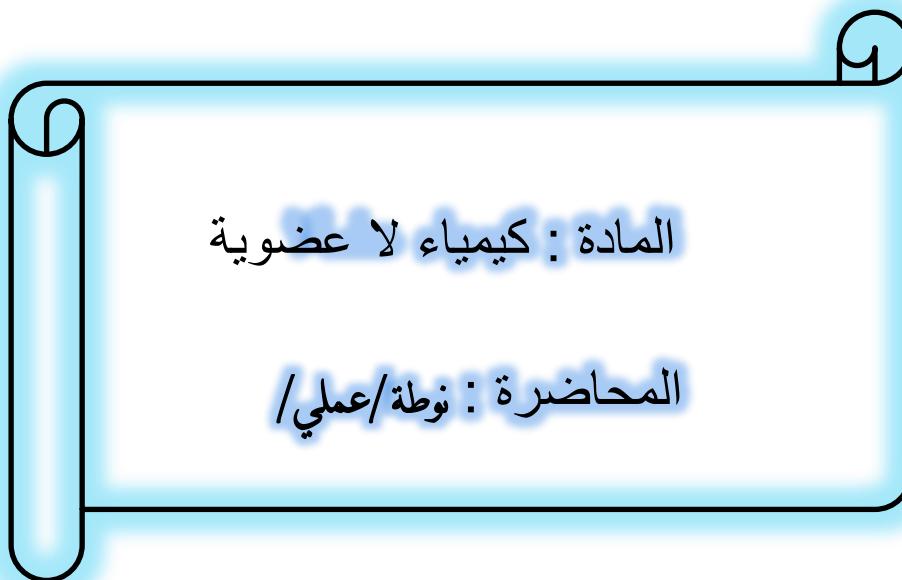




كلية العلوم

القسم : علم الحيا

السنة : الاولى



# {{{ A to Z مكتبة }}}}

مكتبة A to Z Facebook Group



كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

30

## **الجلسة العملية الأولى**

تختص الجلسة الأولى للتعرف على المخبر وفق محورين:

**المحور الأول:** وهو قواعد السلامة والأمان المخبري.

**المحور الثاني:** التعرف على بعض الأدوات المخبرية التي ترافق الكيميائي خلال دراسته أو عمله المهني، وطريقة استخدامها والتعامل معها.

### **قواعد السلامة المخبرية**

في أي عمل يجب على الشخص الإحاطة بجميع شروطه وظروفه وقواعد إنجازه بالشكل الأمثل، وبعد العمل المخبري من الأعمال الدقيقة التي تتطلب الحرص الكبير من قبل العاملين فيه، من حيث المعرفة بقواعد التعامل مع التجارب أو المواد أو الأجهزة أو الأدوات، وفيما يلي بعض القواعد التي يجب الالتزام بها:

- 1- قراءة التجربة وتحضيرها بشكل جيد وفهم كل الفقرات التي عليه القيام بها.
- 2- الاطلاع على الأجهزة والأدوات والمواد المخبرية التي علينا التعامل معها ضمن التجربة التي سنجريها.
- 3- تجنب ملامسة المواد الكيميائية لأن معظمها سام أو حارق، خصوصاً الحموض والأسنس (القلويات) التي تستخدم بكثرة ضمن العمل المخبري.
- 4- حماية الثياب العادية من أخطار المواد الكيميائية عن طريق ارتداء السترة البيضاء (المريلول) عند لحظة دخول المخبر.
- 5- عند اجراء عمليات تسخين ضمن الأنابيب المخبرية يجب الحذر، حيث لا توجه فوهه أنبوب الاختبار نحو الوجه أو وجه من يجاورنا من الزملاء، بل يتم توجيه الفوهه نحو جدار الطاولة المخبرية وذلك حرصاً على عدم الإصابة بالرذاذ أو الأبخرة.
- 6- يجب اجراء التجارب التي يرافقها انطلاق غازات ضمن الساحبة المخبرية المزودة بنظام شفط هواء وفلترة، خصوصاً تلك المواد التي يرافقها انتشار غازات سامة أو مخرشه للجهاز التنفسي مثل الكلور.
- 7- عند التعامل مع أدوات التسخين المباشر مثل مصباح البنزن يجب اليقظة وعدم ترك المصباح مشتعلأً بعد استخدامه.
- 8- عدم اجراء أي تجربة غير مقررة ضمن الجلسة العملية أو المنهاج إلا بعد استشارة المشرف على المخبر والسماح له بذلك تحت اشرافه.
- 9- عدم رمي أوراق الترشيح والأنابيب الزجاجية المكسورة والمخلفات الصلبة في المغسلة، وإنما رميها في سلة المهملات المخصصة لهذا الشيء.
- 10- ترك صنبور الماء مفتوحاً قليلاً قبل وبعد طرح المحاليل الكيميائية ضمن المعامل، وخصوصاً الحموض والأسنس لأن هذه المواد يمكن اتلاف مجاري المياه والتلميدات.
- 11- عدم تبديل أغطية زجاجات المواد الكيميائية فيما بينها كي لا تتلوث المواد، فينشأ عن ذلك أخطاء في التجربة التي يتم العمل عليها أو ربما مخاطر صحية نتيجة تفاعل المواد مع بعضها.

## الكيمياء العامة (القسم العملي)

- 12- إعادة زجاجات المواد إلى موقعها بعد أخذ الحجم اللازم (أو الكمية) للتجربة، ولا تعاد المواد بعد استخدامها إلى عبواتها لعدم تلوث العبوة.
- 13- الاقتصاد باستخدام المواد الكيميائية بسبب ثمنها الباهظ جداً.
- 14- عند الحاجة لتسخين سائل، يجب الحذر في استخدام الأداة المخبرية المناسبة، فمثلاً لا يمكن تسخين السائل باستخدام المقياس المدرج، وإنما باستخدام البيشر أو الأرلنماير أو أنبوب اختبار.
- 15- الحرص على نظافة مكان العمل خلال التجربة كما عند البدء بها أو الانتهاء منها.
- 16- عدم الانتقال من مكان اجراء التجربة إلا للضرورة، وعدم التنقل ضمن المخبر بشكل عشوائي حتى لا يتم إصابة يد زميل يعمل على تجربة ماء ف تكون النتيجة كارثية.
- 17- عدم الحديث مع الزملاء إلا في مجال التجربة، وعدم الحديث على الهاتف، فالتعامل مع المواد الكيميائية يجب أن يكون بحذر ودون تشتيت الانتباـه حتى لا يحصل ما هو غير مرغوب فيه.
- 18- عند الحاجة لمدحـض حمض يجب الحذر من عدم إضافة الماء للحمض، حيث يجب إضافة الحمض للماء، وذلك منعاً لوقوع ما لا يحمد عقباه.
- 19- تجنب إضافة حمض قوي لأساس قوي وبالعكس، حيث يمكن أن يحدث انفجار.
- 20- التقييد بالمحاذير الموجودة على العبوة الكيميائية، فهي لم توضع عبثاً، بعض المواد الكيميائية يمكن أن تنفجر إلى لم تنتـع تعليمات التعامل معها.
- 21- عدم تذوق أو شم المواد الكيميائية إلا إذا سمح المشرف بذلك، فعظم المواد الكيميائية شديدة السمية.
- 22- الحفاظ على الأدوات الكيميائية من التلف والضياع لأن المسؤولية تقع على عاتق مستخدمها مع ملاحظة أن معظمها باهظ الثمن جداً.
- 23- عدم ارتداء الحلي الذهبية في المخبر، لأن هناك بعض المواد التي يمكن في حال ملامستها للذهب أن تتلف دون التمكن من إصلاحه كالرئيق الذي يشكل ملغمة مع الذهب تؤدي لنفتها.
- 24- بالنسبة للإناث ينصح بعدم وضع المكياج وخصوصاً أحمر الشفاه، لأن بعض المركبات الكيميائية والأبخرة يمكن أن تمتزـز عليه مما يؤدي إلى حدوث طفح جلدي موضعي أو عام أو حتى تسمم كيميائي، كما يجب الحذر من اقتراب الشعر من مصباح البنزين.
- 25- تعليمات التجربة مهمة جداً، لذلك يجب التقييد فيها، فلا تضاف مادة قبل أخرى خلافاً لما هو مذكور، فبعض المواد تسبب كوارث إن لم يتم اتباع قواعـد الإضافة لها.
- 26- تدوين الملاحظات خلال التجربة، وذلك ضمن دفتر خاص بالتجارب المخبرية، ويتم عرضها على المشرف الكيميائي للموافقة على صحتها ومروودها.
- 27- الحذر هو الأمان، والأمان يكون باتباع التعليمات المخبرية بدقة، لذلك كل طالب مسؤول عن كل ضرر يمكن أن يسببه بعد تقييده بالقواعد المخبرية ويتحمل عاقبة ذلك.
- 28- أخيراً، العمل المخبرـي هو لك لكي تتعلم ربط الناحية النظرية بالنـاحية العملية ولتوسيع لديك الصورة أكثر، وهذا يوصل للمبتغى الأساسي للدراسة، كما أن العمل المخبرـي يمنـح الثقة بالنفس والعمل والنتـيجة.
- 29- لا تستخف بصغرـاء الأمور، فالذرة أساس الكون وهي أصغرـه.

## الإسعافات الأولية

قد يتعرض الطالب أثناء قيامه بالتجارب المخبرية لحوادث مختلفة، مثل التسمم أو الجروح أو الحروق وذلك نتيجة عدم التقيد بالقواعد المخبرية أو إرشادات المشرف على الجلسة العملية سواء من قبله أو من قبل زميله الذي يعمل قريباً، لذلك في حال حدوث أي إصابة عليه ابلاغ المشرف عن المخبر في الحال ليتولى اسعافه بنفسه أو نقله للمشفى إن دعت الحاجة، وفيما يلي بعض الإسعافات الأولية السريعة التي يجب عملها في المخبر ريثما يتم احضار طبيب أو نقل المصاب لأقرب مشفى، فما هي هذه الإسعافات؟

- 1- عند تلوث الجلد بحمض ممدد تغسل المنطقة جيداً بالماء المتدفق من الصنبور ثم بمحلول بيكربونات الصوديوم، أما عند التلوث بحمض مركز فيجفف مكانه في الحال باستخدام القطن، ثم يغسل بكمية كبيرة من الماء المتدفق واخبار المشرف بعد ذلك ليتم دهن منطقة الإصابة بمرأة خاصة بالحروق.
- 2- عند ملامسة الجلد لمادة قلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم أو غيرها، يغسل الجلد المصاب فوراً بكميات كبيرة من الماء المتدفق ثم بمحلول حمض الخل 2%.
- 3- عندما يسقط على الجلد محلول البروم أو غيره من المواد المهيجة يغسل الجزء المصاب بمحلول عضوي ملائم مثل الأغواص.
- 4- عند التسمم بالغازات نتيجة الاستنشاق وخاصة غاز  $H_2S$ ، يجب استنشاق قطن مبلل بمحلول النشادر ثم تناول الحليب (محلول النشادر باستشارة المشرف على المخبر).
- 5- في حال التسمم الناتج عن ابتلاع بعض المواد السامة مثل أحد مركبات الزرنيخ أو الزئبق، يعطى الشخص المسموم مقيئ في الحال مثل ملعقتين شاي من ملح الطعام أو كبريتات التوتيناء في كوب ماء فاتر.
- 6- عند التسمم بمادة قلوية مثل ابتلاع محلول هيدروكسيد الصوديوم، يخفف مفعوله بشرب كميات كبيرة من الماء مصحوباً بالخل أو عصير الليمون أو البرتقال، ويُعطى العصير بكثرة ولا يعطى أي مقيئ.
- 7- الجروح الناجمة عن كسر الزجاج تعالج بمحلول اليود مباشرة (اليود الغولي) مع نظيف الجرح من الزجاج، وإذا كان الجرح عميق ينقل مباشرةً إلى المشفى.
- 8- لدى إصابة العين بمادة قلوية تغسل جيداً بالماء ثم بحمض البور 2%， أما عند اصابتها بحمض تغسل جيداً بالماء ثم بمحلول مشبع من البوراكس أو بيكربونات الصوديوم 5%.

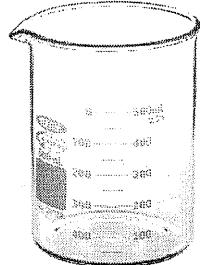
أخيراً، الحذر هو النجاة من المخاطر، ودرهم وقاية خيرٌ من قنطر علاج.

## الكيمياء العامة (القسم العملي)

# الأدوات والتجهيزات المخبرية

في هذه الفقرة سنتعرف على بعض الأدوات المخبرية التي تعتبر أساس الكيميائي ضمن العمل المخبري، فما هي أشهر هذه الأدوات؟

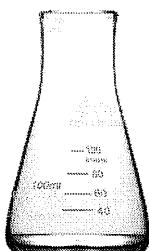
## • البيشر Beaker



كما هو موضح في الشكل المجاور، وهو عبارة عن وعاء أسطواني الشكل زجاجي، مصنوع من مادة البيركس، له حجوم مختلفة تتراوح بين 25 ml حتى 10000 ml، وهو لا يعتبر من أدوات قياس الحجوم الدقيقة بسب كبر حجمه نسبياً، يستعمل لسكب المواد السائلة وأذابة الأملاح أو المواد الصلبة ضمن محلول، أو في عمليات الترسيب، ولتحمله العالي للحرارة يستخدم كحمام مائي لبعض التجارب التي تتطلب درجات حرارة معينة.

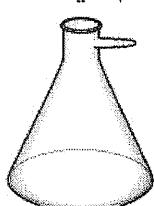
## • الأرنامير (الدورق المخروطي) Erlenmeyer Flask

هو عبارة عن وعاء زجاجي مخروطي الشكل كما هو موضح في الشكل المجاور، يوجد منه نوعين:



النوع الأول مصنوع من البيركس المقاوم للحرارة، تكون جدرانه رقيقة، وله حجوم مختلفة، لا يعتبر من الأدوات الحجمية الدقيقة، ولكنه يستخدم لإجراء عمليات المعايرة وتسخين بعض المحاليل والترشيح ضمن الضغط الجوي العادي.

أما النوع الثاني فهو مصنوع من الزجاج العادي، ويتميز بسماكه جدرانه، ويستخدم في إجراء عمليات الترشيح تحت الضغط المخفف كما هو موضح في الشكل المجاور، حيث يلاحظ وجود تفريغ جانبي منه لأجل إجراء تخليه الهواء ضمه، ويتوارد منه حجوم مختلفة، في غالبيها لا تحوي مؤشرات حجمية.

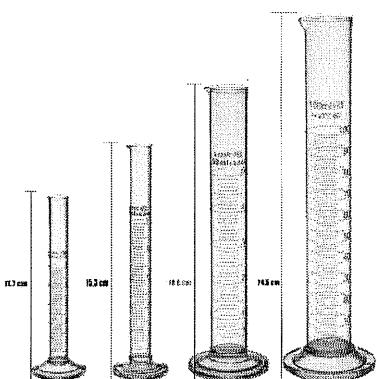


filtering flask

يمكن أن يكون رأس الأرنامير من النوع الأول عادي، ويمكن أن يكون مصنفر وذلك حسب الحاجة لاستخدامه.

## • المقاييس المدرج Graduated Cylinder

عبارة عن وعاء أسطواني الشكل مدرج حسب السعة لتدريرات أساسية وفرعية، يعتبر من أدوات قياس الحجوم ولكن بشكل غير دقيق وإنما تقريبي، تكون تدريجة الصفر فيه من الأسفل، يصنع من مادة البيركس، ويوجد منه أنواع مصنعة من مادة بلاستيكية، يتواجد بحجوم مختلفة، كلما كان الحجم أكبر كلما كانت نسبة الخطأ في القياس أكبر.



## الكيمياء العامة (القسم العملي)

### • السحاحة Burette



هي أداة قياس حجم دقيقة، مصنعة من مادة البيركس، لها عدة حجوم مختلفة، مدرجة بالملي ليتر وأعشاره، وهي عبارة عن أنبوبة زجاجية اسطوانية الشكل، مجهزة من الأسفل بصنوبر.

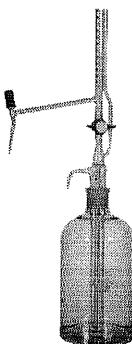
عند استعمال السحاحة يجب التقيد بغسلها بالماء العادي جيداً ثم بالماء المقطر، ثم بالمادة المراد استخدامها ضمنها حتى لا يتدد محلول المادة بأثار الماء الذي يكون عالق على الجدران.

#### فكيف تستخدم؟

يفغلق الصنبور، ثم تملأ السحاحة بالمحلول بواسطة قمع صغير أو بيشر، إلى ما فوق تدريجة الصفر (تدريجة الصفر في الأعلى)، ثم يفتح الصنبور بهدوء ويترك السائل لينساب قليلاً من أجل طرد الفقاعات الهوائية وملء الجزء السفلي بالسائل، يغلق الصنبور بهدوء عند وصول القعر الهلالي للسائل لنقطة الصفر.

#### فما هو استخدام السحاحات؟

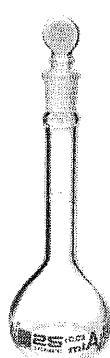
تستخدم في المعايرة الحجمية وفيأخذ حجم محددة صغيرة من المحاليل وذلك عن طريق فتح الصنبور ثم إغلاقه.



يتواجد من السحاحات نوع آلي يقوم بنفسه بمعايرة نقطة الصفر وإعادة الماء بالمحلول بنفسه كما هو موضح في الشكل المجاور، وهي بتصاميم مختلفة ولكن نفس المبدأ.

### • الدورق الحجمي Volumetric Flask

هو عبارة عن وعاء زجاجي كروي الشكل من الأسفل مع قاعدة مسطحة، وعنق طويل من الأعلى، ويكون العنق غالباً مصنفر لإغلاقه بشكل محكم، يحتوي العنق على حلقة تشير لحجم الدورق، يعتبر الدورق الحجمي من الأدوات الحجمية الدقيقة التي تستخدم في تحضير المحاليل العيارية، وهو مصنوع من البيركس وله حجوم مختلفة من 10 ml حتى 2000 ml، كما هو موضح في الشكل المجاور.



#### فكيف يتم تحضير المحاليل العيارية ضمنه؟

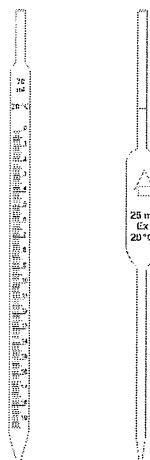
توضع المادة المراد تحضير المحلول العياري منها في الدورق بعد وزنها بشكل دقيق على ميزان حساس، ثم يتم

إضافة الماء المقطر إلى الدورق إلى ما قبل العنق، ثم يغلق الدورق بشكل جيد ويتم هزه جيداً حتى انحلال المادة ضمن الماء، ثم نقوم بفتحه ونكمel الحجم حتى الإشارة الموجودة على العنق بالماء المقطر بشكل دقيق، وعند الوصول للإشارة، نعيد إغلاق الدورق ثم هزه ثانية قليلاً فنحصل على المحلول العياري المطلوب.

## الكيمياء العامة (القسم العملي)

### Pipette الماصة

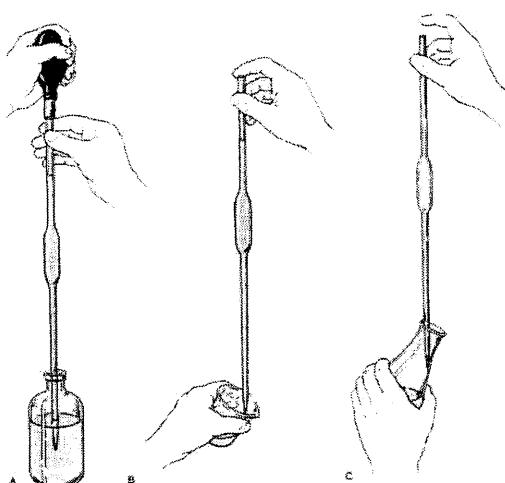
هي عبارة عن أنبوب زجاجي مجوف مصنوع من مادة البيركس، تعتبر من أدوات قياس الحجوم الدقيقة جداً عند درجة حرارة محددة، يتواجد منها نوعين، النوع الأول هو الماصة المدرجة Graduated Pipette وهي تشبه السحاحة في ترتيباتها، والنوع الثاني هي الماصة العيارية Volumetric Pipette وهي تشبه الدورق الحجمي من حيث وجود خط عياري في العنق العلوي لها وذلك كما هو موضح في الشكل المجاور، وتعتبر الماصة العيارية أكثر دقة من الماصة المدرجة ولكنها تستخد لأخذ حجم محدد فقط وفق سعتها، وكلاهما دقيق.



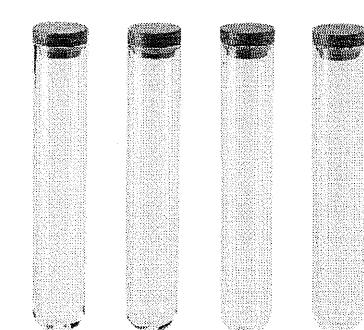
Graduated pipette

Volumetric pipette

ولكن كيف يتم استخدام الماصة؟ هل تعلم؟؟  
تغسل الماصة بالماء جيداً ثم بالماء المقطر، ثم تغسل بال محلول المراد  
قياس حجمه (هل تذكر لماذا؟).



يتم سحب السائل المراد قياس حجمه بواسطة الفم، ويفضل عمل ذلك باستخدام اجاصة مطاطية عوض الفم في حال توفرها كما في الشكل المجاور، حيث توضع النهاية السفلية للماصة ضمن محلول المراد قياس حجمه، وعندما يصبح ارتفاع محلول في الماصة أعلى من الإشارة توضع السباقة على النهاية العليا للماصة لمنع اتساب محلول منها، وبعد ذلك تسند النهاية السفلية للماصة على جدار الوعاء الذي أخذ منه محلول ويتم تخفيف ضغط السباقة على النهاية العليا قليلاً فيجري السائل ببطء شديد حتى نحصل على الحجم المطلوب، ثم نضغط بالسباقة ثانية وننقل الماصة للوعاء الذي نرغب في تفريغ محلول ضمنه (بيشر أو ارلنمير ...)، ثم نرفع السباقة عن النهاية العليا فينساب محلول بحرية من الماصة، ولفصل قطرة الأخيرة العالقة في الماصة تسند نهاية الماصة إلى جدار وعاء التفريغ كما هو موضح في الشكل.



### أنبيب الاختبار Test Tubes

هي عبارة عن انابيب زجاجية اسطوانية الشكل، تتواجد بأطوال وأقطار مختلفة، تستخدم لإجراء بعض التفاعلات الكيميائية البسيطة، كما تستخدم لحفظ بعض العينات لفترات قصيرة، حيث يتواجد لبعضها أغطية (مثل حفظ عينات الدم لفترة قصيرة لإجراء الفحص عليها ضمن مخابر التحليل) كما هو موضح في الشكل المجاور.

وهناك العديد من الأدوات المخبرية الكثيرة التي سنتعرف عليها تباعاً في كل جلسة عملية.

## الجلسة العملية الثانية

### تحديد بعض الخواص الفيزيائية للمركبات الكيميائية

تعتبر الخواص الفيزيائية احدى الخواص الهامة التي تحدد سلوك بعض المركبات و هويتها، كما تحدد الظروف المناسبة لإجراء التفاعلات الكيميائية وفق الشروط التي نرغبه، من الخصائص الفيزيائية الهامة للمواد **الكثافة هي الكثافة**، كما سنقوم في هذه التجربة بتحديد درجة حرارة المحاليل باستخدام ميزان حرارة سيلزروس ثم نقوم بتحويل القراءة لمقاييس كلفن و فهرنهايت.

#### Density الكثافة

من خصائص المادة التي يستخدمها الكيميائي كبطاقةتعريف لأي مادة هي الكثافة، والتي تعبر عن كتلة المادة منسوبة لواحدة الحجم لتلك المادة

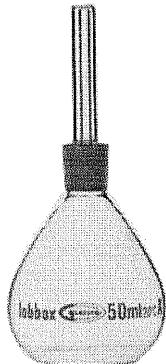
$$\text{Density} = \frac{\text{mass}}{\text{Volume}}$$

فكيف يمكن تحديد كثافة مادة؟؟؟

**المواد السائلة:**

يمكن تحديد كثافة سائل ببساطة بوزن حجم معروف بدقة منه، حيث يتم استخدام أداة زجاجية مخبرية خاصة تدعى البيكنومتر Pycnometer كما هو موضح في الشكل المجاور.

ما هو البيكنومتر؟



هو أداة زجاجية تشبه الدورق الحجمي ولكن بدون عنق، مزرودة بغطاء زجاجي له عنق بتخلله أنبوب رفيع كما هو موضح، **البيكنومتر** حجوم مختلفة حسب الحاجة، فكيف يعمل على تحديد الكثافة؟

لقياس كثافة سائل يتم في البداية وزن البيكنومتر فارغ وجاف مع غطاءه على ميزان حساس ولتكن وزنه  $m_0$  g، بعدها يملئ البيكنومتر بهذا السائل حتى النهاية العلوية، ثم يغلق بالغطاء المزود بعنق والذي يتlapping مع فتحة البيكنومتر ويرتبط بها عن طريق صنفراة تجعله محكم الإغلاق، فيرتفع السائل الفائض ليتساب من الأنوب الشعري ضمن العنق نحو الخارج، فلو استخدمنا بيكنومتر سعة 25 ml يكون حجم السائل ضمن البيكنومتر مع حجم السائل الموجود في الأنوب ضمن العنق مساوياً 25 ml، يتم وزنه على الميزان وهو ممتنئ بالسائل ولتكن وزنه  $m$  g.

عندما يكون وزن السائل الذي حجمه 25 ml هو  $m - m_0$  g

وبالتالي تحسب كثافة السائل D وفق العلاقة التالية:

$$D = \frac{m - m_0}{V} \text{ g/ml}$$

## الكيمياء العامة (القسم العملي)

في حال عدم وجود بيكنومتر يتم استخدام احدى أدوات قياس الحجم (دورق حجمي أو مقياس درج) لتحديد حجم السائل، ويتم اتباع نفس الخطوات السابقة، ولكن النتيجة لن تكون دقيقة بدقة البيكنومتر.

## المواد الصلبة:

يمكن تحديد كثافة جسم صلب عن طريق وزنه ثم حساب حجمه (سواء كان مكعب أو كروي أو متوازي مستطيلات)، ويتطبق قانون الكثافة السابق الذي يساوي نسبة الكتلة للحجم نحصل على كثافته، ولكن ماذا إذا كان الجسم الصلب الذي لدينا لا يمتلك شكل منتظم يمكننا من حساب حجمه؟  
ماذا لو كان شكله عشوائياً؟ هل لك أن تتخيل طريقة لحساب حجمه؟

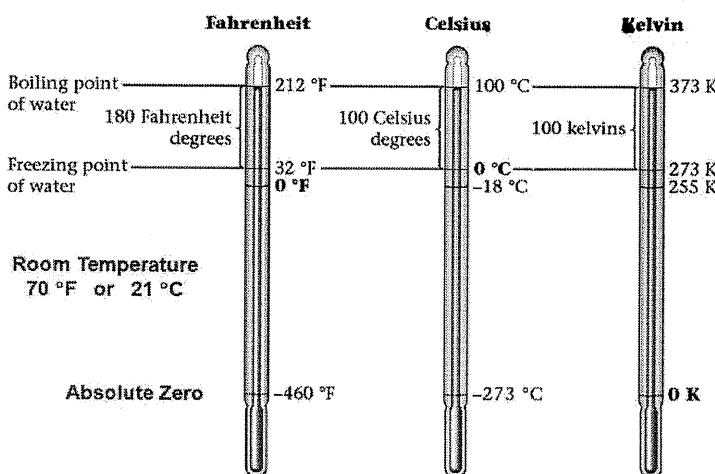
في هذه الحالة يتم تطبيق قاعدة أرخميدس التي تنص على أن حجم أي جسم صلب يوضع ضمن الماء يساوي كمية الماء المزاح، حيث يتم وضع القطعة الصلبة المراد تحديد كثافتها ضمن حوض مائي، ثم يتم حساب حجم الماء الذي أزاحه هذا الجسم، فيكون حجم الماء هو حجم هذا الجسم الصلب، وبقسمة وزن الجسم الصلب على حجم الماء المزاح نحصل على كثافته.

طبعاً نطبق هذه الطريقة في حال لم يكن الجسم الصلب مسامياً يحوي مسام واضحة ضمن بنائه.

## درجة الحرارة Temperature

تعتبر درجة الحرارة من القياسات الفيزيائية الهامة أثناء سير التفاعلات الكيميائية واجراء التجارب المخبرية، وتعطينا معلومات كثيرة حول التفاعل.

كما درسنا في الجانب النظري وجدنا أن هناك ثلاثة أنظمة لقياس درجة الحرارة بشكل واسع، مقياس درجة سيليزيوس، مقياس كلفن، ومقياس فهرنهايت، يستخدم نظامي السيليزيوس والكلفن في العلوم الفيزيائية والكميائية، بينما يستخدم نظام الفهرنهايت في العديد من العلوم الهندسية، إن ميزان درجة الحرارة المستخدم في بلادنا يعتمد نظام سيليزيوس، فكيف يمكننا تحويل هذه القراءات لنظام الكلفن والفهرنهايت؟



في الشكل المجاور نعرض الأنواع الثلاثة لمقاييس درجة الحرارة، نلاحظ أن حجم واحدة درجة الحرارة (الدرجة) هي نفسها بالنسبة لمقياس الكلفن والسيлизيوس، والاختلاف الرئيسي بين هذين المقياسين هو نقطة الصفر، الانتقال بين المقياسين يتم بسهولة عن طريق عبارة الموازنة بين نقطتي الصفر للمقياسين.

$$\text{Temperature (Kelvin)} = \text{Temperature (Celsius)} + 273.15$$

$$\text{Temperature (Celsius)} = \text{Temperature (Kelvin)} - 273.15$$

## الكيمياء العامة (القسم العملي)

بالتعبير عن درجة الحرارة في واحدة السيليزيوس استخدمنا رمز الدرجة  $^{\circ}\text{C}$ ، في حين أن تعبير الدرجة لا نلاحظه في مقياس كلفن، واحدة درجة الحرارة في هذا المقياس تدعى كلفن ويرمز لها بالرمز  $\text{K}$ .

أما بالنسبة للتحويل بين مقياس درجة الحرارة السيليزيوس ومقياس درجة الحرارة الفهرنهايت فهو أكثر تعقيداً من سابقه، لأن كلاً من حجم التدرج ونقطة الصفر تختلفان في كلا المقياسين، لذلك نحن هنا نحتاج إلى عبارتي **توزان بين المقياسين**، واحدة لحجم التدرج والثانية لنقطة الصفر.

**المعالج أولاً الاختلاف في حجم التدرج:**

من خلال الشكل الموضح أعلاه والذي يمثل المقابلين الثالث، نلاحظ ما يلي:

$$212^{\circ}\text{F} = 100^{\circ}\text{C} \quad & \quad 32^{\circ}\text{F} = 0^{\circ}\text{C}$$

إذًا:  $212 - 32 = 180$  Fahrenheit degree =  $100 - 0 = 100$  Celsius degree

أي أن  $^{\circ}100$  على مقياس سيليزيوس تعادل  $^{\circ}180$  على مقياس فهرنهايت

وبالتالي يكتب مصنع الواحدة وفق ما يلي:

$$\frac{180^{\circ}\text{F}}{100^{\circ}\text{C}} \text{ or } \frac{9^{\circ}\text{F}}{5^{\circ}\text{C}}$$

الآن سنعالج الاختلاف في نقطة الصفر:

نفرض أن  $T_C$  هي درجة الحرارة على مقياس سيليزيوس الموافقة لـ  $T_F$  درجة الحرارة على مقياس فهرنهايت.

ونعلم أنه من خلال الشكل السابق أن:  $32^{\circ}\text{F} = 0^{\circ}\text{C}$

إذا يمكننا الكتابة:

$$T_F - 32^{\circ}\text{F} = T_C - 0^{\circ}\text{C} = T_C$$

نطبق مصنع الواحدة لمعالجة الاختلاف في حجم الدرجة، فنحصل على ما يلي:

$$(T_F - 32^{\circ}\text{F}) \frac{5^{\circ}\text{C}}{9^{\circ}\text{F}} = T_C$$

حيث تمثل  $T_F$  و  $T_C$  درجة الحرارة المعطاة على ميزان حرارة فهرنهايت و سيليزيوس.

بشكل آخر يمكننا كتابة المعادلة السابقة بحيث نصح في البداية حجم التدرج ثم نصح الاختلاف في نقطة الصفر، فتكتب المعادلة السابقة بالشكل:

$$T_F = T_C \times \frac{9^{\circ}\text{F}}{5^{\circ}\text{C}} + 32$$

إذا لمعرفة درجة الحرارة وفق مقياس كلفن (المعتمد في الجملة الدولية) أو مقياس فهرنهايت، يتم تطبيق العلاقات السابقة للحصول على الدرجة المطلوبة.

## الكيمياء العامة (القسم العملي)

### إجراء التجربة والحسابات

يتم تقسيم الطلاب ضمن المختبر لمجموعات، كل مجموعة 5 طلاب، تقوم كل مجموعة بإجراء ما يلي:

١- قياس الكثافة لمجموعة من المواد الكيميائية السائلة، حيث يتم تحديد كثافة كل من الماء والكحول الإيثيلي ورابع كلور الكربون وذلك وفق الطريقة التي ذكرناها أعلاه.

يتم تدوين النتائج ضمن الجدول التالي:

الكتافة $g/cm^3$	المركب
	الماء
	الكحول الإيثيلي
	رابع كلور الكربون

ثم بعد ذلك يتم إعطاء كل مجموعة مادة مجهرولة، يتم حساب كثافتها وتحديد قيمتها مع الجدول الناتج.

ينبغي على كل مجموعة معرف ما هي المادة المجهرولة التي تم اعطائهم إليها من خلال قيمة كثافتها.

٢- تحديد درجة حرارة عينة من الماء باستخدام مقياس سيليزيوس الموجود ضمن المختبر، ثم يتم تحويل القراءة الناتجة للكلفن والفهرنهايت باستخدام العلاقات السابقة.

٣- تدون كل مجموعة النتائج التي حصلت عليها ضمن الدفتر المخبري الخاص بكل طالب، حيث يذكر رقم مجموعته، ثم تسلم النتائج للمشرف الكيميائي أو مدرس المقرر ضمن المختبر للتأكد من الحسابات وتقدير العمل.

## الفصل الثاني

# العمليات المخبرية الأساسية وتنقية المواد الكيميائية

2-1: العمليات الأساسية في المختبر:

2-1-1: إذابة المواد الكيميائية الصلبة:

يتطلب التعامل مع المواد الكيميائية الصلبة، والتي تشكل نسبة عالية جداً بين المركبات الكيميائية تحويلها في معظم الأحيان إلى محليل.

يعرف محلول بأنه عبارة عن مزيج متوزع فيه مادة ما، بشكل متجانس، ويطلق عليها اسم المذيب.

تبلغ أبعاد الجسيمات الذراة في محليل الحقيقة المتجلسة تبلغ وسطياً  $10^{-8}$  Cm -  $10^{-7}$  Cm)، لذلك وقبل البدء بإذابة المركبات الكيميائية الصلبة، يجب طحنها جيداً بواسطة هاون من الخزف، وذلك من أجل تكبير السطح النوعي الفعال لها.

يتم بعد ذلك يتم أخذ كمية منها محددة بدقة، ويضاف إليها المذيب المناسب. يستخدم الماء ك محلل في معظم الأحيان وخاصة للمركبات التي تمتاز بخواص قطبية، وذلك نتيجة لقطبية الماء وصغر جزيئاته. يتم استخدام قضيب زجاجي نظيف للتحريك لإتمام عملية الذوبان وإذا لم يكن ذلك كافياً يتم عندها اللجوء إلى التسخين الخفيف لتسريع عملية الذوبان.

## 2-1-2: الترشيح:

تستخدم عملية الترشيح من أجل فصل الراسب عن المحلول. يلحاً عادة إلى عملية الترشيح، عندما يراد تخلص المحلول من الشوائب المترسبة الموجودة فيه، والتي تبقى على سطح أوراق الترشيح، بغية الحصول على محلول نقى. وتستخدم أيضا لفصل المادة الكيميائية الصلبة عن بقايا المذيب الموجود معها في الوعاء نفسه، وعندها يتمأخذ المادة النقيّة التي تتحجر على سطح ورقة الترشيح، ويتم التخلص من المذيب.

تستخدم مرشحات مختلفة لإتمام عملية الترشيح، ومن أهمها وأرخصها: أوراق الترشيع السيللوزية المختلفة باختلاف بأقطار مساماتها، وكذلك طبيعتها، حيث تكون عديمة الرماد أو عادية.

هناك أيضا مرشحات زجاجية، أو بورسلانية، مثل: قمع بوختر، وقمع غوش، وقمع أيضا بأقطار مساماتها المختلفة.

## 2-1-3: التجفيف:

بعد إذابة المركبات الكيميائية، وترشيحها وحصولنا على المادة الصلبة إلى إجراء عملية تجفيف لها، وذلك لاحتياجنا، في معظم الأحيان، لأن تكون هذه المادة جافة. - تم عملية التجفيف بوضع المادة الصلبة الرطبة بين ورقتي ترشيع، وضغطها لفترة من الزمن، إلا أن ذلك يكون غير كاف لذلك يجب تعريضها للهواء، أو وضعها في أفران التجفيف عند درجة الحرارة  $100^{\circ}\text{C}$ ، ول فترة زمنية محددة.

تجفف السوائل ، أي يتم تخلصها من الماء، عبر إضافة مادة ماصة للرطوبة مثل كبريتات النحاس اللامائة  $\text{CuSO}_4$ ، أو كلوريد الكالسيوم  $\text{CaCl}_2$ ، أو كلوريد الكوبالت  $\text{CoCl}_2$ ، أو بعض الأحماض القوية المركزة مثل: حمض الكبريت  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ، أو حماسي أوكسيد الفوسفور  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

## ٤-١-٤: التطبيق العملي:

١ - إذابة كربونات الكالسيوم بالماء:

خذ حوالي ٥ غ من كربونات الكالسيوم من المساعد المخبري، وأضف إليها كمية من الماء المقطر بحيث يصبح لديك حجماً نهائياً للمحلول قدره ١٠٠ مل. حاول طحن المادة الصلبة في حال كونها تحوي كتلاً صغيرة، بوساطة هاون من البورسلان ومن ثم اجراء عملية الذوبان.

٢ - خذ بضع ملليلترات من محلول حمض كلور الماء الممدد، وأضفه إلى حجم مماثل من محلول نترات الفضة. ماذا تلاحظ؟

إن الراسب المشكّل في قعر أنبوب الاختبار هو  $\text{AgCl}$ .  
افصل هذا الراسب عن محلول بوساطة الترشيح.  
حضر لهذه الغاية ورقة ترشيح وضعها في قمع الترشيح، واسكب الراسب مع محلول فوق ورقة الترشيح.

لاحظ بعد قليل أن الراسب سيحتجز على سطح ورقة الترشيح، جففه بالهواء، ثم سلمه بعد ذلك للمساعد المخبري.

٣ - تجفيف بروم البيرن:

امزح بضع قطرات من مادة مع ٥ مل من بروم البيرن، ورج المزيج جيداً حتى يصبح محلول عكراً، وعلى شكل مستحلب.

اترك المزيج يرقد، ثم اضف إليه بضع بلورات من كلوريد الكالسيوم  $\text{CaCl}_2$  اللامائي. ماذا تلاحظ؟

هل سيتغير لون محلول؟

لماذا حصل هذا التغير؟

سحل هذه النتائج في دفترك.

## 2-2: تنقية المركبات الكيميائية:

### 1- التصعيد:

التصعيد هو انتقال المادة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة. يفسر ذلك بأن ضغط بخار المادة الصلبة يكون أعلى من الضغط الخارجي، ولهذا السبب، فإنه عند تميع المادة الصلبة يتحول إلى بخار.

يفيد هذا المبدأ في فصل المركبات الصلبة عن بعضها البعض عندما تكون إحداها طيارة، والأخرى غير ذلك.

### التطبيق العملي:

#### 1- تنقية النفاثلين:

تؤخذ كمية من النفاثلين الصلب، وتسخن بحذر في أنبوب اختبار، فيلاحظ انطلاق الأبخنة من الأنبوب، ويتكافئ القسم الآخر على جدران الأنبوب.

#### 2- تنقية كلور الأمونيوم:

تؤخذ بضع بلورات من  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ، وتوضع في وعاء زجاجي، وليكن أرلنماير، ثم يوضع فوقه قمع ترشيح، وعليه ورقة ترشيح، سخن الوعاء على نار هادئة. لاحظ تبخر بلورات كلوريد الأمونيوم وتحمّل الأبخنة في قمع الترشيح أتسفل ورقة الترشيح.

سجل ملاحظاتك على الدفتر.

#### 2-2: إعادة البلورة:

يعتمد مبدأ إعادة البلورة على تغير ذوبانية المواد بتغير درجة الحرارة، لذلك، من أجل إعادة بلورة مركب كيميائي حاوٍ على شوائب، يتم إذابته بمذيب مناسب، وغالباً ما يكون المذيب هو الماء المقطر. تتم بعد ذلك عملية تبريد للمحلول.

يتناسب حجم البلورات المتشكلة بإعادة البلورة يتناسب عكساً مع زمن التبريد، فكلما كان التبريد بطئاً كان حجم حبيبات الراسب المتشكل أكبر.

يتم تحرير بروتين تشكل البلورات عند تبريد المحلول المشبع، وعدم ملاحظة تشكل بلورات عن طريق حث جدرانوعاء بقضيب زجاجي نظيف، أو إضافة بعض بلورات نقية من الملح المراد تبلوره.

تساقط عملية التحرير هذه تساقط البلورات بسرعة في قعر الوعاء الذي ستم فيه عملية إعادة البلورة.

### التطبيق العملي:

#### ١- إعادة بلورة ملح الطعام:

يتصف ملح الطعام المستخرج من المناجم بأنه مشوبة بأملال المغذيات بشكل خاص، ولذلك فإن نقاوته، في معظم الأحيان، لا تتجاوز ٩٧٪.

خذ ٥٠ غ من ملح الطعام العادي وأدفأها بـ ١٠٠ مل من الماء المقطر، وسخن حتى الدرجة ٨٠ م° مع التحريك بواسطة قضيب زجاجي نظيف، تابع التسخين حتى تمام التوابلن.

دع المحلول يبرد قليلاً، ثم قم بترشيحه على ورق ترشيح عادي. اجمع الرشاحة، واتركها تبرد ببطء بالهواء أي ضمن درجة حرارة المختبر.

لاحظ بعد ذلك، تشكل بلورات NaCl على جدران الوعاء، في حال تأخير تشكيل البلورات، حث جدران الوعاء بالقضيب الزجاجي النظيف الذي استخدمته لعملية التوابلن.

تجمع البلورات عند الإنتهاء من عملية تشكيلها، ثم يجفف بين ورقتي ترشيح وتوزن، وتسلم بعد ذلك للمساعد المخبرى.

ماذا تلاحظ بالنسبة للوزن قبل وبعد إجراء عملية إعادة البلورة؟

ما هو سبب اختلاف الأوزان؟

سحل هذه الملاحظات في دفترك.

## 2- إعادة بلورة كبريتات النحاس:

خذ 15 غ من كبريتات النحاس وأذها بـ 100 مل من الماء المقطر، سخن المحلول حتى الدرجة 80 ° مع التحريك المستمر حتى تمام الذوبان.  
دع المحلول يبرد قليلا ثم رشحه.

خذ الرشاحة، واتركها تبرد في جو المختبر، ولاحظ بعد قليل تشكيل بلورات كبريتات النحاس.

جفف هذه البلورات، وزنها، وسلمها للمساعد المخبري.

علل سبب تغير الوزن قبل إعادة البلورة، وبعدها.

سحل هذه النتائج والملاحظات في دفترك.

## 3- إعادة بلورة بيكربونات الصوديوم $\text{NaHCO}_3$ :

سخن في وعاء زجاجي سعة 250 مل 100 مل من الماء المقطر حتى الغليان، ثم أضيف إليها ببطء 20 غ من بيكربونات الصوديوم التجارية.  
راقب تمام ذوبان ملح بيكربونات الصوديوم، ثم سحل ملاحظاتك حول لون الملح قبل الذوبان وكذلك لون المحلول الناتج.

اترك المحلول يبرد قليلا ثم رشحه على قمع ترشيح.

اترك الرشاحة تبرد عند درجة حرارة المختبر، ولاحظ تشكيل بلورات بيكربونات الصوديوم النية.

جفف هذه البلورات بين ورقتي ترشيح، ثم زنها، وسلمها للمساعد المخبري.

سحل ملاحظاتك حول هذه التجربة في دفترك.

الفصل الثالث

## **الخواص الفيزيائية للمركبات الكيميائية ونقاوتها**

### 3- درجة الانصهار:

تعد درجة الانصهار ثابتًا فيزيائيًا هاماً تساعدنا معرفته في تحديد طبيعة المركب، وكذلك نقاوته، وهي بالتعريف: الدرجة التي يتحول فيها الجسم الصلب إلى الحالة السائلة؛ فعند تسخين مادة بلورية صلبة ترتفع درجة حرارتها، وتزداد اهتزازات الذرات أو الشوارد في الشبكة البلورية، وتبدأ بترك مواضعها عند استمرار التسخين، وتبدأ المادة بالتحول إلى سائل، وباستمرار التسخين لا ترتفع درجة حرارة المادة، بل تستخدم الطاقة الحرارية للتغلب على قوى التجاذب بين الشوارد، وتبقى لذلك درجة الحرارة ثابتة حتى يتم تحول المادة بالكامل إلى سائل.

**نقطة الانصهار:** هي درجة الحرارة التي يكون عندها الطوران الصلب والسائل في حالة توازن، وتسمى عملية انتقال المادة من الطور السائل إلى الطور الصلب بالتحمم، ومن الواضح أن نقطة الانصهار تساوي نقطة التجمد في جملة متوازنة.

يجب أن تذكر دائماً أن نقطة انصهار المواد النقيّة تتعلّق بالضغط الخارجي فقط وتقاس غالباً هذه النقاط عند الضغط الجوي النظامي، في حين لا يزيد المجال الحراري في المركب النقي على  $50^{\circ}\text{C}$ ، للحظ أن المركبات المشوّبة لا تظهر درجات انصهار واضحة ومحددة إذ تبدأ هذه المركبات بالانصهار عند درجة، وتنتهي في مجال درجات عدّة.

تسمى كمية الحرارة اللازمة لصهر مول واحد من مركب عند درجة حرارة انصهاره بحرارة الانصهار.

يظهر الجدول التالي نقاط انصهار بعض المواد:

اسم العنصر أو المركب	درجة الانصهار (C)°
المنيوم	658,0
كادميوم	321
البروم	703-
الكلور	100,5-
الذهب	1063,0
الرصاص	327,50
المغنتيوم	657,0
الفضة	960,0
التوتاء	419,4
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	73,5
$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	78,0

تحدد درجة الانصهار على الشكل الآتي:

طريقة العمل:

يحضر أولاً الانبوب الشعري الذي يغلق أحد طرفيه ويملاً بمسحوق المركب الناعم بطول (2-3 cm) ويملاً كذلك أنبوب شعري ثان للقيام بالتجربة مرتين.  
يشت الأنبوب الشعري على ميزان حرارة بواسطة حلقة مطااطية بحيث يكون أسفل الانبوب الشعري بجانب مستودع الزئبق في الميزان يكون أسفل الميزان مغموراً في السائل المستخدم كحمام للتسميم.

تملاً الحوجلة أو أنبوب الاختبار بالماء، أو بزيت البارافين، أو بحمض الكبريت المركب، توضع الحوجلة على شبكة معدنية، وتشبت بحامل معدني، ثم يتم البدء بالتسخين، فنلاحظ أن المادة تسكمش، قبل انصهارها، فتنفصل المادة عن سطح جدار الأنابيب الشعري، وبعدها يلاحظ ظهور قطرة سائلة في أسفل الأنابيب الشعري. عندها يجب تعين درجة الحرارة على ميزان الحرارة، والتي تمثل درجة انصهار المادة الصلبة.

يستعمل الأنابيب الشعري الأول لتحديد مجال درجة الانصهار، لنفترض أنه خلال التجربة تم تحديد درجة الانصهار في المجال  $75-80^{\circ}\text{C}$ ، عندئذ يجب استعمال الأنابيب الشعري الثاني لتحديد درجة الانصهار بالدقة التامة حيث يتم التسخين حتى الدرجة  $65^{\circ}\text{C}$ ، وبعدها تخفض الشعلة، بحيث يكون التسخين بطيناً، أي يجب الاتزيد سرعة التسخين عن درجة مئوية واحدة في الدقيقة ونلاحظ أنه أثناء التسخين، تبدأ المادة بالانصهار، وعندها تحدد درجة الانصهار بدقة.

#### **المواد والأدوات الازمة:**

تستخدم مادة ثيو كبريتات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) الصلبة كمحظول، أما الأدوات المستعملة فهي: أنابيب اختبار عادية، أنابيب اختبار ذات أقطار كبيرة، أنابيب زجاجية صغيرة القطر، مطاطات حلقية، حامل منصب وشبك، سدادات مطاطية، ميزان حرارة، سدادات مطاطية ذات شق، بيسير، أنابيب شعرية.

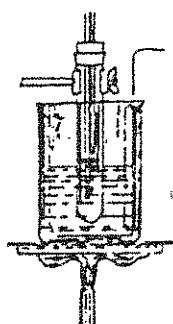
#### **طريقة العمل:**

- 1 - حضر أنبوبين شعريين طول كل منها  $5-6\text{ cm}$ .
  - 2 - حضر مسحوق ثيو كبريتات الصوديوم.
  - 3 - يوضع مسحوق ثيو كبريتات الصوديوم داخل الأنابيب الشعري حتى يصل إلى ارتفاع قدره (2-3) سم بالشكل التالي:
- ضع قليلاً من مسحوق ثيو كبريتات الصوديوم على زجاجة ساعة، أو على ورقة ترشيح، ثم أغمس الطرف المفتوح من الأنابيب الشعري في هذا المسحوق، بحيث يسمح

جزء من المسحوق بالدخول فيه، بعد ذلك ومن أجل إيصال المسحوق إلى قعر الانبوب الشعري أخرج طرفه من المسحوق، وقم باسقاطه داخل أنبوبة مفتوحة الطرفين طولها حوالي 30 cm موضوعة على الطاولة بحيث تكون النهاية المغلقة للأنبوب الشعري إلى الأسفل، وعند اصطدام الأنابيب الشعري بالطاولة تنتقل المادة إلى قعر الأنابيب.

ينبغي من أجل الوصول بارتفاع المادة داخل الأنابيب الشعري إلى المقدار المطلوب تكرار العملية السابقة بالكامل من 5 إلى 6 مرات أي غمس طرف الأنابيب الشعري المفتوح داخل المسحوق وإسقاطه داخل الأنبوبة على الطاولة مرات عدّة.

ثبت أحد الانبوبين الشعرين بعد ملؤهما بالمادة بوساطة حلقة مطاطية على ميزان الحرارة بحيث يكون مستوى المادة على مستوى مستودع الميزان، ثبت بعدها ثبت ميزان الحرارة في أنبوب اختبار يقوم بدور غلاف هوائي لمنع الوصول إلى حالة ما. فوق التسخين ثم غطس أنبوب الاختبار في بישر يحتوي على ماء أو أي سائل آخر كما في الشكل التالي (1-3).



الشكل (1-3): جهاز تحديد درجة الانصهار

سخن البישر ببطء وحرك الماء باستمرار، وراقب درجة الحرارة، تبدأ المادة بالانكمash قبل انصهارها وتترك جدران الأنابيب الشعري، كما ذكرنا سابقاً، وتظهر بعد فترة نقطة من السائل في أسفل الأنابيب، سجل درجة الحرارة عند ظهور أول قطرة من قطرات السائل.

خفف حفف لهب المصباح بحيث لا ترتفع درجة الحرارة أكثر من درجة واحدة في الدقيقة، وتتابع تحريك الماء. وسجل درجة الحرارة التي تشاهد فيها بدء ظهور مزيجاً

من المادة الصلبة والمادة السائلة بآن واحد، تابع التسخين حتى تتحول كل المادة الصلبة إلى سائل عند ذلك أطفيء المصباح، وتابع تحريك الماء، وسجل درجة الحرارة التي يبدأ عندها السائل بالتجدد.

يحدد تسخين الانبوب الشعري الأول يحدد درجة الانصهار بصورة تقريرية، أما تسخين الانبوب الشعري الثاني، وخاصية عند درجة الحرارة التي تنقص بـ  $15^{\circ}\text{C}$  عن درجة الانصهار، فيتم بصورة لطيفة، وتحدد عندها حالة ظهور قطرة سائلة من المادة النصهارة، ككر الخطوات السابقة نفسها لتحديد نقطة انصهار مادة مجهولة، ثم قارن نقطة انصهار المادة المجهولة مع الجدول السابق.

سجل نتائحك على دفترك بالشكل التالي:

1- درجة انصهار ثيو كبريتات الصوديوم.

2- درجة تجمد ثيو كبريتات الصوديوم.

3- درجة انصهار المادة الصلبة المجهولة.

4- يحتمل أن تكون المادة الصلبة المجهولة هي: .....

اكتب تقريراً عن التجربة وأجب عن الأسئلة التالية:

1- عرف الخاصية الفيزيائية وعدد بعض الخواص الفيزيائية للمركبات الكيميائية.

2- لماذا تبقى درجة الحرارة ثابتة عندما تبدأ المواد الصلبة النقية بالانصهار ومن

يتم تحول كامل المادة الصلبة ؟

3- عرف حرارة الانصهار.

4- هل تستطيع تحديد هوية مركب اعتماداً على تحديد درجة انصهاره ؟

### 3-2: درجة الغليان (نقطة الغليان):

تعد نقطة الغليان خاصة هامة أخرى من خواص المواد النقية، وتعرف بأنها درجة الحرارة التي يصبح عندها ضغط بخار المادة مساوياً للضغط الخارجي المطبق على السائل.

تقاس نقاط غليان السوائل، عادة، عند الضغط الجوي النظامي، ولذلك فإن نقطة الغليان هي درجة الحرارة التي يبلغ فيها ضغط بخار السائل ١ جو/. تسمى عملية انتقال المادة من الحالة البخارية إلى الحالة السائلة بعملية التكافُف. ترتفع درجة حرارة سائل عند تسخينه وينتقل عدد من جزيئات السائل إلى الحالة البخارية ويزداد ضغط بخار السائل، وباستمرار التسخين يصبح ضغط بخار السائل مساوياً للضغط الجوي، ويبدأ السائل بالغليان وتبقى درجة حرارته ثابتة حتى يتتحول كامل السائل إلى بخار، حيث تستخدم الحرارة التي يمتلكها السائل للتغلب على قوى التحاذب بين جزيئات السائل.

نستنتج من ذلك أن الطور السائل يتوازن مع الطور البخاري عند نقطة الغليان، لذلك يحدث الغليان والتكافُف عند درجة الحرارة نفسها.

تحدد درجة الغليان أي تقرأ وتسجل عندما يبقى عمود الزئبق ثابتاً لا يرتفع ولا ينخفض.

يجب أن نذكر أنه يجب تعين الضغط الجوي في الوقت نفسه الذي يتم فيه تعين درجة الغليان وذلك لأن درجة الغليان تتعلق بالضغط الجوي.

تعرف درجات الغليان التي تورد في المداول، بأنها على الأغلب الدرجات المقاومة عند الضغط الجوي النظامي أي ٧٦٠ مم زئبق، وفي الحالات الأخرى يشار إلى الضغوط التي قيست عندها درجات الغليان، فمثلاً إذا أشير في الدليل إلى أن درجة غليان سائل تساوي  $159^{\circ}\text{M}$  تحت ضغط قدره ٢٥ مم زئبق، فهذا يعني أنه يجب تسخين السائل تحت هذا الضغط للحصول على درجة الغليان المذكورة. تميز بعض المركبات غير الثابتة حرارياً التي عند تسخينها تتفكك تحت الضغط العادي (النظامي) ولا تفكك تحت تسخينها عند ضغط معين أقل، لذلك ذلك تعين درجة غليان هذه المواد في أجهزة مشابهة لأجهزة التقطر تحت ضغط منخفض وذلك باستعمال كميات صغيرة من السائل صغيرة، فإذا قيست درجة الغليان عند ضغوط غير موجودة في الدليل، فإنه يجب عندئذ إدخال

تعديل على الضغط، فإذا كان الضغط (B) المحدد بقياس الضغط أقل من 760 مم زئبق فإنه يضاف إلى درجة الحرارة المسجلة القيمة  $\Delta$  المحسوبة من العلاقة التالية:

$$\Delta = (B - 760)3/80$$

وإذا كان الضغط أكثر من 760 مم، زئبق فإنه يطرح من درجة الحرارة المسجلة

القيمة المحسوبة من العلاقة التالية:

$$\Delta = (B - 760)3/8$$

تسمى كمية الحرارة اللازمة لتبيخير مول واحد من مركب عند درجة غليانه

بحارة التبخر المولية.

يظهر الجدول التالي نقاط الغليان لبعض المواد:

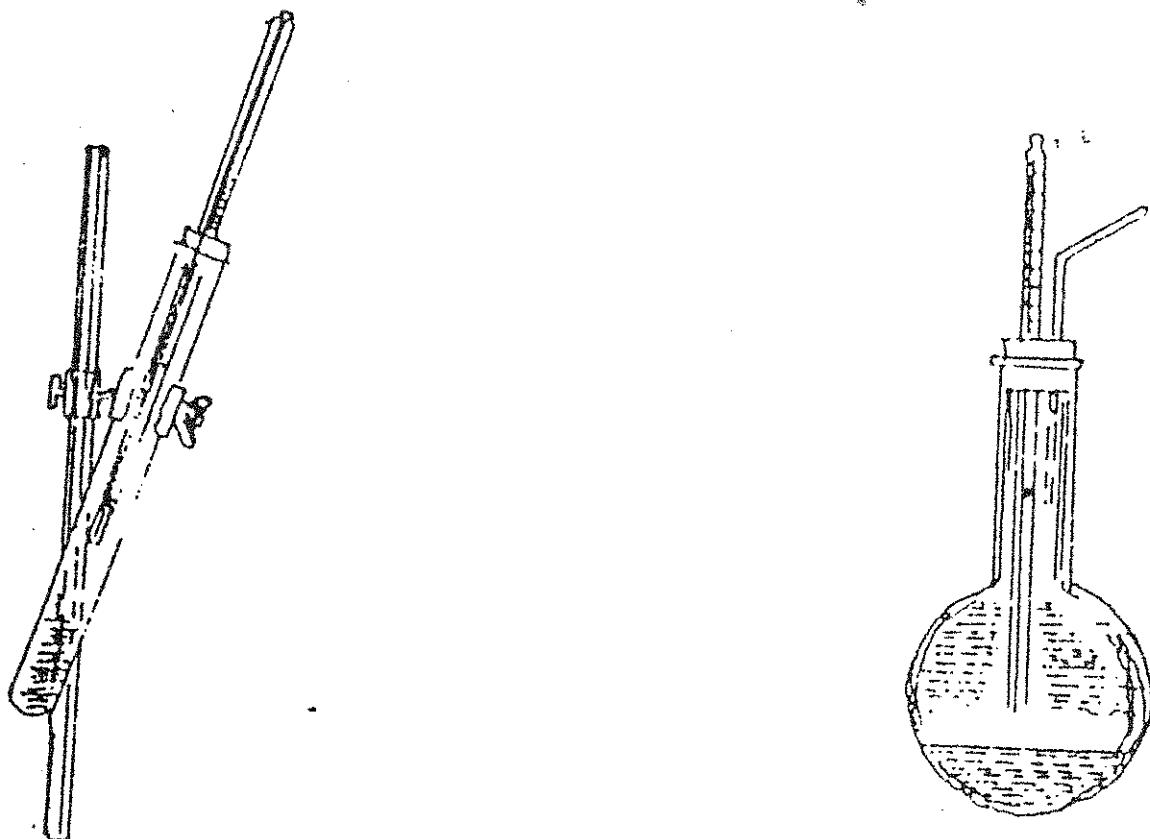
اسم المركب	درجة الغليان (C) <sup>°</sup>
أنيلين	184,13
أسيتالدهيد	20,8
حمض الخل	117,9
أسيتون	56,0
بنز	80,0
رابع كلور الكلريون	77,0
الكلوروفورم	61,0
سيكلوهكسان	81,0
إيتانول	78,0
ميتانول	65,0
خلات الإيثيل	77,0
الغليسرين	290

#### المواد والأدوات اللازمة:

تستخدم مادة الأسيتون السائلة كمحجول، والأدوات هي: قطع منظمات غليان،

أنابيب اختبار عادية، أنابيب اختبار ذات قطر كبير، أنابيب زجاجية صغيرة القطر،

مطاطات حلقة، حامل، منصب وشك، سدادات مطاطية، ميزان حرارة، سدادة مطاطية ذات شق، بيشر، حوجلة.



الشكل (3-2): تحديد درجة الغليان

طريقة العمل:

صب ( $3-4 \text{ cm}^3$ ) من الأسيتون في أنبوب اختبار جاف ونظيف، وأضف بعض قطع من منظمات الغليان (تستعمل لمنع فوران السائل عند غليانه) ويثبت الانبوب على حامل.

أدخل ميزان حرارة في سدادة مطاطية ذات شق، وثبته في انبوب الاختبار الحاوي على الأسيتون، كما في الشكل (2-3) cm حيث يكون مستودع ميزان الحرارة فوق مستوى السائل بحوالي (3-2) cm سخن الانبوب بدوء باستخدام لهب صغير حتى يبدأ

السائل بالغليان، والتكافث، والانسياب على شكل نقاط من مستودع ميزان الحرارة، انتظر حوالي دقيقة، وسجل درجة حرارة غليان السائل.

كرر التجربة على سائل مجهول، وسجل نقطة غليانه، قارن مع الجدول السابق.

سجل نتائجك على دفترك بالشكل التالي:

1 - نقطة غليان الأسيتون.

2 - نقطة غليان السائل المجهول.

3 - يحتمل أن يكون السائل المجهول هو: .....

اكتب تقريراً عن التجربة وأجب عن الأسئلة التالية:

1 - عرف الخاصية الفيزيائية، وعدد بعض الخواص الفيزيائية للمركبات

الكيميائية.

2 - عرف حرارة التبخر.

3 - هل يمكنك تحديد هوية مركب كيميائي اعتماداً على معرفتك لدرجة غليانه؟

4 - متى يبدأ السائل بالغليان؟

5 - ما الفائدة من استعمال منظمات الغليان عند غلي السوائل؟

6 - ما العلاقة التي تربط بين درجة الغليان والضغط الجوي؟

### 3-3: قياس كثافة سائل:

- الكثافة: تعرف الكثافة بأنها كتلة المادة في واحدة الحجم، ويعبّر عنها مثلاً

بواحدة غ/سم<sup>3</sup> مثلاً.

الأدوات والممواد الازمة:

ميزان، دورق حجمي سعة 50 ml، سوائل عدّة متوفّرة في المختبر.

طريقة العمل:

زن بادقنة دورقاً حجمياً فارغاً وجافاً سعة  $50 \text{ ml}$  فارغاً وجافاً ولتكن وزنه مساوياً لـ  $m_1$  ثم املأ هذا الدورق الحجمي حتى إشارة التدريج بدقة بالسائل المراد قياس كثافته حتى إشارة التدريج. زن الدورق الحجمي مع السائل من جديد، ولتكن وزنه  $m_2$  ثم احسب كثافة السائل وفق العلاقة الآتية:

$$d = \frac{\text{وزن السائل}}{\text{حجم السائل}} = \frac{m_2 - m_1}{50}$$

كرر التجربة لمجموعة أخرى من السائل، ودون النتائج على دفترك.

### 3-4: قياس كثافة جسم صلب:

**الأدوات والمواد الالزمة:**

ميزان، اسطوانة مدرجة، أحجام صلبة عدة متوفرة في المختبر.

**طريقة العمل:**

احصل على حسم مجهول الكثافة من مشرف المختبر، زنه بدقة ثم املأ الاسطوانة المدرجة سعة  $50 \text{ ml}$  إلى نصفها تقريباً بالماء، وسجل حجم السائل بدقة ثم اسقط الجسم الصلب داخل الأسطوانة المدرجة بعناية، وسجل الحجم الجديد للسائل مع الجسم. احسب كثافة الجسم من كتلته، وحجمه وفق العلاقة الآتية:

$$d = \frac{\text{وزن الجسم الصلب}}{\text{حجم الجسم الصلب}} = \frac{m_1}{V_2 - V_1}$$

حيث:

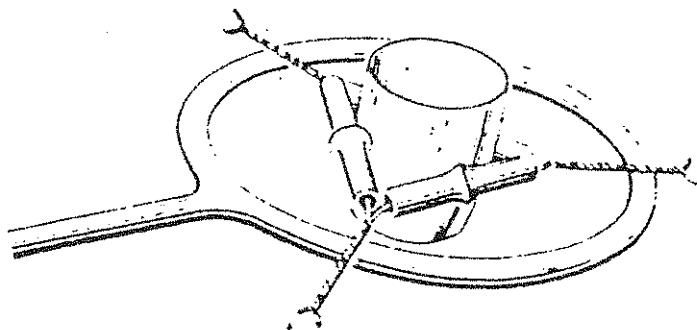
$V_2$  : حجم السائل والجسم الصلب.  $V_1$  : حجم الجسم السائل.

**3-5: تحديد ماء التبلور في كبريتات النحاس المائية:**

**سir العمل:**

ضع الجفنة على المثلث البورسلاني، كما هو مبين في الشكل (3-3)، وسخنها لمدة عشر دقائق، بعد الجفنة بعد ذلك بوساطة ملقط معدني، وضعها في المحفف، واتركها

حتى تبرد تماماً (حوالي 15 دقيقة). زن الجفنة بميزان دقة  $0,01$  بعد أن تصل درجة حرارتها إلى درجة حرارة الغرفة، ولتكن وزنها  $m_1$  g. سجل الوزن في دفترك.



الشكل (3-3)

- اسحق كبريتات النحاس المائية، وهي ذات لون أزرق في هاون، وخذ منها حوالي  $g\ 3-5$  وضعها في الجفنة البورسلانية الموزونة. سجل وزن الجفنة وكبريتات النحاس المائية، ولتكن وزنها  $m_2$ .

- ضع الجفنة المحتوية على الملح على حمام رملي، وسخن بوساطة سخانة كهربائية حتى الدرجة  $300 - 260^{\circ}\text{C}$  حيث تفاص درجة الحرارة بوضع مستودع ميزان الحرارة في الرمل. حافظ على درجة الحرارة حتى تمام خلو الملح من جزيئات الماء.

على ماذا يدل تحول كبريتات النحاس المائية  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . من اللون

الأزرق إلى اللون الأبيض؟

- بعد تحول لون الملح كله إلى الأبيض خذ الجفنة بوساطة ملقط، وأعدها إلى المحفف لمدة (10) دقائق. زن الجفنة بعد تبريدها حتى درجة حرارة الغرفة، ثم أعدها ثانية إلى الحمام الرملي، وسخنها لمدة خمس دقائق، وأعدها إلى المحفف ثم زنها بعد أن تبرد تماماً. يجب الاتباع بفرق الوزن  $0,03$  g. ليكن وزن الجفنة مع الملح بعد التسخين

$m_3$

- احسب كمية الماء مقدرة بالجزيئات الغرامية لجزيئه كبريتات النحاس اللامائة الواحدة وذلك من العلاقة التالية:

$$x = \frac{160}{18} \cdot \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1}$$

### 3-7: مقاومة المواد الكيميائية:

الغاية من التجربة:

دراسة مقاومة المركبات الكيميائية وطريقة تحديدها بوساطة حجم الغاز المتشكل.

مقدمة:

يعد تحليل المواد الكيميائية لمعرفة محتواها من أهم التطبيقات الكيميائية في وقتنا الحاضر حيث يعتمد استثمار مختلف الفلزات والخامات المعدنية على مقدار ماحتويه من المركبات والعناصر المطلوبة، وتستخدم في كثير من العمليات الصناعية، وكذلك المخبرية مواد كيميائية لها مواصفات، ودرجة مقاومة محددة، فعند تحضير محليل العيارية مثلاً يجب معرفة درجة مقاومة المواد المستخدمة بدقة وذلك للتأكد من الحصول على محلول عياري أي النظامية المطلوبة.

يجب على سبيل المثال معرفة مقدار ماحتويه ماءات الصوديوم من مختلف المركبات الأخرى مثل كربونات الصوديوم و كلوريد الصوديوم وذلك لتقدير مدى صلاحية هذه المادة، والكمية المطلوبة منها، وذلك لتحضير محليل عيارية دقيقة من ماءات الصوديوم.

يقسم التحليل الكيميائي، بشكل عام إلى قسمين: التحليل الكمي، والتحليل الكيفي، حيث يستفاد من التحليل الكيفي في الكشف عن وجود مختلف هذه العناصر، والمجموعات في العينة المدروسة، بينما يتم في التحليل الكمي تحديد النسبة المئوية لمختلف العناصر، والمركبات في العينة المدروسة.

يمكن معرفة مقاومة المواد الكيميائية، ومقدار الشوائب بإجراء تحليل كيميائي، حيث تعالج كمية موزونة من المادة مع كاشف معين، وتعرف كمية المادة المراد تحديدها من معرفة كمية الكاشف المستهلكة أو من معرفة كمية ناتج التفاعل.

يمكن أن يرافق التفاعل الحاصل انطلاق غاز، يجمع عندها هذا الغاز فوق الماء ويقاس حجمه، ومن معرفة حجم الغاز الناتج وتحويله إلى الحجم في الشروط النظامية،

$$P = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{P \cdot V \cdot g}{S}$$

$$\rho = \frac{P \cdot h \cdot g}{S} = \rho_{H_2O} \cdot h_{H_2O} \cdot f = \rho_{Hg} \cdot h_{Hg} \cdot g$$

وبواسطة معادلة التفاعل المعاصلة يمكن أن نحدد مقاومة المركب، وإذا كان الغاز المنطلق ذائب في الماء، يجمع عندئذ فوق الزئبق، أو التولوين، أو بعض الأملاح الذوابة... الخ.

مثال:

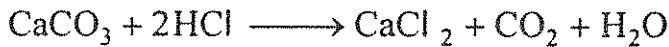
ما هي درجة مقاومة الكالسيت  $CaCO_3$  إذا علمت أن تفاعل غرام واحد منه بحمض كلور الماء يطلق 244 مل من غاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك في الدرجة  $20^\circ$  والضغط 750 مم زئبق.

الحل:

يجب قبل كل شيء أن نحول الحجم المنطلق إلى الحجم في الشروط النظامية، وهي  $(P = 760 \text{ mm.Hg}, T = 0^\circ\text{C})$ .

$$V_0 = \frac{V \cdot P \cdot T_0}{760 \cdot T} \Rightarrow V_0 = \frac{244 \cdot 750 \cdot 273}{760 \cdot 293} = 224 \text{ ml}$$

يعبر عن معادلة التفاعل بالشكل التالي:



100g                                    22,4 l

نلاحظ أن كل 100 غ من  $CaCO_3$  تطلق عند معالجتها بالحمض 22.4 لتر من الغاز، وبالتالي فإن كل 1 غ كالسيت يجب أن يطلق 224 مل من غاز  $CO_2$  وبالتالي، ومن مقارنة الحجوم نجد أن مقاومة الكالسيت هي 1%.

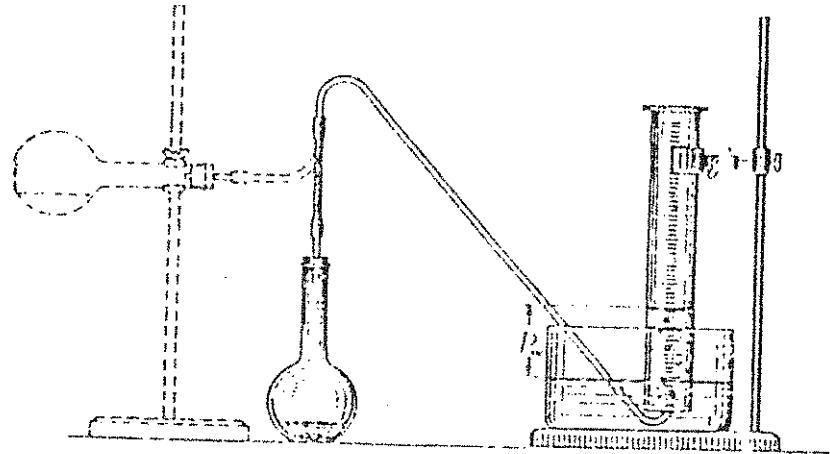
**المواد والأدوات اللازمة:**

بودرة زنك، حمض الكبريت المدد 1:3 محلول كريات النحاس الممدد، اسطوانة مدرجة سعة 250 سم<sup>3</sup>، حوجلة ذات قاعدة مستوية، حامل، سادات مطاطية، أنابيب مطاطية، وعاء بلاستيكي، ملاقط.

**طريقة العمل:**



ركب الجهاز المبين بالشكل (5-3)



**الشكل (3-5): جهاز تنقية المواد الكيميائية**

اماً الوعاء البلاستيكى حتى منتصفه بالماء واماً كذلك الاسطوانة المدرجة واقبلاها رأسا على عقب وثبتها، كما في الشكل، باستخدام ملقط وحامل.  
ضع 10 سم<sup>3</sup> من محلول حمض الكربون المدود في الحوجلة، وأضف ثلات نقاط من محلول كبريتات النحاس، وثبت الحوجلة في وضع أفقى (الوضع المنقى في الشكل).  
زن حوالي 0,2 غ من مسحوق التوتين، مستخدما ورقة شفافة (من أجل إبطاء التفاعل)، وسجل الوزن الدقيق على دفترك. ضع الورقة الحاوية على بودرة في منتصف عنق الحوجلة التي لاتزال في الوضع الأفقي، وأغمرا نهاية أنبوب الانطلاق تحت سطح الماء وضعه تحت فوهة الاسطوانة المدرجة، ضع الآن وبسرعة الحوجلة في الوضع الشاقولي، وثبتها جيدا، وتأكد من أن الورقة الشفافة الحاوية على بودرة الزنك قد أصبحت مغمورة في الحمض الموجود في الحوجلة، ولاحظ انطلاق الغاز في الاسطوانة المدرجة.  
أصبح الآن لديك معلومات كافية لحساب تقارة بوردة الزنك، وذلك باستخدام

قانون غازات العام:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$P = P_{H_2} + P_{CO_2} + P_{H_2O}$$

الضغط الكلي من المختبر

استرجع معلوماتك حول وزن بودرة الزنك، وحجم الغاز المتجمع، ومعادلة التفاعل الكيميائي.

سجل نتائجك على دفترك بالشكل التالي:

- تحديد نقاوة بودرة الزنك.
- وزن بودرة الزنك.
- درجة حرارة المختبر.
- الضغط الجوي.
- ضغط بخار الماء.
- حجم الغاز المتجمع.
- المسافة بين مستوى الماء في الاسطوانة والوعاء.
- معادلة التفاعل.
- النسبة المئوية للنقاوة.

عين بالطريقة السابقة نفسها نقاوة كاربيد الكالسيوم ( $CaC_2$ ) من تفاعله مع الماء وإنطلاق الاستيلين، لاتنسى أن الاستيلين يذوب في الماء، لذلك يجب جمعه فوق محلول مائي مشبع بكلوريد الصوديوم.

اكتب تقريرا وأجب عن الأسئلة التالية:

1 - ما الفرق بين التحليل الكيفي والتحليل الكمي؟

2 - اكتب معادلة التفاعل الحاصلة بين:

آ - بودرة الزنك وحمض الكبريت.

ب - كاربيد الكالسيوم والماء.

3 - لماذا تضاف كبريتات النحاس لمزيرج التفاعل؟

4- هل تصلح هذه الطريقة لتحديد مقاومة بودرة الزنك عند وجود شوائب تتفاعل مع حمض الكبريت لإعطاء غازات مثل  $\text{CO}_2$  أو  $\text{H}_2\text{S}$ ? ما هي مصادر الخطأ؟ وكيف يمكن تعديل الطريقة للحصول على نتائج دقيقة؟.

## الفصل الرابع

### تحديد الوزن الجزيئي لمركب كيميائي، وتعيين الصيغة الكيميائية لمركب

#### 1- تحديد الوزن الجزيئي لمادة مذابة:

- الأدوات والمواد الالزام:

- أرلنماير عدد 2 وسعة قدرها (250-400 ml)، ميزان حرارة، بوتقة حزفية مع غطاء، سداده بثقبين للأرنماير، أسطوانة مدرجة (50 ml)، سكر، وأسلاك نحاس، وكبريت.

هدف هذه التجربة إلى تعيين الوزن الجزيئي لمركب كيميائي (السكر)، وذلك بتطبيق قانون راؤول في ارتفاع درجة غليان المذيب، كما تهدف إلى تعيين الصيغة الكيميائية لمركب (كبريتيد النحاس).

#### التجربة الأولى تعيين الوزن الجزيئي

يتميز كل مذيب بدرجة غليان نظامية عند الضغط الجوي النظامي، وتتغير هذه الدرجة عند وضع مادة ذوبة في المذيب، فترتفع درجة الغليان، ويتناسب هذا الارتفاع تناسباً طردياً، وكمية المادة المذابة وعكسياً مع وزنها الجزيئي. ويعطى مقدار ارتفاع درجة الغليان للمواد الصلبة غير المشردة وفقاً لقانون راؤول التالي:

$$\Delta t = K_b \cdot m = K_b \frac{W_2}{M_2 \cdot W_1} \cdot 1000$$

حيث إن  $K_b$  هو ثابت الغليان المولي، وهو يتعلق بطبيعة المذيب، ففي حالة الماء

يأخذ القيمة 0,513.

و  $m = \frac{1000 \cdot W_2}{M_2 \cdot W_1}$  تركيز محلول مقدراً بعدد الجزيئات الغرامية من المادة

المذابة في 1000 g من المذيب وذلك على اعتبار أن:

$W_2$ : وزن المادة المذابة (g).

$M_2$ : الوزن الجزيئي الغرامي للمادة المذابة (g).

$W_1$ : وزن المذيب (g).

نجد من قانون راؤول أننا نستطيع تحديد الوزن الجزيئي لمركب كيميائي إذا عرفنا

مقدار الارتفاع في درجة غليان المذيب.

سير العمل:

- زن بدقة حوالي (5 g) من السكر.

-خذ أرلنماير ذا سعة قدرها (250 ml) نظيفاً، ومجهزاً بسدادة ذات فتحتين إحداهما لميزان حرارة، والثانية لأبوب انطلاق. خذ بوساطة أسطوانة مدرجة مقدارها 50 ml من الماء المقطر، وصبها في الأرلنماير، وسدده بالسدادة. يجب أن يكون مستودع الزائق لميزان الحرارة على ارتفاع حوالي (1 Cm) من سطح الماء. سخن على نار هادئة، وعين درجة غليان النظامية للماء، وسجلها ولتكن  $t_1$ .

- ضع كمية السكر الموزونة في الأرلنماير الثاني، واضف إليها 50 ml من الماء المقطر، وحركها حتى تمام الذوبان، ثم عين درجة الغليان كما سبق ولتكن  $t_2$ .

- احسب الفرق  $t_1 - t_2 = \Delta t$ .

- طبق قانون راؤول لحساب الوزن الجزيئي للسكر.

- أعد التجربة بأخذ (10 g) من السكر ماذا تستنتج؟

4-2: تحديد الوزن الجزيئي لغاز: انظر المائدة 5 صفة 136

3-4: الصيغ الكيميائية للمركبات:

### ٤-٣-١: مقدمة:

إن المركبات الكيميائية تتشكل نتيجة لارتباط العناصر مع بعضها البعض، وعند-

شروط محددة.

ولكن المهم في ذلك هو ارتباطها مع بعضها البعض، ونسب هذه العناصر إلى

بعضها البعض.

إن من أهم القوانين المعروفة في الكيمياء هو قانون النسب الثابتة، والذي ينص على أن العناصر تتعدد مع بعضها بنساب ثابتة لتشكيل المركبات. ولذلك فإن النسب الوزنية للعناصر الداخلة في تركيب جزيء ما تكافئ نسبة أوزانها العناصر إلى جداء أوزانها الذرية مضروباً بعدد ذرات، أي أن نسبة وزن العنصر الأول إلى وزن العنصر الثاني يساوي نسبة الوزن الذري للعنصر الأول مضروباً بعدد ذراته إلى الوزن الذري للعنصر الثاني مضروباً بعدد ذراته.

حيث يمكن التعبير عن هذا بالعلاقة التالية:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{x A_1}{y A_2}$$

أو:

$$\frac{m_1}{x A_1} = \frac{m_2}{y A_2}$$

حيث  $m_1, m_2$  كتلة العنصرين ١ و ٢ أو  $A_1, A_2$  فهي الأوزان الذرية

لتلك العناصر وأن  $x$  هو عدد ذرات العنصر الأول، و  $y$  هو عدد ذرات العنصر الثاني.

إذا تفاعل ٧,١ غ من الكلور مع كمية كافية من معدن الفضة، وتشكل لدينا

راسب أبيض من كلور الفضة وزنه ٢٨,٦٧ g ستكون نسب هذه العناصر إلى بعضها

البعض كمائي:

$$28,67 - 7,1 = 21,57 \text{ g}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{7,1}{21,57} = \frac{35,5}{107,86} \Rightarrow \frac{7,1}{35,2} = \frac{21,57}{107,86}$$

إذا:

$$\frac{0,2}{0,2}$$

وباختصار الأعداد مع بعضها نجد أن النسبة هي  $\frac{1}{1}$  أي ترتبط ذرة Cl مع ذرة

.Ag

### 2-3-4: التطبيق العملي:

#### 1-2-3-4: تحديد صيغة أكسيد المغنيزيوم MgO:

ابداً بتسخين بوتقة بورسلانية على مصباح بترن لمدة خمس دقائق، ثم اقللها إلى محفف، واتركها تبرد حتى تصبح درجة حرارتها مقاربة لدرجة حرارة الغرفة. زن هذه البوتقة، وسجل وزنها في دفترك ثم أعد عملية تسخينها لمدة خمس دقائق أخرى، وبرد ثانية في المبرد حتى ثبات الوزن، وسجل هذا الوزن ولتكن  $m_1$  على دفترك، حيث أن  $m_1$  هو وزن البوتقة فارغة.

خذ الآن حوالي 1 غ من برادة المغنيزيوم، وزنها بدقة على ميزان تحليلي حساس، وسجل الوزن الجديد في دفترك، ولتكن  $m_2$ .

سخن البوتقة على مصباح بترن، وعند ذلك خفف شدة التسخين.

تابع التسخين حتى تتوقف عملية اشتعال المغنيزيوم المعدني.

عندما يبرد البوتقة في المحفف ثم زنها، ولتكن وزنها  $m_2$ .

عندما يصبح محتوى البوتقة على شكل رماد ناعم وهو أكسيد المغنيزيوم MgO.

أضف إليه قليلاً من الماء ليحول التبريد المتشكل إلى هيدروكسيد المغنيزيوم.

سخن البوتقة من جديد لتحويل جميع  $Mg(OH)_2$  إلى أكسيد مغنيزيوم ثانية.

بعد ذلك يبرد بالمحفف، ثم سجل وزن البوتقة مع الأكسيد المتشكل، ولتكن  $m_3$ .

احسب بعد ذلك وزن MgO المتشكل، وسجل النتائج في دفترك.

يحسب وزن الأكسجين من فارق الوزن النهائي مطروحا منه وزن المغذيوم

بمفردة.

بعد ذلك يحسب وزن المغذيوم من فارق الوزن بين  $m_2$  وزن البوقة مع

المغذيوم مطروحا منه وزن البوقة الفارغة.

$$m_2 - m_1$$

إذا تحدد الصيغة النهائية للمركب الناتج من أحد نسب الذرات المشاركة في

تشكيله.

ما هي صيغة المركب الناتج؟

ما هو عدد ذرات المغذيوم المشاركة في تشكيل المركب الناتج؟

clus

#### 4-2-3-2: تحديد صيغة كبريتيد النحاس:

خذ جفنة بورسلانية نظيفة وجافة، وزنها على ميزان تحليلي، وسجل وزنها، ثم سخنها لمدة خمس دقائق على مصباح بترن، وبعد ذلك انقلها إلى المحفف، وأتركها تبرد حتى الوصول إلى درجة حرارة الغرفة.

زنها ثانية، وبدقة، وتأكد من ثبات الوزن.

عندما سيكون وزن البوقة فارغة هو  $m_1$ .

خذ كمية من زهر الكبريت الأصفر من المساعد المخبري، وضعها في البوقة، وخذ الوزن الإجمالي بدقة، وليكن  $m_2$ .

إن وزن الكبريت الصافي هو  $m_3 = m_2 - m_1$  يجب أن يكون  $m_3$  حوالي 1

غ.

سخن البوقة على مصباح بترن، والبوقة مغلقة، ويفضل أن يتم العمل تحت

ساحة الغاز تجنبأ للروائح الكريهة التي ستتصدر نتيجة لأكسدة الكبريت.

بعد تمام انصهار الكبريت، أضف كمية من بودرة النحاس، وذلك بحدود 1 غ

أيضا.

سخن المخفنة من جديد، ولمدة خمس دقائق، ثم اتركها تبرد في المخفف، وزنها. بعد ذلك، سخن ثانية وبرد، وخذ الوزنة، مرة أخرى حتى الحصول على وزن ثابت. إن الوزن الجديد للبوتفقة مع محتوياتها هو  $m_4$ .

إن  $m_5$  هو وزن كبريتيد النحاس المشكّل، وهو ناتج عن طرح  $m_1$  من  $m_4$ ،

$$\text{أي } m_5 = m_4 - m_1$$

أما وزن النحاس، فيكون  $m_6$ ، والذي يحسب من فارق وزن كبريتيد النحاس

والكبريتي:

$$m_6 = m_5 - m_3$$

عند ذلك، طبق قانون النسب الثابتة للمواد الداخلة في التفاعل، واكتب الصيغة

النهائية لكبريتيد النحاس.

سجل ذلك في دفترك.

أضف إلى الناتج قليلاً من الماء المقطر، وحاول التعرف على الوسط الناتج.

ما هو التفاعل الحاصل بين الأكسيد الناتج والماء؟

5-4-3: تشكل ملح معيند من تفاعل حمض مع أساس:

خذ 5 مل من حمض كلور الماء، وأضف إليه نفس الحجم من محلول ماءات

الصوديوم.

مالون الراسب المتشكل وما اسمه؟

أكتب معادلة التفاعل الحاصل.

### 5-5: المحاليل الكيميائية وتحضيرها:

المحاليل الكيميائية هي عبارة عن مزاج متجانسة مؤلفة من مكونين، أو أكثر،

وبنسب محددة.

ت تكون المحاليل نتيجة احتلال مادة في مذيب مناسب يدعى محلل.

إن سرعة الاحلال تتأثر بشكل عام بدرجة الحرارة، حيث تزداد بازديادها.

يمكن أن تكون المحاليل مشبعة حيث يتم الحصول عليها بإضافة كمية زائدة إلى

المحلل بحيث تبقى كمية راسبة غير منحلة، أو محاليل غير مشبعة، وهي المحاليل التي يكون

فيها تركيز المادة المنحلة قليل نسبياً بحيث تدعى حيث تزيد بالمحاليل المددة، وهي المحاليل التي

نندواها، أو نتعامل بها في الكيمياء التحليلية وال العامة.

يتم التعبير عن التركيز للمحاليل بعدة صيغ ومن أهمها:

#### أ- النسبة المئوية الوزنية:

هي عدد الفرامات المنحلة من المادة في 100 غ من محلول.

فمثلاً محلول ملح الطعام NaCl ذو التركيز 0,9% وزنا هو عبارة عن محلول

ناتج عن حل 0,9 غ من ملح الطعام النقي في 100 غ من محلول، أي في 99,1 غ

من محلل وهو الماء.

إن لهذا محلول أهمية طبية حيث يستخدم بكثرة في القطرات الأنفية.

يتم تحضير المحلول ذات التركيز المطلوبة من محلول آخرى أعلى منها تركيزاً، باستخدام طريقة التصالب في تحضير المحلول.

فمثلاً لتحضير محلول تركيزه 30% انطلاقاً من محلول تركيزه 50% وزناً نستطيع استخدام المبدأ التالي في التحضير.

نحسب الفارق بين التركيز القديم، والتركيز الجديد المراد الحصول عليه وهي 30%

$$50 - 30 = 20 \text{ g}$$

أيضاً نحسب الفارق بين التركيز الجديد المراد تحضيره، الماء المقطر ذي التركيز صفر.

$$30 - 0 = 30 \text{ g}$$

إذا نطبق العلاقة التالية لحساب الكمية المطلوبة لتحضير هذا المحلول.

$$\begin{array}{ccc} 50 & \rightarrow & 30 \\ & \searrow & \downarrow \\ 0 & \rightarrow & 20 \end{array}$$

وبالتالي سوف نحتاج إلى 30 جزءاً من المحلول القديم ذي التركيز 50% وإلى 20 جزءاً من الماء المقطر.

في حال كون المحلول المطلوب هو 100 غ، فإننا سنتحتاج إلى ضعف الكمية المحسوبة.

أيضاً نستطيع الانطلاق من محلول مركب، ولتكن تركيزه 50% الآخر مدد، وتركيزه 10%.

نستطيع أن نحضر ملولا بتركيز يقع بين هذين التركيزين، ولتكن 25% حسب نفس القاعدة السابقة.

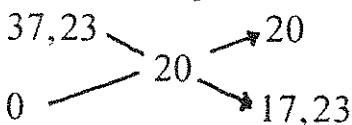
$$\begin{array}{ccc} 50 & \rightarrow & 15 \\ & \searrow & \downarrow \\ 10 & \rightarrow & 25 \end{array}$$

إذا يجب أن نأخذ 15 جزءاً من المحلول ذي التركيز المرتفع، و 25 جزءاً من المحلول الممدد للحصول على المحلول المطلوب ذي التركيز 25%.

مثال:

ما هو حجم حمض كلور الماء ذي التركيز 37,23% وذى الكثافة 1,19 و كذلك حجم الماء اللازمين لتحضير 200 مل من محلول حمض كلور الماء ذي التركيز 20%.

طبق قاعدة التصالب لحساب الأوزان الازمة كمالي:



يجب أن نأخذ 20 جزءاً وزنياً من الحمض و 17,23 جزءاً من الماء المقطر. إن كثافة المحلول النهائي من جداول الكثافة للمحاليل تبلغ 1,1.

إذا كتلة 200 مل من المحلول هي:  $200 \times 1,1 = 220$  غ

إن حصة الحمض المركز هي 20 جزءاً وحصة الماء 17,23 جزءاً.

لذلك نستطيع حساب حجم الحمض المطلوب وهو:

$$\frac{20}{37,23} = \frac{m}{220}, \text{ حيث } m \text{ هي كتلة الحمض؛ أما}$$

حجمه، فيحسب كمالي:

$V = m/d$  حيث  $m$  هي كتلة الحمض و  $d$  كثافته.

$$V = 118,18 / 1,19 = 99,3 \text{ ml}$$

أي أن حجمه هو 99,3 ml.

أما حجم الماء المقطر، وزنه، فهو:

$$220 \cdot \frac{17,23}{37,23} = 101,81 \text{ ml} = 101,81 \text{ gr.}$$

إذا:

$$118,2 + 101,8 = 220 \text{ gr.}$$

٢٥

$$99,3 + 101,8 = 201 \text{ ml}$$

### **بـ- النسبة المئوية الحجمية:**

هي عدد الغرامات المنحلة من المادة في 100 مل من المحلول.  
يمكن أن يستخدم أيضاً مبدأ التصالب في تحضير مثل هذه الحاليل، كما في الفقرة

**مثال:** لتحضير محلول من ماءات الصوديوم قدره 5% حجماً.

نأخذ كمية قدرها 5 غ من  $\text{NaOH}$ , وخللنا بالماء المقطر حتى 100 مل.

جزء - النظامية:

هي عدد المكافئات الغرامية المنحلة في لیتر واحد من المحلول ويرمز لها بالرمز N.

إن عدد المكافئات الغرامية لمادة ما تحسب نتيجة قسمة الوزن بالغرام على الوزن

المكافئ للمادة (المكافئ الغرامي):

$$\text{عدد المكافئات الفرامية} = \frac{\text{المادة}}{\text{الوزن المكافئ}} \times \frac{\text{وزن}}{\text{الوزن المكافئ}}$$

أما الوزن المكافئ، فهو ناتج قسمة الوزن الجزيئي للمادة على تكافؤ المادة:

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن}}{\frac{\text{المادة}}{\text{تكافؤ}}}$$

تكافل الحمض يكافيء عدد ذرات الهيدروجين التي يستبدلها الحمض في التفاعل،

، تكافأ الأسر، يكفي عدد شوارد  $\text{OH}^-$  التي يستبدلها الأساس في التفاعل، أما

الأملام، فيكون تكافؤها هو تكافؤ الشوارد الموجبة المعدنية في الملح.

فمثلاً تكافئ حمض كلور الماء  $HCl$  هو 1.

أو المكافحة الغرامي له فيبلغ

$$\frac{36,5}{1} = 36,5 \text{ gr.}$$

ولـ NaOH واحد أيضاً.

ووزن المكافئ هو:

$$\frac{40}{1} = 40 \text{ gr.}$$

وكافئ  $\text{BaCO}_3$  هو 2 وزنها المكافئ هو:

$$\frac{197}{2} = 98,5 \text{ gr.}$$

د- التركيز الجزيئي الحجمي (المولارية): وهو عبارة عن عدد الجزيئات الغرامية

المنحلة من المادة في لتر واحد من محلول، ويرمز لهذا التركيز بـ M.

فمثلا تركيز محلول حمض الكربونيك الحاوي على 98 غ منه في اللتر هو

M، وتركيز NaOH الحاوي على 80 غ في اللتر هو M 2 وهكذا.

مثال: ما هي مolarية محلول يحتوي على 5 غ من هيدروكسيد الصوديوم NaOH

في 25 ml من محلول.

إن تركيز NaOH الجزيئي يحسب كالتالي:

في كل 25 ml يوجد 5 غ من NaOH

إذا في 1000 ml يوجد x غ من NaOH

$$x = \frac{5000}{25} = 200 \text{ g NaOH}$$

والمعروف أن الوزن الجزيئي لـ NaOH هو 40، وبالتالي، فإن التركيز الجزيئي

of. المحلول هو:

$$M = \frac{200}{40} = 5 \text{ M}$$

هـ- التركيز الجزيئي الوزني (المولالية): وهو عبارة عن عدد الجزيئات الغرامية

من المادة المنحلة في 1000 غ من المحلول.

#### 6-5: التطبيق العملي:

1- تحضير محلول 0,1 نظامي من حمض كلور الماء HCl:

إن حمض كلور الماء يوجد بشكل تجاري بتركيز وزني مثوي قدره 35%، وكتافته تبلغ 1,19.

الوزن المكافئ لـ HCl هو 36,5

إن N 0,1 من محلول الحمض يبلغ 3,65 غرام من HCl موجود في لتر من المحلول

ما هو الحجم اللازم أخذته من هذا المحلول اللازم لتحضير N 0,1?

2- تحضير محلول من ماءات الصوديوم بتركيز 0,5 M انطلاقاً من محلول حضر

سابقاً تركيز 2 M علماً أن الحجم المراد تحضيره هو 250 ml.

لتحضير هذا المحلول يمكنك اتباع العلاقة التالية:

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

حيث أن  $N_1, N_2$  هي نظامية المحلولين 1 و 2 ، و  $V_1, V_2$  هي حجوم هذين المحلولين مقدرة بـ مل.

3- تحضير محلول 10% وزناً كربونات الكالسيوم : CaCO<sub>3</sub>

لتحضير هذا المحلول يتم الانطلاق من مادة صلبة، وهي كربونات الكالسيوم.

في هذه الحالة يتم أخذ الأوزان بدقة عالية وعلى ميزان تحليلي دقيق.

أخذ الكمية المطلوبة من المساعد المخبري وزنها بدقة للحصول على محلول من كربونات الكالسيوم حجمه 50 مل.

ما هو الوزن المطلوب أخذته من CaCO<sub>3</sub>؟

ما هو وزن المحلول المطلوب؟

4- تهديد محلول كلور الباريوم ذي التركيز 10% حجماً:

لدينا محلول مدد من كلور الباريوم ذي التركيز 10%， والمطلوب تحضير محلول

مدد جديد بتركيز 5% حجماً.

إذا كان الحجم النهائي المطلوب هو 150 ml:

المطلوب حساب حجم محلول كلور الباريوم المطلوب.

يمكنك استخدام قاعدة التنصالب لإجراء هذا التمديد

### 5- تحضير محلول 0,1 من حمض الأوكساليك:

إن حمض الأوكساليك ذا الصيغة الكيميائية  $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$  بعد من الحموض العضوية الضعيفة، وهو يستخدم في ضبط الحاليل الحضرة حديثاً، نتيجة لنقاوته العالية وثباته.

إن الوزن المكافئ لحمض الأوكساليك هو نصف وزنه الجزيئي لأنه يملك وظيفتين حمضيتين أي أن عدد ذرات الميدروجين الحمضية فيه اثنان، لذلك فإن الوزن

$$\text{المكافئ لهذا الحمض هو } \frac{126}{2} = 63.$$

يفضل بشكل عام تخفيف المواد الصلبة في فرن تخفيف عند الدرجة  $105^{\circ}\text{C}$  لمدة ساعة تقريباً لتخلصها من ماء الرطوبة.

بعد ذلك يتم تبريدها في المحفف حتى الوصول إلى درجة حرارة المخبر. عندئذ، يتم أخذ الوزن المطلوب على ميزان تحليلي دقيق، ومن ثم تتم عملية التمدد بالماء المقطر حتى الوصول إلى الحجم المطلوب.

عند تحضير الحاليل العيارية من الضروري أخذ الأوزان، وكذلك الحجوم بدقة عالية، لذلك يجب استخدام دوارق حجمية بدلاً من المقاييس المدرجة.

احسب الوزن اللازم لتحضير 1 لتر من المحلول وسجل ذلك في دفترك.

## الفصل السادس

# العلاقة الكمية الجزيئية بين المواد المتفاعلة (الاستيكبيومترية)

الغاية من التجربة:

التأكد من وجود علاقة كمية ثابتة بين عدد مولات المواد المتفاعلة وأوزانها يمكن أن تظهرها معادلة التفاعل، وأن المادة الأقل كمية هي التي تحدد كمية المنتجات، وبالتالي المردود النظري للتفاعل.

مقدمة:

في أي تفاعل كيميائي تستهلك المواد المتفاعلة لتشكل النواتج بشكل يتفق مع النسب التي تحددها المعادلة الكيميائية الموزونة التي تصف التفاعل، مثلاً التفاعل:



أي أن تشكيل نواتج التفاعل يمكن أن يتم من تفاعل  $8 = 4 \times 2$  مول من  $\text{NH}_3$  مع  $10 = 5 \times 2$  مول من  $\text{O}_2$  أو  $4 \times \frac{1}{2} = 2$  مول من  $\text{NH}_3$  مع  $5 \times \frac{1}{2} = 2.5$  مول من  $\text{O}_2$ .

أي أن كمية المواد المتفاعلة سواءً كانت كبيرة أم صغيرة، فإن التفاعل المذكور يجري دائماً حسب النسبة الثابتة:

4 مولات من  $\text{O}_2$  / 5 مولات من  $\text{NH}_3$

وتكون المنتجات دائماً حسب النسبة:

الافتراضية:

4 مولات من  $\text{NO}_2$  و 6 مولات من  $\text{H}_2\text{O}$ .

ومنه نلاحظ أن النسبة هي نفسها للأمثال العددية للمعادلة المتوازنة، ومن أجل الإيضاح أكثر نأخذ مثلا آخر هو تفاعل محلول الصود الكاوي ذي التركيز 1 مول/لتر مع محلول حمض كلور الماء ذي التركيز 1 مول/لتر أيضا.



تدل هذه المعادلة على أن التفاعل بين ماءات الصوديوم، وحمض كلور الماء، يتم دائمًا حسب النسبة مول من  $\text{HCl}$  مع مول من  $\text{NaOH}$  أي 10 مولات من  $\text{NaOH}$  تعدل تماما بـ 10 مولات من  $\text{HCl}$  وأن 0,1 مولا من  $\text{NaOH}$  يتعدي تماما بـ 0,1 مولا من  $\text{HCl}$ ، ومن الأسهل في هذا التفاعل، وفي جميع التفاعلات التي تجري في الحاليل، استخدام المolarية كواحدة للتركيز.

ففي مثانا هذا، يحتوي لتر من محلول  $\text{HCl}$  مثلا على مول واحد من  $\text{HCl}$  أي أن ملي ليترا من محلول يحتوي على 1 ملي مولا أو 0,001 مول. فإذا أضفنا 100 مل من محلول  $\text{NaOH}$  ذي التركيز 1 مول/لتر إلى 100 مل من محلول  $\text{HCl}$  (مolarية تساوي الواحد) يجري تفاعل التعديل بشكل تام، أي أنه يتم حسب النسبة 0,1 مول من  $\text{NaOH}$  / 0,1 مول من  $\text{HCl}$  ، وهي النسبة نفسها التي تدل عليها معادلة التفاعل الموزونة.

لنفترض، الآن، بأننا أجرينا التفاعل بين كميتين غير محددين من مادتين متفاعلتين، وبعد أن يتم التفاعل نجد أن إحدى المادتين، وهي الأصغر كمية، قد تلاشت، في حين أنه بقي شيء من المادة الأخرى فإذا جعلنا على سبيل المثال عشرة مولات من  $\text{O}_2$  تتفاعل مع أربعة مولات من  $\text{NH}_3$ ، فإن أربعة مولات من  $\text{NH}_3$  تتفاعل مع خمس مولات فقط من  $\text{O}_2$  وفق ماقيليه معادلة التفاعل، ثم يتوقف التفاعل، إذ لا تتجدد جزيئات  $\text{O}_2$  الخامسة الباقيه ماتتفاعل معه من غاز النشادر، وإذا أضفنا 100 مل من  $\text{NaOH}$  إلى 120 مل من  $\text{HCl}$  المستخدمين في تفاعل التعديل المذكور سابقا، فإن

100 مل من ماء الصوديوم تتفاعل مع حجم مماثل من HCl، ثم يتوقف التفاعل  
تاركاً 20 مل من HCl دون تفاعل.

يدل ذلك على أن المادة الأقل مقداراً هي التي تحدد كمية متاحات التفاعل،  
ومردوه النظري إذا لم تكن هناك نواتج ثانوية أخرى.

ولما كانت تفاعلات التعديل ناشرة للحرارة، وكانت كمية الحرارة المنتشرة عن  
التفاعل تتناسب طرداً مع كميتي المادتين /الحمض والأساس/ المستهلكين في التفاعل، فإنه  
من الممكن تتبع سير التفاعل وتسجيل درجة حرارة وسط التفاعل، حيث تزداد بازدياد  
كميات المواد المستهلكة في التفاعل، وتتناقص بتناقصها.

وستجري دراستنا على تفاعلات تعديل كل من الماليل المائي للحموض التالية:  
HCl و  $H_3PO_4$  و  $H_2SO_4$  بال محلول المائي للصود الكاوي (مولارية كل الماليل  
تساوي الواحد)، وستغير في حجمي كل من محلولي المادتين المتفاعلتين (الحمض  
والأساس) بحيث يبقى مجموعها ثابتاً دائماً، ومقداره (20) مل.

### المواد والأدوات الازمة:

سخافة سعتها 50 مل عدد 2، حامل مع ماسك عدد 2، كأس بلاستيكي  
سعتها 100 مل عدد 2، كأس زجاجي سعتها 250 مل عدد 2، ميزان حرارة مدرج  
بأعشار الدرجة، قمع صغير.

110 مل من محلول HCl تركيز 0,5 مول/لتر، 110 مل من محلول  
 $H_2SO_4$  تركيزه (0,5) مول/لتر.

110 مل من محلول  $H_3PO_4$  تركيز 0,5 مول/لتر، 3300 مل من محلول  
NaOH تركيزه (0,5) مول/لتر.

### طريقة العمل:

قم بإجراء التجارب وفق الحجوم المذكورة في الجدول التالي:

20	$\frac{1}{8}$	16	14	12	10	8	6	4	2	0	Mحلول NaOH (مل)
0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	Mحلول HCl (مل)
20	$\frac{1}{8}$	16	14	12	10	8	6	4	2	0	$t_1$ محلول NaOH (مل)
0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	$H_3PO_4$ محلول (مل)
20	$\frac{1}{8}$	16	14	12	10	8	6	4	2	0	$t_1$ محلول NaOH (مل)
0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	$H_2SO_4$ محلول (مل)
20	$\frac{1}{8}$	16	14	12	10	8	6	4	2	0	$t_1$

جدول النتائج

ضع الماء الأكبر حجما الواردة في الجدول في كوبس بلاستيكية بحيث يكون محلول الحمض في كأس، ومحلول الأساس في كأس آخر.

قس درجة محلول الأكبر حجما بقريبا 0,1 م، وسجلها على أنها الدرجة الابتدائية، أضف محلول الأساس (أو الحمض) الأصغر حجما إلى الكأس الحاوي على محلول الحمض، أو (الأساس) الأكبر حجما. حرك بميزان الحرارة، وسجل درجة الحرارة العظمى على أنها الدرجة النهائية  $t_2$ .

احسب  $t_1 - \Delta t = t_2$  وسجلها بالجدول الخاص بالنتائج.

- مثل بيانيا تغير درجة الحرارة  $\Delta t$  بدلالة تغير حجم المادة المتفاعلة (حجم الحمض، أو الأساس المضاف إلى الكأس).

أ- بين على ضوء تغير درجة الحرارة في تفاعل التعديل أن التفاعل يتم دائماً بالنسبة نفسها التي تبينها معادلة التفاعل الموازنة. وأن المادة المتفاعلة الأصغر كمية هي التي تحدد المردود النظري للتفاعل.

ب- أين تقع النهايات العظمى للمنحنى الممثلة لتغير درجة الحرارة بتغير حجم المادة المتفاعلة؟

ج- ماهي العلاقة بين كميات الحرارة المنتشرة عند إضافة 4 مل من كل من الحموض الثلاثة السابقة إلى 61 مل من محلول الصود الكاوي؟ ما الذي تستنتجه من ذلك؟

د- سجل نتائجك، واتكتب التقرير اللازم، واحب عن الأسئلة التالية:

1- مامعنى الاستكتيومترية؟

2- ما اسم القانون الكيميائي الذي يدل على مفهوم الاستكتيومترية؟

3- لماذا يزداد ارتفاع درجة الحرارة بازدياد كمية الماء المستهلكة؟

4- لماذا نضيف الحجم الأصغر إلى الحجم الأكبر في تفاعلات التعديل وليس العكس؟

5- ارسم المنحني الذي يمثل تغير درجة الحرارة بتغير أحد المتفاعلين:

أ- عند تعديل محلول  $\text{HCl}$ .

ب- عند تعديل محلول  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

ج- عند تعديل محلول  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

6- ماذا تستنتج من هذه المنحنىات؟

↑  
تفهم درجة الحرارة  
 $\Delta T$

← حجم المخفف المضاف

## تغليل المياه الطبيعية

2- مياه سطحية: التي توجد في الأنهار، والبحار، والأقنية، والبحار والجداول، تقدر هذه المياه من أكثر المياه الملوثة على شوائب على شكل كربونات حمضية لعنصر الكالسيوم، والمغزوري، وأملاح أخرى، وغازات مختلفة. 3- مياه جوفية: التي توجد في طبقات الأرض، وهي تحتوي على شوائب عديدة بسبب نوع وتركيب طبقة الأرض الموجودة فيها. تأخذ المياه الجوفية من طبقة الأرض العلية، من وسطها الكثير من نتائج النسخ البيولوجي، والنباتي، وبعض الغازات.

7- شوالب المياه الطبيعية: توجد شوالب المياه الطبيعية في الماء بأشكال مختلفة مثل، وغرد مختلفة، لذا فالشوائب الشوعها قسمت هذه الشوالب إلى خمسة أنواع رئيسية هي: 1- شوالب ذات أحواض كبيرة، وهي الشوالب التي يمكن فصلها بسهولة عن الماء نظراً لكبر أحواضها مثل الشواب الميكانيكية. 2- شوالب ذات أحواض صغيرة هلامية وهي الشواب التي لا يمكن فصلها بسهولة نظراً للحجم الصغير لاحواضها مثل بعض المركبات العضوية واللاعضوية من شحوم وزبرت وغيرها.

3- شوالب حزبية: وهي الشواب التي يصعب فصلها عن الماء نظراً لوجودها بشكل أملأع منحلة في الماء، مثل ثانوي كربونات الكالسيوم  $(Ca(HCO_3)_2)$ ، وكميات المغزوري  $MgCO_3$ ، وغيرها. 4- شوالب غازية: وهي الشواب الغازية المنحلة، التي تزال من الوسط المائي بالغليان، أو بطرق أخرى، مثل الأكسجين، وثنائي أوكسيد الكربون. 5- كثافات دقيقة، بكتيريا.

### 4-7: قساوة الماء:

تم قساوة الماء من أهم الصفات المميزة على استعماله، وتظهر هذه الصفة بصورة واضحة عندما تلاقي جزيئات الماء مع الصابون، فإن شكل هذا النوع رغوة وأفرا.

### 1-7: المقدمة:

إن تغليل المياه الطبيعية يعني تغليل المياه الموجودة في الأنهار، والآبار، والبحار، ومياه الشرب، والمياه الأخرى الملوثة للصناعات الصناعية. يتطلب أن يكون للمياه مواصفات معينة حسب نوع استعمالها، فمياه الشرب يجب أن تكون حالية من الماء، والأحتوى على مواد ضارة بالصحة، أو غير مستساغة بالاطعم، بينما يتطلب من مياه المرافق أن تكون حالية من الفساد التي تؤدي إلى تشكل مروبات صخرية على سطحها الداخلية.

يتضمن تغليل المياه غمارب كثرة التحليل كيمي وكمي حيث يتم تعين قيم  $H^+$  الخلول المائي، وصفات هذا الخلول المائي، وقوته الملوقة، والذائنة، والكلية، وعักده، وكمية المهدى.

### 7-2: المياه الطبيعية:

تقسم المياه الطبيعية إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي: 1- مياه الأمطار التي تغير أنقى المياه الطبيعية، وتشكل هذه المياه من تناقضات بخار الماء في طبقات الجو العليا. تحوى هذه المياه بالرغم من أنها أنقى أنواع المياه على شوائب ناتجة من اغلاقها فيها أثناء عمليات التكافف، والتسقط، ومنها: الأكسجين، وثنائي أوكسيد الكربون، والأوزوت وغيرها.

تشاء المصالحة الكريونية الموقعة عن اشلال أصلح شنائي كربونات الكالسيوم

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  وثاني كربونات المغنتيوم  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  في الماء. تتميز هذه القالبوا بمساهمة إزالتها من الماء برواسبه الساسخين التي تم على التحول التالي:

$$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$$

شیخ زکریا مسیح



## 2- فساده غير كريوناتية دائمة:

$MgSO_4$ ,  $CaSO_4$  في  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$  وكميات الكالسيوم، والغستريوم

الماء، تتميز هذه القسارة بسموعية إزالتها من الماء لذلك تتطلب عمليات معقدة.

3- قسوة كليلة: تنشأ القسوة الكلية عن افلال جميع الأبناء المسيبة للقصواة

نوع الماء	درجة التسارة الألمانية	عدد الماء الملائكة	عدد الماء غير الماء
إلى 8	إلى 8	إلى 4	إلى 12
طري - يسر	متوسط التسارة	8-4	8-4
فاسق - عسر	فاسق - عسر	12-8	12-8
(فاسق - عسر) جداً	فوق 30	فوق 12	فوق 12

المنحلة في الماء إلى تشكيل مترسبات ملحوظة حصوية على سطح المراجل، والأذرعية التي يتم  
نحوه.

يكون عددها الماء يسمى وإن لم تشكل رغوة يمكنه قابسها عسراً وتعود الرغوة باتفاق

تجتمعه سانحة على إيجار عمار في مساكن. يدّعى يوردي دوباب (اصناف) في ملأه إلى المحاصيل التوتري المسطحي لهذا الأخير، وتحتسب سطح الماء، ودخول جزيريات الماء الغازية فيه.

هولندة رغوة، تشا قسارة الماء من انفلال أملاح الـ $\text{Ca}^{2+}$ ، والمعترضون في الماء، ويؤدي

ويجود هذه القساوة إلى اتحاد شواردها مع جذور المخصوص الديتية  $\text{RCO}_2^-$  الدائمة في

تركيب الصابون، وتشكيل أملاح صبغة الدربان، كما هو موضح في الفيصل التالي:

$$2R - CO_2 Na + Mg^{++} \xrightarrow{\hspace{1cm}} (RCO_2)Mg + 2Na^+ \quad \text{نقدر قسارة الماء بعدة طرق امتحان:}$$

[١] - درجة القساوة التي يختلف التعبير عنها بين دولة وأخرى.

ـ درجة القساوة الألمانية: تغير عن وجود  $10 \text{ mg}$  من أوكسيد الكالسيوم  $\text{CaO}$ ، أو  $7,2 \text{ mg}$  من أوكسيد المغنتيوم  $\text{MgO}$  المسلحنة في  $1 \text{ L}$  ماء.

- درجة الفساد الفرنسية: تغير عن وجود mg 10 من كربونات الالكالسيوم

$\text{CaCO}_3$  الملح في 1 L ماء وغیرها.

2- عدد الديني عرمات **الله** تربات **الاسلام**، والمعزوم العجاج في سلسلة

المساحة	المساحة	المساحة	المساحة
٣٠	٢٧	٢٤	٢١

الالمانية	المكافحة
الفرنسية	البيئة

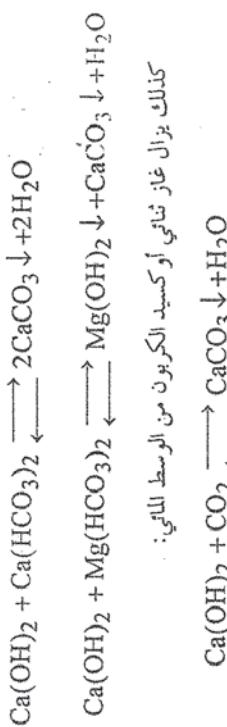
5	2,8	1	<del>جبلی-غیرهمم</del>	1
---	-----	---	------------------------	---

1,79	1	0,357	النسبة المئوية	2
------	---	-------	----------------	---

1	0,56	0,2	فرسته	3
---	------	-----	-------	---

**المخلول** (البيضاء): عوامل تمويل وإحداث قساوة الماء

**بسم تبارك الله رب العالمين**



- المعاينة بкарbonات الصوديوم

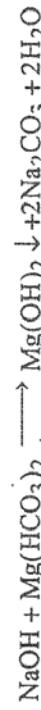
تستعمل هذه الطريقة لإزالة القساوة غير الكربوناتية الدائمة المائية على شوارد الكالسيوم فقط، بشكل رئيسي ويعد عنها حسب الفاعلات التالية:



إذ تشكل كربونات الصوديوم مع القساوة غير الكربوناتية الدائمة لشوارد المغنزيوم أملاكاً منحلة في الماء.

- التفاعل مع ماءات الصوديوم

تستعمل هذه الطريقة لإزالة القساوة الماء غير الكربوناتية الدائمة، والكربوناتية المائية على شوارد المغنزيوم التي يعبر عنها حسب الفاعلات التالية:



- استعمال أملاح فوسفاتية

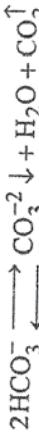
نبهان غليان الماء، ولهذا تصالح سلبية عديدة، مادية واقتصادية، ومنها التسخين الرائد بطرد هذه الأوعية بودي إلى تخفيض مقاومتها الميكانيكية، والتحمارها، وإلى الاستهلاك الرائد لكميات الوقود، وإلى تخفيض مردود هذه المراحل، وغيرها. للملائكة يحب إزالة هذه الأملاح من الماء، قبل إدخالها إلى العمليات التكنولوجية. تزال هذه القساوة بعدة طرق، تقسم جميعها إلى نوعين أساسين:

- A - الإزالة بالطرق الفيزيائية والكيميائية.

- B - الإزالة بالطرق الكيميائية.

تعتمد هذه الطريقة على تحويل شوارد الكالسيوم  $\text{Mg}^{+2}$  والمنزيم  $\text{Ca}^{+2}$  من مركبات محللة في الماء إلى مركبات صعبه الاختلاط في الماء مترسبة من الوسط المائي. تزال القساوة بواسطة الترسيب بالاعتماد على التسخين الحراري للماء أو بالاعتماد على طرق المقاومة الكيميائية.

1 - إزالة القساوة بطريقة الترسيب: تستعمل هذه الطريقة لإزالة القساوة الكربوناتية المائية، وتعتمد على تفكك مركبات ثانوي الكربونات أثناء عملية التسخين في درجات حرارة  $85 - 110^\circ\text{C}$  ليتسكب محتواها من الكربونات ويقطق خاز شناعي أكسيد الكربون، الذي يتم على السور التالي:



2 - إزالة القساوة بالطريق الكيميائية: تعتمد هذه الطريقة على إغفاء الوسط المائي بشاراد الكربونات  $\text{CO}_3^{2-}$  وشاراد الميدروكسيل  $\text{OH}^-$  بواسطة مركباتهما، مودية إلى تشكيل مركبات صعبة الاختلاط في الماء، ترسب من الوسط المائي. وتم هذه العمليات بواسطه:

- العاملية بآلات الكالسيوم  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ : تستعمل هذه الطريقة لإزالة القساوة الكربوناتية المائية بشكل رئيسي والتي يعبر عنها حسب الفاعلات التالية:

تقلص سعة الامتصاص بعدد المكاففات الفراغية للشاردة، التي يعتصها متر مكعب واحد من المبادل الشاردي.

يعمر عن المبادل الشاردي المضوئي برموزين، يتغير أحدهما بإمكانية تبادل الشوارد

الموجبة للنحللة في الماء وغمره له  $\rightarrow$  HR، ويتغير ثانها بإمكانية تبادل الشوارد السالبة

الموجبة للنحللة في الماء وغمره له  $\rightarrow$  R-OH، وتغيير المبادل الشاردي المضوئي بإمكانية

إزاله جميع شوارد الأملاح المنسحلة في الماء نظراً لوجوده بشكل متعدد (تبادل شاردي موجب ومبادل شاردي سالب) متعلقة بذلك دائج أفضل من المبادل الشاردي المرسوب

الاعضوي. تتم إزالة عملية تفقيه الماءه باستعمال المبادل الشاردي المضوئي الشائعات

التابعة: تتم إزالة عملية تفقيه الماءه باستعمال المبادل الشاردي المضوئي الشاردي العضوي

- أولأ: تزوف الشوارد الموجبة على الطور الصلب للمبادل الشاردي العضوي

الموجب على النحو التالي:



- ثانياً: يمر حمض الكربونات الناتج على الطور الصلب للمبادل الشاردي

المضوئي السالب لتنم العمليات الثالثة:



وبذلك يتخلص الماء من شوارد الأملاح الصدرية الموجبة والساقة  $\text{SO}_4^{2-}$  والتي تبقى على الطور الصلب للمبادل الشاردي العضوي الشاري، ويخرج الماء من هذه العملية تقبلاً لذلك يعتبر الماء الناتج من عملية التقية هذه بالماء النقى أو بالماء المقطر.

واحد من المبادل الشاردي.

يعمر عن المبادل الشاردي المضوئي برموزين، يتغير أحدهما بإمكانية تبادل الشوارد

الموجبة للنحللة في الماء وغمره له  $\rightarrow$  HR، ويتغير ثانها بإمكانية تبادل الشوارد السالبة



B- الإزالة بالطرق الفيزيائية والكميمائية:

تتم هذه الطريقة على استعمال مواد تدعى معادلات شاردية تختص الشوارد الموجبة المركيبات التي أدت إلى قساوة الماء.

تغلي الماء القاسية بدورها خلال طبقات المبادلات الشاردية - كالزيوليت حيث يتم فيها تبادل الشوارد المنسحلة في الماء مع الشوارد المتداقة بـ المبادل الشاردي، يقصد

الشوارد الموجبة فقط، النحللة في الماء، لذلك تدعى هذه الطريقة بالإنزال الشاردي والمهمها لإزالة شوارد أخرى.

يعمر عن المبادل الشاردي الاعضوي بـ  $\text{Z}-\text{Na}$  الذي يتغير بإمكانية تبادل

الشوارد الموجبة فقط، النحللة في الماء، لذلك تدعى هذه الطريقة بالإنزال الشاردي

والتي لا تمس الماء.

الرجوب على النحو التالي:

توضح طبيعة المبادل الشاردي الرجوب أن شوارد الصوديوم الموجبة هي التي

تسقط إزالة مرور الماء العصري، ويتم هذا الإنزال على النحو التالي:



يتحقق من هذه التفاعلات أن المبادل الشاردي الرجوب لا يزيل الأملاح بل يستبدل

شوارد الكالسيوم والمنزريوم في الأملاح الصدرية الموجبة والساقة  $\text{Ca}^{+2}$  وـ  $\text{Na}^{+}$  غير المقدرة، وتدعى بإمكانية المبادل الشاردي على استبدال الشوارد بـ سعة الامتصاص.

تقلص سعة الامتصاص بعدد المكاففات الفراغية للشاردة التي يعتصها متر مكعب واحد من المبادل الشاردي.

أولاً: ابدأ الساحة المدرجة بخلول ملح صوديوم EDTA، ثم ضع  $50\text{Cm}^3$  EDTA، ثم ضع  $4\text{Cm}^3$  من الماء العادي في درج محراري، واضف إليه  $2\text{Cm}^3$  من الخلول المنظم الطليوي، و  $4$  قطرات من دليل الإبروكروم الأسود، فيصبح لون الخلول أحمر.

عيار الخلول الأحمر في الدورى المحراري بواسطة إضافة قطرات من محلول ملح صوديوم EDTA من الساحة المدرجة بالتجربة المستمرة بواسطة الخض الدوراني حتى يتقلب لون الخلول في الدورى المحراري إلى اللون الأزرق دالاً على نقطة التكافؤ ونهاية المعايرة. قيس حجم كمية الخلول ملح صوديوم EDTA المستهلك في عملية العلاوة ولتكن  $V_{EDTA}$ .

#### طريقة الحساب:

تتفاعل كل جزءة غرامية من EDTA مع شاردة غرامية من الكالسيوم ثانية التكافؤ لتشكل مقدماً، معنى هذا أن  $1\text{g}$  من ملح صوديوم EDTA تتفاعل مع  $40\text{ g}$  كالسيوم، ولكن يحتوى البير من محلول ملح صوديوم EDTA الاستعمل على  $18,6\text{ g}$  مادة ثقية من هذا الملح. نظر لأن عيارية هذا الخلول معنى هذا أن  $g$  من المادة الثقية للملح صوديوم EDTA مستجد مع:

$$\text{Ca}_{\text{السodium}} = \frac{2g}{\frac{40 \times 18,6}{372,1}}$$

فإذا كان كل  $1\text{L}$  محلول صوديوم EDTA يحتوى على  $g$  مادة ثقية من

هذا الملح التي تقدر  $g$  من شوارد الكالسيوم، فإن  $3\text{Cm}^3$  من هذا الخلول يحدد  $0,002\text{ g}$  من شوارد الكالسيوم، ولكن إذا كان حجم ملح صوديوم EDTA هو  $m_{\text{Ca-50}} = 0,002\text{ V}_{\text{EDTA}}$  في  $50\text{Cm}^3$  ماء (محلول) من العلاقة:

وستكون عدده غرامات الكالسيوم الموجودة في  $1000\text{Cm}^3$  ماء على النحو

التالي:

#### 7-6: التجارب العملية:

##### تجربة 1: تعين قساوة الماء الكلية:

الأدوات:

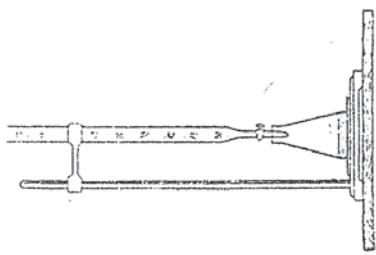
- 1- دورى محراري سعة  $100\text{Cm}^3$ .
- 2- بيشر سعة  $250\text{Cm}^3$ .

- 3- ساحة مدرجة سعة  $100\text{Cm}^3$ .
- 4- إسطوانة مدرجة سعة  $100\text{Cm}^3$ .

الماد:

- 1- محلول ملح صوديوم  $\text{EDTA}$  ،  $N=0,1$  ،
- 2- محلول منظم قلوري، ماءات الأمونيوم وكloride الأمونيوم.
- 3- مشهر الإبروكروم الأسود.

تركيب الأدوات: تمهيز تركيب الأدوات حسب الشكل (3-7) .



الشكل (3-7): تركيب جهاز المعايرة

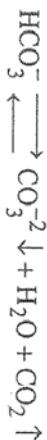
طريقة العمل:

حتى يتقلّب لون المخلوط إلى الأزرق دالاً بذلك على تفعّل الكافور ونهاية المعايرة.

قُسّ حجم كبيبة محلول ملح صوديوم EDTA المستهلك في عملية المعايرة، ولذلك حسب التحليل للداء إلى إزالة الفسادة المؤقتة الكربوناتية.

ويمكن تعبير ذلك عن طريق:

طريقة المعايرة: أدت عملية الخلط للداء إلى إزالة الفسادة المؤقتة الكربوناتية، وذلك حسب التفاعل التالي:



ويغلي في وسط الخلط المائي شوارد الكالسيوم التي أدت إلى الفسادة الدائمة، وهكذا تتفاعل كل شاردة غرامية من الكالسيوم ثانية الكلور (لوكات الفسادة الدائمة) غير الكربوناتية) مع جزيئة غرامية من ملح صوديوم EDTA معيّن هذا أن g 372,1

من ملح صوديوم EDTA تتفاعل مع 40 g كالسيوم.

ولكن الباقي من محلول ملح صوديوم EDTA المستعمل يحتوي على g 18,6

مادة ثقية من هذا الملح نظراً لأن عيارة هذا الخلط 0,1 N ومعنى هذا أنه g 18,6 من المادة الثقية تلح صوديوم EDTA مستخدّم:

$$\text{Ca} \quad 0,2 \text{ g} \approx 1,999 \text{ g} = \frac{40 \cdot 18,6}{372,1}$$

كالسيوم

فإذا كان كل 1 ليتر محلول ملح صوديوم EDTA يحتوي على g 18,6 g مادة ثقية من

هذا الملح التي تقدّم 2 g من شوارد الكالسيوم فـ  $\text{Cm}^3$  من هذا الخلط يحدّد 0,002 g من شوارد الكالسيوم، ولكن إذا كان حجم محلول ملح صوديوم EDTA هو VEDTA، المسهولة أثاء عملية المعايرة، فإنه سيحدّد عدد غرامات الكالسيوم المرجوة في  $50 \text{ Cm}^3$  ماء من الملاقة:

$$\text{mCa}50 = 0,002 \cdot \text{VEDTA}$$

تحصي درجة الفسادة الكلية حسب النظال الآلي من الملاقة:

1 - دورق محروطي سعة  $250 \text{ Cm}^3$ .  
 2 - بشر سعة  $100 \text{ Cm}^3$ .  
 3 - ساحة مدرحة.  
 4 - استطراءة مدرحة سعة  $100 \text{ Cm}^3$ .  
 المواد:  
 1 - محلول ملح صوديوم EDTA 0,1N.  
 2 - محلول مقطم قلوي، ماءات الأمونيوم وكlorيد الأمونيوم.  
 3 - منشر الإبروكروم الأسود.

تركيب الأدوات:

تجهز وتركب الأدوات حسب الشكل (3-6).

طريقة العمل:

أولاً: أصلأ السخاجة بمحلول ملح صوديوم EDTA، بعدها ضع  $50 \text{ Cm}^3$  ماء العادي في الدورق المحروطي وسجّلها حتى الغليان وحافظ على حالة الغليان هذه حوالي دقيقة، ثم بردّها واضف إلى كبيبة الماء هذه  $2 \text{ Cm}^3$  من الخلط المنظم الغلوي، وقطّرات من منشر الإبروكروم الأسود، فيصبح لون الخلط أحمر.

ثاني: اخلوّل الأحمر في الدورق المحروطي بواسطة إضافة قطرات من محلول ملح صوديوم EDTA من السخاجة المدرجة مع التحرير المستمر بواسطة المضخ المدواري.

وستكون عدد غرامات الكالسيوم الموجودة في  $1000 \text{ cm}^3$  ماء على النحو

التالي:

$$m_{\text{Ca } 1000} = \frac{0,002 \cdot V_{\text{EDTA}} \cdot 1000}{50} = 0,04 \cdot V_{\text{EDTA}}$$

وتحسب درجة القساوة الدائمة، حسب النظام الألماني من العلاقة:

$$0,04 \cdot V_{\text{EDTA}} \cdot 0,14 = 5,61 \cdot V_{\text{EDTA}}$$

### تجربة 3: تعيين القساوة المؤقتة:

تحدد القساوة المؤقتة من العلاقة الأساسية بعد معرفة القساوة الدائمة والقساوة

الكلية حيث:

$$\text{القساوة الكلية} = \text{القساوة الدائمة} + \text{القساوة المؤقتة}$$

$$\text{القساوة المؤقتة} = \text{القساوة الكلية} - \text{القساوة الدائمة}$$



فرع 1  
مكتبة  
جامعة الكليات (كلية العلوم)

فرع 2  
مكتبة  
الكورنيش الشرقي جانب MTN

# مكتبة



## طباعة محاضرات - قرطاسية

Mob:0931 497 960

