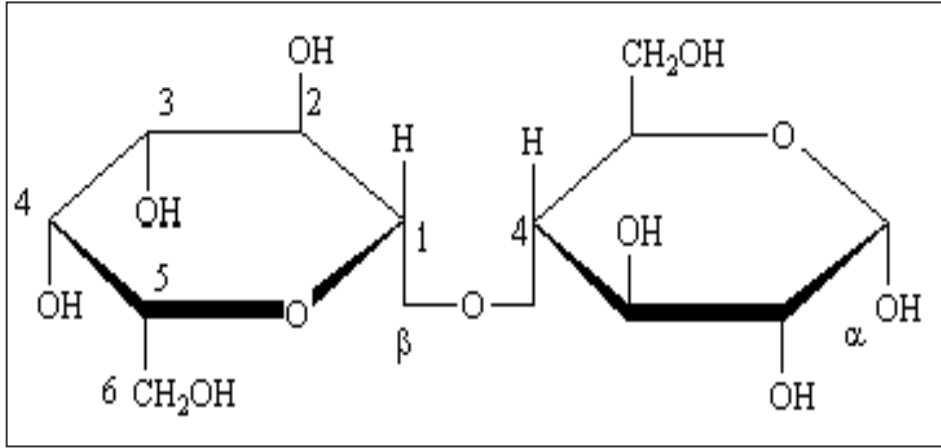
سكر ثنائي يتكون من جزئين من  $D \alpha$  غلوكوبيرانوز



**ج) - اللاكتوز:**

سكر ثنائي يوجد في الحليب بنسبة حوالي 5% يتكون

من  $D \alpha$  غلوكوبيرانوز و  $D \beta$  غلاكتوبيرانوز



- هل السكريات المركبة الثلاثة ( السكروز ، المالتوز ، اللاكتوز ) مرجعة ؟
- تستنتج بعدها نوعية الروابط الموجودة بين السكرين في كل من ( السكروز، المالتوز، اللاكتوز)

( د - تدرس الخواص الآتية :

- القدرة الإرجاعية للسكريات المركبة .
- الإماهة الحامضية للسكريات المركبة .

**النشاط العملي الأول : تقدير الكثافة و الحموضة لحليب**

**أولا : تقدير كثافة الحليب باستعمال lactodensimètre**

**I - المعارف المبنية :** مكونات الحليب - تأثير الحرارة - غش الحليب ( إضافة الماء يخفض الكثافة و نزع الدهن يزيد منها ).

**II - الأهداف المنهجية :** قياس كثافة الحليب باستعمال lactodensimètre

**III - التنظيم وسير الدرس :**

**أ- الوسائل و المواد:** إرلن سعته 250 مل، lactodensimètre -مخبر مدرج سعته 250 مل ، حمام مائي، مقياس حرارة (عندما لا يوجد lactodensimètre) ، الحليب .

**ب- سير الدرس :**

**(1) وضعية الإنطلاق :** التذكير بالدهون كمكون أقل كثافة بالحليب .  
- تأثير الحرارة على مكونات الحليب و دورها في قياس الكثافة  
- تركيب lactodensimètre

**(2) الإشكالية :** كيف نقيس كثافة الحليب بطريقة lactodensimètre ؟

**(3) صياغة الفرضيات**

**(4) التقصي ( التحقيق والبحث بالتجريب و الملاحظة )**

**4.1- مبدأ العمل :** قياس كثافة حليب بطريقة lactodensimètre حتى يكشف غش الحليب و تقدير مواده الصلبة الكلية والصلبة اللاذهنية لتوجيه الحليب في صناعة الألبان .

**4.2- خطوات العمل :**

**أ- تحضير عينة الحليب :** زنبق أو رصاص

يملاً الإرلن بالحليب و يوضع بحمام مائي حرارته 37-40°م حتى يتجانس ثم أتركه يبرد لمدة 30 دقيقة .

**ب- تحضير الحليب :** يسكب الحليب السابق بالمخبر

المدرج ثم يحضن بحمام مائي 15,5°م ( أحيانا 20°م ) .

**ج- استعمال lactodensimètre :** يغمر lactodensimètre في

المخبر يدار بحركة خفيفة و يترك ليثبي في الوسط مع مراعاة عدم التصاقه بجدار المخبر و لمسّه للقاع و بعد

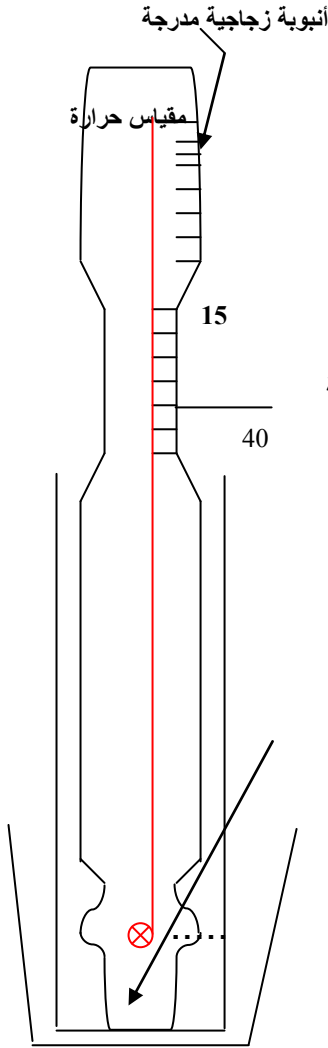
30 ثانية تتم قراءة مباشرة lactodensimètre و درجة حرارة الحليب .

**5- النتيجة :** قراءة lactodensimètre عند درجة الحرارة المطلوبة يطلق عليها أحيانا بالكثافة الخام و تتعلق بدرجة حرارة عينة الحليب المقاسة وتصبح :

$$\text{كثافة الحليب} = \frac{\text{قراءة lactodensimètre (المعدلة)}}{1+1000}$$

تعديل قراءة lactodensimètre عندما تكون درجة الحرارة أعلى من 15°م حيث يضاف 0.18 لكل درجة حرارة وتطرح عندما تكون أقل من 15,5°م

مثال : القراءة = 30 عند حرارة عينة حليب 20,5°م ( أعلى من 15°م )



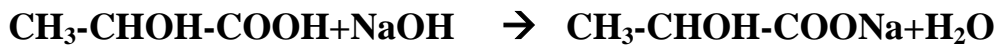
القراءة المعدلة =  $30 = 0,18 \times (15,5-20,5) + 30$

$$1,0309 = 1 + \frac{30,9}{1000} = \text{كثافة الحليب}$$

- ملاحظات:** 1/ القراءة المثالية عند  $(1 \pm 15.5)^\circ\text{م}$  و أين لا تتجاوز الفرق  $\pm 5^\circ\text{م}$   
2/ في حالة احتواء الحليب البيكرومات كمادة حافظة يطرح 0,0007 من الكثافة الناتجة.  
3/ إن طفو حول حواف المخبار عند غمر lactodensimètre فيه يؤدي إلى التخلص من آثار الرغوة المتبقية و تسهل أخذ القراءة.  
4/ متوسط كثافة حليب طبيعي 1,032 و حليب بعض الأبقار كثافة بين 1,023-1,036 بينما كثافة حليب فرز أو مقشد 1,036.

### ثانيا : تقدير الحموضة لحليب

- I - المعارف المبنية :** التذكير بالصيغة الكيميائية لحمض اللاكتيك تخمر اللاكتوز.  
**II-الأهداف المنهجية :** تقدير حموضة و الـ pH حليب  
**III- التنظيم وسير الدرس :**  
1- **الوسائل و المواد :** إرلن 250 ملل ، سحاحة ، ماصة، حامل، جهاز pH-mètre، حليب ، محلول NaOH (0,1N) . كاشف فينول فتالئين (1 % ) .  
2- **الإشكالية :** كيف يتم تقدير حموضة و PH حليب.  
3- **صياغة الفرضيات :**  
4- **التقصي :**  
4.1- **مبدأ العمل :**  
أ- تعديل حمض الاكتيك بـ NaOH (0,1N) بوجود كاشف فينول فتالئين



ب- تقدير PH حليب

### 4.2-خطوات العمل :

- أ- المعايرة بواسطة NaOH (0,1N)  
- ضع بإرلن 250 ملل :  
10 ملل حليب + قطرتين كاشف فينول فتالئين  
- ضع بالسحاحة محلول NaOH (0,1N) وأبدأ في التسحيح حتى يظهر لون وردي ثم سجل  $V_B$  بالـ ملل.

ب- أضبط جهاز pH-mètre بمحلولين منظمين ثم قس بشكل مباشر قيمة pH حليب.

### 5- النتيجة :

الكتلة المولية لحمض اللاكتيك = 90 غ /مول

$$100 \times \frac{0,009 \times V_b}{\text{وزن عينة الحليب}} = \% \text{ حموضة}$$

- يحسب PH الحليب

- يحسب PH الحليب مباشرة باستعمال جهاز الـ PHmètre

- يقارن بين النتيجتين

- تحليل النتائج و تقارن مع المواصفات المعمول بها مع إصدار حكما عليها

**النشاط العملي الثاني : تقدير تركيز السكروز في محلول بالطريقة الإستقطابية**

### **Polarimétrie**

**I- المعارف المبنية :** المركبات الفعالة ضوئيا- النشاط الضوئي

قانون Biot

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^T \times C \times l$$

$$\text{الدوران النوعي بالدرجات} = [\alpha]_{\lambda}^T$$

$\alpha$  : زاوية انحراف الضوء المستقطب بـ الدرجات

$l$  : طول الأنبوب (طول المسافة التي يقطعها الضوء في المحلول) بالديسمتر

$C$  : تركيز المادة الفعالة ضوئياً بالغرام /سم<sup>3</sup>

## II- الأهداف المنهجية :

### III- التنظيم وسير الدرس :

#### أ- الوسائل و المواد

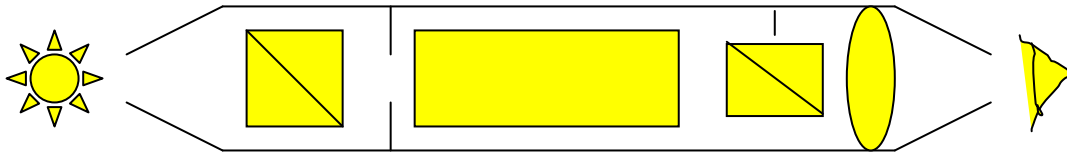
الوسائل :

- جهاز الإستقطاب ( بولاريمتر)

المواد :

- سكروز

- ماء مقطر



منبع ضوئي

مراقب عدسة محلل أنبوبة لوضع المحلول فجوة مستقطب

- حوالة (1ل)

- حوالات (100ملل)

#### ب- سير الدرس :

1- **وضعية الانطلاق** : التذكير بالصيغة العامة للسكروز و كيفية تخضير محاليل قياسية

وتطبيق قانون Biot

2- **الإشكالية** : كيف يتم تقديم السكروز في محلول بالطريقة الإستقطابية ؟

3- **صياغة الفرضيات** :

4- **التقصي ( التحقيق و البحث بالتجريب و الملاحظة )**

4-1- **مبدأ العمل** : يعتمد في تقدير تركيز السكروز في محلول على تخضير محاليل قياسية منه

ثم تمثيل منحنى قياسي يستنتج تركيز السكروز المجهول.

4-2- **خطوات العمل** :

أ- **تحليل محاليل قياسية للسكروز**:

نضع 100 غ سكروز بحوالة سعتها 1 ل ثم نضيف إليها مقطر و نذيبها و يكمل

الحجم بالماء المقطر حتى لتر و يسمى محلول A ثم نحضر 4 محاليل قياسية بتركيز مختلفة كل منها يوضح بحوجة سعتها 100 ملل حسب الجدول و نقيس زاوية الانحراف

رقم الحوجة	1	2	3	4
محلول (A) ب ملل	100	80	50	10
ماء مقطر ب ملل	0	20	50	90
تركيز المحلول (A) غ/ل	100	80	50	10
تركيز المحلول (A) غ/سم <sup>3</sup>	0.1	0.08	0.05	0.01
$\alpha$ ب الدرجات	13.3	10.6	6.7	1.2

### ب- معايرة المحلول المجهول :

نأخذ حجم من محلول سكروز مجهول التركيز ( $S_x$ ) و يكمل إلى 100 ملل بالماء المقطر ثم نملاً أنبوبة جهاز الاستقطاب بهذا المحلول و نقيس  $\alpha_x$  مع العلم أن طول أنبوبة جهاز الاستقطاب  $l = 20$  سم

### 5- رسم المنحنى $\alpha = f(C)$ و استنتاج تركيز السكر في العينة :

حيث  $C =$  تركيز المحاليل القياسية .  
يستنتج ( $S_x$ ) تركيز محلول سكروز مجهول الممدد المنحني من البياني القياسي ثم ( $S_x$ ) الابتدائي

$$S_x \text{ للمحلول الممدد(المخفف) } 100 \times \frac{S_x \text{ الإبتدائي}}{\text{حجم المحلول السكر المأخوذ}} = S_x \text{ الإبتدائي}$$

### النشاط العملي الثالث: معايرة اللاكتوز في الحليب بطريقة برتراند

I - المعارف المبنية : القدرة الإرجاعية للسكريات لمحلول فهلنغ

II - الأهداف المنهجية :

III - التنظيم وسير الدرس :

#### أ- الوسائل و المواد

حمام مائي ،ارلن ، ماصات ، ساحات ، أنابيب مدرجة ، قمع زجاجي ،ورق ترشيع ،حامل

- محاليل: [ فهلنغ أ ، ب -  $K_4 [ Fe (CN)_6 ]$  : 150 غ/ل -  $(CH_3 COO)_2 Zn$  : 300 غ/ل

$Fe_2(SO_4)_3$  : 50 غ/ل -  $KMnO_4$  (0.1N)

- حمض  $H_2SO_4$  مركز ، ماء مقطر ، حليب



## ب- سير الدرس

1- **وضعية الإنطلاق** : التذكير بالوظائف الأدهيدية و السيتونية للسكريات – خاصية الإرجاع – بنية اللاكتوز و خاصية إرجاعه لمحلول فهلنغ لتقدير كميته بالحليب.

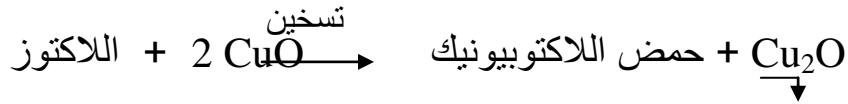
2- **الإشكالية** : كيف يتم تقدير سكر اللاكتوز في الحليب إنطلاقاً من خاصية إرجاعه لمحلول فهلنغ؟

3- **صياغة الفرضيات**:

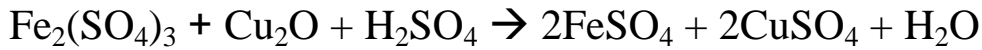
4- **التقصي** :

4.1- **مبدأ العمل** :

أ- أكسدة اللاكتوز و إرجاع فهلنغ ( تشكيل راسب أحمر أجوري  $\text{Cu}_2\text{O}$  )



ب- أكسدة و إذابة الراسب بوجود فائض من  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  في وسط حمضي



ج- معايرة  $\text{FeSO}_4$  بـ  $\text{KMnO}_4$  (0.1N) في نفس الوسط الحمضي



4.2- **خطوات العمل**:

أ- تحضير العينة : يتم الحصول على مصّل الحليب

- ضع بإرلن 250 ملل:

- 20 ملل حليب + 2 ملل فيروسيانور البوتاسيوم + 2 ملل خلات التوتياء + 100 ملل ماء

مقطر ويكمل حجم الخليط 200 ملل

- نضيف 2 ملل ماء مقطر و نرج و يترك 15 دقيقة ثم نرشح

ب- أكسدة اللاكتوز و إرجاع محلول فهلنغ ( تشكيل الراسب  $\text{Cu}_2\text{O}$  )

- نضع بإرلن 250 ملل : 10 ملل مصّل حليب + 20 ملل محلول فهلنغ أ + 20 ملل محلول

فهلنغ ب + 10 ملل ماء مقطر ثم نسخن حتى الغليان لمدة ثلاثة دقائق.

ج- فصل و غسل الراسب الأحمر الأجوري.

د- إذابة الراسب : نضيف 30 ملل  $Fe_2(SO_4)_3$  مع قطرات حمض  $H_2SO_4$  مركز

هـ- معايرة  $FeSO_4$  بواسطة  $KMnO_4$  (0.1 N) في نفس الوسط الحمضي:  
سحح حتى ظهور اللون الوردي الذي يثبت بين 10-20 ثانية  
سجل حجم برمنغنات البوتاسيوم المسححة

## 5-النتيجة :

1- إستنتج كتلة اللاكتوز من جدول برتراند

2- قارن النتائج المحصل عليها بالموصفات و أصدر حكما على النوعية

## النشاط العملي الرابع: تقدير نسبة السكريات المرجعة و غير المرجعة

I- المعارف المبنية : القدرة الارجاعية للسكريات لمخلول فهلنغ.

II-لأهداف المنهجية:

III-التنظيم وسير الدرس:

أ- الوسائل و المواد:

- حمام مائي ، إرلن ، ماصات ، ساحات ، أنابيب مدرجة ، مقياس حرارة ، ورق ترشيح  
قمع زجاجي، حامل مربى الفاكهة أو عصير أو عسل  
حمض  $H_2SO_4$  مركز، حمض  $HCl$  مركز ، ماء مقطر، كاشف فينول فتالين (1%)  
محاليل  $K_4[Fe(CN)_6]$  150 غ/ل -  $(CH_3COO)_2.Zn$  300 غ/ل- فهلنغ أ و ب  
 $Fe_2(SO_4)_3$  50 غ/ل -  $NaOH$  30% -  $HCl$  10% -  $KMnO_4$  (0.1N)

ب- سير الدرس:

أولاً: تقدير نسبة السكريات المرجعة :

1- **وضعية الانطلاق:** التذكير بطريقة برتراند لمعايرة اللاكتوز بنية الغلوكوز و الفركتوز والتوصل مع التلاميذ بأنهما مرجعان لمحلول فهلنغ وعليه معايرة السكريات المرجعة و تقدير كميتها.

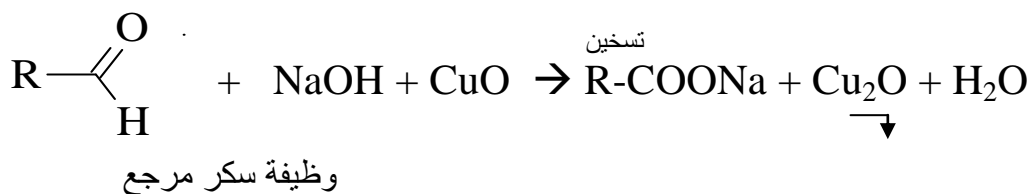
2- **الإشكالية :** كيف يتم تقدير نسبة السكريات المرجعة (مربى الفاكهة أو عصير أو عسل).

3- **صياغة الفرضيات:**

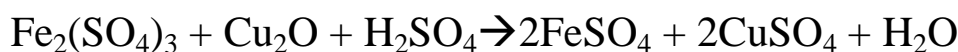
4- **التقصي :**

1.4- **مبدأ العمل:**

أ- تصفية العينة و إرجاع فهلنغ بواسطة السكريات المرجعة (تشكيل راسب احمر أجوري من  $\text{Cu}_2\text{O}$ ):



ب- أكسدة و إذابة الراسب في الوسط الحمضي بـ  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$



ج- معايرة  $\text{FeSO}_4$  بـ  $(0.1\text{N})\text{KMnO}_4$  في نفس الوسط الحمضي



2.4- **خطوات العمل:**

أ- تصفية العينة: بارلن 250 ملل نضع 5 غ من مربى الفاكهة أو عصير أو عسل + 100 ملل ماء مقطر + 2 ملل فيرو سيانور البوتاسيوم + 2 ملل خلات الزنك ونخلط جيدا ثم يترك 15 دقيقة ثم نرشح ويكمل الراشح إلى 250 ملل بالماء المقطر  
ب- أكسدة السكريات المرجعة و إرجاع محلول فهلنغ (تشكيل الراسب  $\text{Cu}_2\text{O}$ )  
نضع 250 ملل :

10 ملل راشح + 20 ملل فهلنغ أ+ 20 ملل فهلنغ ب+ 10 ملل ماء مقطر وبعد الخلط نسخن حتى الغليان لمدة 3 دقائق

ج- فصل و غسل الراسب الأحمر الأجوري

د- إذابة و أكسدة الراسب : نضيف 30 ملل  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  مع قطرات حمض  $\text{H}_2\text{SO}_4$  مركز

هـ- معايرة  $\text{FeSO}_4$  بواسطة  $(0.1\text{N}) (\text{KMnO}_4)$  في نفس الوسط الحمضي:  
سحح حتى ظهور اللون الوردي ( ثابت عند حوالي 10-20)  
سجل حجم محلول  $(\text{KMnO}_4) (0.1 \text{N})$  المستهلك ( $V_1$  بالملل)

5- **النتيجة :**

يعطى G نسبة السكريات المرجعة من جدول برتراند للسكريات المرجعة وهي تقابل كتلة النحاس المترسبة بالملغ =  $N \times V_1 \times 63.54$   
حيث: N نظامية محلول برمنغنات البوتاسيوم

ثانيا: تقدير نسبة السكريات غير المرجعة

### 1- وضعية الإنطلاق:

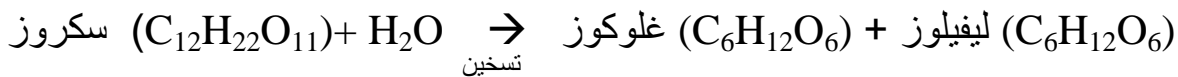
2- الإشكالية : كيف يتم تقدير نسبة السكريات غير المرجعة في مربى الفاكهة أو عصير أو عسل انطلاقا من إماهتها الحامضية ثم إرجاعها لمحلول فهلنغ

### 3- صياغة الفرضيات

### 4- التقصي ( التحقيق و البحث بالتجريب و الملاحظة)

#### 1.4- مبدأ العمل :

أ- تصفية العينة و الإماهة الحامضية للسكريات غير المرجعة وإرجاع فهلنغ فيتشكل راسب أحمر أجوري ( $Cu_2O$ ) بواسطة السكر المحول



ب- يكمل باقي مبدأ العمل ابتداء من معادلة تفاعل إرجاع فهلنغ لتقدير نسبة السكريات المرجعة

#### 2.4- خطوات العمل :

أ- تصفية العينة : (مثل تقدير نسبة السكريات المرجعة)

ب- الإماهة الحامضية للسكريات غير المرجعة في العينة :

بارلن 250ملل نضع : 10 ملل راشح + 50 ملل ماء مقطر + 1ملل حمض HCl مركز ثم نسخن لمدة 15-20 دقيقة على حمام مائي 70° م ثم يترك ليبرد ، نضيف قطرتين فينول فتالئين ونسحح NaOH (30%) حتى يظهر لون وردي ثم نضيف محلول HCl (10%) حتى يزول اللون الوردي

ج- أكسدة السكريات الكلية و إرجاع محلول فهلنغ :

( يتشكل راسب أحمر أجوري ( $Cu_2O$ ) كتلته أكبر منها في السكريات المرجعة)

بارلن 250 ملل نضع : 10 ملل خليط ناتج من المرحلة (ب) + 20 ملل فهلنغ أ + 20 ملل فهلنغ ب + 10 ملل ماء مقطر وبعد الخلط نسخن حتى الغليان لمدة 3 دقائق

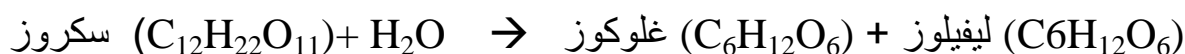
د- تكمل باقي الخطوات كما في تقدير نسبة السكريات المرجعة حيث  $V_2$  بالملل حجم  $KMnO_4$  المستهلك 0.1N

### 5- النتيجة :

نسبة السكريات الكلية G تستنتج من جدول برتراند للسكر المحول و تقابل النحاس المترسبة

$$\text{بالملغ} = 63.54 \times V_2 \times N \text{ حيث } N \text{ نظامية محلول } KMnO_4$$

لكن :



$$342 \text{ غ} \rightarrow (180 \text{ غ} + 180 \text{ غ})$$

$$S. \rightarrow 100 \times (G - G')$$

$$S = \frac{342 \times 100 \times (G - G')}{360}$$

نسبة السكريات الغير مرجعة  $S = 95 \times (G - G')$  ملغ / ل  
- تفسر النتائج و تقارن مع المواصفات المعمول بها ويصدر حكما عليها

جدول برتراند (2) سكر محول						جدول برتراند (1) سكريات مرجعة					
سكر محول ملغ	نحاس ملغ	سكر محول ملغ	نحاس ملغ	سكر محول ملغ	نحاس ملغ	نحاس ملغ	غلوكوز ملغ	نحاس ملغ	غلوكوز ملغ	نحاس ملغ	غلوكوز ملغ
70	129.2	40	77.7	10	20.6	129.8	70	77.5	40	20.4	10
71	130.8	41	79.5	11	22.6	131.4	71	79.3	41	22.4	11
72	132.4	42	81.2	12	24.6	133.1	72	81.1	42	24.3	12
73	134	43	83	13	26.5	134.7	73	82.9	43	26.3	13
74	135.6	44	84.8	14	28.5	136.3	74	84.7	44	28.3	14
75	137.2	45	86.5	15	30.5	137.9	75	86.4	45	30.2	15
76	138.9	46	88.3	16	32.5	139.6	76	88.2	46	32.2	16
77	140.5	47	90.1	17	34.5	141.2	77	90	47	34.2	17
78	142.5	48	91.9	18	36.4	142.8	78	91.8	48	36.2	18
79	143.7	49	93.6	19	38.4	144.5	79	93.6	49	38.2	19
80	145.3	50	95.4	20	40.4	146.1	80	95.4	50	40.1	20
81	146.9	51	97.1	21	42.3	147.7	81	97.1	51	42	21
82	148.5	52	98.8	22	44.2	149.3	82	98.9	52	43.9	22
83	150	53	100.6	23	46.1	150.9	83	100.6	53	45.8	23
84	151.6	54	102.5	24	48	152.5	84	102.3	54	47.7	24
85	153.2	55	104	25	49.8	154	85	104.1	55	49.6	25

86	154.8	56	105.7	26	51.7	155.6	86	105.8	56	51.5	26
87	156.4	57	107.4	27	53.6	157.2	87	107.6	57	53.4	27
88	157.9	58	109.4	28	55.5	158.8	88	109.3	58	55.3	28
89	159.5	59	110.9	29	57.4	160.4	89	111.1	59	57.2	29
90	161.1	60	112.6	30	59.3	162	90	112.8	60	59.1	30
91	162.6	61	114.3	31	61.1	163.6	91	114.5	61	60.9	31
92	164.2	62	115.9	32	63	165.2	92	116.2	62	62.8	32
93	165.7	63	117.6	33	64.8	166.7	93	117.9	63	64.6	33
94	167.3	64	119.2	33	66.7	168.3	94	119.6	64	66.5	33
95	168.8	65	120.9	35	68.5	169.9	95	121.3	65	68.3	35
96	170.3	66	122.6	36	70.3	171.5	96	123	66	70.1	36
97	171.9	67	124.2	37	72.2	173.1	97	124.7	67	72	37
98	173.4	68	125.9	38	74	174.6	98	126.4	68	73.8	38
99	175	69	127.5	39	75	176.2	99	128.1	69	75.7	39
100	176.5					177.8	100				

**ملاحظة :** جدول برتراند للاكتوز يوجد بالوثيقة المرافقة

## الوحدة 4: الليبيدات

### 1- تعريف الليبيدات :

مركبات عضوية لا تذوب في الماء (LIPOS) و تذوب في المذيبات العضوية مثل الكلوروفورم , الإيثر .....

تنقسم الليبيدات إلى قسمين : البسيطة (الجليسيريدات و السيريديات) و المركبة .

### 2- الأحماض الدسمة :

الأحماض الدسمة الطبيعية لديها عدد زوجي من ذرات الكربون و تكون مشبعة أو غير مشبعة .

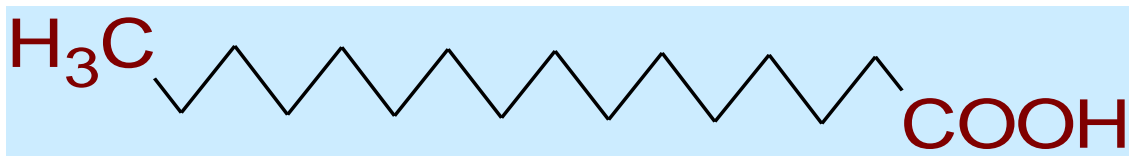
صيغتها العامة هي :  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$

### أ- بنية بعض الأحماض الدسمة المشبعة :

نذكر منها بعض الأحماض الدسمة الأكثر إنتشارا في الطبيعة

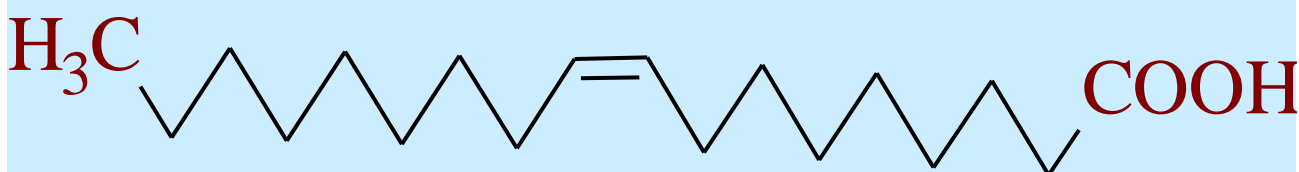
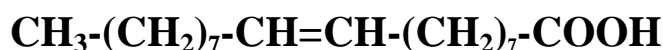
4 C	Acide butyrique	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$
16 C	Acide palmitique	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$
18 C	Acide stéarique	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$
24 C	Acide lignocérique	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$

مثال : حمض البالمتيك :  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$

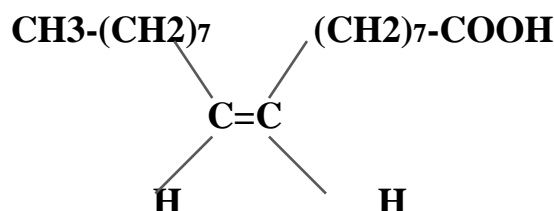


## ب- بنية بعض الأحماض الدسمة غير مشبعة :

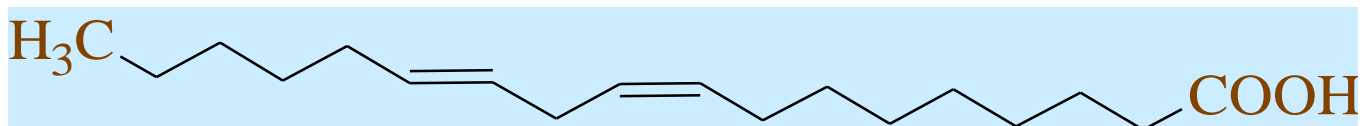
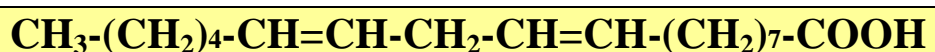
مثال : حمض الأوليك (Acide oléique) : لديه 18 ذرة كربون و رابطة مضاعفة واحدة في  $C_9$



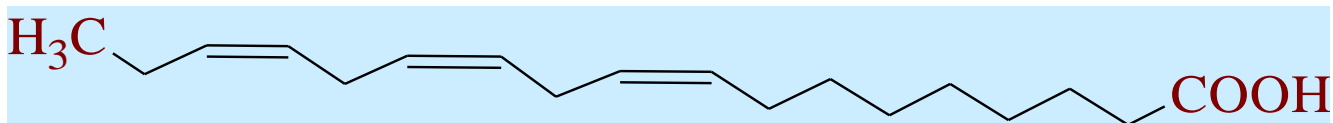
إن وجود رابطة مضاعفة ينتج عنها تماكب فراعي من نوع cis-trans و الأحماض الدسمة الطبيعية هي من نوع cis



مثال : حمض اللينوليك (Acide linoléique) : لديه 18 ذرة كربون و رابطتين مضاعفتين في  $C_9$  و  $C_{12}$



مثال : حمض اللينوليك (Acide linoléique) : لديه 18 ذرة كربون و 3 روابط مضاعفة في :  $C_9$  و  $C_{12}$  و  $C_{15}$



## 1.2- الخواص الفيزيائية :

## أ- الذوبانية :

حمض البيوتريك C4 يذوب في الماء ثم تبدأ تقل الذوبانية إلى الحمض C10 (فأكثر), لا تذوب في الماء و تذوب في المذيبات العضوية مثل الكلوروفورم, الإيثر .....

## ب- درجة الانصهار : لديك جدول يبين درجة انصهار بعض الأحماض الدسمة

درجة الانصهار	مختصر	البنية	الاسم الشائع
<i>Acides satures</i> <b>الأحماض الدهنية المشبعة</b>			
54	C14:0	CH <sub>3</sub> - (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> - COOH	Myristique
63	C16:0	CH <sub>3</sub> - (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> - COOH	Plamitique
70	C18:0	CH <sub>3</sub> - (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> - COOH	Stéarique
<i>Acides insaturés</i> <b>الأحماض الدهنية الغير مشبعة</b>			
61	C16:1	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	Palmitoléique
13	C18:1	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	Oléique
-05	C18:2	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	Linoléique
-11	C18:3	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	Linoléique

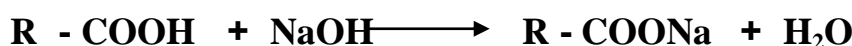
C X : Y

- العدد الأول يرمز لعدد ذرات الكربون
- العدد الثاني يشير إلى عدد الروابط المزدوجة (عدم التشبع) في الجزيئة

## 2.2- الخواص الكيميائية :

سبق و أن تمت دراستها في مجال البترول و مشتقاته (الوظيفة الكربوكسيلية) لذا يتم تقديمها على شكل تطبيقات :

أ- **التصبن** : تتصبن الأحماض الدهنية وفقا للمعادلة الآتية



حمض دهني                      صودا                      صابون

ب- **الأسطرة** : أنظر تفاعل الأحماض الدهنية مع الغليسول



ماء + أستر  $\xrightarrow{\text{حمض كربوكسيلي}} +$  كحول

**ج- تثبيت اليود :** (ضم اليود للأحماض الدهنية الغير مشبعة)

\* مثال:

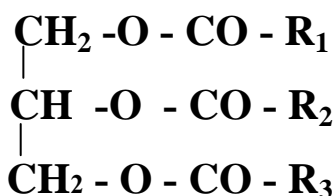


حمض الأوليك

### 3- الغليسيريدات الثلاثية :

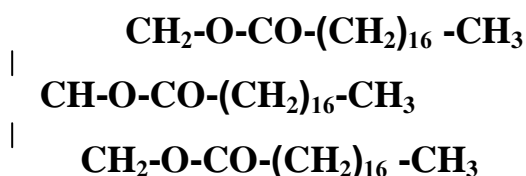
**أ- تعريف :**

هي أسترات للأحماض الدسمة مع الغليسرول ( $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$ ) وهي المكونات الأساسية للزيوت النباتية و للشحوم الحيوانية صيغتها العامة هي :



يمكن للأحماض الدسمة المكون لثلاثي الغليسيريد أن تكون من نفس الحمض أو من أحماض مختلفة.

مثال لثلاثي الغليسيريد:



**ثلاثي الستيارين**

**ب- خواصها الكيميائية :**

#### 1-التصبن:

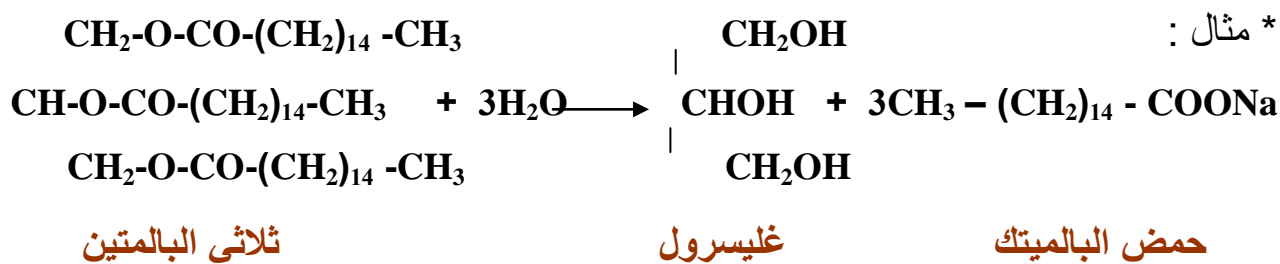
من أهم الصفات الكيميائية التي تميز الدهون قدرتها على التصبن بفعل المحاليل المائية للقواعد.

و يطلق على الأحماض الدهنية العالية التي تنتج عن ذلك اسم الصابونات و من هنا أخذت عملية تفكك الروابط الأسترية اسم عملية التصبن .

#### 2-الإماهة :

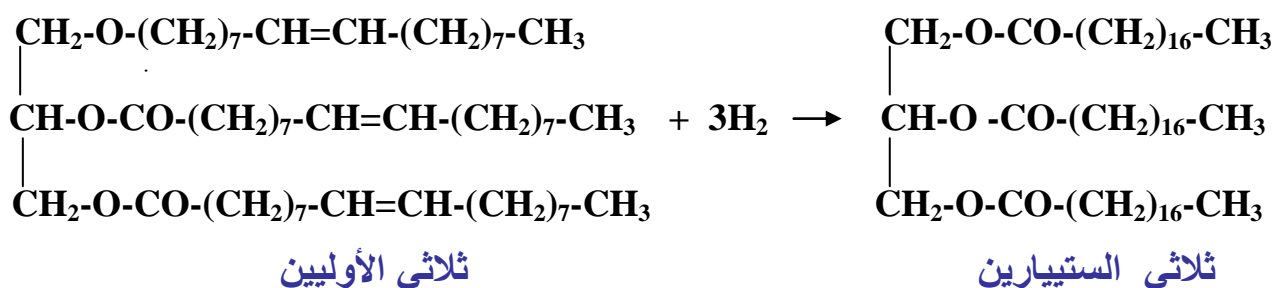
يؤدي غليان الدهون مع المحاليل المائية للأحماض المعدنية أو تحضينها مع الإنزيمات

الخاصة إلى تحللها مائياً مما يصحبه تكوين الأحماض الدهنية الحرة و الجليسيرين و يستخدم هذا التفاعل على نطاق واسع في الصناعة للحصول على الأحماض العالية الحرة .



### 3- الهدرجة :

ينحصر التفاعل في اختزال بواقي الأحماض غير المشبعة على النحو التالي



و تتحول الدهون عند ذلك من حالتها السائلة إلى الحالة الصلبة, و يمكن بهذه الطريقة الحصول على الدهون الغذائية كإنتاج المارجارين من الدهون السائلة (الزيوت) غير صالحة للغذاء .

## النشاط العملي : القرائن الكيميائية للشحوم –الزيوت-

تتميز الشحوم و الزيوت بعدد من القرائن الكيميائية التي تحدد فيها بعض صفاتها و من هذه القرائن قرينة الحموضة , قرينة التصبن, قرينة الأستر و قرينة اليود .

### I- قرينة الحموضة :

#### 1-مقدمة :

تتفسخ الشحوم (الزيوت) تحت تأثير أكسجين الهواء و الرطوبة و ضوء الشمس فتفكك الغليسيريدات الثلاثية و تتحرر الأحماض الدهنية. تفسد الزيوت النباتية أكثر من الحيوانية لاحتوائها على الأحماض الدهنية الغير مشبعة و تتحدد درجة ثبات الشحوم –الزيوت- أثناء الحفظ بقرينة الحموضة.

#### 2- تعريف :

**1.2 – دليل الحموضة  $I_a$** : هو عدد الملي غرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتعديل الأحماض الدهنية الحرة في 1 غرام من المادة الدسمة .

**2-2 – الحموضة :** هي كمية الأحماض الدسمة الحرة الموجودة في 100 غرام من المادة الدسمة و يعبر عنها بالنسبة المئوية الكتلية .

#### 3- المبدأ :

يعتمد مبدأ المعايرة حمض دهني حر- إذابة عينة من المادة الدسمة في الإيثانول الساخن بواسطة أساس قوي هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم بوجود كاشف ملون الفينول فتالين.

#### 4- الأدوات و المواد المستخدمة :

#### 1-4 المواد الكيميائية المستخدمة :

- زيت الزيتون , زبدة
- الماء المقطر
- الإيثانول دو نقاوة 95 %
- هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم 0,1 ن
- فينول فتالين محلول بتركيز 10 غرام /ل في الإيثانول 95 %

#### 4-2 الأدوات المستخدمة :

- سحاحات
- ماصات
- أرلن ماير

#### 5 - طريقة العمل :

خذ أرلن سعته 250 ملل و ضع فيه ك غرام من المادة الدسمة, في أرلن ثاني نعدل 50ملل من الإيثانول 95 % المحتوى على 0,5 ملل من الكاشف الملون ف.ف عن الدرجة فوق 70°م بمحلول هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم 0,1 مول/ل . نضيف الإيثانول المعدل إلى محتوى الأزلن الأول ثم نقوم بالتحريك ببطء. نسخن حتى الغليان بعدها نعاير بواسطة هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم 0,1 مول /ل مع التحريك المستمر . نهاية المعايرة تنتهي عند تغير اللون .

#### 6-الحسابات :

##### 6.1- دليل الحموضة Ia :

$$Ia = \frac{56.V.C}{m}$$

V : حجم محلول KOH أو NaOH بالـ ملل  
C : تركيز محلول KOH أو NaOH بالـ مول/ل  
m : كتلة العينة بالغرام

##### 6.2- الحموضة :

$$Acidité = V . C . \frac{56}{1000} . \frac{100}{m}$$

$$Acidité = \frac{V . C . M}{10.m}$$

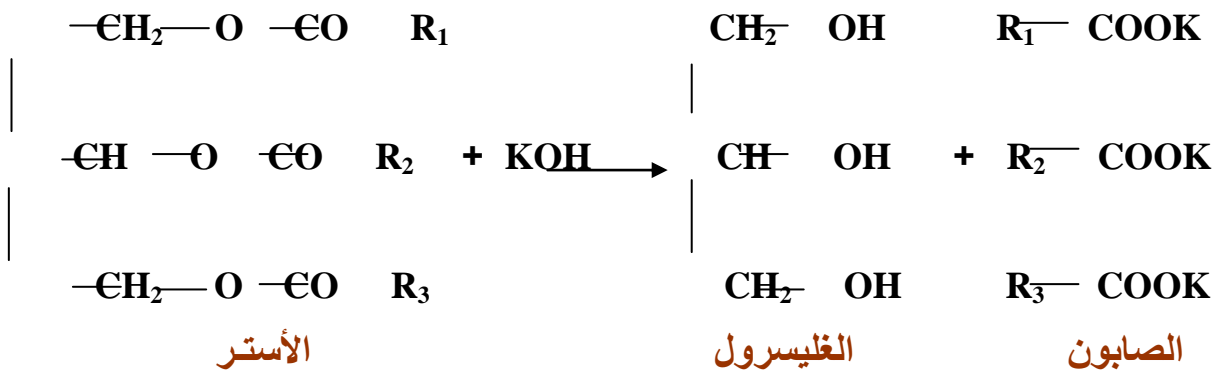
## II- قرينة التصبن :

### 1- تعريف :

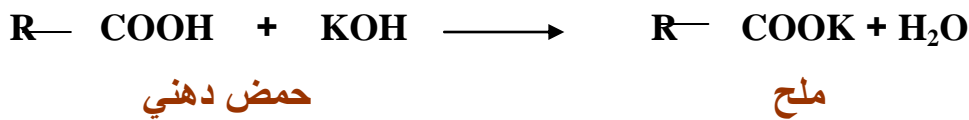
تعتبر قرينة التصبن Is على كمية KOH بالمليغرام اللازمة لتصبن الحموض الدهنية الحرة و المرتبطة على شكل أسترات الموجودة داخل واحد غرام (1غ) من المادة الدسمة (الشحم).

### 2- المبدأ :

يعتمد مبدأ التصبن على تفاعل المادة الدسمة مع أساس قوي KOH عند درجة الغليان حيث يتفكك الأستر محررا الغليسول و أملاح الصابون وفق المعادلة الآتية :



أما الحموض الدهنية الحرة فتتفاعل وفق المعادلة الآتية :



يعاير KOH الكحولي الزائد بمحلول HCl. تجري تجربة الشاهد في نفس الشروط التجريبية التي تجرى فيها تجربة المعايرة.

### 3- الأدوات و المواد المستعملة :

- مادة دهنية
- محلول KOH الكحولي 0.1 ن
- محلول HCl 0.1 ن
- مشعر ف.ف
- سحاحات
- ماصات
- أرلن ماير
- حمام ماري
- أنبوب انطلاق مجهز بسدادة

#### 4- طريقة العمل :

نزن بدقة 2 غ من زيت نباتي ثم نسكبها داخل الحوجلة التي سعتها 250 ملل و بواسطة ماصة نسكب بداخلها 25 ملل من KOH الكحولي 0,1 ن نسد الحوجلة بسدادة مجهزة بمبرد هوائي، يسخن المحتوى في حمام مائي لمدة 30÷60 د مع التحريك من فترة إلى أخرى. في النهاية نحصل على محلول متجانس و شفاف دون قطرات دهنية بعدها تجري معايرة الزائد من KOH بمحلول حمض كلور الماء 0,1 ن بوجود المشعر ف.ف حتى يصبح المحلول عديم اللون (شفاف).

**تجربة الشاهد :** في نفس الوقت تجربة شاهدة بنفس الطريقة و في نفس الظروف لكن في غياب المادة الدهنية.

#### 5- الحسابات : ليكن

$V_1$  الحجم اللازم من HCl لمعايرة التجربة الشاهدة  
 $V_2$  الحجم اللازم من HCl لمعايرة المادة الدهنية  
N نظامية HCl  
m (عينة) وزن المادة الدسمة بالـ غ

$$I_s = \frac{N (V_1 - V_2) 56.1}{m}$$

### III- قرينة الأستر :

#### 1- تعريف :

تعبّر قرينة الأستر  $I_E$  على كمية KOH بالميلغرام اللازمة لتصبين الأسترات الموجودة داخل واحد غرام (1غ) من المادة الدسمة. يتم تحديد دليل الأستر بمعايرة دليل التصبين و دليل الحموضة ثم نستنتج قيمة دليل الأستر  $I_E$  من خلال العلاقة :

دليل الأستر = دليل التصبين - دليل الحموضة

$$I_E = I_S - I_A$$

إذا كان دليل الحموضة = 00 هذا يعني أنه لا توجد حموض دهنية حرة في المادة الدسمة ومنه:

دليل الأستر = دليل التصبين

$$I_E = I_S$$

إذا كان دليل التصبين = دليل الحموضة هذا يعني أنه لا وجود للأسترات في المادة الدسمة ومنه:  
دليل الأستر = 00

$$I_E = 00$$

#### 2- تقرير مخبري :

بعد تحديد قيم  $I_E$ ،  $I_S$ ،  $I_A$  لعدة عينات من مواد دهنية لخصت داخل الجدول الآتي :

المادة الدهنية	الزبدة	الزبدة	المارغارين	المارغارين	الزيت	الزيت
الأنابيب	الأنبوب 1	الأنبوب 2	الأنبوب 3	الأنبوب 4	الأنبوب 5	الأنبوب 6
دليل الأستر $I_E$	210	210	150	150	180	180
دليل الحموضة $I_A$	08	00	00	00	09	10
دليل التصبين $I_S$	225	225	150	150	190	190

#### الأسئلة :

- ما هو المبدأ العلمي المعتمد عليه في عملية التصبين، دعم ذلك بالتفاعلات؟
- عرف دليل الأستر، التصبين، الحموضة؟
- أحسب دليل التصبين  $I_S$  ثم استنتج دليل الأستر  $I_E$  إذا كان دليل الحموضة  $I_A = 00$  حيث أن : نظامية  $HCl = 5$  و كتلة المادة الدسمة = 1غ و هذا في التجربة 3؟

حجم HCl في تجربة الشاهد = 12 سم<sup>3</sup> و حجم HCl في التجربة المعاييرة = 8 سم<sup>3</sup>  
**VI- قرينة اليود :**

### 1- تعريف:

يعرف قرينة اليود للمادة الدسمة بأنه كمية اليود بالغرام المثبتة على الروابط المضاعفة للحمض الدسمة الموجودة بـ 100 غ من المادة الدسمة

### 2- الكفاءة المستهدفة:

تحديد طبيعة الروابط المضاعفة و عددها، معرفة طبيعة و نوع المادة الدسمة.

### 3- المعارف المبنية:

المادة الدسمة و المذيبات العضوية، تفاعلات الأكسدة و الإرجاع

### 4- تنظيم و سير الدرس:

#### أ- مرحلة و وضعية الإنطلاق (وضعية طرح الإشكالية)

كيف نحدد قرينة اليود لمادة دسمة؟

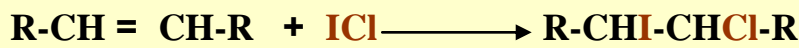
#### ب- صياغة الفرضيات:

نأخذ فرضية طريقة ويجس لتحديد الروابط المضاعفة بالأحماض الدسمة و بالتالي معرفة طبيعة و نوع المادة الدسمة.

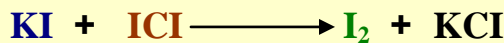
#### ج- مرحلة التقصي:

#### \* المبدأ:

يثبت كاشف ويجس ICl على الروابط المضاعفة وفق التفاعل الآتي:



و الفائض من ICl يتفاعل مع الـ KI



يعاير اليود المتحرر بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم 0.1N بوجود مطبوخ النشاء.

#### \* الوسائل و المواد:

- مادة دسمة
- كاشف ويجس ICl
- سيكلو هكسان أو محلول CCl<sub>4</sub>
- ماء مقطر
- محلول KI (100 غ/ل)
- مطبوخ النشاء
- محلول Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.2 مول/ل
- سحاحة
- ماصة
- أرلن ماير

#### \* خطوات العمل:



### تجربة المعايرة: ضع بإرلن

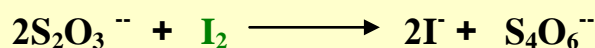
- 0.2 غ مادة دسمة

- 20 ملل محلول سيكلو هكسان او محلول  $CCl_4$

- 20 ملل من كاشف ويجس.

ثم أغلق الإرلن و رجه و أتركه لمدة 4 دقيقة في الظلام و بعدها أضف 100 ملل ماء مقطر و 20 ملل من محلول KI ثم أغلق الإرلن و رج بلطف لمدة 5 دقائق ثم أضف مطبوخ النشاء ( 1% ) بنسبة 1 حجم لكل 20 حجم خليط بالإرلن.

ثم عاير اليود المتشكل بالثيوكبريتات الصوديوم و ليكن V ب ملل الحجم الذي يلزم لنهاية المعايرة ( إختفاء اللون الأزرق البنفسجي )



### تجربة الشاهد:

تجرى في نفس الوقت تجربة شاهدة بنفس الطريقة و في نفس الظروف لكن في غياب المادة الدهنية، و ليكن V' ب ملل الحجم المستهلك.

### \* الحسابات :

V الحجم اللازم من  $Na_2S_2O_3$  لمعايرة التجربة الشاهدة

V' الحجم اللازم من  $Na_2S_2O_3$  لمعايرة المادة الدهنية

N نظامية محلول  $Na_2S_2O_3$

m (عينة) وزن المادة الدسمة بال غ

$$I_I = \frac{N (V' - V) \times 127}{m}$$

### قرينة اليود:

$$\text{عدد الروابط المضاعفة} = \frac{\mu \times I_I}{100 \times 127}$$

### عدد الروابط المضاعفة:

$\mu$  للمادة الدسمة: الكتلة المولية للمادة الدسمة

$I_I$ : قرينة اليود

### بعض قرائن اليود:






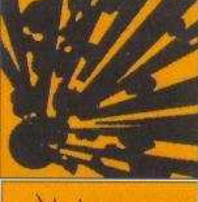

المادة الدسمة	قرينة اليود $I_I$
الزيتون	87 – 83
الذرة	128 – 110
عباد الشمس	136 – 120
سوجا	138 – 125
الزبدة	45 – 30
السردين	190 – 170

### \* تطبيق :


- غليسريد ثلاثي وزنه الجزئي 800، معامل اليود له 100.
- أوجد عدد الروابط المزدوجة لهذا الغليسريد الثلاثي؟
  - ماذا يمكن استخلاصه فيما يخص تركيب هذا الغليسريد الثلاثي؟
  - ماذا نستنتج فيما يخص أهمية معامل اليود؟

## Symboles utilisés sur les étiquettes

Signification	Symbole	Description des risques	Exemples
---------------	---------	-------------------------	----------

Toxique T Très Toxique T+		Produits qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, entraînent la mort ou des effets aigus ou chroniques.	Méthanol, benzène, phénol, naphthaline, Phosphore blanc, sulfure d'hydrogène, cyanure d'hydrogène à plus de 7%.
Nocif Xn Irritant Xi		Produits qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, entraînent la mort ou des effets aigus ou chroniques. Produits non corrosifs qui en cas de contact ou d'inhalation peuvent provoquer une irritation de la peau et des voies respiratoires, une inflammation des yeux.	Dichlorométhane, trichloréthylène, térébenthine, Bichromate de potassium, eau de Javel diluée, ammoniacque entre 5 et 10 %.
Facilement inflammable F Extrêmement inflammable F+		Produits pouvant s'enflammer facilement en présence d'une source d'inflammation à température ambiante (< 21°C). Produits pouvant s'enflammer très facilement en présence d'une source d'inflammation même en dessous de 0°C.	Acétone, éthanol, eau écarlate Acétylène, éther diéthylique, insecticides en bombe..
Comburant O		Produits pouvant favoriser ou activer la combustion d'une substance combustible. Au contact de matériaux d'emballage (papier, carton, bois) ou d'autres substances combustibles, ils peuvent provoquer un incendie.	Acide nitrique à 70 % et plus, peroxydes, oxydes de chrome VI, dés herbants (chlorate de soude).
Corrosif C		Produits pouvant exercer une action destructive sur les tissus vivants.	Acide chlorhydrique à 25 % et plus, acide phosphorique à plus de 25 %, eau de Javel concentrée, ammoniacque à plus de 10 %.
Explosif E		Ce sont des liquides ou des solides capables d'exploser sous l'action d'un choc, d'un frottement, d'une flamme ou de chaleur.	Nitoglycerine, butane, propane dans un certain pourcentage de mélange avec l'air, TNT (trinitrotoluène).
Dangereux pour l'Environnement N		Produits qui peuvent présenter un risque immédiat ou différé pour une ou plusieurs composantes de l'environnement (cad capables, par ex de causer des dommages à la faune, à la flore ou de provoquer une pollution des eaux naturelles et de l'air).	Lindane (pesticide), tétrachlorure de carbone.

D'après le classeur "Bidon Futé" : document réalisé par l'AREL

الرمز	المدلول	مثال
		ميثانول, بنزن , فينول, نفتالين , الفسفور الابيض , كبريت الهيدروجين , سيانيد الهيدروجين اكبر من 7%
