

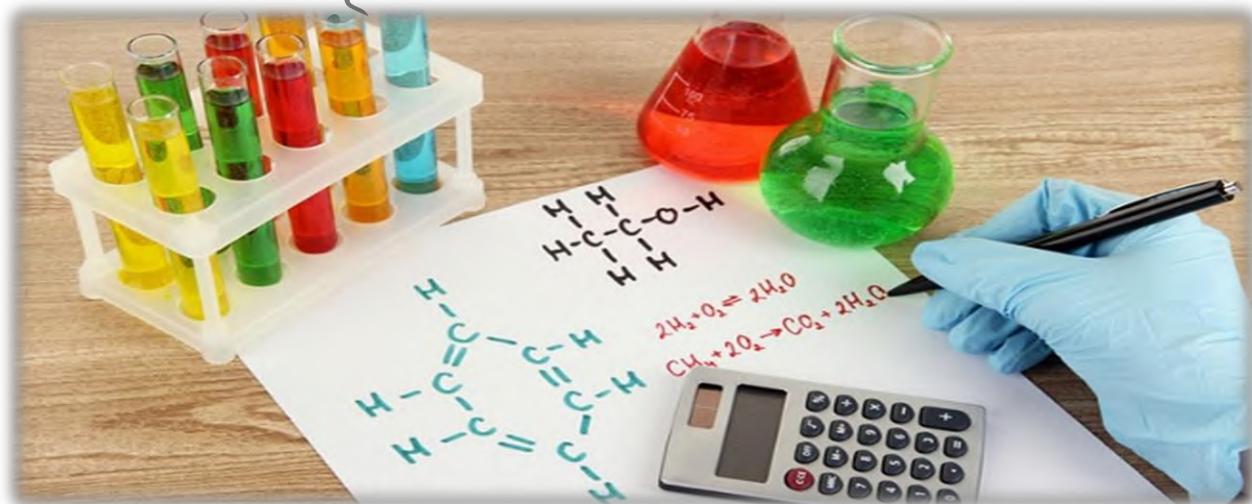
# تجارب الكيمياء العامة العملي للمرحلة الأولى قسم علوم الحياة

## اعداد الذوات

أ.م.د. الهام نعيمش مزعل د. تماره احمد العبيدي  
أ.م. ضفاف فلاح حسن

## بأشراف

أ.د. محمد جابر



## مصطلحات لبعض الأدوات والزجاجيات المختبرية المستعملة في التجارب:

### 1- أنبوبة الاختبار Test Tube :-

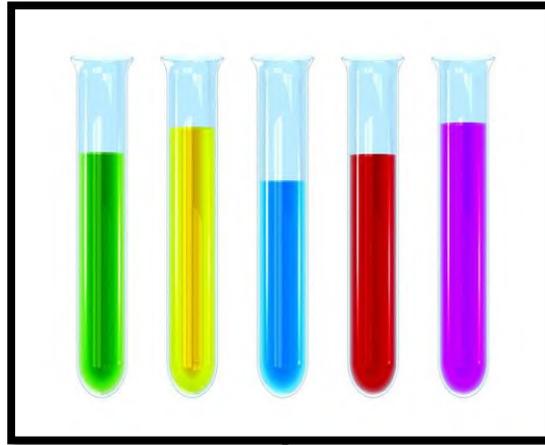
وهي أنبوبة اسطوانية الشكل مغلقة من احد طرفيها تستخدم في الكشوفات المختبرية على المحاليل الكيميائية و تكون على نوعين:-

#### (A) الاعتيادية:

وهي التي لا تتحمل درجات الحرارة العالية ولا يتم تسخينها مباشرة على النار.

#### (B) البايركس:

وهي التي تتحمل درجات الحرارة العالية عند التسخين المباشر.



### 2- حامل أنابيب اختبار Test Tube Rack :-

يستخدم لحمل انابيب الاختبار بصورة منظمة ويكون بأحجام مختلفة حسب عدد انابيب الاختبار التي توضع فيه.



### 3- الأنبوبة الشعرية Capillary Tube :-

وهي انبوبة رفيعة جداً مفتوحة من الجانبين ويتم غلق احد طرفيها بواسطة لهب مصباح بنزن ( سيتم التطرق اليه لاحقاً) وذلك لاستخدامها في تعيين درجتي الانصهار والغليان للمركبات العضوية.



### 4-الأسطوانة المدرجة Graduated Cylinder :-

وهي انبوبة مصنوعة من الزجاج او البلاستيك اسطوانية الشكل تحتوي على تدريجات وتستند على قاعدة تستخدم لقياس حجوم المحاليل والسوائل المستخدمة في التجارب وتكون بأحجام مختلفة.



### 5- الحامل الثلاثي Tripod Stand:

وهو حامل معدني يستخدم لحمل الأواني والزجاجيات المختبرية أثناء تسخينها على مصدر حراري وهو على نوعين الدائري والمثلث.



أ.م.د. الهام نعيمش

### 6- حامل و ماسك Stand & Clamp:

وهو عبارة عن عمود معدني يستند على قاعدة معدنية ثقيلة يثبت عليه ماسك معدني يستخدم لتثبيت الأدوات المختبرية أثناء اجراء عمليات الترشيح أو عمليات مختبرية أخرى.



أ.م. ضفاف فلاح

**7-الحلقة المعدنية Support Ring:**

تثبت هذه الحلقة بالحامل المعدني ويستخدم لحمل الأدوات والزجاجيات المختبرية اثناء تسخينها على مصدر حراري أو اثناء إجراء عمليات أخرى.

**8- حمام مائي وزيتي Oil & Water Bath:**

وهو عبارة عن حوض معدني يحتوي على مسخنات مبطنة في جداره الداخلي ومنظم حراري للسيطرة على درجة الحرارة ويمكن أن يستخدم فيه الماء أو الزيت لتسخين المحاليل والسوائل الكيماوية والمواد المتطايرة ذات درجات الغليان الواطئة. حيث يستخدم الزيت لتسخين السوائل التي تكون درجات غليانها أكثر من مئة درجة مئوية ويستخدم الماء لتسخين السوائل التي تكون درجة غليانها اقل من مئة درجة مئوية.



**9- دورق مخروطي Conical Flask:**

وهو عبارة عن دورق ذو شكل مخروطي يحتوي على عنق ضيق يستخدم في عمليات الرج الشديد للمحاليل دون انسكابها الى الخارج أثناء عملية التسحيح والرج لغرض الاذابة ويكون بأحجام مختلفة وبنوعين الاعتيادي والبايركس.

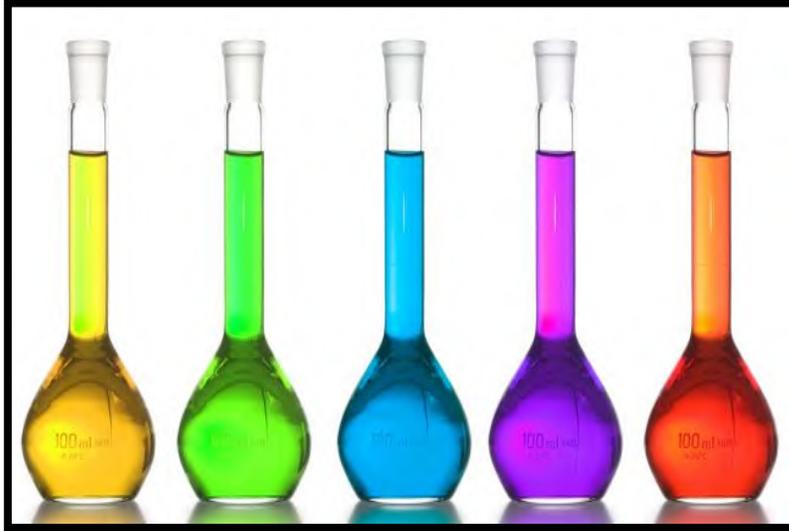
**10- سحاحة Burette:**

وهي انبوبة زجاجية مدرجة طويلة مفتوحة من الأعلى ومغلقة من الأسفل بصنبور للسيطرة على نزول السوائل والمحاليل الموجودة فيها وتبدأ تدريجاتها من الأعلى الى الأسفل وتكون بأحجام مختلفة وتستخدم في عمليات التسحيح لتعيين تراكيز المحاليل.



**11- قنينة حجمية Volumetric Flask:**

وهي عبارة عن قنينة زجاجية تحتوي على عنق ضيق وطويل ويحتوي هذا العنق على علامة تحدد حجم القنينة الحجمية لتحضير محاليل بتركيز مضبوطة ويكون بأحجام مختلفة.



أ.م.د. الهام

**12- قنينة غسل Washing Bottle:**

وهي عبارة عن قنينة بلاستيكية قابلة للضغط تحتوي على غطاء يخترقها أنبوب. يصل إلى قعر القنينة يحفظ فيها الماء المقطر، يستخدم لتخفيف المحاليل وغسل الأدوات المخبرية.



فلاح

**13- قمع الفصل Separation Funnel:**

وهو تركيب زجاجي يكون على شكل أسطواني ومخروطي ويحتوي من الأعلى على فتحه وسدادة محكمة ومن الأسفل على فتحة تحتوي على صنبور للسيطرة على نزول السوائل والمحاليل ويكون بأحجام مختلفة ويستخدم لفصل السوائل غير الممتزجة.



أ.م.د. الهام

**14- قمع Funnel:**

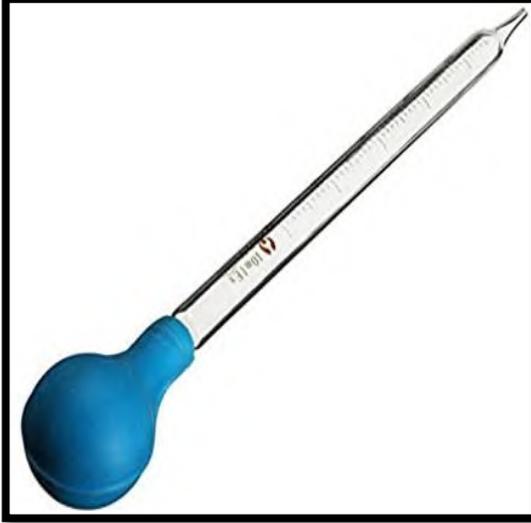
وهو تركيب بشكل مخروطي يحتوي على أنبوب من الأسفل يستخدم في عمليات الترشيح ويكون بأحجام مختلفة ومصنوع من الزجاج او البلاستيك.



فلاح

### 15- قطارة Dropper:

وهي عبارة عن انبوبة زجاجية أو بلاستيكية رفيعة تكون ضيقة من أحد طرفيها تحتوي على كيس مطاطي من الجانب الآخر تستخدم لنقل السوائل بشكل قطرات محددة.



### 16- قنينة حفظ الكواشف تسمى Dropping Bottle:

وهي عبارة عن قنينة زجاجية تحتوي على سداة فيها اخدود لنزول السائل بشكل قطرات وتستخدم لحفظ الكاشف.



ضفاف فلاح

**17-قنينة كاشف Reagent Bottle:**

وهي قنينة زجاجية سميكة الجدران تستخدم لحفظ المحاليل وتكون على نوعين الشفافة والمعتمة (تستخدم لحفظ المحاليل التي تتأثر بالضوء) وتحتوي على سدادة محكمة.



أ.م.د. الهام نعيمش مزعل

**18. بيكر Beaker:**

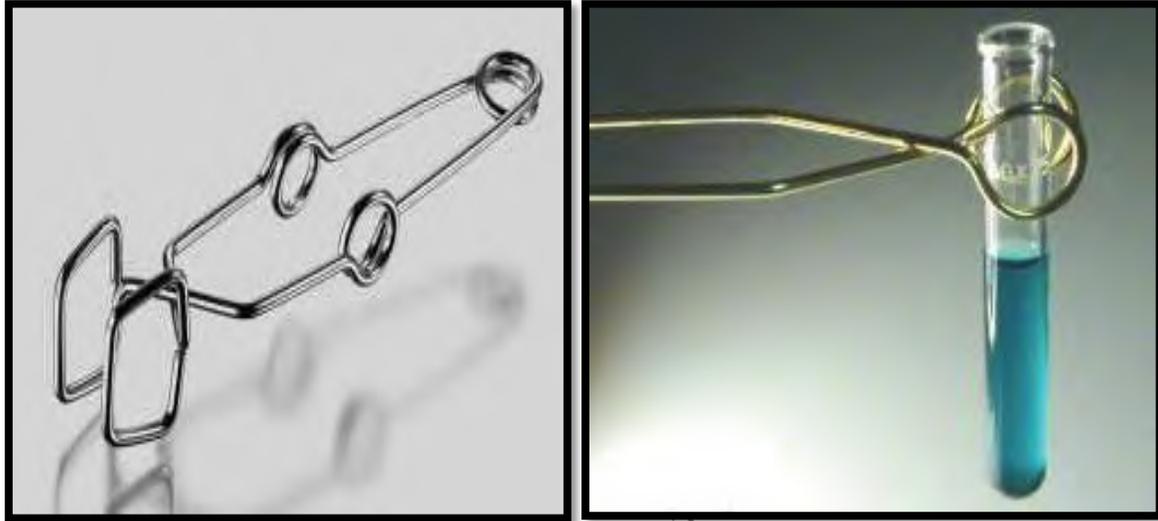
وهو اناء مصنوع من الزجاج ( ويكون الزجاج على نوعين اعتيادي او بايركس) او البلاستيك يكون بأحجام مختلفة يستخدم لتحضير و خلط وتسخين السوائل ويحتوي على أخدود جانبي لصب السوائل منه .



فلاح

**19. ماسك أنابيب اختبار Test Tube Clamp:**

وهو ماسك معدني نابضي شبيهه بالملقط يستخدم لمسك أنابيب الاختبار أثناء تسخينها او إضافة المواد لها.

**20. ماصة Pipette:**

وهي أداة زجاجية تستخدم لسحب السوائل وتكون بأحجام وأشكال مختلفة وتحتوي على خط دلالة يبين حجم الماصة وذلك في الماصات الثابتة الحجم، في حين تحتوي بعضها تدريجات كما في الماصات المدرجة ولا يمكن استخدام الماصة لسحب المواد الحامضية والقاعدية والمتطايرة السامة.



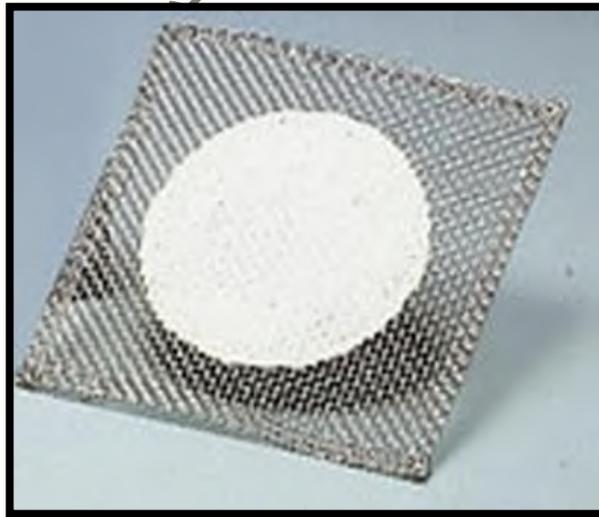
## 21. محرار Thermometer:

وهو أداة تستخدم لتعيين درجات الحرارة للتفاعلات والمحاليل أثناء تسخينها ويستخدم مثلاً في تعيين درجتي الغليان والانصهار للمركبات العضوية.



## 22. مشبك معدني Wire Gauze:

وهو نسيج معدني مصنوع من اسلاك رفيعة ويحتوي في وسطه على مادة السيراميك ويستخدم في عمليات التسخين الهادئ اذ يوضع أسفل الزجاجيات أثناء تسخينها على مصباح بنزن.



ضفاف فلاح

### 23. محرك زجاجي **Glass Stirring Rod**:

وهو عبارة عن أنبوب زجاجي طويل غير مجوف يستخدم لإذابة المواد اثناء تحضير المحاليل.



### 24. مصباح غازي **Bunsen Burner**:

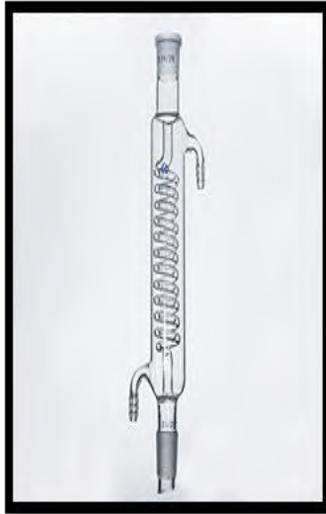
وهو مصدر تسخين يعمل بالغاز ويستخدم بالتجارب التي تحتاج الى تسخين.



ضفاف فلاح

**25. مكثف Condenser:**

وهو أحد الأجزاء الرئيسية لجهاز التقطير ويكون على عدة أنواع وحجوم حيث يقوم بتكثيف الأبخرة المتصاعدة من دورق التسخين ويتكون من أسطوانة داخلية زجاجية لتكثيف الأبخرة وانبوبة خارجية تحتوي على فتحتين واحدة لدخول الماء والثانية لخروجه لغرض التبريد.

**26. ميزان حساس Balance:**

وهو جهاز يستخدم لقياس الأوزان بصورة دقيقة جداً ويكون ذو كفة واحدة ويكون على نوعين ذو مرتبتين بعد الفارزة أو أربع مراتب (يستخدم في الكيمياء التحليلية).



### 27. ورقة الترشيح Filter Paper:

وهي ورقة ترشيح مسامية (بأحجام مختلفة) دائرية الشكل مصنوعة من مادة السليلوز تستخدم لفصل الرواسب عن محاليلها بعملية الترشيح.



أ.م.د.

### 28. زجاجة ساعة Watch Glass:

وهي قطعة زجاجية مقعرة قليلاً تستخدم لوضع المواد الصلبة فيها لغرض وزنها أو تجفيفها وتستخدم كغطاء للبيكر لمنع الغبار والدقائق الملوثة للمحاليل



فلاح

**علامات التحذير:**

وهي علامات توضع على قناني المواد الكيميائية لبيان وذلك لاتخاذ الاحتياطات اللازمة عند التعامل بها. هناك نظامان لهذه العلامات:

**الأول: النظام الأمريكي** الذي يستعمل شكل الماسة المقسم إلى أربعة اقسام بأربعة ألوان مختلفة حيث يدل **اللون الأحمر** على قابلية المادة للاشتعال في حين يدل **الأزرق** على المخاطر الصحية للمادة أما **الأصفر** فيدل على ميل المادة للانفجار والأبيض يدل على معلومات خطورة خاصة مثل:

**W: يتفاعل مع الماء OX: عامل مؤكسد COR: مادة مسببة للتآكل BIO: خطورة بايولوجية**

اما الأرقام فتدل على شدة الخطورة و تتراوح بين 0-4 حيث يدل الصفر على عدم وجود خطورة في حين تدل 4 على شدة الخطورة.

**الثاني: النظام الأوروبي** الذي يستعمل علامات برتقالية تدل كل واحدة منها على خطورة معينة للمادة. وهي كالاتي:



## الكيمياء العضوية Organic Chemistry

وهي فرع من فروع الكيمياء يختص بدراسة المركبات التي تحوي ذرة الكربون في تركيبها بشكل أساسي بالإضافة الى الهيدروجين والاكسجين وفي بعض الأحيان النيتروجين والكبريت فيما يلي بعض التقنيات المستعملة في مختبر الكيمياء العضوية بالإضافة الى تحضير الاسبرين.



## التبلور Crystallization

ان أفضل طريقة لتنقية المركبات العضوية الصلبة من الشوائب هي بلورة المركب في مذيب مناسب. وتعتمد عملية البلورة على أساس (زيادة قابلية ذوبان المواد الصلبة في مذيب مناسب بارتفاع درجة الحرارة وتقل بانخفاضها) فبلورة وتنقية مركب ما يتم بإذابته في كمية مناسبة من مذيب مناسب ويسخن لزيادة سرعة ذوبانه ومن ثم يرشح المحلول وهو ساخن لإزالة الشوائب غير الذائبة ثم يترك المحلول النقي بعد الترشيح ليبرد حتى تتكون البلورات في المذيب ومن ثم يرشح مره أخرى لفصل المذيب عن البلورات للمادة النقية.

وتستخدم هذه الطريقة لتنقية ملح الطعام من الأتربة حيث يذاب الملح بالماء مع الشوائب فتبقى الشوائب مترسبة والملح ذائب بشكل محلول فيرشح ثم نقوم بعملية تبخير الماء للحصول على ملح طعام نقي. لا تذوب المركبات في الماء ما لم تتأين فيه وتكون أو اصر هيدروجينية بينها وبين جزيئات الماء. فمركبات الهيدروكربونات ومشتقاتها الهالوجينية لا تذوب في الماء وذلك لأنها لا تكون أو اصر هيدروجينية، ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل البنزين والهيدروكربونات. أما المركبات التي تحتوي جزيئاتها على مجاميع فعالة مثل مجموعة الهيدروكسيل (-OH) في الكحولات أو مجموعة الكاربوكسيل (-COOH) في الحوامض الكربوكسيلية أو مجموعة الكربونيل (-C=O) في الألديدات و الكيتونات ومجموعة الأميدات (-CONH<sub>2</sub>) والتي تستطيع تكوين أو اصر هيدروجينية مع جزيئات الماء فتذوب فيه بسهولة.

### كيفية اختيار المذيب:

لا توجد قاعدة ثابتة يمكن الاعتماد عليها لاختيار المذيب المناسب لبلورة المركبات الصلبة و أفضل طريقة هي الاختيار البسيط لعدة مذيبات واستعمال أحسنها ومن الشروط التي تستحسن توفرها عند اختيار المذيب المناسب:-

- 1) لا يتفاعل المذيب مع المركب المراد تنقيته
- 2) غير قابل للاشتعال أو الالتهاب
- 3) رخيص الثمن ومتوفر
- 4) لا يؤثر على كل من المادة المراد تنقيتها أو الشوائب
- 5) له القابلية على اذابة أكبر كمية من المادة المراد تنقيتها وهو ساخن

**التبريد:**

إن الغرض من التبريد هو بلورة اكبر كمية من المركب وإزالة أكبر كمية من الشوائب وتعتمد نقاوة المركب على حجم البلورات المتكونة، وحجم البلورات تعتمد على سرعة التبريد ويفضل أن تكون البلورات متوسطة الحجم لأن البلورات الكبيرة الحجم تسمح لبقاء كمية من المذيب فيما بينها ويصعب تجفيفها، أما البلورات الصغيرة الحجم فهي تزيد من مساحة سطح البلورات التي تنتشر عليها الشوائب فالتبريد السريع يؤدي إلى تكوين بلورات صغيرة الحجم والتبريد البطيء يؤدي إلى تكوين بلورات كبيرة الحجم، وبما إن المركبات العضوية الصلبة في الغالب لا تكون بلورات كبيرة الحجم فالتبريد البطيء هو الأفضل

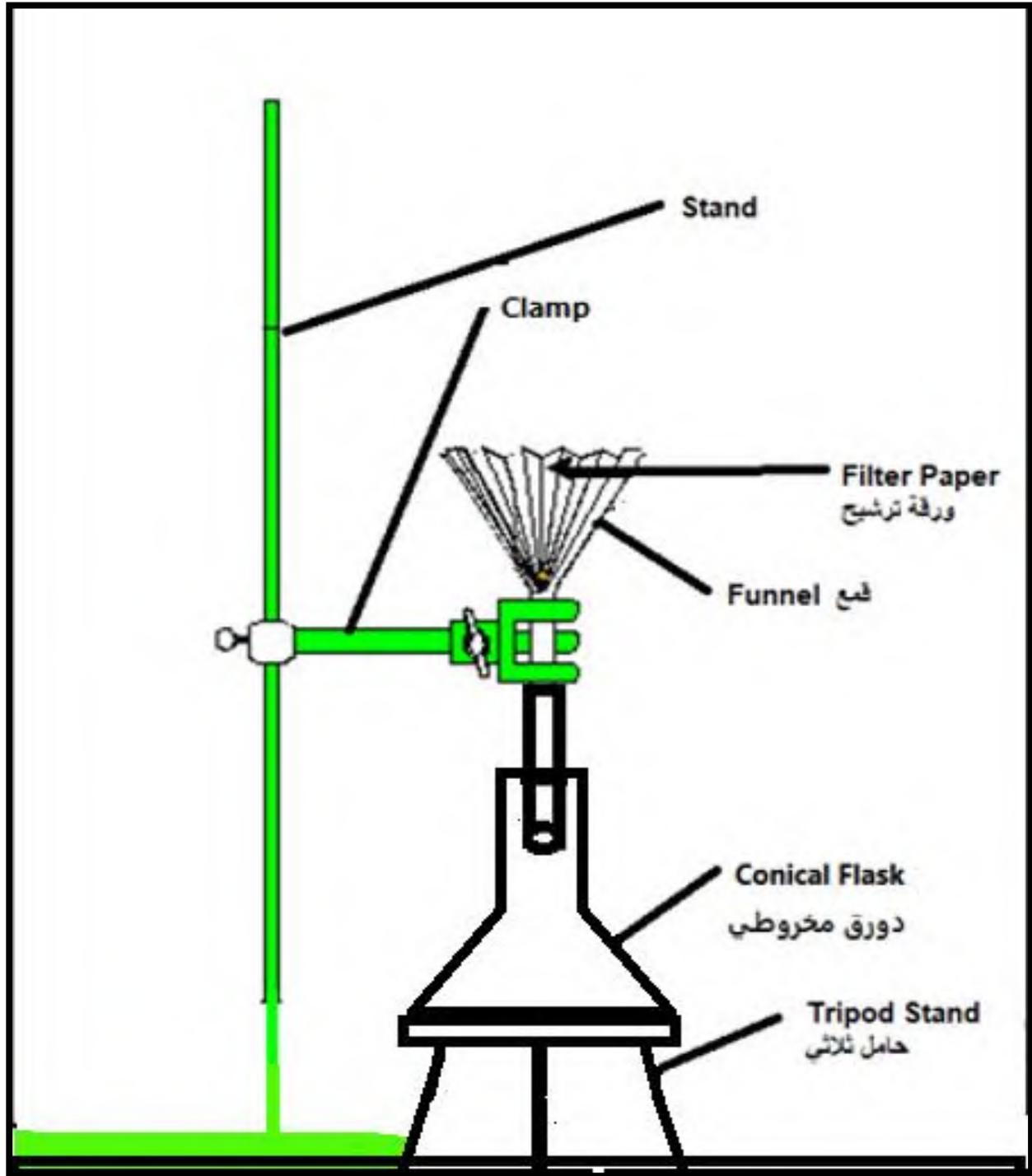
**طريقة العمل:**

1. نضع في دورق مخروطي 2 غم من المادة العضوية المراد تنقيتها.
2. نضيف إليه 2 مل من المذيب المناسب لإذابته
3. يسخن الدورق في حمام مائي مع الرج المستمر حتى يتم إذابة المادة العضوية وبقاء الشوائب مترسبة.
4. نرشح المحلول وهو ساخن لفصله عن الشوائب لماذا؟
5. نبرد الراشح إلى أن تظهر البلورات للمادة العضوية ثم نرشح مرة أخرى لفصل المادة عن المذيب.
6. يترك الراشح إلى أن يجف وتجري الحسابات عليه.

**الحسابات:**

نقوم بعملية الحسابات لمعرفة نسبة الشوائب الموجودة وحسب القانون الآتي:

$$\text{النسبة المئوية للمادة النقية} = \frac{\text{وزن المادة بعد التنقية}}{\text{وزن النموذج قبل التنقية}} \times 100$$



جهاز الترشيح

## Melting Point

## درجة الانصهار

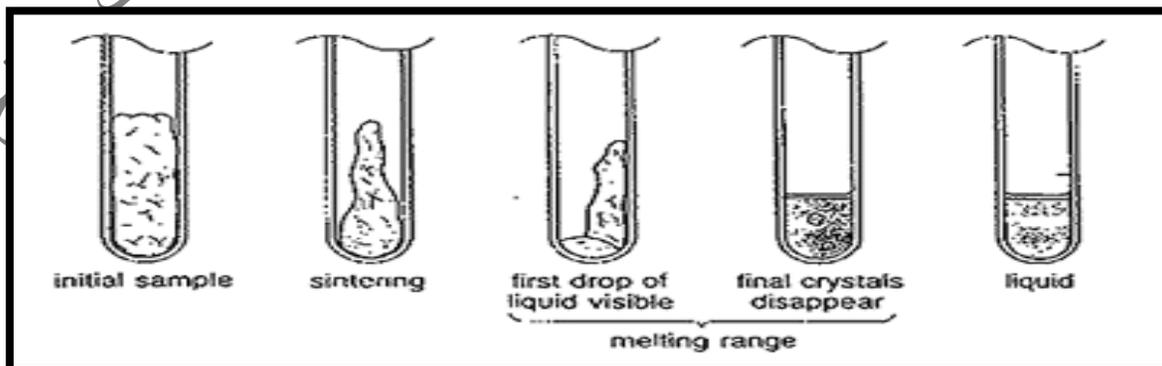
درجة الانصهار هي من الخواص الفيزيائية المهمة والثابتة التي تستعمل لمعرفة هوية المركب العضوي فدرجة الانصهار هي تلك الدرجة التي يتحول بها المركب العضوي الصلب الى سائل تحت ضغط جوي واحد. وإن درجة انصهار المركب النقي ثابتة لا تتغير ولذلك فهي تستعمل لمعرفة هوية المركب إذا كان مجهولاً كما انها تتغير نتيجة وجود الشوائب. فلذلك فإن تعيين درجة انصهار مركب معلوم تستعمل أيضاً لمعرفة نقاوته.

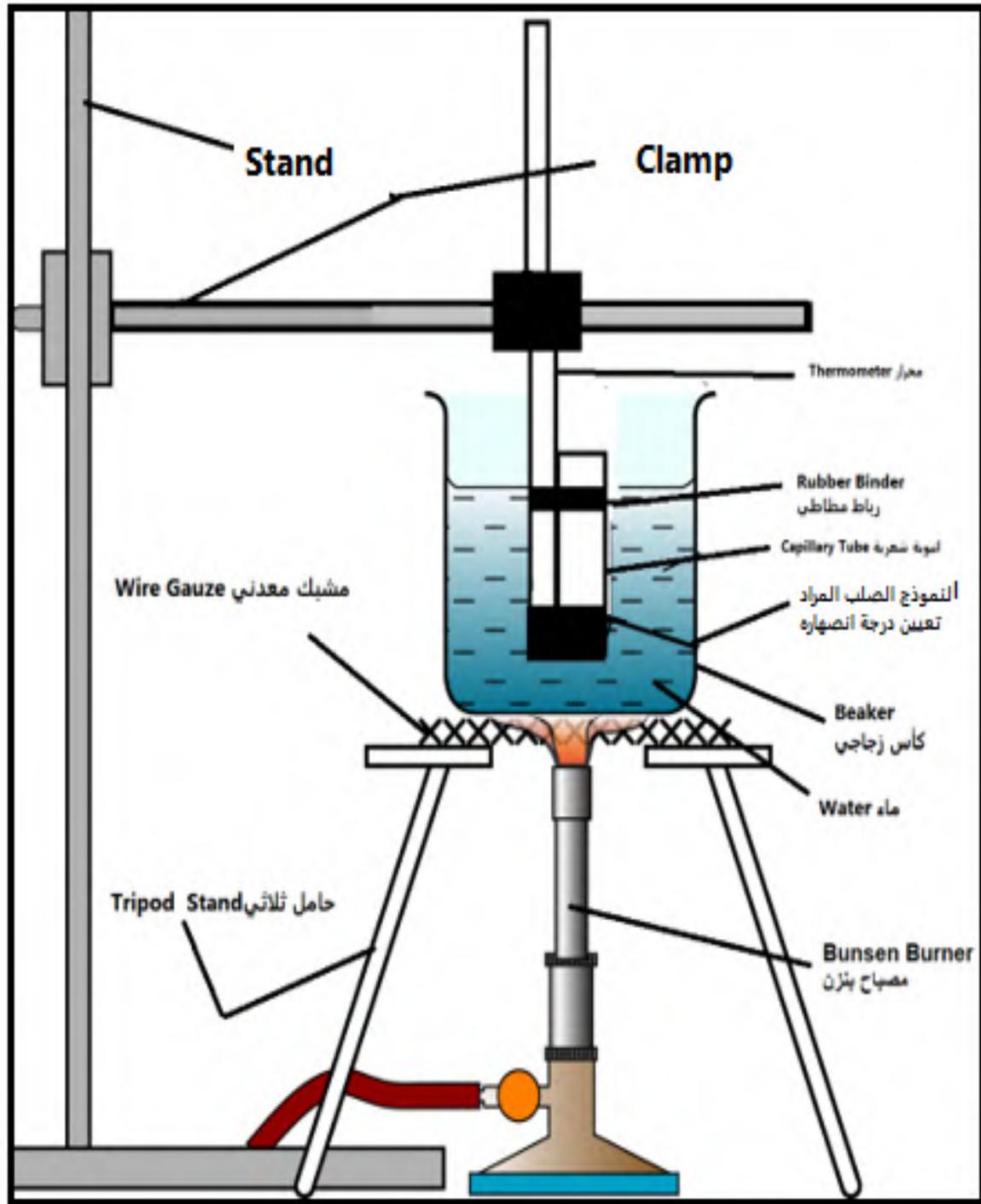
لتعيين درجة انصهار مركب صلب نستعمل الأنبوبة الشعرية (Cappillary Tube) حيث نقوم بغلق أحد طرفيها بواسطة لهب مصباح بنزن (Bunsen Burner) وندخل بلورة المادة الصلبة من الطرف الاخر بعد ذلك تجري خطوات العمل.

و كقاعدة عامة فإن المركبات العضوية النقية لها درجات انصهار حادة و يبلغ الفرق في معدل درجة الانصهار للمركب العضوي الصلب النقي بين ( 0.5 - 1.5 ) °م. إن المادة التي يراد تعيين درجة انصهارها يجب أن تكون جافة تماماً وبشكل مسحوق ناعم، كما إن الأنابيب المستعملة يجب ان تكون جافة. لماذا؟ ويجب ان لا تكون كمية المادة في داخل الأنبوبة كثيرة لكي لا تكون هنالك اختلاف في درجات الانصهار.

## طريقة العمل:

- 1) نضع كمية صغيرة من المركب العضوي المراد قياس درجة انصهاره في انبوبة شعرية.
- 2) نثبت الأنبوبة الى جانب المحرار بواسطة رباط مطاطي بحيث تكون الأنبوبة الشعرية بمستوى بصلة المحرار. لماذا؟
- 3) نضع المجموعة في الخطوة 2 في حمام مائي بحيث يكون مستوى الرباط فوق مستوى سطح الحمام المائي.
- 4) نسجل درجة الانصهار الابتدائية لحظة بداية الانصهار للمادة العضوية ثم نسجل درجة الانصهار الثانية بعد اكتمال الانصهار. كما في الشكل



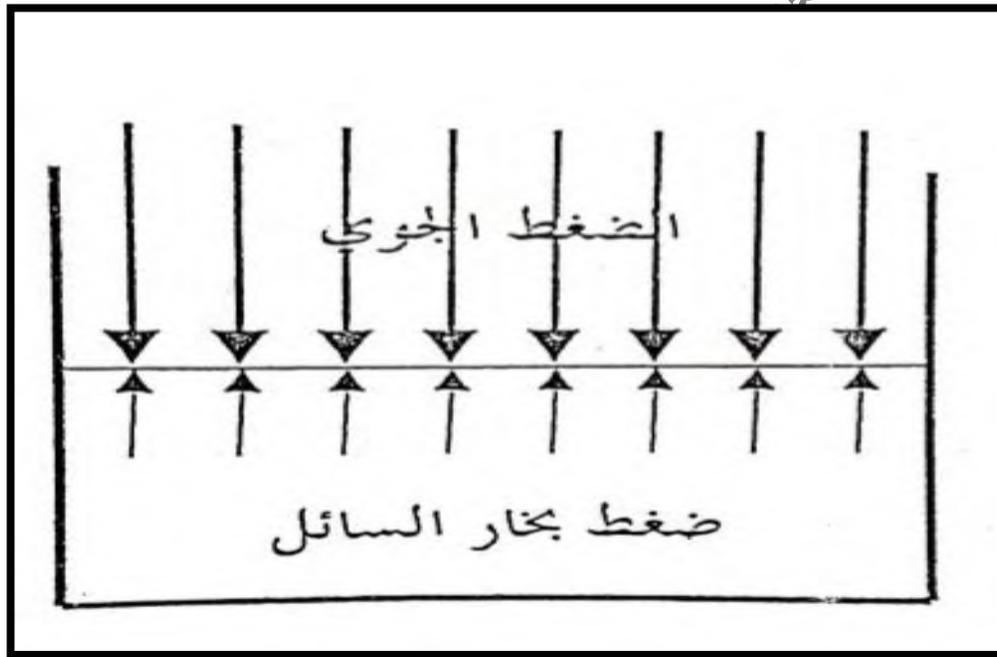


جهاز تعيين درجة الانصهار

## درجة الغليان Boiling Point

ان درجة الغليان هي ايضاً من الخواص الفيزيائية المهمة التي تستعمل لمعرفة هوية السوائل بصورة عامة، فدرجة الغليان هي تلك الدرجة التي يتساوى بها ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي، وإن درجة غليان السوائل النقية تكون ثابتة إذ تستطيع من خلالها معرفة هوية السائل النقي وتتغير هذه الدرجة بتغير الضغط الجوي لذلك يجب بيان قيمة الضغط الجوي التي تقاس عندها درجة الغليان لسائل ما.

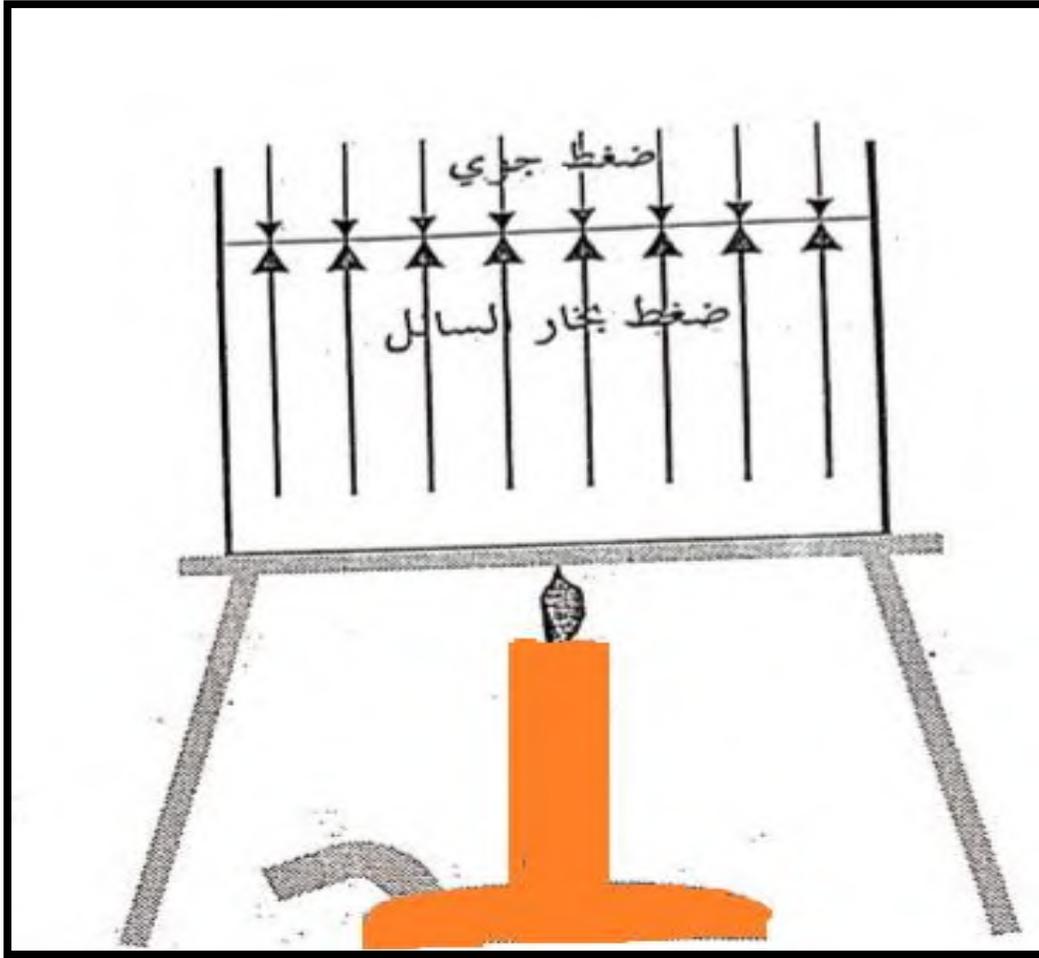
إذ ان هناك عاملين تتأثر بهما درجة الغليان هما الضغط الجوي وضغط بخار السائل، حيث يكون الضغط الجوي اعلى من ضغط بخار السائل دائماً وكما في الشكل ادناه، فلو كان العكس ماذا سيحدث؟! !!



وكما هو معروف إن درجة غليان الماء تبلغ (  $100^{\circ}\text{C}$  ) و لكن نلاحظ ان الملابس و البرك المائية تجف حتى في وقت الشتاء. لماذا ؟

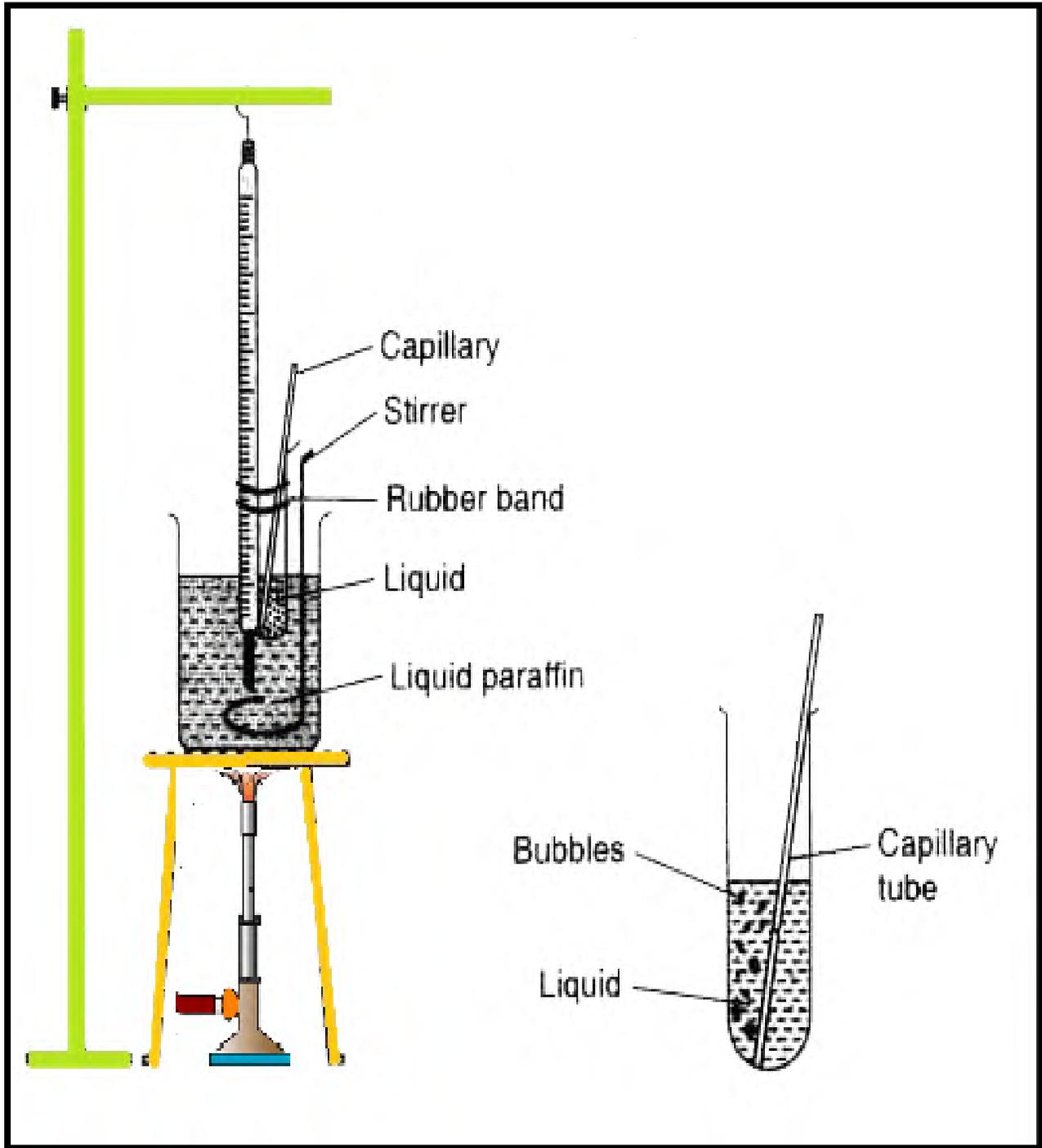
عند تسخين سائلاً ما فإن ضغط بخاره سيرتفع بفعل التسخين ومتى ما يصل الى الضغط الجوي فسوف يبدأ بالغليان وإذا زدنا من درجة الحرارة فان ضغط بخار السائل سوف يكون أعلى من الضغط الجوي وهنا يبدأ السائل بالتبخر وكما في الشكل.

وفي تجربة تعيين درجة الغليان تستخدم الأنبوبة الشعرية وأنبوبة الغليان التي تثبت أيضاً في المحرار كما موضح في طريقة العمل.



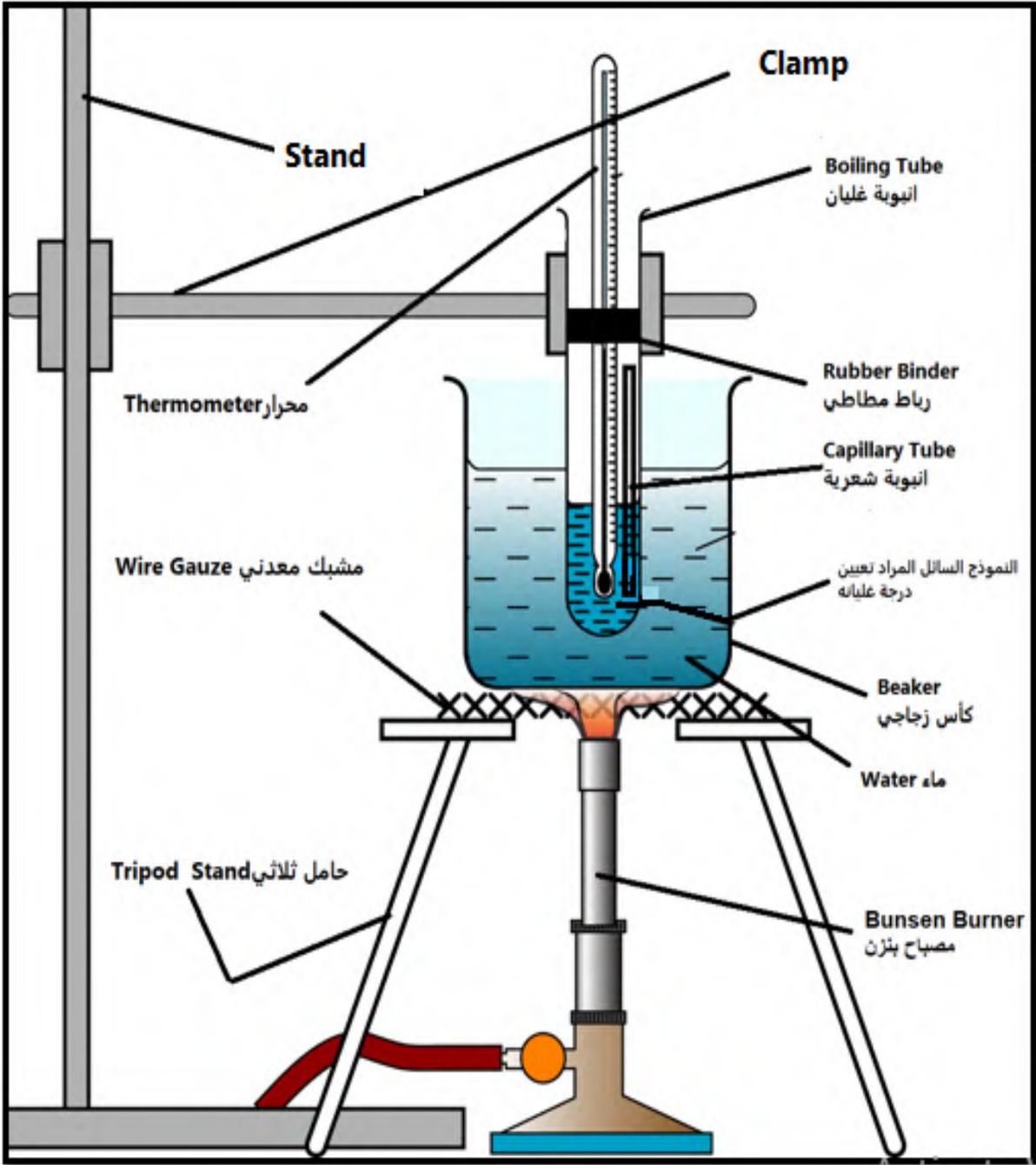
### طريقة العمل:

- (1) نأخذ أنبوبة شعرية ونغلق أحد طرفيها بواسطة لهب مصباح بنزن.
- (2) الأنبوبة الشعرية يتم ربطها بطريقتين:  
 أولاً) نضع الأنبوبة الشعرية داخل أنبوبة الغليان التي تحتوي على السائل المراد تعيين درجة غليانه بحيث يكون طرف الأنبوبة الشعرية المغلق الى الأعلى ويتم ربط أنبوبة الغليان التي تحوي على الأنبوبة الشعرية والسائل بالمحرار بواسطة رباط مطاطي بحيث يكون قعر أنبوبة الغليان بمستوى بصلة المحرار كما موضح في الشكل (A).



الشكل (A) جهاز تعيين درجة الغليان

ثانياً نربط الانبوبة الشعرية مع المحرار بواسطة رباط مطاطي بحيث يكون نهاية الانبوبة الشعرية المفتوحة بمستوى بصلة المحرار حيث يوضع الاثنان داخل انبوبة الغليان التي تحتوي على السائل المراد تعيين درجة غليانه كما موضح في الشكل (B)



الشكل (B) جهاز تعيين درجة الغليان

أ.م.د. الهام نعيمش مزعل      د. تماره احمد العبيدي      أ.م. ضفاف فلاح حسن

- (3) نضع المنظومة في الخطوة 2 في حمام مائي ونبدأ بالتسخين.
- (4) نسجل القراءة الأولى بعد خروج سيل من الفقاعات من الأنبوبة الشعرية.
- (5) ثم نسجل القراءة الثانية عند ارتفاع السائل داخل الأنبوبة الشعرية.

أ.م.د. الهام نعيمش  
د. تماره احمد أ.م. ضفاف فلاح

## التقطير Distillation

تعتبر طريقة التقطير أفضل طريقة تستعمل لتنقية السوائل من الشوائب وكذلك فصل السوائل الممتزجة والتي تتفاوت في درجات غليانها هي عملية التقطير.

وهناك نوعين من أجهزة التقطير وهي كالآتي:

- النوع الأول: جهاز التقطير العادي الذي يستخدم فيه التوصيلات وتكون عباره عن سدادات مطاطية.
  - النوع الثاني: جهاز التقطير الكوك فت بدون توصيلات مطاطية يستخدم المادة الدهنية ( الكريز) وذلك لسهولة حركة الأجزاء فك وربط الأجزاء.
- ويستخدم جهاز التقطير في هذه العملية حيث يتكون هذا الجهاز من دورق تقطير ذو أنبوب جانبي يثبت فيه المكثف (Condenser)، ويوضع في فتحة الدورق العليا محرار بحيث يكون مستوى بصلة المحرار مع مستوى الفتحة الجانبية لدورق التقطير. لماذا؟

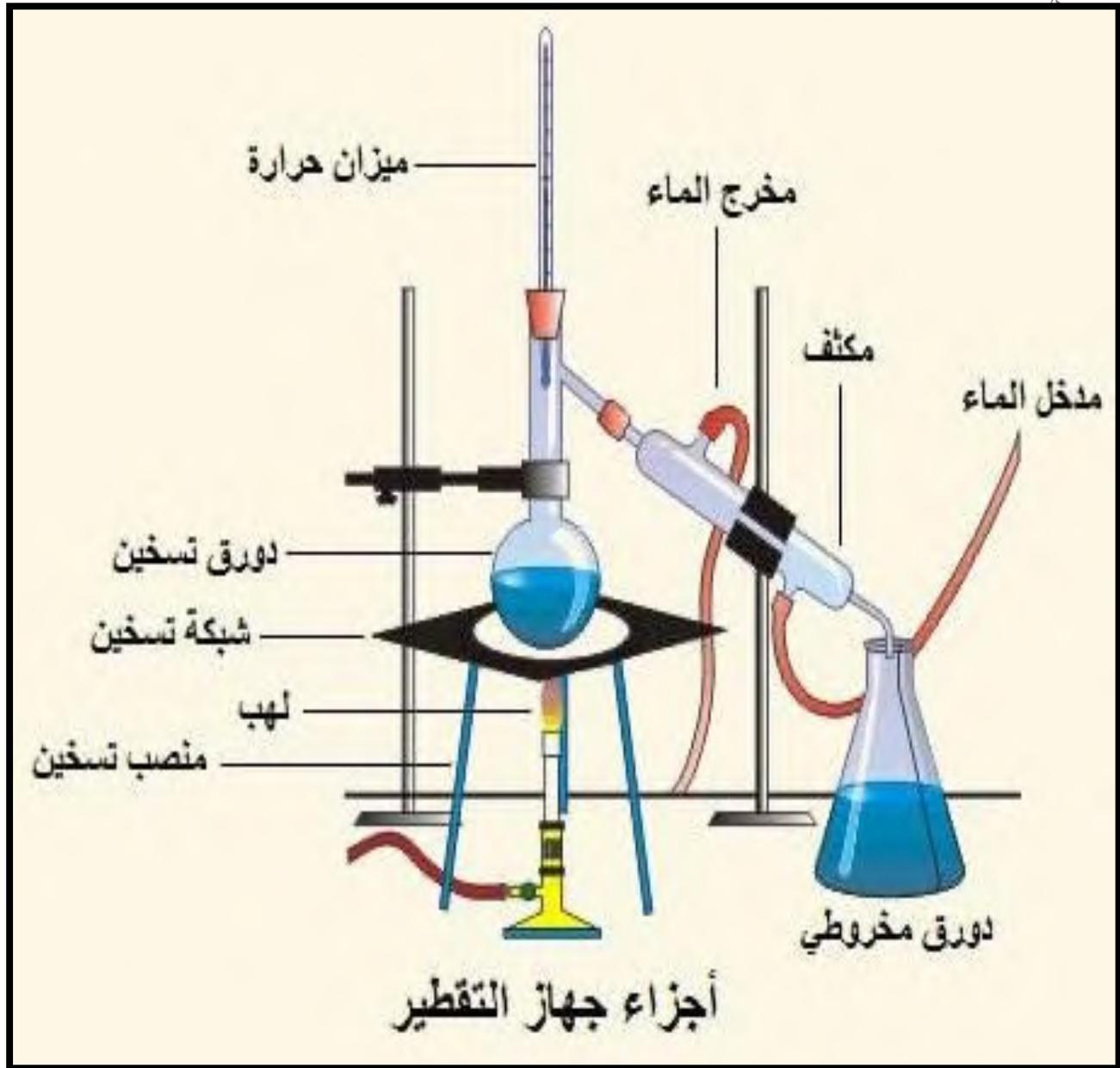
أن السائل الذي يتبخر من دورق التقطير يتكثف على بصلة المحرار وعلى سطح الجدار الداخلي أما الجزء الأكبر من هذا البخار فانه يمر من الفتحة الجانبية لدورق التقطير خلال المكثف الخارجي فتتكاثف المادة وتنزل على شكل قطرات تجمع في دورق الاستلام أسفل المكثف، أما الشوائب التي قد تكون مادة صلبة أو سائلة فتبقى في دورق التقطير.

عند تقطير سائل ما ترتفع درجة الحرارة في داخل جهاز التقطير فوق درجة غليان السائل وهذا يؤدي الى غليانه بصورة مفاجئة وتبخيره بقوة وقد يصحب هذه الظاهرة انتقال السائل الى المكثف أو انفجار الجهاز بأكمله، ولتجنب هذه الحالة تستخدم قطع صغيرة من حيز الغليان وهي عبارة عن قطع خزفية مسامية تساعد على تكوين فقاعات داخل السائل وتنظيم عملية الغليان.

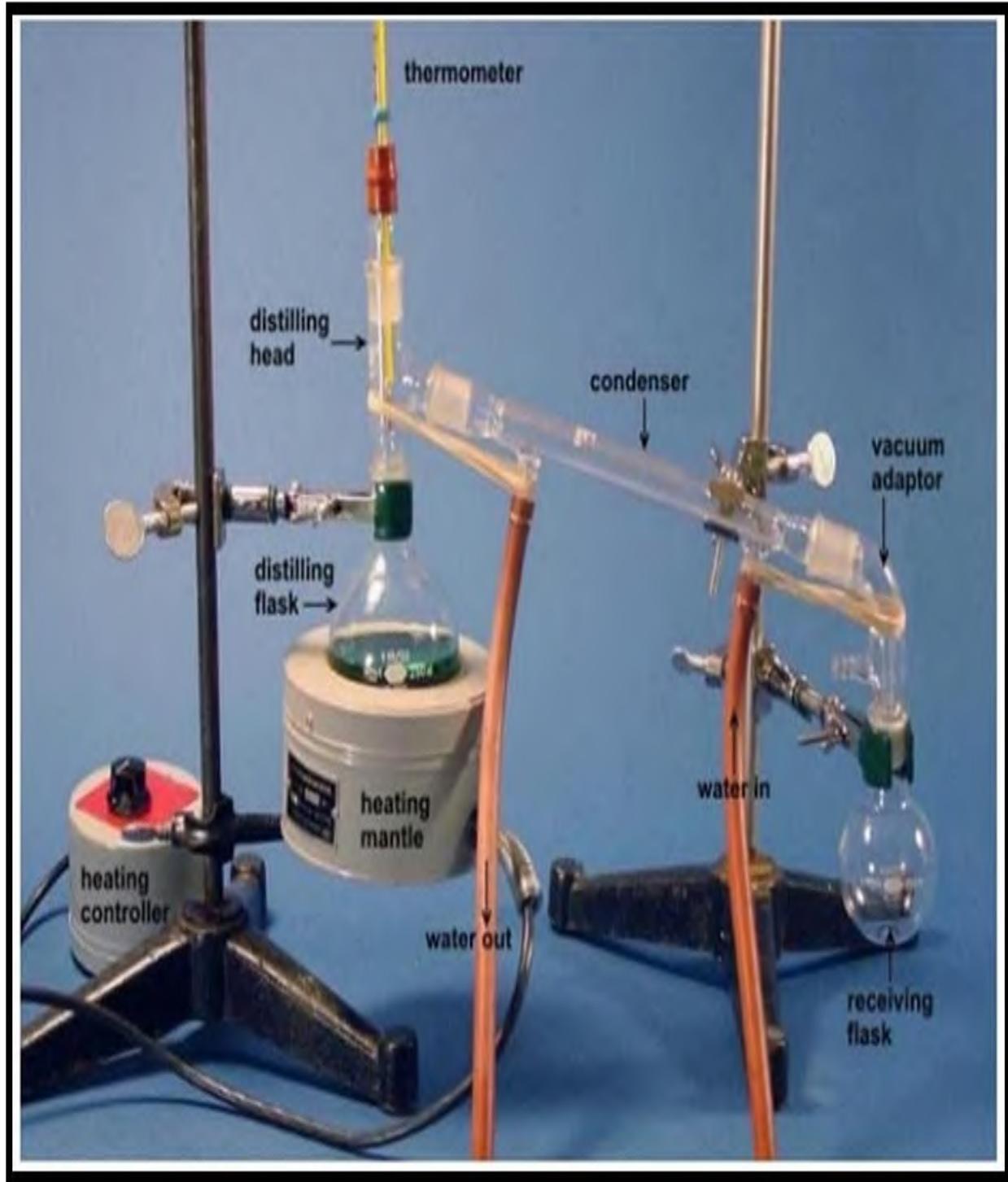
وهناك أربعة أنواع من التقطير:-

### 1) التقطير البسيط (Simple Distillation):

وهي عملية التقطير الشائعة و التي تستخدم لفصل السوائل التي الفرق في درجات غليانها كبيرة جداً حوالي 30 - 80 °م كما في الشكلين A و B.



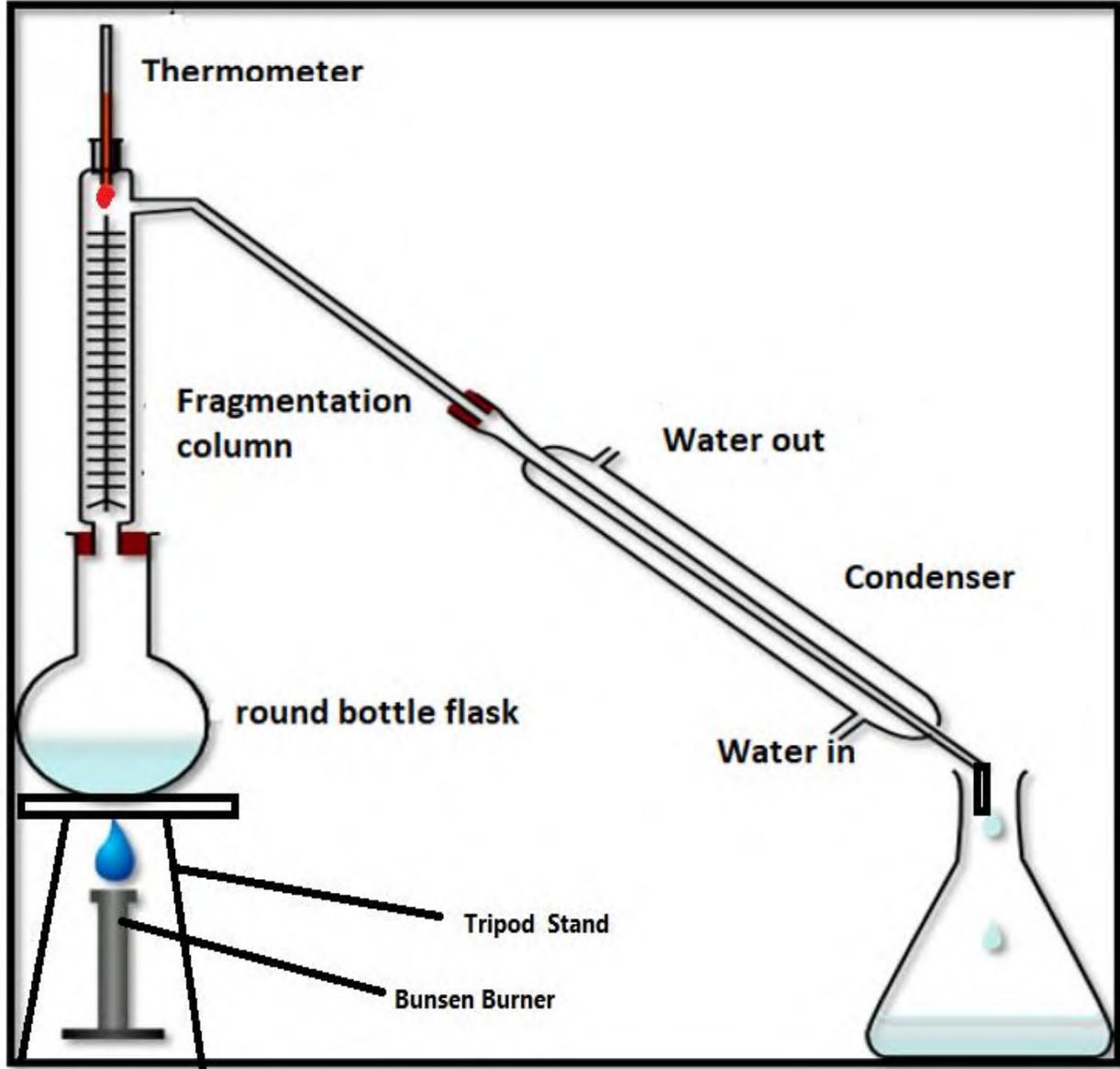
الشكل (A) جهاز التقطير البسيط باستخدام السدادات المطاطية



الشكل (B) جهاز التقطير الكوك فت

## (2) التقطير التجزيئي ( Fraction Distillation ):

وهو التقطير الذي يستخدم فيه عمود التجزئة ويستخدم لفصل السوائل التي تكون درجة غليانها متقاربة مثل فصل البنزين (81)°م عن الايثانول (87)°م.



جهاز التقطير التجزيئي

### (3) التقطير بالفراغ (Under Vacuum Distillation):

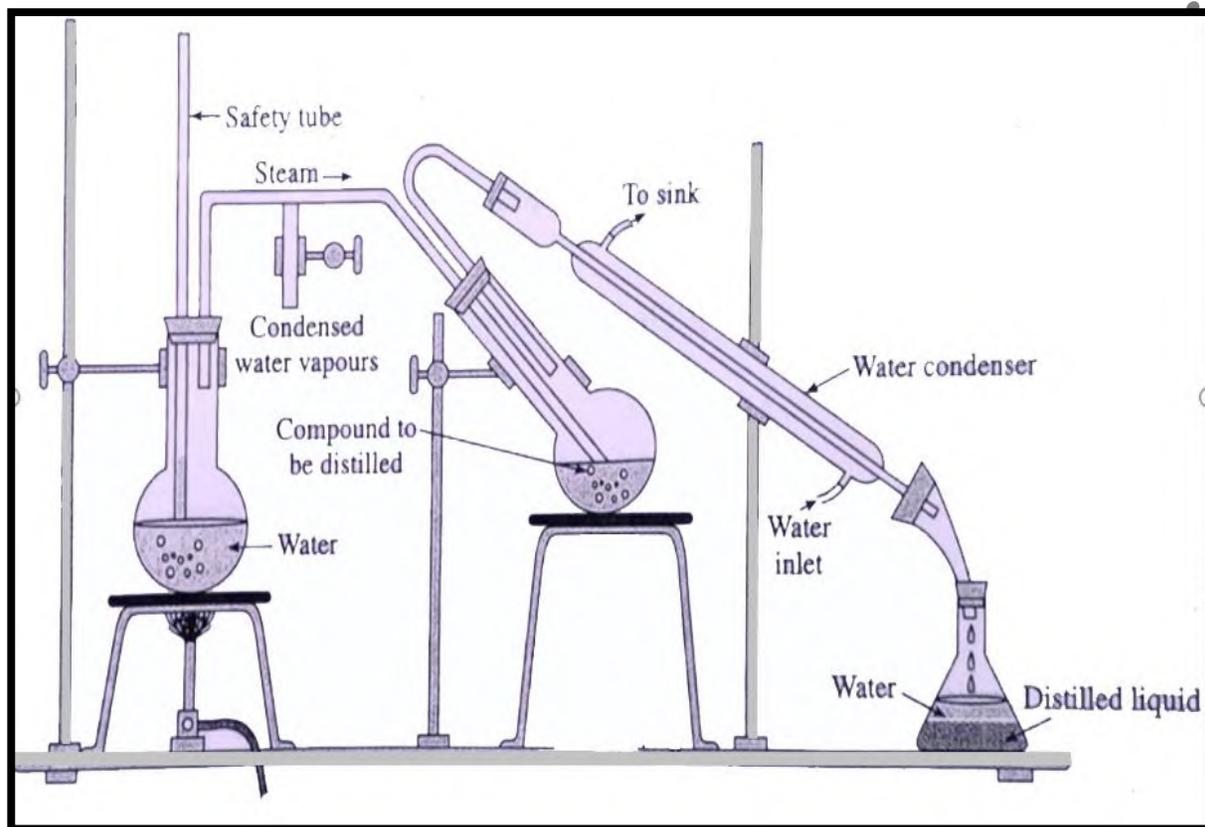
ويستخدم هذا النوع من التقطير لفصل السوائل التي تتفكك عند وصولها الى درجة غليانها حيث يستخدم جهاز مغلق ومفرغ من الهواء.



جهاز التقطير بالفراغ

**(4) التقطير بالبخار ( Steam Distillation ) :**

يستخدم هذا النوع من التقطير لفصل السوائل القابلة للاشتعال والمتطايرة حيث يربط مع جهاز التقطير دورق مع انبوبة توصيل لنقل بخار الماء حيث يقوم البخار بدور المصدر الحراري لتبخير السوائل المتطايرة شريطة ان لا يتفاعل البخار مع السوائل المراد تقطيرها.



جهاز التقطير بالبخار

**طريقة العمل:**

- (1) يربط جهاز التقطير البسيط.
- (2) نضع ثلاث قطع من حجر الغليان ثم نضيف مزيج السوائل المراد فصلها وتنقيتها
- (3) نفتح الماء على المكثف بحيث يكون دخول الماء من الأسفل الى الأعلى لماذا؟
- (4) نبدأ التسخين ومن ثم نقوم بفصل السوائل وحسب الفرق في درجات الغليان.
- (5) نجتمع السوائل المتكثفة في دورق الاستلام.

## الاستخلاص Extraction

وهي الطريقة الأكثر شيوعاً و المستعملة دائماً لفصل المركبات العضوية من المواد المتفاعلة أو لاستخراج المركبات العضوية من مصادرها الطبيعية و يمكن تعريف الاستخلاص بأنه ( عملية فصل جزء من مزيج من المركبات العضوية باستخدام مذيب مناسب).

### الاستخلاص بواسطة المذيب

وتستعمل هذه الطريقة عملياً لفصل مركب عضوي من محلول مائي عالق وذلك بمزج المحلول المائي ومذيب عضوي لا يمتزج مع الماء ونتركه فترة من الزمن حتى تنفصل طبقة المذيب وتنتشر المادة المذابة بين المذيب العضوي والمحلول المائي حسب قابلية ذوبانها.

ان أملاح المركبات اللاعضوية مثلاً لا تذوب في المذيبات العضوية ولذلك تبقى محاليلها في الماء أما المركبات العضوية مثل الهيدروكربونات ومشتقاتها الهالوجينية التي لا تذوب في الماء فتبقى في طبقة المذيب العضوي.

أن الأداة المستعملة في هذه العملية هي قمع الفصل ( Separation Funnel ) ويجب فحص القمع جيداً قبل الاستعمال مثل التأكد من السدادة والصمام بحيث يكونان محكمان ولا يسمحان بخروج السائل و يمكن استعمال دهن الفازلين في هاتين المنطقتين لتسهيل حركة الصمام و السدادة.



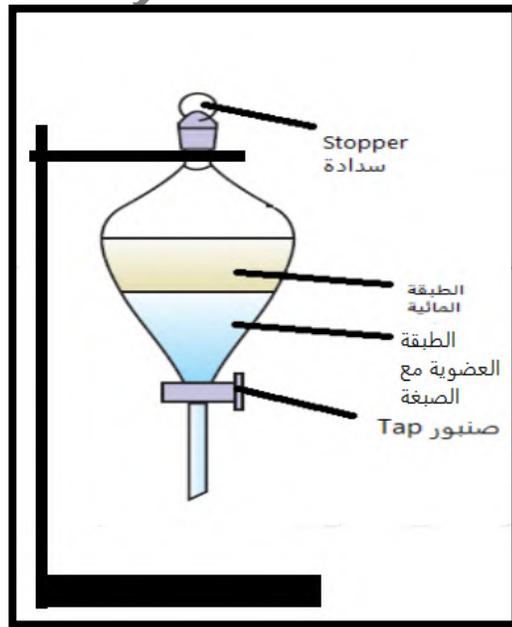
أن موقع الطبقة المائية بالنسبة الى المذيب العضوي في قمع الفصل تعتمد على كثافة المحلول المائي وللتأكد فيما اذا كانت أي من الطبقتين هي المذيب العضوي نأخذ كمية من السائل و نلاحظ قابلية ذوبانها في كمية من الماء. ولا يجوز رمي أي من المحلول المائي أو المستحلب قبل انتهاء التجربة.

## تعتمد جودة الاستخلاص على:

- (1) طريقة الرج
- (2) عدد مرات استخلاص المركب العضوي وهي تعتمد على:
  - A- نسبة حجم المحلول المائي
  - B- حجم المذيب المستخدم

## طريقة العمل:

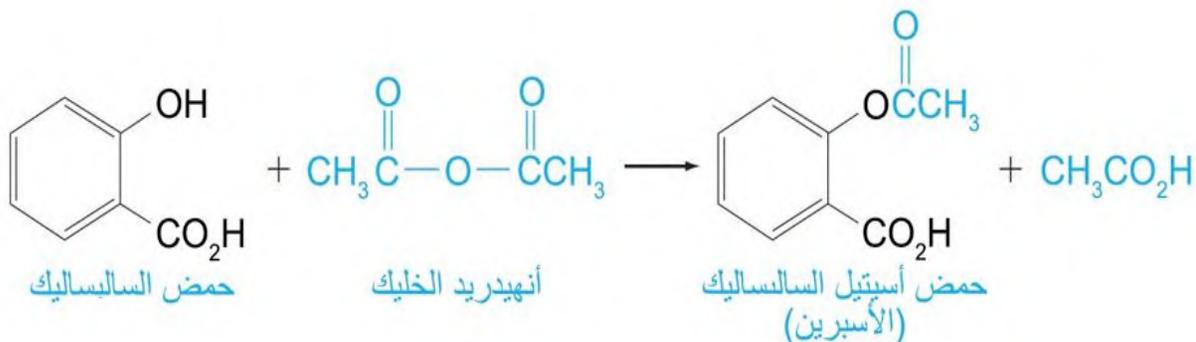
- (1) نأخذ قمع الفصل ونضع فيه 2.5 مل من محلول الصبغة البنفسجية بعد التأكد من سلامة الصمام والسدادة
  - (2) نضيف 5 مل من الماء الاعتيادي للتخفيف
  - (3) نضع 5 مل من مادة الكلوروفورم كمذيب ونغلق السدادة
  - (4) نبدأ عملية الرج الشديدة لمدة عشر دقائق من فتح الصمام بين فترة وأخرى. لماذا؟
  - (5) بعد الانتهاء من عملية الرج نثبت القمع ثم نرفع السدادة ويترك المحلول فترة قصيرة حتى تنفصل الطبقة المائية الى الأعلى عن الطبقة العضوية مع الصبغة الى الأسفل.
  - (6) نسحب الطبقة العضوية والصبغة بعد التأكد من رفع السدادة. لماذا؟
- نضيف 1 مل من مادة الكلوروفورم الى الطبقة المائية المتبقية في قمع الفصل ونعيد عملية الاستخلاص مرة ثانية وكما في الخطوة 4 لفصل ما تبقى من الصبغة من الطبقة المائية ونقيس حجمها أيضاً ثم نقيس حجم الطبقة المائية.



## Acetyl Salicylic ( Aspirin Acid)

## تحضير الاسبرين

## معادلة التحضير:

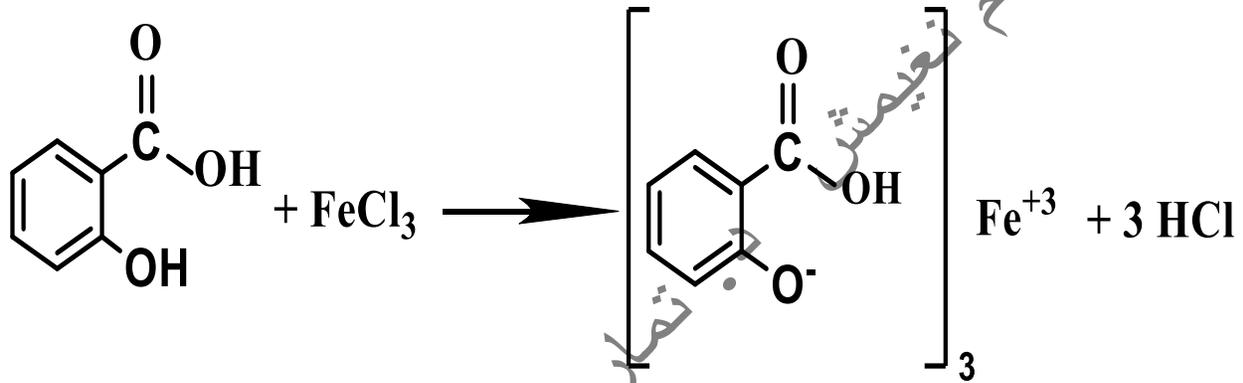
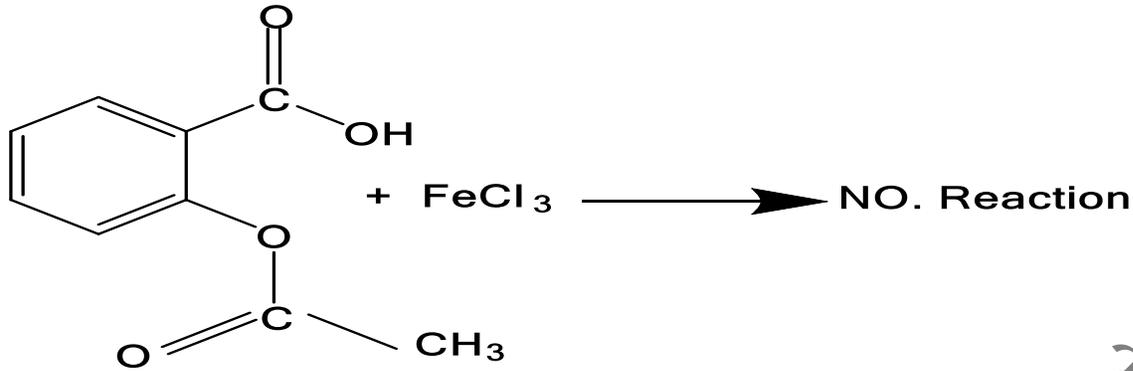


## طريقة العمل:

- (1) نأخذ دورق دائري نظيف وجاف ونضع فيه 1 غرام من حامض الساليساليك.
- (2) أضف 3 مل من انهيدريد الخليك وثلاث قطرات من حامض الكبريتيك المركز.
- (3) اغلق الدورق بسداد مطاطي.
- (4) سخن المزيج في حمام مائي بدرجة 50 – 60 °م و لمدة 15 دقيقة.
- (5) برد المزيج ثم اضف اليه 15 مل من الماء لغرض التبلور.
- (6) رشح الراسب ثم اتركه ليحجف ثم قم بأجراء الحسابات.

## الكشف عن مادة الاسبرين:

- 1-خذ أنبوبة اختبار نظيفة وضع فيها بلورة من الاسبرين المحضر من قبلك ثم أضف اليه قطرتين من محلول كلوريد الحديدك  $FeCl_3$  ان عدم ظهور أي لون في الانبوبة دلالة على اختفاء المجموعة الفينولية لحامض الساليساليك واستبدالها بالمجموعة الاسترية العائدة للأسبرين.
- 2-خذ أنبوبة اختبار وضع فيها بلورة من حامض الساليساليك وأضف اليه بضع قطرات من الماء ثم قطرتين من محلول كلوريد الحديدك ستلاحظ ظهور لون بنفسجي دلالة على تكوين معقد.



الحسابات:

لاستخراج الأوزان النظرية نستخدم القانون التالي:

$$\frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الجزيئي}} = \text{عدد المولات}$$

وبالعودة الى معادلة التفاعل



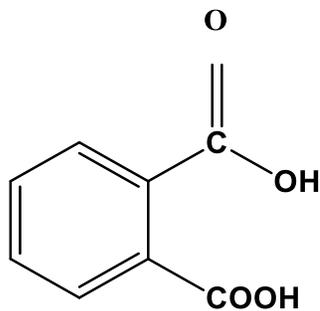
نلاحظ بأن عدد مولات حامض الساليساليك = عدد مولات الاسبرين

أ.م. ضفاف فلاح حسن

د. تماره احمد العبيدي

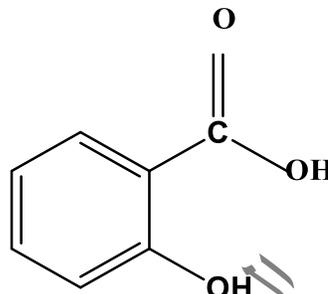
أ.م.د. الهام نعيمش مزعل

وبما ان الوزن الجزيئي لحامض السالساليك = 138 و للاسبرين = 180 لذا يحسب الوزن النظري للاسبرين كالآتي:



$$\frac{1}{138}$$

=



$$\frac{X}{180}$$

$$\text{الوزن النظري للاسبرين } X = \frac{1 \times 180}{138} = 1.3 \text{ غرام}$$

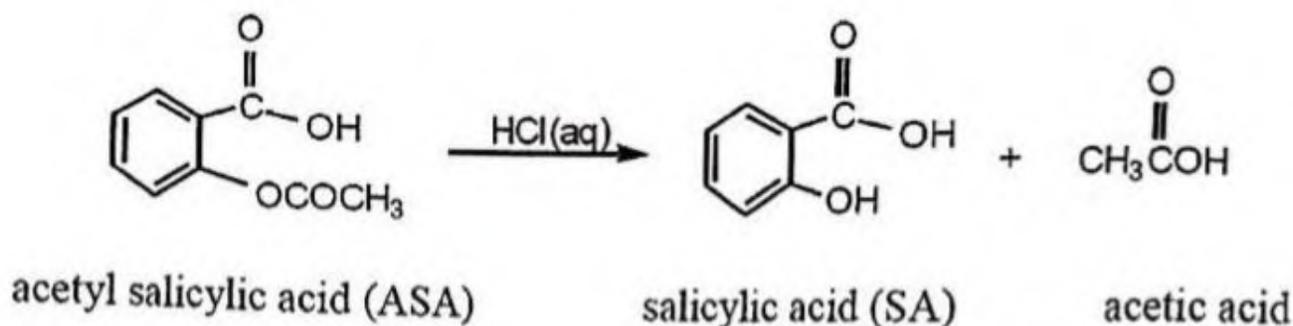
$$\text{النسبة المئوية} = \frac{\text{الوزن العملي}}{\text{الوزن النظري}} \times 100$$

## Synthesis of Salicylic Acid from Aspirin Tablets

## تحضير حامض الساليساليك من الاسبرين

**الغرض من التجربة:** استخلاص حامض استيل ساليساليك (الاسبرين النقي) بعد ذلك اجراء التحلل الحامضي النقي لانتاج حامض الساليساليك.

**الجزء النظري:** حامض الساليساليك هو مركب عضوي يحتوي على مجموعة الكربوكسيل ومجموعة الفينول في موقع اورثو حيث يعتبر مادة أساسية في انتاج الاسبرين المادة الدوائية، يتم استخلاص حامض الساليساليك من الاسبرين عن طريقة اجراء التحلل الحامضي لحامض الهيدروكلوريك المخفف الذي يحتوي على جزيئة الماء حيث يتحلل الاسبرين الى حامض الساليساليك وحامض الخليك كما في المعادلة ادناه:



**طريقة العمل:** تقسم طريقة العمل الى قسمين:

**الجزء الأول:** عزل حامض استيل ساليساليك من أقراص الاسبرين وكما يلي:

1. نقوم بأذابة قرص واحد من الاسبرين في 5 مل من الايثانول في دوق مخروطي او بيكر.
2. نقوم بتسخين المزيج بدون حدوث تبخر للمزيج لمدة عشرة دقائق بعد ذلك نرشح لفصل الشوائب الغير الذائبة عن محلول حامض الاستيل ساليساليك.
3. نقوم ببلورة حامض الاستيل ساليساليك باستخدام الثلج او الماء البارد

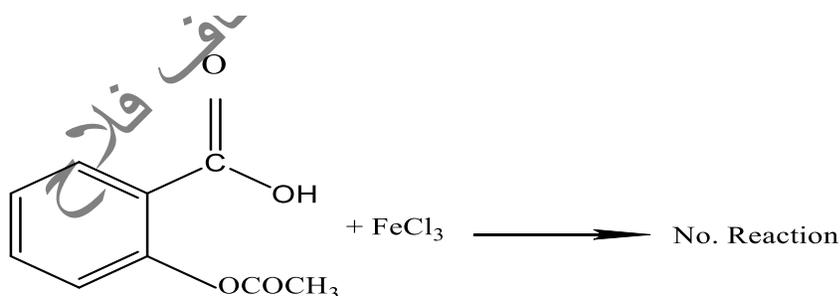
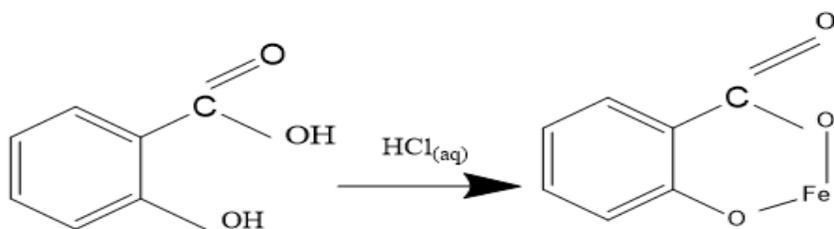
### الجزء الثاني: التحلل المائي الحامضي لحامض الاستيل سالساليك وكما يلي:

1. نمزج حامض الاستيل سالساليك الناتج مع 10 مل من حامض الهيدروكلوريك المخفف 20% مع التسخين عند درجة حرارة 60 درجة مئوية والتحرك المستمر لمدة ربع ساعة.

2. بعد انتهاء التفاعل سوف نشم رائحة حامض الخليك وهي تشبه رائحة الخل وهذا يدل على اكتمال التفاعل بصورة تامة حيث نقوم بعد ذلك بتبريد الناتج وفصله وغسله بالماء المقطر وبعد ذلك نقوم بتجفيف الراسب ونجري الحسابات.

### الكشف عن حامض السالساليك:

لكي نتأكد من نجاح التفاعل وتكوين حامض السالساليك نأخذ كمية قليلة من ناتج التفاعل ونضيف اليه بضع قطرات من كلوريد الحديدك فاذا تحول لون المحلول الى اللون الأزرق او البنفسجي فهذا يدل على ان التحلل قد اكتمل وتكون حامض السالساليك واختفاء الاسبرين حيث قد تحلل بصورة تامة الى حامض السالساليك وحامض الخليك. اما إذا لم يتغير لون المحلول فهذا يدل على عدم اكتمال التحلل والتفاعل وبقاء الاسبرين بدون تحلل. حيث ان ظهور لون الأزرق يدل على تكون معقد بين الحديد وحامض السالساليك حيث يتناسق ايون الحديد مع المجموعة الفينولية لحامض السالساليك وتكوين معقد ازرق اما عدم تغير في لون المحلول فهذا يدل على عدم وجود المجموعة الفينولية.



## الحسابات:

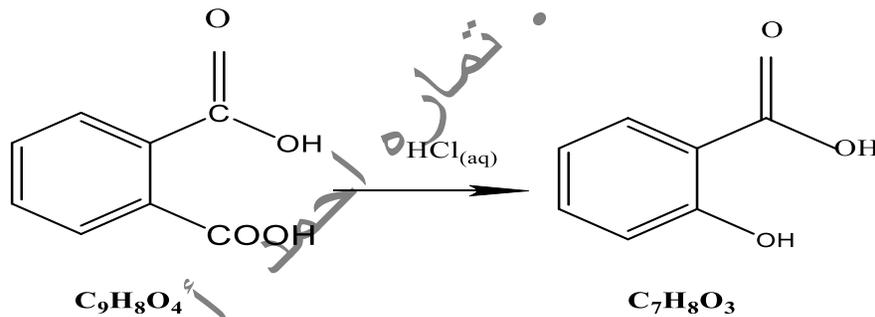
كل قرص من الاسبرين يحتوي على 75% من حامض الاستيل سالساليك (الاسبرين النقي) حيث القرص الواحد من الاسبرين وزنه 500 ملغرام يعني وزن الاسبرين النقي يساوي 375 ملغرام.

نحسب النسبة المئوية لحامض السالساليك من قانون التالي:

$$\frac{\text{النسبة المئوية لحامض السالساليك}}{\text{النسبة المئوية لحامض السالساليك}} = \frac{\text{وزن العملي}}{\text{وزن النظري}} \times 100$$

بما ان عدد مولات حامض السالساليك يساوي عدد مولات الاسبرين النقي اذن نستطيع من خلال معادلة التفاعل ان نحسب الوزن النظري لحامض السالساليك وكالتالي:

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الجزيئي}}$$



$$\frac{\text{وزن}}{\text{الوزن الجزيئي}} = \frac{\text{وزن}}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

$$\frac{0.375}{180} = \frac{X}{138}$$

$$\therefore \text{الوزن النظري لحامض السالساليك} = X = \frac{0.375 \times 138}{180} = 0.29 \text{ غرام}$$

## الكشف عن الكحولات والالديهادات والكيونات

**الكحولات:** هي مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة الكربون مباشرة وتكون على ثلاثة أنواع كحولات أولية وثنائية وثالثية، هنالك بعض الكشوفات التي تستخدم للكشف عن الكحولات وهي كشف لوكاس وكشف ريتير.

**1. كشف لوكاس:** ويستخدم للكشف والتمييز بين أنواع الكحولات الأولية والثانوية والثالثية.

### طريقة العمل:

1. نأخذ انبوبة اختبار جافة ونضع فيها 1 غم من كلوريد الزنك و 3 مل من حامض الهيدروكلوريك المركز ونغلي المحلول لمدة دقيقة واحدة.

2. نبرد المحلول بدرجة حرارة الغرفة بعدها نضيف 5 مل من محلول الكحول الى المزيج أعلاه ونرجه بقوة ثم نضعه في حمام مائي لمدة 5 دقائق.

3. في نهاية التفاعل نلاحظ ان مزيج التفاعل يتعكر وينفصل الى طبقتين هذا دليل على تكون هاليد الالكيل. يتفاعل الكحول الثالثي في الحال اما الكحول الثانوي بعد مرور 5 دقائق وإذا انفصل بعد فترة طويلة دلالة على انه كحول اولي.

2. **كشف ريتير:** يستخدم للكشف عن الكحولات الأولية والثانوية حيث يميز بين الكحول الاولي والثانوي عن الثالثة

### طريقة العمل:

1. نضع 5 مل من المادة المراد فحصها في انبوبة اختبار و نضيف اليها 5 مل من المحلول المائي لبرمنغنات البوتاسيوم و 2 مل من حامض الخليك.

2. نرج الانبوبة بقوة بعد الانتهاء من الرج سيتغير لون برمنغنات البوتاسيوم ويعتبر كشافاً موجباً للكحولات الأولية والثانوية وسالباً للكحولات الثالثية. سبب تغير لون برمنغنات البوتاسيوم هو حصول اختزال لبرمنغنات البوتاسيوم واكسدة للكحول حيث يتأكسد الكحول الاولي الى الديهايد والكحول الثانوي الى كيتون.

**الالديهادات والكيونات:** وهي مركبات عضوية تتميز بوجود مجموعة الكربونيل في مركباتها وهي واسعة الانتشار في الطبيعة حيث توجد هذه المجموعة في الكربوهيدرات وبعض الهرمونات.

هناك بعض الكشوفات التي تستخدم للكشف عن الالديهيدات والكيثونات وهي:

(1) الكشف العام للالديهادات والكيثونات: وهو تفاعل الهيدرازين او مشتقاته مع مجموعة الكاربونيل للالديهادات والكيثونات حيث تتكون رواسب ملونة (صفراء برتقالية).

### طريقة العمل:

1. نأخذ انبوبة اختبار جافة ونضع فيها 3 مل من الالديهيد او الكيتون ونضيف اليه 3 مل من الهيدرازين او احد مشتقاته.

2. نسخن المزيج في حمام مائي لمدة 5 دقائق بعدها نلاحظ تكوين راسب برتقالي.

(2) كشف تولن: يستخدم هذا الكشف للتمييز بين الالديهيد و الكيتون و كاشف تولن عبارة عن امينات الفضة القاعدية  $Ag(NH_3)_2^+$ ، وكشف تولن عبارة عن تفاعل اكسدة للالديهادات الى حوامض كاربوكسيلية.

### طريقة العمل:

1. يحضر كاشف تولن بأذابة 7.5 غم من نترات الفضة في 120 مل من الماء المقطر بعدها نضيف اليه محلول هيدروكسيد الامونيوم و نستمر بالإضافة حتى يختفي الراسب الأحمر بعدها نوقف الإضافة و ننقل المحلول الى قنينة حجمية سعة 250 مل ونكمل الى حد العلامة بالماء المقطر.

2. نأخذ انبوتين اختبار ونضع فيهما 5 مل من كاشف تولن ونضيف الى الانبوبة الأولى 3 مل من الالديهيد، نسخن الانبوبة في حمام مائي لمدة 5 دقائق بعدها تلاحظ تكون راسب فضي على جدران الانبوبة (مرآة فضية لامعة) وهذا على تأكسد الالديهيد الى حامض عضوي. نضيف الى الانبوبة الثانية 3 مل من الكيتون ونعيد الخطوات أعلاه سوف لا يتكون الراسب الفضي ولا تحدث اكسدة.

## Analytical Chemistry

## الكيمياء التحليلية

هي فرع من فروع الكيمياء يختص بتعيين مكونات مركب مجهول أو تحديد نسبتها الكمية.



٢

**فروع الكيمياء التحليلية:****1- التحليل الوصفي او النوعي Qualitative Analysis:**

حيث يتم تعيين المكونات او العناصر الداخلة في تكوين مركب مجهول كما في حالة تحليل الادرار للبحث عن وجود مركبات كيميائية كالادوية.

**2- التحليل الكمي Quantitative Analysis:**

حيث يتم تعيين كمية كل مكون و نسبته المئوية في ذلك المركب كما يحصل عند تحليل الدم لمعرفة نسبة السكر فيه. ويضم هذا النوع عدة طرائق:

<b>Volumetric Analysis</b>	(A) التحليل الحجمي
<b>Gravimetric Analysis</b>	(B) التحليل الوزني
<b>Instrumental Analysis</b>	(C) التحليل الآلي

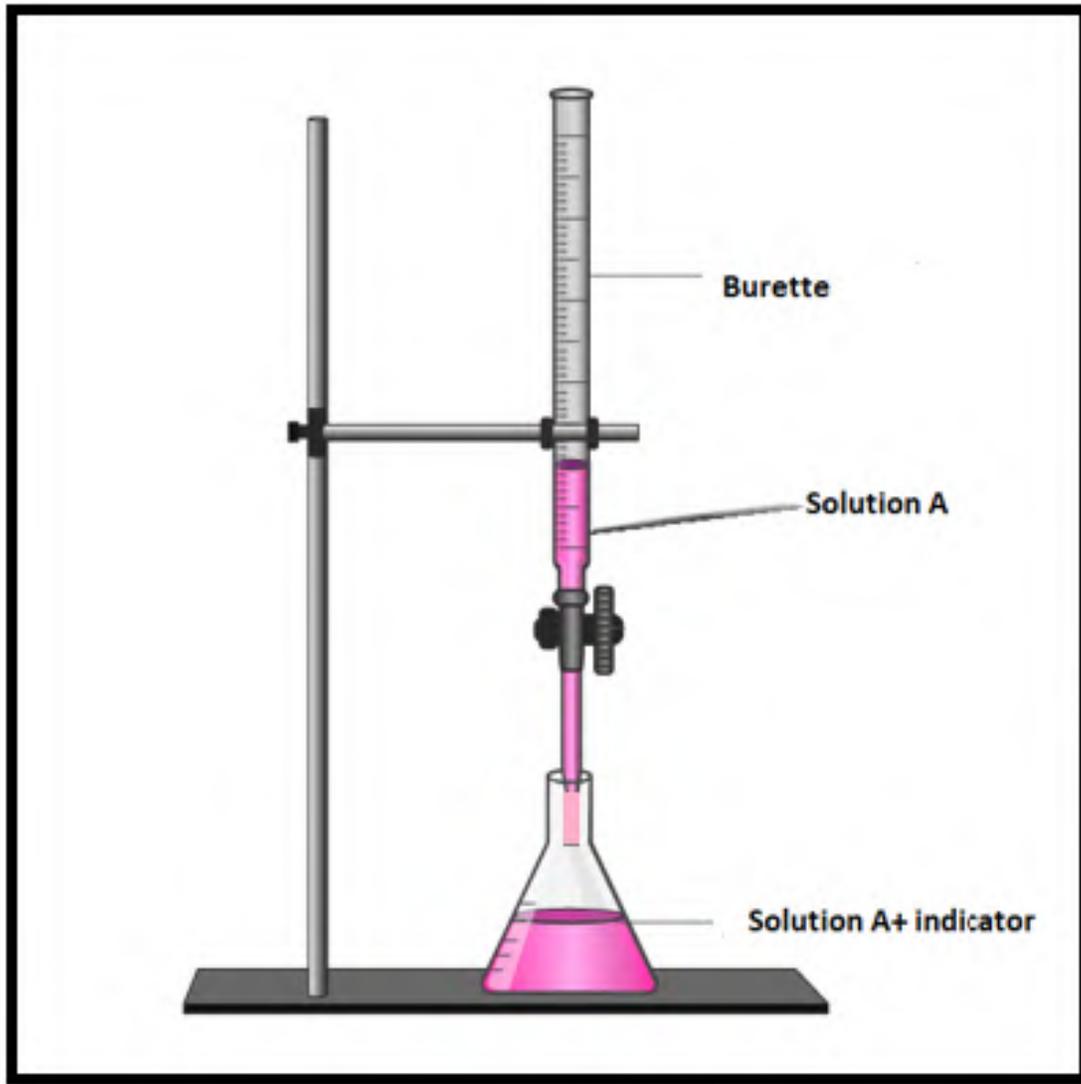
**التحليل الحجمي Volumetric Analysis**

ويتضمن تقدير حجم المحلول ذي التركيز المعلوم اللازم للتفاعل كميّاً مع حجم معين من المادة المراد تقديرها، ويتطلب ذلك وجود علامة أو إشارة الى نقطة انتهاء التفاعل والتي يمكن تعيينها من خلال:

- 1- استخدام دلائل indicators وهي مواد ذات طبيعة كيميائية ملونة تظهر تغيراً حاداً في خواص المحلول كاللون أو العكرة التي نلاحظها بالعين المجردة.
  - 2- استخدام الطرائق الكيميائية الفيزيائية كقياس فرق الجهد أو التوصيل الكهربائي
- تختلف طرائق التحليل الحجمي عن طرائق التحليل الوزني التي تعتمد على الوزن فقط بأنها تتم بسرعة اكبر على الرغم من كونها اقل دقة. تستعمل في التحليل الحجمي طرائق مباشرة وغير مباشرة لتعيين كمية المواد وتشمل هذه الطرائق طريقة التسحيح.

## التسحيح Titration

عملية التسحيح عملية سريعة أساساً وتحدد حجم المحلول القياسي (المسحح titrant) اللازم لإتمام التفاعل مع حجم معين من محلول المادة المراد تقديرها. ومن معرفة او تحديد هذا الحجم وحجم المحلول القياسي المستعمل بالضبط وتركيزه بالإمكان حساب وزن المادة أو النموذج بمساعدة القوانين الكيميائية. تتم عملية التسحيح بأن يضاف احد المحلولين من أنبوب مدرج تدعى السحاحة burette الى دورق صغير يحتوي على حجم معين مقاس بدقة باستعمال ماصة pipette من محلول المادة الأخرى و تستمر هذه الإضافة التسحيح titration حتى اتمام التفاعل.



## المحلل القياسي : Standard Solution

وهو المحلول الذي يحوي حجم معين منه على وزن معلوم من المادة المذابة وهكذا تكون هذه المحاليل ذات درجة تركيز معلومة ودقيقة بالضبط.

### شروط المادة القياسية الأولية:

- (1) ذات تركيب معروف ويسهل الحصول عليها بدرجة عالية من النقاوة.
- (2) ان تكون المادة غير متميئة
- (3) يجب ان تكون سهلة الذوبان في الماء تحت الظروف التي تستعمل فيها.
- (4) يجب ان يكون وزنها المكافئ كبير حتى تصحح أخطاء الوزن في حدود الإهمال.
- (5) ان يكون التفاعل مع المادة القياسية من التفاعلات التي تظهر تماماً عند نقطة التكافؤ وان يتم بسرعة وان يكون خطأ المعايرة يمكن اهماله او حسابه بدقة.
- (6) يجب ان لا يكون محلول المادة القياسية الأولية ملوناً قبل او بعد انتهاء عملية المعايرة منعاً لتداخل لونها مع لون الدليل المستعمل لإيجاد نقطة انتهاء التفاعل.
- (7) يجب ان لا تتأثر بالضوء ودرجات الحرارة والغبار والمواد العضوية.

### نقطة التكافؤ : Equivalent Point

وهي النقطة التي يكتمل عندها التفاعل من الوجهة النظرية أي هي النقطة من المحلول الذي يوجد في السحاحة ويصبح عندها عدد مكافئات او مليمكافئات المادة القياسية مساوياً لعدد مكافئات او مليمكافئات المادة المراد تقديرها نظرياً.

### نقطة انتهاء التفاعل : End Point

هي النقطة التي ينتج عنها تغير في لون المحلول القياسي (ثبات أو زوال اللون) بإضافة مادة مساعدة تسمى دليلاً الى محلول المعايرة ويشترط في الدليل ان يحدث تغيير عند نقطة نهاية التفاعل يمكن ان تراه العين البشرية (تغير في اللون، تكوين راسب).

### الخطأ التسحيحي:

هو الفرق بين نقطة التكافؤ النظرية ونقطة انتهاء المعايرة أو التسحيح ويجب ان تكون أصغر ما يمكن.

**الدلائل Indicators:**

هي تلك المواد التي تعطي لوناً مميزاً في نهاية التفاعل أي أن تغير لونها يحدد نقطة انتهاء التفاعل. وهي مواد كيميائية تتأثر وتكون حساسة في تركيبها بحيث تعطي في المحاليل المختلفة ألواناً معينة تتوقف على حالتها من حيث انها متأينة.

تصنف الدلائل عادة تبعاً للتفاعلات التي تستخدم لها لإيجاد نقطة انتهائها فالدلائل المستخدمة في تفاعلات الأكسدة والاختزال تختلف عن الدلائل المستخدمة في تفاعلات الترسيب، اما دلائل التعادل neutralization indicators كعباد الشمس و المثيل البرتقالي و الأحمر و الفينولفثالين تسمى كذلك دلائل الحامضية و القاعدية ويكون التغير من اللون الحامضي الغالب الى اللون القاعدي غير فجائي قطعي و لكن يحدث خلال قدر محدد من تركيز الايون الهيدروجيني في حوالي وحدتين من pH و الذي يسمى بالمدى الهيدروجيني للدليل. وهو يختلف من دليل لآخر. ومن هنا وجب اختيار الدليل المناسب ذو اللون المميز عند الـ pH القريب من القراءة التي يحصل عندها على نقطة انتهاء التفاعل.

في تفاعلات التعادل يكون تركيز أيونات الهيدروجين في المحاليل المتعادلة مساوياً الى  $10^{-7}$  أي أن  $pH = 7$  لذلك نستنتج أن اختيار الدليل اللازم لتحديد نقطة انتهاء التفاعل بين الحامض والقاعدة يجب أن يتغير لونه عندما يصل كل من الايونات المذكورة لمقدار  $10^{-7}$  غير ان واقع الحال ليس كذلك كما ذكرنا أعلاه حيث قد يعود السبب الى اختلاف القوى النوعية لهذه الدلائل باعتبارها قواعد أو حوامض ضعيفة وان محاليل الأملاح الناتجة من تعادل الحوامض والقواعد ليست متعادلة في جميع الأحوال نتيجة تحلل هذه الاملاح مائياً. لذلك فاختيار الدليل المناسب لعملية المقايسة بين حامض وقاعدة يتوقف على:

(1) تركيز ايونات الهيدروجين الذي يتغير عنده الدليل.

(2) pH المحلول الناتج من إضافة مقدارين متكافئين كيميائياً من الحامض و القاعدة

## الدلائل المستعملة في تفاعلات التعادل

مدى pH	اللون في المحيط الحامضي	اللون في المحيط القاعدي	نوع المذيب	الاسم التجاري	الاسم الكيميائي للدلائل
8 - 10.1	عديم اللون	احمر	60% كحول	فينولفتالين-ph ph	فينولفتالين
4.2 - 6.2	احمر	اصفر	60% كحول	المثيل الاحمر	ثنائي المثيل انيلين
3.1 - 4.4	احمر	اصفر	ماء	المثيل البرتقالي	ثنائي مثيل امينو ازو بنزين

طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل في التحليل والحسابات الكمية المتعلقة بالتحليل الحجمي

## Methods Expressing Concentrations of Solutions and Calculations of Volumetric Analysis

### المكافئ الغرامي: Gram Equivalent Weight

هو الوزن المكافئ للعنصر أو المركب ونظراً لأهمية الاوزان المكافئة في الكيمياء التحليلية نجد انه من المفضل ان نعرف ان المقصود بالوزن المكافئ للعنصر وكيفية حسابه.

### الوزن المكافئ للعنصر:

هو عدد اوزان العنصر المتحدة منه أو التي تحل محل ثمانية اوزان من الاوكسجين أو وزن واحد من الهيدروجين أو وزماً مكافئاً واحداً لأي عنصر اخر ويرتبط الوزن الذري للعنصر مع وزنه المكافئ وتكافؤه بالعلاقة:

$$\frac{\text{الوزن الذري}}{\text{عدد التأكسد}} = \text{الوزن المكافئ للعنصر}$$

**الوزن المكافئ للمركب:**

هو وزن المركب الذي يتحد مع او يحل محل وزن واحد من الهيدروجين أو ثمانية أوزان من الاوكسجين ووزن ما يكافئها من عنصر يحتوي على الوزن المذكور من أي من هذه العناصر بحيث يكون هذا الوزن قابلاً للإحلال وحسب ما يلي:

**المكافئ الغرامي للحامض:**

هو وزن الحامض بالغرامات الذي يحتوي على وزن مكافئ من الهيدروجين القابل للإحلال.

$$\text{إذن الوزن المكافئ للحامض} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد ايونات } H^+ \text{ القابلة للإحلال}}$$

**المكافئ الغرامي للقاعدة:**

هو وزن القاعدة بالغرامات الذي يحتوي على وزن مكافئ من مجموعة الهيدروكسيد القابلة للإحلال

$$\text{إذن الوزن المكافئ للقاعدة} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد ايونات } OH^- \text{ القابلة للإحلال}}$$

**المكافئ الغرامي للملح:**

هو الوزن الجزيئي للملح مقسوم على عدد ذرات الفلز في عدد تأكسد ذرة الفلز

$$\text{إذن الوزن المكافئ للملح} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد ذرات الفلز} \times \text{عدد تأكسد ذرة الفلز}}$$

**المكافئ الغرامي للعامل المختزل:**

هو الوزن الجزيئي بالغرامات مقسوم على عدد الالكترونات التي يخسرها بتفاعله مع عامل مؤكسد محسوباً لجزيئه واحدة في تفاعل معين.

$$\text{الوزن المكافئ للعامل المختزل} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}}$$

**المكافئ الغرامي للعامل المؤكسد:**

هو الوزن الجزيئي بالغرامات مقسوماً على عدد الالكترونات التي يكتسبها بتفاعله مع عامل مختزل لجزيئة واحدة في تفاعل معين.

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}} = \text{الوزن المكافئ للعامل المؤكسد}$$

**الفورمالية: Formality**

تمثل عادة الفورمالية (F) و تعرف بكونها عدد أوزان صيغة المادة مقدره بالغرامات المذابة في لتر من المحلول.

$$F = \frac{Wt}{F.Wt} \times \frac{1000}{V \text{ ml}}$$

Formula Weight =F.Wt الوزن الصيغي

weight =Wt الوزن

Volume =V الحجم

**المولارية : Molarity**

يمكن تعريف المولارية (M) او المولي Molar بأنها عدد الاوزان الجزيئية الغرامية ( او عدد المولات Moles) من المادة المذابة في لتر من المحلول.

$$M = \frac{Wt}{M.Wt} \times \frac{1000}{V \text{ ml}}$$

Molecular Weight =M.Wt الوزن الجزيئي

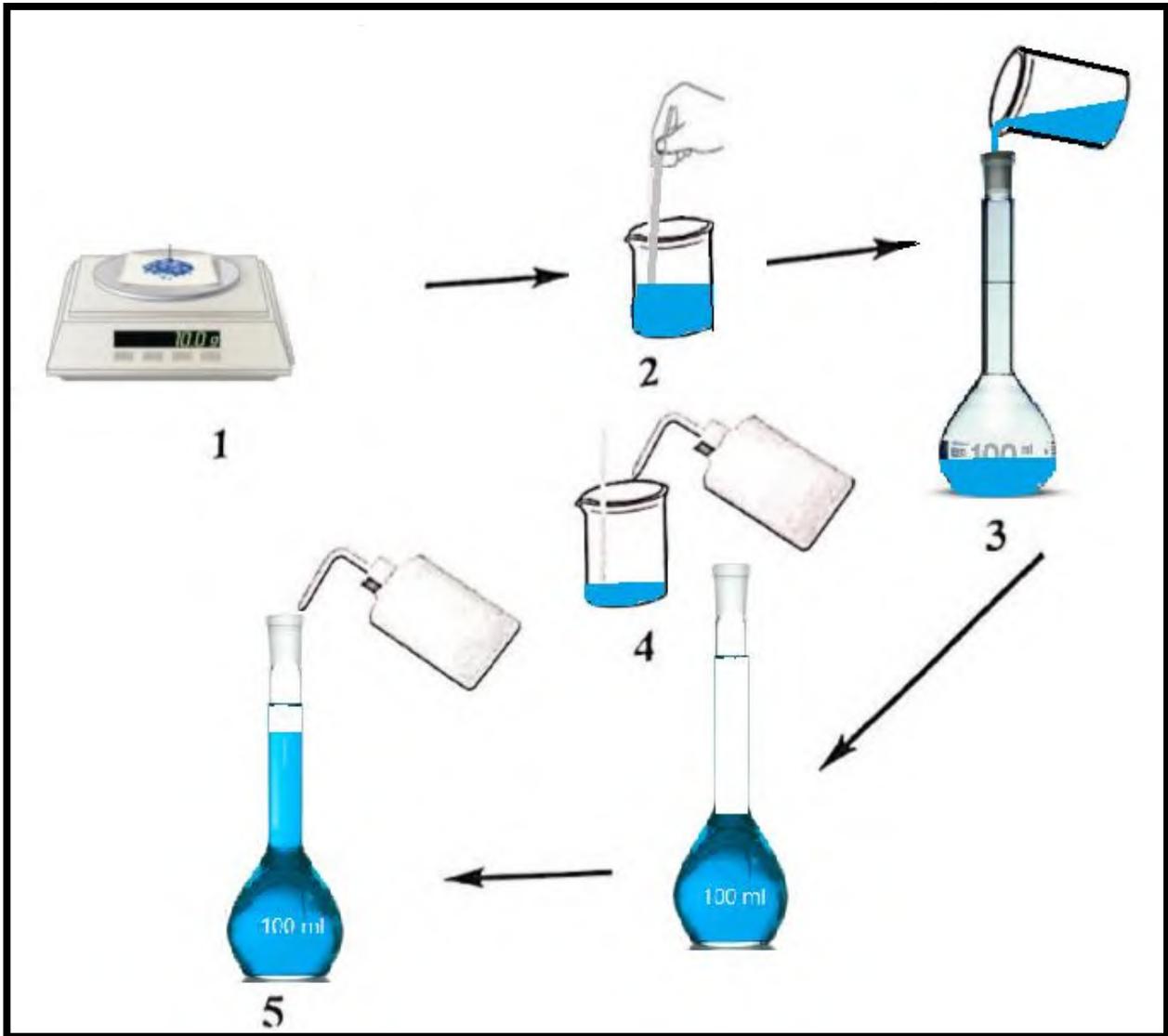
**العيارية او النورمالية :Normality**

تعرف العيارية او النورمالية ( N ) بأنها عدد المكافئات الغرامية في لتر من المحلول.

$$N = \frac{Wt}{\text{eq.Wt}} \times \frac{1000}{V \text{ ml}}$$

equivalent Weight =eq.Wt الوزن المكافئ

تستخدم القوانين الأنفة الذكر لتحضير محلول قياسي من مادة صلبة وذلك بأن يوزن بدقة (W) أي وزن في زجاجة ساعة من المادة المراد تحضير محلولها. و ينقل هذا الوزن الى كأس زجاجي (Beaker) سعته (Vml) . يضاف اليها بضع ملترات من الماء المقطر (اذا كان المذيب ماء) باستعمال أسطوانة قياس مدرجة. وتحرك بالمحرك الزجاجي لحين الاذابة. ثم ينقل المحلول كميّاً الى قنينة حجمية Volumetric flask ويغسل الكأس والمحرك الزجاجي بكميات قليلة من الماء يضاف الى القنينة الحجمية. ثم يكمل الحجم بإضافة الماء المقطر لحد العلامة. يمزج المحلول بقلب و تحريك القنينة الحجمية ( 2-3 ) مرات.



اما إذا كان المطلوب تحضير تركيز معين من مادة سائلة فالخطوة الأولى هي إيجاد تركيز المادة الأصلي وذلك باستخدام القانون:

$$N = \frac{\text{Specific gravity} \times \text{Percentage ratio} \times 1000}{\text{Equivalent Weight}}$$

Specific gravity = الوزن النوعي، percentage ratio = النسبة المئوية

ومن معرفة تركيز المحلول الأصلي ( N ) يطبق قانون التخفيف:

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

$N_1$  = عيارية المحلول الأصلي

$V_1$  = الحجم اللازم تخفيفه للحصول على (  $N_2$  )

$N_2$  = عيارية المحلول المخفف

$V_2$  = الحجم النهائي للمحلول المخفف

تماره احمد أ.م. ضفاف فلاح

## Prepare Solutions of Solid and Liquid Substance

## تحضير محاليل من مواد صلبة وسائلة

### 1- تحضير محلول من مادة صلبة من ملح كلوريد الصوديوم بتركيز 0.1 M وبحجم 500 ml.

#### خطوات العمل:

(1) اول خطوة هي كتابة قانون التركيز لأيجاد الوزن اللازم لأذابته في كمية معينة من المذيب فإذا كان التركيز المطلوب تحضيره بالمولاري نستخدم قانون المولارية وإذا كان التركيز المطلوب تحضيره بالنورمالي نستخدم قانون النورمالية اما إذا كان التركيز المطلوب تحضيره بالفورمالي نستخدم قانون الفورمالية، وبما ان التركيز المطلوب تحضيره في تجربتنا هو بالمولاري اذا نستخدم قانون المولارية لأيجاد الوزن المطلوب وكما يلي:

$$M = \frac{Wt}{M.Wt} \times \frac{1000}{V \text{ ml}}$$

$$\therefore Wt = \frac{M \times M.Wt \times V \text{ ml}}{1000}$$

$$\therefore Wt = \frac{M \times M.Wt \times 500 \text{ ml}}{1000}$$

(2) بعد إيجاد الوزن من خلال القانون أعلاه نقوم بوزن المادة بوزن المادة بدقة على زجاجه ساعة باستخدام ميزان حساس، بعد ذلك تنقل المادة كميّاً الى بيكر ثم نقوم بإذابة المادة بواسطة الماء المقطر وبواسطة التحريك باستخدام المحرك الزجاجي.

(3) بعد ذلك ينقل المحلول الموجود في البيكر الى قنينة حجمية سعة 500 مل وبعد ذلك يغسل البيكر والمحرك الزجاجي بالماء المقطر حيث ينقل الماء المقطر الناتج من عملية الغسل الى القنينة الحجمية نفسها، الخطوة الأخيرة هي إضافة الماء المقطر الى القنينة الحجمية الى حد العلامة وبعد ذلك نقوم بمزج المحلول بقلب وتحريك القنينة عدة مرات.

**2- تحضير محلول من مادة سائلة من حامض الهيدروكلوريك المركز بتركيز 0.12 N و بحجم****500 ml**

يعتبر تحضير محلول من مادة سائلة هو تحضير محلول مخفف من محلول اعلى منه تركيز اولا يجوز تحضير محلول اعلى من التركيز الأصلي.

**خطوات العمل:**

1. نكتب قانون التخفيف لاستخراج الحجم اللازم تخفيفه.

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

2. إيجاد التركيز الأصلي إذا كانت المادة السائلة مركزة باستخدام القانون التالي:

$$N \text{ الأصلي} = \frac{\text{الوزن النوعي} \times \text{النسبة المئوية} \times 1000}{\text{الوزن المكافئ}}$$

اما اذا كانت المادة السائلة مخففة فيجب ان يكون التركيز معلوم اما اذا كان التركيز غير معلوم فلا يمكن تحضير محلول منه الا اذا كانت لدينا معلومات كافية لحساب التركيز مثلا وزن المادة المذابة معلوم اذا كان المحلول محضر من مادة صلبة فنستخدم احد قوانين حساب التركيز المعروفة وهي المولارية و النورمالية والفورمالية، او الحجم الذي تم تخفيفه معلوم والتركيز الاصلي الذي حضر منه فنستطيع ايجاد التركيز باستخدام قانون التخفيف.

3. نكتب قانون التخفيف لإيجاد الحجم اللازم تخفيفه وكما يلي:

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

4. نأخذ الحجم الذي تم ايجاده باستخدام قانون التخفيف من المحلول الأصلي بواسطة ماصة وننقله الى قنينة حجمية سعة 500 مل ثم نكمل الحجم الى حد العلامة بإضافة ماء مقطر إذا كان المذيب ماء مقطر، وبعد ذلك نقوم برج وتقليب القنينة لعدة مرات لغرض مزج وتجانس المحلول.

## Reactions of Volumetric Analysis

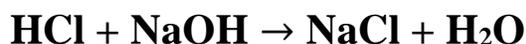
## تفاعلات التحليل الحجمي

تشمل طرائق التحليل الحجمي نوعين من التفاعلات:

- 1- التفاعلات التي لا يحدث فيها تغير في تكافؤ المواد المتفاعلة وتتضمن تفاعلات التعادل والترسيب وتكوين المعقدات.
- 2- التفاعلات التي يحدث فيها تغير في تكافؤ المواد المتفاعلة وهي تفاعلات الأكسدة والاختزال.

## تفاعلات التعادل Neutralization Reactions

المقصود بالتعادل تكوين ملح وماء في نهاية التفاعل وتتضمن أما معايرة قواعد حرة مع حوامض قياسية وتسمى Acidimetry أو تسحيح حوامض حرة مع قواعد قياسية فيطلق على العملية Alkalimetry وتعتمد هذه التفاعلات بنوعها على اتحاد أيون الهيدروجين في الحوامض مع أيون الهيدروكسيد في القواعد لتكوين الماء:



والمعروف أن تفاعلات التعادل لا يصاحبها تغيير واضح في اللون عند نقطة انتهاء التفاعل ولذلك يلزم إضافة دليل مناسب للمحلول المسحح لتقدير نقطة التكافؤ.

**تجارب على تفاعلات التعادل:**

**تحضير محلول 0.1 N من حامض الهيدروكلوريك و معايرته مع محلول قياسي من كربونات الصوديوم**

## **Preparation of 0.1N HCl Solution and Standardization with Sodium Carbonate**

**الجزء النظري:**

يحتوي حامض HCl المركز عياريته 12 – 10.5 على ما يقارب من 35% من غاز كلوريد الهيدروجين وزنه المكافئ 36.46 وللحامض في هذا التركيز وزن نوعي قدره 1.18 و لذلك فان تخفيف 8.8 منه في لتر من الماء المقطر يعطي محلولاً عياريته 0.1 تقريباً و لتعيين عياريه الحامض الذي يتم تحضيره بدقه ينبغي معايره الحامض أو مقايسته و ذلك بتسحيح المحلول مع محلول قياسي مثل كربونات الصوديوم.

**تحضير المحاليل**

**أ- لتحضير محلول 0.1 N من كربونات الصوديوم في 250 ml**

$$\text{العيارية} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن المكافئ}} \times \frac{1000}{\text{الحجم (ملتر)}}$$

$$\text{اذن الوزن} = \frac{\text{العيارية} \times \text{الوزن المكافئ} \times \text{الحجم}}{1000}$$

$$\text{الوزن} = \frac{250 \times 53 \times 0.1}{1000}$$

$$\text{الوزن} = 1.325 \text{ غرام}$$

يوزن بدقه 1.325 غرام على زجاجة ساعة باستخدام ميزان حساس من مادة كربونات الصوديوم النقية و ينقل هذا الوزن الى كأس زجاجي يضاف اليها بضع مللترات من الماء و تحرك بالمحرك الزجاجي لحين الاذابة ثم ينقل المحلول كميأ الى قنينة حجمية سعتها 250 مل و يغسل الكأس و المحرك الزجاجي بكميات قليلة من الماء يضاف الى القنينة الحجمية ثم يكمل الحجم بإضافة الماء المقطر لحد العلامة. يمزج المحلول بقلب و تحريك القنينة الحجمية عدة مرات.

**ب- لتحضير محلول قياسي تقريبي لحامض الهيدروكلوريك**

يحسب حجم حامض الهيدروكلوريك المركز ذي التركيز المعين من معرفة وزنة النوعي و درجة تركيزه و الحجم اللازم لتخفيفه لغرض الحصول على محلول ذو عياريه تقريبيية فاذا كان المطلوب تحضير محلول HCl بعيارية 0.1 ووزنه النوعي 1.18 و تركيزه 35 % ووزنه المكافئ 36.46 فان الحجم اللازم تخفيفه الى لتر يحسب كالآتي:

**تحسب عياريه المحلول المركز:**

$$\text{عياريه الحامض المركز} = \frac{\text{الوزن النوعي} \times \text{النسبة المئوية} \times 1000}{\text{الوزن المكافئ}}$$

$$\text{عياريه الحامض المركز} = \frac{1000 \times 0.35 \times 1.18}{36.46}$$

$$11.3 \text{ N} =$$

يطبق قانون التخفيف:

الحامض المخفف = الحامض المركز

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

$$11.3 \times V_1 = 0.1 \times 1000$$

$$V_1 = 8.8 \text{ ml}$$

يضاف 8.8 مل من حامض الهيدروكلوريك المركز باستعمال أسطوانة مدرجة الى 500 مل من الماء المقطر في قنينة حجمية سعتها لتر واحد ثم نغسل الأسطوانة المدرجة بكميات قليلة من الماء المقطر ولعدة مرات ويضاف ماء الغسل الى القنينة الحجمية ضمناً لنقل الحامض كميأ. تملأ بعدئذ القنينة الحجمية بالماء المقطر الى حد العلامة ثم يمزج المحلول جيداً بقلب القنينة ورجها لعدة مرات.

**طريقة العمل:**

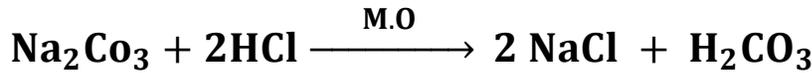
بعد تهيئة المحاليل نقوم بإجراء التالي لغرض إيجاد عيارية الحامض:

1- نملأ السحاحة بحامض HCl المراد إيجاد عياريته وحتى العلامة.

2- نأخذ بواسطة الماصة 10 مل من محلول كاربونات الصوديوم المعلوم العيارية 0.1 و ننقله الى دورق مخروطي.

3- نضيف قطرتين من دليل المثل البرتقالي (M.O) الى الدورق المخروطي الذي يحتوي على محلول  $Na_2CO_3$  نلاحظ تلون المحلول باللون الأصفر.

4- نقوم لعملية التسحيح مع حامض HCl الموجود في السحاحة نستمر بالإضافة لحين تغير لون المحلول من اللون الأصفر الى اللون البصلي عندها نوقف الإضافة باعتبارها نقطة انتهاء التفاعل.



نكرر العملية ثلاث مرات حتى نحصل على قراءات متقاربة أو متطابقة.

نستخرج المتوسط الحسابي للقراءات الثلاثة ومن ثم نوحدها عيارية حامض HCl

النتائج والحسابات:

رقم التجربة		حجم $Na_2CO_3$ (مل)		حجم HCl النازل من السحاحة (مل)	
		القراءة الابتدائية	القراءة النهائية	القراءة الابتدائية	القراءة النهائية
1	10				
2	10				
3	10				

$$\frac{\text{مجموع القراءات الثلاثة}}{3} = \text{المتوسط الحسابي}$$

نستعمل قانون التخفيف لحساب عيارية حامض HCl:

$$(HCl) = (Na_2CO_3)$$

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

**تحضير محلول 0.1 N من NaOH ومقايسته مع محلول قياسي ل HCl****Preparation of 0.1N NaOH Solution and Standardization of it with 0.1N HCl****الجزء النظري:**

تتميز مادة NaOH بأنها ليست من المواد الأولية لتحضير المحاليل الأساس بسبب كونها مادة متميئة Hygroscopic لامتصاصها لبخار الماء من الجو و لتكوينها طبقة من الكربونات تحيط بها نتيجة امتصاصها ل CO<sub>2</sub> لذلك يتم إيجاد تركيز NaOH الدقيق بمعايرتها مع محلول قياسي لحمض HCl تتميز NaOH بسرعة ذوبانها في الماء و لذلك تستخدم في تحضير المحاليل القياسية كما تستعمل لرخص ثمنها.

**طريقة العمل:**

- 1) نملاً السحاحة بحامض HCl المعلوم العيارية ( قياسي).
- 2) نأخذ بواسطة الماصة 10 مل من محلول NaOH وننقله الى دورق مخروطي.
- 3) نضيف قطرتين من دليل الفينولفتالين (Ph.Ph) الى الدورق المخروطي الذي يحتوي على NaOH نلاحظ تلون المحلول باللون الوردي
- 4) نسح مع حامض HCl الموجود في السحاحة ونستمر بالإضافة الى حين تغير لون المحلول من اللون الوردي الفاتح الى عديم اللون عندها نكون قد وصلنا الى نقطة نهاية التفاعل:



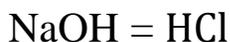
نكرر العملية ثلاث مرات حتى نحصل على قراءات متقاربة أو متطابقة نستخرج المتوسط الحسابي للقراءات الثلاثة ومن ثم نجد عياريه NaOH الدقيقة.

## النتائج والحسابات:

حجم HCl النازل من السحاحة ( مل )		حجم NaOH ( مل )		رقم التجربة
القراءة النهائية	القراءة الابتدائية	القراءة النهائية	القراءة الابتدائية	
			10	1
			10	2
			10	3

المتوسط الحسابي =  $\frac{\text{مجموع القراءات}}{\text{عدد القراءات}}$

بأستعمال قانون التخفيف لحساب عيارية قاعدة NaOH:



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

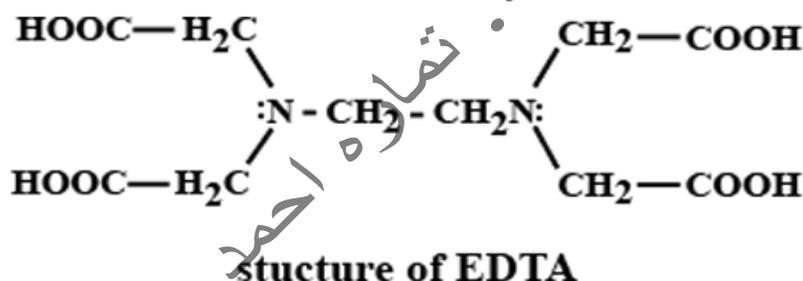
## Complex Formation Reaction

## تفاعلات تكوين المعقدات

من بين ما تتميز به الايونات الفلزية لالكترونات المواد الواهبة متفاعلة معها ومكونة ما يعرف بالأيونات المعقدة او المركبات التناسقية ويشترط في هذه المواد الواهبة للإلكترونات احتوائها على زوج من الالكترونات غير المشاركة لتكوين الاصرة التناسقية. ومن أمثلة هذه المواد جزيئة الماء  $H_2O$  وجزيئة الامونيا  $NH_3$  وايون الكلور  $Cl^-$  وغيرها وعلى هذا فإن المركبات التناسقية قد تنشأ من تفاعل أيون الفلز كمادة متقبلة للإلكترونات ومادة أخرى تحتوي مجموعتين واهبتين تعرف بالكاشف التناسقي ثنائي المخلب أو ثلاثة مجاميع واهبة و عندها يعرف بأنه ثلاثي المخلب و هناك رباعية و خماسية و سداسية التآصر.

### الكواشف التناسقية الذائبة:

تكون هذه الكواشف معقدات تناسقية ذائبة باتحادها مع العديد من الايونات الفلزية و يعتبر اثيلين ثنائي الأمين رباعي حامض الخليك (Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid) ويرمز له بـ EDTA الذي تركيبته:



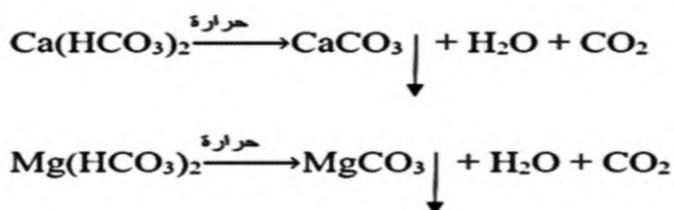
أحد أكثر الكواشف التناسقية المستعملة في التحليل الكيميائي والمركب الشائع الاستخدام يكون بشكل ملح ثنائي الصوديوم حيث يكون ملح EDTA ثنائي الصوديوم مركبات معقدة مع فلزات عديدة حيث يرتبط الفلز مع ذرات الأوكسجين لمجاميع الكربوكسيل ( $-\text{COOH}$ ) وذرات النتروجين بأواصر تناسقية لذا فإن الـ EDTA كاشف سداسي المخلب.

**Determination of Hardness of Water****تقدير العسرة في الماء****الجزء النظري:**

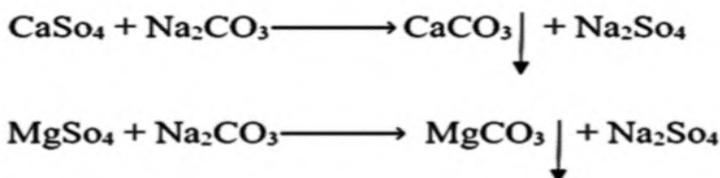
تنشأ عسرة المياه من وجود أملاح الكالسيوم والمغنسيوم الذائبة في الماء وفي بعض الحالات من وجود أملاح الحديد. يمكن تمييز نوعين من العسرة في المياه تبعاً لطبيعة الاملاح الذائبة في الماء.

**أولاً- العسرة المؤقتة Temporary Hardness:**

تتكون العسرة المؤقتة في المياه الطبيعية نتيجة احتواء هذه المياه على بيكربونات الكالسيوم  $Ca(HCO_3)_2$  وبيكربونات المغنيسيوم  $Mg(HCO_3)_2$  وتتحلل هذه الأملاح عند تسخين المياه العسرة لدرجة الغليان مكونة كاربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  وكاربونات المغنيسيوم  $MgCO_3$  مما يؤدي الى زوال العسرة المؤقتة التي تعرف أيضاً بعسرة الكاربونات:

**ثانياً: العسرة الدائمة Permanent Hardness:**

تنتج هذه العسرة من وجود كبريتات وكلوريدات الكالسيوم والمغنيسيوم الذائبة في الماء ولا يمكن إزالة هذه العسرة بالغليان كما هو الحال في العسرة المؤقتة. ويمكن التخلص من العسرة الدائمة بمعالجة الماء بكاربونات الصوديوم حيث تترسب كاربونات الكالسيوم وكاربونات المغنيسيوم والتي تفصل عن المحلول بالترشيح:



تمثل مجموع العسرة المؤقتة و الدائمة مجموع العسرة في المياه وكان يعبر عن العسرة سابقاً بدرجة العسرة وقد استبدل هذا التعبير في الوقت الحاضر بعدد المليغرامات المكافئة من املاح الكالسيوم المذابة في لتر من الماء لتعيين عسرة الماء بدلاً من جعل الماء وسطاً قاعدياً بإضافة المحلول المنظم  $(NH_4Cl + NH_4OH)$  و بذلك يكون pH المحلول يساوي 10 يسحح بعدها

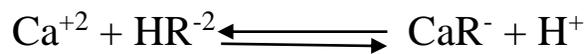
مع محلول EDTA القياسي مع دليل الايروكروم الأسود (Eriochrome black T) الذي يكون مع ايونات الكالسيوم و المغنسيوم معقدات حمراء خمرة اللون اقل استقراراً من معقداتهما مع الـ EDTA و بتسحيح الماء مع محلول الـ EDTA القياسي تتفكك معقدات الكالسيوم و المغنسيوم المتكونة مع الدليل لتكوينهما معقدات مع EDTA اكثر استقراراً في نفس الوقت الذي يتحرر انيون دليل الايروكروم الاسود T مجتمعاً مع المحلول و لذا يستفاد من تغير لون المحلول من الأحمر الخموي الى الأزرق لتعيين نقطة انتهاء التفاعل بين الـ EDTA و الفلز.

من الممكن التعبير عن ما يتم من خلال عملية التسحيح هذه التفاعلات الاتية بفرض ان صيغة الدليل تمثل بـ  $H_3R$ :



ازرق

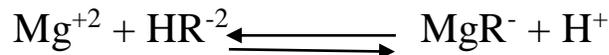
pH=8 - 10



ازرق

احمر خمري

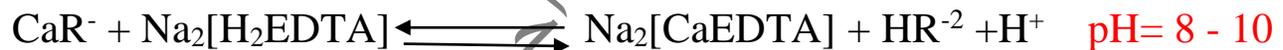
pH= 8 - 10



ازرق

احمر خمري

pH= 8 - 10



احمر خمري

ازرق

pH= 8 - 10



احمر خمري

ازرق

pH= 8 - 10

يمثل الجدول التالي درجة عسرة الماء بالاعتماد على تركيز كاربونات الكالسيوم

نوع المياه	تركيز كاربونات الكالسيوم مقدرة بـ p.p.m
يسر Soft	من 0 الى 75
متوسط العسرة Medium hard	من 75 الى 150
عسر Hard	من 150 الى 300

اما إذا كان تركيز كاربونات الكالسيوم في الماء أكثر من 300 فهو عسر جداً.

## طريقة العمل:

- 1) نملأ السحاحة بمحلول الـ EDTA المعلوم التركيز 0.02 M .
- 2) نسحب بواسطة الماصة 20 مل من الماء الاعتيادي و ننقله الى دورق مخروطي.
- 3) نضيف اليه 5 قطرات من المحلول المنظم (NH<sub>4</sub>Cl + NH<sub>4</sub>OH) عند pH=10.
- 4) نضيف قطرتين من دليل الايروكروم الأسود T الى المزيج.
- 5) نسجج مع الـ EDTA الموجود في السحاحة و نستمر بالإضافة الى حين تغير لون المحلول من اللون الأحمر الخمري الى اللون الأزرق عندنا نكون وصلنا الى نقطة نهاية التفاعل.
- 6) نكرر العملية ثلاث مرات حتى نحصل على قراءات متقاربة.
- 7) نستخرج المتوسط الحسابي للقراءات الثلاثة ومن ثم نجد عسرة الماء من خلال تركيز ايونات الكالسيوم

## النتائج والحسابات:

1. نطبق قانون التكافؤ ما بين كاربونات الكالسيوم والمادة القياسية وهي EDTA وكالتالي:

$$M_1 \times V_1 (\text{CaCO}_3) = M_2 \times V_2 (\text{EDTA})$$

$$\therefore M_1 = \frac{M_2 \times V_2}{V_1}$$

2. نحسب وزن كاربونات الصوديوم من خلال قانون المولارية

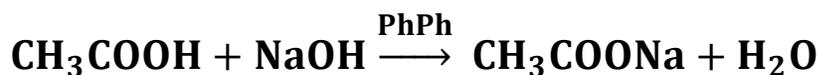
$$M = \frac{Wt}{M.Wt} \times \frac{1000}{V \text{ ml}}$$

3. نضرب تركيز كاربونات الكالسيوم بالـ p.p.m و ذلك باستخدام القانون التالي:

$$\text{p.p.m} = \frac{\text{وزن كاربونات الكالسيوم بالـ mg}}{\text{حجم الماء باللتر (L)}}$$

**Determination Acidity of Vinegar****تعيين جودة الخل****الجزء النظري:**

الخل بصورة عامة يتكون من حامض الخليك المذاب بكمية من الماء حيث تكون النسبة الوزنية لحامض الخليك في الخل حوالي من ( 5 - 8 ) %، تعيين جودة الخل هي تعيين النسبة الوزنية لحامض الخليك في الخل لذلك نستخدم طريقة التسحيح ( نوع التسحيح هو تسحيح التعادل) حيث نسح حامض الخليك الموجود في الخل مع قاعدة قوية قياسية باستخدام الدليل الفينولفثالين استناداً الى المعادلة الآتية:

**طريقة العمل:**

1. نسحب 10 مل من الخل المركز ونخففه الى 250 مل ونسحب عدد مرات التخفيف.
2. نبدأ بعملية التسحيح وذلك بسحب 10 مل من الخل المخفف و نضعه في ورق مخروطي ثم نضيف له قطرتين من الدليل الفينولفثالين حيث سوف يكون لون المحلول عديم اللون (Colorless).
3. نسح ضد محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 N الى ان يتغير لون المحلول الى الوردي الفاتح عندها نكون قد وصلنا الى نقطة نهاية التفاعل، ونكرر العملية 3 مرات.
4. نجري الحسابات لإيجاد النسبة المئوية الوزنية وكالاتي:

- نحسب درجة التخفيف ( عدد مرات التخفيف) و ذلك بقسمة الحجم المخفف على الحجم المراد تخفيفه ( الحجم المركز)

$$\text{عدد مرات التخفيف} = \text{حجم المخفف} \div \text{الحجم المراد تخفيفه}$$

- نكتب قانون التكافؤ ما بين الحامض والقاعدة

$$N_1 \times V_1 (\text{CH}_3\text{COOH}) = N_2 \times V_2 (\text{NaOH})$$

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

- نضرب تركيز الحامض الناتج من القانون أعلاه في درجة التخفيف لينتج لنا تركيز حامض الخليك في الخل المركز وكالاتي:

$$\text{درجة التخفيف} \times N = N_1 \text{ (المركز)}$$

- نحسب وزن حامض الخليك في الخل المركز بأستخدام قانون الفورمالية وكالاتي:

$$N = \frac{Wt}{eq.Wt} \times \frac{1000}{V \text{ ml}} \text{ (المركز)}$$

- نحسب النسبة المئوية لحامض الخليك في الخل المركز وكالاتي:

$$\text{النسبة الوزنية} = \frac{\text{وزن الحامض في الخل المركز}}{\text{وزن الخل}} \times 100$$

- نحسب ووزن الخل من قانون الكثافة ( كثافة الخل تقريباً تساوي واحد )

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{وزن الخل}}{\text{حجم الخل}}$$

المصادر:

1. Skoog D.A., West D.M., Holler F. J. and Crouch S. R. 2013. Fundamentals of analytical chemistry, Nelson Education.
2. جون اج كندي. 1991 أساسيات في الكيمياء التحليلية العملي. ترجمة سرمد بهجت ديكران و نبيل عادل فخري. جامعة صلاح الدين.
3. March's 2007 Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure, Sixth Edition (March's Advanced Organic Chemistry) P. 2,377.
4. حنان عبد الجليل راضي، محمد احمد عبد 2004 الكيمياء العضوية العملي . جامعة البصرة

أ.م.د. الهام نعيمش مزعل  
د. تماره احمد العبيدي  
أ.م. ضفاف فلاح حسن