جامعة تكريت – كلية الزراعة

قسم علوم الاغذية

الكيمياء اللاعضوية (الجزء العملي)

إعداد المدرس المساعد : عصام خضير زين

ماجستير في هندسة وتكنلوجيا علوم الغذاء

علم الكيمياء:

يهتم علم الكيمياء بدراسة المادة من الناحية التركيبية وتحولات المادة وخواصها المختلفة (اللون ، الشكل ، التفاعلات ، الخ)، وبالتالي يعتبر علم الكيمياء علماً أساسياً في حياتنا اليومية إذ ساهمت الكيمياء في تحويل المواد الطبيعية الخام إلى مواد تلبي احتياجات الإنسان فاستطاع أن ينتج مواداً مختلفة في جميع مجالات الحياة . يمتاز علم الكيمياء بأنه علم يقوم على أساس التجريب أي على أساس التجربة الكيميائية .

التجربة الكيميائية :

تهدف التجربة الكيميائية إلى التعرف على المواد الكيميائية وأدواتها التي تستخدم في المختبر والتعرف على طبيعة المختبر وان يتم ذلك بالطرق العلمية والتي تتضمن :

1- السلامة في المختبر.
2- الحصول على نتائج عملية دقيقة.
3- توظيف هذه النتائج وتطبيق القوانين التي تحكم سلوك الأنظمة الكيميائية.

وبعد الانتهاء من التجربة يصبح لدينا ما نسميه بالنتائج وعند ذاك يجب اجراء مايلي :

1- معرفة كيفية التعامل مع النتائج التي تم الحصول عليها وذلك حسب متطلبات التجربة.
2- إعداد تقرير عن التجربة ويكون هذا التقرير حسب نموذج مرفق بالتجربة .
3- تنظيف الأدوات ومكان العمل ووضع كل الأدوات والمواد في الأماكن الخاصة بها .

متطلبات التجربة :

لكي نستطيع إجراء تجربة كيميائية لابد أن يتم ذلك في مكان له مواصفات وشروط معينة ، يسمى المكان بالمختبر أو المعمل الكيميائي ، وهذه الشروط هي وجود مصدر كهربائي و حراري وكذلك مصدر للماء والغاز وأماكن لحفظ المواد الكيميائية والأدوات ومعرفة كيفية التعامل مع هذه المواد حفاظاً على السلامة .

ان المادة لها ثلاث حالات هي (**غازية – سائلة – صلبة**) وحسب طبيعة كل مادة فإن هناك طرق معينة تحدد كيفية التعامل مع هذه المواد فمثلا الحوامض والقواعد المركزة تمتاز بخطورتها ولذلك لابد من معرفة كيفية التعامل معها وكذلك طريقة حفظها ، و يجب المعرفة بالادوات الزجاجية و الاجهزة المختبرية التي يتم القياس بها.

تقنيات العمل في المختبرات Laboratory Techniques

أولاً:- التعليمات المختبرية و إرشادات تجنب الحوادث عند التعامل مع المواد الكيميائية:-

أ- التعليمات والإرشادات Instructions

1- ضرورة الالتزام بالتعليمات المختبرية والإرشادات الموصى بها من قبل مسؤول المختبر لأجل المحافظة على المختبر وسلامة جميع الطلاب.
2- المحافظة على الأجهزة المختبرية والزجاجيات ونظافة المختبر.
3- ارتداء صدرية العمل في المختبر للمحافظة على الملابس.
4- تنظيف المكان الذي تسقط عليه المادة الكيمياوية فوراً.
5- عدم تناول الأطعمة والأغذية داخل المختبر وكذلك عدم التدخين.
6- التأكد من إغلاق مفاتيح الغاز، الماء ، الكهرباء، وغيرها بعد الاستعمال وقبل مغادرة المختبر.
7- عدم مغادرة المختبر إلا بعد تنظيف المكان والأدوات المختبرية التي تم استعمالها .
8- عدم رمي الفضلات الصلبة(ورق الترشيح، الزجاج المكسور) في حوض الغسيل أو مجرى المياه وإنما تجمع وترمى في سلة المهملات ولا ترمى إلا الفضلات السائلة فقط.

ب- التعامل مع المواد الكيمياوية Treatment with Chemical Materials

1- عدم التبذير في استعمال المواد الكيمياوية واخذ الكمية التي تحتاجها وبدقة وكذلك الاقتصاد بالمواد الكيمياوية المستخدمة.
2- عدم إرجاع المواد الفائضة عن الاستعمال بعد اخذ الحاجة منها الى القنينة خشية تلوث المادة الكيمياوية الأصلية.
3- يجب الحذر في التعامل مع المواد الكيمياوية فالكثير من المواد الكيمياوية هي مواد سامة وتؤثر على الصحة بصورة مباشرة أو غير مباشرة.
4- الحذر من استنشاق أبخرة المواد السامة مثل غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S وكذلك أحادي اوكسيد الكاربون CO والبروم Br_2 وغيرها.
5- يجب إضافة الحامض المركز الى الماء بصورة تدريجية لأنه إذا حدث العكس(أي أضيف الماء الى الحامض المركز) فان ذلك يسبب انفجاراً.
6- لا يجوز سكب الحوامض أو القواعد القوية المركزة مباشرة في الاحواض للتخلص منها إلا إذ تم التأكد منها أنها جافة ثم يضاف الماء إليها بعد سكبها.
7- عدم السحب من قنينة المواد الكيمياوية بالفم مباشرة باستخدام الماصة إنما يستعان بالماصة المزودة بالمضخة البلاستيكية الساحبة.
8- التفاعلات التي تنتج عنها الغازات المتصاعدة مثل(H_2S) وأبخرة الحوامض القوية مثل HCl و H_2SO_4 فأنها تجرى في غرفة الغازات الخاصة (الهود).
9- إعادة المواد الكيمياوية الى مكانها المخصص بعد انهاء العمل ويتم ذلك بعد التأكد من إحكام غلق قناني المواد الكيمياوية.
10- عدم تذوق المواد الكيمياوية أو شمها بصورة مباشرة فقد تكون تلك المواد سامة.

ثانياً: الإسعافات الأولية First Aid

1- **إســـعافات الحروق**:- تعالج الحروق الناتجة عن الماء الحار أو الحرارة بغمر المنطقة المصـــابة بالماء البارد ثم تعامل باستعمال قطعة شاش رطبة . أما الحروق الناتجة من تأثير المواد الكيمياوية فتُغسل المنطقة بكمية كبيرة من الماء.

2- **إسعافات السموم**:- يعطى المصاب نتيجة ابتلاعه لمادة سامة كمية من الماء ثم محلولاً مقيئاً.

3- **إسعافات الجروح** :- يجب طمأنة المصاب وإجلاسه بشكل مريح وإنعاشه تحسباً من إصابته بالإغماء ، ثم يغســل الجرح بالماء البارد ثم يجفف وتوضــع عليه المادة المعقمة ويلف الجرح بقطعة الشاش.

ثالثاً : صور ارشادات السلامة والامان في المختبر

أ – إشارات المنع :

عادة تكون هذه الإشارات بلون أحمر ، وهي إشارات تحذيرية غاية في الأهمية ، كما هو موضح بالشكل التالي :

إشارات المنع

ب- إشارات الخطورة :

تدل هذه الإشارات على نوع الخطر المتوقع من المواد الكيميائية ، وهي ذات لون برتقالي :

مادة قابلة للاشتعال	مادة كاوية وحارقة	مادة سامة
مادة متفجرة	مادة مؤكسدة	مادة مهيجة
مادة مشعة	مادة ضارة بالبيئة	مادة ضارة

إشارات الخطورة .

ج - إشارات التحذير :

تدل هذه الإشارات على احتمالات الخطر الموجود في المنطقة المشار إليها بمثل هذه الإشارات ، وهي ذات لون أصفر :

إشارات التحذير

تداول المواد الكيمياوية:

يجب عدم تداول المواد الكيمياوية الصلبة باليد و إنما بقطعة من الورق الخاص مع مراعاة استخدام الاداة الخاصة بها وهي (Spatula) ، وعند تسخين هذه المواد في تجربة ما فيجب التاكد من نقاوة هذه المواد قبل تسخينها وعدم وجود شوائب بها ، حيث ان الشوائب تكون ذات مواصفات كيمياوية تختلف عن المادة الرئيسية و قد تسبب اشتعالاً او تفاعلات خطرة ، و يراعى ان يكون التسخين في زجاجة من النوع المقاوم للحرارة (Pyrex) .

أولاً:التعامل مع الفلزات القابلة للاشتعال :

من امثلة هذا النوع من الفلزات هي الصوديوم والبوتاسيوم وهما سريعا الاشتعال بارتفاع درجة الحرارة او بملامستهما للهواء ، ولذلك يتم حفظهما في الكيروسين (النفط الابيض) ، وينبغي مراعاة مايلي عند التعامل معهما

1- عدم لمس الفلز القابل للاشتعال باليد مطلقاً ، إذ ان حرارة اليد تكون كافية لاشعاله مما يسبب حروقاً مؤلمة .

2- عدم تقطيع الفلز القابل للاشتعال بنفس الأداة التي قطع بها لا فلز قابل للاشتعال مثل الفوسفور الابيض .

3- عند سقوط قطعة من الصوديوم او البوتاسيوم على سطح منطقة العمل يتم الاسراع بتغطيتها بنقطة او اكثر من الكيروسين.

4- مراعاة عدم تقريب الصوديوم و البوتاسيوم من الاحماض لانهما شديدا التفاعل معها ، وينتج من التفاعل الهيدروجين ، مع ارتفاع درجة الحرارة ، مما يشعل الهيدروجين محدثاً فرقعة .

$2Na + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2\,(g) \uparrow$

$2K + 2HCl \longrightarrow 2KCl + H_2\,(g) \uparrow$

5- يراعى قدر الامكان عدم استخدام الصوديوم النقي في التجارب ويستخدم بدلا منه ملغم الصوديوم (الصوديوم + زئبق) فتفاعلاته هي نفس تفاعلات الصوديوم ولكنها اكثر أماناً.

6- في تجارب تفاعل الصوديوم مع الماء لا يلقى الصوديوم في حوض الماء إذ يتصاعد الهيدروجين وترتفع درجة الحرارة بشدة وتقفز قطعة الصوديوم من مكان لاخر و قد تصيب شخصاً قريباً منها فتسبب له ضرراً او قد تلامس جدران الحوض بشدة فاذا كان من الزجاج فقد ينكسر ، ولهذا يجب وضع قطعة الصوديوم داخل شبكة من السلك المعدني قبل وضعها في الماء .

$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\,(g) \uparrow$

ثانياً: التعامل مع اللافلزات القابلة للاشتعال :

ومن امثلة هذه اللافلزات الفوسفور الاصفر وهو يشتعل اذا ترك في الهواء و يحفظ في الماء ويراعى في التعامل معه ما يلي :

1- عدم لمس الفوسفور باليد مطلقاً وانما يستخدم طرف الة حادة او ملقط للتعامل معه.

2- عدم تقطيع الفوسفور في الهواء وانما يتم تقطيعه في سائل الحفظ (الماء) ، حيث تكون حرارة الاحتكاك عند تقطيعه في الهواء كافية لاشعاله .

3- ينبغي عدم ملامسة الفوسفور للصودا الكاوية قدر الامكان لان التفاعل بينهما ينتج عنه غاز الفوسفين الذي يشتعل بمجرد ملامسته للهواء وينتج ابخرة سامة ، واذا استلزم الامر فانه يجرى في غرفة سحب الغازات (الهود).

ثالثاً: تداول الحوامض المركزة والتعامل معها :

تكون الاحماض المركزة ذات خطر شديد ، تحرق الجلد اذا سقطت عليه وكذلك القماش وأثرها مخيف على اعضاء و انسجة الانسان الحساسة مثل العين و باطن الفم ويراعى ما يلي عند استخدام هذه الحوامض:

1- تستخدم القطارة لنقل الكميات الصغيرة فقط من الحامض المركز، اما عند نقل الكميات الكبيرة فيجب استخدام الزجاجيات الخاصة بها .

2- جميع العمليات التي تتطلب تبخير الحوامض المركزة تجرى داخل غرفة سحب الغاز.

3- يراعى ان يضاف الحامض المركز الى الماء وليس العكس و تكون اضافة الحامض ببطء حتى لا تتولد كمية كبيرة من الحرارة بسرعة تسبب تناثر الحامض و يجب ان يتم تحريك المحلول باستمرار اثناء الاضافة .

4- عدم استخدام توصيلات من المطاط في التجارب التي يستخدم فيها حامض النتريك المركز.

5- بالنسبة لحامض الهيدروفلوريك HF فان نقله وحفظه يكون في اوعية بلاستيكية وليس الزجاج لانه يسبب تآكل الزجاج ، و يراعى عدم سقوطه على الجلد لما يسببه من حروق اضافةً الى مهاجمته لعنصر الكالسيوم في العظام مما يسبب نخره و بالتالي سهولة تكسره .

المواد الزجاجية والادوات المستعملة في المختبرات الكيمياوية

يتطلب العمل في المختبرات الكيمياوية التعامل مع زجاجيات خاصـــة و ادوات لتداول المواد الكيمياوية وأجهزة ذات تقنيات معينة ، من أهم هذه الأدوات والأجهزة:

أولاً : الأدوات الزجاجية

1- الدوارق Flasks

تتخذ الدوارق أشكال وأحجام مختلفة حسب الاستخدام

الدورق المستدير Round bottom flask ويستخدم للغليان والتقطير

الدورق المخروطي ذو فتحة جانبية يستخدم في الترشيح تحت الضغط المخلخل

الدورق المخروطي Conical flask

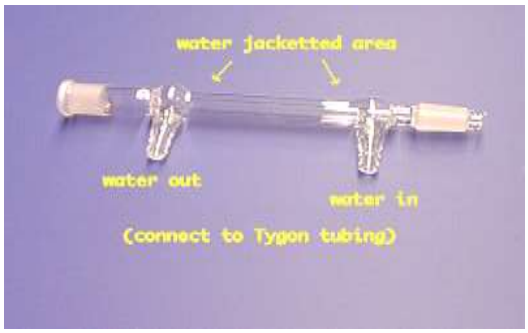
و يسمى ايضاً Erlenmeyer flask

ويستخدم في الخلط والمعايرة والتسحيح

الدورق القياسي volumetric flask ويستخدم في تحضير المحاليل القياسية

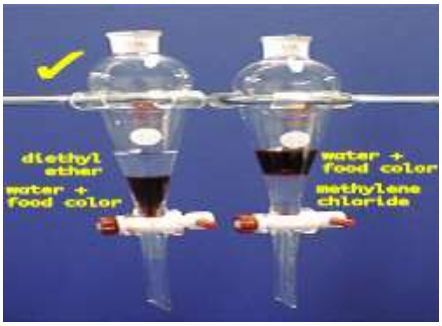
2- المكثفات Condensers

تستخدم للغليان أو التقطير حيث تثبت على الدوارق المستديرة وتتخذ أشكالا مختلفة في الأنبوبة الداخلية وقد تكون على شكل مستقيم أو حلزوني او ذات نتواءات داخل الانبوبة وتعمل هذه النتواءات او الحبيبات على زيادة المساحة السطحية للمكثف وزيادة عملية التكثيف.



3- الأقماع Funnels

تتخذ الاقماع انواعاً مختلفة حسب نوع الاستخدام فقد تستخدم للفصل او الترشيح وقد تكون مصنوعة من الزجاج أو البلاستيك أو البورسلين



أقماع الفصل Separation Funnels

أقماع الترشيح وتستخدم في الترشيح العادي

قمع بوخنر ويستخدم لجمع اكبر قدر من المادة الصلبة

وكذلك الترشيح المفرغ من الهواء (تحت ضغط مخلخل)

أقماع هرش Hirsch Funnels : وتستخدم لنفس الأغراض التي تستخدم فيها أقماع بوخنر

ولكن عندما تكون كمية المادة الصلبة المراد ترشيحها قليلة 0.5 جم أو أقل .

4- المحركات Rods

هنالك انواع مختلفة من المحركات منها التي تصنع من الزجاج مثل السيقان الزجاجية وتستخدم لتحريك المواد ، كما أن هناك محركات مغناطيسية مكونة من قطعة مغناطيس Magnetic Bar مغطاة بالتيفلون توضع في الدورق وتدور بواسطة محرك مغناطيسي كهربائي Magnetic stirrer

محرك زجاجي

قطعة مغناطيس

Magnetic Bar

محرك مغناطيسي

Magnetic stirrer

5- التوصيلات الزجاجية Adapters

وتستخدم لربط الأجهزة الزجاجية المختلفة وتكون بانواع واشكال مختلفة .

6-الكؤوس الزجاجية (البيكرات) Beakers

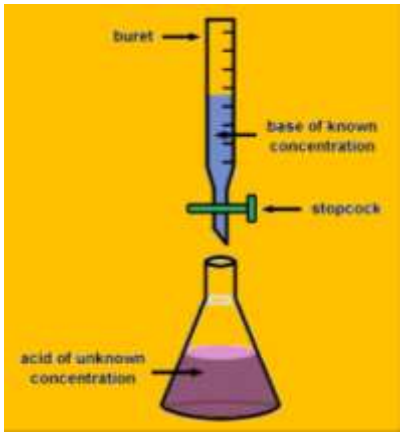
وتكون مختلفة الأحجام وتستخدم لإذابة مادة صلبة في سائل أو لخلط مادتين .

7-انابيب الاختبار Test tubes

تصنع عادة من الزجاج على هيئة انابيب طولها تقريباً 10سم وقطرها 1.5 سم وتستخدم في التجارب الكيميائية وخاصة الكيمياء التحليلية والحياتية

8- السحاحة buret :

اداة زجاجية تستخدم في المختبرات الكيميائية لقياس الحجوم الدقيقة وبشكل خاص في المعايرة و التسحيح ، وتكون بشكل انبوبة مدرجة من الاعلى الى الاسفل وفي نهايتها السفلى صمام يسمح بنزول السائل بكميات محددة.



9- الاسطوانة المدرجة Cylinder :وتكون أسطوانية الشكل ، مدرّجة من الخارج وتستخدم في قياس أحجام معينة من السوائل وتتوفر بأحجام مختلفة .

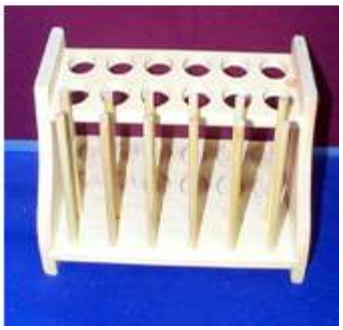
10- أنابيب التجفيف (Drying tubes) :-وهذه عبارة عن أنابيب مختلفة الأشكال وهي تملأ عادة بمواد ماصة للرطوبة وتوصل بالجهاز الذي يجري فيه التفاعل وذلك لمنع وصول بخار الماء من الجو المحيط بالجهاز إلى خليط التفاعل.

ثانياً :- الأدوات المعدنية البسيطة:

1- المواسك Clamps : هناك أنواع مختلفة من المواسك حسب نوع ومكان الاستخدام.

2- الملاعق Spatulas: تستخدم لحمل المواد في أثناء الوزن آو لأغراض أخرى ولها أحجام وأشكال مختلفة .

3- الحوامل Rakes : وتستخدم لحمل المواد او انابيب الاختبار وتكون باشكال واحجام مختلفة.



4- مشبك التسخين wire gauze : يستخدم اثناء عملية التسخين والهدف منه هو توزيع الحرارة بشكل منتظم .

5- **فرشـــاة التنظيف Brush** : وتســـخدم لتنظيف الزجاجيات والادوات المختلفة في المختبر وتكون باشـــكال واحجام مختلفة.

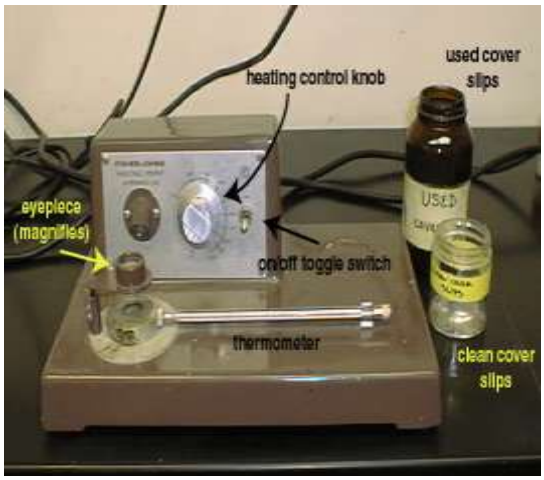
ثالثاً :- الأجهزة

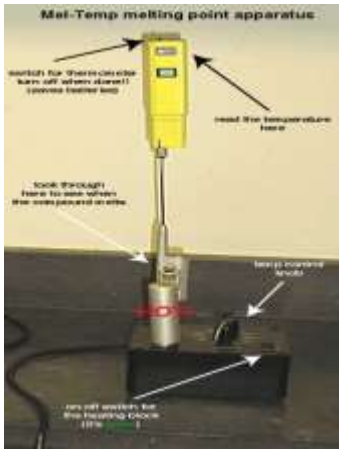
1- الموازين Balances: منها الاعتيادي و الحساس (للاوزان القليلة).

2-أدوات التسخين Heating Tools: لها عدة أشكال وأنواع حسب استخدامها

مُسخّن كهربائي Heater مصباح بنزن Bunsen burner حمام مائي Water bath

3- جهاز قياس درجة الانصهار Melting point measuring apparatus





4- جهاز التبخير الدوار Rotary evaporator apparatus

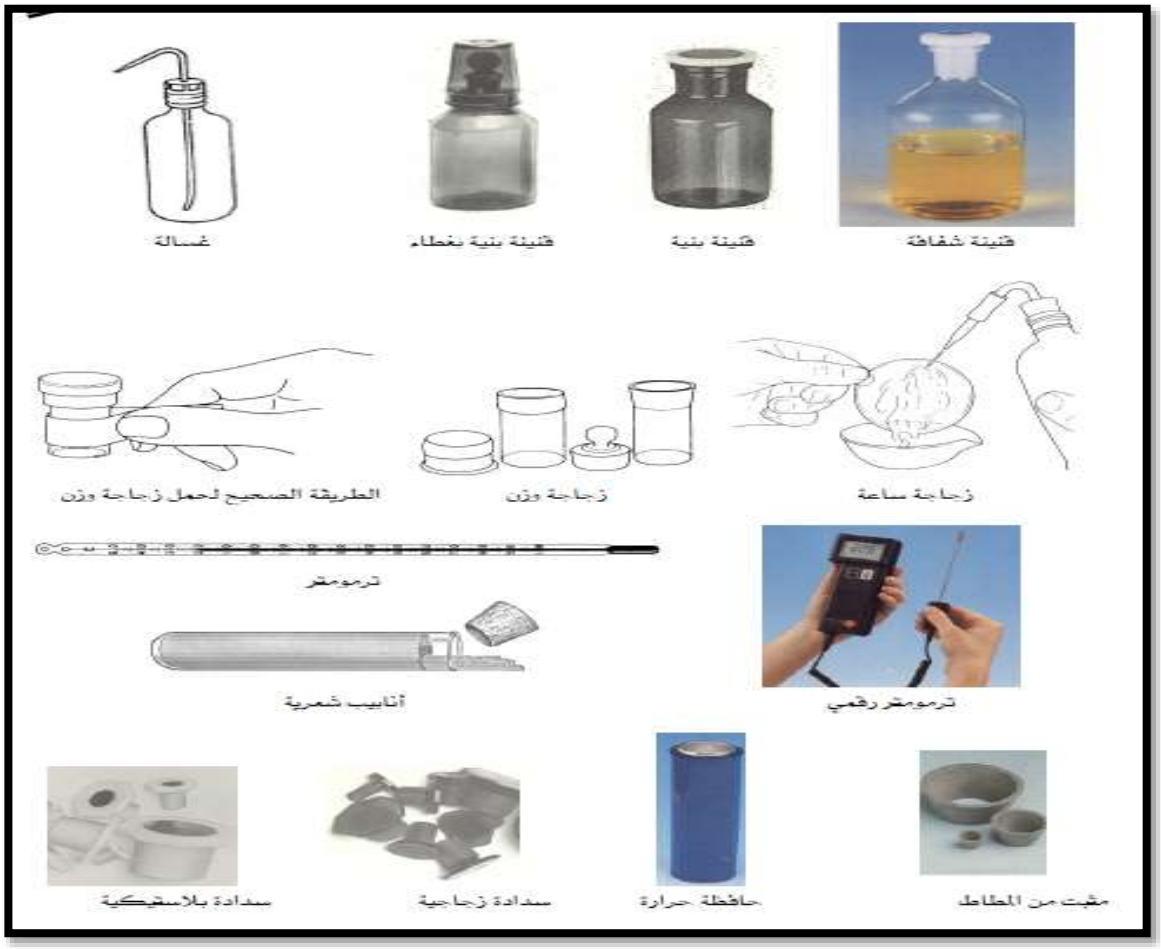
5- جهاز قياس الأس الهيدروجيني pH meter apparatus

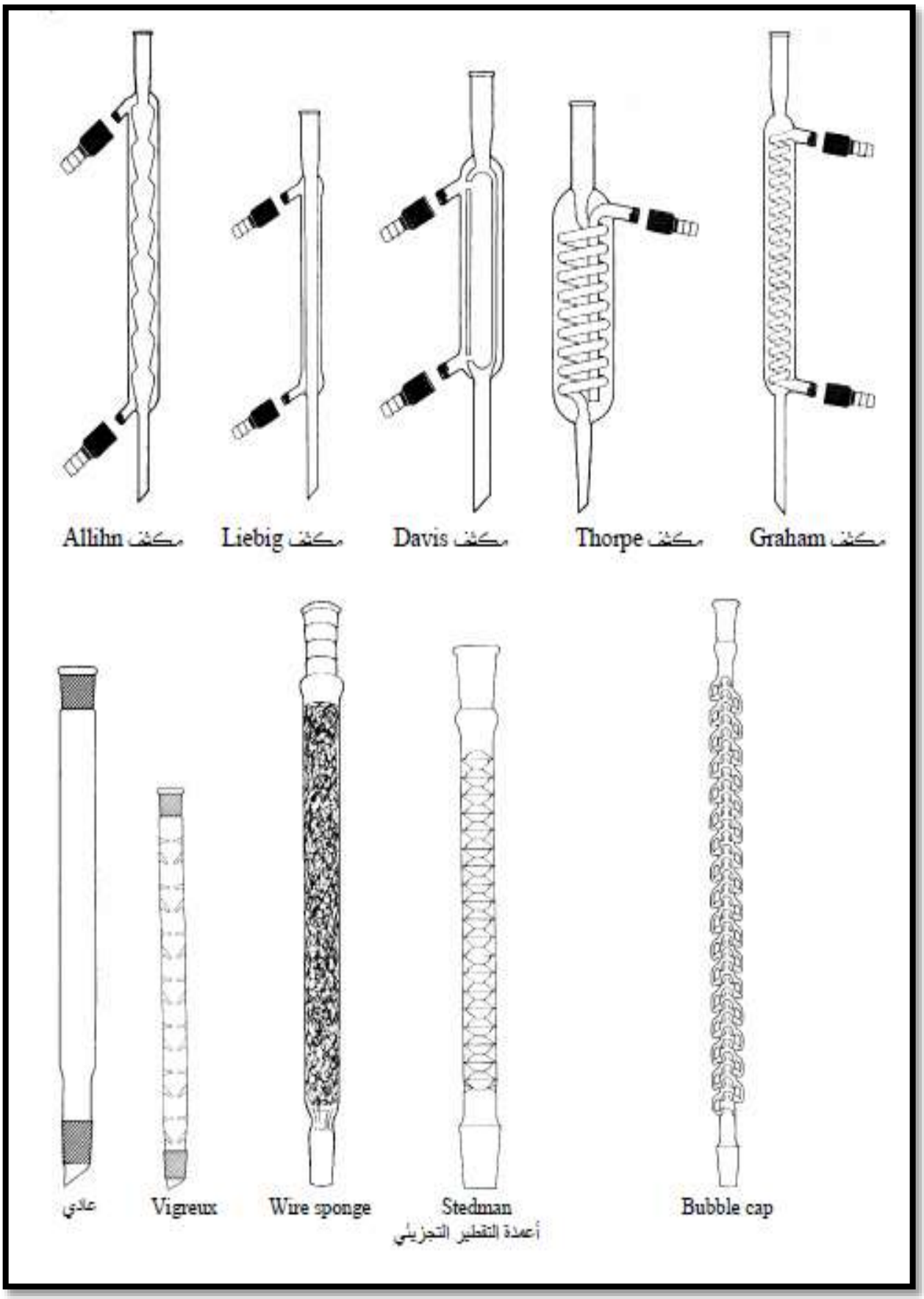
6- جهاز مطياف الانبعاث والامتصاص الذري

جهاز الانبعاث الذري للطليف

جهاز الامتصاص الذري للطليف

صور للعديد من الزجاجيات والأدوات المختبرية المنوعة

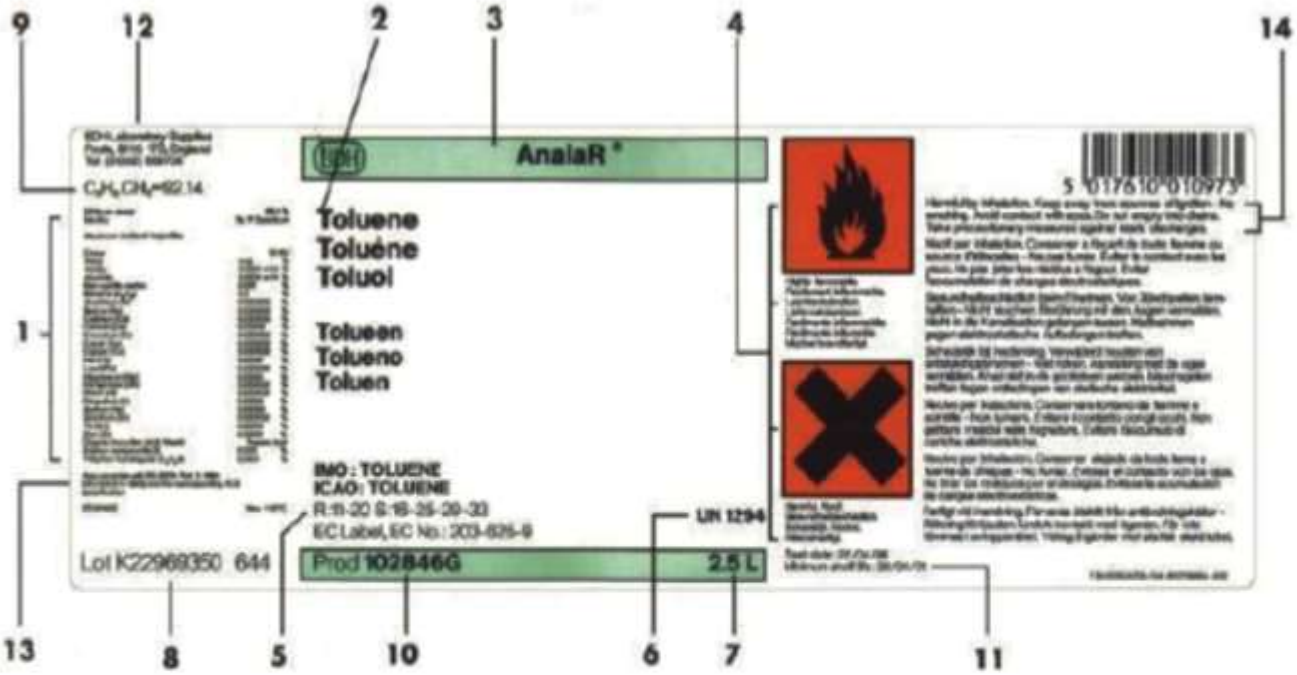



Allihn مكثف
Liebig مكثف
Davis مكثف
Thorpe مكثف
Graham مكثف
عادي
Vigreux
Wire sponge
Stedman
أعمدة التقطير التجزيئي
Bubble cap

أنابيب الطرد المركزي　　قطارة　　جهاز قياس اللزوجة　　استخدام جهاز قياس اللزوجة

المجفف الزجاجي　　طريقة فتح الغطاء　　طريق سكة المادة المجففة

عمود تجفيف　　زجاجة كثافة　　جهاز قياس درجة الانصهار



نموذج للاصقة الموجودة على العبوة الكيميائية: 1 . التركيب الكيميائي للمادة الكيميائية. 2 . اسم المادة الكيميائية. 3 . درجة نقاوة المادة. 4 . إشارات السلامة. 5 . رمز عبارات الخطر و السلامة (R&S) (الملحق 1). 6 . رمز الخطر حسب منظمة الأمم المتحدة. 7 . حجم أو وزن العبوة. 8 . الرقم التسلسلي (عند التصنيع). 9 . الصيغة الكيميائية و الوزن الجزيئي. 10 . رقم المنتج. 11 . تاريخ انتهاء الصلاحية. 12 . عنوان الاتصال بالشركة المصنعة. 13 معلومات إضافية عن المادة. 14 . معلومات عن خطر و سلامة المادة .

طرق الحفظ والتخزين لبعض المواد الكيميائية

نوع المادة الكيميائية (طريقة الحفظ والتخزين)

- الأحماض المركزة (توضع في صناديق مملوءة بالرمل بعيداً عن الأملاح)

- المواد سريعة الاشتعال (الأيثر - الأسيتون - الأستالديهايد – الكُحولات) توضع في ثلاجة وفي حالة عدم وجود ثلاجة تحفظ بعيداً عن أشعة الشمس في صندوق به رمل بحيث توضع الزجاجات متباعدة عن بعضها

- البوتاسيوم و الصوديوم (تحفظ في زجاجات مملوءة بالكيروسين (النفط الابيض) او زيت البرافين وتغمر في الرمل بعيداً عن أشعة الشمس)
- الفسفور الأبيض (يحفظ في زجاجات مملوءة بالماء مع وضع طبقة من الشمع على الأغطية وتوضع الزجاجات في الرمل بعيداً عن الشمس)
- هيدروكسيد الأمونيوم (تحفظ في مكان بارد في زجاجات كبيرة مملوءة إلى ثلاثة أرباعها وتوضع وبعيداً عن الأحماض والمواد القابلة للإشتعال)

- كلورات البوتاسيوم (تحفظ في زجاجات محكمة الغلق ويجب إبعادها عن مسحوق الكربون أو الكبريت)
- مواد ذات درجة إنصهار منخفضة مثل أسيتات أمونيوم - ثايوسينات الأمونيوم - نترات الخارصين (تخزن في مكان بارد وجاف في زجاجات محكمة الغلق).
- مواد تتميئ (نترات ألالمنيوم- نيتريت الامونيوم - فوسفات البوتاسيوم - كلوريد الحديديك – كلوريد الخارصين (تخزن في مكان بارد وجاف في زجاجات محكمة الغلق).

☠ مواد تتأثر بالعوامل الجوية(يوديد الامونيوم- كبريتات الحديدوز- هيدروكسيد الكالسيوم - نترات الفضة) تحفظ في مكان بارد في زجاجات داكنة اللون محكمة الغلق .

تنظيف الزجاجيات Glass wares cleanign

اولا :- القواِعد الاساسية لغسل وتنظيف الاوعية الزجاجية:

1- تغسل الاوعية مباشرة بعد استخدامها لانه مع مرور الوقت تجف المواد العالقة في الوعاء وتصبح صلبة.

2- في حالة عدم امكانية غسل الاوعية الزجاجية مباشرة بعد استخدامها توضع في الماء.

3- تغسل الاوعية الزجاجية بالصابون مستخدماً فرشاة ثم بماء الصنبور واخيرا بماء مقطر لمنع تلوث الاوعية الزجاجية.

4- استخدام الفرشاة المناسبة لكل وعاء زجاجي.

5- لاتستخدم القوة اثناء عملية تنظيف الزجاجيات.

ثانياً:- غسل الادوات الخاصة بالتحليل الحجمي (السحاحة والماصة).

1- تغسل السحاحة والماصة بنفس الطريقة المذكورة في الفقرة اعلاه ولكن في النهاية تغسل بالماء المقطر ثلاثة مرات لمنع تكوين الرواسب على الجدران.

2- تجفف السحاحة والماصة عند درجة حرارة الغرفة ولا يتم تجفيفها في الفرن.

3- يتم التخلص من الدهن الجاف الذي يتكون في فوهة السحاحة مستخدماً سلك او بالتسخين.

كيفية التمييز بين المركبات العضوية و غير العضوية

الطريقة الأولى:

- **وجود الكربون** :تعتبر هذه الطريقة هي الطريقة الأساسية للتمييز بين المركبات العضوية وغير العضوية. بشكل عام، جميع المركبات التي تحتوي على الكربون هي مركبات عضوية، بينما جميع المركبات التي لا تحتوي على الكربون هي مركبات غير عضوية.
- **استثناءات** :هناك بعض المركبات التي تحتوي على الكربون ولكنها تعتبر غير عضوية، مثل:
  - ثاني أكسيد الكربون CO_2
  - أول أكسيد الكربون CO
  - حمض الكربونيك H_2CO_3
  - سيانيد الهيدروجين HCN
  - كربونات الصوديوم $NaHCO_3$
  - بيكربونات الصوديوم Na_2CO_3

الطريقة الثانية:

- **الاختبارات الكيميائية** :يمكن استخدام بعض الاختبارات الكيميائية للتمييز بين المركبات العضوية وغير العضوية.
- **أمثلة على هذه الاختبارات**:
  - **اختبار لهب** :تُحرق عينة من المركب، وتُلاحظ لون اللهب.
    - **المركبات العضوية** :تُصدر لهبًا مضيئًا.
    - **المركبات غير العضوية** :تُصدر لهبًا غير مضيئًا.
  - **اختبار انصهار** :تُسخن عينة من المركب، وتُلاحظ درجة انصهاره.
    - **المركبات العضوية** :تُنْصهر عند درجات حرارة منخفضة نسبيًا.
    - **المركبات غير العضوية** :تُنْصهر عند درجات حرارة عالية نسبيًا.
  - **اختبار الذوبان** :تُذاب عينة من المركب في الماء، وتُلاحظ ما إذا كانت تذوب أم لا.
    - **المركبات العضوية** :تذوب في الماء بشكل عام.
    - **المركبات غير العضوية** :لا تذوب في الماء بشكل عام.

الطريقة الثالثة:

- **خصائصها الفيزيائية** :يمكن أيضًا استخدام بعض الخصائص الفيزيائية للتمييز بين المركبات العضوية وغير العضوية.
- **أمثلة على هذه الخصائص:**
  - **الكثافة:**
    - **المركبات العضوية** :كثافتها أقل من كثافة الماء بشكل عام.
    - **المركبات غير العضوية** :كثافتها أعلى من كثافة الماء بشكل عام.
  - **اللون:**
    - **المركبات العضوية** :غالبًا ما تكون عديمة اللون أو بيضاء.
    - **المركبات غير العضوية** :يمكن أن تكون بألوان مختلفة.

اختبارات بسيطة في الكيمياء اللاعضوية

يمكن إجراء العديد من الاختبارات البسيطة في الكيمياء اللاعضوية لتحديد خصائص المركبات وتكوينها. إليك بعض الأمثلة:

اختبارات للتعرف على الخصائص الفيزيائية:

- **اختبار اللون :**يُستخدم لملاحظة لون المركب في الحالة الصلبة أو السائلة.
- **اختبار الرائحة :**يُستخدم لملاحظة رائحة المركب.
- **اختبار الذوبان :**يُستخدم لتحديد ما إذا كان المركب يذوب في الماء أو غيره من المذيبات.
- **اختبار الانصهار :**يُستخدم لتحديد درجة حرارة انصهار المركب.
- **اختبار الغليان :**يُستخدم لتحديد درجة حرارة غليان المركب.
- **اختبار الكثافة :**يُستخدم لتحديد كثافة المركب.

اختبارات للتعرف على الخصائص الكيميائية:

- **اختبار حموضة وقاعدية المركب :**يُستخدم لتحديد ما إذا كان المركب حمضيًا أم قاعديًا أم متعادلًا.
- **اختبار اللهب :**يُستخدم لملاحظة لون لهب المركب عند حرقه.
- **اختبار الترسيب :**يُستخدم لتحديد ما إذا كان المركب يتفاعل مع مركب آخر لتكوين راسب.
- **اختبار التأكسد والاختزال :**يُستخدم لتحديد ما إذا كان المركب يتفاعل مع مركب آخر لتغيير حالة أكسدة أحد العناصر.

أمثلة على اختبارات بسيطة:

- **اختبار لهب:**
  - **ملح الطعام :($NaCl$)** لهب أصفر.
  - **كحول الإيثيل :(C_2H_5OH)** لهب أزرق.
  - **كلوريد النحاس :($CuCl_2$)** لهب أخضر.
- **اختبار حموضة وقاعدية المركب:**
  - **حمض الهيدروكلوريك :(HCl)** حمضي.
  - **هيدروكسيد الصوديوم :($NaOH$)** قاعدي.
  - **ماء :(H_2O)** متعادل.
- **اختبار الترسيب:**
  - **خلات الصوديوم + (CH_3COONa) نترات الرصاص :($Pb(NO_3)_2$)** راسب أبيض.
  - **كلوريد الباريوم + ($BaCl_2$) كبريتات الصوديوم :(Na_2SO_4)** راسب أبيض.

ملاحظات:

- يجب توخي الحذر عند إجراء اختبارات الكيمياء اللاعضوية.
- يجب ارتداء معدات الوقاية الشخصية مثل النظارات الواقية والقفازات.
- يجب إجراء الاختبارات في مكان جيد التهوية.
- يجب اتباع تعليمات السلامة بدقة.

طريقة عمل اختبار الترسيب لخلات الصوديوم + (CH_3COONa) نترات الرصاص($Pb(NO_3)_2$)

المواد المطلوبة:

- محلول خلات الصوديوم (CH_3COONa) بتركيز ٠,١ مول.
- محلول نترات الرصاص ($Pb(NO_3)_2$) بتركيز ٠,١ مول.
- أنابيب اختبار.
- ماصة.
- قطارة.
- ورق ترشيح.
- قمع.
- كوب ترشيح.

خطوات العمل:

١. **قم بوضع ٢ مل من محلول خلات الصوديوم في أنبوب اختبار.**

٢. **قم بوضع ٢ مل من محلول نترات الرصاص في أنبوب اختبار آخر.**
٣. **قم بإضافة قطرات من محلول نترات الرصاص إلى أنبوب اختبار خلات الصوديوم باستخدام القطارة.**
٤. **لاحظ ما يحدث.**

النتائج المتوقعة:

- **سيتكون راسب أبيض عند إضافة قطرات من محلول نترات الرصاص إلى أنبوب اختبار خلات الصوديوم.**
- **يتكون الراسب بسبب تفاعل تبادل الأيونات بين خلات الصوديوم ونترات الرصاص.**
- **معادلة التفاعل هي:**

$$2\ CH_3COONa + Pb(NO_3)2 \rightarrow PbCO_3 + 2\ NaNO_3$$

الرقم الهيدروجيني(pH)

تعريف:

الرقم الهيدروجيني (pH) هو مقياس لمدى حمضية أو قلوية سائل. يُقاس على مقياس من ٠ إلى ١٤، حيث:

- **0** : حمضي للغاية
- **7** : متعادل (لا حمضي ولا قلوي)
- **14** : قلوي للغاية

مبدأ عمل مقياس:pH

يعتمد مقياس pH على قياس تركيز أيونات الهيدروجين (+H) في السائل. كلما زاد تركيز أيونات الهيدروجين، زادت حمضية السائل، وانخفض الرقم الهيدروجيني.

أهمية قياس:pH

- **فهم خصائص المواد :**يلعب الرقم الهيدروجيني دورًا هامًا في فهم خصائص المواد الكيميائية، مثل التفاعلات الكيميائية، والذوبان، والتآكل.
- **التحكم في العمليات الصناعية :**يُستخدم الرقم الهيدروجيني للتحكم في العديد من العمليات الصناعية، مثل تصنيع المواد الغذائية والأدوية ومستحضرات التجميل.

- **الحفاظ على صحة الإنسان :**يلعب الرقم الهيدروجيني دورًا هامًا في الحفاظ على صحة الإنسان، حيث يجب أن يكون الرقم الهيدروجيني للسوائل داخل الجسم في نطاق ضيق للحفاظ على وظائفه الحيوية.

طرق قياس:pH

- **مؤشرات :pH** وهي مواد تتغير ألوانها اعتمادًا على تركيز أيونات الهيدروجين.
- **أجهزة قياس pH الإلكترونية :**وهي أجهزة أكثر دقة لقياس تركيز أيونات الهيدروجين.

عوامل تؤثر على:pH

- **نوع المادة :**تختلف حمضية أو قلوية المواد الكيميائية بشكل طبيعي.
- **درجة الحرارة :**تؤثر درجة الحرارة على تركيز أيونات الهيدروجين في السائل، وبالتالي على الرقم الهيدروجيني.
- **تركيز المواد المذابة :**يمكن أن تؤثر المواد المذابة في السائل على تركيز أيونات الهيدروجين، وبالتالي على الرقم الهيدروجيني.

أمثلة على تطبيقات:pH

- **اختبار الحموضة في الطعام :**يتم استخدام اختبارات pH للتحقق من حمضية أو قلوية الطعام، مثل الفواكه والخضروات ومنتجات الألبان.
- **اختبار التربة :**يتم استخدام اختبارات pH لتحديد حمضية أو قلوية التربة، مما يساعد المزارعين على اختيار المحاصيل المناسبة وتخصيب التربة بشكل فعال.
- **اختبار مياه حمام السباحة :**يتم استخدام اختبارات pH للتحقق من مستوى pH لمياه حمام السباحة، حيث يجب أن يكون في نطاق معين للحفاظ على صحة السباحين.

اختبار الترسيب بين H_2SO_4 وNaOH

الهدف:

- **ملاحظة تفاعل الترسيب بين حمض الكبريتيك (H2SO4) وهيدروكسيد الصوديوم (NaOH).**
- **فهم مبدأ تكوين الرواسب في التفاعلات الكيميائية.**

المواد الكيميائية والأدوات:

- **محلول حمض الكبريتيك0.1M (H2SO4)**
- **محلول هيدروكسيد الصوديوم0.1M (NaOH)**
- **أنابيب اختبار**
- **قطارة**
- **نظارات واقية**
- **قفازات**

الخطوات:

١. **ارتداء النظارات الواقية والقفازات.**
٢. **صب ٢ مل من محلول H2SO4 0.1M في أنبوبة اختبار.**
٣. **أضف قطرات من محلول NaOH 0.1M إلى أنبوبة الاختبار باستخدام القطارة، مع التحريك المستمر.**
٤. **راقب التغيرات التي تحدث في المحلول.**

الملاحظات:

- **يجب أن تلاحظ تكوين رواسب بيضاء في قاع أنبوبة الاختبار.**
- **تتكون الرواسب نتيجة تفاعل أيونات الكبريتات (SO42-) من H2SO4 مع أيونات الصوديوم (Na+) من NaOH لتكوين كبريتات الصوديوم (Na2SO4) غير القابلة للذوبان.**
- **يمكن كتابة معادلة التفاعل الكيميائي على النحو التالي:**

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

التفسير:

- **في هذا التفاعل، تتبادل الأيونات بين المواد المتفاعلة لتكوين مركبات جديدة.**
- **تُفقد أيونات الهيدروجين (H+) من H2SO4 وتكتسب أيونات الهيدروكسيد (OH-) من NaOHلتكوين الماء.(H2O)**
- **تتفاعل أيونات الكبريتات (SO42-) من H2SO4 مع أيونات الصوديوم (Na+) من NaOHلتكوين كبريتات الصوديوم (Na2SO4) غير القابلة للذوبان.**
- **تتكون الرواسب عندما لا يكون المركب الجديد (Na2SO4) قابلًا للذوبان في الماء.**

أنواع الأملاح

تصنيف الأملاح:

- **حسب المصدر:**
  - **أملاح طبيعية :**تتواجد في الطبيعة، مثل ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) الموجود في مياه البحار.
  - **أملاح صناعية :**تُصنع في المختبر، مثل كبريتات الصوديوم المستخدمة في صناعة المنظفات.
- **حسب التركيب الكيميائي:**
  - **أملاح أحادية القاعدة :**تحتوي على كاتيون أحادي الذرة، مثل كلوريد الصوديوم.(NaCl)
  - **أملاح ثنائية القاعدة :**تحتوي على كاتيون ثنائي الذرة، مثل كبريتات الكالسيوم .(CaSO4)
  - **أملاح متعددة القواعد :**تحتوي على كاتيون متعدد الذرات، مثل فوسفات الصوديوم.(Na3PO4)
- **حسب قابلية الذوبان في الماء:**
  - **أملاح قابلة للذوبان :**تذوب بسهولة في الماء، مثل كلوريد الصوديوم.(NaCl)
  - **أملاح قليلة الذوبان :**تذوب بصعوبة في الماء، مثل كبريتات الكالسيوم .(CaSO4)
  - **أملاح غير قابلة للذوبان :**لا تذوب في الماء، مثل هيدروكسيد الكالسيوم .(Ca(OH)2)

أمثلة على أنواع الأملاح:

- **كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) :**ملح أحادي القاعدة قابل للذوبان في الماء، ويستخدم في الطعام وحفظ الأطعمة.
- **كبريتات الصوديوم :**ملح ثنائي القاعدة قابل للذوبان في الماء، ويستخدم في صناعة المنظفات.
- **فوسفات الصوديوم :**ملح متعدد القواعد قابل للذوبان في الماء، ويستخدم في المنظفات ومواد التنظيف.
- **نترات البوتاسيوم :**ملح أحادي القاعدة قابل للذوبان في الماء، ويستخدم كسماد للنباتات.
- **كربونات الكالسيوم :**ملح ثنائي القاعدة قليل الذوبان في الماء، ويستخدم في صناعة الأسمنت وبناء الطرق.

- **هيدروكسيد الكالسيوم (جير حار) :**ملح ثنائي القاعدة غير قابل للذوبان في الماء، ويستخدم في صناعة البناء ومعالجة المياه.

خصائص الأملاح:

- **تتكون الأملاح من أيونات موجبة (كاتيونات) وأيونات سالبة (أنيونات).**
- **الأملاح قابلة للتوصيل الكهربائي في الحالة السائلة أو المنصهرة.**
- **الأملاح لها طعم مميز، مثل المالح والحامض والمر.**
- **تلعب الأملاح دورًا هامًا في العديد من العمليات الحيوية، مثل تنظيم وظائف الجسم ونقل الإشارات العصبية.**

اختبار عسرة الماء

ما هو اختبار عسرة الماء؟

اختبار عسرة الماء هو اختبار يُستخدم لتحديد كمية أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم الموجودة في الماء.

ما هي أهمية اختبار عسرة الماء؟

- **يُساعد في تحديد ما إذا كان الماء مناسبًا للاستخدام المنزلي.**
- **يُساعد في تحديد ما إذا كان الماء مناسبًا للاستخدام الصناعي.**
- **يُساعد في تحديد ما إذا كان الماء مناسبًا للشرب.**

ما هي أنواع اختبار عسرة الماء؟

- **اختبار الصابون :**يُستخدم هذا الاختبار بشكل شائع لتحديد عسرة الماء.
  - **طريقة الاختبار:**
    - أضف قطرات من محلول الصابون إلى الماء.
    - لاحظ كمية الرغوة التي تتكون.
    - **النتائج:**
    - **إذا كانت كمية الرغوة قليلة، فهذا يدل على وجود عسرة في الماء.**
    - **إذا كانت كمية الرغوة كبيرة، فهذا يدل على عدم وجود عسرة في الماء.**
- **اختبار المعايرة :**يُستخدم هذا الاختبار لتحديد عسرة الماء بشكل أكثر دقة.
  - **طريقة الاختبار:**
    - أضف محلولًا من حمض EDTA إلى الماء.

- لاحظ كمية حمض EDTA التي تم استخدامها لمعايرة الماء.
- **النتائج:**
  - **كلما زادت كمية حمض EDTA التي تم استخدامها، فهذا يدل على وجود عسرة أكبر في الماء.**

ما هي العوامل التي تؤثر على عسرة الماء؟

- **نوع الصخور التي يتسرب منها الماء.**
- **كمية الأمطار التي تهطل على المنطقة.**
- **درجة حرارة الماء.**

كيف يمكن إزالة عسرة الماء؟

- **الغليان :**يُمكن إزالة عسرة الماء المؤقتة عن طريق الغليان.
- **التبادل الأيوني :**يُمكن استخدام راتنجات تبادل الأيوني لإزالة أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم من الماء.
- **التناضح العكسي :**يُمكن استخدام ضغط مرتفع لدفع الماء عبر غشاء شبه نافذ، مما يسمح بإزالة أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم من الماء.

العسرة الكلية للماء Total hardness

تشمل :- أ- العسرة المؤقتة Temporaty hardness

ب- العسرة الدائمية Permanent hardness

وبعبارة أخرى أن الماء العسر هو الماء الحاوي على أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والى حد ما يكون حاوياً على معادن أخرى (مثل الحديد والألمنيوم والمنغنيز) وهذهِ الأملح تتطلب كميات كبيرة من الصابون أو تترك رواسب على الأواني التي تحولها عند تبخرها .

وتعرف العسرة على أنها صفة الماء التي تمثل التركيز الكلي للكالسيوم بال ملغم (كاربونات الكالسيوم) في لتر (ماء) .

إحدى طرق التصنيف المقبولة لعسرة الماء هي طريقة براون وجماعته 1970 حيث أشاروا إلى أنواع العسرة بأرقام تشير إلى تركيز المواد المسببة لعسرة الماء وكما يلي :-

1. (0 – 60) mg / Lit عسرة خفيفة
2. (61 – 120) mg / Lit عسرة معتدلة
3. (121 – 180) mg / Lit فما فوق عسرة شديدة

ويجدر الإشارة إلى إن أملاح أل Mg , Ca أما على شكل بيكاربونات Mg , Ca أو كلوريدات Mg , Ca أو كبريتات Mg , Ca .

أولاً :- حساب العسرة الكلية Total hardness

المواد المستخدمة :-

1. المحلول المنظم Buffer Solution مكون من ($NH_4CL+NH_4OH+MgCL_2$+Na Salt of)
2. المحلول المثبط .inhibitor Sol (كبريتات الصوديوم المائي $Na_2S.5\ H_2O$) (EDTA + D.W)
3. الدليل indicator (صبغة Erichrome Black T)
4. محلول EDTA Ethylen Diamine tetra acetic Acid

طريقة العمل :-

1. يوضع 50 ml من عينة الماء في الفلاسك Flask ويضاف أليه قطرات من المحلول المنظم للحصول على PH = 10 (بواسطة ورق -----) .
2. يضاف أليه (1 ml) من المحلول المثبط ثم يضاف أليه 0.2 gm من الدليل .
3. يسحح الخليط مع محلول EDTA ويسجل الحجم النازل من السحاحة وتحسب العسرة الكلية حسب المعادلة التالية :-

$$\text{العسرة الكلية (ملغم / لتر)} = \frac{\text{حجم محلول EDTA (ml)} \times 1000}{\text{حجم ماء النموذج (ml)}}$$

ثانياً :- حساب العسرة الدائمية Permanent hardness

طريقة العمل :-

1. يؤخذ 250 ml من عينة الماء ويغلى لمدة (30 - 20) ثم يترك ليبرد ويرشح
2. يؤخذ 50 ml من الماء السابق وتجرى علية نفس الخطوات التي أجريت لحساب العسرة الكلية ويطبق نفس القانون السابق .

ثالثاً :- حساب العسرة المؤقتة Temporary hardness

نستخرج حسابياً من المعادلة التالية :-

العسرة المؤقتة = العسرة الكلية – العسرة الدائمية .

المناقشة :-

- ❖ أن مادة EDTA عبارة عن حامض ضعيف + ملح الحامض وهو مركب عضوي نحصل بواسطة انتقائية عالية .
- ❖ المحلول المنظم يتكون من مزيج من حامض ضعيف واحد أملاحها وقاعدة ضعيفة واملاحها .
- ❖ أما الدليل المستخدم فهو عبارة عن مواد كيمياوية تكون معقدات عند اتحادها مع أيونات الفلزات الحمراء ولأجل ملاحظة التغير في لون الدليل من الضروري تثبيت ألPH بحدود 10 لكي يتطلب تركيز الصبغة الزرقاء لهذا الدليل .

ملاحظة تذكر للطلاب :-

- إن لمركب EDTA القابلية على الارتباط بالمعدن حيث يرتبط مع أيونات Mg,Ca ويكون معقد معها عند التسحيح .
- الصبغة المستخدمة عند أضافتها إلى أي محلول مائي للأيونات المعدنية الموجبة PH=10 يتكون اللون الأحمر نبيذي وإذا أضيفت EDTA فأن أيونات Mg,Ca سترتبط به ويتحول اللون الأحمر إلى الأزرق دليل على نهاية التفاعل .
- فائدة المثبط هي التخلص من التداخل الذي قد يحصل في التفاعل لوجود بعض أيونات المعادن مما يبدو عدم وضوح نقطة النهاية .
- العسرة الكلية يعبر عنها بكاربونات الكالسيوم وذلك لأن الكالسيوم الموجب المتغلب في المياه الطبيعية عادة .

تراكيز المحاليل الكيميائية

The concentrations of the chemical solutions

كيفية معرفتها وقياسها وطرق التعبير عنها

المحلول solution: هو مزيج متجانس من مادتين أو أكثر، لا يمكن عزلهما عن بعضهما البعض بأي أسلوب ميكانيكي، كالترشيح مثلاً. يتكون المحلول من مذيب ومذاب وتكون كمية المذيب غالبا أكبر من كمية المذاب، يمكن فصلهما عن بعضهما بطريقة التبخير بحيث لا يتسبب في أي تفاعل كيميائي بين المكونين، مثال على ذلك محلول ملح الطعام في الماء... وتُسمّى عملية الحلّ بالإذابة أو الذوبان. يطلق على المذيب والمذاب معا اسم المحلول.

التركيز concentration:

هو إحدى خصائص المحاليل بكافة أنواعها؛ ويعبرعن نسبة وجود المذاب إلى المذيب أو نسبة وجود المذاب إلى المحلول الكليّ، ولا بدّ من تعريف المذاب والمذيب.

المذاب: هي المادة التي تتم إذابتها في المذيب أو المحلول وتكون كميتها قليلة وقد تكون صلبة أو سائلة أوغازية.

المذيب: هي المادة السائلة التي تستقبل المذاب. وتكون المذيبات عادة موائع صافية لا لون لها وأغلبها يتصف برائحة مميزة. معظم المذيبات التي تستخدم عبارة عن مذيبات عضوية. يجب أن يكون المذيب خاملاً بالنسبة للمذاب حتى لا يحدث تفاعل بينهما ينتج عنه مركبات جديدة.

طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل

هناك عدة طرق لقياس تراكيز المحاليل والتعبير عنها:

1- النسبة المئوية الوزنية (w/w): عدد **جرامات المذاب** المحلولة في مئة (100) مللتر من **المحلول.** فمحلول مائي تركيزه مثلاً 2% وزناً؛ هذا يعني أن كتلة المذاب 2 جرام مذابة في 100 مللتر من المحلول. من خلال التطبيق التالي:

$$(2/100) \times \%100 = \%2$$

2- النسبة المئوية الحجمية (v/v): هي عبارة عن عدد **حجوم المذاب** المحلولة في مئة (100) مللتر من **المحلول.** فمحلول مائي تركيزه مثلاً 3% حجماً؛ هذا يعني أن حجم المذاب يساوي 3 مللتر مذابة في 100 مللتر من المحلول، من خلال التطبيق التالي:

$$(3/100) \times \%100 = \%3$$

3- **الجزيئية الحجمية /المولارية (M)** Molarity: هي عدد مولات المذاب في حجم 1000 مللتر (لتر) من المحلول. إذن هي نسبة بين **وزن المذاب** و**حجم المذيب**.

المولارية = عدد مولات المذاب / 1000 مللتر (لتر) من المحلول

أو المولارية = عدد الاوزن الجزيئية الغرامية من المادة المذابة (عدد المولات)/ لتر واحد من المحلول.

$$\text{عدد المولات (n)} = \frac{\text{الكتلة m (غم)}}{\text{الوزن الجزيئي (الكتلة المولية) M.wt. ب(غم/مول)}}$$

*في **الديناميكا الحرارية** يكون استخدام التركيز المولي (المولارية) **غير مناسب** لأن **حجم** معظم المحاليل **يعتمد على درجة الحرارة** بسبب التمدد الحراري لها. ويمكن حل هذه المشكلة باستخدام قياس التركيز المتعلق بدرجة الحرارة مثل المولالية (المولية الوزنية) (molality).

4- الجزيئية الوزنية / المولالية (m): هي عبارة عن **نسبة عدد مولات المذاب** إلى وزن 1000 غرام (كيلوغرام) من **المذيب**. إذن هي نسبة وزنية بين **وزن المذاب** و**وزن المذيب**.

المولالية = عدد مولات المذاب/ 1000غم من المذيب، ويمكن حساب عدد مولات المذاب بالقانون التالي:

عدد مولات المذاب (n) مول = وزن المذاب (غم) / وزنه الجزيئي (غم/ مول)

$$\therefore \text{التركيز المولالي (m)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب n (مول)}}{\text{وزن (كتلة) المذيب ب(كغم)}}$$

المولارية (M) = عدد مولات المذاب / 1000 مللتر (لتر) من المحلول

$$\text{المولارية (M)} = \frac{\text{كتلة المذاب m (غم)}}{\text{الوزن الجزيئي للمذاب (M.wt.) ب(غم/مول)} \times \text{حجم المحلول (لتر)}}$$

$$\text{حجم المحلول (لتر)} = \frac{\text{حجم المحلول (مليلتر)}}{1000}$$

اي ان:

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

Wt = وزن , M.Wt = وزن جزيئي

5- الجزء في المليون (ppm) والجزء في البليون (ppb): هي طريقة قياس تركيز المادة المذابة بشكل قليل جداً في المحلول. وتستخدم هذه الطريقة في القياسات الدقيقة وخاصة في مصانع الأدوية.

فمحلول تركيزه 2 جزء في المليون (2ppm)؛ يعني أن **كل مليون جزء من المحلول يحتوي على 2 جزء من المذاب.**

وأن محلول تركيزه 5 جزء في البليون (5ppb)؛ يعني أن **كل بليون جزء من المحلول يحتوي على 5 أجزاء من المذاب.**

6- العيارية/ النورمالية Normality (N) : هي عبارة عن عدد المكافئات الغرامية للمادة المذابة في حجم محلول مقداره لترٌ واحدٌ (1000 مللتر).

العيارية = عدد الاوزان المكافئة الغرامية (الوزن المكافئ) من المذاب / لتر من المحلول

يحسب المكافىء الغرامي الواحد من أي مادة من خلال حساب عدد مولات المادة المذابة مقسوماً على التكافؤ الكيميائي للمادة المذابة أي على عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة (اذا كان التفاعل اكسدة واختزال)، وإذا كانت المادة حامضاً أو قاعدة تُقسم على درجة الحامض أو درجة القاعدة.

اي ان المحلول العياري هو ذلك المحلول الذي يحتوي اللتر الواحد منه على وزن مكافئ غرامي واحد one gram equivalent weight من المادة المذابة او يحتوي المليلتر الواحد منه على وزن مليمكافئ غرامي واحد من المادة المذابة.

إذن تركيز المحلول: يعبر عن النسبة بين كمية المذاب وكمية المذيب (او المحلول)

وعليه:

∴ التركيز العياري (النورمالي) (N) = عدد المكافئات الغرامية للمذاب / حجم المحلول (لتر)

التركيز العياري (N) = وزن المذاب m (غم) / وزنه المكافئ / حجم المحلول (مليلتر) / 1000

$$N = \frac{wt}{Eq.wt} \times \frac{1000}{V}$$

الوزن المكافئ Eq.Wt. Equivalent weight

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن الجزيئي M.wt (غم/ مول)}}{\text{1- عدد ايونات الهيدروجين } (H^+) \text{ القابلة للإحلال أو الابدال}}$$

2- عدد ايونات الهيدروكسيل (OH^-) القابلة للإحلال أو الابدال

3- عدد الالكترونات المفقودة أو المكتسبة

الوزن المكافئ للحامض : هو وزن الحامض الذي يحرر غراما واحد من ايون الهيدوجين H^+ (بروتون واحد)

$$\text{الوزن المكافئ للحامض} = \frac{\text{الوزن الجزيئي M.wt (غم/ مول)}}{\text{1- عدد ايونات الهيدروجين } (H^+) \text{ القابلة للإحلال أو الابدال}}$$

فالوزن المكافئ لحامض الهيدروكلوريك (HCl) أو النتريك (HNO_3) أو الخليك (CH_3COOH) يساوي وزنه الجزيئي، لأن كل جزيئة من هذه الحوامض تحرر بروتونا واحدا (H^+) في تفاعل التعادل.

الوزن الجزيئي لمادة ما = مجموع الاوزان الذرية لمكوناتها

الوزن الجزيئي لحامض الهيدروكلوريك HCl = الوزن الذري لعنصر الكلور+ الوزن الذري لعنصر الهيدروجين

الوزن الجزيئي لحامض HCl = $35.5 + 1 = 36.5$ غم/ مول وهو = الوزن المكافئ لها

إذن الوزن المكافئ لحامض الهيدروكلوريك HCl = 36.5 غم/ مول

بينما الوزن المكافئ لحامض الكبريتيك (H_2SO_4) (وهو حامض ثنائي الهيدروجين) يساوي وزنه الجزيئي مقسوما على 2.

الوزن الجزيئي لحامض الكبريتيك H_2SO_4 = الوزن الذري (لعنصر الأوكسجين × 4) + الوزن الذري لعنصر الكبريت + الوزن الذري لعنصر الهيدروجين × 2

الوزن الجزيئي لحامض الكبريتيك $H_2SO_4 = (4 \times 16) + 32 + (2 \times 1)$

$= 98$

إذن الوزن المكافئ لحامض الكبريتيك H_2SO_4 = الوزن الجزيئي للحامض مقسوم على 2

$= 98 / 2 = 49$ غم/ مول

الوزن المكافئ للقاعدة : هو الوزن الذي يحرر غراما أيونيا من أيون الهيدروكسيل (OH^-)

بصورة عامة هو: **وزن** القاعدة **الذي يكتسب أو يتفاعل مع بروتون واحد** ويقاس بوحدة **غم/ مول**

فالوزن المكافئ لهيدروكسيد الصوديوم NaOH وهي قاعدة أحادية الهيدروكسيل :

$$Na^+OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O + Na^+$$

$$\text{الوزن المكافئ للقاعدة NaOH} = \frac{\text{وزنها الجزيئي}}{\text{عدد مجاميع الهيدروكسيل (OH) القابلة للإحلال أو الإبدال}}$$

∴ الوزن المكافئ لهيدروكسيد الصوديوم NaOH = وزنها الجزيئي / 1

= مجموع الأوزان الذرية لمكونات NaOH = 1 + 16 + 23 = 40 غم/ مول

بينما الوزن المكافئ لهيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ وهي قاعدة ثنائية الهيدروكسيل:

$$Ca^{+2}(OH)_2 + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O + Ca^{+2}$$

الوزن المكافئ لل $Ca(OH)_2$ = وزنها الجزيئي M.wt (غم/ مول) / عدد ايونات الهيدروكسيل (OH^-) القابلة للإحلال أو الابدال

الوزن الجزيئي لهيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ = 40 + [2 × (16+1)] = 74 غم/ مول

∴ الوزن المكافئ لهيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ = 74 / 2 = 37 غم/ مول

الوزن المكافئ للملح: هو وزن الملح الذي يحتوي على فلز يمكن أن يتحد مع أو يحل محل أيون الهيدروجين.

فالوزن المكافئ للملح القاعدي مثل كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 في حالة استعمال دليل الفينونفثالين:

$$Na_2CO_3 + H^+Cl \longrightarrow NaHCO_3 + NaCl$$

فالوزن المكافئ للقاعدة Na_2CO_3 هنا = وزنها الجزيئي

أما في حالة استعمال دليل المثيل البرتقالي

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow H_2CO_3 + 2NaCl$$

$$\text{الوزن المكافئ لل } Na_2CO_3 = \frac{\text{وزنها الجزيئي M.wt (غم/ مول)}}{\text{عدد ايونات الفلز } (M^+) \text{ القابلة للإحلال أو الابدال}}$$

الوزن المكافئ للعامل المؤكسد والمختزل: هو وزن المادة الذي يكتسب أو يفقد (يحرر) الكترونا واحدا او الذي يعاني تغيراً في عدد تأكسده مقداره واحد في تفاعل الأكسدة والاختزال.

العامل المؤكسِد: هو المادة التي تكتسب إلكترون أو أكثر في تفاعلات الأكسدة-اختزال فهي تُختَزَل

$$\text{الوزن المكافئ للعامل المؤكسد} = \frac{\text{وزنه الجزيئي M.wt (غم/ مول)}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

العامل المختزل: هو المادة التي تفقد إلكترون أو أكثر في تفاعلات الأكسدة-اختزال فهي تتأكسد

$$\text{الوزن المكافئ للعامل المختزل} = \frac{\text{وزنه الجزيئي M.wt (غم/ مول)}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}}$$

* تفاعل فلز النحاس مع محلول نترات الفضة ($Ag^+ + NO_3^-$):

يفقد النحاس إلكترونات حسب نصف المعادلة: $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2.e^-$

تكتسب أيونات الفضة إلكترونا حسب نصف المعادلة: $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$

المعادلة الحصيلة للتفاعل بذلك هي: $Cu + 2.Ag^+ \longrightarrow Cu^{2+} + 2.Ag$

✓ فعنصر النحاس Cu هنا يمثل العامل المختزل لأنه اختزل أيون الفضة الأحادي Ag^+ الى فلز الفضة Ag، بينما تأكسد هو (Cu) الى أيون النحاس الثنائي Cu^{2+}. أما أيون الفضة الأحادي Ag^+ يمثل هنا العامل المؤكسد لأنه أكسد فلز النحاس Cu الى أيون النحاس الثنائي Cu^{2+} في تفاعل الأكسدة والاختزال

❑ إذن باختصار يمكن حساب الوزن المكافئ لأي مادة عن طريق القانون التالي:

$$Ew = \frac{Mw}{n_{(H^+, OH^-, \bar{e})}}$$

حيث: Ew الوزن المكافئ، Mw الوزن الجزيئي، n تعبر عن عدد المولات من وحدات أيونات الهيدروجين (H^+) أو الهيدروكسيد (OH^-) أو الفلز (M^+) القابلة للإحلال أو الإبدال أو عن عدد الإلكترونات المشاركة في تفاعلات الأكسدة والاختزال

مثال: ما عدد الغرامات المذابة في 250ml من محلول كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 الذي عياريته 0.2 عياري؟

$$N= \frac{\boldsymbol{Wt}}{\mathbf{eq.Wt}} X1000\backslash Vml$$

$$0.2= \frac{\boldsymbol{Wt}}{\mathbf{53}} X1000\backslash 250ml \longrightarrow Wt=2.65\ gm$$

مثال *:ما عيارية HCL* الذي يحتوي اللترالواحد من محلوله على *37.413 gm* من غاز *HCL* ؟

$$N= \frac{\text{وزن المادة المذابة في لتر}}{\text{الوزن المكافئ}} = \frac{\mathbf{37.413}}{\mathbf{36.5}} = 1.025 \ \textit{عياري}$$

ومن تعريف *العيارية نستنتج* بان اي حجم من اي محلول يكافئ كيميائيا نفس الحجم من اي محلول يتفاعل معه ما دامت قوتا المحلول العياريتين متساويتين وذلك لان الاوزان المكافئة للمواد المتكافئة كيميائيا فعندما يتعادل *V1* مللتر من محلول ما عياريته *N1* مع *V2* مللتر من محلول اخر عياريته *N2* فان عدد المكافئات الغرامية او الملغرامية المذابة في كل من الحجمين متساوي وتكون N1 V1 = N2 V2

مثال : ما عدد المللترات من محلول حامض الكبريتيك الذي تركيزه *0.25* مولاري المتفاعل مع *10* مللتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم الذي تركيزه *0.25* مولاري؟

N_{H2SO4} = 2X0.25=0.5 normal

N_{NaOH} = 0.25 normal

$N_{H2SO4} \cdot V_{H2SO4} = N_{NaOH} \cdot V_{NaOH}$

0.5 XV = 0.25 X 10

V_{H2SO4} = 5 ml

مثال:ما عدد غرامات تترات الفضة *AgNO3* اللازمة لتحضير *500ml* من محلولها الذي درجة تركيزه *0.125* مولاري اذا علمت ان الوزن الجزيئي لنترات الفضة *169.9* ؟

$$\mathrm{M} = \frac{wt}{\mathrm{M.wt}} \mathrm{X} \frac{1000}{\mathrm{Vml}} \rightarrow Wt = \frac{MXm.wtXVml}{1000} = 10.62gm$$

مثال:ما هو التركيز المولالي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم الناتج من اذابة 4gm منها في 500gm من الماء؟

عدد المولات= $\frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الجزيئي}} = \frac{4}{40} =$ 0.1 مول

المولالية= $\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{1000 غرام من المذيب}} = \frac{0.1}{500/1000} = 0.1 \times \frac{1000}{500} =$ 0.2 مول/كغم

٦- التركيز المئوي:

*النسبة المئوية الوزنية الحجمية : $\frac{W}{V}\ \% = \frac{\text{وزن المادة الذابة}}{\text{حجم المحلول}} X100$

** النسبة المئوية الوزنية: هي نسبة وزن المذاب الى الوزن الكلي(المذاب +المذيب) X بوحدات الغرامات، $\frac{W}{W}\ \% = \frac{\text{W solute}}{\text{Wsolute+Wsolvent}} X100$

***النسبة المئوية الحجمية: $\frac{V}{V}\ \% = \frac{\text{V solute}}{\text{Vsolute+Vsolvent}} X100$

جزء لكل الف جزء (PPt)، 1PPt = 1غرام من المذاب لكل لتر من المحلول

PPt= $\frac{\text{وزن المذاب}}{\text{وزن المحلول}} X1000$

جزء لكل مليون جزء (PPm)، 1PPm = 1ملغرام من المذاب لكل لتر من المحلول

PPm= $\frac{\text{وزن المذاب}}{\text{وزن المحلول}} X10^6$

جزء لكل بليون جزء (PPb)، 1PPb = 1مايكروغرام من المذاب لكل لتر من المحلول

PPb= $\frac{\text{وزن المذاب}}{\text{وزن المحلول}} X10^9$

مثال :اذا علمت ان كثافة محلول حامض الخليك الذي يحتوي اللتر منه على *80.8gm* من الحامض في *20*درجة مئوية هي *1.0097gm/cm* ،عبر عن تركيز المحلول بالمولاري والمولالي وبالتركيز المئوي الوزني ثم بالكسر المولي؟

1- التركيز المولاري $\mathrm{M} = \frac{\boldsymbol{wt}}{\mathbf{M.wt}} \mathrm{X} \frac{\mathbf{1000}}{\mathbf{Vml}}$

$\mathrm{M} = \frac{\mathbf{80.8}}{\mathbf{60.1}} \mathrm{X} \frac{\mathbf{1000}}{\mathbf{1000}} = 1.34 \frac{\mathbf{mol}}{\mathbf{L}}$

2-التركيز المولالي $\mathrm{m} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{وزن المذيب كغم أو الغرام}} \mathrm{X}\ \mathbf{1000}$

$\mathrm{m} = \frac{\text{وزن المذاب}}{\text{وزن صيغته الجزيئية}} \mathbf{X} \frac{\mathbf{1000}}{\text{وزن المذيب بالغرامات}}$

وزن المذيب=وزن المحلول- وزن المذاب

وزن المحلول= كثافة المحلول×الحجم

1000X 1.0097 =

1009.7 gm =

$\mathrm{m} = \frac{\mathbf{80.8}}{\mathbf{60.1}} \mathrm{X} \frac{\mathbf{1000}}{\mathbf{80.8-(1.0097X1000)}}$ ------> m=1.45 molality

٣-التركيزالمئوي: $= \frac{\text{وزن المذاب}}{\text{وزن المحلول}} \mathrm{X}\ \mathbf{100}$

التركيز المئوي للحامض= $\frac{\mathbf{80.8}}{\mathbf{1.0097X1000}} \mathrm{X}\ 100$ =*8%* حامض

التركيز المئوي للماء= $\frac{\mathbf{(80.8-1.0097X1000)}}{\mathbf{1.0097X1000}} \mathrm{X}\ 100$ =*92%* ماء

٤-الكسر المولي للمذاب

$\mathrm{X1}=\frac{\mathbf{W1}}{\mathbf{W1+W2}}$

$$X1=\frac{\mathbf{80.8/60.1}}{\mathbf{80.8/60.1}+\left(\frac{\mathbf{1009.7X1000}}{\mathbf{18}}\right)}=0.025$$

مثال:ما عدد غرامات ملح كلوريد الصوديوم *NaCL* الذي يحتوي حجم قدره *500ml* من محلول الذي نسبة الوزن الى الحجم فيه مساوية الى *0.859%* ؟

عدد الغرامات= النسبة المئوية الوزنية × الحجم

الوزن بالغرام = $\%\ \frac{\text{الوزن}}{\mathbf{100ml}}$ X Vml = $\frac{\mathbf{0.859}}{\mathbf{100}}$ X 500 = 4.25 gm

مثال: اذا كانت نسبة الوزن الى الحجم W/v لمحلول الكلوكوز مساوية 5% فما عدد غرامات الكلوكوز المذابة منه في لتر؟

الوزن بالغرام= $\%\ \frac{\text{الوزن}}{\mathbf{100ml}}$ X Vml = $\frac{\mathbf{5}}{\mathbf{100}}$ X 1000 = 50gm

مثال :اذا كان الغالون (3800 ml) من محلول يحتوي على الكحول الاثيلي بنسبة 10PPm فكم ملغراما يحتوي المحلول من هذا الكحول؟

الوزن بالملغرام= $PPm\ \frac{\text{الوزن}}{\mathbf{1000ml}}$ X Vml = $\frac{\mathbf{10}}{\mathbf{1000}}$ X 3800 = 38mg

مثال: احسب النسبة المئوية الحجمية لمحلول حضر باضافة 50ml من الكحول المثيلي الى 200ml من الماء ،مع الافتراض ان هذه الحجوم قابلة للاضافة؟

حجم المحلول الناتج = 200+50 = 250 ml

V/V% = $\frac{\mathbf{50}}{\mathbf{250}} X100 = 20\%$

مثال: احسب النسبة المئوية الوزنية لمحلول حضر باضافة 5gm من نترات الفضة الى 100ml من الماء مفترضا بان كثافة الماء $1gm/cm^3$؟

وزن المذيب = الحجم ×الكثافة = 100 ×1 = 100gm

وزن المحلول = وزن المذيب + وزن المذاب =100 +5 = 105gm

W/W%= $\frac{\mathbf{5}}{\mathbf{105}} X100 = 4.76\%$

ا

مثال :اذاكانت عيارية محلول تساوي 0.09242 فما هو الحجم الذي تجب ان يخفف منه الى 500ml للحصول على محلول عياريته 0.05 عياري؟

بالتعويض بالمعادلة :- N1 . V1 =N2 . V2

0.09242 X V1 = 0.05 X 500

ا

مثال (1) :

احسب مولارية محلول يتكون من إذابة 20 gm هيدروكسيد الصوديوم في 500 ml من الماء ؟

الحل :

$$\text{عدد مولات } NaOH = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن ألجزيئي}} = \frac{20}{40} = 0.5 \text{ مول}$$

$$\text{حجم المذيب باللتر} = \frac{500}{1000} = 0.5 \text{ لتر}$$

$$\text{المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{0.5}{0.5} = 1.0 \text{ مول / لتر}$$

مثال (2) :

احسب مولارية حامض الكبريتيك المتكون من إذابة 49 gm من الحامض في 100 ml من الماء ؟

الحل :

$$\text{عدد مولات } H_2SO_4 = \frac{49}{98} = 0.5 \text{ مول}$$

$$\text{حجم المحلول باللتر} = \frac{100}{1000} = 0.1 \text{ لتر}$$

$$\text{المولارية} = \frac{0.5}{0.1} = 5.0\ M$$

مثال (1) :

احسب مولالية محلول يتكون من إذابة 40 gm هيدروكسيد الصوديوم في 2 لتر من الماء .

الحل :

$$\text{عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الجزيئي}} = \frac{40}{40} = 1.0 \text{ مول}$$

$$\text{الوزن} = \text{الحجم} \times \text{الكثافة}$$

$$\text{وزن المحلول بالكيلوجرام} = 1000 \text{ ml} \times 1 \text{ gm/ml} = 1000 \text{ gm}$$

وذلك باستخدام كثافة الماء تعادل 1.0 gm/ml (gm/cm^3)

ε يمكن تطبيق القانون :

$$\text{المولالية} = \frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{وزن المذيب بالكيلوجرام}}$$

أو باستخدام القانون :

$$= \frac{1.0}{1000/2000} = 0.5 \text{ m} = 0.5 \text{ مول / كيلوجرام}$$

$$\text{المولالية} = \frac{\text{الوزن للمذاب}}{\text{الوزن الجزيئي}} \times \frac{1000}{\text{وزن المذيب}}$$

$$= \frac{40}{40} \times \frac{1000}{2000} = 0.5 \text{ مول / كيلوجرام}$$

مثال (2) :

أذيب 0.288 جرام من مادة معينة في 15.2 gm من البنزين (C_6H_6) ووجد أن مولالية المحلول تساوي 0,221 ، أحسب الوزن الجزيئي للمادة المذابة ؟

الحل :

$$m = \frac{W_B}{M_B} \times \frac{1000}{W_A}$$

$$0.221 = \frac{0.288}{M_B} \times \frac{1000}{15.2}$$

$$M_B = 85.73$$