# الجزء العملي

## قسم الكيمياء التحليلية

## لطلاب السنة الأولى – الهندسة الزراعية بالحسكة

## مدرس المقرر

## الدكتورة سهام الحاج عبيد

**العام الدراسي 2026-2027**



## الجلسة العملية الأولى

### قواعد الأمان

يمكن تلخيص قواعد الأمان المخبري من خلال النقاط الأساسية التالية:

1- عود نفسك منذ اليوم الأول على العمل بانتباه، هدوء، دقة، اتقان ودون تسرع، مع الحفاظ على نظافة مكان عملك وغسل أدواتك وأجهزتك فو ارً بعد الانتهاء من استخدامها.

2- لا تلوث المحاليل والمواد الكيميائية واحفظها في عبوات محكمة الإغلاق كي لا تتأثر بالحرارة والضوء والرطوبة، وانتبه إلى أهمية أن يكون لكل زجاجة محلول قطارة أو ماصة خاصة بها ولكل مادة كيميائية ملعقة خاصة أيضاً ولا تعيد الجزء الباقي من المحلول إلى الزجاجة الصلبة منعاً لتلويثها.

3- لا تبذر باستخدام المواد الكيميائية وانتبه جيداً إلى إغلاق صنابير المياه واسطوانة الغاز وفصل السخانات والأجهزة من الكهرباء بعد الانتهاء من استخدامها.

4- لا توجه فوهة أنبوب الاختبار نحو نفسك أو نحو زملائك لأن بعض المواد الكيميائية قد تتطاير فجأة أثناء التفاعل وتسبب ضرر وحوادث أليمة، وانتبه إلى أخذ كميات محددة من المواد الكيميائية السائلة باستخدام الماصة لأنك ممكن أن تبتلع جزءاً من هذه السوائل إذا استخدمتها بعدم تركيز وانتباه، مما قد يسبب خطراً عليك وخاصة إذا كنت تتعامل مع مواد كيميائية مركزة.

5- يمنع تناول الأطعمة والمشروبات ضمن المخبر، كما يمنع شرب الماء بأدوات المخبر مهما كانت نظيفة.

6- يجب الالتزام بارتداء الرداء الأبيض والقفازات الواقية حفاظاً على النظافة و السلامة إضافة إلى ارتداء النظارات المناسبة و الكمامات وخاصة في بعض التجارب التي تنتج عنها أبخرة أو غازات أو روائح كريهة.

7- يجب على الطالب تحضير التجربة و خطوات العمل قبل الدخول إلى المخبر كما يجب عليه الانتباه إلى ملاحظات المشر ف وتسجيل المشاهدات العملية لتحقيق أكبر قدر من الدقة (التكرارية في النتائج) والصحة في النتائج ( القرب من الدقة) والفائدة.

8- بعض التجارب التي يتم التعامل فيها مع مواد سامة يجب إجراؤها تحت ساحبة الهواء، يمنع منعاً باتاً تذوق المادة الكيميائية أو تقريبها من الأنف لمعرفة هويتها، حيث يسمح باستنشاق رائحة أبخرتها عن بعد.

9- يجب على الطالب المحافظة على مكان عمله والمحافظة عليه نظيفاً مرتباً خالياً من المواد و الأدوات التي لا يحتاجها في تجربته، كما يجب التعرف على أماكن تواجد أجهزة إطفاء الحريق وصيدلية المخبر من أجل المساعدة الأولية عندما تدعو الحاجة.

10-يجب أن يحتوي مكان العمل على الصابون والسوائل المنظفة بالإضافة إلى مناشف لمسح الطاولات عند الانتهاء من التجارب تفادياً لبقاء أي أثر ملوث لأي مادة كيميائية.

11-يسمح بصب الماء والمحاليل الشفافة للمواد اللاعضوية فقط في المجاري، ويحظر رمي أي سائل عضوي أو محاليل مركزة حموض أو أسس، والمواد ذات الرائحة الشديدة والمواد ذات الرائحة الشديدة والمواد السامة و المواد القابلة للاشتعال والرواسب الصلبة في مجاري المياه.

12- يمنع نقل المواد من مخبر لآخر دون موافقة محضر المخبر.

13- يمنع إجراء أي تجربة في المخبر لم يقررها أستاذ المقرر.

14- يجب عند استعمال المبردات المائية، أن تكون سرعة سير الماء فيها بطيئة، كما ويجب ألا تفيض الأنابيب المطاطية الموصلة للماء خارج المغسلة.

15- التأكد من أن مادة الأواني المعدة للتسخين تتحمل الحرارة المطلوبة، وأياك تسخين المقاييس المدرجة أو ميزان الحرارة أو الأواني العادية مباشرة على اللهب.

**محاذير العمل بالمواد القابلة للاشتعال**

1- لاتترك بقايا مواد سريعة التطاير أو الاشتعال ( مثل الكحولات ، الايتر الإيتيلي ، الإيتر البترولي، البنزن، كبريت الكربون، الأسيتون وغيرها)، في أوعية مفتوحة حيث تسخن مثل هذه المواد أو تقطر على حمام مائي أو هوائي ، أما الأيتر فيتم تسخينه على حمام مائي مسخن مسبقاً بعيداً عن مكان وجوده، إذ يمنع وضع الموقد مباشرة تحت الوعاء الحاوي على الأيتر، كما ويمنع تقريبه من اللهب مباشرة.

2- يمنع حفظ أية مواد قابلة للاشتعال أو التطاير في مكان ساخن ( أجهزة تدفئة أو المجفف الكهربائي) أو في أوعية رقيقة الجدران ، ويتم الحفظ في زجاجات أو قوارير سميكة الزجاج.

3- لاتشعل مصباح البنزن بالقرب من المواد المتطايرة والقابلة للانفجار، ولا تدعه مشتعلاً دون رقابة، وخاصة عندما لاتحتاجه، ولا ترمي السوائل القابلة للاشتعال أو المتطايرة في المجاري .

4- عند إعادة بلورة مادة ما بواسطة المواد العضوية القابلة للاحتراق، تتم البلورة بواسطة أجهزة خاصة تحتوي على (مكثف) مبرد.

**العمل مع الحموض والأسس**

تسبب الحموض المعدنية مثل ( حمض الكبريت ، حمض الأزوت ، حمض كلور الماء)، وبعض الحموض العضوية عند سقوطها على الجلد تسبب حروقاً كيميائية ، لذلك يجب مراعاة الشروط التالية عند التعامل معها:

1- يتم أخذ كميات منها بصبها من خلال قمع زجاجي وتحت ساحبة الهواء.

2- يجب وضع نظارات لحماية العين.

3- يجب على الطالب سكب الحمض على الماء وبكميات قليلة وعلى دفعات متتالية، ثم يتم المزج بشكل جيد.

4- تضاف قطع صغيرة من القلوي الصلب إلى الماء عندما يراد حله، ولا يجوز لمس هذه المواد باليد.

**العمل مع الصوديوم المعدني:**

1- يحفظ الصوديوم المعدني تحت طبقة من الكيروسين أو زيت الفازلين في وعاء سميك الجدران مغلق بسدادة.

2- تجري عملية قطعه على ورقة ترشيح جافة تماماً.

3- يمنع رميه في المغاسل أو ترك بقاياه على الطاولة، بل يتم جمعها في قنينة صغيرة ذات فوهة واسعة وتحت طبقة من الكيروسين، ويضاف إلى الكميات القليلة جداً من الصوديوم الغير متفاعل في حال التخلص منه كميات صغيرة وعلى دفعات من الكحول البوتيلي.

4- يؤخذ الصوديوم بواسطة ملقط.

5- يجب عدم تلامس الصوديوم مع الماء أو مع رباعي كلور الكربون.

6- لا يمكن استخدام الصوديوم لتجفيف المشتقات الهالوجينية للفحوم الهيدروجينية والمركبات الكربونيلية والحموض والكحولات ومركبات النترو.

7- لا تجرى التفاعلات مع الصوديوم على حمام مائي بل يستبدل بحمام زيتي.

**قواعد العمل بالزجاج**

1- يجب الحرص عند قطع الزجاجيات على أن يتم القطع بحيث لا تؤدي أطراف الزجاج المقطوع إلى جرح الأيدي.

2- يجب أدخال الأنابيب الزجاجية في السدادات بحركة دائرية دون الضغط عليها.

3- لا يجوز تسخين الأوعية الكيميائية ذات الجدران السميكة والتي لا تتحمل الحرارة كالبياشر الخزفية.
4- يجب ارتداء القناع الواقي أو النظارات الواقية عند معالجة الزجاج لحماية العين.

**العمل مع المواد السامة**

يجب العمل مع المواد السامة مثل البروم والحموض المركزة تحت ساحبة الهواء مع إرتداء النظارات الواقية وتحت إشراف الأستاذ المشرف ومحضر المخبر.

**المساعدات الأولية للحوادث الناجمة عن العمل في المخبر**

**1- الجروح الناجمة عن الأدوات الزجاجية**

يجب تنظيفها للتخلص من بقايا الزجاج باستخدام الملقط أو بواسطة تيار الماء القوي ثم إيقاف نزيف الدم باستخدام الماء الأوكسجيني 3% ثم الضغط على مكان النزف ثم يدهن مكان الجرح باليود 5% ويوضع عليه ضماد.

**2- الحروق الناجمة عن الحرارة**

يغسل مكان الإصابة بالماء البارد أولاً ثم يغسل بالإيثانول وأخيراً يدهن بالغليسيرول أما إذا كانت الحرارة عالية والحرق شديد الإحمرار فيغسل أولاً بمحلول برمنغنات البوتاسيوم ثم بالإيثانول ثم يدهن بمرهم خاص بالحروق.

**3- الحروق الناجمة عن الحموض أوالقلويات**

تغسل أولاً بشكل جيد بالماء العادي، ثم يغسل مكان الإصابة بمحلول بيكربونات الصوديوم 1% وتوضع في العين قطرة زيت معقم مثل زيت الزيتون في حال الحموض، أما في حال القلويات تغسل الإصابة بمحلول حمض البوريك 2% ، أو حمض الخل أو حمض الليمون.

**4- الحروق الناجمة عن البروم**

تعالج بغسل مكان الإصابة بالكحول، ثم يدهن بمرهم من أجل الحروق، وإذا تم استنشاق أبخرة البروم عند ذلك يجب وضع قطعة من القطن مبللة بالكحول على أنف المصاب ثم إخراجه إلى الهواء الطلق.

**5- الحروق الناجمة عن الفينول وهي حروق تسبب بياض الجلد**

يدهن مكان الإصابة بالغليسرول ويتابع ذلك حتى عودة الجلد إلى لونه الطبيعي الأصلي، ويغسل عندئذ بالماء ثم يوضع عليه كمادة من القطن المبلل بالغليسيرول.

**في حال بلع بعض الحموض:** تخفف بشرب كميات كبيرة من الماء مصحوباً بمحلول بيكربونات الصوديوم ويعطى اللبن بكثرة ولا تعطى المقيئات.

**في حال بلع بعض القلويات:** تخفف بشرب كمية كبيرة من الماء مصحوباً بالخل أو عصير الليمون أو عصير البرتقال ولا تعطى المقيئات.

**في حال بلع أملاح الغازات النقية أو أملاح الكروم أو الزرنيخ أو الزئبق:** يعطى المصاب مقيئاً مثل ملعقة من الخردل أو الملح أو كبريتات الزنك في كوب ماء فاتر.

**حوادث العين:**

**في حال تلوث العين بالقلويات:**

تغسل جيداً بكميات كبيرة من الماء ثم بمحلول حمض البوريك 1%.

**في حال تلوث العين بالحموض أو البروم:**

تغسل مراراً بمحلول بيكربونات الصوديوم 1% ثم بالماء، وإذا كان الحمض مركزاً تغسل أولاً بكمية كبيرة من الماء ثم بالبيكربونات ثم بالماء مرة أخرى.

**في حال تلوث العين بالزجاج:**

يزال الزجاج بلطف باستخدام ملقط ثم تغسل العين بالماء ويتم استدعاء الطبيب فوراً.

عند تعرض العين لتأثير الدخان في حال الحرائق والأجواء الفاسدة التهوية في أماكن العمل يجب استخدام محلول مطهر.

**عند حدوث حريق في المخبر**

1- يجب إغلاق صنابير الغاز ومفاتيح الكهرباء.
2- إبعاد كل المواد القابلة للاشتعال عن مكان الحريق.
3- استخدام الرمل أو أجهزة الإطفاء للسيطرة على الحريق ومنعه من الامتداد.
4- لا يجوز استخدام الماء إلا في حال المواد السريعة الاشتعال التي تنحل في الماء مثل الكحولات والأسيتون لأنه في كثير من الأحيان قد يؤدي إلى توسيع منطقة الحريق، أما في حال المواد التي لاتنحل في الماء مثل البنزن و الإيتر فيجب استخدام الرمل أو المطفأة.

## كيفية التعامل مع الأدوات المخبرية

**الهدف من الجلسة**

التعرف بمقرر الكيمياء التحليلية والأدوات المستخدمة ضمن المخبر.

**مقدمة في الكيمياء التحليلية:** يعد فرع الكيمياء التحليلية أحد الفروع الهامة، وهو يهتم في الحصول على بيانات دقيقة في عينة ما من مادة كيميائية أو عينة دوائية ( نقية كانت أو في المستحضرات الصيدلانية )، بهدف التوصل إلى توصيف كيميائي كامل للعينة، والحصول على تقدير كمي لمكونات تلك العينة، وينقسم التحليل الكيميائي إلى قسمين رئيسيين هما:

1- **التحليل الكيفي أو النوعي أو الوصفي Qualitative Analysis**: الغرض منه هو الكشف عن أي مادة ( أملاح بسيطة ، عناصر ، أو خليط من عدة مواد ) في العينة المحللة.

من أمثلة التحليل الكيفي (النوعي)

**مثال (1)**

عند الكشف عن شاردة الفضة $Ag^{+}$ في الوسط، يتم ذلك بإضافة شاردة الكلور $Cl^{-}$ ، فيتشكل راسب أبيض هو كلوريد الفضة AgCl، وبذلك يكون تم الكشف عن شاردة الفضة.

**مثال (2)**

عند الكشف عن شاردة الحديد $Fe^{+}$ في الوسط، يتم ذلك بإضافة شاردة الثيوسيانات، فيتشكل مركب أحمر دموي ثيوسيانات الحديد وبذلك يكون قد تم الكشف عن الحديد في الوسط.

2- **التحليل الكمي Quantitative Analysis** : يهتم بتقدير نسبة المادة المراد تقديرها في العينة، وينقسم التحليل الكمي إلى قسمين:

**آ- التحليل الكمي الوزني Gravimetric Analysis**

**ب-** التحليل الكمي الحجمي **Volumetric Analysis**

وبغض النظر عن التحليل الكمي المطلوب سواء كان تحليلاً كمياً أو كيفياً ، فإن البيانات المطلوبة يتم الحصول عليها بقياس خاصية فيزيائية من نوع ما، بشرط أن تكون هذه الخاصية لها علاقة بالمركب المراد تحليله، يعد التحليل الكمي أحد العوامل الهامة التي تضمن جودة المواد المنتجة في كثير من الصناعات مثل صناعة الدواء وصناعة الأغذية وغيرها من الصناعات، كما يلعب التحليل الكمي دوراً هاماً في كثير من أنشطة البحوث والتطوير في مجالات العلوم المختلفة مثل العلوم الكيميائية والبيولوجية وغيرها.

فهو يتضمن تحديد الكمية أو التركيز وذلك عن طريق المعايرة وهناك نوعان من المعايرات:

**1- معايرة حجمية**

**2- معايرة وزنية**

**الأدوات المستخدمة في العمل المخبري**

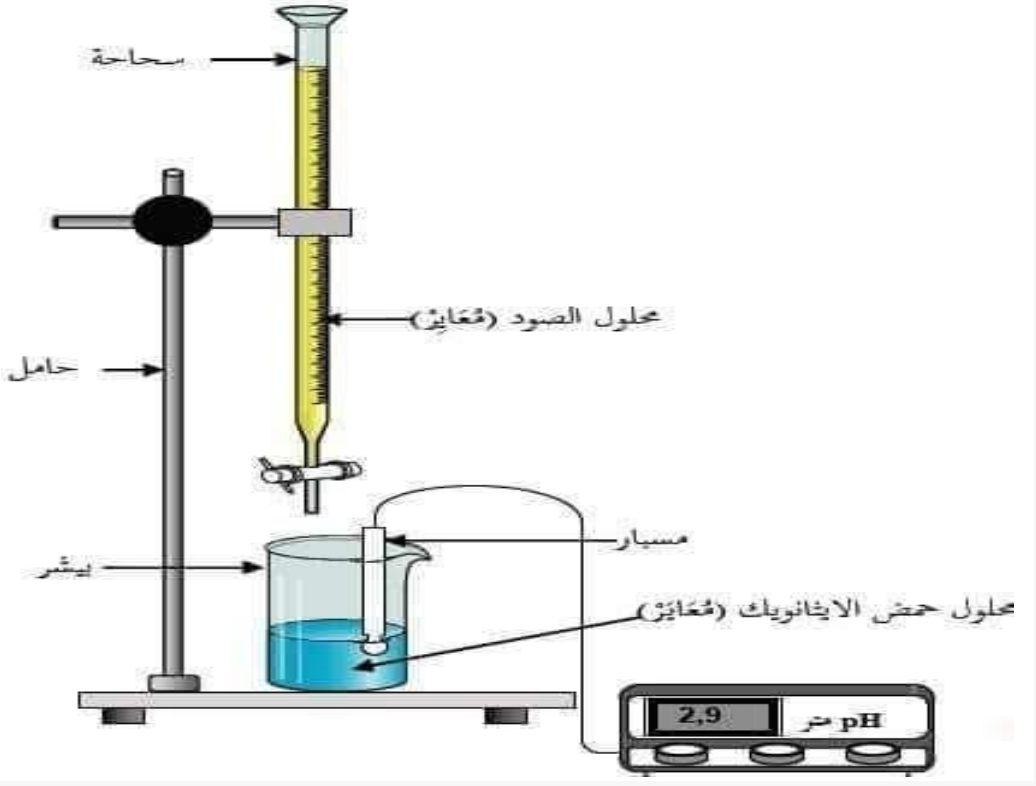
1- يحتوي مخبر الكيمياء التحليلية على العديد من الأدوات المخبرية التي يستعملها الطالب التي يستعملها الطالب خلال دراسته وتقسم الأدوات المخبرية لقسمين:

| الأدوات المخبرية العيارية أو المخصصة للمعايرة | الأدوات المخبرية المدرجة |
|---|---|
| هي الأدوات التي تعطي أو تحوي حجوم صحيحة.<br>تحتوي تدريجة واحدة فقط (مع وجود استثناءات) | هي الأدوات التي تعطي أو تحوي حجوم تقريبية ( قريبة من الصحة)، لكنها لا ترتقي إلى مستوى الصحة الذي نجده في الأدوات العيارية.<br>تكون مدرجة بالعديد من التدريجات |

لذلك لابد من التعرف عليها وعلى حسن استخدامها.

**1- السحاحة Burt:** عند العمل بالسحاحة لابد من القيام بالخطوات التالية:

- تثبيت السحاحة على الحامل تثبيتاً عمودياً.
- غسل السحاحة جيداً بالماء العادي ثم المقطر.
- غسل السحاحة بالمحلول القياسي.
- يتم ملء السحاحة بالمحلول القياسي باستخدام القمع والصنبور المغلق، بعد ملء السحاحة يجب ازالة القمع ونقوم بفتح الصنبور ويفرغ السائل ببطء لتجنب تشكل الفقاعات الهوائية حتى يملأ الجزء السفلي من السحاحة بالمحلول مع مراعاة عدم وجود فقاعات هوائية فيه وضبط مستوى المحلول عند الصفر.




**الطريقة الصحيحة لقراءة السحاحة:** يجب أن تكون عين الناظر في مستوى سطح السائل، وذلك لتجني الخطأ أثناء أخذ القراءة.

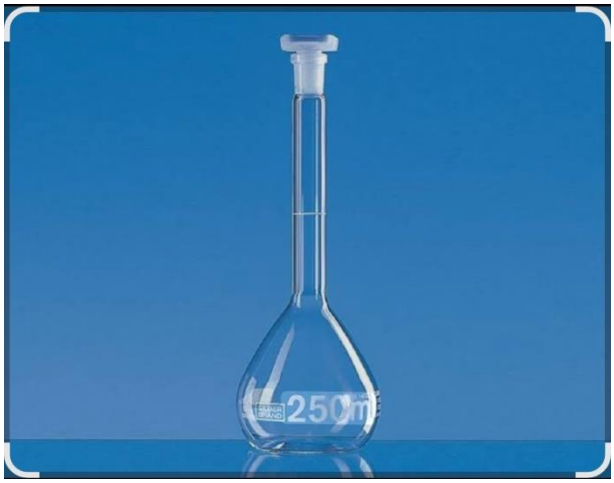
**تتم القراءة الصحيحة بالشكل التالي:**

- توضع السحاحة عمودياً، حيث يوضع الحامل على سطح مستوي ثابت، وتوضع ورقة بيضاء خلف التدرج لدقة القراءة.
- في حال المحاليل الشفافة: تكون قراءة التدريجة عند أسفل التقعر السائل.
- في المحاليل الملونة : حيث يصعب القراءة ، تتم القراءة عند السطح العلوي للسائل.

**الطريقة الصحيحة لاستخدام السحاحة أثناء المعايرة كما هو موضح بالصورة**

عليك الامساك بالدورق والسحاحة معاً أثناء المعايرة.

**2- بالون المعايرة (دورق المعايرة) Volumetric flask:** هو أداة زجاجية تستخدم لتحضير المحاليل العيارية، وللقيام بتمديد المحاليل، صمم لكي يحتوي على حجم محدد بدقة، يتميز بكونه يحتوي على تدريجة واحدة فقط موجودة في عنق البالون.






**3- الماصة Pipet:** هي أداة مصممة لأخذ حجم معين من السائل ولها نوعان:

**- الماصة العيارية:** وهي مخصصة لإعطاء حجم واحد فقط وبدقة، يتميز بوجود تدريجة واحدة فقط مع انتفاخ زجاجي واضح، وتوجد منها اتوماتيك.

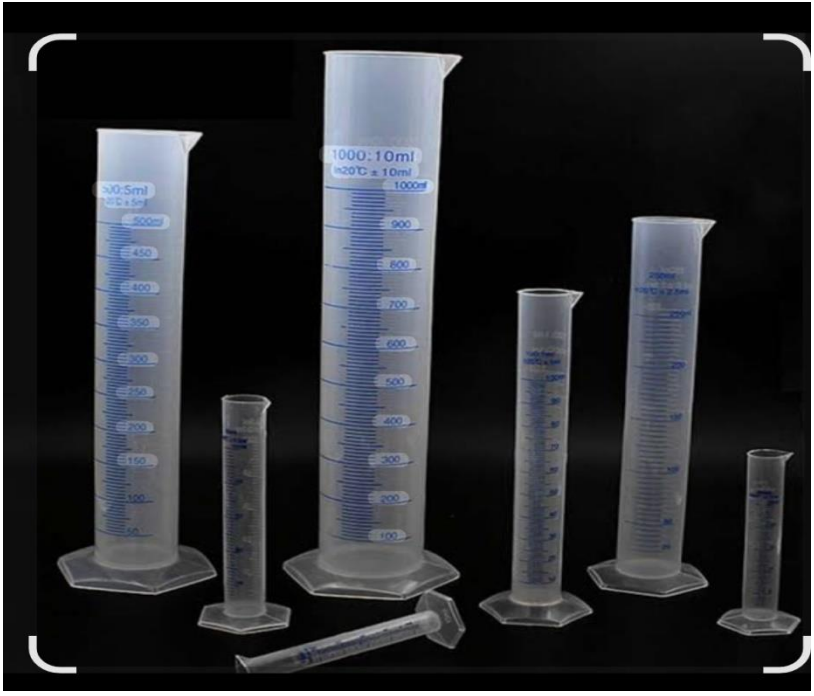




- **الماصة المدرجة:** وهو أداة مخصصة لإعطاء حجوم متعددة ، لكونه مدرج بتدريجات عديدة، لكن هذه الحجوم أقل دقة ، ولا يستخدم لأغراض المعايرة.



4- **السلندر (الأسطوانة المدرجة) Geaduated Cyinder:** عبارة عن إسطوانة زجاجية مدرجة تستخدم لقياس حجوم السوائل بدقة جيدة نسبياً ، حيث نقرأ حجم السائل عندما يكون مستوى النظر ومستوى قعر هلال السائل في مستوى واحد، ويستخدم لنقل السوائل من مكان لآخر والتعامل مع المواد الخطرة.




5- **الدورق المخروطي (الأرلنماير) Erlenmeyer :** هو وعاء زجاجي مخروطي الشكل له عنق من الأعلى يوجد منه حجوم مختلفة، يستخدم كوسط لإجراء التفاعلات الكيميائية خصوصاً تلك التي تترافق مع حدوث فوران أو إنطلاق غازات بفضل وجود فوهة هرمية الشكل تؤمن حماية الشخص،كما تستخدم بكثرة في عمليات المعايرة لأنها تؤمن سهولة التحكم.




6- **البيشر Beaker :** كأس زجاجي مدرج له حجوم مختلفة يستخدم لتسخين المحاليل أو لصنع حمامات مائية ، وكذلك يستخدم في تحضير بعض المحاليل وتحريك ونقل ومزج السوائل الكيميائية.




**7- قمع الترشيح Funnel:** قمع زجاجي بأقطار مختلفة، يستخدم في سكب السوائل وعمليات الترشيح باستخدام ورق الترشيح، تسنخدم عملية الترشيح لفصل راسب صلب عن السائل المرافق له.



**8- أنبوب الاختبار Test Tube :** عبارة عن أداة مخبرية زجاجية بشكل أنبوب ذو فتحة من الأعلى يتم استخدامها لصب أو نقل أو خلط المحاليل والمواد الكيميائية والسوائل، وفي بعض الحالات تكون الأنابيب مصنوعة من البلاستيك، توضع عادة الأنابيب على حوامل خشبية أو معدنية.



**9- فرشاة تنظيف الأنابيب Test Tube Brush:**وهي أداة تستخدم لتنظيف الأدوات التجريبية وخاصة أنابيب الاختبار، حيث يمكن إدخالها في الأنبوب لتنظيف جدرانه الداخلية وإزالة البقايا العالقة فيها بشكل جيد.




**10-ورق الترشيح:** عبارة عن ورق نصف نفوذ يستخدم لفصل المواد الصلبة عن الطور الالسائل وهناك طريقتان لتني ورقة الترشيح ووضعها في القمع.

## ورقه ترشيح

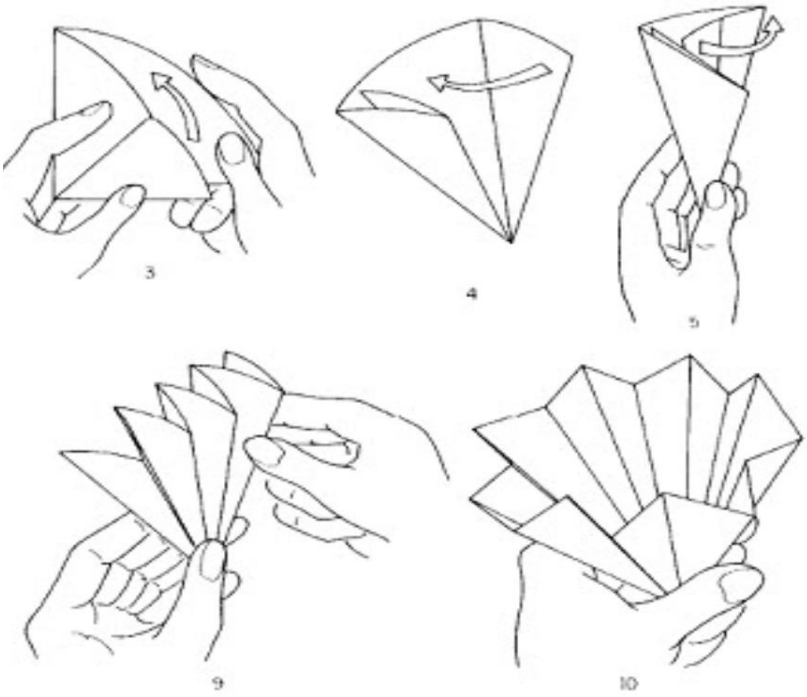
عبارة عن ورق نصف نفوذ يستخدم لفصل المواد الصلبة الدقيقة الموجودة في الطور السائل من خلال عملية الترشيح وتوضع ورقة الترشيح غالباً في القمع.

وطريقة طوي ورقة الترشيح يتم بطريقتين هما :

الطريقة الأعتيادية لثني ورقة الترشيح كما مبين أدناه:

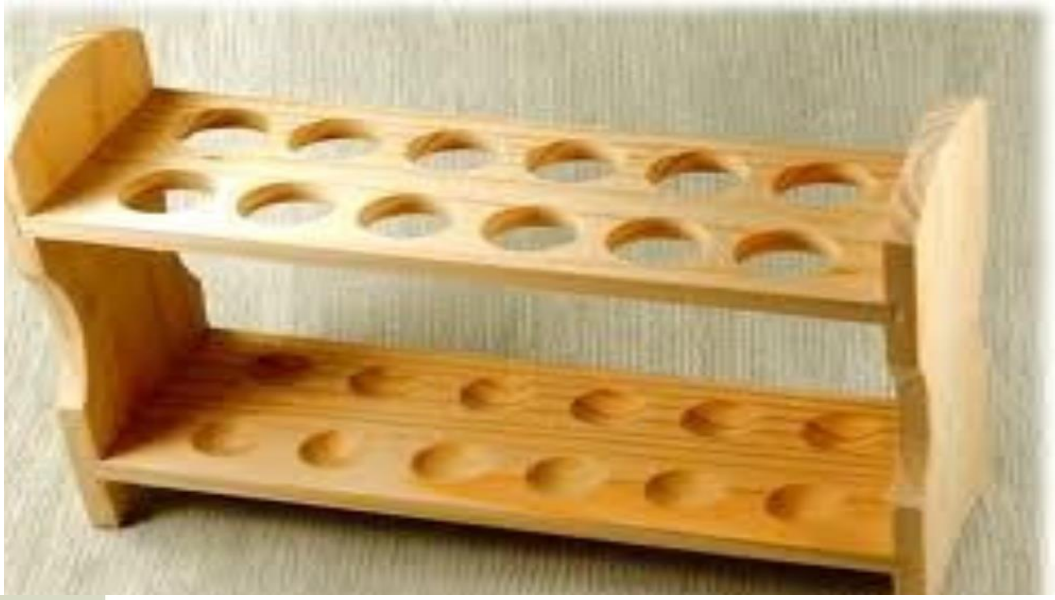


ثني ورقة الترشيح بطريقة المحزز كما مبين أدناه :

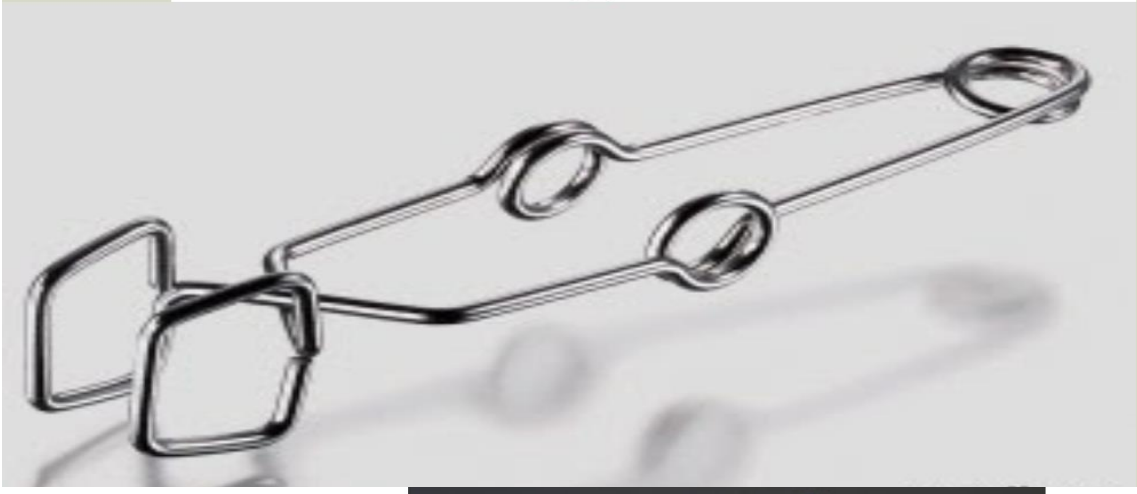


## 11- حامل السحاحة وحامل أنابيب الاختبار

حامل انابيب



ماسك انابيب





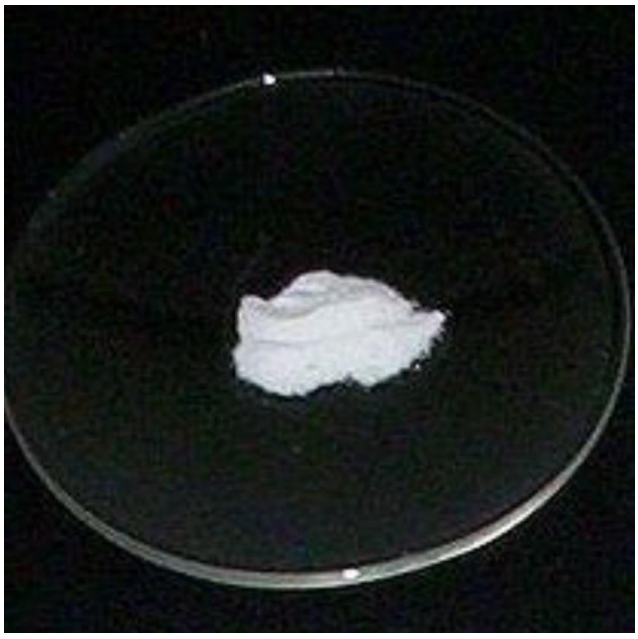
bunsen burner لهب



tripod حامل



**12- زجاجة الساعة :**وهي أداة زجاجية مستديرة مقعرة لوضع المواد الكيميائية الصلبة فيها ولها مقاسات مختلفة.



**ملاحظات هامة**

- تصنع الأدوات المخبرية بشكل عام من الزجاج يتمتع بالمواصفات خاصة وهي:

1- زجاج مقاوم للحرارة: ليتحمل عمليات التسخين والتفاعلات الناشرة للحرارة.

2- خامل كيميائياً: أي لا يتفاعل مع أية مادة كيميائية.

3- مقاوم للكسر.

**- عند تحضير محاليل الحموض والأسس أو عند التمديد : يضاف أولاً الماء ثم يضاف بعدها الحمض أو الأساس.**

## الجلسة العملية الثانية
## طرائق تحضير المحاليل (الأملاح – الحموض – الأسس)

**الهدف من الجلسة:**
تحضير المحاليل بدءاً من مادة صلبة نقية ومادة صلبة غير نقية.

**مقدمة**
يختلف تعبير التركيز Concentration عن تعبير الكمية المستخدمة بكثرة، لأن التركيز يعبر عن الكمية عندما تكون في وسط معين.

$$C = m/v$$

**C:** التركيز
**m**: الكمية (الوزن) مقدرة بالغرام أو بالميلي غرام و تحويلاته.
**v**: الحجم مقدر باللتر أو الملتر وتحويلاته.
تستخدم عدة طرق للتعبير عن التركيز في الكيمياء التحليلية، ومن الضروري أتقان لتحضير محلول بالمولارية أو النظامية هذه الطرق الأكثر استخداماً.

**1- الطريقة الغرامية (قوة المحلول)**
يعبرعن التركيز بواحدة g/L ويعتبر من أسهل طرق التعبير عن التركيز، وتتطلب فقط وزن الكمية المطلوبة بدقة على الميزان ونقل هذه الكمية بالكامل إلى بالون المعايرة المناسب مع إضافة المذيب المناسب.

**مثال(1)**
**حضر محلول من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 4 g/l.**
مراحل التحضير
لتحضير محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 4 g/l، نطبق الخطوات التالية:
1- نحتاج فقط لوزن الكمية المطلوبة 4غ بدقة على الميزان باستخدام السباتولا (ملعقة مخبرية)، وزجاجة ساعة .
2- تنقل الكمية الموزونة وتوضع في بالون (دورق) معياري سعة 1000مل.
3- يضاف المذيب المناسب (الماء المقطر) تدريجياً مع المزج المتكرر.
4- يراعى اضافة الماء المقطر إلى زجاجة الساعة الحاوية على كمية الهيدروكسيد لضمان نقل كامل الكمية بدقة للدورق المعياري.
5- أكمل الحجم حتى خط العيار بالماء المقطر مع استمرار المزج (التحريك).

**تمرين**
**كيف يمكنك تحضير محلول من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 4 g/l وحجمه 250 ml.**
**الحل: $C = m/v$**
**إذاً** $m = c * v = 4 \times 0.25 = 1g$
**التحضير:** نقوم بوزن 1غ من هيدروكسيد الصوديوم وننقلها بواسطة الماء المقطر نقلاً كمياً إلى دورق معياري سعة 250مل نذيب الكمية بقليل من الماء المقطر (100)مل باستمرار التحريك حتى تمام الذوبان، ننتظر بضع دقائق لتصبح حرارة المحلول بدرجة حرارة الغرفة ، ثم نكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة أغلق الدورق وامزج جيداً حتى تمام التجانس.

**2- الطريقة المولارية والنظامية (العيارية)**

**- المولارية molarity : هي عبارة عن عدد المولات في لتر من المحلول وتقدر واحدته mol/l ويرمز له ب M.**

**- النظامية Normality: هي عدد المكافئات الغرامية المنحلة في لتر من المحلول وتقدر واحدته بـ eq/l ويرمز له بـ N.**

- العلاقة بين المولارية و الطريقة الغرامية ( قوة المحلول):

$$M=(\text{C g/l})/\text{الوزن الجزيئي}$$

- العلاقة بين النظامية و الطريقة الغرامية ( قوة المحلول):

$$N=(\text{C g/l})/\text{الوزن المكافئ}$$

**الوزن المكافئ = الوزن الجزيئي / n حيث أن n عدد المتبادلات (التكافؤ) تساوي**

إذا كان المحلول حمض = عدد $H^+$ الفعالة في المحلول

إذا كان المحلول قاعدة = عدد $OH^-$ الفعالة في المحلول

إذا كان ملح = عدد ذرات المعدن × تكافؤه

إذا كانت أكسدة وإرجاع = عدد الالكترونات المفقودة أو المكتسبة لمول واحد فقط.

- العلاقة بين النظامية و المولارية:

$$\mathbf{M = N / n}$$

تمرين

أحسب نظامية محلول من حمض الكبريت تركيزه 1M.

الحل : $N= M\times n = 1\times 2= 2N$

**كيف يمكننا تحضير محلول بالمولارية :**

لتحضير محلولاً قياسياً بالمولارية هناك أربع حالات وهي:

1- من مادة صلبة نقية

2- من مادة صلبة غير نقية

3- من سائل مركز

4- من محلول أخر معلوم

**الحالة الأولى من مادة صلبة نقية:**

أ- يتم تطبيق القانون التالي

$$W= M \times g.f.wt \times V/1000$$

**حيث أن :** W الوزن بالغرام

M المولارية تقدر مول / لتر - mol/L ، g .f .wt الوزن الصيغي ويقدر بالغرام/ مول – g/mol

. V ، الحجم باللتر

ب- ثم يؤخذ هذا الوزن ويوضع في بيشر صغير ويحل بكمية قليلة من الماء المقطر وينقل نقلاً كمياً إلى دورق معياري بسعة الحجم المطلوب ، ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**ملاحظة هامة : في حال عدم ذكر نقاوة المادة تعتبر نقية 100%.**

**يقصد بالمحلول المولاري أن تركيزه 1مولر وحجمه 1لتر.**

**تمرين:**

أحسب الوزن اللازم لتحضير100 مل من محلول كلوريد البوتاسيوم تركيزه 0.1M علماً أن الوزن الصيغي (الوزن الجزيئي) 47.55g/mol.

**الحل:**

$$W= M \times g .f .wt \times V/1000$$
$$W= 0.1\times 47.55\times 100/1000= 0.4755g$$

ثم نأخذ الوزن 0.4755g ونضعه في بيشر ونذيبه بقليل من الماء المقطر ثم ينقل نقلاً كمياً لدورق معياري سعة 100مل ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى 100مل.

**الحالة الثانية من مادة صلبة غير نقية:**

**أ-** يتم تطبيق القانون التالي

$$W= M \times g .f .wt \times V/1000$$

**حيث أن :** W الوزن بالغرام

M المولارية تقدر مول / لتر - mol/L ، g .f .wt الوزن الصيغي ويقدر بالغرام/ مول – g/mol

. ، V الحجم باللتر

**ب-** تراعى نسبة النقاوة في ذلك وفق التالي :

كل 100غ مادة صلبة غير نقية تحوي على النقاوة المعطاة مادة نقية.

كل X غ مادة صلبة غير نقية تحوي على الوزن المطلوب (الخطوة السابقة) مادة نقية.

**ت-** ثم يؤخذ هذا الوزن ويوضع في بيشر ويحل بقليل من الماء المقطر ثم ينقل كمياً إلى دورق معياري بسعة الحجم المطلوب ، ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**مثال:**

**أحسب الوزن اللازم لتحضير 100 مل من كلوريد البوتاسيوم تركيز 0.1M، علماً أن الوزن الصيغي ( الوزن الجزيئي) 74.55g/mol ، والنقاوة هي 95%.**

**الحل :**

نطبق القانون

$$W= M \times g .f .wt \times V/1000$$
$$W= 0.1\times 47.55\times 100/1000= 0.4755g$$

كل 100غ مادة صلبة غير نقية تحوي 95غ مادة نقية

كل X غ مادة صلبة غير نقية تحوي 0.4755غ مادة نقية

X=0.785g

يؤخذ هذا الوزن (0.785غ) ويوضع في بيشر ويذاب بقليل من الماء المقطر ، ثم ينقل كمياً إلى دورق معياري سعة 100مل ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**القسم العملي**

**التجارب المخبرية**

**المواد اللازمة**

1- دوارق حجمية مختلفة الحجوم.
2- هيدروكسيد الصوديوم الصلب
3- كلوريد الصوديوم الصلب
4- فوسفات أحادية الصوديوم
5- بياشر

6- زجاجة ساعة
7- ميزان
8- ماء مقطر

**التجربة (1)**

**حضر محلول من كلوريد الصوديوم تركيزه 9غ/ل، حجمه 100 مل مع كتابة خطوات العمل بالتفصيل.**

**التجربة (2)**

**حضر محلول من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.075 N، حجمه 100 مل ووزنه الجزيئي ( 40g/mol) مع كتابة خطوات العمل بالتفصيل.**

**التجربة (3)**

**حضر محلول من فوسفات أحادية الصوديوم تركيزه 0.015 N، حجمه 100 مل ونقاوته 98%، ووزنه الجزيئي (156.1g/mol) مع كتابة خطوات العمل بالتفصيل.**

## الجلسة العملية الثالثة
## تحضير المحاليل القياسية

**الهدف من الجلسة**

التعرف على المحاليل القياسية الأولية والثانوية ، تحضير محلول انطلاقا من سائل مركز، تحضير محلول انطلاقاً من محلول معلوم التركيز.

**مقدمة**

تتمتع المحاليل القياسية بأهمية كبيرة ليس على مستوى التحليل الحجمي بل على كل نواحي التحليل الكيميائي، لذلك من الضروري جداً أن يتقن الطالب كيفية تحضير المحاليل القياسية ، العيارية، يعبر عن تركيزها عادة بطريقتين التركيز النظامي (العياري) ، التركيز المولي .

**ماهي أهمية المحلول القياسي:**

يتمتع المحلول القياسي بأهمية كبيرة بالنسبة لكل ممايلي:

أ- تحديد التركيز المجهول خلال عملية التحديد الكمي ومنها المعايرة.

ب- ضبط الأجهزة المستخدمة في التحليل الكيميائي.

ت-ضبط تراكيز المحاليل المحضرة.

**ماهي أنواع المحاليل القياسية؟**

تصنف المحاليل القياسية إلى نوعين:

**1- المحلول القياسي الأولي (p.s.s) Primary Standard Solution**

**2- المحلول القياسي الثانوي ( s.s.s) Secondary Standard Solution**

**1- المحلول القياسي الأولي (p.s.s) Primary Standard Solution**

**- مالمقصود بالمحلول القياسي (العياري):** هو المحلول ذو التركيز المحدد بدقة ، بمعنى آخر هو المحلول المعلوم التركيز بدقة، تستخدم لضبط المحاليل وهو المحلول الذي يحضر انطلاقاً من مواد كيميائية تتمتع بخواص معينة ( مادة عيارية أي درجة نقاوة عالية).

**- ماهي المواصفات الواجب توفرها في المحاليل القياسية الأولية.**

1- ثابتة كيميائياً.

2- تتوافر بنقاوة عالية.

3- انحلالها تام في المحل المستخدم.

4- تستخدم لتقييس المحاليل المعيارية المستخدمة في المعايرات.

مثال: مادة بوتاسيوم هيدروجين فتالات تستخدم لمعايرة هيدروكسيد الصوديوم.

أمثلة عن المواد المستخدمة كمحاليل قياسية: كلوريد الصوديوم ، داي كرومات البوتاسيوم، كربونات الصوديوم اللامائية.

**2- المحلول القياسي الثانوي ( s.s.s) Secondary Standard Solution**

ويسمى أيضاً العياري الثانوي : هو محلول ذو تركيز تقريبي والذي يحضر باستخدام مادة غير أولية.

ويعرف أيضاً: هي المحاليل مضبوطة من قبل المحاليل القياسية الأولية وتستخدم لمعايرة محلول آخر.

يشترط لاستخدام المحلول القياسي الثانوي أن يكون مضبوط التركيز لذلك لابد من إيجاد تركيزه الحقيقي ن ويتم ذلك عن طريق معايرته بواسطة محلول قياسي أولي وتسمى العملية بالضبط أو Standardization.

مثال عن المحاليل القياسية الثانوية: هيدروكسيد الصوديوم – حمض الكبريت – حمض كلور الماء.
**ملاحظة هامة :** تتضمن هذه المجموعة كل محاليل الحموض القوية لأن الحموض القوية تتواجد بشكل عبوات سائلة ، وبالتالي لاتنطبق عليها مواصفات وشروط المحاليل القياسية الأولية.
**سؤال هام : هل يعتبر محلول من حمض الكبريت محلول عياري أولي؟**
**حمض الكبريت ليس محلول عياري أولي ونحن بحاجة إلى تصحيحه باستخدام كربونات الصوديوم لمعايرته وحساب معامل التصحيح.**
يبين الجدول التالي المحاليل المعايرة الأولية المستخدمة لتصحيح المحاليل الثانوية (هام جداً)

| المحلول القياسي الثانوي (s.s.s) | المحلول القياسي الأولي (p.s.s) |
|---|---|
| حمض الكبريت<br>حمض الأزوت<br>حمض كلور الماء | كربونات الصوديوم |
| هيدروكسيد الصوديوم<br>حمض فوق الكلور | فتالات البوتاسيوم<br>$KHC_8H_4O_4$ |
| ميتلات الصوديوم<br>ايتيلات الصوديوم<br>تترابوتيل أمونيوم كربوكسيل TABH | حمض البنزونيك |
| نترات الفضة | كلوريد الصوديوم |
| إيتلين ثنائي أمين رباعي حمض الخل<br>الملح الصوديومي لـ EDTA<br>EDTA-2Na | الزنك الثنائي |
| السيروم الرباعي<br>اليود الحر | أوكسيد الزرنيخ<br>(نظراً لسميته، في المخابر الجامعية يتم استبداله بأوكزالات الصوديوم) |
| تحت كبريتات الصوديوم (ثيوسلفات الصوديوم) $(Na_2S_2O_3)$ | كرومات البوتاسيوم<br>يودات البوتاسيوم<br>برومات البوتاسيوم |

أغلب المحاليل المستخدمة في المحاليل القياسية الثانوية هي محاليل محضرة من سائل مركز وعليه يجب:
- تحضير المحلول بتركيز تقريبي
- ضبط المحلول بمحلول قياسي أولي

في الجلسة السابقة تعلمت تحضير المحاليل ونتابع تحضير المحاليل
**الحالة (3) تحضير محلول بالمولارية إنطلاقاً من سائل مركز:**
أ- يتم تطبيق القانون التالي:

$$W = M \times g.f.wt \times V/1000$$

**حيث أن :** W الوزن بالغرام
M المولارية تقدر مول / لتر ( mol/L ) ، g .f .wt الوزن الصيغي ويقدر بالغرام/ مول – g/mol
. ، V الحجم باللتر
ب- تراعى نسبة النقاوة

كل 100غ مادة صلبة غير نقية تحوي على النقاوة المعطاة مادة نقية.
كل X غ مادة صلبة غير نقية تحوي على الوزن المطلوب (الخطوة السابقة) مادة نقية.
ت- تحول الوزن إلى الحجم من خلال قانون الكثافة:

$$d = m / v \quad or \quad d = w / v$$

ومنه $v = m / d$

حيث أن:
w أو m الوزن بالغرام ، d الكثافة (الكتلة الحجمية) تقدر بـ g/cm3 ، v الحجم بـ cm3 وهي نفسها ml
- يأخذ هذا الحجم بماصة عيارية ويوضع في دورق سعة الحجم المطلوب، ويتمم الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**مثال:**
أحسب الحجم اللازم لتحضير 100ml من حمض كلور الماء Hcl تركيز 2M ، انطلاقاً من حمض كلور الماء المركز، مع العلم أن النسبة المئوية 37% ، والوزن الصيغي له 36.45g/mol ، وكثافة $g/cm^3$ 1.19.

**الحل**
أ- يتم تطبيق القانون : $W= M \times g.f.wt \times V/1000$

$$W= 2 \times 36.45 \times 100/1000 = 7.29g$$

ب- تراعى نسبة النقاوة :
كل 100غ مادة صلبة غير نقية تحوي على 37g مادة نقية
كل Xg مادة صلبة غير نقية تحوي على 7.29g مادة نقية

$$X = 100 \times 7.29/37 = 19.70g$$

ت-نحول الوزن إلى الحجم من خلال قانون الكثافة :

$$v = m / d = 19.70/1.19 = 16.55ml$$

ث- يأخذ هذا الحجم (16.55ml) بماصة عيارية، وينقل نقلاً كمياً إلى دورق معياري بسعة الحجم المطلوب (مل100) ، ويضاف كمية قليلة من الماء المقطر ثم التحريك للحصول على محلول متجانس ويتمم الحجم بالماء المقطر للعلامة.

**طريقة ثانية:** يمكن اختصار الخطوات السابقة وذلك لتحويل السائل المركز إلى مولارية ثم استخدام قانون التمديد من خلال القانون التالي:

$$M= \% \times d \times 10 / g.f.wt$$

D الكثافة (الكثافة الحجمية) g/cm3 ، g.f.wt الوزن الجزيئي (الصيغي)

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

حيث أن:
$M_1$ مولارية السائل المركز
$M_2$ مولارية السائل المراد تحضيره
$V_1$ الحجم اللازم أخذه من السائل المركز بـ ml
$V_2$ الحجم المطلوب تحضيره بـ ml

**حل المثال السابق بالطريقة الثانية**

$$M= \% \times d \times 10 / g.f.wt = 37 \times 1.19 \times 10/36.45 = 12.079 \text{ mol/l}$$

ثم نعوض في قانون التمديد

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = M_2 \times V_2 / M_1 = 2 \times 100 / 12.079 = 16.55ml$$

يأخذ هذا الحجم (16.55ml) بماصة عيارية، وينقل نقلاً كمياً إلى دورق معياري بسعة الحجم المطلوب (مل100) ، ويضاف كمية قليلة من الماء المقطر ثم التحريك للحصول على محلول متجانس ويتمم الحجم بالماء المقطر للعلامة.

**الحالة (4) تحضير محلول انطلاقاً من محلول معلوم**

يتم حساب الحجم المطلوب من خلال قانون التمديد (قانون مور)

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

حيث أن:

$M_1$ مولارية السائل المركز

$M_2$ مولارية السائل المراد تحضيره

$V_1$ الحجم اللازم أخذه من السائل المركز بـ ml

$V_2$ الحجم المطلوب تحضيره بـ ml

نكمل طرق التعبير عن التركيز

**د- التركيز بالنسبة المئوية ويقسم إلى:**

1- التركيز بالنسبة المئوية الوزنية – الوزنية w/w % وهو عبارة عن وزن المادة المذابة بالغرامات في 100غ من المحلول.

2- التركيز بالنسبة المئوية الوزنية – الحجمية w/v % وهو عبارة عن وزن المادة المذابة بالغرام في 100مل من المحلول.

3- التركيز بالنسبة المئوية الحجمية – الحجمية v/v % وهو عبارة عن حجم المادة المذابة بالمللتر في 100 مل من المحلول.

4- التركيز بالنسبة المئوية الحجمية – الوزنية v/w % وهو عبارة عن حجم المادة المذابة بالمللتر في 100 غ من المحلول.

**ملاحظة (1):** يمكن تحضير محلول النظامية نفس الخطوات السابقة في تحضير محلول بالمولارية فقط نستبدل الوزن الجزيئي ( الصيغي) بالوزن المكافئ ، يمكن استخدام علاقة الربط بين المولارية والنظامية.

**ملاحظة (2):** يقصد بمحلول مولارية أن تركيزه 1Mوحجمه 1L

**يمكن التعبير عن تعبير التركيز بعدة مصطلحات نوضحها في الجدول التالي:**

| الاسم | Name | الرمز | الوحدة |
|---|---|---|---|
| قوة المحلول | strength | S | g/L |
| المولارية | Molarity | M | mol/L |
| النظامية (العيارية) | Normality | N | eq/L |
| المولالية | molality | m | mol/Kg |
| العيار | Titer | T | g/ml |

**التجارب المخبرية للجلسة**

**الأدوات اللازمة**

1- دوراق حجمية مختلفة الحجوم

2- كربونات الصوديوم الصلب

3- ماصات عيارية ومدرجة مختلفة الحجوم

4- زجاجة ساعة

5- بياشر

6- ماء مقطر
7- ميزان

**ملاحظة هام : يضاف الحمض المركز إلى الماء وليس العكس**

**ـ حمض الكبريت المركز يسبب حروق لذلك عند استخدامه يفضل لبس القفاز**

**التجربة (1)**

حضر محلول من حمض كلور الماء بحجم 100 مل وتركيزه 0.2M ، انطلاقاً من العبوة التجارية لحمض كلور الماء، أقرأ المعطيات ثم أملأ الجدول

| النسبة المئوية | الكثافة مع واحدته | الوزن الصيغي |
|---|---|---|
| | | |

أكتب خطوات التحضير، وماذا تسمي هذا المحلول ولماذا؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

**تجربة**

حضر انطلاقاً من المحلول السابق محلول لحمض كلور الماء تركيزه 0.1M وحجمه 100ml.

أكتب خطوات العمل

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

**تمرين**

كيف تحضر محلول قياسي (مولاري)،من كربونات الصوديوم (فحمات الصوديوم) موضحاً الخطوات المطبقة بالتفصيل ، ماهو تركيز المحلول المطلوب تحضيره، وماذا تسمي هذا المحلول ولماذا؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

## الجلسة العملية الرابعة
## المعايرات الحجمية النموذجية واختيار المشعر المناسب

**الغاية من الجلسة**

التعريف بمعايرات التعديل وكيفية اختيار المشعر

**مقدمة**

تتضمن المعايرة الحجمية استعمال محاليل ذات تراكيز معلومة وقياس حجوم مثل هذه المحاليل التي تتفاعل كمياً مع محلول المادة المراد تقديرها عند نقطة معينة، تسمى نقطة التكافؤ أو نقطة انتهاء التفاعل ( التعادل )، التي يمكن الكشف عنها بواسطة الأدلة (المشعرات) التي تتضمن تغيراً حاداً في خواص المحلول كاللون أو التعكير والتي ترى بالعين المجردة أو تقاس بالطرق الكيميائية والفيزيائية كقياس فرق الجهد أو التوصيل الكهربائي.

**المحلول القياسي:** وهوالمحلول الذي يحتوي حجم معين منه على وزن معلوم من المادة المذابة أي محلول معلوم التركيز بدقة ومضبوط.

**المعايرة Titration**: هي عملية اضافة المحلول القياسي (محلول معلوم التركيزمن مادة ما لتكن B ) من السحاحة إلى حجم معين من محلول المادة المجهولة التركيز ولتكن A في الدورق المخروطي أو العكس حتى يتم التفاعل كمياً مع محلول المادة المراد تقديرها حتى نقطة التكافؤ (نقطة التعادل) وهي نقطة انتهاء التفاعل التي يمكن الكشف عنها عن طريق المشعرات (الأدلة).

**نقطة التكافؤ (نقطة التعادل):** وهي النقطة التي يكون عندها كمية المحلول القياسي مكافئة (مساوياً ) لكمية المادة المجهولة وتقاس بعدد المكافئات.

نظراً لأن نتائج التحليل تعتمد على تركيز المحلول القياسي، بمعنى أنه أي خطأ في تركيز المحلول القياسي سينعكس سلباً على نتائج التحليل ، لذلك من الضروري جداً أخذ اللازمة لضمان تركيز المحلول القياسي صحيح 100%، وذلك عن طريق التأكد من نقاوة المواد المستعملة لتحضيره والحرص الشديد أثناء عملية الوزن ، ومتابعة خطوات التحضير بدقة فائقة ( راجع تحضير المحاليل القياسية والثانوية).

**قانون المعايرة:** ومن قوانين التكافؤ الكيميائي وتحديد حجم المحلول القياسي المستعمل في المعايرة نستطيع أن نعين وزن المادة المجهولة أو النسبة المئوية لما فيها من مكونات.

$$\text{المحلول القياسي } (N2 \times V2) = \text{المحلول المدروس } (N1 \times V1)$$

حيث أن :

V1: حجم المحلول المدروس مقدر بـ ml - V2: حجم المحلول القياسي مقدر بـ ml

N1: تركيز المحلول المدروس مقدر بالعياري eq/l - N2: تركيز المحلول المدروس مقدر بالعياري eq/l

**أنواع المعايرات المستخدمة في التحليل الحجمي:**

1- **معايرات التعادل** **Neutralization Titrations**

2- **معايرات الترسيب** **Precipitation Titrations**

## 3- معايرات الأكسدة والارجاع Oxidation – Reducation Titrations

**المشعرات اللونية:** هو مادة كيميائية (أصبغة عضوية) يتغير لونها تبعاً لدرجة pH الوسط تكون بشكل حمض ضعيف أو أساس ضعيف ، يختلف لونها حسب درجة pH الوسط، تستخدم بالمعايرة الحجمية لتحديد نقطة انتهاء المعايرة.

| المشعر | رمزه | في الوسط الحامضي (الصيغة الغالبة – لونه) | في الوسط القاعدي (الصيغة الغالبة – لونه) | مجال انقلاب اللون pH |
|---|---|---|---|---|
| الفينول فيتالين | Ph-ph | الجزيئية – عديم اللون | الشاردية – وردي | (10-8) |
| برتقالي الميثيل الهليانتين | M.O | الشاردية - أحمر | الجزيئية - أصفر | (4.5-3.0) |
| برومو الثيمول الأزرق | B.T.B | أصفر | أزرق | (6-7.6) |

**كيف نختار المشعر المناسب للمعايرة:** يعتمد المبدأ باختيار المشعر المناسب للمعايرة على أن تكون نقطة التكافؤ قريبة قدر الإمكان من مجال انقلاب لون المشعر أوتقع ضمنه.

**معايرة حمض ضعيف بأساس قوي :** سيكون الملح الناتج من طبيعة قلوية أي أن نقطة التكافؤ تقع في المجال القلوي، بالتالي المشعر الأنسب لهذه المعايرة هو مشعر الفينول فيتالين.

**معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:** سيكون الملح الناتج من طبيعة حمضية أي أن نقطة التكافؤ تقع في المجال الحامضي، بالتالي المشعر الأنسب لهذه المعايرة هو مشعر برتقالي الميثيل.

**معايرة أساس قوي بحمض قوي:** سيتشكل ملح معتدل أي أن نقطة التكافؤ تقع عند 7، لكن في هذه المعايرة يحدث تغير حاد في درجة pH من 3 حتى 11 بجوار نقطة التكافؤ، بالتالي فإن مشعر برومو الثيمول الأزرق ويمكن استخدام برتقالي الميثيل والفينول فيتالين ، وذلك بسبب التغير المفاجئ بجوار نقطة التكافؤ .

| المعايرة | طبيعة الملح الناتج | نقطة التكافؤ تقع في | المشعر المناسب |
|---|---|---|---|
| **حمض ضعيف بأساس قوي** | **قلوي pH> 7** | **المجال القلوي** | **الفينول فيتالين** |
| **حمض قوي بأساس ضعيف** | **حمضي pH < 7** | **المجال الحامضي** | **برتقالي الميثيل** |
| **حمض قوي بأساس قوي** | **معتدل pH = 7** | **pH= 3-11** | **أزرق برومو الثيمول يمكن استخدام الفينول فيتالين أو برتقالي الميثيل** |

**ملاحظة:** من الأفضل اختيار مشعر لونياً يكون مجال تغير لون المشعر محتوياً لقيمة الـ pH نقطة التكافؤ

**جدول لبعض المشعرات**

| اسم المشعر | مدى انقلاب اللون pH | اللون في الوسط الحامضي | اللون في الوسط القاعدي |
|---|---|---|---|
| الفينول الأحمر | 6-8 | أصفر | أحمر |
| أحمر الميثيل | 4.2-6.3 | أحمر | أصفر |

**الأدوات والمواد المستخدمة**

1- سحاحة
2- أرلنماير(دورق مخروطي).
3- سلندر مدرج.
4- بيشر
5- ماصة عيارية وماصة مدرجة.
6- محلول قياسي من حمض كلور الماء معلوم التركيز ومضبوط مسبقاً.
7- محلول قياسي من هيدروكسيد الصوديوم التركيز ومضبوط مسبقاً.
8- مشعر فينول فيتالين – برتقالي الميثيل – برومو الثيمول الأزرق.

**القسم العملي**

**تجربة (1)**

**معايرة حمض قوي بأساس قوي Strong Acid – Strong Base Tritration**

**معايرة Hcl مع NaOH**

**طريقة العمل:**

1- خذ في دورق نظيف وجاف 5مل من محلول Hcl مجهول التركيز.
2- أضف 3-4 نقاط من مشعر أزرق برموالثيمول، يمكن استخدام الفينول فيتالين أو برتقالي الميثيل. مع المزج جيداً، سجل اللون الظاهر.
3- قم بتعبئة السحاحة بمحلول من NaOH 0.1N واضبط مستوى المحلول في السحاحة.
4- قم بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم من السحاحة تدريجياً على الدورق الحاوي على حمض كلور الماء مع التحريك المستمر.
5- أوقف التنقيط من السحاحة عند لحظة تغير اللون إلى الوردي وثباته وسجل الحجم المستهلك من السحاحة.
6- أحسب التركيز لحمض كلور الماء.
7- كرر المعايرة 3 مرات لضمان دقة النتيجة.
8- أكتب معادلة التفاعل، ما نوع التفاعل

**معايرة حمض ضعيف بأساس قوي Weak Acid – Strong Base Tritration**

**معايرة CH3COOH مع NaOH**

**طريقة العمل:**

1- خذ في دورق نظيف وجاف 5مل من محلول **CH3COOH** مجهول التركيز.
2- أضف 3-4 نقاط من مشعر الفينول فيتالين، مع المزج جيداً، سجل اللون الظاهر.
3- قم بتعبئة السحاحة بمحلول من NaOH 0.1N واضبط مستوى المحلول في السحاحة.
4- قم بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم من السحاحة تدريجياً على الدورق الحاوي على حمض الخل مع التحريك المستمر.

5- أوقف التنقيط من السحاحة عند لحظة تغير اللون إلى الوردي وثباته وسجل الحجم المستهلك من السحاحة.
6- أحسب التركيز لحمض الخل.
7- كرر المعايرة 3 مرات لضمان دقة النتيجة.
8- أكتب معادلة التفاعل، ما نوع التفاعل

**معايرة حمض قوي بأساس ضعيف Strong Acid – Weak Base Tritration**

**معايرة ماءات الأمونيوم بحمض كلور الماء**

**طريقة العمل:**

1- خذ في دورق نظيف وجاف 5مل من محلول **ماءات الأمونيوم** مجهول التركيز.
2- أضف 3-4 نقاط من مشعر برتقالي الميثيل، مع المزج جيداً، سجل اللون الظاهر.
3- قم بتعبئة السحاحة بمحلول من Hcl 0.1N ، واضبط مستوى المحلول في السحاحة.
4- قم بإضافة محلول حمض كلور الماء من السحاحة تدريجياً على الدورق الحاوي على حمض الخل مع التحريك المستمر.
5- أوقف التنقيط من السحاحة عند لحظة تغير اللون إلى الأصفر وثباته وسجل الحجم المستهلك من السحاحة.
6- أحسب التركيز لمحلول ماءات الأمونيوم.
7- كرر المعايرة 3 مرات لضمان دقة النتيجة.
8- أكتب معادلة التفاعل، ما نوع التفاعل