الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحي

برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

البرنامج التدريبي كيميائي مياه

مياه الصرف الصحي وطرق تحليلها

مقدمـــة

من علامات التقدم الحضاري في منطقة ما وجود شبكات لتجميع المياه الملوثة بها يحقق صرف المخلفات السائلة لسكانها ومنشآتها صرفاً صحياً. وقد زاد الاهتمام في السنوات الأخيرة بأعمال الصرف الصحي نتيجة للزيادة المستمرة في معدلات استهلاك المياه، والتي ترتبط بعوامل كثيرة منها زيادة تعداد السكان والتقدم في الصناعة وكثرة الاحتياجات من المياه،

وكل هذه العوامل جعلت من المخلفات السائلة مشكلة كبيرة تتفاقم آثارها. ويعتبر الصرف الصحي للمخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لضمان توفر البيئة الصحية الصالحة للأفراد في المجتمعات السكنية، والتي تساعد على تجنب المشاكل التالية :

١- تلوث المجاري المائية السطحية أو المياه الجوفية .

٢- نمو وتكاثر الذباب والبعوض.

٣- معاناة الأهالي من مشاكل الصرف في المنازل وأعمال الكسح اللازم إجراؤها كل فترة لبيارات الصرف وخزانات التحليل المستخدمة، في حالة عدم وجود شبكة لتجميع المخلفات السائلة.

٤- نـزح رواسـب خزانـات التحليـل أو بيـارات الصـرف والـتخلص منـها إمـا علـى المجـاري المائيـة ممـا يـؤدى إلـى تلوثـها، أو بتجميعهـا في بعض المنـاطق القريبـة من المدن مما يؤدى إلى تراكمـها وانبعـاث روائـح كريـهة غير مرغوب فيـها.

لذلك يعتبر الصرف الصحي للمخلفات السائلة المنزلية والمحتوية على الفضلات الآدمية من أهم العمليات اللازمة لضمان توفير البيئة الصالحة للأفراد، سواء في المجتمعات الحضرية أو الريفية، ويجب أن يتم الصرف بطرق هندسية واقتصادية وفقاً للأسس الفنية والشروط الأساسية لمقومات الصحة العامة ومقتضيات الراحة والأمان للمواطنين وسلامة ونظافة البيئة، وفى حدود الإمكانات المتيسرة.

الغرض من إنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحي

قواعد إنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحي كثيرة ومتعددة،

أهمها ما يلى:

١- حماية أساسات المباني والمنشآت.

٢- حماية المجاري المائية ومصادر المياه الجوفية من التلوث.

٣- ضمان إجراء عمليات الصرف للمياه الملوثة على أسس صحية وسليمة.

٤- الاستفادة من مياه الصرف الصحي بعد معالجتها وإعادة استخدامها.

٥-الاستفادة من الرواسب الناتجة من وحدات معالجة مياه الصرف الصحي، وذلك بعد معالجتها.

٦-حماية البيئة المحيطة من التلوث (مياه – تربة – هواء – نبات – حيوان).

أعمـال تجميـع المخلفات السائلة

يتم تجميع مياه الصرف الصحي والمخلفات السائلة بواسطة شبكة من المواسير تسير فيها المياه الملوثة بما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة بالانحدار الطبيعي تبعاً للقوانين الهيدروليكية. وتسير المخلفات السائلة في هذه الشبكة بحيث تصب المواسير الصغرى في مواسير أكبر منها وهكذا إلى أن تصب في النهاية في مجمع رئيسي يصب في بيارة محطة الرفع التي ترفع المخلفات السائلة وتدفعها في مواسير تحت ضغط تعرف بالمواسير الصاعدة أو خطوط الطرد إلى موقع وحدات معالجة المخلفات السائلة.

ويمكن تقسيم أعمال تجميع المخلفات السائلة (مكونات تجميع مياه الصرف الصحي) إلى الأعمال التالية:

أولاً: شبكة المواسير بالانحدار الطبيعي وملحقاتها من المطابق وغرف التفتيش الأخرى.

ثانياً: محطات الرفع وملحقاتها (البيارة ووحدات الضخ من الطلمبات والمحركات ومواسير السحب والطرد وأجهزة قياس التصرف).

ثالثاً: المواسير الصاعدة (خطوط الطرد) وملحقاتها من غرف المحابس وأجهزة الحماية من المطرقة المائية.

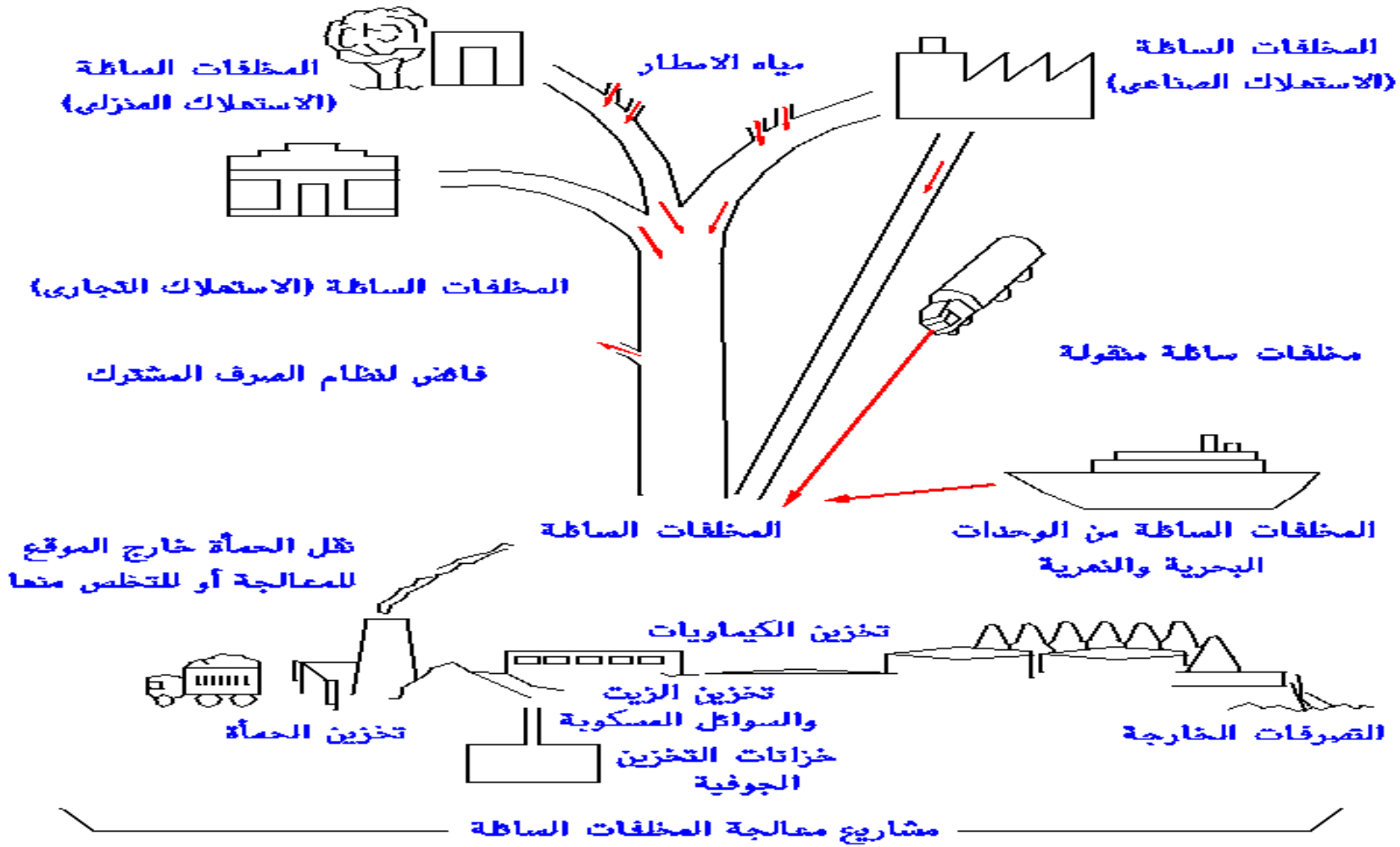
مصـادر الميـاه الملوثـة

ميـاه تتكون من ميـاه الصرف الصحي أساسـاً من المخلفات السـائلة المنزليـــة الناتجـــة مـن المبـاني السـكنية ومـن المخلفـــات السـائلة الناتجـة مـن بعض الصناعات الخفيفـة بالمدينـة كالصناعات الغذائيـة بالإضافة إلى مياه الرشح ومياه الأمطار التي تصل إلى الشبكة كما هو موضح بالشكل رقم (١-١).

وتتكون مياه الصرف الصحي أصلاً من مياه الشرب المستعملة. وتعتمد هذه الشوائب في نوعيتها وكمياتها على مجالات استعمال المياه، فتختلف بالنسبة للمخلفات الصناعية عنها في الاستعمالات المنزلية أو مياه الأمطار أو مياه الرشح. وكل نوع من هذه الأنواع تتداخل عوامل كثيرة في التأثير على مكوناته، وتتفاوت هذه العوامل من منطقة إلى أخرى.

ميـاه الصـرف الصحي المنزلي

تشمل الميـاه المستعملة في التجهيـزات الصحيـة المنزليـة والمراحيـض وأحواض المطابخ والأجهزة الأخرى، ويتضح من ذلك أن نوعية الشوائب في هذه المياه هي مخلفات الطعام والفضلات الآدمية بالإضافة إلى المواد الناتجة عن الاستحمام ونظافة الملابس والأواني والأرضيات وأعمال النظافة الأخرى.


المخلفات الساطة
(الاستهلاك المنزلى)
مياه الامطار
المخلفات الساطة
(الاستهلاك الصناعى)
المخلفات الساطة (الاستهلاك التجارى)
فاضى لنظام الصرف المشترك
مخلفات سائلة منقولة
المخلفات الساطة
المخلفات الساطة من الوحدات
البحرية والنهرية
نقل الحمأة خارج الموقع
للمعالجة أو للتخلص منها
تخزين الكيماويات
تخزين الزيت
والسوائل المسكوبة
خزانات التخزين
الجوفية
تخزين الحمأة
المصرفات الخارجة
مشاريع معالجة المخلفات الساطة

مصادر المياه الملوثة (الصرف الصحي)

ميـاه الأمطـار

تحتوى مياه الأمطار بعد تجميعها على المواد التي تحملها الأمطار أثناء سقوطها أو جريانها فوق أسطح المباني والأرض، وتختلف ما تحمله مياه وتختلف نوعية مياه الصرف الصحي المنزلي طبقاً للعوامل التالية:

أ- مستوى المعيشة.

ب- معدلات استهلاك المياه.

جـ - خصائص مياه الشرب.

تتكون الأمطار من أتربة ورمال ومواد عضوية طبقاً لعدة عوامل كثيرة منها طبيعة الأسطح التي تسقط عليها الأمطار ونوعية رصفها ومدى تكرار سقوط الأمطار ومدتها. وقد تحتوى مياه الأمطار في بعض الأحيان على تركيز عالٍ من المواد العالقة التي تجرفها المياه من الأسطح التي تسقط عليها بالإضافة إلى بعض الغازات الذائبة في الأمطار أثناء هطولها.

المخلفات الصناعية السائلــة

تختلــف مكونــات المخلفــات الصنـاعية السـائلة وخصائصـها حسـب نـوع الصنـاعة والعمليـات الصنـاعية المسـتخدمة فيهـا، وكميـة الميـاه المستعملة والمواد التي تدخل في التصنيع، والنسبة التـي تصل منهـا إلى مياه الصرف الصحي. وتحتـوى بعـض المخلفـات الصنـاعية علـى مواد سامة أو ضـارة بالنسـبة للكائنـات الحيـة الدقيقـة والتـي لهـا دور كبير في عمليات المعالجة.

ولذلك لا يُسمح بصرف المخلفات الصناعية على شبكات الصرف الصحي إلا إذا توافرت فيها معايير وخصائص معينة حددها القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ و القرار رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ في شأن صرف المخلفات الصناعية السائلة على شبكات الصرف الصحي.

ميـاه الرشـح

وهى المياه التي تدخل مواسير الصرف الصحي من المياه السطحية أو من المياه الجوفية في باطن الأرض إذا كان منسوبها أعلى من منسوب المواسير. لذا يجب أن تقدر قيمتها لتؤخذ في الاعتبار عند التصميم.

تدخل المياه الجوفية عن طريق الوصلات والمسام والمطابق المعيبة وأغطية المطابق التي يقل منسوبها عن منسوب سطح الأرض.

يتأثر منسوب مياه الرشح بالدرجة الأولى بموقع تركيب المواسير، حيث يرتفع عندما يكون الموقع مجاوراً للأنهار أو الترع أو المجاري المائية، بينما يقل عندما يزيد بعد الموقع عن المجاري المائية. ولذلك نجد أن منسوب مياه الرشح فى الموقع المجاور للنهر وعلى مسافة في حدود خمسون متراً من جسر النهر يتأثر بارتفاع أو انخفاض منسوب النهر.

ميـــاه الغسـيـل

هـي الميـاه الملوثـة التـي تصـرف علـى البالوعـات ومنهـا إلـــى شـبكة الصـرف حاملـة معهـا بعض الرمـال والـورق والزيـوت والشـحومات. تتغير مكونـات مياه الصرف الصحي السائلة من وقت لآخر على مـدار السـنة والشـهر واليـوم أسـوة بتغيـر كمياتهـا، إلا أنـه يمكـن القـول أن المخلفـات السـائلة تتكـون فـي المتوسـط مـن ٩٩.٩% مـاء و٠.١% مـواد صـلبة سـواء كانـت عالقـة أو ذائبـة، عضـوية أو غيـر عضـوية، كما تحتوى على الكثير من البكتريا (هوائية أو لاهوائية).

وتشمل هذه العوامل ما يلى:

- عمر المخلفات السائلة.
- وقت جمع العينة.
- تعرض المخلفات السائلة للهواء.

عمر المخلفات السائلة:

أي الوقت الذى مضى منذ صبها في شبكة الصرف إلى وقت أخذ العينة، فالمخلفات السائلة في بدء جريانها في شبكة الصرف تكون ذات لون مائل إلى الرمادي مع وجود مواد برازيه وزيوت وشحوم وأوراق ومخلفات الخضروات طافية على السطح. وبمضي الوقت ونتيجة لجريان هذه المخلفات السائلة في شبكة الصرف تتفتت المواد العالقة والطافية وتندمج مع بعضها مكونة سائل متجانس ذو عكارة عالية ولون أشد تركيزاً، بينما تتصاعد منها روائح كريهة نتيجة لتحلل بعض المواد العضوية تحللاً لاهوائياً.

وقت جمع العينة:

لما كانت المياه المستعملة وكذلك الغرض من استعمالها يتغيران من وقت لآخر، فمن البديهي أن تختلف محتويات العينة ودرجة تركيز هذه المحتويات من وقت لآخر . كما تتغير مكونات المخلفات السائلة ودرجة تركيز ما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة تبعاً لتغير الأنشطة الصناعية من موسم لآخر على مدار السنة.

تعرض المخلفات السائلة للهواء:

تحتوى المخلفات السائلة عند بدء جريانها في شبكة الصرف على بعض الأكسجين الذائب الذى سرعان ما يُستهلك نتيجة لنشاط البكتريا الهوائية التي تموت إذا لم يتجدد الأكسجين. وعندئذ تنشط البكتريا اللاهوائية في حالة عدم تعرضها للهواء، وعلى النقيض من ذلك إذا تواجدت المخلفات السائلة على اتصال دائم بالهواء عندئذ تنشط البكتريا الهوائية.

من هذا يتضح أن المواد العضوية تتعرض إلى نوعين من التحلل:

أولاً: التحلل اللاهوائي (Putrefaction)

وهو الذى يحدث نتيجة لنشاط البكتريا اللاهوئية في غياب الأكسجين وينتج عنه غازات النوشادر (Ammonia) والميثان (Methane) وكبريتيد الهيدروجين (Hydrogensulphide) ومعظم هذه الغازات ذات رائحة نفاذة كريهة.

ثانياً: التحلل الهوائي (Oxidation)

وهو الذى يحدث نتيجة نشاط البكتريا الهوائية عند تواجد الأكسجين وينتج عنه أملاح (Nitrates) والكبريتات (Sulphates) وثاني أكسيد الكربون (Carbon dioxide) ومواد أخرى غير ضارة.

ويتأثر التحلل الهوائي بعدة عوامل مثل:

درجة حرارة المخلفات (Temperature of sewage):

ويظهر تأثير درجة الحرارة في زيادة نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية مع ارتفاع درجة الحرارة إلى درجة معينة يأخذ بعدها نشاط البكتريا في الهبوط.

العوامل الميكانيكية (Mechanical factors):

مثل مرور المخلفات السائلة على هدارات أو في منحدرات أو في وحدات الطلمبات، إذ أن مثل هذه العوامل تساعد على تفتت المواد العالقة الكبيرة الحجم نسبياً إلى مواد أصغر حجماً.

كمية المياه المستخدمة (مياه الشرب) في المدينة وكذلك محتويات هذه المياه وكمية مياه الرشح وكمية مياه المطر، وهذه تؤثر على درجة تركيز المواد الصلبة (عالقة كانت أو ذائبة)، كما أن مياه الرشح بما قد تحتويه من أملاح ذائبة تؤثر على درجة تركيز المواد الذائبة.

المواد الصلبة الموجودة في المخلفات السائلة: تتواجد المواد الصلبة في المخلفات السائلة إما عالقة أو ذائبة، وتنقسم المواد الصلبة العالقة إلى:

- **مواد سهلة الترسيب.**
- **مواد صعبة الترسيب.**

كما يمكن تقسيم المواد الصلبة في المخلفات السائلة إلى مواد عضوية ومواد غير عضوية:

المواد العضوية (Organic substances) وتسمى أحياناً مواد طيارة أو غير ثابتة.

مواد غير عضوية (Inorganic substances) وتسمى أحياناً مواد معدنية أو ثابتة (Mineral-stable).

وتقدر نسبة كل من المواد العضوية والمواد غير العضوية الموجودة في المخلفات السائلة بحوالي خمسين في المائة (٥٠%) من مجموع المواد الصلبة.

التحاليل الكيميائية الخاصة بمياه الصرف الصحى

١- المواد القابلة للترسيب SETTEABLESOLIDS

أ - مقـــدمـــــــــه

تحتوى مياه الصرف الصحي والمخلفات السائلة الصناعية على كثير من المواد العالقة القابلة للترسيب بعد حجز المياه لمدة معينة (مدة المكث Detention period).

الغرض من هذه الاختبار هو معرفة تركيز المواد القابلة للترسيب في المياه الخام و مدى كفاءة أحواض الترسيب الابتدائية وأحواض الترسيب النهائية في التخلص من هذه المواد القابلة للترسيب.

ب - الأجهزة والمعدات

١- أقماع أمهوف سعة لتر

٢- حامل خشبي أو معدني لهذه الأقماع

٣- ساق طويل من الزجاج للتقليب

جـ - خطوات الاختبار:

١- رج العينة المراد إجراء الاختبار عليها جيدا ثم أ فرغ حجم من هذه المياه حتى علامه ١ لتر الموضحة على القمع .

٢- اترك المياه للترسيب لمده ٤٥ دقيقة ثم بعد ذلك قلب الجزء العلوى من المياه بقضيب من الزجاج دائريا ثم أتراك القمع لمدة ١٥ دقيقة أخرى.

٣- أقرا حجم الرواسب المتكونة بعد ساعة من اسفل حتى نهاية سطح الرواسب المتجمعة.

٤- في بعض الأحيان يكون حجم الرواسب المتكونة بعد الاختبار اكثر من ٤٠ مللي وفى هذه الحالة يوضع ٥٠٠ مللي فقط من العينة من قمع أمهوف ثم يتم إجراء نفس الخطوات حتى الخطوة الثالثة .

د - الحســـــــاب

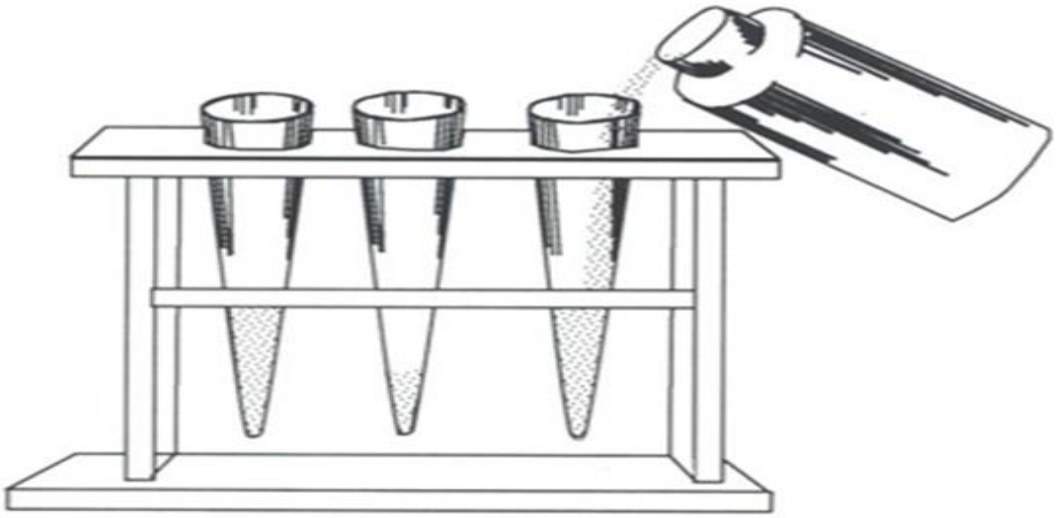
١ - يدون حجم الرواسب (ملليلتر/ لتر لمده ساعة) في حالة عدم زيادة حجم الرواسب عن ١٠ملليلتر / لتر واستخدام لتر من العينة .

٢ - في حالة استخدام ٥٠٠ مللي فقط من العينة لزيادة حجم الرواسب عن ٤٠ يقرأ التدريج حتى نهاية سطح الرواسب ثم تدون النتيجة (حجم الراسب مللي / لتر x ٢ لمدة ساعة) .

مثـــــال :-

حجم الرواسب بعد استخدام ٥٠٠ مللي من العينة ٤٠ مللي

النتيجة = ٤٠ × ٢ = ٨٠ ملليلتر / لتر



٢- المواد الصلبة الكلية Total Solids

أ - مقدمـــــه

يـتم قيـاس المـواد الصـلبة الكليـة بتبخيـر حجـم معلـوم مـن العينـة المخلوطة جيدا في طبق تبخير ثم التجفيف عند ١٠٣ درجه مئوية لمده ساعه

يتم حساب تركيز المواد الصلبة الكلية بمجم / لتر لمعرفه تركيزها في العينـة سواء فـي الميـاه الخـام أو الميـاه الخارجـة مـن الترسـيب الابتدائي أو السيب النـهائي

ولكن يرجع أهميه هذه الاختبار في تحديد النسبة المئوية للمواد الصلبة في الحمأة الخارجة من الترسيب الابتدائي والحمأة الخارجة من أحواض تركيز الحمأة وكذلك الحمأة الجافه

ب - الأجهزة والمعدات

١- طبق تبخير من البورسلين أو البلاتين أو السيليكا الزجاجية

٢- فرن حرق عند ٥٥٠ درجه مئوية

٣- فرن تجفيف عند ١٠٣ درجه مئوية

٤- مجفف زجاجي

٥- ميزان حساس

٦ - قلاب مغناطيسي

٧ - ماصه زجاجيه ذات فوهه واسعه

جـ - خطوات الاختبار

١ - يتم تنظيف طبق التبخير في فرن الحرق عند ٥٥٠ درجه مئوية لمده ساعه ثم يتم تبريد الطبق وحفظه في المجفف الزجاجي ثم يتم وزنه (و١)

٢ - يتم تحديد حجم العينة الذى يعطى تركيز المواد الصلبة الكلية في العينة يتراوح ما بين من ١٠ - ١٠٠ مجم / لتر وسحبة جيداً . ثم يتم وضع طبق التبخير في حمام مائي. ثم يتم وضع طبق التبخير في فرن التجفيف عند ١٠٣ درجه مئوية لمده ساعه .

ثم يتم تبريده في المجفف الزجاجي . ثم يتم وزن الطبق والمواد الصلبة الموجودة به (و٢)

٣ - يتم حساب تركيز أو نسبه المواد الصلبة الكلية بمجم / لتر من المعادلة الأتية :-

د - طريقه الحساب

$$\text{تركيز المواد الصلبة الكلية بمجم / لتر} = \frac{(\text{و}٢ - \text{و}١) \times ١٠٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

حيث أن و١ = وزن الطبق قبل التجفيف بمجم / لتر

و٢ = وزن الطبق والمواد الصلبة الكلية بعد التجفيف بمجم / لتر

لحساب نسبه المواد الصلبة الكلية في أي عينه يتم استخدام المعادلة الأتية:-

$$\text{\% للمواد الصلبة الكلية} = \frac{(\text{و}٢ - \text{و}١)}{\text{و}٢} \times ١٠٠$$

٣- المواد الصلبة العالقة الكلية TOTAL Suspended Solids (TSS)

أ – مقـــــدمـــــــه

تحتوى مياه الصرف الصحي الخام على نسبة من المواد العالقة بعضها قابل للترسيب وبعضها غير قابل للترسيب. وتعيين نسبة المواد العالقة في المياه الخام والمياه الناتجة بعد مرحلة الترسيب الابتدائي تساعد على معرفه مدى كفاءة هذه المرحلة في التخلص من المواد العالقة كما آن تعيين قيمة المواد العالقة في المياه الناتجة بعد كل مراحل التنقية يمكن منه حساب كفاءة عملية التنقية الكلية في إزالة المواد العالقة

ويتم قياس المواد الصلبة العالقة في المياه الخام لتقدير تركيزها كما يتم قياسها بعد أحواض الترسيب الابتدائي لمعرفة كفاءة مرحلة الترسيب الابتدائي في إزالة المواد العالقة و القابلة للترسيب كما يتم قياسها في أحواض التهوية لتقدير تركيز المواد العالقة فيها كمعيار لتركيز الحمأة المنشطة (MLSS) ويتم قياسها في الحمأة المنشطة المعادة والزائدة لكى تستخدم في الحسابات الخاصة بالتحكم في التشغيل في حالة صعوبة قياس المواد الصلبة العالقة المتطايرة و في السيب النهائي لمعرفة تركيزها فيه و معرفة كفائية محطة المعالجة.

مثـــــال :-

تحتوى المياه الخام ٤٠٠ ملليجرام / اللتر مواد عالقة وتحتوى على المياه الناتجة من مرحلة الترسيب الابتدائي على ١٠٠ ملليجرام / اللتر مواد عالقة . أما ناتج المراحل النهائية فى السيب النهائى فيحتوى على ٣٠ ملليجرام / اللتر مواد عالقة

النسبة المئوية لتخفيض المواد العالقة بعد الترسيب الابتدائي

$$= \frac{(٤٠٠ - ١٠٠) \times ١٠٠}{٤٠٠}$$

النسبة المئوية لتخفيض المواد العالقة بعد استكمال عملية التنقية

$$= \frac{٢١٠ \times ١٠٠}{٤٠٠} = ٧٥ \%$$

$$= \frac{(٤٠٠ - ٣٠) \times ١٠٠}{٤٠٠}$$

$$= ٩٢,٥ \%$$

ب - الأجهزة والمعدات

١- ورقه ترشيح من الألياف الزجاجية قطر ٢.٤ سم Glass filber filter paper

٢- جفنه جوش رقم ٤ crucible Gooch أو قمع بوخنر أو وحدة ترشيح

٣- دورق ترشيح

٤- مخبار مدرج

٥- طلمبة تفريغ Vacuum pump

٦- ميزان كهربائي حساس Electric analytical balance

٧- فرن تجفيف (Drying Oven) عند ١٠٣ أو ١٠٥ درجة مئوية

٨- مجفف زجاجي به مادة السيليكاجيل

٩- طبق تبخير سعة ١٠٠ مللى مصنوع من أحد المواد الأتية :-

أ- البورسيلين

ب- البلاتين

ت- زجاج السيليكا العالي الجودة

١٠- فرن حرق (Muffle Furnace) عند ٥٥٠ درجه مئوية

جـ - خطوات الاختبار

١- اذا كان سيتم قياس المواد الصلبة العالقة المتطايرة فيجب حرق طبق التبخير و ورقة الترشيح من الصوف الزجاجي في فرن الحرق عند ٥٥٠ درجه مئوية لمدة ساعه. أما اذا كان سيتم قياس المواد الصلبة العالقة الكلية فيتم تنظيف و تجفيف طبق التبخير و ورقة الترشيح في فرن التجفيف عند ١٠٥ درجه مئوية لمدة ساعه وحفظه في المجفف الزجاجي

٢- توضع جفنه جوش ٤ أو قمع بوخنر في وحدة الترشيح

٣- توضع ورقة ترشيح ٢.٤ سم المصنوعة من الألياف الزجاجية (أو أي حجم مناسب لوحده الترشيح) في الجفنة ويتم ضبط وضعها بحيث تكون متمركزة

٤- يستخدم التفريغ بطلمبة التفريغ لعملية الترشيح

٥- يتم غسيل ورقة الترشيح بمقدار ١٠٠ مللي من المياه المقطرة حتى تستقر على القرص جيدا مع استمرار التفريغ حتى يتم سحب المياه ، ثم توضع الجفنة وورقة الترشيح في فرن تجفيف لمدة ساعة ويتم تبريدها في المجفف لمدة ٢٠ دقيقة ثم يتم وزنها (و١)

٦- يتم ترشيح حوالى ١٠٠ مللي من العينة المراد تعين المواد العالقة بها من خلال ورقة الترشيح كما تم في الخطوة السابقة بعد رج العينة جيدا

٧- يتم غسيل المواد العالقة على ورقة الترشيح بحوالي ٣٠ مللي مياه مقطرة لإزالة الأملاح والمواد الذائبة المتبقية

٨- يتم التجفيف في فرن التجفيف عند الدرجة ١٠٣ د. مئوية لمدة ساعة

٩- يتم تبريد الجفنة في المجفف لمدة ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة ثم وزنها (و ٢)

يتم حساب تركيز المواد الصلبة العالقة الكلية من المعادلة الأتية:

د - طريقة الحســـــــاب

$$\text{المواد الصلبة العالقة (مجم / اللتر)} = \frac{(\text{و٢} - \text{و١}) \text{ بالملليجرام} \times ١٠٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

مثـــــــال :-

نفرض أن و ١ = ١٥.٦٨٣٧ جرام

و ٢ = ١٥.٦٩٣٧ جرام

حجم العينة = ١٠٠ مللي

و١ - و٢ = ٠.٠١ جرام = ١٠ ملليجرام

حجم العينة = ١٠٠ مللي

تركيز المواد الصلبة العالقة (مجم / لتر)= $\frac{١٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠}$ = ١٠٠ مجم / لتر

٤- المواد الصلبة العالقة الثابتة والمتطايرة Volatile & Fixed suspended solids(VSS)

أ – مقـــــدمـــــه

تقاس المواد الصلبة العالقة المتطايرة خاصة في أحواض التهوية وفي الحمأة المنشطة المعادة و الزائدة كمعيار أدق من المواد الصلبة العالقة الكلية لقياس تركيز الكائنات الحية الدقيقة (VSS) في المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة .ويستخدم قياس المواد العالقة المتطايرة في حسابات التحكم في التشغيل في المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة كمعيار أدق من المواد الصلبة العالقة الكلية

حيث تستخدم في حساب نسبه الغذاء الى نسبه الكائنات الحيه الدقيقة F / M كما تستخدم في حساب عمر الحمأة (MCRT) وكميه الحمأة المنشطة المعادة والزائدة يمكن تحديد كل من المواد الصلبة العالقة المتطايرة والثابتة من حرق المواد العالقة عند درجة ٥٥٠ د مئوية. و قياس المواد العالقة المتطايرة في أحواض التهوية (MLVSS) أدق من قياس المواد الصلبة العالقة الكلية في تقدير تركيز الكائنات الحية الدقيقة المكونة للحمأة المنشطة لأنها مواد صلبة عالقة عضوية

ب - الأجهـــــزة

١ - فرن حريق Muffle furnace

٢ – الأجهزة المستخدمة في تجربه المواد الصلبة العالقة الكلية

جـ - الطريقـــــــة

١- يتم اتباع الخطوات السابقة على أن يتم حرق جفنه جوش وورقة الترشيح الفارغة بعد التجفيف في خطوه ٤ السابقة عند درجة ٥٥٠ د . مئوية لمدة ٢٠ دقيقة فتكون هي (و ١)

٢- بعد الخطوة رقم ٨ في الطريقة السابقة يتم وضع الجفنة + ورقة الترشيح + المواد العالقة في فرن الحريق عند ٥٥٠ درجه مئوية لمدة ٦٠ دقيقة

٣- يتم وضع الجفنة في المجفف الزجاجي لمده ٢٠ دقيقه حتى تبرد نهائيا ثم توزن فيكون ذلك (و ٣)

د – الحســـــــــاب

المواد الصلبة العالقة المتطايرة مجم / اللتر = و ٢ - و٣ بالملليجرام / حجم العينة X ١٠٠٠

$$\text{المواد العالقة الصلبة الثابتة ملليجرام / اللتر} = \frac{\text{و ٣ - و ١ بالملي جرام}}{\text{حجم العينة}} \times ١٠٠٠$$

Fixed suspended solids

مثـــال :-

نفرض ان :

و ١ = ١٥.٦٦٣٧ جرام

ان : و٢ = ١٥.٦٩٣٧ جرام

ان : و٣ = ١٥.٦٨٣٧ جرام

المواد الصلبة العالقة المتطايرة = ١٥.٦٩٣٧جرام - ١٥.٦٨٣٧=

٠.٠١ جرام= ١٠ مجم

المواد الصلبة العالقة المتطايرة بالملي جرام / اللتر = $\frac{١٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠}$ = ١٠٠ مجم / لتر

المواد العالقة الثابتة = و ٣ - و١= ١٥.٦٨٣٧- ١٥.٦٦٣٧=

٠.٠٢ جرام = ٢٠ مجم

المواد الصلبة العالقة المتطايرة بالملي جرام / اللتر = $\frac{٢٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠}$ = ٢٠٠ مجم / لتر

٥- مجموع المواد الصلبة (الثابتة والمتطايرة) OTAL FIXED – VOLATILE – SOLIDS

أ - مقـــــدمــه

تحتـوى ميـاه الصـرف الصـحي علـى مـواد صـلبة بعضـها عـالق Suspened وبعضـها ذائـب Dissolved وكـل نـوع مـن هـذين النوعين ينقسم ألي قسمين مواد عضوية (أو متطايرة) ومواد غير عضوية أو ثابتة ، فعلى ذلك فان تعيين مجموع المواد الصلبة يشمل المـواد العالقـة والمـواد الذائبـة معـا سـواء كانـت عضـوية أو غيـر عضوية.

ويـتم تعيـين مجمـوع المـواد الصـلبة بتبخيـر حجـم معـين مـن ميـاه الصرف الصحي في جفنه التبخير على حمام مائي حتى جفاف العينـة ثم التجفيف في فرن تجفيف عند ١٠٣ درجه مئويـة ثم يتم حرق الجفنة في فرن الحرق عند ٥٥٠ درجه مئويـة لتعين المواد الطيـارة والثابتـة وتستخدم هذه الاختبـار فـي تحديـد النسـبة المئويـة للمـواد الصـلبة سـواء كانـت الكليـة أو المتطـايرة أو الثابتـة فـي الحمـأة فـي محطـه المعالجـة بمختلـف أنواعهـا سـواء كانـت حمـأه ابتدائيـة أو منشطه أو زائده أو الحمأة المركزة أو الجافه

ب - الأجهزة و المعدات

١- فرن تجفيف

٢- جفنه تبخير

٣- حمام مائي

٤- فرن حرق

٥- مجفف

٦- ميزان حساس

جـ - الطريقة

١- يتم غسيل وتجفيف الجفنة ذو حجم مناسب ثم يتم حرق هذا الطبق في فرن الحرق عند درجة ٥٥٠ د . مئوية ويتم الوزن بميزان حساس (و١)

٢- يوضع حجم مناسب من العينة بعد رجها جيدا حوالي ١٠ - ٢٥ مللي في الجفنة أو طبق التبخير ثم يتم وزن الطبق والعينة (و٢)

٣- يتم وضع الجفنة أو الطبق على بخار حمام مائي ويتم التبخير حتى تمام الجفاف ثم ينقل الى فرن التجفيف على درجة ١٠٣ د . مئوية لمده ساعة تقريبا

٤- يتم التبريد في مجفف ثم يوزن الطبق وبه المواد الصلبة (و٣)

٥- ضع الطبق بعد ذلك في فرن الحريق عند درجة ٥٥٠ د . مئوية حتى تمام الحريق وثبات الوزن (و٤) وبعد أن يتم التبريد في الهواء للتخلص من الحرارة الزائدة يتم التبريد في المجفف قبل الوزن

٦- يتم حساب النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية في العينة و كذلك النسبة المئوية للمواد الصلبة الثابتة و المتطايرة من المعادلات الأتية:

د - الحسـاب

$$\%\ \text{للمواد الصلبة الكلية} = \frac{\text{و٣ - و١}}{\text{و٢ - و١}} \times ١٠٠$$

$$\%\ \text{المواد الصلبة المتطايرة} = \frac{\text{و٣ - و٤}}{\text{و٣ - و١}} \times ١٠٠$$

$$\%\ \text{المواد الصلبة الثابتة} = \frac{\text{و ٤ - و١}}{\text{و٣ - و١}} \times ١٠٠$$

حيث أن :-

و١ = وزن الطبق بمجم / لتر

و٢ = وزن الطبق والعينة بمجم / لتر

و٣ = وزن الطبق والمواد الصلبة بعد التجفيف عند ١٠٣ د مئوية بمجم / لتر

و٤ = وزن الطبق والمواد الصلبة بعد الحرق عند ٥٥٠ د مئوية بمجم / لتر

٦- المواد الذائبة الكلية Total Dissolved Solids (TDS)

أ - مقـــــدمــه

يتم تعينها بالترشيح أولا ثم تبخير حجم مناسب من المياه المرشحة حتى الجفاف في حمام مائي ثم تجفيفها في الفرن عند ١٨٠ درجه مئوية

ب - الأجهزة والمعدات

١- مرشح زجاجي وورق ترشيح من الصوف الزجاجي

٢ ــ طلمبه ترشيح ومعها وحده ترشيح

٣ - دورق ترشيح

٤ - طبق تبخير سعه ١٠٠ مللي

٥ - فرن تجفيف عند ١٨٠ درجه مئوية

٦ - حمام مائي

٧ - مجفف زجاجي

٨ - ميزان حساس

٩ - فرن حرق عند ٥٥٠ درجه مئوية

ج - خطوات الاختبار

١ - يتم تركيب وحده الترشيح وقارورة الترشيح وطلمبه الترشيح

٢ - يتم غسيل طبق التبخير بالماء المقطر ثم وضعه في فرن الحرق عند ٥٥٠ درجه مئوية لمده ساعه لإزاله أي رواسب أو مواد عالقة من الطبق ثم يتم تبريده في المجفف الزجاجي لحين استخدامه

٣ - ترشح حجم من العينة (٥٠٠ مللي)

٤ – اوزن طبق التبخير (و ١) ثم يتم وضع ١٠٠ مللي من الرشيح في طبق التبخير

٥ - ضع الطبق على الحمام المائي حتى يتم جفاف العينة

٦ - ضع الطبق في فرن التجفيف عند ١٨٠ درجه مئوية لمده ساعه

٧ - برد طبق التبخير في المجفف الزجاجي

٨ - اوزن طبق التبخير بالمواد المتبقية بالطبق (و٢)

٩ - يتم حساب تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية بمجم / لتر

د - طريقه الحساب

$$\text{تركيز المواد الصلبة الكلية بمجم / لتر} = \frac{(\text{و}٢ - \text{و}١) \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

مثال :-

وزن الطبق قبل التجفيف (و ١) = ٤٠.١٦٠٠ جرام

وزن الطبق بعد التجفيف (و ٢) = ٤٠.١٧٢٠ جرام

تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية بمجم / لتر = $\frac{(٤٠,١٧٢٠ - ٤٠,١٦٠٠) \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠}$

$$\frac{٠,١٢٠ \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠}$$

يمكن معرفه تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية بمجم / لتر عن طريق قياس درجه التوصيل الكهربائي بالميكروموس / سم .

حيث يتم قياس درجة التوصيل الكهربائي ثم حساب مجموع المواد الذائبة باستخدام ٠.٦٨ كعامل .

مثال :-

نفرض أن درجة التوصيل الكهربائي ٩٤٠ ميكروموس / سم

فيكون مجموع المواد الذائبة T D S = ٩٤٠ × ٠.٦٨ = ٦٣٩

ملليجرام / اللتر تقريبا

٧- قياس الاكسجين الذائب Dissolved Oxygen (DO)

أ – مقـــــدمـــــه

يختلف تركيز الأكسجين الذائب في المياه الطبيعية وفى المخلفات السائلة باختلاف بعض العوامل الطبيعية والكيميائية والأنشطة البيولوجية التي توجد في المياه وقياس تركيز الأكسجين الذائب هو حجر الأساس في تحليل المياه والمخلفات السائلة لتحديد :-

(١) نسبة التلوث للمياه .

(٢) التحكم في أداء عمليات تنقية مياه الصرف الصحي .

(٣) تحديد قيمة الأكسجين الحيوي المطلوب للمياه الملوثة .

نســـــبة التلـــــوث

تزداد درجة ذوبان الغازات القابلة للذوبان في المياه بانخفاض درجة الحرارة كما تزداد درجة ذوبان الأكسجين في المياه بانخفاض نسبة الأملاح الذائبة في المياه ويزداد درجة ذوبان الأكسجين في المياه بزيادة الضغط الحيوي – والجدول التالي يوضح مقارنة بين تركيز الأكسجين الذائب في المياه العذبة وفى المياه المالحة في درجات الحرارة المختلفة وتحت ضغط جوى يعادل ٧٦٠ مم زئبق.

رجة الحرارة درجة مئوية	الأكسجين الذائب بالملليجرام / اللتر		
	المياه العذبة	مياه مالحة نسبيا	مياه البحار
	كلوريد صوديوم تقريبا	٥٠٠٠ ملليجرام / اللتر كلوريدات	٢٠٠٠٠ملليجرام /اللتر كلوريدات
صفر	١٤.٦	١٣.٨	١١.٣
٥ د . مئوية	١٢.٥	١١.٨	٩.٨
١٠ د . مئوية	١١.٣	١٠.٧	٩.٠
١٦ د . مئوية	١٠.٠	٩.٥	٨.٠
٢٠ د . مئوية	٩.٢	٨.٧	٧.٤
٢٤ د . مئوية	٨.٥	٨.١	٦.٩
٣٠ د . مئوية	٧.٦	٧.٣	٦.١

والقيم الموضحة بالجدول عالية تمثل درجة التشبع ١٠٠% بالأكسجين في أنواع المياه المختلفة عند درجات الحرارة المختلفة ، فمثلا إذا أخذت عينة من مجرى مائي عذب درجة حرارته ١٠ . د مئوية ووجد آن تركيز الأكسجين الذائب بها ١٠ ملليجرام / اللتر فتكون درجة تشبع المياه بالأكسجين ١٠٠ % وهذا يدل على عدم تلوث المياه إطلاقا بأي مادة عضوية أو غير عضوية تستهلك الأكسجين الذائب،

أما إذا كانت قيمة الأكسجين الذائب للمياه العذبة عند هذه الدرجة (١٠ د . مئوية) ٥ ملليجرام / اللتر فان نسبة التشبع بالأكسجين المذاب تصبح ٥٠ % فقط ويشير ذلك الي تلوث المياه وتزداد درجة تلوث المياه كلما زاد الفرق بين درجة تركيز الأكسجين في العينة والنسبة الواردة في الجدول (١٠٠ %) عند تركيز كلوريدات ودرجات الحرارة المختلفة .

التحكم في عمليات تنقية مياه الصرف الصحي

المياه الخام الواردة الى محطات التنقية لا تحتوى عادة على أي أكسجين ذائب. وتعتمد المعالجة البيولوجية التي تلى المعالجة الابتدائية سواء كانت مرشحات زلطيه أو حمأه منشطه في معالجه المواد العضوية بواسطه لبكتيريا الهوائية على إمداد المياه بالأكسجين الذائب حتى تقوم البكتريا الهواية بأنشطتها.

معظم البكتريا الهوائية سواء في مرشحات زلطيه أو في أحواض تهوية الحمأة المنشطة تحتاج الى نسبة بسيطة من الأكسجين الذائب تبلغ حوالى ٢ ملليجرام / اللتر.

قياس الأكسجين الذائب في مرحلة المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي سواء كانت مرشحات زلطيه أو حمأه منشطه مهم جدا لضمان نمو ونشاط البكتيريا الهوائية في معالجه المواد العضوية و المواد النيتروجينية كما يساعد على رفع كفاءة محطات معالجة الصرف الصحي.

طريقه قياس الاكسجين الذائب

- يعتمد قياس الأكسجين الذائب بطريقة كيميائية ويطلق عليها طريقة وينكلر أو طريقة الأزيد المعدلة .

- الأكسجين الذائب يؤكسد كميات متكافئة من أيدروكسيد المنجنيز المترسب إلى أيدروكسيد عالي التكافؤ في وسط حامضي ومع وجود أيون اليود يتحول المنجنيز ثنائي التكافؤ

واليـود المتولـد يكـافئ الأكسـجين المـذاب يعـادل اليـود بواسـطة الصوديوم ثيوسلفات إلى اللون الصافي عند إضافة النشا ككاشف

- يجب قياس الأكسجين الذائب فور جمع العينة لأن تركيزه في العينة يتأثر بعده عوامل من أهمها درجه الحرارة وتركيز المواد العضوية وغير العضوية وعدد الكائنات الحيه الدقيقة

ب - الأجهزة و المعدات

١ - سحاحه مدرجة سعه ٥٠ مللي

٢- زجاجة BODبغطاء زجاج مصنفر سعة ٣٠٠ مللي

٣- دورق ارلنماير (مخروطي) سعه ٢٥٠ مللي

٤- ماصه ١٠ مللي و ثلاثة ماصات ١ مللي

٥- مخبار مدرج سعة ١٠٠ مللي

٦- قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر

٧- زجاجات لحفظ المحاليل الكيميائية

ج - المحاليـــــل الكيميائية

١- محلول كبريتات المنجنيز

يتم تحضيره بإذابة ٤٨٠ جرام من ($Mn\ SO_4 . 4H0_2$) أو ٤٠٠ جرام من ($Mn\ SO_4 . 2H_2O$) أو ٣٦٤ جرام من ($Mn\ SO_4 .$ H_2O) في حوالي ٨٠٠ مللي مياه مقطرة ثم يتم ترشيح هذا المحلول ويوضع في قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر ثم يخفف إلى واحد لتر بماء مقطر وهذا المحلول لا يعطى لون مع النشا المضاف إلى محلول ايوديد البوتاسيوم

٢- محلول– الأزيد -الايوديد القلوي - Alkali - Iodide - Azide Reagent

(أ) للعينات المشبعة أو الأقل تشبع

أذب ٥٠٠ جرام من أيدروكسيد الصوديوم NaOH أو ٧٠٠ جرام من أيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) و١٣٥ جرام من ايوديد الصوديوم (NaI) أو ١٥٠ جرام من ايوديد البوتاسيوم (KI)

فـي ميـاه مقطـرة وخفـف إلـى ١ لتـر ثـم أضـف ١٠ جـرام مـن الصـوديوم أزيـد (NaN_3) المـذاب فـي ٤٠ مللـي ميـاه مقطـرة وهـذا المحلول يجب ألا يعطى لون مع النشا عند تخفيفه أو تحميضه

(ب) للعينة شديدة التشبع Super Saturated

يذاب ١٠ جرام من أزيد الصوديوم في ٥٠٠ مللي مياه مقطره ثم يضاف ٤٨٠ جرام أيدر وكسيد الصوديوم ٧٥٠ جرام ايوديد الصوديوم مع التقليب حتى الإذابة . تظهر عكارة بيضاء لوجود كربونات الصوديوم ولكن هذا ليس له تأثير .

ملحوظة: هذا المحلول سام ويجب التعامل معه بحرص شديد. ويجب حفظ هذا المحلول في زجاجة بنى بعيدا عن الضوء

٣- النشـــــا

أذب ٢ جرام من النشا المعملي قابل للذوبان و ٠.٢ جم حمض السلسيليك للحفظ في ١٠٠ سم٣ مياه مقطرة ساخنة

٤- محلول قياس ثيوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3$. $(5H_2O)$ (ع ٠.٠٢٥)

أذب ٦.٢٠٥ جرام من ثيوسلفيت الصوديوم فى مياه مقطرة ثم يضاف ٠.٤ جرام أيدر وكسيد الصوديوم و ضع المحلول فى قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر ثم خفف إلى واحد لتر . عاير بمحلول باى-أيودات البوتاسيوم

٥- محلول قياسى من باى- ايودات البوتاسيوم 0.002($KH(IO_3)_2N$)

يذاب ٨١٢.٠٤ مجم باى- ايودات البوتاسيوم فى ماء مقطر وخفف إلى واحد لتر بمياه مقطرة

(أ) معايرة الصوديوم ثيوسلفات بواسطة باى- ايودات البوتاسيوم (Standardization)

يذاب ٢ جرام ايوديد البوتاسيوم (KI) في ١٠٠ - ١٥٠ مللي مياه مقطرة فى قارورة زجاجية عيارية سعة ٢٠٠ مللي. أضف ١ مللي من ($6N\ H_2SO_4$) أو بعض النقط من حمض الكبريتيك المركز ثم أضف ٢٠ مللي من المحلول العياري بأي-ايودات البوتاسيوم .

خفف إلى ٢٠٠ مللي بالمياه المقطرة وعاير بواسطة ثيوسلفات الصوديوم باستخدام النشا ككاشف إلى اللون الأصفر الفاتح (لون القش) ثم أضف نقطتين من النشا ليعطي لون أزرق ثم استمر في المعايرة حتى يصبح لون المحلول عديم اللون وهى نقطة التعادل (End point)عندما يكون كلا من ثيوسلفات الصوديوم وبى – أيودات البوتاسيوم متساويين في التركيز فيكون المطلوب هو ٢٠ مللي من (0.025N) الثيوسلفيت الصوديوم وفى حالة عدم التساوي. اضبط ثيوسلفات الصوديوم عند 0.025N

د - خطوات الاختبار

١- املأ زجاجة الـ B O D بالعينة المراد تعيين تركيز الأكسجين الذائب بها وذلك بطريقة أنبوبة من المطاط يسحب منها العينة ببطء وتوضع نهايتها الأخرى اسفل قاع زجاجة الـ B O D واجعل المياه تنساب ببطء بالدرجة الكافية للإحلال محل فراغ الزجاجة مرتين أو ثلاثة على الأقل

٢- ضع ١مللى من محلول كبريتات المنجنيز ثم أضف ١مللى من محلول الأزيد- الايوديد-القلوى

٣- ضع الغطاء على الزجاجة بعناية ثم قلب الزجاجة جيدا واتركها حتى يترسب الراسب.

٤- ارفع الغطاء ثم أضف ١ مللي من حامض الكبريتيك المركز واستخدم نفس الطريقة السابقة في تقليب الزجاجة وعدلها إلى أن يختفي تماما كل الرواسب والندف التي سبق أن تكونت.

٥- اسحب ما يعادل ٢٠٠ سم٣ من العينة الأصلية (أو ٢٠١مللى) من العينة بعد التصحيح لإضافة كل من كبريتات المنجنيز ومحلول الأزيد بالإزاحة

$$\text{أي } ٢٠٠ \times \frac{٣٠٠}{٣٠٠ - ٢} \times ٢٠٠ = \frac{٣٠٠ - ٢٠١ \text{ مللي}}{٢٩٨}$$

٦- يتم معايرة اليود المتكون محلول الثيوسلفات (٠.٠٢٥ ع) أو محلول PAO حتى يكاد آن يختفى اللون الأصفر Pale straw Colour .

٧- أضف ٢ مللي من محلول النشا واكمل المعايرة حتى يبدأ اللون الأزرق في الاختفاء.

هـ - طريقة الحساب

لكل ٢٠٠ مللي من العينة الأصلية المأخوذة ١ مللي من محلول الثيوسلفات (0.025 N) يعادل ١ ملليجرام / اللتر أكسجين ذائب

مثال:

بعد معايرة ٢٠٣ سم٣ من زجاجة الـ B O D محلول الثيوسلفات (٠.٠٢٥ع) وجد انه يلزم ٨ مللي من هذا المحلول للوصول آلي نقطة النهاية End Point لاختفاء اللون الأزرق.

إذن تركيز الأكسجين الذائب بالمياه = ٨ مجم / اللتر

لاحــظ أن :-

يجب العناية الفائقة في العينات التي ينقص فيها الأكسجين الذائب عن درجة التشبع لسرعة امتصاص هذه العينات الأكسجين الجوي .

التفاعلات وأساس استخدام طريقة الحساب السابق ذكرها:

تعتمد الطريقة السابقة على والتي تعرف باسم طريقة winkler method المعدلة بطريقة الأزيد بأنه بعد إضافة كبريتات المنجنيز والمحلول القلوي للايوديد يتكون أيدروكسيد المنجنيز الثنائي التكافؤ $Mn(OH)_2$.

$$Mn\,SO_4 + 2\,Na\,OH \longrightarrow Mn(OH)_2 + Na_2\,SO_4$$

وفى وجود الأكسجين الذائب يتأكسد أيدروكسيد المنجنيز الثنائي الي الايدروكسيد الرباعي

$$2\,Mn(OH)_2 + 02 \longrightarrow 2\,Mn\,0\,(OH)_2$$

وعند إضافة حامض الكبريتيك يتحول هيدروكسيد المنجنيز رباعي التكافؤ الى كبريتات المنجنيز رباعي التكافؤ.

$$MnO(OH)_2 + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow Mn(SO_4)_2 + 3\,H_20$$

وفى وجود أيوديد الصوديوم أو البوتاسيوم يتفاعل كبريتات المنجنيز مع الايوديد ويتكون اليود بما يكافئ كمية الأكسجين الأصلي الموجود في العينة .

$$Mn(SO_4)_2 + 2\,NaI \longrightarrow MnSO_4 + Na_2SO_4 + I_2$$

وبعد ذلك عند المعايرة مع ثيوسلفات الصوديوم

$$2\ Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow Na_2S_4O_6 + 2\ NaI$$

وعلى ذلك ونظرا لان كل جزئ ثيوسلفات يحتوى على ٥ جزيئات مياه فانه طبقا للمعادلات الواردة عالية فان كل ٤٩٦ جرام ثيوسلفات تعادل ١٦ جرام أكسجين أي أن كل ٣١ جرام ثيوسلفات تعادل ١ جرام أكسجين.

وحيث آن حساب أي تركيز لأي ماده بالملي جرام / اللتر

$$= \text{حجم المحلول القياسي المستخدم} \times \frac{١٠٠٠}{\text{حجم العينة المستخدمة}}$$

(إذا كان كل ١مللى = ١ مللي جرام أكسجين)

(أو حجم كل المحلول القياسي المستخدم × ٥ (نظرا لأنه تم استخدام ٢٠٠ مللي العينة)

هذا إذا كان محلول الثيوسلفات المستخدم يحتوى على ٣١ جرام فان كل ١ مللي يعادل ١ مللي جرام أكسجين . وفى هذه الحالة حتى يمكن سهولة الحساب يؤخذ خمس هذا الوزن بحيث يكون كل ١ مللي يكافئ ٠.٢ مللي جرام أكسجين أي تسحب النتيجة بحساب حجم الثيوسلفات ٠.٠٢٥ع المستخدم مع ٢٠٠ مللي من العينة.

ملحوظة : يستخدم محلول الأزيد لمنع تفاعل النتريت مع يوديد البوتاسيوم وخروج اليود

و- التداخلات تؤثرعلى قيمة تركيز الأكسجين الذائب بالطريقة السابق ذكرها.

٨- قياس الاكسجين الحيوي الممتص Biochemical Oxygen Demand (BOD)

أ - مقدمـــــة

يعرف الاكسجين الحيوي الممتص بقياس الاكسجين الذائب اللازم لأكسدة المواد العضوية الكربونية بواسطة البكتيريا الهوائية عند ٢٠ درجة مئوية لمده خمسه أيام .

يعتمد هذا الاختبار على أن العينه تحتوى على بكتيريا ومواد عضويه و أكسجين ذائب فتستهلك البكتيريا الهوائية الأكسجين الذائب وكلما زاد تركيز المواد العضوية في العينة زاد معدل استهلاك الأكسجين الذائب والعكس صحيح .

في هذا الاختبار يتم استخدام زجاجتين BOD ويتم وضع حجم معلوم من العينة يتناسب مع تركيز الأكسجين الحيوي الممتص في العينة ثم يتم ضبط الرقم الأيدروجينى للعينه ما بين ٦.٥ الى ٧.٥ ثم يتم اضافه مياه تخفيف للزجاجتين . ثم يتم قياس الأكسجين الذائب في أحد الزجاجتين ثم يتم وضع الزجاجة الثانية في الحضانة عند ٢٠ درجه مئوية لمده ٥ أيام ثم يتم قياس الأكسجين الذائب في العينة.

سميت هذه الاختبار باسم الأكسجين الحيوي الممتص لأن البكتيريا وهى كائن حي هي أساس التحلل و الأكسدة للمواد العضوية .

وتستخدم هذه الاختبار في تقدير المواد العضوية الكربونية في المياه الخام لمعرفة تركيز المياه الخام وفى المياه الداخلة لأحواض التهوية وفى السيب النهائي كفاءه محطة المعالجة في نسبة إزالة و معالجة المواد العضوية كما أنه يستخدم في حساب F/M Ratio.

هذا الاختبار يقدر كمية الغذاء الموجود في العينة (المواد العضوية التي تستهلك الأكسجين) ونتائج هذا الاختبار تعطى معدل أكسدة المواد العضوية وتعطى تقدير غير مباشر عن وجود الأحياء الدقيقة أو تركيز مياه الصرف الصحي. والنتائج التي تحصل عليها من هذا الاختبار يجب آن تؤخذ في الاعتبار العوامل البيئية لدرجة الحرارة وعدد الجراثيم وحركة المياه وضوء الشمس عند مقارنه نتائج الاختبار في المياه المستقبلة لمياه المجاري.

ومن عيوب هذا الاختبار أن النتاج لا تظهر إلا بعد مرور خمسة أيام من جمع العينة.

ويستخدم هذا الاختبار في تعيين كفاءة وحدات معالجة مياه الصرف ويعطى مؤشر على درجة تركيز المواد العضوية وكمية الأكسجين المطلوب لأكسدة المواد العضوية في حوض التهوية.

الترسيب الابتدائي يزيل من ٢٠ – ٤٠% من الأكسجين الحيوي المطلوب – والكفاءة الكلية للمعالجة البيولوجية تكون في حدود 80 -70% للمعالجة بالمرشحات الزلطيه و من ٩٠ - ٩٥ % للمعالجة بالحمأة المنشطة .

ملحوظة هامة:-

يجب ألا يقل تركيز الاكسجين الذائب فى العينة بعد ٥ أيام فى الحضانة عند ٢٠ درجة مئوية عن ١ مجم/لتر و يجب أن يكون معدل استهلاك الاكسجين الذائب فى العينة بعد ٥ أيام من ٣٠ - ٨٠%

ب- الأجهزة و المعدات

١ - زجاجات BOD بغطاء مصنفر سعة ٣٠٠ مللي

٢ - حضانة كهربائية درجه حرارتها ٢٠ درجه مئوية

٣ - مصاصات مدرجة ١ مللي و ١٠ مللي

٤ - سحاحة وحامل

٥ - دورق مخروطي سعة ٢٥٠ مللي

٦ - قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر

جـ - المحاليـــل الكيميائية

- تستخدم في قياس الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) المحاليل المستخدمة في تجربة الأكسجين الذائب

محلول الفوسفات المنظم (Buffer Phosphate)

أذب ٨.٥ جم من فوسفات البوتاسيوم أحادية القاعدة (KH_2PO_4)

و٢١.٧٥ جم من فوسفات البوتاسيوم ثنائية ($K_2H\ PO_4$) و ٣٣.٤

جم من فوسفات الصوديوم ثنائية القاعدة ($Na\ _2HPO_4\ .\ 7H_2O$)

و ١.٧ جم من كلوريد الأمونيوم NH_4CL في ٥٠٠ مللي مياه

مقطره ثم خفف إلى واحد لتر بالمياه المقطرة.

- الرقم الايدروجينى لهذا المحلول يجب أن يكون ٧.٢

محلول كبريتات الماغنسيوم

أذب ٢٢.٥ جم من كبريتات الماغنسيوم ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) في ماء مقطر وخفف إلى واحد لتر

- محلول كلوريد الكالسيوم

أذب ٢٧.٥ جم كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) في ماء مقطر واكمل حتى ١ لتر

- محلول كلوريد الحديديك

أذب ٠.٢٥ جم كلوريد حديديك ($FeCL_2 . 6H_2O$) في ماء مقطر واكمل حتى ١ لتر

تحضير مياه التخفيف Dilution Water

أضف ١ مللي من المحاليل الأتية محلول الفوسفات المنظم كلوريد الكالسيوم وكلوريد الحديديك وكبريتات المغنسيوم لكل لتر من الماء المقطر ثم امرر الهواء في ماء التخفيف حتى يتشبع بالأكسجين ويمكن الحصول عليه برج محلول مياه التجفيف جيدا عده دقائق أو التقليب بالقلاب المغناطيسي. كما يجب ألا يزيد أو يقل تركيز الاكسجين الذائب في هذا المحلول بعد ٥ أيام في الحضانة عند ٢٠ درجة مئوية عن ٠.٢ مجم / لتر

- ماده لمنع نشاط البكتيريا الخاصة بأكسدة المواد

النيتروجينيه Nitricication inhibitor تضافه

ماده-6 - 2- chloro pyridine (trichloro methyl)

بمعدل ١٠ مجم لكل ١ لتر مياه تخفيف

- محلول صوديوم سلفيت

أذب ١.٥٧٥ جرام من الصوديوم سلفيت في ١ لتر مياه مقطرة

طريقة قياس الأكسجين الحيوي الممتص للعينات غير المكلوره

١- يجرى هذا الاختبار بواسطة قياس كمية الأكسجين المستهلك أو الذي نقص أثناء فتره الخمسة أيام عند درجة حرارة ٢٠ لكمية معينة من مياه الصرف الصحي مخففة بمياه مشبعة بالأكسجين

٢ – يتم ضبط الرقم الأيدروجينى للعينه عند ٦.٥ -٧.٥

٣- أملا زجاجتان BOD تماما بماء التخفيف وغطسها بالغطاء .

٤- حضر مجموعة أو اكثر من العينة لتغطى المدى المقدر لكمية الأكسجين الحيوي المطلوب ومن هذا التقدير احسب حجم عينة المخلفات الخام التي تضاف إلي مياه التخفيف وبصفه عامه للمياه الخام فانه يتم أضافه ٣ مللي لكل زجاجه BOD وبالنسبة للمياه الخارجة من احواض الترسيب الابتدائي فانه يضاف ١٠ مللي لكل زجاجه BOD وبالنسبة المياه المعالجة في السبب النهائي قبل التطهير بالكلور فانه يضاف من (٣٠- ٤٥ مللى) لكل زجاجه BOD

أو حسب الجدول الاتي:-

حجم العينة التى تضاف لزجاجه BOD سعه ٣٠٠ مللى (بالمللى)	تركيز الأكسجين الحيوى الممتص	
	الحد الأدنى (مجم / لتر)	الحد الأقصى (مجم / لتر)
٣	٢١٠	٥٦٠
٦	١٠٥	٢٨٠
٩	٧٠	١٨٧
١٢	٥٣	١٤٠
١٥	٤٢	١١٢
١٨	٣٥	٩٤
٢١	٣٠	٨٠
٢٤	٢٦	٧٠
٢٧	٢٤	٦٢
٣٠	٢١	٥٦
٤٥	١٤	٣٧
٦٠	١١	٢٨
٧٥	٨	٢٢
١٥٠	٤	١٢

٥ - لإجراء الاختبار أبدا أولا بمليء زجاجتان BOD بمياه تخفيف فقط رقم (١) ، (٢) (BLank) ثم أملا زجاجتان اخرتان بالعينة المخففة تخفيف مناسب أرقام (٣) ،(٤) وكما سبق أن ذكرنا ان حجم العينة يجب أن يتناسب مع التركيز حسب مكان أخذ العينة أو حسب الجدول رقم (٤ - ٣) ثم اكمل الزجاجتان بمياه التخفيف واحكم الغطاء بدون حبس فقاعات هواء .

٦ - قم بقياس الأكسجين الذائب في الزجاجتين ٢ و٤ على الفور لتحديد الاكسجين الذائب في البلانك و العينة أول يوم .

٧ - ضع الزجاجتين ١ ،٣ في الحضانة عند ٢٠ م لمده ٥ أيام في الظلام .

٨ - بعد مرور خمس أيام يتم قياس الأكسجين الذائب في الزجاجتين ١ ،٣. عند نهاية الخمسة أيام يجب الا يقل تركيز الأكسجين الذائب في العينة عن ١ مجم/ لتر وأيضا من المستحسن ان يكون النقص في الأكسجين اكثر من ٢ مجم / لتر (يجب أن يكون نسبة استهلاك الاكسجين الذائب في العينة بعد مرور ٥ أيام من ٣٠ – ٨٠ %).

٩ - يتم حساب تركيز الاكسجين الحيوي الممتص (BOD) من المعادلة الأتية:

$$\text{تركيز الاكسجين الحيوي الممتص (مجم/ لتر)} = \frac{(\text{أ} - \text{ب}) \times ٣٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

حيث أن :-

أ = تركيز الاكسجين الذائب في العينة أول يوم

ب = تركيز الاكسجين الذائب في العينة بعد ٥ أيام

٣٠٠= حجم زجاجه BOD

ملحوظة هامه :-

- الزجاجتان (١) ، (٢) استخدمتا للتأكد من نوعية مياه التخفيف ملوثة ام لا أو ان الزجاجات نظيفة أو لا و يجب إعادة الاختبار واستخدام زجاجات نظيفة .

- يجب ألا يقل تركيز الأكسجين الذائب في العينة بعد مرور ٥ أيام عن ١ مجم / لتر وإذا قل عن ذلك فإنه يجب أخذ حجم عينه أقل من ٣ مجم / لتر (١ أو ٢ مللي من العينة)

ب- احتياطات :

١- يجب أن تكون درجة حرارة الحضانة ٢٠م .

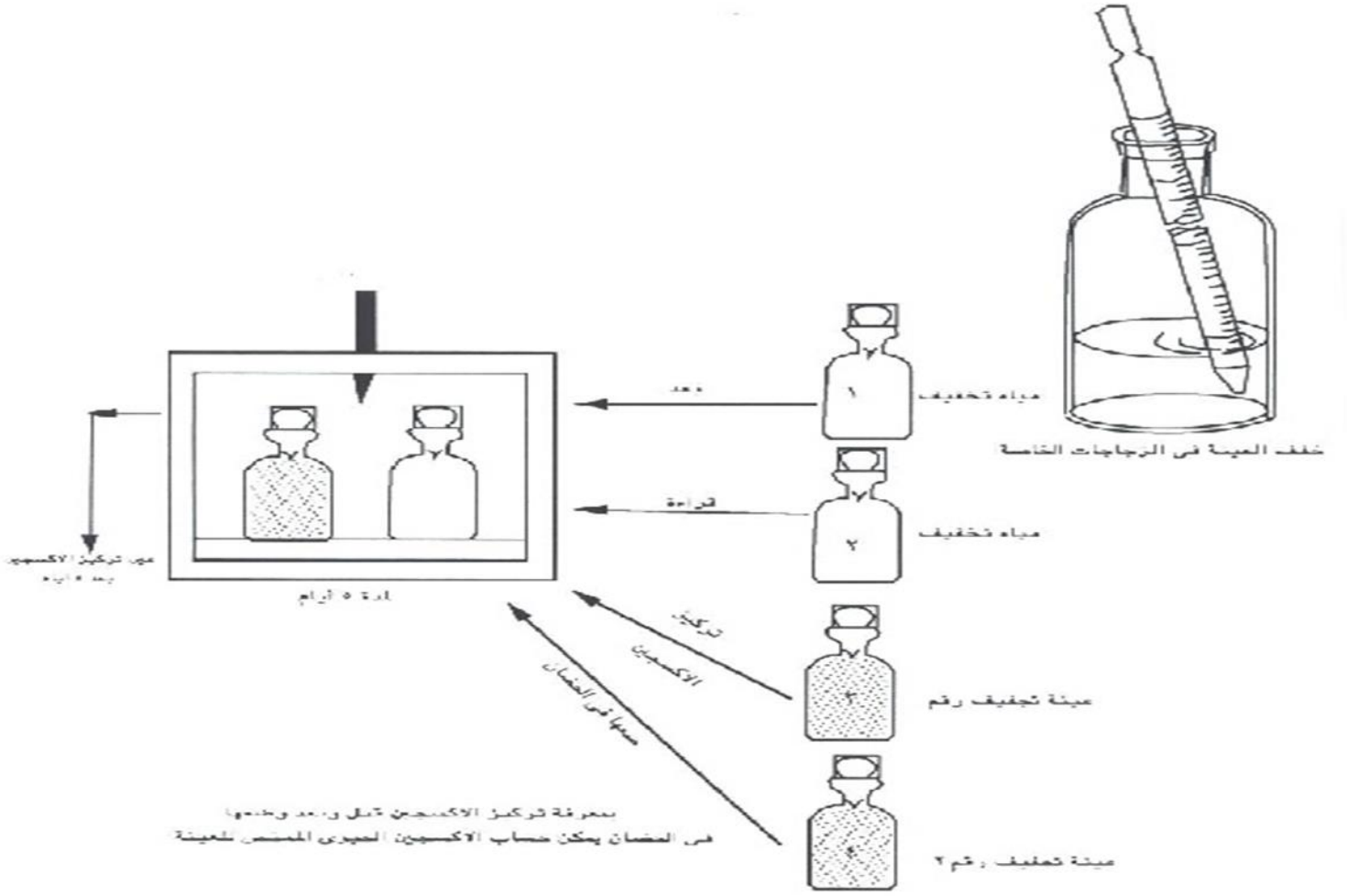
٢ - يجب أن تكون مياه التخفيف طبقا للطرق القياسية.

٣ - يجب أن تكون المخلفات السائلة خالية من المواد السامة ومن الكروم السداسي.

٤ - تأكد من غسيل زجاجات BOD عدة مرات بالماء النظيف.

٥ - المخلفات السائلة غير المكلورة عاده تحتوى على كمية البكتريا كافية للاختبار وعلى ذلك فمن غير الضروري إضافة أي بكتريا .

٦ - حيث أن هذا الاختبار يحتوى على أحياء دقيقة فيجب ان تكون درجة الحرارة مضبوطة و يبين الشكل التالي خطوات قياس الاكسجين الحيوي الممتص للعينات التي لا تحتوى على كلور .


خلف العينة فى الزجاجات الخاصة
مياه تخفيف
مياه تخفيف
عينة تخفيف رقم
عينة تخفيف رقم ٢
تركيز
الاكسجين
مثبتا فى الحضان
ادة ٥ أيام

جـ - مثـــــــال :-

نفرض أن :-

حجم زجاجـــــة BOD = ٣٠٠ مللي

حجـــــم العينـــــــة = ١٥ مللي.

الأكسجين الذائب في العينة الخفيفة = ٨ مجم / لتر .

الأكسجين الذائب بعد ٥ أيام = ٤ مجم / لتر .

طريقة الحساب

لكى تكون النتائج مقبولة يجب آن تكون النسبة المئوية لاستهلاك الأكسجين في هذا الاختبار ما بين ٣٠ – ٨٠ % .

$$\text{الأكسجين الحيوي BOD} = \frac{\text{أ - ب} \times ٣٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

$$= \frac{(٨ - ٤) \times ٣٠٠}{١٥} = ٨٠ \text{ مجم / لتر}$$

$$\%\ \text{لاستهلاك الأكسجين} = \frac{\text{الاكسجين الذائب أول يوم} - \text{الاكسجين الذائب بعد ٥ أيام} \times ١٠٠}{\text{الأكسجين الذائب أول يوم}}$$

$$= \frac{٨ - ٤ \times ١٠٠}{٨} = ٥٠\ \%$$

٩- قياس الأكسجين الحيوي الممتص للعينات المكلورة

أ ــ مقدمـــــــه

تستخدم هذه الطريقة في حاله جمع العينة من السيب النهائي بعد اضافة الكلور ففي هذه الحالة يكون عدد الكائنات البكتيرية غير كافي لتحليل جميع المواد العضوية الموجودة في العينة واذا تم قياس الاكسجين الحيوي الممتص بالطريقة السابقة فان تركيز BOD في العينة أقل بكثير من التركيز الحقيقي في العينة و في هذه الحالة يجب إتباع الخطوات التالية لقياس BOD في العينات التي تم جمعها بعد الكلور.

١ - إزالة الكلور المتبقي من العينات

بإضافة كمية كافية من كبريتيت الصوديوم (٠.٠٢٥ ع)

Sodium Sulfite حتى يزول أثر الكلور ويحضير هذا المحلول

بإذابة ١.٥٧٥ جم من كبريتيت الصوديوم ($Na_2 So_3$) في ١ لتر

مياه مقطره

٢ - ضبط الرقم الأيدروجينى للعينه من ٦.٥ - ٧.٥

٣ - إضافة الكائنات الحية الدقيقة (Reseeding)

ب - خطوات الاختبار

١- اجمع كمية حوالي ١ لتر من مياه الصرف الصحي الخام أو من حوض الترسيب الابتدائي واتركها لمده ٢٤ ساعه لتترسب عند درجة حرارة الغرفة

٢- املأ زجاجتين BOD بمياه التخفيف واعد الغطاء عليها (بلانك)

٣- حضر زجاجتين BOD وأضف لهما حجم مناسب من العينة

٤- أضف لكل من الزجاجتين اللتين تحتويان على العينة ١مللي من الخميرة التي تم تحضيرها و اكمل الزجاجتين بمياه التخفيف ليصبح إجمالي الحجم ٣٠٠ مللي

٥- جهز زجاجتين BOD وأضف لكل زجاجه حجم الخميرة التي تم إضافته للعينة في الخطوة السابقة ثم اكمل الزجاجتين إلي ٣٠٠ مللي بمياه التخفيف

٦- يتم قياس تركيز الأكسجين الذائب في لكل زجاجه من مياه التخفيف والخميرة والعينة التي تم اضافه الخميرة لها في اليوم الأول (D1)

٧- تحضن زجاجات BOD الثانية لكل من مياه التخفيف والخميرة والعينة التي تم اضافه الخميرة إليها في الحضانة عند درجة حرارة ٢٠م لمده ٥ أيام

٨- بعد انتهاء الخمسة أيام يتم قياس الأكسجين الذائب في زجاجات مياه التخفيف والخميرة والعينة التي تم اضافه الخميرة إليها بعد ٥ أيام D2.

٩- احسب تركيز الأكسجين الحيوي الممتص بعد ٥ أيام للعينة التي تم اضافه الخميرة إليها

١٠- طريقة الحساب تكون كما يلى :-

يتم أولا حساب الأكسجين الحيوي الممتص بعد ٥ أيام للخميرة من المعادلة الاتية:

$$\text{تركيز الأكسجين الحيوي الممتص للخميرة ٥ أيام} = \frac{\text{أ - ب} \times ٣٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

حيث أن :-

أ = تركيز الأكسجين الذائب للخميرة في اليوم الأول

ب = تركيز الأكسجين الذائب للخميرة بعد ٥ أيام

٣٠٠ = حجم زجاجة BOD

يتم حساب تركيز الأكسجين الحيوي الممتص للعينة التي تم اضافه الخميرة إليها كما يلى:-

$$\text{BOD للعينة والخميرة} = \text{أ} - \text{ب} - \left\{ \frac{\text{حجم الخميرة (مللي)} \times \text{BOD للخميرة}}{٣٠٠} \right\} \times \frac{٣٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

حيث أن:-

أ = تركيز الأكسجين الذائب في العينة التي تم اضافه الخميرة إليها في اليوم الأول

ب = تركيز الأكسجين الذائب في العينة التي تم إضافة الخميرة إليها بعد ٥ أيام

٣٠٠= حجم زجاجه BOD

مثـــــــال :-

تركيز الأكسجين الذائب للخميرة في اليوم الأول = ٦.٠ مجم / لتر

تركيز الأكسجين الذائب للخميرة بعد ٥ أيام = ٥.٦ مجم / لتر

حجم الخميرة = ١ مللي

$$\text{تركيز BOD للخميرة (مجم/ لتر)} = \frac{\text{أ - ب} \times ٣٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

$$= \frac{٦,٠ - ٥,٦ \times ٣٠٠}{١} = ١٢٠ \text{ مجم / لتر}$$

تركيز الأكسجين الذائب لعينه التي تم إضافة الخميرة إليها في اليوم الأول = ٨.٧ مجم/ لتر

$$= \left\{ ٨,٧ - ٢,٤ - \left[\frac{١ \times ١٢٠}{٣٠٠} \right] \right\} \times \frac{٣٠٠}{٦}$$

$$(٥٠) \times \left[٨,٧ - ٢,٤ - ٠,٤ \right] =$$

$$٥٠ \times ٥,٩ =$$

$$= ٢٩٥ \text{ مجم / لتر}$$

جـ - احتياطات :-

- يجب عمل تخفيفين لكل عينه – استخدام التخفيف الذي يعطى استهلاكا للأكسجين اكثر من ٢ مجم / لتر
- يجب خلط العينة جيدا مع استخدام ماصة واسعة لعمل التخفيفات حتى لا تنسد من المواد الصلبة العالقة
- مياه المخلفات التي حدث لها تحول إلي نترات يمكن أن تعطى نتائج اكبر لقيم BOD هذه الزيادة في الأكسجين المطلوب تنتج عن أكسده الامونيا إلى نترات .

١٠- الأكسجين الكيميائي المستهلك Chemical Oxygen Demand (COD)

أ- مقـــــدمـــه

يعرف الاكسجين الكيميائي المستهلك على أنه قياس الاكسجين الذائب اللازم لأكسدة المواد العضوية بواسطة مواد كيميائية عند درجة حرارة ١٥٠ درجة مئوية لمدة ساعتين .

وسمى الأكسجين الكيميائي المستهلك بهذا الاسم لأن أكسده المواد العضوية في العينة تعتمد على الأكسدة بواسطه مواد كيميائية مؤكسده .

الأكسجين الكيماوي المستهلك يساعد على معرفة تركيز مياه الصرف الصحي الخام وتقيم مراحل عمليات المعالجة في مدة لا تتجاوز ثلاث ساعات

والاكسجين الكيميائي عادة تكون نسبة COD من ٢- ١.٥ من BOD . أما في بعض المخلفات السائلة الصناعية فتزداد النسبة بزيادة المواد العضوية غير القابلة للتحلل.

في بعض المخلفات الصناعية تزيد هذه النسبة عن ٨ مما يؤكد على عدم تحلل المواد العضوية بالعينة بالتحلل البيولوجي . ففي مياه الصرف الصحي المنزلي الخالصة تمثل قيمة الاكسجين الكيميائي المستهلك قيمة كل المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي على الرغم من أن معظم أنواع المواد العضوية تتأكسد بالتسخين عند ١٥٠ درجة مئوية في وجود دايكرومات البوتاسيوم و حمض الكبريتيك إلا أن المواد العضوية ذات السلسلة المستقيمة Strait chain aliphatic pounds لا تتأكسد أما إذا أضيف عامل مساعد مثل كبريتات الفضة فيسهل أكسدة .

العلاقة بين الـ BOD – COD -TOC

Relations between	From	To
COD : TOC	3 : 1	5 : 1
BOD5 : TOC	1 : 1	1 : 3
BOD5 : COD	1 : 2	1 : 10

Source : DWA Deutschland , Hach

تعتمد طريقة قياس الأكسجين الكيميائي المستهلك على أكسدة المواد العضوية في المخلفات السائلة باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وجود حمض الكبريتيك المركز و كبريتات الفضة

بالتسخين عند ١٥٠ درجة مئوية لمدة ساعتين مع إضافة مادة كبريتات الزئبق لمنع تداخل الكلوريدات فى العينة.

حيث يستهلك كمية من الدايكرومات فى أكسدة المواد العضوية في العينة و يتبقى كمية منها يتم معايرتها بواسطة كبريتات الحديدوز النشادرية باستخدام كاشف الفريون .

تتداخل الكلوريدات فى العينة وسوف تتأكسد كما لو كانت مواد عضوية ويؤدى ذلك لزيادة تركيز الاكسجين الكيميائي في العينة أكثر من التركيز الحقيقي.

خاصة في المياه التي يزيد تركيز الأملاح الذائبة الكلية عن ٢٠٠٠ مجم / لتر .

يتم إزالة تداخل الكلوريدات في العينة بواسطة كبريتات الزئبق

١٠-١ قياس الاكسجين الكيميائي المستهلك بالمعايرة Open Reflux Method

الأجهزة والمعدات

١ - ٢ مخبار مدرج ٥٠ مللي

٢ - سحاحه ٥٠ مللي

٣ - قارورة زجاجية دائرية سعة ٢٥٠ أو ٥٠٠ مللي بعنق

٤ - مكثف زجاجي بعنق

٥ - سخان كهربائي (مانتيل) ١٥٠ درجة مئوية

٦ - قارورة زجاجية عيارية

٧ - ماصة زجاجية مدرجة

٨ - كرات زجاجية

ب- المحاليل والكيماويات

١ - دايكرومات البوتاسيوم ٠.٢٥ ع

أذب ١٢.٢٥٩ جم من دايكرومات البوتاسيوم المجففة عند درجة ١٠٥ م ($K_2Cr_2O_7$) في مياه مقطرة في قارورة زجاجية عيارية سعة واحد لتر واكمل إلي ١ لتر بالمياه المقطرة

٢ - حمض كبريتيك + كبريتات الفضة

أضف٢٢ جم من كبريتات الفضة الى زجاجة سعة ٤ كيلوجرام من حمض كبريتيك المركز علما بأن ١ كجم = (٠.٥٤٣.٥ مللي) ثم اترك المحلول من يوم الى يومين لإذابة كبريتات الفضة

٣ - كبريتات الحديدوز النشادريه ٠.٢٥ ع (FAS)

أذب ٩٨ جم من كبريتات الحديدوز النشادرية $FeSO_4 (NH_4)_2 (SO_4)_2 . 6H_2O$ في ماء مقطر ثم أضف ٢٠ مللي حامض كبريتيك مركز. واكمل إلى لتر مع التبريد .

٤ - كشاف الفريون

أذب ١.٤٨٥ من ١.١٠ فينا نثرولين مونوهيدرات (10 1 .phenanthroline) مع ٠.٦٩٥ جم من بلورات كبريتات الحديدوز($FeSO_4 . 7H_2O$) في مياه مقطره وأكمل الى ١٠٠ مللي

٥ - حمض كبريتيك مركز ٣٦ع

٦ - بللورات كبريتات الزئبق $Hg\ SO_4$

جـ - خطوات قياس الأكسجين الكيميائي المستهلك

١.ضع ٢٠ مللي من العينة في قارورة زجاجية سعة ٥٠٠ مللي وضع في القارورة بعض الكرات الزجاجية لمنع حدوث فوران أثناء التسخين

٢.ضع ١ جم كبريتات زئبق في الكأس المحتوى على العينة

٣.أضف ببطء ٥ مللي من حامض الكبريتيك المركز وقلب جيدا واتركه يبرد.

٤. ضع ٢٥ مللي من محلول دايكرومات البوتاسيوم (٠.٢٥ ع) في القارورة الزجاجية وقلبه جيدا

٥. أوصل الكأس بالمكثف وابدأ سريان ماء التبريد

٦. أضف باحتراس ٣٠ مللي محلول حامض كبريتيك وكبريتات الفضة إلى الكأس وابدأ التسخين .

٧. استمر في التسخين لمدة ساعتين .

٨- أثناء تسخين العينة عاير محلول كبريتات أمونيوم الحديدوز

أ - ضع ١٠ مللي من محلول دايكرومات البوتاسيوم في كأس مخروطي ٢٥٠ مللي ثم أضف ٩٠ مللي مياه مقطرة

ب - أضف ٣٠ مللي حامض كبريتيك مركز مع التقليب - اتركه يبرد

جـ - أضف من نقطتين لثلاثة كشاف الفريون وعاير بمحلول كبريتات الحديدوز النشادرية يتغير اللون من البرتقالي الى الأخضر الى الأحمر.

$$\text{عيارية كبريتات الحديدوز النشادريه FAS} = \frac{\text{حجم دايكرومات البوتاسيوم (مللي)} \times ٠,٢٥}{\text{حجم كبريتات الحديدوز النشادرية بالمللى}}$$

٩ - بعد انتهاء التسخين لمدة ساعتين اغسل المكثف . اتركه يبرد واضف ماء مقطر حتى يصبح الحجم ١٤٠ مللي .

١٠ - عاير المحلول بواسطة FAS حتى يتحول اللون من البرتقالي إلى الأخضر إلى الأحمر

١١ - حدد حجم FAS المستخدم في المعايرة

١٢ - كرر نفس الخطوات السابقة مع استخدام مياه مقطره بنفس حجم العينة (BLANK)

١٣ - احسب تركيز الأكسجين الكيمائي المستهلك بمجم / لترمن المعادلة الاتية :-

$$\text{الاكسجين الكيميائي المستهلك مجم / لتر} = \frac{(\text{أ} - \text{ب}) \times \text{ن} \times ٨ \times ١٠٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

حيث أن:-

أ = حجم F A S بالمللى المستخدم في BLANK

ب = حجم FAS بالمللى المستخدم في المعايرة

ن = عيارية FAS

٨ = الوزن المكافئ للأكسجين

هـ - احتياطات :-

١.يجب أن تكون عينة المخلفات مخلوطة جيدا .

٢.يجب أن يكون الدورق والمكثف نظيفا.

٣.لاحظ أن محلول كبريتات أمونيوم الحديدوز غير ثابت ويجب معايرته يوميا .

٤- يجب العناية والحرص أثناء تداول الكيماويات المستخدمة .

٥- استخدم ماصة واسعة للحصول على عينة ممثلة .

٦- يجب مزج المحلول جيدا قبل التسخين.

٧- كبريتات الزئبق سامه جدا .

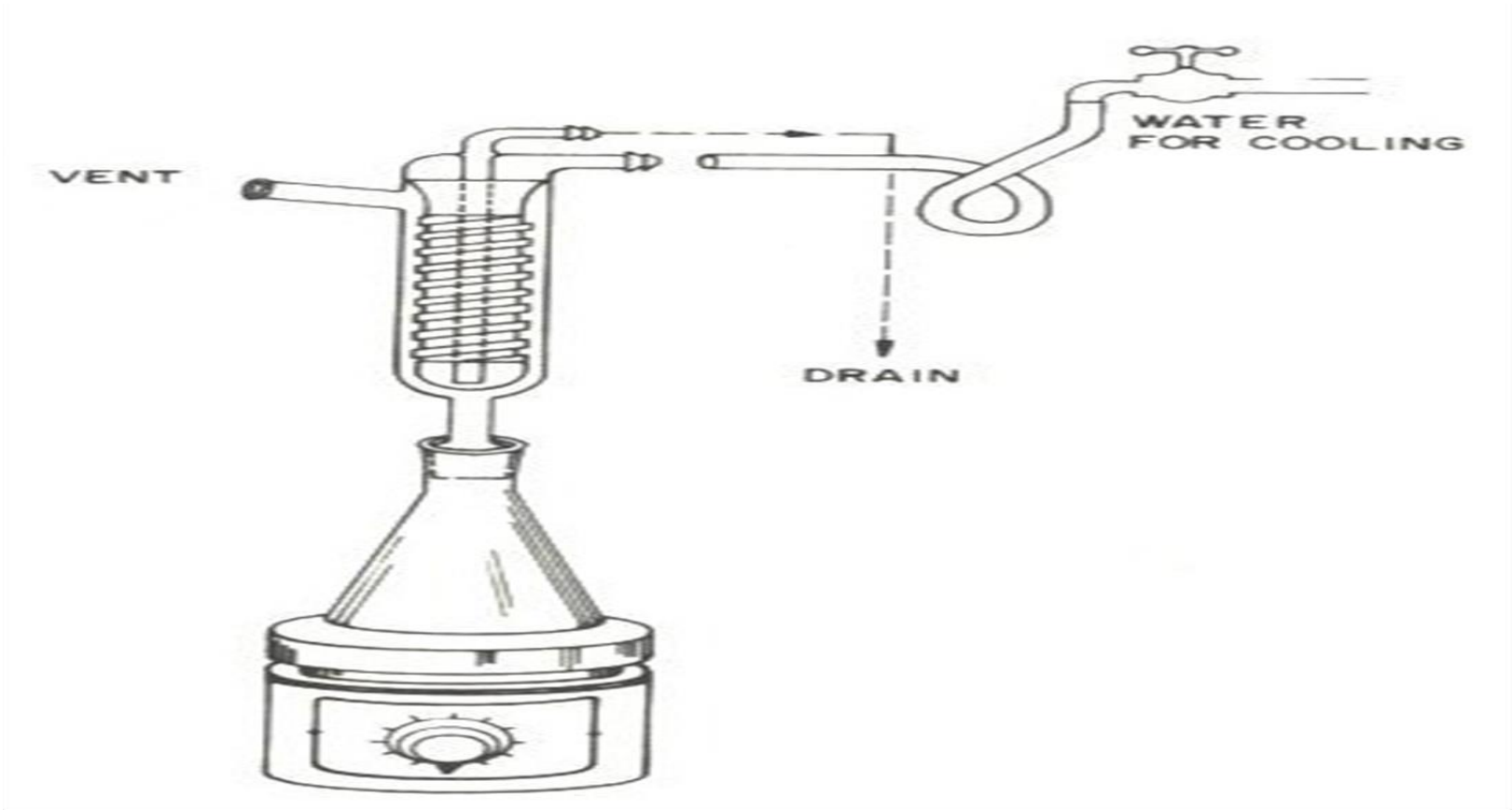
٨- كمية كبريتات الزئبق المضافة تعتمد على تركيز الكلوريدات في العينه – لاحظ نسبة ١٠: ١ من كبريتات الزئبق الي الكلوريدات .

٩- إذا كان الأكسجين الكيماوى اقل من ٥٠ مجم / لتر ، اتبع الطريقة أعلاه واستخدم دايكرومات البوتاسيوم ٠.٢٥ ع وعاير ثانية بواسطة ٠.١ ع كبريتات أمونيوم الحديدوز.

مثـــــــال: معايرة كبريتات الحديدوز النشادريه:

$$\text{عياريه كبريتات أمونيوم الحديدوز} = \frac{\text{مللي دايكرومات البوتاسيوم} \times ٠,٢٥}{\text{مللى كبريتات أمونيوم حديدوز}}$$

$$= \frac{١٠ \times ٠,٢٥}{١١} = ٠,٢٢٧ \text{ ع}$$



شكل رقم (٤-٣)

وحده هضم الاكسجين الكيميائى المستهلك بطريقه المعايره

مثال :-

نتائج اختبار العينة :-

حجم العينة = ٢٠ مللي.

أ = مللي كبريتات أمونيوم الحديدوز للمياه المقطرة = ١٠ مللي (بلانك)

ب = مللى كبريتات أمونيوم الحديدوز للعينة = ٣ مللى

$$\text{مجم / لتر COD الأكسجين الكيماوي المستهلك} = \frac{(\text{أ} - \text{ب}) \times \text{ع} \times ٨٠٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

$$= \frac{(١٠ - ٣) \times ٠,٢٢٧ \times ٨٠٠}{٢٠} = ٦٣٥ \text{ مجم / لتر}$$

٢-١٠ قياس الأكسجين الكيميائي المستهلك بطريقه التحليل الطيفي

تعتمد هذه الطريقة على تحضير المحاليل الخاصة بهضم الأكسجين الكيميائي المستهلك في المعمل ثم يتم وضع حجم معلوم من العينة في زجاجه بغطاء ثم يتم اضافه أحجام معلومة من محاليل الهضم الخاصة بتلك الاختبار ثم أغلق الزجاجة بالغطاء والتسخين عند ١٥٠ درجه مئوية في فرن تجفيف أو بلوك حرارى لمده ساعتين

ثم تبرد الزجاجة ثم يتم قياس تركيز الأكسجين الكيميائي المستهلك بمجم / لتر بجهاز اسبكتروفوتوميتر عند طول موجى600 nm للعينات التي يزيد تركيزها عن ١٥٠ مجم / لتر أما العينات التي يقل تركيز COD فيها عن ١٥٠ مجم / لتر يتم قياسها عند طول موجى 420 nm

تستخدم هذه الطريقة لقياس تركيز الأكسجين الكيميائي المستهلك في العينة التي يتراوح تركيز COD ما بين ٣ - ٩٠٠ مجم / لتر

أ - الأجهزة والمعدات

١ - فرن تجفيف أو بلوك حرارى درجه حرارته ١٥٠ درجه مئوية

٢ - أنابيب زجاجيه سعه ١٠ × ١٠٠ مللي بغطاء محكم

٣ - جهاز اسيكتروفوتوميتر

٤ - فرن حرق عند ٥٥٠ درجه مئوية

ب - المحاليل الكيميائيه

١ - محلول الهضم (COD Reagent Digestion)

أ - محلول الهضم للتركيز العالي

أذب ١٠.٢١٦ جرام من دايكرومات البوتاسيوم المجففة في الفرن عند ١٠٣ درجه مئوية لمده ساعه و١٦٧ مللي من حمض الكبريتيك المركز و ٣٣.٣ جرام من كبريتات الزئبق في ٥٠٠ مللي مياه مقطره ثم أكمل المحلول الى ١ لتر.

ب - محلول الهضم للتركيز المنخفض

أذب ١.٠٢ جرام ديكرومات البوتاسيوم المجففة في الفرن عند ١٠٣ درجه مئويه لمده ساعه و١٦٧ مللي من حمض الكبريتيك المركز و٣٣.٣ جرام كبريتات زئبق في ٥٠٠ مللي مياه مقطره ثم أكمل المحلول الى ١ لتر

٢ - محلول كبريتات الفضه وحمض الكبريتيك

أضف ٢٢ جرام من كبريتات الفضه الى٤ كجم من حمض الكبريتيك المركز (١ كجم = ٠.٥٤٣.٥ مللى) واتركه حتى يتم اذابه كبريتات الفضه فى الحمض (٢٤ - ٤٨ ساعه)

٣ - محلول غسيل الزجاجات

أضف ٥٠٠ مللي من حمض الكبريتيك المركز الى ٥٠٠ مللي مياه مقطره

٤- محلول قياس من بوتاسيوم هيدروجين فاثاليت

$(Hoocc_6Hcook)$

أذب ٠.٨٥٠ جرام من بوتاسيوم هيدروجين فاثاليت في ١ لتر مياه مقطره ١ مللي من هذا المحلول = ١ مجم / لتر COD

جـ - خطوات الاختبار

١ - اغسل الأنابيب الزجاجية والغطاء التي تستخدم في الاختبار بمحلول غسيل الزجاجيات ثم جفف هذه الأنابيب في فرن الحرق عند ٥٠٠ درجه مئويه لمده ساعه لإزاله أي تلوث

٢ - أضف ٢.٥ مللي من العينة في أنبوبه زجاجيه سعه ١٦ × ١٠٠ مللي ثم أضف ١.٥ مللي من محلول هضم COD حسب تركيز COD مجم / لتر المتوقع في العينة ثم أضف ٣.٥ مللي من محلول كبريتات الفضة وحمض الكبريتيك ثم اغلق الزجاجة بالغطاء جيدا

٣- حضر محاليل COD قياسيه معلومة التركيز ثم كرر معها نفس الخطوات السابقة

٤ - ضع أنابيب الاختبار الخاصة بالعينة والمحاليل القياسية في بلوك حرارى أوفرن تجفيف عند ١٥٠ درجه مئوية لمده ساعتين ثم برد

٥ - يتم تكرار نفس الخطوات السابقة للمحاليل القياسية

٦ - يتم عمل المنحنى القياسى العيارى لـ COD

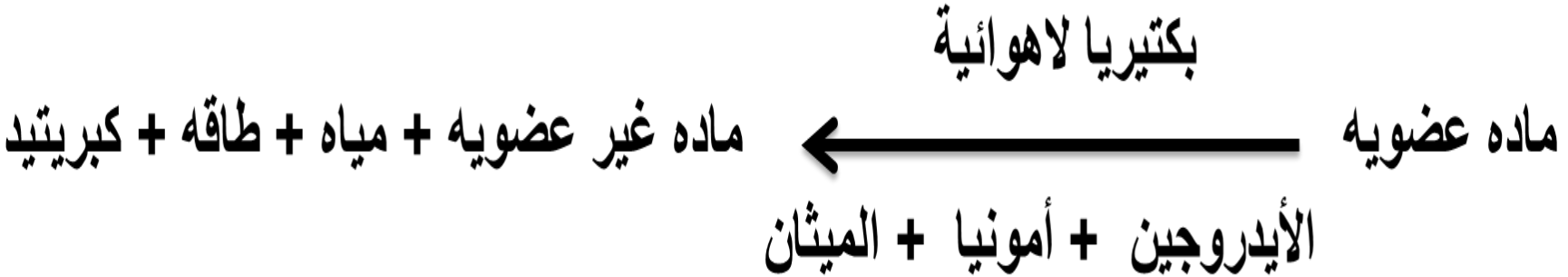
٧- يتم قياس تركيز لـ COD بمجم / لتر للعينه عند طول موجى 600 nm للعينات ذات التركيز العالى أما العينات ذات التركيز المنخفض يتم قياسها عند طول موجى 420 nm

١١- قياس الكبريتيـــــدات

١ - مقـــدمـــه

بعد نفاذ الأكسجين الذائب يبدأ التحلل اللاهوائي للمواد العضوية بفعل البكتريا اللاهوائية Anaerobic bacteria ، وفى هذه العملية يحدث تحلل لاهوائي للمواد العضوية بواسطه البكتيريا اللاهوائية، وينتج عن ذلك اختزال هذه المواد وظهور المكونات التي تدل على هذا النشاط اللاهوائي .

ومن هذه المكونات الكبريتيدات التي تنتج من اختزال الكبريتات الموجودة فى المياه وبعض المركبات العضوية المتحد معها الكبريت وتكون محصله هذه العملية تراكم الكبريتيدات في مياه الصرف الصحي



كلما زادت مده وصول مياه الصرف الصحي الى محطات التنقية كلما زاد تركيز الكبريتيدات في مياه الصرف الصحي ويتصاعد كبرتيد الأيدروجين من هذه المياه بانخفاض الرقم الايدروجينى وهو المعروف برائحته الكريهة التي تشبه البيض الفاسد .

كما أن هذا الغاز في وجود الرطوبة المتجمعة بسقف المواسير يتأكسد الى حامض الكبريتيك ، ويؤدى في النهاية الى تأكل هذه المواسير وانهيارها وخاصة إذا كانت من الخرسانة ويمكن حساب نسبة كبريتيد الايدروجينى الغير متأين (القابل للتصاعد) من الجدول التالي (جدول رقم ٤ -٤) والذي يحدد نسبة كبريتيد الأيدروجين بالنسبة لمجموع الكبريتيدات في أرقام الأيدروجين المختلفة pH .

جدول رقم (٤ – ٤)

الرقم الايدروجيني	النسبة المئوية لكبريتيد الايدروجيني بالنسبة للكبريتيدات الكلية
٥.٠	% ٩٨
٦.٠	% ٨٣
٦.٥	% ٦١
٦.٧	% ٥٠
٧.٠	% ٣٣
٧.٢	% ٢٤
٧.٥	% ١٤
٧.٦	% ١١
٧.٨	% ٧.٣
٨.٠	% ٤.٨
٨.٢	% ٣.١
٨.٤	% ٢.٠
٨.٨	% ٠.٧
٩.٢	% ٠.٣٢

ومن هذا الجدول يتضح انه كلما زاد الرقم الايدروجينى لمياه الصرف الصحي كلما نقصت نسبة تركيز غاز كبرتيد الأيدروجين القابل للتصاعد ، وبالتالي قل التأثير الضار لهذا الغاز على عمال الصيانة وعلى منشآت الصرف الصحي .

تعتمد طريقة قياس الكبرتيدات الكلية بتفاعلها مع محلول قياسي من اليود بعد ترسبها على شكل كبريتيد الزنك .

تعتمد فكرة قياس الكبريتيدات فى المياه على أنه يتم إضافة حجم معلوم من محلول اليود حيث يختزل الكبريتيدات الموجودة بالعينة في وسط حامضي و نتيجة لهذا الاختزال يستهلك كمية من اليود المضاف أما الكمية المتبقية فيتم تقديرها بالمعايرة بواسطة ثيوسلفات الصوديوم باستخدام النشا ككاشف .

ب- المحاليل والكيماويات المستخدمة

١- محلول اليود العياري ٠.٠٢٥ ع

يتم تحضير محلول اليود العياري (٠.٠٢٥ ع) بإذابة من ٢٠ ــ ٢٥ جرام من ايوديد البوتاسيوم (KI) فى قليل من المياه المقطرة في كأس زجاجي ثم يضاف ٣.١٧٥ جرام من اليود . وبعد الذوبان يتم إضافة هذا المحلول في قارورة زجاجية عيارية سعه ١ لتر ويتم تكمله الحجم إلى التر بالمياه المقطرة

٢- محلول ثيوسلفات الصوديوم (٠.٠٢٥ ع)

يتم تحضير هذا المحلول بإذابة ٦.٢٠٥ جرام من ماده ثيوسلفات الصوديوم

$Na_2S_2O_3 . 5 H_2O$ في ٢٠٠ مللي مياه مقطره في كأس زجاجي ثم يضاف هذا المحلول في قارورة زجاجية عيارية سعه ا لتر ثم يكمل هذا المحلول ا لتر بالمياه المقطرة

٣- محلول النشا

يتم إذابة ٢ جم من النشا في ١٠٠ مللي مياه مقطره مغليه ثم يضاف إليها ٠.٢ جم حمض السليسيلك (Salicylic acid) .

٤- حمض هيدروكلوريك ٦ ع

يتم تحضير حوض هيدروكلوريك ٦ ع بإضافة ٥٠ مللي من حمض الهيدروكلوريك في زجاجه ثم يضاف إليها نفس الحجم (٥٠ مللي) مياه مقطره

جـ - خطوات الاختبار

١- يتم أولا معايرة محلول اليود (٠.٠٢٥ ع) باستخدام محلول ثيوسلفات الصوديوم

(٠.٠٢٥ ع) كما يلى : -

أ- ضع ١٠ مللى من محلول اليود فى قارورة زجاجية سعه ٢٥٠ مللي

ب- أضف ٢ مللى من حوض الهيدروكلوريك ٦ ع

جـ - ضع السحاحه محلول ثيوسلفات الصوديوم (٠.٠٢٥ ع)

دـ أضف ثيوسلفات الصوديوم الى القارورة الزجاجية المحتوية على محلول اليود نقطه حتى يصبح لون المحلول اصفر فاتح

هـ - أضف نقطتين من النشا لمحلول اليود ليعطي لون ازرق

و - استمر فى إضافة ثيوسلفات الصوديوم الى محلول اليود حتى يختفي اللون الأزرق

ز - حدد حجم ثيوسلفات الصوديوم المستخدم في المعايرة

$$\text{عيارية محلول اليود} = \frac{\text{حجم ثيوسلفات الصوديوم} \times \text{عياريه ثيوسلفات الصوديوم}}{\text{حجم محلول اليود}}$$

ملحوظة هامه :-

لابد آن يكون عيارية محلول اليود تساوى عياريه محلول ثيوسلفات الصوديوم فلو فرض أن عياريه محلول اليود اقل من عياريه ثيوسلفات الصوديوم فانه يتم إضافة ايوديد البوتاسيوم مع التقليب والذوبان وعمل المعايرة حتى نصل إلى محلولين متساويين العيارية.

ولو فرض آن عياريه محلول اليود اكثر من عياريه ثيوسلفات الصوديوم فانه يتم تخفيف محلول اليود بالمياه المقطرة وعمل عمليه المعايره حتى نحصل على محلولين متساويين في العيارية

٢- ضع حجم مناسب من العينة (٥٠ أو ١٠٠ مللي) في قارورة زجاجية سعه ٢٥٠ مللي

٣- أضف ٢ مللي من حمض هيدروكلوريك للعينه

٤- أضف حجم معلوم من محلول اليود للعينه بحيث يكون لون العينة بعد إضافة اليود أصفر

٥- ضع في السحاحة محلول ثيوسلفات الصوديوم

٦- أضف ثيوسلفات الصوديوم للعينه نقطه حتى يصبح لون المحلول اصفر فاتح

٧- أضف نقطتين من النشا للعينه ليعطي لون ازرق

٨ - استمر في اضافه ثيوسلفات الصوديوم نقطه حتى اختفاء اللون الازرق ويصبح لون العينة عديم اللون (نقطه التعادل)

٩- حدد حجم ثيوسلفات الصوديوم المستخدم في عملية المعايرة

١٠- احسب تركيز الكبريتيدات حجم التر من المعادلة الأتية:-

$$\text{تركيز الكبرتيدات مجم / لتر} = \frac{(\text{حجم اليود} - \text{حجم ثيوسلفات}) \times ٤٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

$$= \frac{٢ \times ٤٠٠}{٥٠} = ١٦ \text{ مجم / لتر}$$

مثـــــــال:-

حجم العينة = ٥٠ مللي

حجم اليود المضاف للعينه = ٥ مللي

حجم ثيوسلفات الصوديوم المستخدم في المعايرة = ٣ مللي

$$\text{تركيز الكبرتيدات (مجم / لتر)} = \frac{(٥ - ٣) \times ٤٠٠}{٥٠}$$

طريقة أخرى لحساب تركيز الكبريتيدات :-

$$\text{تركيز الكبريتيدات مجم / لتر} = \frac{(\text{أ} \times \text{ب}) - (\text{ج} \times \text{د}) \times ١٦٠٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

حيث أن :-

أ = حجم اليود المضاف للعينة

ب = عياريه محلول

جـ = حجم ثيوسلفات الصوديوم

د = عيارية ثيوسلفات الصوديوم

مثال :-

نفرض أن :-

أ = ٥ مللي ، ب = ٣ مللي ، ج = ٠.٠٢٥ ع ، د = ٠.٠٢٥ ع

$$\text{تركيز الكبريتيدات (مجم / لتر)} = \frac{(٥ \times ٠,٠٢٥ - (٣ \times ٠,٠٢٥) \times ١٦ \times ١٠٠٠}{٥٠}$$

$$= \frac{٠,١٢٥ - ٠,٠٧٥ \times ١٦٠٠٠}{٥٠}$$

$$= \frac{٠,٠٥ \times ١٦٠٠٠}{٥٠} = \frac{٨٠٠}{٥٠} = ١٦ \text{ مجم / لتر}$$