الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحي

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل
المتدرب

برنامج
مقدمة في التحاليل الفيزيائية والكيمائية

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة البرنامج

كيميائي مياه – حديث

تم إعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الإدارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي

Table of Contents

1. المقدمة..... 4
2. الخصائص العامة لميـاه الشرب 5
3. الخصائص العامة لمياه الصرف الصناعي 6
4. الخصائص العامة لميـاه الصرف الصحي 7
5. أنواع التحاليل التي تجري على المياه..... 7
6. التحليل الكيميائي..... 8
6.1.التحليل الكمي بإستخدام الأجهزة(INSTRUMENTAL ANALYSIS) 19
6.2.التحليل الطيفي (SPECTROSCOPY)..... 21
6.3 ELECTRIC METHOD (طرق التحليل الجهدي POTENTIOMETRIC) 24
7. اختيار طرق التحليل..... 26
7.1.مصادر الطرق التحليلية:..... 26
7.2.طرق التشغيل القياسية:..... 26
8. التحاليل الروتينية للماء..... 29
8.1.الحـــرارة (TEMPERATURE): SM-2550 29
8.2.الأس الهيدروجيني (PH).SM 4500 31
8.3.الكلور المتبقي بالطريقة اللونية SM:DPD 4500 – CL-G..... 35
8.4.المواد الصلبة الكلية: SM 2540 36
8.5.التوصيل الكهربى ELECTRICAL CONDUCTIVITY..... 39
8.6.العكارة (TURBIDITY):SM-2130 B..... 40
8.7العسر (HARDNESS): SM-2320 B..... 43
8.8.الكلوريدات (CHLORIDES).SM: 4500-CL- B..... 46
8.9.القلوية (ALKALINITY):2320: ACID BASE REACTION SM..... 48

مقدمة الإصدار الثانى

تهدف مجموعة البرامج التدريبية المعدة من إدارة المسار الوظيفى بالشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى إلى رفع كفاءة الكيميائين العاملين بها وبالشركات التابعة لها وتنمية مهاراتهم ومعارفهم بالشكل الذى يضمن الوصول إلى كوب مياه نظيف وبيئة آمنة يرضى متطلبات وإحتياجات العملاء الكرام.

ويعتبر الإصدار الثانى من برامج المسار الوظيفى لوظيفة كيميائى مياه الشرب هو ثمرة جهود الكيميائيين العاملين بمعامل الشركات التابعة والمعمل المرجعى لمياه الشرب بالشركة القابضة بما تحمله من مزيج متجانس من الخبرات والكفاءات الذين لم يدخروا جهدا حتى يخرج هذا العمل بالطريقة اللائقة.

وجدير بالذكر أن هذا الإصدار يعتبر مكتبة مرجعية وافية وشاملة لجميع الجدارات المتضمنة المهارات والمعارف التي تجعل الكيميائى كفؤا لوظيفته.

ومما تجدر الإشارة إليه بأنه تم الاعتماد على منهجية للمسار التدريبى بحيث يكون المتدرب قد تلقى الدورات الحقلية بداية من التعرف على مراحل التنقية والمعالجة ثم الانتقال إلى الدورات المعملية داخل معمله طبقا للإطار الزمنى المحدد للمدد البينية لكل درجة وظيفية.

ولقد اعتمدنا على وضع معايير لكل مرحلة فى إعداد هذا الاصدار وكان من أهم هذه المعايير:

- المشاركة الفعالة للخبرات والكفاءات التدريبية بالشركات التابعة فى وضع المناهج بما يناسب عموم الكيميائيين على مستوى الجمهورية.
- عقد ورشة عمل متخصصة لكل مادة تدريبية يشارك بها جميع المدربين ذوى التخصص والخبرات سواء من المعمل المرجعى أو معامل الشركات فضلا عن أن يكون المدرب قد قام بتدريس هذه المادة مرات عديدة.
- استخدام وسيلة اتصال غير تزامنى بين جميع المدربين المعتمدين لكل مادة على حدة من خلال انشاء جروب على الفيس بوك لكل مادة على حده (مذكور فى دليل المدرب).
- وضع حقيبة تدريبية كاملة لكل برنامج معدة طبقا لأحدث النظم والمعايير العالمية تحتوى على (دليل المتدرب- شرائح العرض- ملحقات مقروءة ومرئية- دليل المدرب- بنك الأسئلة).
- بناء المحتوى لكل برنامج تدريبى طبقاً لأحدث المراجع العالمية ومن أهمها كتاب الطرق القياسية لتحليل مياه الشرب والصرف الصحى (الإصدار رقم 23) وبما يتوافق مع متطلبات آخر إصدارات الايزو(17025)، مع مراعاة التحديثات الخاصة بالتشريعات والقوانين ذات الصلة.

وجدير بالذكر أن الإصدار الثانى من البرامج التدريبية اعتمد فى تصميمه على عرض مبسط للمعلومات قدر الامكان طبقاً للأسس العلمية وطبقاً للجدارات المعتمدة على تحديد أهداف واضحة وصريحة لتدريب المتدربين، وتشتق تلك الجدارات من الفهم الواضح لدور المتدرب طبقا لبطاقة الوصف الوظيفى، وتتضمن معارف ومهارات وسلوك. مما يضمن إكساب المتدرب مهارات سلوكية بالإضافة إلى المواد التخصصية.

كما تم تصـميم العديد من ورش العمل على أسـاس تسـهيل وتسـريع عمليتي التعلم واكتساب المهارات بما يسمح بتعظيم الفائدة من العملية التدريبية.

كذلك تم اسـتخدام أسـاليب التدريب الحديثة والاعتماد على التدريب التفاعلى والتركيز على الجوانب التطبيقية في اسـتخدام الوسـائل والأسـاليب المختلفة ، كما تم اسـتخدام الطرق الحديثة للتعليم التفاعلي والغير تزامني كمصادر مساندة للتعلم من خلال انشاء جروب على الفيس بوك للمدربين المعتمدين (**HCWW Trainers**) .

وفى الختـام نرجوا من الله أن يتقبل منـا هذا العمل كمـا نـأمل أن يكون هذا العمل علمـا نـافعـا للعاملين بقطاع المعامل بالشـركة القابضـة والشـركات التابعة لما يشـمله من معلومات فنية قيمة وأن يفيد العاملين الجدد بها ليصبحوا قادرين على تنفيذ مهامهم الوظيفية بالشكل الأمثل .

والله ولي التوفيق.

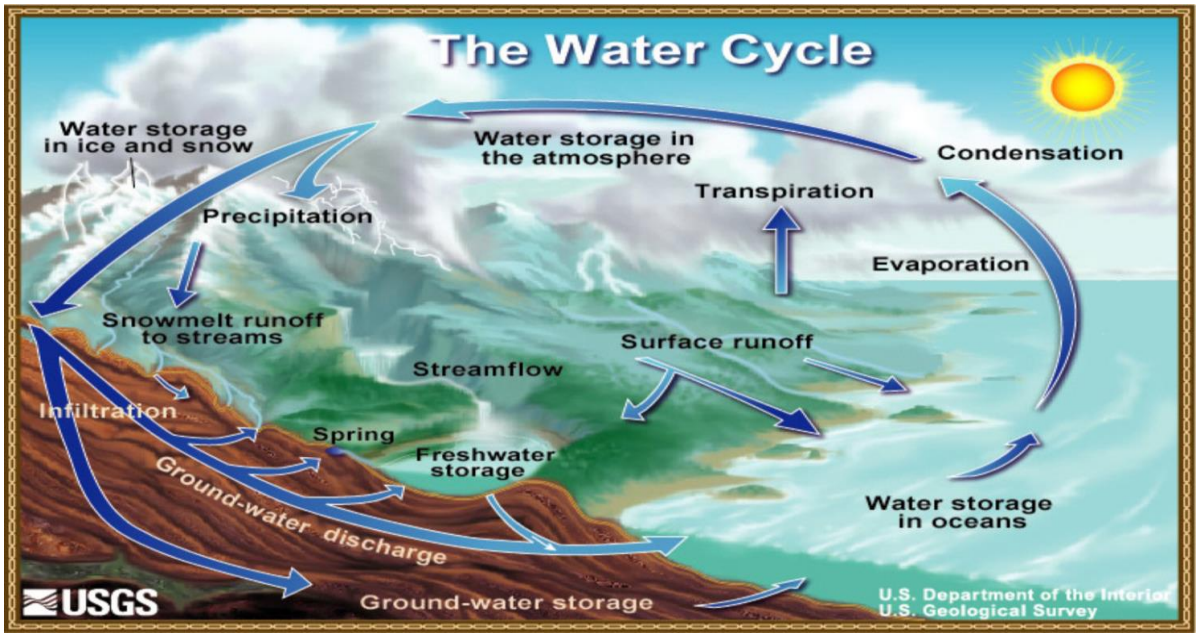
المقدمة

مما لا شك فيه أن المياه هي أساس الحياة، وتسعى كل الدول إلى تنمية مواردها المائية والحفاظ عليها نقية صالحة للاستخدامات المختلفة، كما تقوم بتدوير المياه المستخدمة بمعالجتها، أو بتحليه المياه المالحة. وتتميز مصر بتنوع مواردها المائية حيث تشمل:

1) نهر النيل وروافده وفرعيه والرياحات والترع والجنَّابيات.
2) البحرين الأبيض المتوسط والأحمر والبحيرات والمصارف والبرك.

3) خزانات المياه الجوفية

وإذا احتوت المياه على مواد غريبة اعتبرت مياه ملوثة. ومن هذه الملوثات المواد غير العضوية الذائبة والمعلقة والمواد العضوية والبكتريا والطحالب والطفيليات. وتتكون هذه الملوثات نتيجة للنشاط الزراعي والنشاط الصناعي والنشاط الآدمي. وبذلك فإن نفايات المصانع وبقايا المبيدات الحشرية ومخصبات ومحسنات التربة والمخلفات الآدمية وعوادم و وسائل النقل تعتبر من المصادر الرئيسية لتلوث المياه. والجدير بالذكر أن النفايات الصناعية تحتوي على العديد من السموم الذائبة، عضوية وغير عضوية، مما يصعب معه معالجة المياه الحاملة لها معالجة ينتج عنها ماء صالح للآستخدام الآدمي الآمن.



رسم توضيحى لدورة الماء فى الطبيعة

الخصائص العامة لميــاه الشرب

يتطلب السماح بإستخدام المياه في الشرب التأكد من تمام صلاحيتها من حيث اللون والطعم والرائحة وخلوها من كافة المكونات الضارة أو السامة وضرورة فحصها بكتريولوجيا وميكروسكوبيا.

وحيث أن مصدر مياه الشرب الرئيسي في مصر هو نهر النيل (بالإضافة إلى الآبار في بعض المناطق)، ولما كان النيل يستقبل كل يوم الكثير من المخلفات الآدمية والصناعية والزراعية لذلك وجب التأكد من خلو المياه من كل من:

1) الكائنات الدقيقة كالبكتريا، الفيروسات، الطفيليات الأولية.
2) العكارة التي يؤدى وجودها إلى تداخلها مع المطهرات المستخدمة.

3) العناصر والمواد غير العضوية السامة.
4) المركبات العضوية التخليقية مثل المبيدات والمركبات المتطايرة.
5) النواتج الثانوية الناتجة من المعالجة بالكلور لتفاعله مع المركبات العضوية.
6) المواد المشعة.

ويمكن حصر بعض المواد الموجودة في المخلفات الصناعية السائلة والتي يمكن أن تسبب التلوث فيما يلي:

- كيماويات سامة مثل المعادن الثقيلة
- أصباغ.
- زيوت وشحوم.
- مواد مسببة للرغوة.
- أحياء دقيقة.
- أملاح غير عضوية.
- مواد عالقة.
- مواد عضوية.
- أحماض وقواعد.

الخصائص العامة لمياه الصرف الصناعي

تعتبر مخلفات الصرف الصناعية هى جميع المواد المتبقية من صرف الانشطه الصناعيه. تختلف خصائص وطبيعة مكونات الصرف الصناعي بدرجات كبيـرة بإختلاف الصناعة نفسها والمواد المستخدمة والعمليات المطبقة، لذلك فإن الصرف الصناعي يتذبذب في مكوناته ودرجة تدفقه.

و يوضح ملحق رقم 01 بعض مصادر وأضرار الملوثات الصناعية. ونظراً لأن الكثير من المخلفات الصناعية يتم صرفها مع مخلفات الصرف الصحي في شبكة واحده تؤدى إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي فإنه من الضروري عزل المخلفات الصناعية الخطرة وفصلها في مواقع الإنتاج بمعالجتها معالجة منفصلة، حيث يؤدى ذلك إلى:

- حماية خطوط شبكة الصرف من التآكل.
- المحافظة على كفاءة عمليات المعالجة.
- عدم تواجد المواد السامة في المياه المعالجة.

عند دراسة الصرف الصناعي فإنه عادة يمكن تقديره بطريقتين:

- الأولى: تركيز الملوث منسوباً إلى حجم الصرف الكلى.
- الثانية: تركيز الملوث منسوبا إلى كمية المنتج.

الخصائص العامة لمياه الصرف الصحي

يعرض ملحق رقم 02 أهم الملوثات المحتمل تواجدها في شبكات المجاري. وتحتوى مياه الصرف الصحي على مركبات نتروجينية وفوسفورية وبعض المعادن الثقيلة والعناصر غير العضوية وبقايا الكربوهيدرات والبروتينات والدهون.

أنواع التحاليل التي تجري على المياه

هناك أربعة أنواع من التحاليل التي تجري على المياه هي: التحاليل الفيزيائية، والتحاليل الكيميائية، والتحاليل البيولوجية والبكتريولوجى و الشكل التالي يعرض أمثلة لبعض التحاليل المستخدمة.

التحاليل البكتريولوجية	التحاليل البيولوجية	التحاليل الكيميائية	التحاليل الفيزيائية
• البكتريا الخاصه بالمجموعه القولونيه الكليه	• الطفيليات • الطحالب	• **المواد الغير عضوية** (مثل النترات و الكبريتات) • **المواد عضويه** (مثل متبقيات المبيدات و نواتج اضافة عملية الكلور مثل مركبات الميثان ثلاثية الهالوجين Trihalomethanes) (THMs) • المواد الصلبه	• التوصيل الكهربي. • درجة الحرارة. • الرائحة، الطعم، اللون. • العكارة

التحليل الكيميائي

- **مقدمة:**

يعتبر التحليل الكيميائي من أكثر الفروع التطبيقية أهمية في الكيمياء لأنه يساعدنا على تحديد هوية العناصر والمركبات الموجودة وكذلك كمياتها.

فوائد التحليل الكيميائي:

A. التعرف على المواد الكيميائية العضوية وغير العضوية.

B. تحديد بنية المادة الكيميائية وصيغتها الكيميائية.

C. تحديد جودة وصلاحية المواد المختلفة المستخدمة في صناعة الغذاء، الدواء، المواد الزراعية....الخ.

وينقسم التحليل الكيميائي إلى:

a) التحليل الكيفي النوعي أو الوصفي Qualitative

يساعد هذا النوع من التحليل على تحديد أنواع العناصر أو الأيونات الداخلة في تركيب المادة (العينة).

b) التحليل الكمي Quantitative

يساعد هذا النوع من التحليل على تحديد كمية كل عنصر من العناصر أو الأيونات الداخلة في تركيب المادة (العينة).

نبدأ عادة عند دراسة مركبٍ ما مجهول بالتحليل الكيفي النوعي لمعرفة العناصر في العينة ثم نعمل على تحديد كمية كل عنصر ونسبته المئوية في المركب المدروس اعتمادا على طرق التحليل وعلى قوانين التحليل. وتزداد صعوبة التحليل مع ازدياد عدد العناصر الموجودة في العينة نظرا لوجود تفاعلات متشابهة أو متقاربة تتداخل مع بعضها البعض أثناء عملية التحليل ولهذا يجب اختيار التفاعل المناسب كما يجب فصل أو إبعاد العناصر التي تتداخل تفاعلاتها قبل البدء بعملية التحليل.
يحتوى التحليل الكمي على الأفرع التالية:

- **التحليل الكمي الحجمي**

يعتمد على قياس حجم المحلول المعلوم التركيز (القياسي) اللازم للتفاعل مع كمية أو حجم محدد من المادة المجهولة التركيز (العينة المراد دراستها).

تصنيف طرق التحليل الكمى الحجمى (أنواع المعايرات)

يتم التصنيف بحسب التفاعلات الكيميائية الحاصلة أثناء عملية التحليل والمعايرة ما بين المادة المعلومة التركيز (المحلول القياسي) والمادة المدروسة (المحلول المجهول).

- **معايرات التعادل مثل تجربة تعيين القلوية** (Acid Base Titration):

(تفاعل الأحماض مع القلويات):

تتفاعل أيونات الهيدروجين الحمضية مع أيونات الهيدروكسيد القلوية

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

ويرافق هذا التفاعلات تغيرات في قيمة الرقم الهيدروجيني pH.

- **معايرات الأكسدة والإختزال مثل تجربة تعيين الكلورين** (Oxidation Reduction Titration):

(تفاعلات المواد المؤكسدة مع المختزلة): يحصل فيها بعض الأنتقالات الإلكترونية بين المواد المتفاعلة تؤدي إلى تغيرات في أرقام الأكسدة ويرافق هذه المعايرات تغيرات في الجهد الكهربائي.

- **معايرات تكوين المتراكبات** Complexiметric titration

تتفاعل العينة مع مادة مناسبة لتعطي مركب يتم معايرته بمحلول قياسي. (مثال: تعيين العسر الكلى).

- **معايرات الترسيب مثل تجربة تعيين الكلوريدات** (Settling Titration):

تعتمد على التفاعلات الكيميائية التي يرافقها تشكيل رواسب قليلة الذوبان أثناء المعايرة وذلك بإستخدام محلول قياسي مناسب (المرسب).

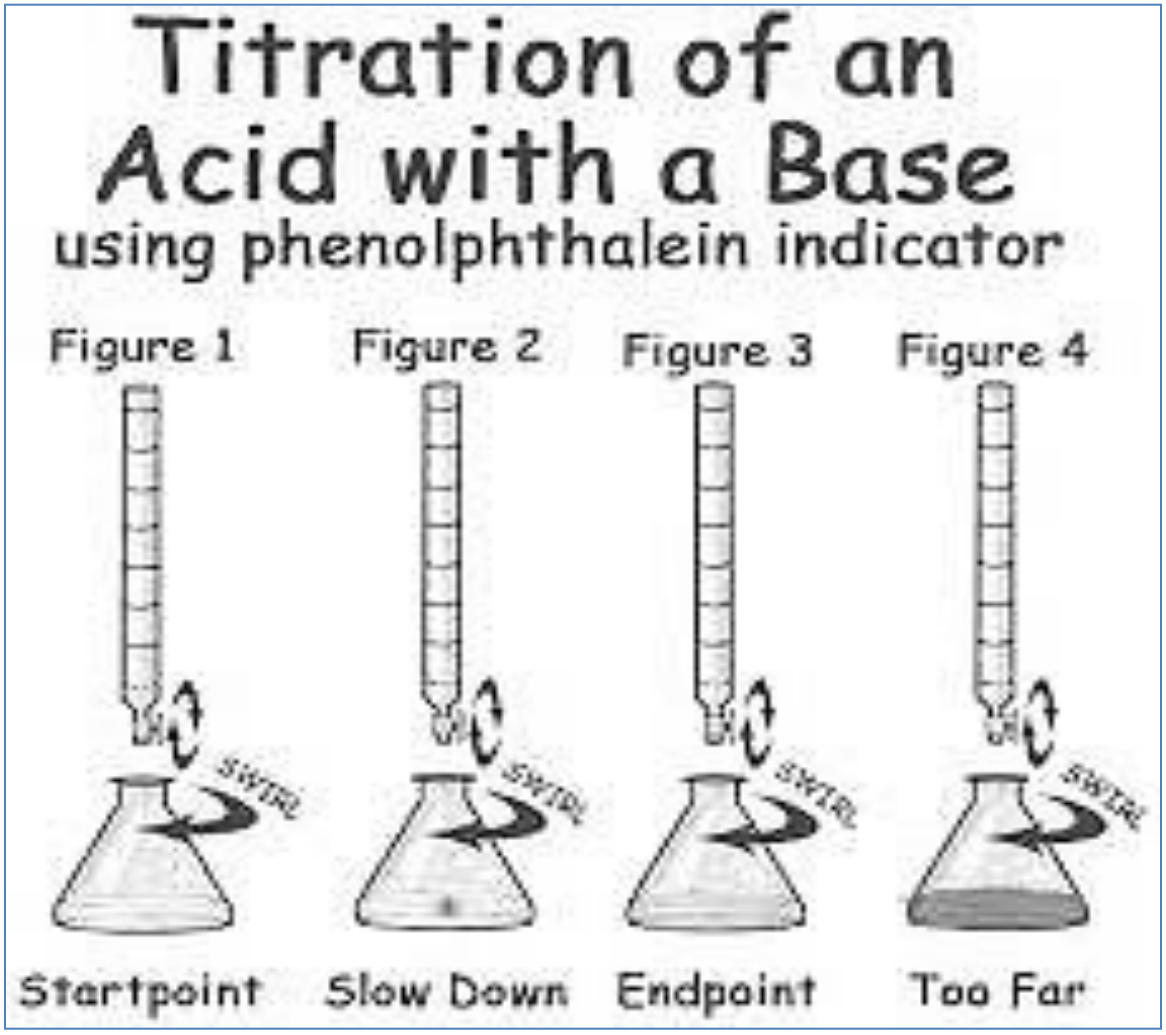
يشترط في التفاعل الكيميائي المستخدم في المعايرة أن يكون:

- سريعا ويفضل عدم إستخدام الحرارة أو المواد الحافزة في تسريعه.
- محدداً بمعادلة كيميائية موزونة وثابتة.
- تاما
- واضحا في تغيير خواص المحلول عند نقطة التكافؤ (أو نقطة نهاية المعايرة) كتغيير في اللون أو تشكل راسب أو اختفاؤه.

- إنتقائيا (نوعيا) أو مميزا أي أن تتحد المادة القياسية مع المادة المدروسة (المجهولة) وليس مع أي مادة أخري أو الشوائب الموجودة فيها.

المعايرة Titration

المعايرة هي العملية التي يتم فيها تحديد الحجم المستهلك من المحلول القياسي للوصول إلى التفاعل التام مع حجم محدد من المحلول المجهول التركيز ويتم ذلك بعدة طرق مختلفة:



A. المعايرة المباشرة Direct titration

يتفاعل المحلول القياسي بشكل مباشر مع المحلول المجهول.

B. المعايرة غير المباشرة Indirect titration

تتفاعل العينة مع مادة مناسبة لتعطي مادة مكافئة للعينة المجهولة والتي يتم معايرتها بمحلول قياسي.

C. **المعايرة الخلفية** Back titration

نأخذ حجم محدد بدقة من المحلول القياسي الأول ونفاعله مع حجم محدد من المادة المجهولة ومن ثم نعاير الكمية المتبقية من المحلول القياسي الأول بمحلول قياسي ثانٍ آخر. وبهذه الطريقة نستطيع معرفة الحجم المستهلك من المحلول القياسي الأول المتفاعل مع المادة المجهولة وبالتالي نتمكن من تحديد تركيز المادة المجهولة (العينة).

D. **معايرات تكوين المتراكبات** Complexiimetric titration

تتفاعل العينة مع مادة مناسبة لتعطي مركب يتم معايرته بمحلول قياسي. (مثال: تعيين العسر الكلى).

- **الدليل** Indicator

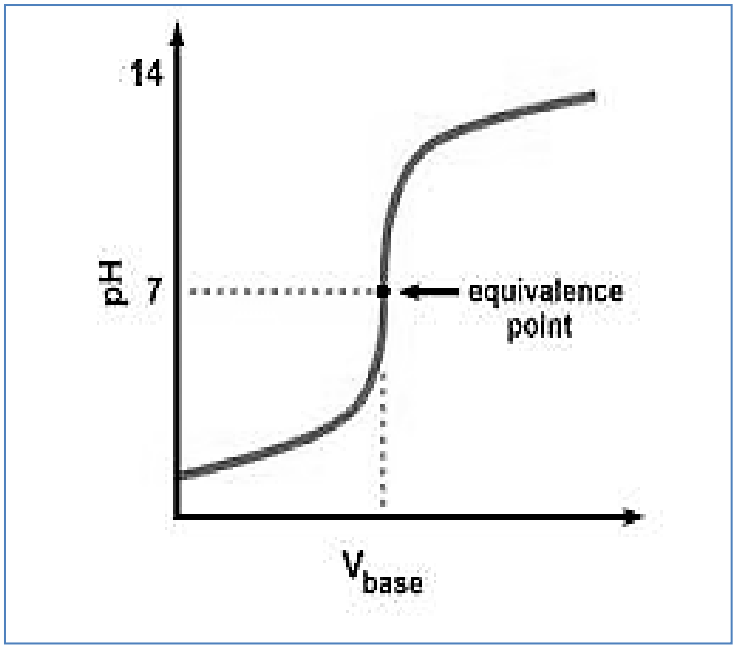
<u>ملحوظة</u>: بعض أنواع المعايرات تحتاج لإضافة indicator (مثال: acid-base titration) والبعض لا يحتاج (مثال:potentiometric titration)

الدليل عبارة عن مركب كيميائي تتم إضافته أثناء المعايرة بكمية ضئيلة جدا تتسبب في إحداث تغيرا ملحوظا لإحدى الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية للمحلول ويساهم في تحديد نقطة نهاية المعايرة والتي يجب أن تتطابق مع نقطة التكافؤ أو أن تكون قريبة جدا منها ما أمكن وعمليا يوجد فارق ضئيل جدا بين النقطتين يعبر عنه بخطأ الدليل. والدليل يختلف بحسب المعايرة كما سوف نري ذلك لاحقا.

- **نقطة التكافؤ ونقطة نهاية المعايرة** (Equilibrium point & End point)

نقطة التكافؤ هي نقطة نظرية يصعب تحديدها بشكل عملي وهي تدل على لحظة التفاعل التام بين المحلول القياسي والمحلول المجهول، أنها النقطة التي يتساوى عندها عدد المكافئات الجرامية للمحلول القياسي مع عدد المكافئات الجرامية للمحلول المجهول.

أما نقطة نهاية المعايرة فهي النقطة العملية التطبيقية التي تحدد لحظة نهاية المعايرة نتيجة لتغيير مفاجيء في إحدى الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية للمحلول كظهور لون أو تشكل راسب أو ذوبانه، تغير في قيمة pH أو الحرارة النوعية أو شدة التيار الكهربائي وهي قريبة من نقطة التكافؤ النظرية (قبلها أو بعدها).



- **مبدأ التحليل الكمي الحجمي وقانون المعايرة**

يتم تحديد تركيز المادة المجهولة (معلومة الحجم) بإستخدام مادة قياسية معلومة التركيز والحجم، وبالاعتماد على قانون مور الذي ينص على أنه يتم الوصول إلى نقطة التكافؤ عندما يتساوى عدد المكافئات الجرامية.

$$N_1V_1 = N_2V_2$$ (المحلول القياسي) (المحلول المجهول)

حيث أن:

V_2 = حجم المحلول القياسي بالميليلتر

V_1 = حجم المحلول المجهول بالميليلتر

N_2 = تركيز المحلول القياسي (عدد المكافئات الجرامية في اللتر)

N_1 = تركيز المحلول المجهول (عدد المكافئات الجرامية في اللتر)

ويمكن كتابة قانون مور بالشكل التالي:

$$\frac{M_1V_1}{n_1} = \frac{M_2V_2}{n_2}$$ (المحلول المجهول) (المحلول القياسي)

حيث أن:

M = وحدة لقياس التركيز بالمولارية (عدد المولات باللتر).

V = قياس الحجم بالمليلتر.

n = عدد المولات وفقا لمعادلة التفاعل.

- **طرق التعبير عن التركيز:**

يتم التعبير عن كمية المادة المذابة في المحلول بعدة طرق منها:

التركيز الجزيئى(المولارى) Molarity:

وهو عدد المولات من المادة المذابة في لتر واحد من المحلول، أي أن:

$$M = \frac{C}{m} \quad \text{.....(1)}$$

حيث أن:

M = عدد المولات في اللتر mol/L

C = وزن المادة المذابة في لتر g/L

m = وزن المول بالجرام (الوزن الجزئي للمادة) g/mol

والمولارية تعطى بالعلاقة التالية: $M = \frac{C}{m} \times \frac{V}{1000}$

حيث تمثل V حجم المحلول المطلوب تحضيره بوحدة الميللتر.

التركيز العيارى N (Normality):

عدد الأوزان المكافئة الجرامية من المادة المذابة في لتر من المحلول gm.eq/ L

يعطى الوزن المكافئ الجرامي بالعلاقة التالية:

$$E = \frac{m}{n} \quad \text{..... (2)}$$

E = الوزن المكافئ الجرامي gm. eq

M = وزن المول بالجرام g/mol

n = عدد المتبادلات

كما هو مُبين بالجدول أدناه

المادة	N	مثال
الأحماض Acids	n = 1 حمض أحادي	HCl
	n = 2 حمض ثنائي	H_2SO_4
	n = 3 حمض ثلاثي	H_3PO_4
القلويات Bases	n = 1 قلوى أحادي	NaOH
	n = 2 قلوى ثنائي	$Ca(OH)_2$
	n = 3 قلوى ثلاثي	$Al(OH)_3$
مادة مؤكسدة أو مختزلة Oxidizing or Reducing agent	n = عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة	$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ (n=1) $Mn^{2+} \longrightarrow Mn^{7+}$ (n=5)
فلز Metal	n = تكافؤ الفلز	Na^+ (n=1) Mg^{2+} (n=2)
ملح Salt	n = عدد ذرات الفلز x تكافؤه n =1 أحادي n = 2 ثنائى	NaCl Na_2CO_3

وبعد معرفتنا لعدد المكافئات الجرامية في المول الواحد (E) نستطيع حساب العيارية (N) من خلال العلاقة التالية:

$$N = \frac{C}{E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان:

C = وزن المادة المذابة في لتر g/L

E = عدد المكافئات الجرامية في المول gm.eq/mol

N = عدد المكافئات الجرامية في لتر من المحلول gm.eq/L

ومن خلال العلاقات السابقة 1، 2 و3 نحصل على العلاقة التالية والتي تربط التركيز العياري بالتركيز المولاري:

$$\boxed{N = n\ M} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

التركيز الوزنى:

وزن المادة المذابة في لتر من المحلول g/L

من العلاقة رقم 1 نحصل على:

Concentration = Morality × Molecular weight

ومن العلاقة رقم 3 نحصل على:

Concentration = Normality × Equivalent weight

التركيز بالنسبة المئوية وينقسم إلى:

- **التركيز بالنسبة المئوية (% w/w):**

وزن المادة المذابة بالجرامات في 100 جرام من المحلول.

- **التركيز بالنسبة المئوية (% w/v):**

وزن المادة المذابة بالجرامات في 100 مليلتر من المحلول.

- **التركيز بالنسبة المئوية (% v/v):**

حجم المادة المذابة بالمليلتر في 100 مليلتر من المحلول.

- **التركيز بالنسبة المئوية (% v/w):**

حجم المادة المذابة بالمليلتر في 100 جرام محلول.

التركيز بوحدة جزء في المليون ppm:

وزن المادة المذابة ملجم في كيلو جرام مذيب أو لتر مذيب. ويمكن أن نقول وزن المادة المذابة بالميكروجرام في جرام واحد مذيب أو مليلتر واحد مذيب.

التركيز بوحدة جزء في البليون ppb:

وزن المادة المذابة بالميكروجرام في كيلو جرام مذيب أو لتر مذيب.

التركيز المولالى (molality):

عدد الجزيئات الجرامية (المولات) المذابة في كيلو جرام مذيب mol/Kg.

الجدول التالي يعرض طرق التعبير عن التركيز ووحداتها

الأساس	العلاقة	وحدة التعبير
وزن لوحدة الحجم	ملليجرام / لتر من المحلول	ملليجرام/لتر (mg / L)
	جرام / لتر من المحلول	جرام/ لتر (g / L)
نسبة وزن	ملليجرام / كيلو أو لتر من المحلول	جزء فى المليون (ppm)
نسبة حجم	ملليتر / لتر من المحلول	ملليتر / لتر (ml / L)
الكثافة	كتلة المحلول / وحدة الحجوم	جرام / ملليتر (g / ml)
النسبة المئوية وزناً	وزن المذاب × ١٠٠ / وزن المذاب + وزن المذيب	% وزناً (% wt)
النسبة المئوية حجماً	حجم المذاب × ١٠٠ / حجم المحلول	% حجماً (% vol)
الجايرية	ملللى مكافئ من المذاب / لتر من المحلول	ع (N)
الجزيئية	الوزن الجزيئى للمذاب / لتر من المحلول	مولارى (M)

الجدول التالي يعرض وحدات الوزن المستخدمة الأصغر من الجرام، وقيمتها ورمزها

الوحدة	القيمة بالجرام	الرمز
جرام	1	(g) gram

(mg) milligram	10^{-3}	ميللجرام
(µg) microgram	10^{-6}	ميكروجرام
(ng) nanogram	10^{-9}	نانوجرام
(pg) pecogram	10^{-12}	بيكوجرام
(fg) femtogram	10^{-15}	فمتوجرام
(ag) autogram	10^{-18}	أوتوجرام

1-الشروط الأساسية اللازمة للتحليل والأخطاء الشائعة

ترتكب العديد من الأخطاء أثناء المعايرة وهي أخطاء لا يمكن تجنبها مثل:

- الخطأ المرتكب نتيجة استخدام دليل ما يتغير لونه قبل نقطة التكافؤ أو بعدها (خطأ الدليل).
- خطأ تقدير حجم المادة المجهولة ويعود إلى دقة الماصة المستخدمة.
- خطأ تقدير حجم المحلول القياسي والذي يعود إلى دقة السحاحة المستخدمة.
- خطا تقدير وزن المادة والذي يعود إلى خطأ الميزان أو حساسيته (أخطاء الأدوات).

وهناك أخطاء تعود للصدفة وهي غير محددة، كما توجد أخطاء تعود إلى عيب في طريقة التحليل كعدم نقاوة المواد وكذلك دقة الأجهزة المستخدمة، وأخيرا هناك خطأ الكيميائي أو الفنى.

ولهذا لابد من توفر العديد من الشروط أثناء المعايرة والتي تختلف بإختلاف التفاعلات المستخدمة في التحليل ومن أهم هذه الشروط نذكر:

- يجب استخدام أدوات نظيفة وأحيانا جافة تماما.
- يجب استخدام أجهزة قياس وأدوات حساسة جدا ودقيقة.

- يجب اعتماد طريقة مناسبة للتحليل وإختيار الظروف المثلى للمعايرة من حيث درجة الحرارة والتركيز والرقم الهيدروجيني. إلخ بحيث نحصل على النتائج المطلوبة بالدقة والسرعة المناسبتين.
- يجب أخذ عينات متجانسة تمثل المادة الأصلية المدروسة (المجهول).
- يجب تحديد نقطة نهاية المعايرة بدقة وإختار الدليل المناسب الأقرب إلى نقطة التكافؤ.
- يجب إضافة المحلول القياسي نقطة نقطة عند الاقتراب من نهاية المعايرة مع التحريك السريع ومراعاة غسل جوانب الدورق المخروطي بقليل من الماء المقطر لإزالة القطرات العالقة على الجدار الداخلي ولضمها إلى مزيج المعايرة.
- يجب إيقاف المعايرة فور الوصول إلى التغير المطلوب كظهور لون أو اختفاؤه أو تغيره على أن يكون هذا التغير ثابتا لمدة لا تقل عن دقيقتين.
- تكرار المعايرة ثلاث مرات على الأقل.
- توخي الدقة في العمل من وزن وقياس الحجوم وحساب النتائج.

2-تخفيف المحاليل:

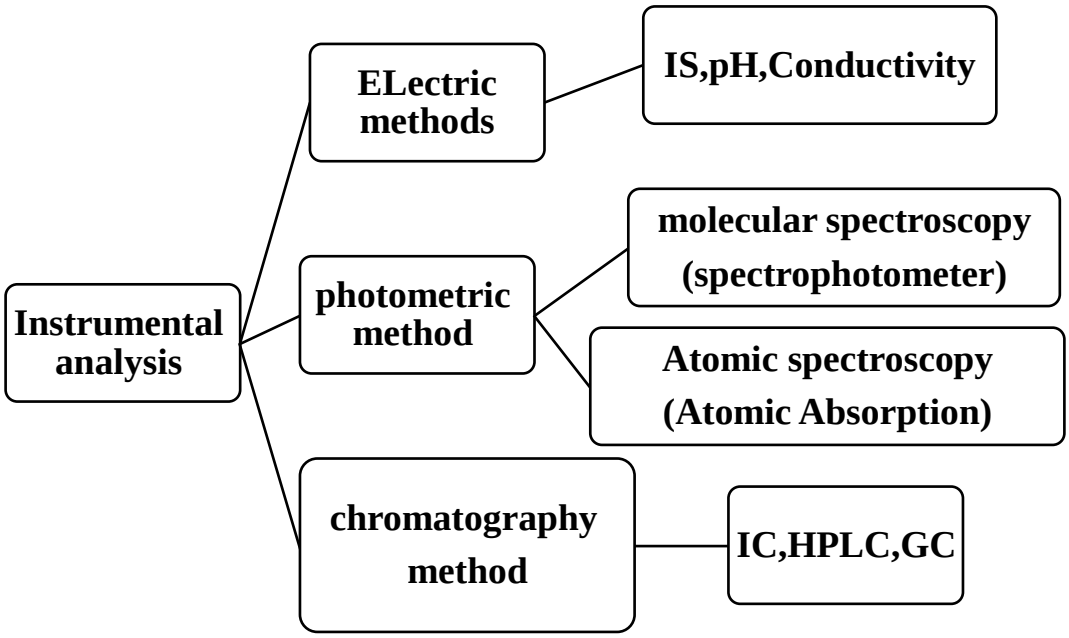
يهدف تخفيف المحاليل إلى التقليل من تركيزها المعلوم ويصاحب هذه العملية تغير في حجم المحلول النهائي. وتتم عملية التخفيف إما باستخدام الماء المقطر أو أي مذيب آخر أو أي محلول من نفس النوع أو أي محلول آخر.

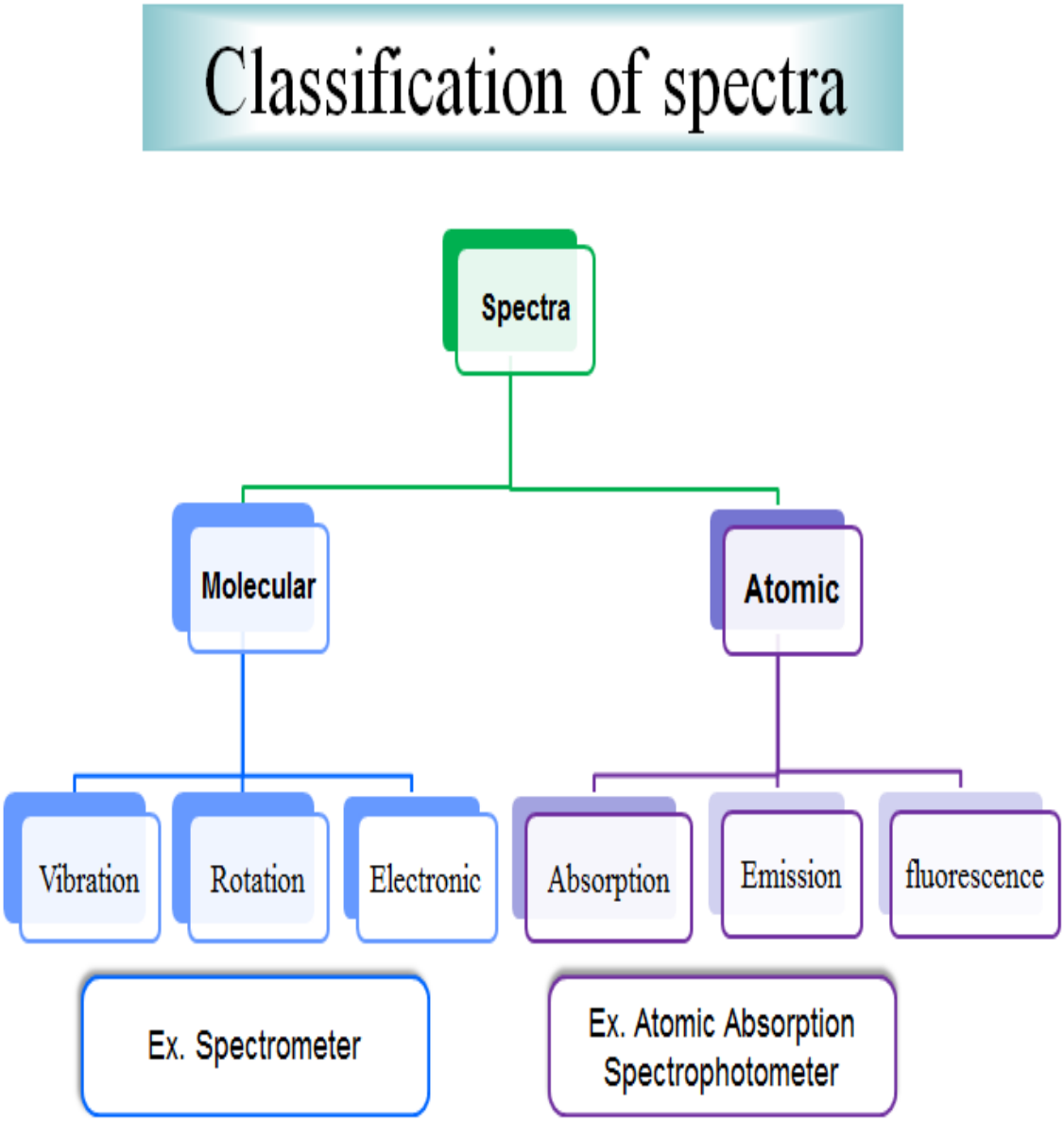
نستخدم العلاقة التالية لحساب حجم المحلول المركز اللازم أخذه وتخفيفه إلى الحجم المطلوب:

(المحلول المخفف النهائي) $M_1V_1 = M_2V_2$ (المحلول المركز قبل التخفيف)

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

التحليل الكمى بإستخدام الأجهزة(Instrumental Analysis)



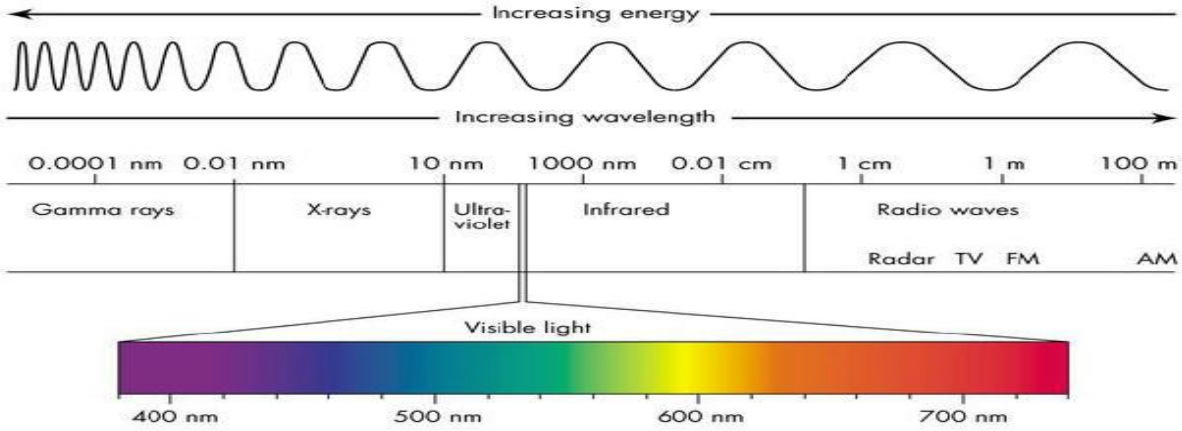

Classification of spectra
Spectra
Molecular
Atomic
Vibration
Rotation
Electronic
Absorption
Emission
fluorescence
Ex. Spectrometer
Ex. Atomic Absorption Spectrophotometer

التحليل الطيفي (spectroscopy)

هذه المجموعة من النظم تعتمد على تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع المادة.

من أنواع الأشعه الكهرومغناطيسية :الأشعه فوق البنفسجيه (U.V) ، الأشعة الكهرومغناطيسية المرئية (Visible)، والأشعه الكهرومغناطيسية تحت الحمراء .

– ينتج عن امتصاص الجزئيات الأشعة الكهرومغناطيسية في المنطقة البنفسجية (U.V)



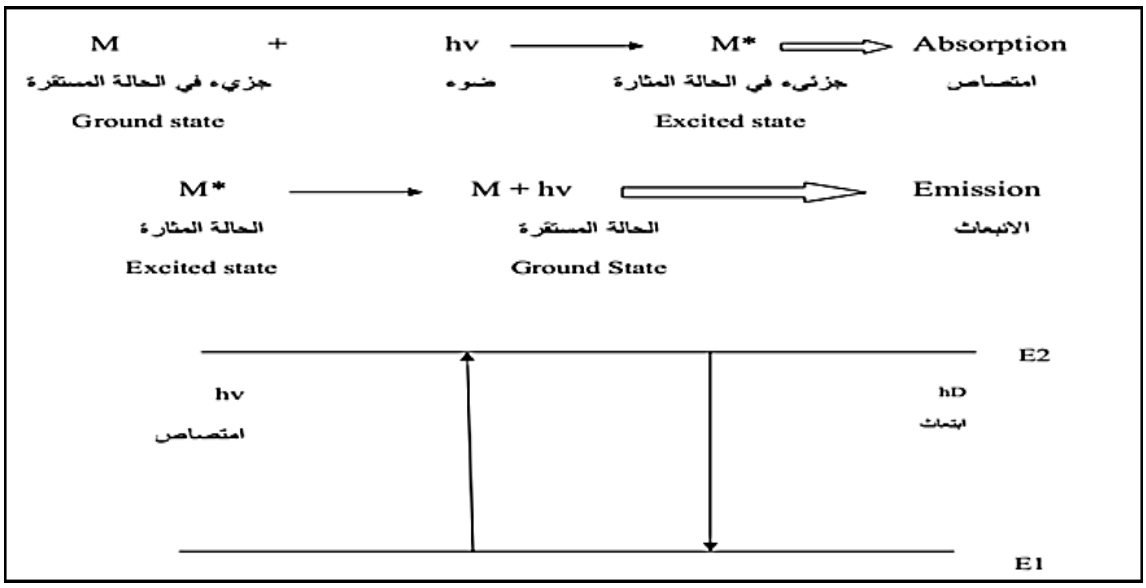
والمنطقة المرئية (Visible) من الطيف إلى انتقال واحد أو أكثر من الالكتروناتالموجودة في مدارات ذات طاقة منخفضة (مدارات الرابطة) إلى مدارات ذات طاقة أعلى.

– يتوقف الطول الموجي للأشعة التي يحدث لها امتصاص على طاقة الانتقال الالكتروني في الجزئيات، وحيث أن هذه الطاقة تتوقف على التركيب الجزيئي لذلك يستخدم هذا النوع من التحليل الطيفي في التعرف على المركبات.

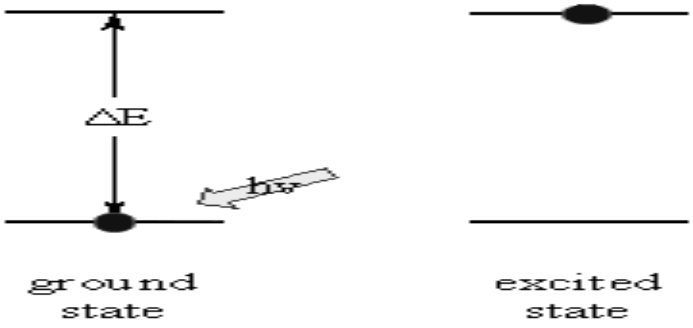
– كما أن شدة الضوء الممتص تتناسب طرديا مع عدد الجزئيات الممتصة لذلك يستخدم التحليل الطيفي في التحاليل الكمية quantitative analysis.

عملية الامتصاص والانبعاث (Absorption- emission method):

اكتساب الذرة لطاقة خارجية ينتج عنها انتقال الإلكترونات من مستوى طاقة الى مستوى طاقة اعلى. وعند رجوع الالكترونات الى الحالة المستقرة يحدث انبعاث لنفس كمية الطاقة المكتسبة .



العلاقة بين الطاقة الممتصة في عملية الانتقال الألكتروني وترددها أو الطول الموجي لها للأشعة هو:



حيث أن:

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$\text{Where } E = h\nu = h\,c / \lambda$$

E_1= طاقة المدار الذي يوجد فيه الإلكترون والجزئ في حالته العادية.

E_2= طاقة المدار الذي ينقل إليه الالكتروني عند إثارة الجزيء نتيجة إمتصاص الأشعة.

ΔE = الفرق في طاقة الجزيء في حالته المثارة وحالته العادية.

h = ثابت بلانك.

C = سرعة الضوء.

λ= الطول الموجي

ν = تردد الضوءالساقط

و تعتمد طرق قياس اللون colorimetric وطرق السبكتروفوتومتري Spectrophotometric على علاقة لامبرت بير(Lambert Beer 's law).والتي تنص:

"تركيز الماده يتناسب طرديا مع كمية الضوء التي تمتصها تلك الماده عند طول موجي معين خاص بهذه الماده"

على أن كمية الضوء الممتصة دالة لوغارتيمية بتركيزالمحلول وطول مسار الضوء لهذا المحلول، أي أن الانخفاض في طاقة الأشعة وحيدة الطول الموجي mono chromatic تتناسب مع قوة الأشعة ومع كمية المادة الممتصة ويمكن التعبير عن ذلك رياضيا بقانون

Beer–Lambert law:

$$A = a\ b\ c = \log_{10} P^0/P$$

حيث أن:

A: الامتصاصية Absorbance

b: هي مسار الضوء بالمحلول.

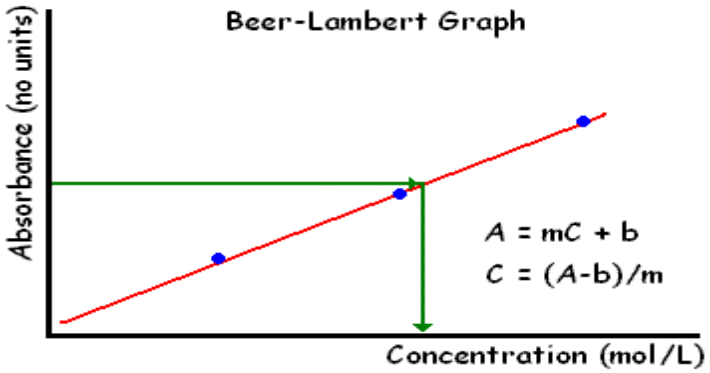
C: هي تركيز المادة الممتصة.

a: ثابت الامتصاص Absorptivity

وهو ثابت يتوقف على طبيعة المادة وعلى الطول الموجي للأشعة الممتصة فإذا كان تركيز المادة مقدرا بالمول فإن الثابت يطلق عليه (ثابت الامتصاص المولي)Molar absorbitivity= E

و يكتب القانون كالأتى:

$$A = E\ b\ c$$



Electric method (طرق التحليل الجهدي (Potentiometric

هى الطرق التحليلية التي تعتمد على قياس الجهد و تسمى الطرق الجهدية.

- و يتطلب جهاز القياسات الجهدية قطبا مرجعيا وقطب دليل وآله لقياس الجهد.
- جهد الخلية هو عبارة عن الفرق بين جهد القطب المرجعى والقطب الدليل.

$$E_{cell} = E_{ref} - E_{Ind} .$$

الأقطاب المرجعيه :Reference electrode

الأقطاب المرجعية لا تعتمد على تركيز المادة المراد تعيينها (analyte) وهي تعطي جهد ثابت مثل :

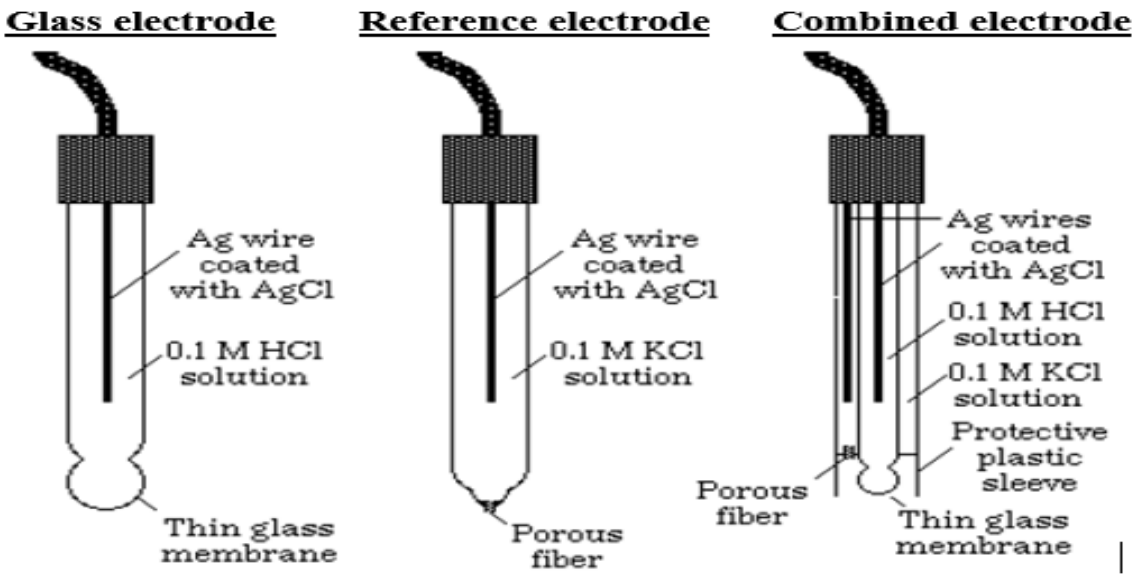
- قطب الهيدروجين SHE
- قطب الكالوميل.Calomel electrode
- قطب الفضه / كلوريد الفضه.Ag / AgCl electrode

الأقطاب الدليلية :Indicator Electrode

الأقطاب الدليلية تستجيب بسرعة للتغير في تركيز أيون المادة المراد تعينها (analyte)

و تنقسم الأقطاب الدليلية إلى عدة أقسام وهي:

- أقطاب معدنية
- أقطاب غشائية، وتسمى قطب الآيون الانتقائي أو النوعي Ion selective electrode



ويعبر عن جهد الخلية الكهربية ***بمعادلة نرنست***

Nernst Equation

$$E = E^\circ \pm \frac{RT}{nF} \log C$$

E = القوة الدافعة الكهربية للخلية.

E° = جهد القطب القياسى.

R = ثابت الغازات.

T = درجة الحرارة المطلقة.

n = عدد الألكترونات المفقودة أو المكتسبة.

F = معامل فاراداي.

C = التركيز.

اختيار طرق التحليل

مصادر الطرق التحليلية:

- الطرق القياسية (Standard methods) وهي طرق تعتمدها بعض المنظمات مثل (ASTM).
- الطرق الرسمية (official methods) وهي طرق تعتمدها بعض الجهات الحكومية مثل(NIOSH) و(USEPA).
- الطرق المنشورة (Literature methods) وهي الطرق المنشورة في المجلات العلمية المتخصصة
- الطرق الغير مرجعية (in-house methods developed in laboratory).

واختيار طريقة للتطبيق يعتمد على عدة عوامل أهمها خصائص الأداء.

ويبين الملحق رقم 09 اطار اعداد طرق التشغيل القياسية للتحاليل الكيميائية.

و يتم تقييم الطرق القائمة بتحديد خصائص أداءها وإذا لم تفي الطرق الموجودة بالمتطلبات اللازمة فيجب في هذه الحالة ابتكار طريقة جديدة أو تدرس إمكانية تغيير بعض العوامل والظروف التي تسمح بإعطاء نتائج معقولة ومقبولة.

طرق التشغيل القياسية:

أهمية طرق التشغيل القياسية (Standard Operation Procedure)

طريقة التشغيل القياسية (SOP) هي الطريقة التي يتم بها القياس في المختبر وهذا يشمل طريقة أخذ العينات، تحضير العينات، طرق القياس، وأي طرق أخري تجري بطريقة منتظمة.

ولفظ قياسي يعني أنها تصف الطريقة التي تجري بها عملية التحليل كل مرة والتي قد تكون أو لا تكون الطريقة المعتمدة أو المنشورة.

وعند وجود طرق قياسية فإن المختبرات عليها أن تبدأ بإختيار صلاحية هذه الطرق حيث أنه يمكن الاعتماد عليها في مقارنة نتائج من مختبرات مختلفة. وفي غياب طرق التشغيل القياسية فإن المحلل يمكنه أن يعتمد على أفضل الإمكانيات في تغيير بعض الخطوات والعمليات بحيث يزيد من فاعلية الطرق. وعندما تستخدم الطرق بطريقة متكررة فإن ذلك يشجع على كتابة هذه الطرق بطريقة رسمية أما الطرق التي تستخدم من وقت إلى آخر بغير انتظام فإنها تعتمد على حق المعرفة للمحلل (Know _how).

وهذه التقنية الأخيرة قلما تجري لها دراسة بهدف تحسينها وكمالها (Optimization) وقد تستخدم في كل مرة بطريقة مختلفة. ويجب عدم تشجيع ممارسة التحاليل دون طرق مكتوبة ويجب توثيق كل ما يؤدى بالمختبر.

ووصف الطريقة قبل الإستخدام يعتبر جزءا من التخطيط ويجب أن يجري بدقة.

وقراءة هذه الطرق بواسطة المحللين هو الحد الأدنى المطلوب للتأكد من انهم يعرفون الطريقة وبالتالي استمرارية العمل بها ومعرفة الفائدة ونقد الطريقة أيضا.

وتستخدم صيغة أو شكل موحد لكتابة العمل وذلك لتسهيل الإستخدام وبينما يؤدي استخدام طرق التشغيل القياسية إلى استمرارية الخبرة في القياس فلا يوجد تقنية يمكن استخدامها مباشرة وبطريق عمياء، وفي كل حالة يجب التحقق من ملاءمة الطريقة للغرض المطلوب وإذا كانت الطريقة تستخدم بطريقة غير منتظمة فيمكن للمحلل أن يقوم ببعض التجارب الأولية أو الاستطلاعية للتأكد من صلاحية الطريقة للغرض المحدد.

تحضير طرق التشغيل القياسية

إن الفرق بين التعليمات وطرق التشغيل القياسية غير ملموس. فالفرق أساسا هو التحديد. فالتعليمات تعطي إرشادات وتشير إلى طرق التشغيل القياسية في حين أن الأخيرة تعطي التوجيهات وفرق آخر هو ان التعليمات نادرا ما تعطي نتائج بالرغم من أنها تؤثر في النتائج ونطاق التعليمات واسع ويطبق على مواقف أو عمليات متماثلة أما طرق القياس القياسية فإنها تعطي نتائج محددة إما في صورة نتائج القياس أو في المنتج النهائي وحيث ان كل التفاصيل لا يمكن وصفها فإن الغرض من طرق التشغيل القياسية هو إزالة الفروق التي تؤثر على النتيجة النهائية. ويجب ان تحدد طرق التشغيل الجيدة التجاوزات المسموح بها لضبط النتائج.

ويسهل كتابة طرق التشغيل القياسية إذا ما استخدم شكل عام في إطار إعداد طرق التشغيل القياسية للتحاليل الكيميائية

التثبت من صلاحية طرق التحاليل الكيميائية (Method Validation)

يطلق على خصائص التشغيل الهامة بطريق التحاليل " خصائص الأداء " وهي تعطي الأساس في اختيار طريقة القياس المناسبة لغرض محدد.

وخصائص الأداء ليست ثابتة للطريقة الواحدة حيث تعتمد على قيم تتأثر بالمستخدم وعليه فإنها تعتمد على الطريقة التي استخدمت فيها التجربة، أن عديد من خصائص الأداء يمكن تقييمه كميا بالطرق الإحصائية

- حد التمييز أو الكشف Limit of Detection
- الحد الكمي Limit of Quantification
- الدقة Accuracy
- الضبط Precesion
- الخطية Limearity
- الحساسية Sensitivity
- المدى Range
- الإنتقائية Selectivity
- الجمود Ruggedness
- السرعة Speed
- التكلفة Cost

<u>اطلع على ملحق رقم 05 الذي يحتوي عاى جدول (9) إطار إعداد طرق التشغيل القياسية للتحاليل الكيميائية و جدول(10) : إطار إعداد سجل الأجهزة (Logbook) بالملحقات</u>

التحاليل الروتينية للماء

يتناول هذا البند عشرة طرق لتحليل المياه:

1- الحرارة (Temperature).
2- الأس الأيدروجينى (pH).
3- الكلور المتبقيResuidal Chlorine
4- المواد الصلبة الكلية.(Total Solids)
5- التوصيل الكهربى Conductivity
6- العكارة (Turbidity).
7- العسر (Hardness).
8- الكلوريدات (Chlorides).
9- القلوية (Alkalinity).

الحـــرارة (Temperature): SM-2550

الأساس العلمى:

يتم الاستدلال علي درجات الحرارة بإستخدام خواص كثيرة منها ارتفاع الزئبق في الآنابيب الشعرية (الترمومتر), ويتم الأن الإستدلال علي درجة الحرارة بإستخدام حساسات كهربائية(electrical sensor). وتقاس درجة الحرارة بدرجة السيليزيوس (مئوية) أو الفهرنهيت .

ويمكن إستخدام الترمومتر الزئبقى في القياس ويجب أن يكون تدريجه يسمح بقراءة0.1° م كما يمكن إستخدام محس الحرارة الموجود في أجهزة قياس الأس الأيدروجينى لهذا الغرض .

وتسجل النتيجة الرقمية أو قراءة الترمومتر.وتعتبر درجة الحرارة هامة في بعض القياسات مثل قياس الأس الأيدروجينى (pH value)أوالتوصيل الكهربى الذى تتأثر قيمتهما بتغير درجة الحرارة ويجب تسجيل درجة الحرارة التي تم عندها القياس.

الهدف من التجربة:

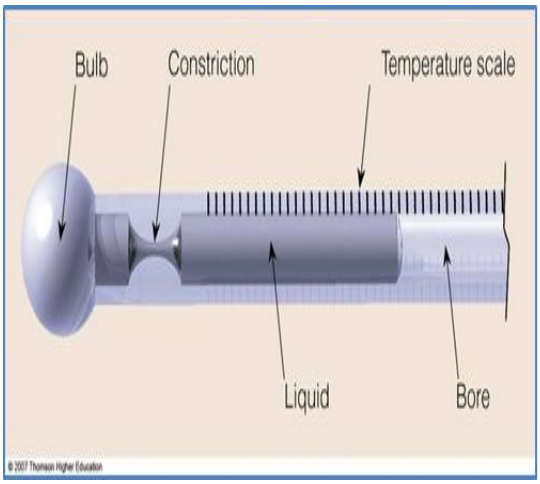
تعتبر درجة الحرارة أحد العوامل الهامة في عمليات المعالجة فإن الكيماويات المستعملة في معالجة المياه تذوب في الماء الدافئ بسهولة أكثر منها في الماء البارد، كما أن الجسيمات تترسب بسرعة أكثر في الماء الدافئ، كما أن الزيادة في درجة حرارة المياه يزيد من سرعة تفاعل المواد الكيماوية المروبة مع قلوية المياه وانخفاضها يقلل من سرعة التفاعل، لذلك نجد أن هناك زيادة في استهلاك المواد

الكيميائية في وقت الشتاء ويقل في وقت الصيف و ربما يصل الأمر إلى الزيادة في الليل عنه في النهار .أما بالنسبة للكلور فإن الإستهلاك يزيد في الصيف ويقل في وقت الشتاء لزيادة الملوثات العضوية وكذلك نتيجة لعمليات البخر.

الأدوات:

- جهاز قياس الحرارة.
- كأس زجاجي.

صور توضح أجهزة قياس درجة حرارة



طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

يتم قياس درجة الحرارة مباشرة في الموقع بالتالي لا يتم حفظ العينة و لا يوجد تداخلات في هذه الحالة.

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل درجة الحرارة المقاسه بالسيلزيوس (Celsius).

الأس الهيدروجيني (pH). SM 4500

الأساس العلمي:

استخدام قطبي الزجاج مع قطب مرجعى لقياس تركيز أيون الهيدروجين. يعتمد على التأين وتعرف عملية التأين بأنها" :عملية تحول جزيئات مركب ما، إلى أيونات." وبالنسبة إلى الماء، فإن معدل تأينه يعتبر ضعيفاً جداً، إذا ما قورن بمعدلات التأين في المركبات الأخرى. إلا أنه قد يحدث تحلل بعض جزيئات الماء، كما أن زيادة تركيز أيون الهيدروجين، تعني زيادة الحموضة لهذا السائل، في حين تعني الزيادة في تركيز أيون الهيدروكسيل، زيادة القلوية .وفي حالة الماء النقي، يكون عدد أيونات الهيدروجين، مساوياً لعدد أيونات الهيدروكسيل، أي أنه متعادل. وتعتمد فكرة القطب الزجاجي على أن الجهد المتكون خلال الغشاء الزجاجي الموجود بين تركيزين مختلفين من أيونات الهيدروجين يزيد بزيادة تركيز أيون الهيدروجين في المحلول المراد قياسة.

وهو تعبير عن شدة قاعدية أوحمضية المياه وقد استحدث العالم سنورسون ما يعرف بالرقم ال هيدروجينيpH و الذي يساوى:

$$pH = -\log [H^+]$$

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1\times10^{14} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

بأخذ اللوغاريتم للمعادلة (1) نحصل على:

$$\log K_W = \log [H^+] + \log [OH^-] = -14 \ldots\ldots\ldots (2)$$

بالضرب في إشارة سالب (–) نحصل على:

$$-\log K_w = (-\log [H^+]) + (-\log [OH^-]) = 14 \ldots\ldots\ldots (3)$$

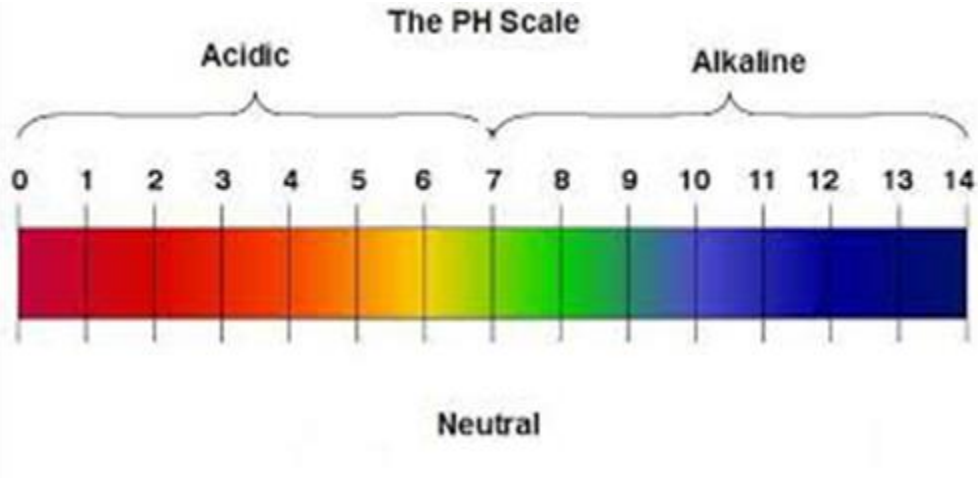
و بما إن (log –) يعنى p نجد ان:

$$pKw = pH + pOH = 14 \ldots\ldots\ldots (4)$$

و معظم المياه تتراوح قيمتها ما بين (6-9) وتكون المياه حمضية إذا كانت أيونات الهيدروجين (H^+) أكثرمن أيونات الهيدروكسيد (OH^-) وقلوية إذا حدث العكس ومتعادله إذا تساوت القيمتان,

وتميل معظم المياه في مصر إلى القلوية لوجود البيكربونات، والكربونات لبعض عناصر الإقلاء والإقلاء الأرضية.

والماء الحمضيه والذي يسبب تآكلا في المعدات أما الماء القلوي فيرسب قشورًا.



الهدف من التجربة:

يعتبر قياس الأس الهيدروجيني pH من أهم المعايير، وأكثرها استخداماً في التحقق من نوعية المياه، ويستخدم هذا الأس في حسابات القلوية، وثانى أكسيد الكربون، والتوازنات الحامضية والقاعدية، ومايمكن أن يحدث لشبكة الصرف، وكفاءة المعالجات البيولوجية.

وللرقم الهيدروجيني للماء تأثير ملحوظ على معدات وعمليات محطة معالجة المياه فعند قيمة أقل من 7 يميل الماء إلى إحداث تأكل المعدات والمواد الأخري التي تلامسها وعند قيمة أعلى من 7 يميل الماء إلى ترسيب القشور وهذا ملاحظ بصفة خاصة في خطوط المواسير وفي أجهزة تسخين المياه المنزلية.

يؤثر درجة التأين الهيدروجيني pH على الفعل التطهيري للكلور حيث أنه يحدد نسبة أيون الهيبوكلوريت(OCl^-) وحامض الهيبوكلوروس(HOCl) وتبعا لهذا الرقم اليدروجينى إما أن يوجد أيون هيبوكلوريت أكثر أو حامض هيبوكلوروس أكثر وكما هو مبين في الشكل التالي يمكن للتفكك أن يحدث في أي من الاتجاهين، وتتزحزح نسبة الأيونات مع تغير درجة التأين الهيدروجيني. كما أن التغيير في درجة الـ pH قد تؤثر على مقادير الجرعات المطلوبة للترويب.

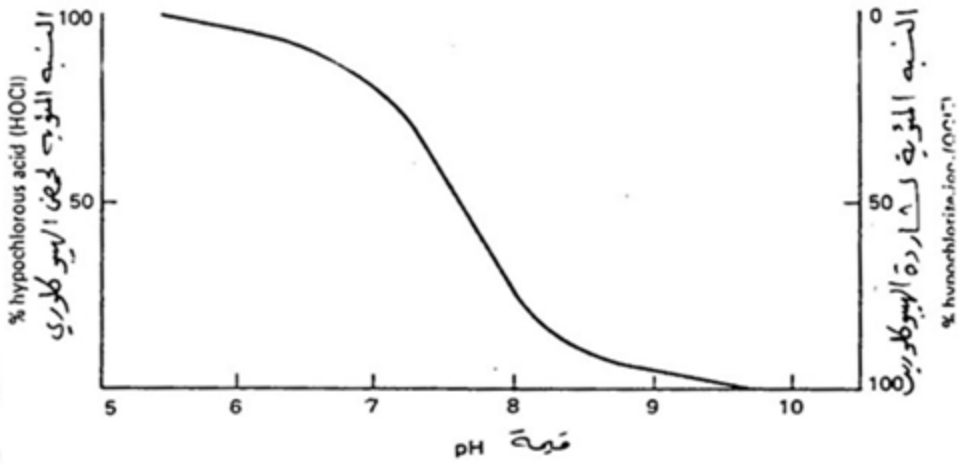
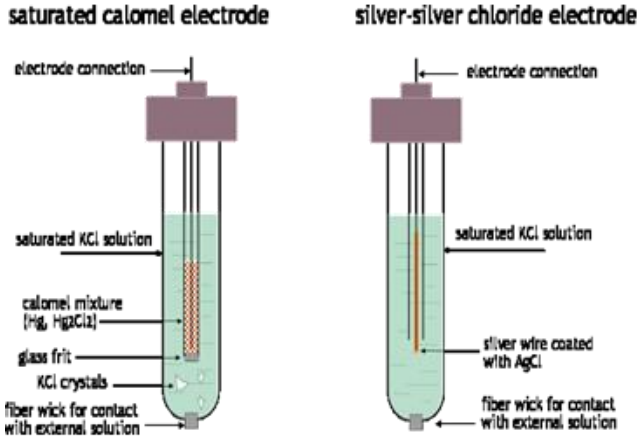


Figure 1 ***تأثير درجة التأين الهيدروجيني (pH) على الفعل التطهيري للكلور***

الأدوات:

- جهاز قياس الأس الهيدروجيني.
- كأس من البلاستيك.



صور توضح جهاز الأس الهيدروجينى – ومكونات الاليكترود

طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

- يتم قياس الآس الهيدروجيني في الموقع.

الإحتياطات:

- يتم معايرة الجهاز بالمحاليل المنظمة (Buffer solution) 4، 7، 10 يوميا أو حسب تعليمات الشركة المنتجة ويتم معايرة الجهاز قبل استخدامه للقياس .

- لا تلمس القطب الزجاجى باليد.
- أستخدم كأس من البلاستيك للحفاظ على القطب الزجاجى من الكسر.
- تحفظ الخلية أو قطب جهاز قياس الآس الهيدروجينى في محلول 3 مول من كلوريد البوتاسيوم في فترة عدم الإستخدام.

تسجيل النتائج:

- يتم تسجيل الأس الهيدروجيني بوحدة pH Unit .

الكلور المتبقى بالطريقة اللونية SM:DPD 4500 – Cl-G

الأساس العلمى: تعتمد هذه الطريقة على تفاعل الكلور الحر مع كاشف الـ

DPD(N.N–Diethyl–p–phenylenediamine)

الذى يعطى لون أحمر مميز. كما تفيد هذه الطريقة في الكشف عن الكلور الحر المتبقي إذا كان موجوداً بتركيزات ضئيلة (حساسية هذه الطريقة تصل إلى ١٠ميكروجرام / لتر.

الهدف من التجربة:

تقدير نسبة الكلور لمراقبة مراحل المعالجة وقياس الكلور في الشبكات.

الادوات:

- جهاز قياس الكلور colorimeter.
- اقراص القياس
- DPD1(for free chlorine), DPD3(for total chlorine (combined + free)). ويمكن ايضا تحضير DPD عمليا.
- جهاز قياس الكلور المتبقى وكيماوياته

طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

يتم قياس الكلور في الموقع بإضافة قرص الكلور 1 أو 3 حسب نوع الكلور المراد قياسة ويتم القياس بالجهاز بعد تصفير الجهاز بإستخدام العينة بدون إضافات.

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل كمية الكلور بملجم/لتر.

المواد الصلبة الكلية: SM 2540

الأساس العلمي

تختلف كمية المواد الصلبة الكلية في مياه الشرب عنها في مياه الصرف الصحي، ومياه الصرف الصناعي. ومحتوى المياه من المواد الصلبة يقاس بتبخير لتر واحد من المياه عند درجة 103س°، 105س° ، ثم وزن كتلة المواد الصلبة المتبقية.

وتصنف المواد الصلبة إلى:

مواد عالقة Suspended،

وهي المواد التي لا يقل نصف قطرها عن 1 ميكرون على الأقل.

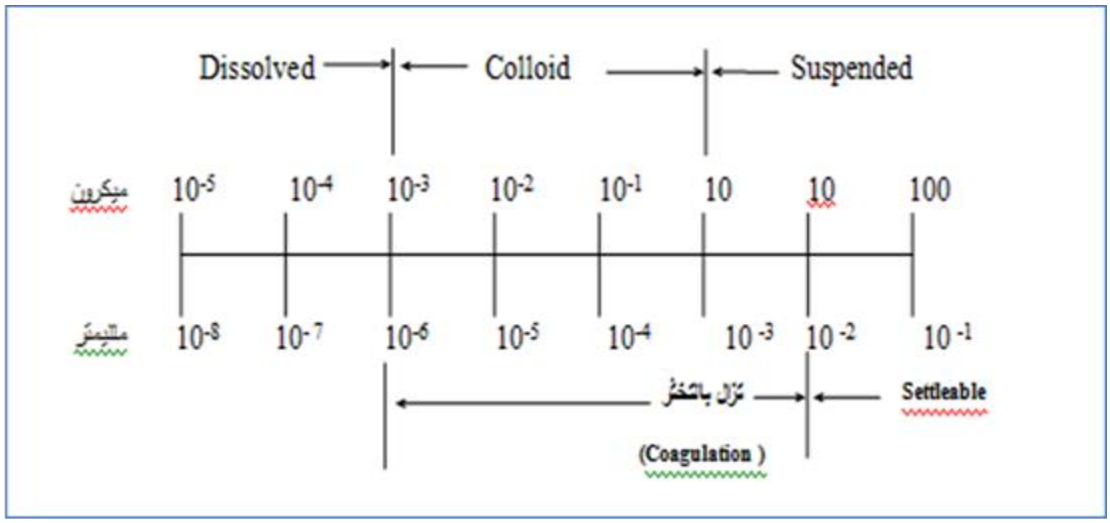
مواد قابلة للترسيبSettleable:

وهي التي تترسب في قاع مخروط إمهوف (Imhoff Cone) في فترة زمنية مقدارها ساعة، وهي مقياس لما يمكن إزالته بالترسيب.

مواد ذائبة أو قابلة للترشيح Filterable or dissolved:

وهذه المواد إما أن تكون غروية (نصف قطر حبيباتها يتراوح بين 1 ميللى ميكرون إلى 1 ميكرون) أو مواد ذائبة كلية(أقل من 1 ميكرون).

صورة توضح أقطار المواد الذائبة أو القابلة للترشيح:



الهدف من التجربة:

كلما زادت كمية الأملاح الذائبة، كلما ساءت نوعية المياه سواء للاستخدام الآدمى، أو الصناعي. لذلك فإن تركيزاً قدره 1000 ملليجرام/لتر يعتبر مستوى معقولاً في مياه الشرب. وتحسب هذه الكمية بتبخير لتر من الماء بعد ترشيحه، ووزن الراسب المتكون.

الأدوات:

- جهاز قياس التوصيل.
- كأس زجاجى.
- فرن تجفيف كهربي.
- بوتقة.
- مجفف desiccator.

طريقة العمل وحفظ العينة و التداخلات :

تقدير المواد الصلبة الكلية total solids

تجمع العينات في عبوات بلاستيك أو زجاج بشرط عدم إلتصاق المواد العالقة على جدرانها وتجري التحاليل فور جمع العينة لعدم امكانية إضافة موادحافظة وتحفظ العينة من لحظة جمعها إلى وقت تحليلها (خلال ٢٤ ساعة)عند درجة حرارة ٤ س° لتقليل التحلل البكتيري للمواد الصلبة.

يقاس محتوى المياه من المواد الصلبة الكلية بنقل لتر واحد أو حجم مناسبمن المياه بعد رجها جيدا إلى كأس زجاجي أو بوتقة بورسلين جافة سبقوزنها. يجري تبخير للعينة على قرص تسخين حتى قرب الجفاف ثم توضع لمدة ساعة على الأقل في فرن تجفيف كهربائي عند١٠٣ –١٠٥ س°. ثم يوزن الكأس ويعاد التسخين والوزن حتى يثبت الوزن.

المواد الصلبة الكلية (ملليجرام/ لتر) = (أ – ب) × ١٠٠٠/ ج

حيث:

أ = وزن الكأس + الراسب

ب = وزن الكأس فارغا

ج = حجم العينة المستخدمة بالملليلتر

تقدير المواد الصلبة الذائبة: DissolvedSolids

ينقل حجم معلوم مناسب من العينة بعد رجها جيدا إلى بوتقة ترشيح سبق وزنها ومتصلة بجهاز ترشيح وترشح العينة. ينقل الرشيح إلى كأس زجاجى أو بوتقة بورسلين وتوضع البوتقة أو الكأس على قرص تسخين أو في فرن كهربى عند درجة حرارة ١٨٠ °م لمدة ساعة على الأقل ثم توزن البوتقة. يعاد التسخين والوزن حتى يثبت الوزن.

المواد الصلبة الذائبة (ملليجرام/ لتر) = (أ – ب) × ١٠٠٠/ ج

حيث:

أ = وزن البوتقة + الراسب

ب = وزن البوتقة فارغة

ج = حجم العينة المستخدمة بالملليلتر

و يمكن أيضا إستخدام التوصيل الكهربائي لقياس الأملاح الذائبة الكلية Total Dissolved Solids (TDS

التوصيل الكهربى Electrical Conductivity

التوصيل الكهربي، و هو رقم للتعبير عن قابلية المحلول المائي لتوصيل التيار الكهربي، وهذه القدرة تعتمد علي وجود الأملاح و تركيزها و تكافؤات أيوناتها المعدنية ، و يمكن استخدام قيم التوصيل الكهربي في معرفة كمية المواد الذائبة.

الهدف من التجربة:

كلما زادت كمية الأملاح الذائبة، كلما ازداد عدد الأيونات الحرة القادرة على توصيل التيار الكهربى بالمحلول و كلما ازداد تركيز هذه الأيونات، ازدادت مقدرة هذا المحلول على التوصيل الكهربى

الأساس العلمى:

يتفاوت قياس التوصيل الكهربي نتيجة ذوبان بعض الأملاح المعدنية وذلك لأن أيونات الأملاح هي المسئولة عن نقل التيار الكهربائي داخل المياه ويمكن إستخدام قيم التوصيل الكهربي في معرفة كمية المواد الذائبة بإستخدام العلاقة الطردية بين تركيز الأيونات و التوصيل الكهربائي حيث يعرف مقلوب المقاومة (1/R) بالتوصيل (G) ويقاس بوحدة Ohm^{-1} أو وحدة سيمنز S. و تؤثر درجة الحرارة في قراءة التوصيل الكهربى كما هو مبين من المعادلة الآتية.

$$\text{Conductivity at } 25^{\circ}C = \frac{Conductivity \quad Reading \quad (ms/m \quad or \quad \mu \quad mho/cm)}{1 \; + \; 0.0191 \quad (T-25)}$$

والتي يجب أخذها في الأعتبار و الحسابات. لاحظ أن بعض الأجهزة الحديثة تقوم بتصحيح قراءة التوصيل عند درجة حرارة 25 مئوية دون الحاجة إلي أجراء حسابات اخري.

الإحتياطات:

- تحفظ الخلية أو أقطاب التوصيل في ماء مقطر في فترة عدم الإستخدام.
- تسجل درجة الحرارة ويجري تصحيح للقيم المقروءة.
- تجري معايرة للخلية المستخدمة.
- يستخدم ماء توصيل (Conductivity Water) عند تحضير المحاليل القياسية.
- يجري قياس التوصيل بأسرع ما يمكن.

وعند ضرب قيمة التوصيل الكهربي(ميكروسيمنز/سم) في هذا المعامل (0,5 : 0.9) ينتج كمية المواد الذائبة (ملجم/لتر).

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل نسب الأملاح المختلفة بملجم/لتر.

الأدوات:

- جهاز قياس التوصيل الكهربى.
- كأس من البلاستيك.

طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

يتم غسيل قطب قياس التوصيل الكهربى بالماء المقطر بين كل قياس.

الإحتياطات:

1- يتم معايرة الجهاز بإستخدام محلول كلوريد البوتاسيوم تركيز 0.01 مولارى لضمان دقة النتائج.

2- تحفظالخلية أو قطب جهاز قياس التوصيل الكهربى فيماء مقطرفي فترة عدم الإستخدام

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل التوصيل الكهربى بوحدات .µS/cm

العكارة (Turbidity) SM-2130 B:

الأساس العلمى:

العكارة هي تعبير مبسط لعتامة المياه الطبيعية "Cloudiness" وتعتمد طريقة قياس العكارة على مقارنة كمية الضوء الذي يتشتت عند سقوطه على محلول معلق قياسي (فورمازين) بكمية الضوء المشتت عند إستخدام العينة وكلما زادت العكارة ازداد التشتت.

الهدف من التجربة:

تأثير العكارة على مراحل التنقية:

- انسداد المرشحات أثناء عملية التنقية وتكرار عمليات الغسيل. ·
- زيادة تكون الروبة والرواسب في المروقات وخزانات المياه. ·
- انخفاض كفاءة المعالجة وارتفاع درجة تعكر المياه للمراحل المختلفة. ·
- زيادة استهلاك الكيماويات.

هنا كعلاقة بين العكارة والمحتوى البكتيري في المياه حيث تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزيئات المسببة للعكارة وبالتالي تساعد على النمو البكتيري. كما أن العكارة تحد من اكتشاف البكتريا والفيروسات بالمياه.

التأثير على الصحة العامة:

طالما توجد جسيمات تعكر المياه فإنها تكون مخابئ تلجأ إليها الكائنات الحية للهروب من تأثير الكلور عليها فلا يتم التطهير الكامل وتصل للمستهلك وتصيبه بالأمراض، لذا حددت المواصفات القياسية أن أقصى مستويات للعكارة في مياه الشرب تكون NTU1 Nuphlometric turbidity unit.

يتسبب وجود مواد عالقة في المياه في تعكيرها، وهذه المواد مثل الطمي، والموادالعضوية، وغير العضوية الدقيقة، والمواد العضوية الذائبة، والكائنات الميكروسكوبية .وصفاء الماء عنصر هام في تحديد صلاحية نوعية المياه التي يستخدمها الإنسان ولقد اقترحت منظمة الصحة العالمية(WHO) ، أنه يجب أن تكون العكارة أقل من ٥ ويجب التأكيد على أن ارتفاع عكارة المياه يؤدي إلى استهلاك مزيد من مواد الترويب والتطهير.

الادوات:

- جهاز قياس العكارة turbidemeter.

طريقة العمل والتداخلات:

- تشغيل الجهاز قبل القياس طبقا لتعليمات المصنع .
- التاكد من ان الجهاز معاير.
- رج العينه بلطف من 5 الي 7 مرات ثم تركها بفتره وجيزه للتخلص من الفقاقيع.

- تصب العينه في الخليه الخاصه بالجهاز ثم تغلق جيدا بعد التاكد من ان الخليه الزجاجيه ليس بها خدوش.
- تمسح الخليه من بقايا الماء واثار الاصابع جيدا وذلك في اتجاه واحد حتي لا يترك المنديل اثرا.
- تقاس العكاره في الحال علي الجهاز

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل العكارة بوحدة.NTU

العسر (Hardness): complexmetric titration SM-2320 B

الأساس العلمى:

يعرف عسر المياه بإحتواء الماء على تركيزات عالية من عنصري الكالسيوم والمغنسيوم ويعبر عنه ككربونات كالسيوم(ملجم /لتر) وينعكس في عدم قدرة الماء على تكوين رغوة مع الصابون حيث تعمل علي ترسيب ايونات الكالسيوم والماغنسيوم.

وينقسم العسر إلى نوعين:

عسرمؤقت:

بسبب وجود أملاح بيكربونات(الكالسيوم أوالمغنسيوم) والتي تذيبها المياه المحتوية على ثاني أكسيد الكربون.

عسر دائم:

بسبب أملاح كبريتات وكلوريدات الكالسيوم أو كبريتات وكلوريدات الماغنسيوم والتي تذوب بصورة طبيعية في المياه طالما وجدت هذه الأملاح في التربة التي تمر بها المياه.

وفي حين يمكن التخلص من العسر الموقت بتسخين المياه لتحويل بيكربونات الكالسيوم والمغنسيوم الذائبة إلى كربونات الكالسيوم والماغنسيوم غير الذائبة.

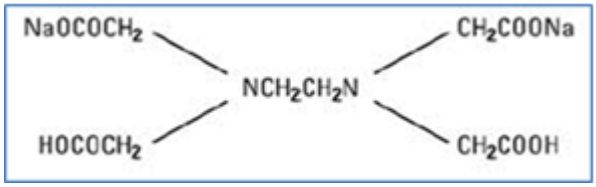
$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 + CO_2 + H_2O$$

أما العسر الدائم فإنه يصعب التخلص منه حيث لا يؤثر التسخين على كلوريدات وكبريتات الكالسيوم والمغنسيوم ويمكن التخلص من العسر الدائم بوسائل وتقنيات أخري مثل التبخير ثم التكثيف والتناضح العكسى(R.O) المبادلات الأيونية.

أساس الطريقة:

في وجود اريكروم بلاك تى(Eriochrome Black T) كدليل لتقدير نسبة العسر الكلى في مياه الشرب. باستخدام (EDTA) Ethylene Diamine Tetra Acetic acid وأملاحه مع الصوديوم و التي تكون مركبا قابلا للذوبان عند إضافته إلى محلول يحتوى على كاتيونات معادن معينة.وفي وجود EBT الايروكروم ككاشف Ethylene Diamine Tetra Acetic acid disodium salt



أما تقدير عسر الكالسيوم فيستخدمmuroxide ككاشف.

الهدف من التجربة:

تعيين نسبة العسر حيث يتسبب العسر في الأتي:

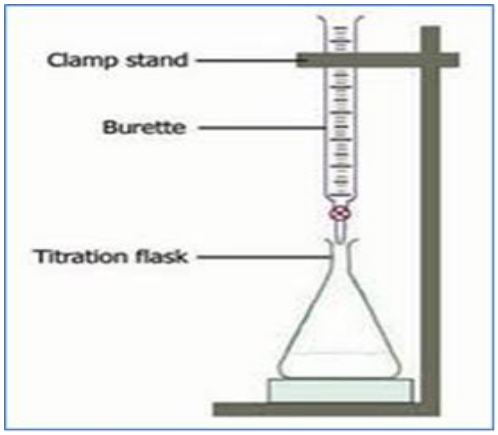
يسبب العسر المؤقت تكوين طبقات من القشور داخل مواسير المياه بالإضافة إلى أن المياه العسرة تسبب مشاكل في التنقية، ولا يمكن التخلص منها في المراحل الأولية بالطرق التقليدية المتبعة.

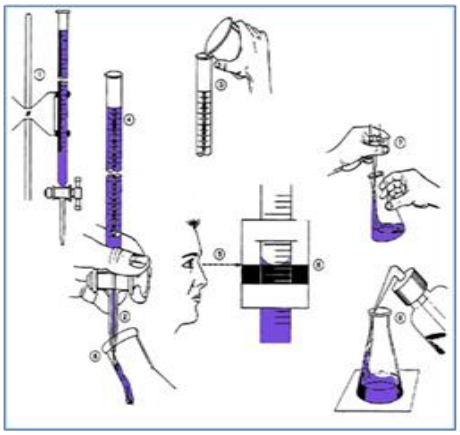
الماء العسر هو الذي يحتوى على مقادير ملحوظة من الكالسيوم Ca والماغنسيوم Mg، وقد يتسبب الماء العسر في مشكلة تكوين قشور داخل المواسير والعدادات مما يقلل من سعة المواسير كما يتسبب في سوء أداء العدادات وإذا كان سخانا فإن القشور تتكون أسرع كما في الغلايات وسخانات المياه المنزلية، والماء العسر له طعم غير مقبول ويتطلب صابون أكثر عند استعماله في الغسيل.

الأدوات:

الأدوات المستخدمة في المعايرة:

- سحاحة
- دورق مخروطى
- كأس زجاجى
- مخبار مدرج





تعيين نسبه العسر

العسر الكلى:

50 مل من عينة الماء + 2 مل من لـbuffer solution (لكي يعطى رقم هيدروجينى حوالى10±0.1) وبالتالي يتم تحديد أيون الكالسيوم والماغنسيوم معا.

- يضاف كمية قليلة من Eriochromblack–T يعطي اللون الوردي
- نعاير مع E.D.T.A يتحول اللون من الوردي إلي اللون الازرق

$$\text{Hardness (EDTA) as mg } CaCO_3 \text{ /L} = \frac{A*B*100(}{mLsampl}$$

Where:

A= ml titration for sample

B= mg $CaCO_3$ equvilent to 1 ml EDTA titrant

- العسر الكلى = حجم E.D.T.A(مل)× 20 = العسر الكلي ملجم / لتر ككربونات كالسيوم

عسر الكالسيوم:

50 مل من عينة الماء + 2 مل 4N/NaOH + دليل الميروكسيد يعطي اللون الوردي يتم إضافة هيدروكسيد صوديوم لكي يعطى رقم هيدروجينى حوالى(12–13) وبالتالي يتم تحديد أيون الكالسيوم فقط.

- نعاير مع E.D.T.A يتحول من اللون الوردي إلي اللون البنفسجي
- عسرالكالسيوم = حجم E.D.T.A×20 ملجم / لتر ككربونات كالسيوم.
- الكالسيوم=عسر الكالسيوم ×0.4
- عسر الماغنسيوم =العسر الكلى–عسر الكالسيوم
- الماغنسيوم = عسرالماغنسيوم × 0.24

التداخلات المحتملة:

- زيادة الرقم الهيدروجينى بدرجة كبيرة يسبب ترسيب كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنسيوم لذا وجد أن الرقم الهيدروجينى المناسب هو (10 ±0.1).
- وألا يزيد زمن إتمام المعايرة عن 5 دقائق لتقليل ترسيب كربونات الكالسيوم.

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل العسر الكلي وعسر الكالسيوم بالمليجرام/لتر.($CaCO_3$)

الكلوريدات precipitation rection SM: 4500-CL- B.(Chlorides)

الأساس العلمى:

تتفاعل الكلوريدات مع نترات الفضة في محلول متعادل أو قلوى ضعيف في وجود كرومات البوتاسيوم ككاشف حيث يتم ترسيب كلوريد الفضة كميا و هو راسب أبيض قبل تكون كرومات الفضة الحمراء.

$$Ag^{+}_{(aq.)} + Cl^{-} \longrightarrow AgCl_{(S.)} \quad \text{white ppt}$$

وبإستمرار المعايرة وعند تمام ترسيب كلوريد الفضة تتكون كرومات الفضة ذات اللون البنى المحمر وهو اللون الذى يبين نهاية المعايرة.

$$Ag^{+}_{(aq)} + CrO_4^{-2}{}_{(aq)} \longrightarrow Ag^2CrO^4(s) \text{ red ppt}$$

الهدف من التجربة:

تعيين نسبة الكلوريدات حيث:

توجد أملاح الكلوريدات في المياه الخام ولكن بنسبة قليلة وإضافة الكلور للمياه الخام تزيد من نسب أملاح الكلوريدات في المياه المرشحة ولكن بنسب قليلة.

إذا زادت تركيزات الكلوريدات بالمياه يمكن أن تعطى طعما مالحا للمياه خاصة إذا كانت الكاتيونات المتواجدة هي الصوديوم (في حالة تقديرها كـ NaCl يطلق عليها الملوحة salinity.

و يرجع زيادة الكلوريدات في المياه المعالجة عنها في العكرة بسبب خروج حمض الهيدروكلوريك حسب المعادلة التالية:

$$CL_2 + H_2O \rightleftharpoons HOCL + HCL$$

ويرجع وجود الكلوريدات في مصادر المياه الطبيعية إلى ذوبانية بعض الصخور المحتوية على كلوريد الصوديوم عند مرور المياه عليها، وكذلك من التربة القريبة من السواحل بالإضافة لما قد يصل لمصادر المياه من صرف صناعي، وزراعي، وصحي ويعتبر التركيز المعتاد من ٥–٢٠ ملجم / لتر. وكمية الكلوريدات التي يفرزها فرد آدمي واحد في اليوم تصل إلى ٦ جم/ فرد. وحيث أن الكلوريد لا يتم معالجته، أوالتخلص منها في أي مرحلة من مراحل المعالجة، لذلك فإرتفاع مستوى الكلوريدات يعتبر مؤشراً على تسرب أو تلوث من مصادر الصرف ولايجب أن يزيد مستوى الكلوريدات في مياه الشرب عن ٢٥٠ ميللجرام/ لتر.

الأدوات:

الأدوات المستخدمة في المعايرة:

- سحاحة

- دورق مخروطى
- كأس زجاجى
- مخبار مدرج

تعيين نسبه الكلوريدات

- 50 مل من العينة + 10 نقط من محلول كرومات البوتاسيوم ← يعطي لون أصفر
- نعاير مع محلول نترات الفضة حتي يتحول اللون إلي بني فاتح أو بنى محمر
- نضرب حجم نترات الفضة في 10 فيعطي قيمة أملاح الكلوريدات

mg Cl^-/l = (A-B) x CF x 10

Where:

A = ml titration for sample

B = ml titration for blank, and

CF = correction factor of silver nitrate standardization

- تركيز الكلوريدات (بالمليجرام/لتر)= حجم نترات الفضة × 10

التداخلات المحتملة:

- أملاح الفوسفات إذا تواجدت بنسب عالية (<25 ملجم/لتر) تسبب تداخل سلبى.
- أملاح الحديد تسبب صعوبة في تحديد نقطة النهاية إذا زادت عن 10 ملجم/لتر

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل الكلوريدات (بالمليجرام/لتر).

القلوية (Alkalinity) :2320 Acid base reaction SM

الأساس العلمى:

يتم تقدير نسبة القلوية بإستخدام محلول عياري من حمض الكبريتيك (0.02 عياري) باستخدام universal indication(bromo cresol green).

$2Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow 2NaHCO_3 + Na_2SO_4$:Carbonate

$2NaHCO_3 + 2H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + CO_2$:Bicarbonate

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

في حاله استخدام bromocresul green يتغير اللون من الازرق الي الاخضر الفاتح.

الهدف من التجربة:

تعيين نسبة القلوية حيث:

تمثل القلوية قدرة المياه لمعادلة الحموضة وتعزى قلوية المياه الطبيعية إلى أملاح القلويات الضعيفة وتمثل البيكربونات (Biocarbonate) الغالبية العظمى المكونة للقلوية نتيجة تفاعل ثانى أكسيد الكربون مع المواد القاعدية (Basic materials) الموجودة في التربة وفي بعض الأحيان وتحت ظروف معينة تحتوى المياه الطبيعية على كميات محسوسة من أملاح الكربونات والمواد الهيدروكسيلية لذا فإن قلوية المياه الطبيعية ترجع أساسا إلى أملاح الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيلات أما أملاح اليورات والبورات والسليكات والفوسفات فإن تأثيرها محدود جدا ولا يذكر.

تتأثر الشبه بقلوية المياه الخام فإذا كانت القلوية ليست عالية بدرجة كافية فلن تتكون ندف فعاله. كما أن زيادة العكارة ودرجة الحرارة وقوة الخلط يمكن أيضا أن تحسن من عملية الترويب.

ويؤدي إرتفاع قلوية المياه إلى تزايد التكاثر البيولوجي، وليست هناك أضرار صحية على شرب المياه المحتوية على قلوية حتى٤٠٠ملجم/ لتر.

الأدوات:

الأدوات المستخدمة في المعايرة:

- سحاحة
- دورق مخروطى
- كأس زجاجى
- مخبار مدرج

تعيين نسبه القلويه

- ناخذ 50 ml من العينة + نقطتين من دليل UI.
- نعاير العينة بحمض الكبريتيك (0.02 N) حتى يتغير اللون الازرق إلى اللون الاخضر.

نضرب حجم H_2SO_4 في 20 = ملليجرام / لتر

- Calculate the normality of acid:

Where:

$$\text{Normality, } N = \frac{A \times B}{53.00 \times C}$$

- A = g Na_2CO_3 weighed into 1-L flask,
- B = ml Na_2CO_3 solution taken for titration, and
- C = ml acid used.

القلوية=(حجم H_2SO_4)×20 ملليجرام / لتر

التداخلات المحتملة:

- يجب تجنب الرج والهز والتعرض للهواء.
- يجب أن يزال الكلور الحر بالعينة بإستخدام نقطة من محلول ثيوكبريتات الصوديوم (0.1M).

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل القلوية (بالملليجرام/لتر).

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)

حقوق الطبع محفوظة
الادارة العامة للمسار الوظيفي - ادارة المناهج
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي

قام بإعداد الإصدار الأول من هذا البرنامج:

د/ محمد بكر محمد	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/طارق رشدى	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/ عاصم عبدالرحمن	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/محمد أحمد السيد	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/إبراهيم شوقى	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/تامر إمام	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/ سناء أحمد الإله	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
د/ شعبان محمد على	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
د/ حمدى عطيه مشالى	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
د/ سعيد أحمد عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
د/ عبدالحفيظ السحيمى	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى
د/ مى صادق	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى

قام بإعداد الإصدار الثانى من هذا البرنامج:

د/ محمد أحمد السيد	المعمل المرجعى لمياه الشرب– الشركة القابضة
د/ محمد حسين بركات	المعمل المرجعى لمياه الشرب– الشركة القابضة
كيميائى/ صابر داوود عبد الله	شركة مياه الفيوم
كيميائى/ سعيد أحمد عباس الضاحى	شركة مياه الغربيه
كيميائى/ محمود أحمد السيد عز العرب	شركة مياه سوهاج

قام بالمشاركة والمراجعة وابداء الرأى لهذا البرنامج:

كيميائى/ احمد عبد الفتاح حسانين	شركة مياه مدن القناة
كيميائى/ احمد فاروق سلامة	شركة مياه الدقهلية
كيميائى/ احمد محمود النقراشي	شركة مياه الدقهلية
كيميائى/ الحسن الصادق	المعمل المرجعى لمياه الشرب– الشركة القابضة
كيميائية/ أمل منصور	شركة مياه البحيرة
كيميائى/ إسلام محمد عباس	شركة مياه القاهرة
كيميائى/ أحمد مسعد ابو حليمة	شركة مياه البحيرة
كيميائى/ تامر طارق السيد محمد	شركة مياه القاهرة
كيميائية/ داليا عادل عبد المحسن	شركة مياه الاسكندرية
كيميائية/ رضوى توفيق	شركة مياه الاسكندرية
كيميائية/ شيماء محمد جودة	شركة مياه القليوبية
كيميائية/ شيماء محمد عبد المجيد محمد	شركة مياه القليوبية
كيميائى/ ضياء الدين جلال محمد	شركة مياه القليوبية
كيميائى/ عادل محمود ابراهيم شقدوفة	شركة مياه المنوفية
كيميائى/ عبد المجيد عزت ابو بركة	شركة مياه الغربية
كيميائية/ عبير على أحمد	شركة مياه أسوان
كيميائية/ عزة محمد عبد الحى	شركة مياه الدقهلية
كيميائى/ عماد زيدان	شركة مياه الاسكندرية
كيميائى/ محمد امام محمد	شركة مياه الجيزة
كيميائى/ محمد رفعت محمود	شركة مياه الجيزة
كيميائى/ محمد عابدين إبراهيم	المعمل المرجعى لمياه الشرب– الشركة القابضة
كيميائى/ محمد عبد الفتاح السيد خليل	شركة مياه الجيزة

كيميائية/ مروة محمد خليف	شركة مياه البحيرة
كيميائى/ مصطفى عبد الشافى رمضان	شركة مياه أسيوط
كيميائية/ نوال محمد محمد عبد الله	شركة مياه الشرقية

قام بالتنسيق الفني والإخراج لهذا الإصدار:

كيميائى/ محمود جمعه	الإدارة العامة للمسار الوظيفى– الشركة القابضة