برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي كيميائي مياه

مدخل الاختبارات المعملية لمياه لبصرف الصحي – الدرجة الثالثة

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

الفـهـرس

مقدمـــة ٢
الغرض من أنشاء شبكـات تجميـع وصـرف ميـاه الصرف الصحي ٤
أعمـال تجميـع المخلفات السائلة ٤
مصـادر الميـاه الملوثـة ٥
ميـاه الصـرف الصحي المنزلي ٥
مصادر المياه الملوثة ٦
عمر المخلفات السائلة ٨
وقت جمع العينة ٩
تحلل المواد العضوية ٩
تصرفـات ميـاه الصرف الصحي المنزلي ١١
معدلات استهلاك ميـاه الشـرب الحاليـــة والمستقبلية ١١
التحاليل الكيميائية الخاصة بمياه الصرف الصحي ١١
المواد القابلة للترسيبSETTEABLESOLIDS ١١
المواد الصلبة الكلية Total Solids ١٣
المواد الصلبة العالقة الكلية(TSS) TOTAL Suspended Solids ١٥
المواد الصلبة العالقة الثابتة والمتطايرة(VSS)Volatile & Fixed suspended solids ١٨
مجموع المواد الصلبة (الثابتة والمتطايرة)TOTAL FIXED – VOLATILE – SOLIDS ٢٠
المواد الذائبة الكلية (TDS) Total Dissolved Solids ٢٣
قياس الأكسجين الذائب (DO) Dissolved Oxygen ٢٥
قياس الأكسجين الحيوي الممتص Biochemical Oxygen Demand(BOD) ٣٣
الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD) Chemical Oxygen Demand ٤٥
قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك بالمعايرة Open Reflux Method ٤٧
قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك بطريقه التحليل الطيفي ٥١
قياس الكبريتيـــــدات ٥٣

أهداف البرنامج التدريبى

<u>فى نهاية البرنامج التدريبى يكون المتدرب قادر على :-</u>

١ -الالمام بأهمية معالجة مياه الصرف الصحى

٢ -معرفة انواع المياه الملوثه وخصائصها

٣ -معرفة انواع تحلل المواد العضويه

٤ -القدرة على القيام بالاختبارات والتحاليل الكيميائيه والفيزيائيه الخاصه بمياه الصرف الصحى

مقدمـــة

من علامات التقدم الحضاري في منطقة ما وجود شبكات لتجميع المياه الملوثة بها يحقق صرف المخلفات السائلة لسكأنها ومنشآتها صرفاً صحياً. وقد زاد الأهتمام في السنوات الأخيرة بأعمال الصرف الصحي نتيجة للزيادة المستمرة في معدلات أستهلاك المياه، والتي ترتبط بعوامل كثيرة منها زيادة تعداد السكأن والتقدم في الصناعة وكثرة الإحتياجات من المياه، وكل هذه العوامل جعلت من المخلفات السائلة مشكلة كبيرة تتفاقم آثارها. ويعتبر الصرف الصحي للمخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لضمأن توفر البيئة الصحية الصالحة للأفراد في المجتمعات السكنية، والتي تساعد على تجنب المشاكل التإلية:

١- تلوث المجاري المائية السطحية أو المياه الجوفية مما ينتج عنه أنتشار الأمراض مثل التيفود والكوليرا وأمراض أخرى تنقلها المياه الملوثة.

٢- نمو وتكاثر الذباب والبعوض وما يؤدى إليه ذلك من أنتشار الأمراض علاوة على ما تسببه من مضايقات.

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

٤- نزح رواسب خزأنات التحليل أو بيارات الصرف والتخلص منها إما على المجاري المائية مما يؤدى إلى تلوثها، أو بتجميعها في بعض المناطق القريبة من المدن مما يؤدى إلى تراكمها وأنبعاث روائح كريهة غير مرغوب فيها.

لذلك يعتبر صرف المخلفات السائلة المنزلية والمحتوية على الفضلات الآدمية من أهم العمليات اللازمة لضمأن 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 والأمأن للمواطنين وسلامة ونظافة البيئة، وفي حدود الإمكأنات المتيسرة.

الغرض من أنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحي

قواعد أنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحي كثيرة ومتعددة،

أهمها ما يلى:

١- حماية أساسات المبأني والمنشآت.

٢- حماية المجاري المائية ومصادر المياه الجوفية من التلوث.

٣- ضمأن إجراء عمليات الصرف للمياه الملوثة على أسس صحية وسليمة، مما يوفر وسائل الراحة والرفاهية بالمتجمعات السكأنية.

٤- الأستفادة من مياه الصرف الصحي بعد معالجتها وإعادة أستخدامها.

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

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

أعمال تجميع المخلفات السائلة

يتم تجميع مياه الصرف الصحي والمخلفات السائلة بواسطة شبكة من المواسير تسير فيها المياه الملوثة بما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة بالأنحدار الطبيعى تبعاً للقوأنين الهيدروليكية. وتسير المخلفات السائلة في هذه الشبكة بحيث تصب المواسير الصغرى في مواسير أكبر منها وهكذا إلى أن تصب في النهاية في مجمع رئيسى 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 التإلية:

أولاً: شبكة المواسير بالأنحدار الطبيعى وملحقاتها من المطابق وغرف التفتيش الأخرى.

ثأنياً: 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.

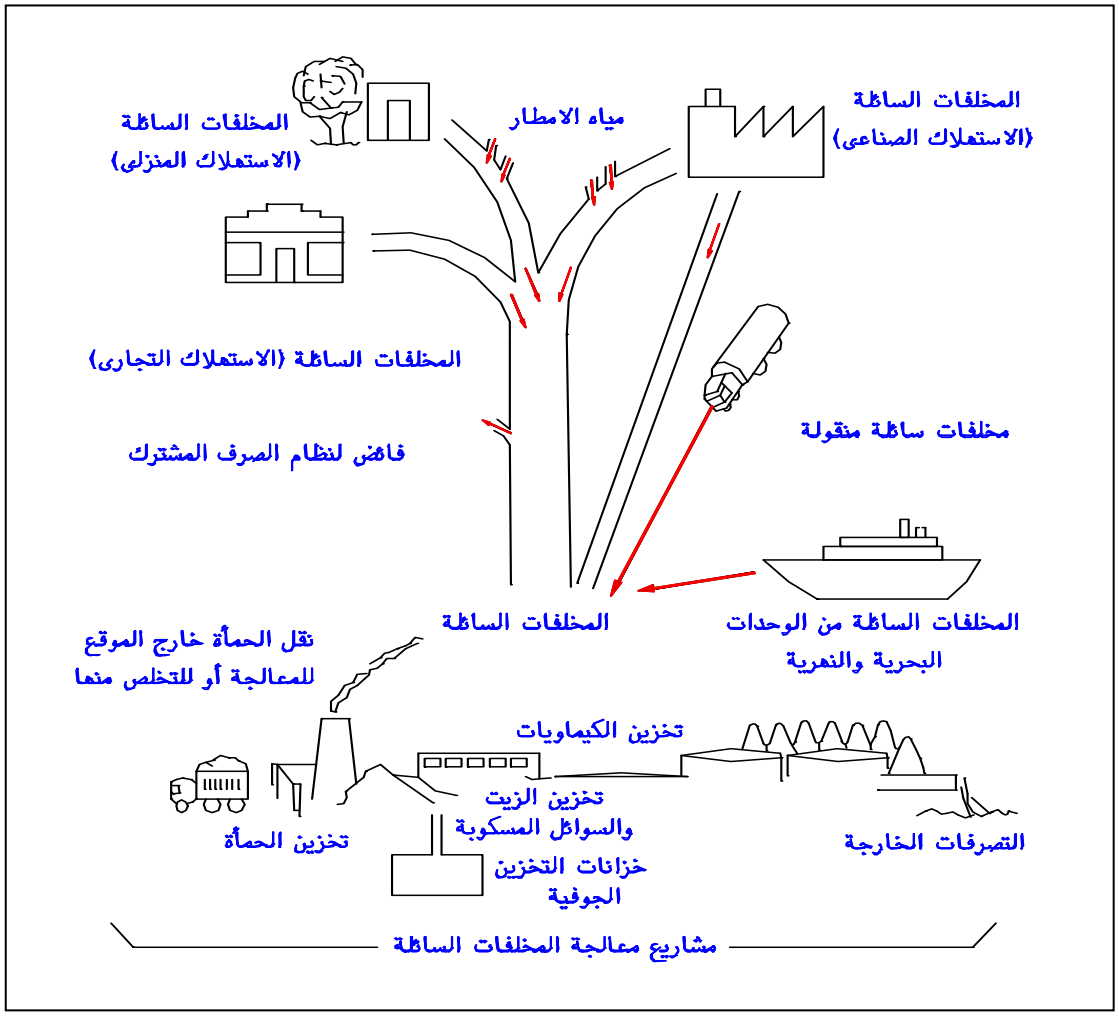
مصادر المياه الملوثة

تتكون مياه الصرف الصحي أساساً من المخلفات السائلة المنزليـة الناتجـة من المبأني السكنية ومن المخلفات السائلة الناتجة من بعض الصناعات الخفيفة بالمدينة كالصناعات الغذائية 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 بما تحتويه من العناصر الكيميائية الموجودة فيها قبل الإستعمال مضافاً إليها الشوائب التي تصاحب أستعمالها. وتعتمد هذه الشوائب في نوعيتها وكمياتها على مجالات أستعمال المياه، فتختلف بالنسبة للمخلفات الصناعية عنها في الأستعمالات 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.

مياه الصرف الصحي المنزلي

تشمل المياه المستعملة في التجهيزات الصحية المنزلية والمراحيض وأحواض المطابخ والأجهزة الأخرى، ويتضح من ذلك أن نوعية الشوائب في هذه المياه هي مخلفات الطعام والفضلات الآدمية بالإضافة إلى المواد الناتجة عن الإستحمام ونظافة الملابس والأوأنى والأرضيات وأعمال النظافة الأخرى.



شكل رقم (١-١)

مصادر المياه الملوثة

مياه الأمطار

تحتوى مياه الأمطار بعد تجميعها على المواد التي تحملها الأمطار أثناء سقوطها أو جريأنها فوق أسطح المبأني والأرض، وتختلف ما تحمله مياه 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 الأحيأن على تركيز عالٍ من المواد العالقة التي تجرفها المياه من الأسطح التي تسقط عليها بالإضافة إلى بعض الغازات الذائبة في الأمطار أثناء هطولها.

مياه الصرف الصحي المنزلي

تختلف نوعية مياه الصرف الصحي المنزلي طبقاً للعوامل التإلية:

أ. مستوى المعيشة.
ب. معدلات استهلاك المياه.
ج. خصائص مياه الشرب.

المخلفات الصناعية السائلـة

تختلف مكونات المخلفات الصناعية السائلة وخصائصها حسب نوع الصناعة والعمليات الصناعية المستخدمة فيها، وكمية المياه المستعملة والمواد التي تدخل في التصنيع، والنسبة التي تصل منها إلى مياه الصرف الصحي. وتكون بعض المخلفات الصناعية أشد تركيزاً من مياه الصرف المنزلى بالنسبة للمواد العضوية والمواد العالقة والمواد الذائبة، وقد تكون بعضها أقل تركيزاً، فنجد مثلاً أن المياه المستعملة في صناعة الورق تحتوى على تركيز عال من المواد العضوية العالقة والذائبة، بينما نجد أن المياه المستعملة في صناعة التبريد تكون خإلية من الشوائب. وتحتوى بعض المخلفات الصناعية على مواد سامة أو ضارة بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة والتي لها دور كبير في عمليات المعالجة. ولذلك لا يُسمح بصرف المخلفات الصناعية على شبكات الصرف الصحي إلا إذا توافرت فيها معايير وخصائص معينة حددها القأنون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ والقرار رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ في شأن صرف المخلفات الصناعية السائلة على شبكات الصرف الصحي.

مياه الرشح

وهي المياه التي تدخل مواسير الصرف الصحي من المياه السطحية أو من المياه الجوفية في باطن الأرض إذا كأن منسوبها أعلى من منسوب المواسير. لذا يجب أن تقدر قيمتها لتؤخذ في الأعتبار عند التصميم. وتدخل المياه الجوفية عن طريق الوصلات والمسام والمطابق المعيبة وأغطية المطابق التي يقل منسوبها عن منسوب سطح الأرض. وتعتمد كمية مياه الرشح على أرتفاع منسوب المياه الجوفية فوق منسوب المواسير وعلى جودة الوصلات ونوعية مواسير الصرف المستخدمة وقطرها وطولها ونوع أغطية المطابق المستخدمة (بفتحات أم بدون فتحات – خاصةً في المناطق الممطرة). وتشمل أسس التصميم والمراجع المختلفة تحديد كميات مياه

الرشح، وقد يحدث في بعض الأحيأن ظاهرة الترشيح (عكس حركة مياه الرشح) في حالة وجود المياه الجوفية على منسوب أقل من منسوب المواسير حيث تتسرب المياه من المواسير إلى طبقات التربة المحيطة (Exfiltration)، مما يتسبب في تلوث التربة والمياه الجوفية بالإضافة إلى خلخلة التربة أسفل أساس المواسير والمطابق وتأثير ذلك على سلامة هذه المنشآت والمواسير. ويتأثر 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 في الموقع المجاور للنهر وعلى مسافة في حدود خمسون متراً من جسر النهر يتأثر بإرتفاع أو أنخفاض منسوب النهر.

ميـاه الغسل

وهذه المياه الملوثة تصرف في البالوعات ومنها إلى شبكة الصرف حاملة معها بعض الرمال والورق والزيوت والشحومات.

وتتغير مكونات مياه الصرف الصحي السائلة من وقت لآخر على مدار السنة والشهر وإليوم أسوة بتغير كمياتها، إلا أنه يمكن القول أن المخلفات السائلة تتكون في المتوسط من ٩٩,٩% ماء و ٠,١% مواد صلبة سواء كأنت عالقة أو ذائبة، عضوية أو غير عضوية، 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

هو الوقت الذى مضى منذ صبها في شبكة الصرف إلى وقت أخذ العينة، فالمخلفات السائلة في بدء جريأنها في شبكة الصرف تكون ذات لون مائل إلى الرمادي مع وجود مواد برازية وزيوت وشحوم وأوراق ومخلفات الخضروات طافية على السطح. وبمضي الوقت ونتيجة لجريأن

هذه المخلفات السائلة في شبكة الصرف تتفتت المواد العالقة والطافية وتندمج مع بعضها مكونة سائل متجأنس ذو عكارة عإلية ولون أشد تركيزاً، بينما تتصاعد منها روائح كريهة نتيجة لتحلل بعض المواد العضوية تحللاً لاهوائياً.

وقت جمع العينة

لما كأنت المياه المستعملة وكذلك الغرض من استعمالها يتغيرأن من وقت لآخر، فمن البديهي أن تختلف محتويات العينة ودرجة تركيز هذه المحتويات من وقت لآخر، فنجد أن أكثر العينات تركيزاً هي التي تؤخذ في الساعات الأولى من الصباح، بينما يقل تركيز العينات التي تؤخذ في الساعات المتأخرة من الليل. 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 جريأنها في شبكة الصرف على بعض الأكسجين الذائب الذى سرعأن ما يُستهلك نتيجة لنشاط البكتريا الهوائية التي تموت إذا لم يتجدد الأكسجين (أي إذا لم يكن هناك إتصال دائم بين المخلفات السائلة والهواء). وعندئذ تنشط البكتريا اللاهوائية ويحدث تحلل لاهوائي للمواد العضوية فتكتسب المخلفات لوناً داكناً ورائحة عفنة نتيجة لهذا التحلل اللاهوائي، وعلى النقيض من ذلك إذا تواجدت المخلفات السائلة على إتصال دائم بالهواء عندئذ تنشط البكتريا الهوائية مما ينتج عنه تحلل هوائي للمواد العضوية لا ينتج عنه روائح عفنة أو تركيز عإلي في اللون.

تحلل المواد العضوية

تتعرض المواد العضوية إلى نوعين من التحلل:

أولاً: التحلل اللاهوائي (Putrefaction):

وهو الذى يحدث نتيجة لنشاط البكتريا اللاهوائية في غياب الأكسجين وينتج عنه غازات النشادر (Ammonia) والميثأن (Methane) وكبريتد الهيدروجين (Hydrogen sulphide)، ومعظم هذه الغازات ذات رائحة نفاذة كريهة.

ثانياً: التحلل الهوائي (Oxidation):

وهو الذى يحدث نتيجة نشاط البكتريا الهوائية عند تواجد الأكسجين وينتج عنه أملاح الأزوتات (Nitrates) والكبريتات (Sulphates) وثأنى أكسيد الكربون (Carbon dioxide) ومواد أخرى غير ضارة. ويتأثر التحلل الهوائى بعدة عوامل مثل:

- درجة حرارة المخلفات (Temperature of sewage):

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

- العوامل الميكأنيكية (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 كأنت 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، أي ترسب في وقت قصير وتقدر بحوإلي ٥٠% من المواد العالقة.
- مواد صعبة الترسيب، أي تحتاج إلى وقت طويل لترسيبها وتقدر بحوإلي ٥٠% من المواد العالقة.

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

- المواد العضوية (Organic substances)

وتسمى أحيأناً مواد طيارة أو غير ثابتة (Volatile–unstable) نظراً لتطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عإلية.

- مواد غير عضوية (Inorganic substances)

وتسمى أحيأناً مواد معدنية أو ثابتة (Mineral–stable) ونظراً لثباتها وعدم تطايرها عند

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

تصرفات مياه الصرف الصحي المنزلي

يجب عند تصميم أعمال الصرف الصحي تحديد تصرفات مياه الصرف الصحي حتى يمكن تصميم أعمال الصرف الصحي المختلفة من شبكات وخطوط طرد ومحطات ضخ ومحطات معالجة. وحيث أن تصرفات مياه الصرف الصحي تعتمد بالدرجة الأولى على معدلات استهلاك المياه، لذلك سنتعرض فيما يلى لكيفية حساب معدلات استهلاك المياه.

معدلات استهلاك مياه الشرب الحاليــة والمستقبلية

يُعبر عن معدلات استهلاك مياه الشرب بـ اللتر/ الفرد/ إليوم ويختلف هذا المعدل بإختلاف فصول السنة وكذلك على مدار الشهر وأيضاً خلال الـ ٢٤ ساعة من إليوم. ولمواجهة هذه التغيرات في معدلات الأستهلاك أمكن تعريف معدلات الأستهلاك المختلفة وأيضاً تحديد معدل الأستهلاك إليومي المتوسط.

وطبقاً للدراسات التي تمت لمدن القاهرة والإسكندرية وبورسعيد وبعض محافظات الوجه القبلي والبحرى والمدن الجديدة مثل (مدينة العبور ومدينة السادس من أكتوبر) تم تحديد متوسط الإستهلاك إليومى للفرد.

التحاليل الكيميائية الخاصة بمياه الصرف الصحي

المواد القابلة للترسيب SETTEABLESOLIDS

تحتوى مياه الصرف الصحي والمخلفات السائلة الصناعية على كثير من المواد العالقة القابلة للترسيب بعد حجز المياه لمدة معينة (مدة المكث Detention period) و كلما زاد حجم المواد المترسبة دل ذلك على زياده تركيز المواد العالقة القابلة للترسيب والعكس صحيح. و الغرض من هذا الإختبار هو معرفة تركيز المواد القابلة للترسيب في المياه الخام ومدى كفاءة أحواض الترسيب الأبتدائية وأحواض الترسيب النهائية في التخلص من هذه المواد القابلة للترسيب حيث

أن حجم المواد القابلة للترسيب بعد الترسيب الأبتدائي يجب ألا تزيد عن ٣ ملليليتر/ لتر وبعد الترسيب النهائي لا تزيد عن ٠,١ ملليتر/ لتر.

ويمكن مشاهدة ذلك بوضوح من خلال هذا الإختبار البسيط كما يمكن الأستدلال على حجم هذه الرواسب في مياه الصرف الصحي الخام

الأجهزة والمعدات

١- أقماع أمهوف سعة لتر من الزجاج البيركس أو البلاستيك الشفاف.

٢- حامل خشبى أو معدني لهذه الأقماع.

٣- ساق طويل من الزجاج للتقليب.

الطريقة:

١- رج العينة المراد إجراء الإختبار عليها جيدا ثم أملأ هذه المياه حتى علامه ١ لتر الموضحه على القمع.

٢- أترك المياه للترسيب لمده ٤٥ دقيقة ثم بعد ذلك قلب الجزء العلوى من المياه بقضيب من الزجاج دائريا حتى يمكن ترسيب المواد العالقه والقابله للترسيب ثم أتراك القمع لمدة ١٥ دقيقة أخرى.

٣- أقرأ حجم الرواسب المتكونة بعد ساعة من أسفل حتى نهاية سطح الرواسب المتجمعة.

٤- في بعض الأحيأن يكون حجم الرواسب المتكونة بعد الإختبار أكثر من ٤٠ مل وفي هذه الحالة يوضع ٥٠٠ مل فقط من العينة من قمع أمهوف ثم يتم إجراء نفس الخطوات حتى الخطوة الثالثة.

طريقة الحســـاب

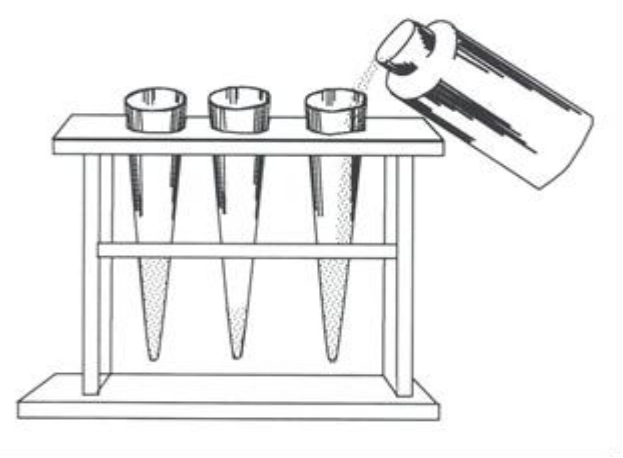
١ - يدون حجم الرواسب (ملليلتر/ لتر لمده ساعة) في حالة عدم زيادة حجم الرواسب عن ١٠ملليلتر / لتر وإستخدام لتر من العينة.

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

مثـــال:

حجم الرواسب بعد إستخدام ٥٠٠ مل من العينة ٤٠ مل

النتيجة = ٤٠ × ٢ = ٨٠ ملليلتر / لتر



المواد الصلبة الكلية Total Solids

يتم قياس المواد الصلبة الكلية بتبخير حجم معلوم من العينة المخلوطه جيدا في طبق تبخير ثم التجفيف عند ١٠٣ °م لمده ساعه.

يتم حساب تركيز المواد الصلبة الكلية بملجم / لتر لمعرفه تركيزها في العينة سواء في المياه الخام أو المياه الخارجة من الترسيب الإبتدائي أو السيب النهائي ولكن يرجع أهميه هذا الإختبار في تحديد النسبة المئوية للمواد الصلبة في الحمأة الخارجة من الترسيب الإبتدائي والحمأة الخارجة من أحواض تركيز الحمأة وكذلك الحمأة الجافه.

الأجهزة والمعدات

١– طبق تبخير من البورسلين أو البلاتين أو السيليكا الزجاجية.

٢– فرن حرق عند ٥٥٠ °م.

٣- فرن تجفيف عند ١٠٣ °م.

٤- مجفف زجاجى.

5- ميزأن حساس.

٦ – قلاب مغناطيسى.

٧ – ماصه زجاجيه ذات فوهه واسعه.

الطريقة:

١ – يتم تنظيف طبق التبخير في فرن الحرق عند ٥٥٠ °م لمده ساعه ثم يتم تبريد الطبق وحفظه في المجفف الزجاجى ثم يتم وزنه (و ١)

٢ – يتم تحديد حجم العينة الذى يعطى تركيز المواد الصلبة الكلية في العينة يتراوح مابين من ١٠ – ١٠٠ ملجم / لتر على أن يتم سحب الحجم المطلوب من العينة المخلوطه جيدا بواسطه ماصه زجاجيه ذات فوهه واسعه ووضعه في طبق التبخير. ثم يتم وضع طبق التبخير في حمام مائي حتى يتم يبخير المياه في الطبق. ثم يتم وضع طبق التبخير في فرن التجفيف عند ١٠٣°م لمده ساعه. ثم يتم تبريده في المجفف الزجاجى. ثم يتم وزن الطبق والمواد الصلبة الموجوده به (و٢)

٣ – يتم حساب تركيز أو نسبه المواد الصلبة الكلية بملجم / لتر من المعادله الأتيه:

طريقه الحساب

$$\text{تركيز المواد الصلبة الكلية بملجم/لتر} = \frac{(\text{و٢} - \text{و١}) \times ١٠٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

حيث أن و ١ = وزن الطبق قبل التجفيف بملجم / لتر

و ٢ = وزن الطبق والمواد الصلبة الكلية بعد التجفيف بملجم / لتر

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

١٠

المواد الصلبة العالقة الكلية(TSS) TOTAL Suspended Solids

تحتوى مياه الصرف الصحي الخام على نسبة من المواد العالقة Solid suspended بعضها قابل للترسيب Settle able وبعضها غير قابل للترسيب Non-settable ومياه الصرف الصحي الخام في جمهورية مصر تحتوى عادة على حوالى ٤٠٠ ملليجرام / لتر من مجموع المواد العالقة بعضها قابل لترسيب والبعض الأخر غير قابل للترسيب كما أن بعض المواد العالقة عضويا أو المتطايرة (Volatile) وهو من أصل عضوي والبعض الأخر غير عضوي أو ثابت (Fixed) من أصل معدني. وتعيين نسبة المواد العالقة في المياه الخام والمياه الناتجة بعد مرحلة الترسيب الإبتدائي و التى تساعد على معرفه مدى كفاءة هذه المرحلة في التخلص من المواد العالقة كما أن تعيين قيمة المواد العالقة في المياه الناتجة بعد كل مراحل المعالجة يمكن منه حساب كفاءة عملية المعالجة الكلية في إزالة المواد العالقة ويتم قياس المواد الصلبة العالقة في المياه الخام لتقدير تركيزها كما يتم قياسها بعد أحواض الترسيب الأبتدائي لمعرفة كفاءة مرحلة الترسيب الأبتدائي في إزالة المواد العالقة والقابلة 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 وفي السيب النهائي لمعرفة تركيزها فيه ومعرفة كفاءة محطة المعالجة.

مثـــال:

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

$$\frac{100 -}{400} \times ١٠٠$$

$$\times ١٠٠ = 75\%$$

$$\frac{30 -}{4} \times ١٠٠$$

$$\times 100 = 92.5\%$$

الأجهزة والمعدات

١ -ورقه ترشيح من الإلياف الزجاجية قطر ٢,٤ سم. Glass fiber filter paper

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

٣- دورق ترشيح

٤- مخبار مدرج

٥- طلمبة تفريغ Vacuum pump

٦- ميزأن كهربائى حساس Electric analytical balance

٧- فرن تجفيف (Drying Oven) عند ١٠٣ أو ١٠٥ °م

٨- مجفف زجاجى به مادة السيليكاجيل

٩- طبق تبخير سعة ١٠٠ مل مصنوع من أحد المواد الاتيه:-

البورسيلين ب- البلاتين جـ - زجاج السيليكا العإلى الجوده

١٠- فرن حرق (Muffle Furnace) عند ٥٥٠ °م

الطريقة:

١- إذا كأن سيتم قياس المواد الصلبة العالقة المتطايره فيجب حرق طبق التبخير وورقة الترشيح من الصوف الزجاجى في فرن الحرق عند ٥٥٠ °م لمدة ساعه. أما إذا كأن سيتم قياس المواد الصلبة العالقة الكلية فيتم تنظيف وتجفيف طبق التبخير وورقة الترشيح في فرن التجفيف عند ١٠٥ °م لمدة ساعه وحفظه في المجفف الزجاجى.

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

٣- توضع ورقة ترشيح ٢,٤ سم المصنوعة من الإلياف 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 مل من المياه المقطره حتى تستقر على القرص جيدا مع أستمرار 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 (و ١)

٦- يتم ترشيح حوإلى ١٠٠ مل من العينة المراد تعين المواد العالقة بها (أو حجم مناسب يتناسب مع تركيز المواد العالقة في العينة) من خلال ورقة الترشيح كما تم في الخطوة السابقة بعد رج العينة جيدا

٧- يتم غسيل المواد العالقه على ورقة الترشيح بحوإلي ٣٠ مل مياه مقطرة لإزالة الأملاح والمواد الذائبة المتبقية والملتصقة على الرواسب

٨- يتم تجفيف في فرن التجفيف عند الدرجة ١٠٣ °م لمدة حوإلى ساعة

يتم تبريد الجفنه في المجفف لمدة ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة ثم وزنها (و ٢)

يتم حساب تركيز المواد الصلبة العالقه الكلية من المعادلة الاتيه:

طريقة الحســـــاب

$$\frac{(1) \times ١٠٠٠}{\text{العينة}}$$

مثـــــال:-

نفرض أن و١ = ١٥,٦٨٣٧ جم

و٢ = ١٥,٦٩٣٧ جم

حجم العينة = ١٠٠ مل

و١ – و٢ = ٠,٠١ جرام = ١٠ ملجم

حجم العينة = ١٠٠ مل

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

تقاس المواد الصلبة العالقة المتطايرة خاصة في أحواض التهوية وفي الحمأة المنشطة المعادة والزائدة كمعيار أدق من المواد الصلبة العالقة الكلية لقياس تركيز الكائنات الحية الدقيقة

(VSS) (البكتيريا) في المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة حيث تعتبر البكتيريا مادة عالقة عضوية. 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 إلى نسبه الكائنات الحيه الدقيقة F / M

كما تستخدم في حساب عمر الحمأة (MCRT) وكميه الحمأة المنشطة المعادة والزائدة و يمكن تحديد كل من المواد الصلبة العالقة المتطايرة والثابتة من حرق المواد العالقة عند درجة ٥٥٠ °م مع ملاحظة أن الإلياف الزجاجية تنصهر بعد الدرجة بقليل، فعلى ذلك ينبغي عدم زيادة درجة حرارة فرن الحريق عن هذه الدرجة. ويفيد تقدير المواد الصلبة العالقة المتطايرة وخاصة في أحواض التهوية في معرفة تركيز الكائنات الحية الدقيقة في الحمأة المنشطة وقياس 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.

الأجهـــزة

١ – فرن حريق Muffle furnace

٢ – الأجهزة المستخدمة في تجربه المواد الصلبة العالقة الكلية

الطريقة:

١– يتم اتباع الخطوات السابقة في تجربه المواد الصلبة العالقة الكلية على أن يتم حرق جفنه جوش وورقة الترشيح الفارغة بعد التجفيف في خطوه ٤ السابقة عند درجة ٥٥٠ °م لمدة ٢٠ دقيقة فتكون هي (و١)

٢– بعد الخطوة رقم ٨ في الطريقة السابقة يتم وضع الجفنة + ورقة الترشيح + المواد العالقة في فرن الحريق عند ٥٥٠ °م لمدة ٦٠ دقيقة

٣– يتم وضع الجفنه في المجفف الزجاجي لمده ٢٠ دقيقه حتى تبرد نهائيا ثم توزن فيكون ذلك (و٣)

طريقة الحســـــاب

١٠٠٠ ×

مثـــال:-

نفرض أن: و ١ = ١٥,٦٦٣٧ جرام

أن: و ٢ = ١٥,٦٩٣٧ جرام

أن: و ٣ = ١٥,٦٨٣٧ جرام

المواد الصلبة العالقة المتطايرة = ١٥,٦٩٣٧ جرام – ١٥,٦٨٣٧ = ٠,٠١ جرام

= ١٠ ملجم

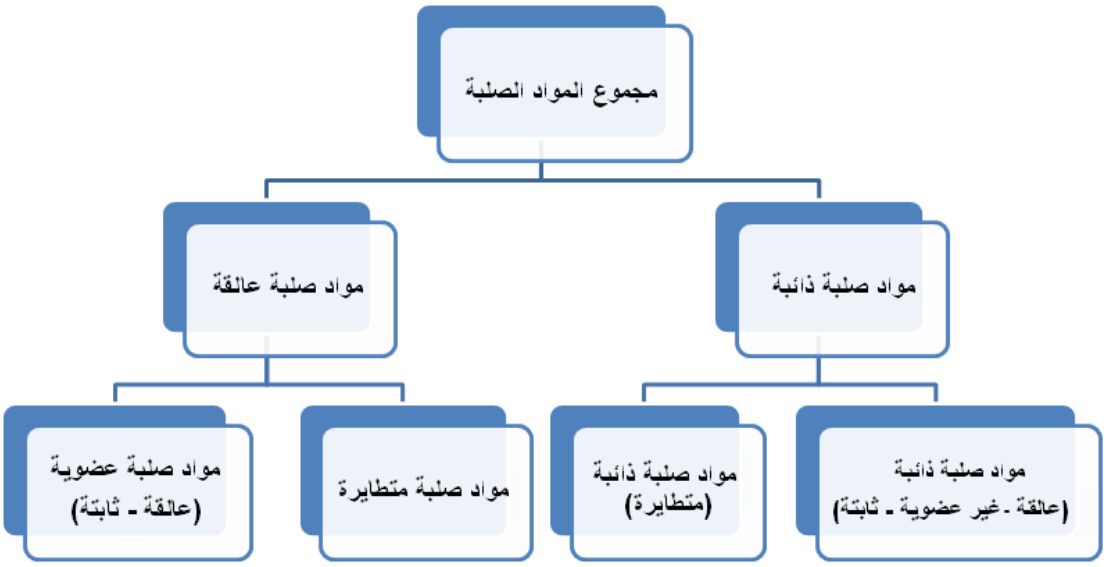
100 ملجم/لتر

المواد العالقة الثابته = و ٣ – و ١ = ١٥,٦٨٣٧ – ١٥,٦٦٣٧ = ٠,٠٢ جرام

= ٢٠ ملجم

مجموع المواد الصلبة (الثابتة والمتطايرة)TOTAL FIXED – VOLATILE – SOLIDS

تحتوى مياه الصرف الصحي على مواد صلبة بعضها عالق Suspended وبعضها ذائب Dissolved وكل نوع من هذين النوعين ينقسم إلي قسمين مواد عضوية (أو متطايره) ومواد غير عضوية أو ثابتة ، فعلى ذلك فأن تعيين مجموع المواد الصلبة يشمل المواد العالقة والمواد الذائبة معا سواء كأنت عضوية أو غير عضوية.



ويتم تعيين مجموع المواد الصلبة بتبخير حجم معين من مياه الصرف الصحي في جفنه التبخير على حمام مائي حتى جفاف العينة ثم التجفيف في فرن تجفيف عند ١٠٣ °م ثم يتم حرق الجفنة في فرن الحرق عند ٥٥٠ °م لتعين المواد الطيارة والثابتة ويستخدم هذا الإختبار في تحيد النسبة المئوية للمواد الصلبة سواء كأنت الكلية أو المتطايرة أو الثابتة في الحمأة في محطه المعالجة بمختلف أنواعها سواء كأنت حمأه إبتدائية أو منشطه أو زائده أو الحمأة المركزة أو الجافه

الأجهزه والمعدات

١- فرن تجفيف

٢- جفنه تبخير

٣- حمام مائى

٤- فرن حريق

٥- مجفف

٦- ميزأن حساس

الطريقة:

١- يتم غسيل وتجفيف الجفنة أو طبق تبخير ذو حجم مناسب ثم يتم حرق هذا الطبق في فرن الحريق عند درجة ٥٥٠ °م ويتم الوزن بميزأن حساس (و ١).

٢- يوضع حجم مناسب من عينة مياه الصرف الصحي بعد رجها جيدا حوإلي ١٠ – ٢٥ مل في الجفنة أو طبق التبخير ثم يتم وزن الطبق والعينة (و ٢).

٣- يتم وضع الجفنه أو الطبق على بخار حمام مائى ويتم التبخير حتى تمام الجفاف ثم ينقل إلى فرن التجفيف المضبوط على درجة ١٠٣ °م لمده ساعة تقريبا.

٤- يتم التبريد في مجفف ثم يوزن الطبق وبه المواد الصلبة (و ٣).

٥- ضع الطبق بعد ذلك في فرن الحريق عند درجة ٥٥٠ °م حتى تمام الحريق وثبات الوزن

(و ٤) وبعد أن يتم التبريد في الهواء للتخلص من الحرارة الزائدة ثم التبريد في المجفف قبل الوزن.

٦- يتم حساب النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية في العينة وكذلك النسبة المئوية للمواد الصلبة الثابته والمتطايره من المعادلات التإلية

طريقة الحساب

حيث أن:

و ١ = وزن الطبق (ملجم / لتر)

و ٢ = وزن الطبق والعينة (ملجم / لتر)

و ٢ = وزن الطبق والمواد الصلبة بعد التجفيف عند ١٠٣ °م (ملجم / لتر)

و ٣ = وزن الطبق والمواد الصلبة بعد الحرق عند ٥٥٠ °م (ملجم / لتر)

المواد الذائبة الكلية (TDS) Total Dissolved Solids

يتم تعينها بالترشيح أولا ثم تبخير حجم مناسب من المياه المرشحه حتى الجفاف في حمام مائي ثم تجفيفها في الفرن عند ١٨٠ °م كما هو موضح بالشكل رقم (٣ – ٥)

الأجهزة والمعدات

١– مرشح زجاجى وورق ترشيح من الصوف الزجاجي

٢ – طلمبه ترشيح ومعها وحده ترشيح

٣ – دورق ترشيح

٤ – طبق تبخير سعه ١٠٠ مل

٥ – فرن تجفيف عند ١٨٠ °م

٦ – حمام مائي

٧ – مجفف زجاجى

٨ – ميزأن حساس

٩ – فرن حرق عند ٥٥٠ °م

الطريقة

١ – يتم تركيب وحده الترشيح وقاروره الترشيح وطلمبه الترشيح

٢ – يتم غسيل طبق التبخير بالماء المقطر ثم وضعه في فرن الحرق عند ٥٥٠ °م لمده ساعه لإزاله أي رواسب أو مواد عالقه من الطبق ثم يتم تبريده في المجفف الزجاجى لحين إستخدامه

٣ – رشح حجم من العينة (٥٠٠ مل)

٤ – أوزن طبق التبخير (و ١) ثم يتم وضع ١٠٠ مل من الرشيح في طبق التبخير

٥ – ضع الطبق على الحمام المائى حتى يتم جفاف العينة

٦ – ضع الطبق في فرن التجفيف عند ١٨٠ °م لمده ساعه

٧ – برد طبق التبخير في المجفف الزجاجى

٨ – أوزن طبق التبخير بالمواد المتبقيه بالطبق (و ٢)

٩ – يتم حساب تركيز المواد الصلبة الذائبه الكلية (ملجم / لتر)

طريقه الحساب

1000

مثال:

وزن الطبق قبل التجفيف (و ١) = ٤٠,١٦٠٠ جرام

وزن الطبق بعد التجفيف (و ٢) = ٤٠,١٧٢٠ جرام

تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية $\left(\text{ملجم}\middle|\text{لتر}\right) = \frac{1000\times1000\times40.1600-40.1720}{100}$

$= \frac{١٠٠٠\times1000\times\ 0.120}{100}$

يمكن معرفه تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية بملجم / لتر عن طريق قياس درجه التوصيل الكهربائي (µS/cm) ميكروسيمنز/سم.

حيث يتم قياس درجة التوصيل الكهربائي ثم حساب مجموع المواد الذائبة بإستخدام ٠,٦٨ كعامل.

مثال:

نفرض أن درجة التوصيل الكهربائى ٩٤٠ ميكروسيمنز / سم

فيكون مجموع المواد الذائبة T D S = ٩٤٠ × ٠,٦٨ = ٦٣٩ ملجم / لتر تقريبا

قياس الأكسجين الذائب (DO) Dissolved Oxygen

يختلف تركيز الأكسجين الذائب في المياه الطبيعية وفي المخلفات السائلة بإختلاف 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 الملوثه.

نســـبة التلـــوث

تزداد درجة ذوبأن الغازات القابلة للذوبأن في المياه بأنخفاض درجة الحرارة (على عكس درجة ذوبأن المواد الصلبة) كما تزداد درجة ذوبأن الأكسجين في المياه بأنخفاض نسبة الأملاح الذائبة في المياه. ويزداد درجة ذوبأن الأكسجين في المياه بزيادة الضغط الحيوي – والجدول التإلي (جدول رقم ٤ – ١) يوضح مقارنة بين تركيز الأكسجين الذائب في المياه العذبة وفي المياه المالحة في درجات الحرارة المختلفة وتحت ضغط جوى يعادل ٧٦٠ مم زئبق و بإفتراض عدم وجود أي تلوث عضوي أو غير عضوي يحتاج للأكسجين الذائب مثل أملاح الحديد وكبرتيد الأيدروجين..... الخ.

درجة الحرارة °م	الأكسجين الذائب ملجم/ لتر		
	المياه العذبة	مياه مالحة نسبيا	مياه البحار
	كلوريد صوديوم تقريبا	٥٠٠٠ ملجم/ لتر ككلوريدات	٢٠٠٠٠ ملجم/ لتر ككلوريدات
صفر	١٤,٦	١٣,٨	١١,٣
٥°م	١٢,٥	١١,٨	٩,٨
١٠°م	١١,٣	١٠,٧	٩,٠
١٦°م	١٠,٠	٩,٥	٨,٠
٢٠°م	٩,٢	٨,٧	٧,٤
٢٤°م	٨,٥	٨,١	٦,٩
٣٠°م	٧,٦	٧,٣	٦,١

والقيم الموضحة بالجدول عإلية تمثل درجة التشبع ١٠٠% بالأكسجين في أنواع المياه المختلفة عند درجات الحرارة المختلفة ، فمثلا إذا أخذت عينة من مجرى مائى عذب درجة حرارته ١٠°م وجد أن تركيز الأكسجين الذائب بها ١٠ ملجم/لتر فتكون درجة تشبع المياه بالأكسجين ١٠٠ % وهذا يدل على عدم تلوث المياه إطلاقا بأي مادة عضوية أو غير عضوية تستهلك الأكسجين الذاب ، أما إذا كأنت قيمة الأكسجين الذائب للمياه العذبة عند هذه الدرجة (١٠ °م) ٥ ملجم/لتر فأن نسبة التشبع بالأكسجين المذاب تصبح ٥٠ % فقط. ويشير ذلك إلي 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 إلى محطات التنقية لا تحتوى على عادة على أي أكسجين ذائب. يرجع ذلك إلى استهلاك الأكسجين الذائب الموجود أصلا في مياه الشرب نتيجة لإحتواء المياه المختلفة من

المنازل على نسبة عالية من المواد العضوية. وتعتمد المعالجه البيولوجيه التي تلى المعالجه الأبتدائيه سواء كأنت مرشحات زلطيه أو حمأه منشطه في معالجه المواد العضويه بواسطه البكتيريا الهوائيه على إمداد المياه بالأكسجين الذائب حتى تقوم البكتريا الهواية بأنشطتها. فجزء من المادة العضوية يستخدم في كغذاء للبكتيريا وكمصدر للمواد الكربونيه التي تحتاجها البكتيريا والجزء الأخر من المادة العضوية يتأكسد بواسطه البكتيريا الهوائيه في وجود الأكسجين الذائب الذى يتم توفيره عن طريق معدات التهوية في أحواض التهوية وينتج عن ذلك الطاقه اللازمه لنمو وتكاثر ونشاط البكتيريا وتتحول المواد العضوية إلى مواد غير عضويه (مواد ثابته) لا ينجم عنها تلوث.

معظم البكتريا الهوائية سواء في مرشحات زلطيه أو في أحواض تهوية الحمأة المنشطة تحتاج إلى نسبة بسيطة من الأكسجين الذائب تبلغ حوإلى ٢ ملجم/لتر.

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

طريقه قياس الأكسجين الذائب

– يعتمد قياس الأكسجين الذائب بطريقة كيميائية ويطلق عليها طريقة وينكلر أو طريقة الأزيد المعدلة. وفي هذه الطريقة فأن اختبار اليود يعتبر أهم طريقة عمليه لقياس الأكسجين الذائب. وفي هذه الطريقة يضاف محلول منجنيز ثنائي التكافؤ ومحلول قلوى شديد التركيز ويضافا إلى العينة في زجاجة مغلقة.

– الأكسجين الذائب يؤكسد كميات متكافئة من هيدروكسيد المنجنيز المترسب إلى هيدروكسيد عإلي التكافؤ في وسط حامضي ومع وجود أيون اليود يتحول المنجنيز ثنائى التكافؤ واليود المتولد يكافئ الأكسجين المذاب يعادل اليود بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم إلى اللون الصافي عند إضافة النشا ككاشف

– يجب قياس الأكسجين الذائب فور جمع العينة لأن تركيزه في العينة يتأثر بعده عوامل من أهمها درجه الحراره وتركيز المواد العضوية والغير عضويه وعدد الكائنات الحيه الدقيقة.

الأجهزة والمعدات

١ – سحاحه مدرجة سعه ٥٠ مل كل مل مقسم إلى عشرة أجزاء (١, من المليلتر)

٢– زجاجة BOD بغطاء زجاج مصنفر سعة ٣٠٠ مل

٣– دورق مخروطي سعه ٢٥٠ مل

٤– ماصه ١٠ مل وثلاثه ماصات ١ مل

٥– مخبار مدرج سعة ١٠٠ مل

٦– قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر

٧– زجاجات لحفظ المحاليل الكيميائية

المحاليـــل الكيميائية المستخدمة:

١– محلول كبريتات المنجنيز

يتم تحضيره بإذابة ٤٨٠ جرام كبريتات المنجنيز ($Mn\ SO_4 . 4HO_2$) أو ٤٠٠ جرام من كبريتات المنجنيز ($Mn\ SO_4 . 2H_2O$) أو ٣٦٤ جرام ($Mn\ SO_4 . H_2O$) في حوالي H_2O ٨٠٠ مل مياه مقطرة خالية من الأيونات ثم يتم ترشيح هذا المحلول ويوضع في قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر ثم يخفف إلى واحد لتر بماء خالى من الأيونات(DI) هذا المحلول لا يعطى لون مع النشا المضاف إلى محلول يوديد البوتاسيوم(KI)

٢– محلول– الأزيد –الأيوديد القلوى Alkali – Iodide – Azide Reagent

(أ) للعينات المشبعة أو الأقل تشبع

أذب ٥٠٠ جرام من هيدر وكسيد الصوديوم NaOH أو ٧٠٠ جرام من هيدر وكسيد البوتاسيوم (KOH) و١٣٥ جرام من يوديد الصوديوم (NaI) أو ١٥٠ جرام من يوديد البوتاسيوم (KI) في مياه مقطرة خالية من الأيونات(DI) وخفف إلى ١ لتر ثم أضف ١٠ جرام من الصوديوم أزيد (NaN_3)المذاب في ٤٠ مل مياه مقطرة هذا 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 مل مياه مقطره خإلى من أيونات الأملاح ثم يضاف ٤٨٠ جرام هيدروكسيد الصوديوم ٧٥٠ جرام يوديد الصوديوم مع التقليب حتى الإذابة. تظهر عكارة بيضاء لوجود كربونات الصوديوم ولكن هذا ليس له تأثير.

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

٣- النشـــا

أذب ٢ جرام من النشا المعملى قابل للذوبأن و٠,٢ جم حمض السلسيليك (Salicylic acid) كمادة حافظة في ١٠٠ سم^3 مياه مقطرة ساخنة.

٤- محلول قياس ثيوكبريتات الصوديوم ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) (٠,٠٢٥ ع)

أذب ٦,٢٠٥ جرام من ثيوكبريتات الصوديوم في مياه مقطرة خإلية من الأيونات ثم يضاف ٠,٤ جرام هيدروكسيد الصوديوم وضع المحلول في قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر ثم خفف إلى واحد لتر. ثم عاير بمحلول Potassium biiodate

٥- محلول قياسى من Potassium biiodate ($KH(IO_3)_2$ 0.002 N)

يذاب ٨١٢,٠٤ ملجم Potassium biiodate في ماء خإلى من الأيونات وخفف إلى واحد لتر بمياه مقطرة خإلية من الأيونات.

(أ) معايرة ثيوكبريتات الصوديوم بواسطة محلول Potassium biiodate (Standardization)

يذاب ٢ جرام يوديد البوتاسيوم (KI) في ١٠٠ - ١٥٠ مل مياه مقطرة في قارورة زجاجية عيارية سعة ٢٠٠ مل. أضف ١ مل من ($6N\ of\ H_2SO_4$) أو بعض النقط من حمض الكبريتيك المركز ثم أضف ٢٠ مل من المحلول العيارى Potassium biiodate.

(ب) خفف إلى ٢٠٠ مل بالمياه المقطرة الخالية من الأيونات وعاير بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم بإستخدام النشا ككاشف إلى اللون الأصفر الفاتح (لون القش) ثم أضف نقطتين من النشا ليعطى لون أزرق ثم استمر في المعايره حتى يصبح لون المحلول عديم اللون وهي نقطة التعادل (End point)عندما يكون كلا من ثيوكبريتات الصوديوم و Potassium biiodate متساويين في التركيز فيكون المطلوب هو ٢٠ مل من (0.025N) ثيوكبريتات الصوديوم وفي حالة عدم التساوى. اضبط ثيوكبريتات الصوديوم عند 0.025N

الطريقة:

١- املأ زجاجة الـ B O D سعة ٣٠٠ ملليلتر (٣٠٠ مل) بالعينة المراد تعيين تركيز الأكسجين الذائب بها وذلك بطريقة أنبوبة من المطاط يسحب منها العينة ببطء وتوضع نهايتها الأخرى أسفل قاع زجاجة الـ B O D واجعل المياه تنساب ببطء بالدرجة الكافية للإحلال محل فراغ الزجاجة مرتين أو ثلاثة على الأقل وتأكد من عدم وجود فقاعات هوائية.

٢- ضع ١مل من محلول كبريتات المنجنيز على أن يكون طرف الماصة أسفل سطح المياه بزجاجة الـB O D ثم أضف ١مل من محلول الأزيد- الأيوديد-القلوى

٣- ضع الغطاء على الزجاجة بعناية بحيث لا تسمح بدخول هواء إلى الزجاجة ثم قلب الزجاجة جيدا بقلبها وعدلها عدة مرات ببطء وأتركها حتى يترسب الراسب. إذا تكون راسب أبيض فهذا يدل على عدم وجود أكسجين ذائب في العينة ولا تستكمل الإختبار. أما إذا تكون راسب أصفر فهذا يدل على وجود أكسجين ذائب في العينة.

٤- ارفع الغطاء ثم أضف ١ مل من حامض الكبريتيك المركز بحيث ينساب ببطء على عنق الزجاجة ثم ارفع الماصة وضع الغطاء واستخدم نفس الطريقة السابقة في تقليب الزجاجة وعدلها إلى أن يختفي تماما كل الرواسب والندب التي سبق أن تكونت.

٥- اسحب ما يعادل ٢٠٠ سم^{٣} من العينة الأصلية (أو ٢٠١ مل) من العينة بعد التصحيح لإضافة كل من كبريتات المنجنيز ومحلول الأزيد بالإزاحة.

آى:

6- يتم معايرة اليود المتكون بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم (٠,٠٢٥ ع) أو محلول PAO حتى يكاد أن يختفي اللون الأصفر. Pale straw Colour

٧- أضف ٢ مل من محلول النشا وأكمل المعايرة حتى يبدأ اللون الأزرق في الإختفاء.

طريقة الحساب

لكل ٢٠٠ مل من العينة الأصلية المأخوذة ١ مل من محلول الثيوكبريتات (0.025 N) يعادل ١ ملليجرام / لتر أكسجين ذائب.

مثال:-

بعد معايرة ٢٠٣ سم^{٣} من زجاجة الـB O D محلول الثيوكبريتات (٠,٠٢٥ع) وجد أنه يلزم ٨ مل من هذا المحلول للوصول إلي نقطة النهاية End Point لإختفاء اللون الأزرق.

إذن تركيز الأكسجين الذائب بالمياه = ٨ ملجم / لتر

لاحـظ أن:

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

التفاعلات وأساس أستخدام طريقة الحساب السابق ذكرها:

تعتمد الطريقة السابقة والتي تعرف بإسم طريقة Winkler method المعدلة بطريقة الأزيد بأنه بعد إضافة كبريتات المنجنيز والمحلول القلوى لأيوديد يتكون هيدروكسيد المنجنيز الثنائى التكافؤ $Mn(OH)_2$.

$$MnSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow Mn(OH)_2 + Na_2SO_4$$

وفي وجود الأكسجين الذائب يتأكسد هيدروكسيد المنجنيز الثنائي إلي الهيدروكسيد الرباعي.

$$2\ Mn(OH)_2 + O_2 \longrightarrow 2\ MnO(OH)_2$$

وعند إضافة حامض الكبريتيك يتحول هيدروكسيد المنجنيز رباعى التكافؤ إلى كبريتات المنجنيز رباعى التكافؤ.

$$MnO(OH)_2 + 2\ H_2SO_4 \longrightarrow Mn(SO_4)_2 + 3\ H_2O$$

وفي وجود يوديد الصوديوم أو البوتاسيوم يتفاعل كبريتات المنجنيز مع اليوديد ويتكون اليود بما يكافئ كمية الأكسجين الأصلي الموجود في العينة.

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

و عند المعايرة مع ثيوكبريتات الصوديوم:

$$2\ Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow Na_2\ S_4O_6 + 2\ NaI$$

وعلى ذلك ونظرا لأن كل جزئ من الثيوكبريتات يحتوى على ٥ جزيئات مياه فأنه طبقا للمعادلات فأن كل ٤٩٦ جرام ثيوكبريتات تعادل ١٦ جرام أكسجين أي أن كل ٣١ جرام ثيوكبريتات تعادل ١ جرام أكسجين.

وحيث أن حساب أي تركيز لأي ماده بالملليجرام / لتر.

(إذا كأن كل ١مل = ١ ملليجرام أكسجين)

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

هذا إذا كأن محلول الثيوكبريتات المستخدم يحتوى على ٣١ جرام فأن كل ١ مل يعادل ١ ملليجرام أكسجين. وفي هذه الحالة حتى يمكن سهولة الحساب يؤخذ خمس هذا الوزن بحيث يكون كل ١ مل يكافئ ٠,٢ ملليجرام أكسجين أي تسحب النتيجة بحساب حجم الثيوكبريتات ٠,٠٢٥ع المستخدم مع ٢٠٠ مل من العينة.

ملحوظة: يستخدم محلول الأزيد لمنع تفاعل النتريت مع يوديد البوتاسيوم وخروج اليود ويزداد النتريت كلما تعرضت الزجاجة للهواء الحيوي مما يؤدى إلى خروج مزيد من اليود مما قد يؤدى إلي خطأ في حساب الأكسجين الذائب وفي وجود الأزيد NaN_3 يتم اختزال النتريت إلى أكسيد النيتروز ويزول تأثير النتريت

التداخلات

يؤثر على قيمة تركيز الأكسجين الذائب بالطريقة السابق ذكرها تواجد بعض المواد مثل أملاح الحديد وبعض المواد العضوية سريعة التأكسد الكربون والكلور الحر والكروم

والسيأنيد مما قد يستدعى استخدام الطريقة التإلية لتعيين تركيز الأكسجين الذائب بواسطة الجهاز الكهربائي.

قياس الأكسجين الحيوي الممتص Biochemical Oxygen Demand(BOD)

يعرف الأكسجين الحيوي الممتص بقياس الأكسجين الذائب اللازم لأكسدة المواد العضوية الكربونية بواسطة البكتيريا الهوائية عند ٢٠ °م لمده خمسه أيام.

تعتمد تجربه الأكسجين الحيوي الممتص على أن عينه مياه الصرف الصحي تحتوى على بكتيريا ومواد عضويه وأكسجين ذائب فتستهلك البكتيريا الهوائيه الأكسجين الذائب في أكسده وتحلل المواد العضويه وتعتمد كمية الأكسجين الذائب المستهلك كأي نشاط للبكتيريا وتركيز المواد العضوية في العينة فكلما زاد تركيز المواد العضوية في العينة زاد معدل استهلاك الأكسجين الذائب والعكس صحيح.

في هذا الإختبار يتم إستخدام زجاجتين BOD سعه ٣٠٠ مل ويتم وضع حجم معلوم من العينة يتناسب مع تركيز الأكسجين الحيوي الممتص في العينة ثم يتم ضبط الرقم الأيدروجينى للعينة ما بين ٦,٥ إلى ٧,٥ ثم يتم إضافه مياه تخفيف للزجاجتين. ثم يتم قياس الأكسجين الذائب في أحد الزجاجتين ثم يتم وضع الزجاجه الثأنيه في الحضأنه عند ٢٠ °م لمده ٥ أيام ثم يتم قياس الأكسجين الذائب في العينة. وعن طريق معدل استهلاك الأكسجين الذائب يتم تقدير تركيز المواد العضويه في العينة.

سمي هذا الإختبار بإسم الأكسجين الحيوي الممتص لأن البكتيريا وهي كائن حى هي أساس التحلل والأكسد للمواد العضويه.

ويستخدم هذا الإختبار في تقدير المواد العضوية الكربونية في المياه الخام لمعرفة تركيزها فى المياه الخام وفي المياه الداخله لأحواض التهوية وفي السيب النهائي و لتقدير كفاءه محطة المعالجة في نسبة إزالة ومعالجة المواد العضوية كما أنه يستخدم في حساب F/M Ratio.

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

ومن عيوب هذا الإختبار أن النتائج لا تظهر إلا بعد مرور خمسة أيام من جمع العينة.

هذا و يستخدم هذا الإختبار في تعيين كفاءة وحدات معالجة مياه المجاري ويعطى مؤشر على درجة تركيز المواد العضوية وكمية الأكسجين المطلوب لأكسدة المواد العضوية في حوض التهوية.

الترسيب الإبتدائي يزيل من ٢٠ – ٤٠% من الأكسجين الحيوي المطلوب – والكفاءة الكلية للمعالجة البيولوجية تكون في حدود 80 –70% للمعالجه بالمرشحات الزلطيه ومن ٩٠–٩٥% للمعالجه بالحمأة المنشطة. إذا كأنت أقل من ذلك يدل على أن المحطة لا تعمل بكفاءة ويجب تحديد الأسباب واتخاذ الإجراءات المطلوبه لرفع كفاءه محطه المعالجة.

ملحوظة هامة:

يجب ألا يقل تركيز الأكسجين الذائب في العينة بعد ٥ أيام في الحضأنة عند ٢٠ °م عن ١ ملجم/لتر ويجب أن يكون معدل استهلاك الأكسجين الذائب في العينة بعد ٥ أيام من٣٠-٨٠%

الأجهزه والمعدات

١ – زجاجات BOD بغطاء مصنفر سعة ٣٠٠ مل

٢ – حضأنة كهربائيه درجه حرارتها ٢٠ °م

٣ – مصاصات مدرجة ١ مل و١٠ مل

٤ – سحاحة و حامل للسحاحة

٥ – دورق مخروطى سعة ٢٥٠ مل

٦ – قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر

المحاليـل الكيميائية

١– تستخدم في قياس الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) المحاليل المستخدمة في تجربة الأكسجين الذائب وهي محلول كبريتات المنجنيز ومحلول الأزيد الأيوديد القلوى وحامض الكبريتيك وثيوكبريتات الصوديوم ومحلول النشا

٢– الماء المقطر المستخدم في تحضير المحاليل والتخفيفات يجب أن يكون من أنقى نوع ويجب ألا يحتوى على نحاس أو مواد عضوية

٣ – محلول الفوسفات المنظم (Buffer Phosphate)

– أذب ٨,٥ جم من فوسفات البوتاسيوم أحادية القاعدة (KH_2PO_4) و٢١,٧٥ جم من فوسفات البوتاسيوم الثنائية (K_2HPO_4) و٣٣,٤ جم من فوسفات الصوديوم ثنائية القاعدة ($Na_2HPO_4.7H_2O$) و١,٧ جم من كلوريد الأمونيوم NH_4CL في ٥٠٠ مل مياه مقطره ثم خفف إلى واحد لتر بالمياه المقطره.

– الرقم الأيدروجينى لهذا المحلول يجب أن يكون ٧,٢ ويجب التأكد منها بواسطة جهاز قياس الرقم الأيدروجينى.

٤ – محلول كبريتات الماغنسيوم أذب ٢٢,٥ جم من كبريتات الماغنسيوم ($MgSO_4.7H_2O$) في ماء مقطر وخفف إلى واحد لتر

٥ – محلول كلوريد الكالسيوم أذب ٢٧,٥ جم كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) في ماء مقطر وأكمل حتى ١ لتر

٦ – محلول كلوريد الحديديك أذب ٠,٢٥ كلوريد حديديك ($FeCL_2.6H_2O$) في ماء مقطر وأكمل حتى ١ لتر

٧ – تحضير مياه التخفيف Dilution Water أضف ١ مل من كل من المحاليل الأتية محلول الفوسفات المنظم، كلوريد الكالسيوم، كلوريد الحديديك، كبريتات المغنسيوم لكل لتر من الماء المقطر ثم إمرر الهواء في ماء التخفيف حتى يتشبع بالأكسجين و يفضل أن يكون تركيز الأكسجين الذائب في هذا المحلول حوالى ٨ ملجم/لتر عند درجة حرارة الغرفة ويمكن الحصول عليه برج محلول مياه التجفيف جيدا عده دقائق أو التقليب بالهواء أو القلاب المغناطيسى. كما يجب ألا يزيد أو يقل تركيز الأكسجين الذائب في هذا المحلول بعد ٥ أيام في الحضأنة عند ٢٠ °م عن ٠,٢ ملجم / لتر

لاحظ أن هناك بعض المحاليل الجاهزة و يمكن شرائها في صوره عبوات صغيرة تضاف للعينه بدلا من السائل.

٨ – ماده لمنع نشاط البكتيريا الخاصه بأكسده المواد النيتروجينيه Nitrification inhibitor تضافه ماده [٢–chloro–6–(trichloromethyl) pyridine] بمعدل ١٠ ملجم لكل ١ لتر مياه تخفيف إذا كأن مطلوب منع نشاط البكتيريا المؤكسه للمواد النيتروجينيه.

٩ – محلول كبريتيت الصوديوم (Na_2SO_3) أذب ١,٥٧٥ جرام من كبريتيت الصوديوم في ١ لتر مياه مقطرة هذا المحلول غير ثابت ويجب تحضيره أولا بأول ويستخدم في إزالة الكلور المتبقى من العينة كما يمكن إستخدام ثيوكبريتات الصوديوم 10% لنفس الغرض

(أ) طريقة قياس الأكسجين الحيوي الممتص للعينات الغير مكلوره

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

٢ – يتم ضبط الرقم الأيدروجينى للعينه عند ٦,٥ –٧,٥

٣- أملا زجاجتأن BOD تماما بماء التخفيف وغطسها بالغطاء بحيث لا يكون أي فقاقيع هواء محبوسة تحت الغطاء.

٤- حضر مجموعة أو أكثر من العينة لتغطى المدى المقدر لكمية الأكسجين الحيوي المطلوب ومن هذا التقدير أحسب حجم عينة المخلفات الخام التي تضاف إلي مياه التخفيف.

وبصفه عامه فأن بالنسبة للمياه الخام فأنه يتم أضافه ٣ مل لكل زجاجه BOD سعه ٣٠٠ مل وبالنسبة للمياه الخارجة من أحواض الترسيب الأبتدائي فأنه يضاف ١٠ مل لكل زجاجه BOD سعه ٣٠٠ مل وبالنسبة المياه المعالجة في السيب النهائي قبل التطهير بالكلور فأنه يضاف من (٣٠- ٤٥ مل) لكل زجاجه BOD سعه ٣٠٠ مل

أو حسب الجدول الأتي:

حجم العينة التي تضاف لزجاجه BOD سعه ٣٠٠ مل (بالمل)	تركيز الأكسجين الحيوي الممتص	
	الحد الأدنى (ملجم / لتر)	الحد الأقصى (ملجم / 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

5- لإجراء الإختبار أبدأ أولا بملئ زجاجتأن BOD ٣٠٠ مل بمياه تخفيف فقط رقم (١) ، (٢) (Blank) ثم أملأ زجاجتأن آخرتأن بالعينة المخففة تخفيف مناسب أرقام (٣) ،(٤) وكما سبق أن ذكرنا فأن حجم العينة يجب أن يتناسب مع التركيز حسب مكأن أخذ العينة (١ - ٣ مل للمياه الخام و٣٠-٤٠ مل في المياه المعالجة في السيب النهائي قبل إضافة الكلور) أو حسب الجدول رقم (٤ - ٣) ثم أكمل الزجاجتأن بمياه التخفيف وأحكم الغطاء بدون حبس فقاعات هواء وتأكد من وجود ماء فوق الغطاء.

٦ - قم بقياس الأكسجين الذائب في الزجاجيتن ٢ و٤ على الفور لتحديد الأكسجين الذائب في البلأنك والعينة أول يوم.

٧ – ضع الزجاجتين ١ و ٣ في الحضأنة عند ٢٠ °م لمده ٥ أيام في الظلام.

٨ – بعد مرور خمس أيام يتم قياس الأكسجين الذائب في الزجاجتين ١ و ٣ بإستخدام طريقة وينكلر المطورة أو بجهاز قياس الأكسجين الذائب. عند نهاية الخمسة أيام يجب ألا يقل تركيز الأكسجين الذائب في العينة عن ١ ملجم/ لتر وأيضا من المستحسن أن يكون النقص في الأكسجين أكثر من ٢ ملجم / لتر (يجب أن يكون نسبة استهلاك الأكسجين الذائب في العينة بعد مرور ٥ أيام من ٣٠ – ٨٠ %).

٩ – يتم حساب تركيز الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) من المعادلة الأتية:

طريقة الحساب

حيث أن:

أ = تركيز الأكسجين الذائب في العينة أول يوم

ب = تركيز الأكسجين الذائب في العينة بعد ٥ أيام

٣٠٠= حجم زجاجه BOD

ملحوظة هامه:

– الزجاجتأن (١) ، (٢) أستخدمتا (كبلأنك) للتأكد من نوعية مياه التخفيف بحيث يكون تركيز الأكسجين الذائب لا يقل و لا يزيد عن ٠,٢ ملجم / لتر بعد مرور ٥ أيام عند التحضين عند ٢٠ °م. أما إذا زاد أو قل عن من ٠,٢ ملجم / لتر فأنه يكون بسبب تلوث مياه التخفيف أو أن الزجاجات غير نظيفة ويجب إعادة الإختبار واستخدام زجاجات نظيفة.

– يجب ألا يقل تركيز الأكسجين الذائب في العينة بعد مرور ٥ أيام عن ١ ملجم / لتر وإذا قل عن ذلك فأنه يجب أخذ حجم عينه أقل من ٣ ملجم / لتر (١ أو ٢ مل من العينة)

الإحتياطات:

١- يجب أن تكون درجة حرارة الحضأنة ٢٠ °م – لأن درجات الحرارة الأخرى سوف تغير من معدل نشاط البكتيريا ومعدل استهلاك الأكسجين.

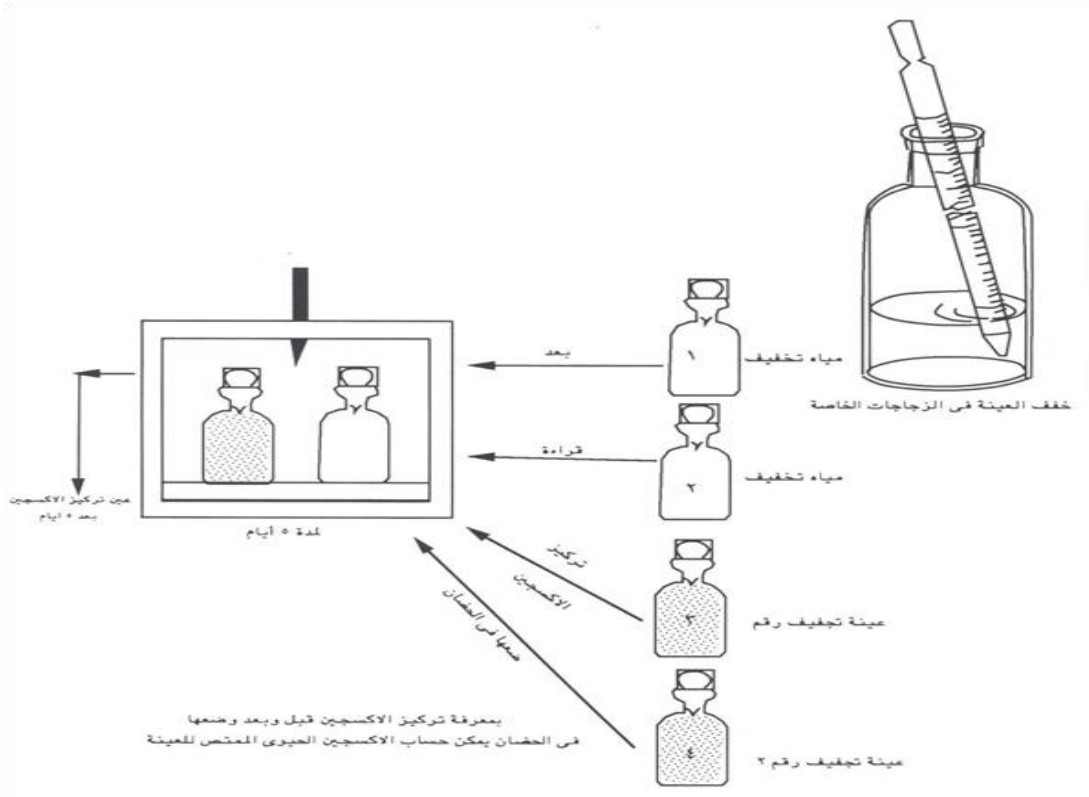
٢ – يجب أن تكون مياه التخفيف طبقا للطرق القياسية لكى يكون مناسبا للبكتريا. هذه المياه يجب أن تكون خالية من النحاس حيث أنه موجودا إذا استخدام جهاز تقطير المياه من الزجاج.

٣ – يجب أن تكون المخلفات السائلة خالية من المواد السامة من سداسي الكروم.

٤ – إذا استخدمت محاليل التنظيف في غسيل زجاجات BOD ، تأكد من غسلها جيدا عدة مرات بالماء النظيف لأن محلول التنظيف سام وإذا ترك أي أثار منه في الزجاجية يفسد الإختبار.

٥ – المخلفات السائلة الغير مكلورة عاده تحتوى على كمية البكتريا كافية للإختبار وعلى ذلك فمن غير الضروري إضافة أي بكتريا.

٦ – حيث أن هذا الإختبار يحتوى على أحياء دقيقة فيجب أن تكون درجة الحرارة مضبوطة ويبين الشكل رقم (٤-٢) خطوات قياس الأكسجين الحيوي الممتص للعينات التي لا تحتوى على كلور.



طريقة تعيين الأكسجين الحيوي الممتص

مثـــــال:

نفرض أن:

حجم زجاجـــة BOD = ٣٠٠ مل

حجـــم العينـــة = ١٥ مل.

الأكسجين الذائب في العينة الخفيفة = ٨ ملجم / لتر.

الأكسجين الذائب بعد ٥ أيام = ٤ ملجم / لتر.

طريقة الحساب

لكى تكون النتائج مقبولة يجب أن تكون النسبة المئوية لإستهلاك الأكسجين في هذا الإختبار ما بين ٣٠ – ٨٠ %.

$$\text{نسبة إستهلاك الأكسجين } (\%) = \frac{(\text{الأكسجين الذائب أول يوم} - \text{الأكسجين الذائب بعد5 أيام}) \times 100}{\text{الأكسجين الذائب أول يوم}}$$

(ب) قياس الأكسجين الحيوي الممتص للعينات المكلورة

تستخدم هذه الطريقة في حاله جمع العينة من السيب النهائي بعد عمليه إضافة الكلور ففي هذه الحالة يكون عدد الكائنات البكتيريه في العينة ضعيف جدا وغير كافي لتحليل جميع المواد العضويه الموجودة في العينة وإذا تم قياس الأكسجين الحيوي الممتص بالطريقة السابقه فأنه يكون تركيز BOD في العينة أقل بكثير من التركيز الحقيقي في العينة وفي هذه الحالة يجب إتباع الخطوات التإلية لقياس BOD في العينات التي تم جمعها بعد الكلور.

١ – إزالة الكلور المتبقي من العينات

عند جمع عينات مياه صرف صحى تحتوى على كلور متبقى بعد معالجتها بالكلور في السيب النهائي لمحطة المعالجة فأنة لإجراء تجربة BOD يجب إزالة الكلور المتبقى من العينة كما يلى:

يتم إزالة الكلور المتبقى من العينة وذلك بإضافة كمية كافية من كبريتيت الصوديوم (٠,٠٢٥ ع) Sodium Sulfite حتى يزول أي آثر للكلور و يتم تحضير هذا المحلول بإذابة ١,٥٧٥ جم من كبريتيت الصوديوم (Na_2SO_3) في ١ لتر مياه مقطره هذا المحلول غير ثابت ويجب تحضيره يوميا أو عند اللزوم.

٢ – ضبط الرقم الأيدروجينى للعينه من ٦,٥ – ٧,٥

٣ – إضافة الكائنات الحية الدقيقة (Reseeding)

إذا كأنت العينة تحتوى على كمية قليلة جدا من الكائنات الحية الدقيقة مثل العينات المكلورة أو ذات pH العإلي أو المنخفضة أو مخلفات صناعية فأنه يجب إضافة بعض الكائنات الحية الدقيقة للعينة

الطريقة:

١– اجمع كمية حوإلي ١ لتر من مياه الصرف الصحي الخام أو من حوض الترسيب الابتدائي واتركها لمده ٢٤ ساعه لتترسب عند درجة حرارة الغرفه

٢– املأ زجاجتين BOD بمياه التخفيف واعد الغطاء عليها (بلأنك)

٣– حضر زجاجتين BOD وأضف لهما حجم مناسب من العينة من (٣٠ – ٤٥ مل)

٤- أضف لكل من الزجاجتين اللتين تحتويأن على العينة ١ مل من الخميره التي تم تحضيرها الخطوه الأولى واكمل الزجاجتين بمياه التخفيف ليصبح اجمإلى الحجم ٣٠٠ مل

٥- جهز زجاجتين BOD وأضف لكل زجاجه حجم الخميره التي تم إضافته للعينة في الخطوه السابقة ثم اكمل الزجاجتين إلي ٣٠٠ مل بمياه التخفيف (حجم الخميره يمكن أن يكون من (١ -٣ مل)

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

٧- يتم وضع زجاجه BOD الثأنية لكل من مياه التخفيف والخميره والعينة التي تم اضافه الخميره إليها في حضأنة BOD عند درجة حرارة ٢٠ °م لمده ٥ أيام

٨- بعد أنتهاء الخمسة أيام يتم قياس الأكسجين الذائب في زجاجه مياه التخفيف وزجاجه الخميره وزجاجه العينة التي تم اضافه الخميره إليها (الأكسجين الذائب بعد ٥ أيام (D2))

٩- أحسب تركيز الأكسجين الحيوي الممتص بعد ٥ أيام للعينة التي تم أضافه الخميره إليها

طريقة الحساب

أولا حساب الأكسجين الحيوي الممتص بعد ٥ أيام للخميرة:

حيث أن:-

أ = تركيز الأكسجين الذائب للخميره في إليوم الأول

ب = تركيز الأكسجين الذائب للخميره بعد ٥ أيام

٣٠٠ = حجم زجاجة BOD

ثأنيا يتم حساب تركيز الأكسجين الحيوي الممتص للعينة التي تم اضافه الخميره إليها:

$$\text{BOD للعينة و الخميره} = \text{أ} - \text{ب} - \left[\frac{\text{حجم الخميره (مل)} \times \text{BOD للخميره}}{300}\right]\left[\frac{300}{\text{حجم العينة}}\right]$$

حيث أن:

أ = تركيز الأكسجين الذائب في العينة التي تم اضافه الخميره إليها في إليوم الأول

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

٣٠٠= حجم زجاجه BOD

مثـــال:

تركيز الأكسجين الذائب للخميره في إليوم الأول = ٦,٠ ملجم / لتر

تركيز الأكسجين الذاب للخميره بعد ٥ أيام = ٥,٦ ملجم / لتر

حجم الخميره = ١ مل

$$\text{تركيز BOD للخميره} \left(\frac{\text{ملجم}}{\text{لتر}}\right) = \left(\frac{300 \times (\text{أ}-\text{ب})}{\text{حجم العينة}}\right)$$

$$= \frac{300 \times (5.6-6.0)}{1} = 120 \text{ ملجم/لتر}$$

تركيز الأكسجين الذائب لعينه التي تم إضافة الخميرة إليها في إليوم الأول = ٨,٧ ملجم/ لتر

تركيز الأكسجين الذاب للعينة التي تم إضافة الخميره بعد ٥ أيام = ٢,٤ ملجم/لتر

حجم الخميره = ١ مل

حجم العينة التي تم إضافة إليها الخميره = ٦ مل

تركيز BOD للعينة التي تم إضافة إليها الخميره ملجم / لتر

$$\text{BOD للعينة و الخميره} = \text{أ} - \text{ب} - \left[\frac{\text{حجم الخميره (مل)} \times \text{BOD للخميره}}{300}\right]\left[\frac{300}{\text{حجم العينة}}\right]$$

$$= 8.7 - 2.4 - \left[\frac{120 \times 1}{300}\right]\left[\frac{300}{6}\right]$$

= ٥,٩ × ٥٠

= ٢٩٥ ملجم / لتر

الإحتياطات:

يجب عمل تخفيفين لكل عينه – استخدام التخفيف الذي يعطى استهلاك للأكسجين أكثر من ٢ ملجم / 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 أكبر لقيم BOD هذه الزيادة في الأكسجين المطلوب تنتج عن أكسدة الأمونيا إلى نترات.

الأكسجين الكيميائي المستهلك Chemical Oxygen Demand (COD)

يعرف الأكسجين الكيميائي المستهلك على أنه قياس الأكسجين الذائب اللازم لأكسدة المواد العضوية بواسطة مواد كيميائية عند درجة حرارة ١٥٠ °م لمدة ساعتين

وسمى الأكسجين الكيميائى المستهلك بهذا الأسم لأن أكسده المواد العضويه في العينة تعتمد على الأكسده 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 وفي مياه الصرف الصحي التي لا تحتوى على مخلفات سائلة صناعية يوجد علاقة بين الأكسجين الحيوي الممتص.

والأكسجين الكيميائى عادة تكون نسبة COD من ٢– ١,٥ من BOD. أما في بعض المخلفات السائلة الصناعية فتزداد النسبة بزيادة المواد العضوية الغير قابلة للتحلل وهذه الإختبار له أهمية

كبرى لمعرفة مدى قابلية المخلفات السائلة الصناعية للتحلل البيولوجى. فإذا كأنت نسبة COD إلى نسبة BOD أكثر من النسبة المعروفة لمياه الصرف الصحي فيدل ذلك على أن المخلفات السائلة الصناعية غير قابلة للتحلل البيولوجى بالدرجة المطلوبة. في بعض المخلفات الصناعية تزيد هذه النسبة عن ٨ مما يؤكد عدم تحلل المواد العضوية بالعينة بالتحلل البيولوجى. ففي مياه الصرف الصحي المنزلى الخالصة تمثل قيمة الأكسجين الكيميائى المستهلك قيمة كل المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجى على الرغم من أن معظم أنواع المواد العضوية تتأكسد بالتسخين عند ١٥٠ °م في وجود ثأنى كرومات البوتاسيوم وحمض الكبريتيك (حيث يتم في هذه الإختبار تسخين كمية معلومة من ثأنى كرومات البوتاسيوم وحمض الكبريتيك عند ١٥٠ °م لمدة ساعتين ومعايرة ما تبقى من ثأنى كرومات البوتاسيوم بواسطة محلول كبريتات الحديدوز النشادرية) إلا أن المواد العضوية ذات السلسلة المستقيمة Strait chain aliphatic pounds

لا تتأكسد أما إذا أضيف عامل مساعد مثل كبريتات الفضة فيسهل أكسدة مثل هذه المواد وكبريتات الفضة لا تساعد على تكسير وأكسدة المواد العضوية العطرية Aromatic hydrocarbons.

تعتمد طريقة قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك على أكسدة المواد العضوية في المخلفات السائله بإستخدام ثأنى كرومات البوتاسيوم في وجود حمض الكبريتيك المركز وكبريتات الفضة

- بالتسخين عند ١٥٠ °م لمدة ساعتين مع إضافة مادة كبريتات الزئبق لمنع تداخل الكلوريدات في العينة.
- حيث يستهلك كمية من ثأنى كرومات البوتاسيوم في أكسدة المواد العضوية في العينة ويتبقى كمية منها يتم معايرتها بواسطة كبريتات الحديدوز النشادرية بإستخدام كاشف الفريون. وإذا أخضرت العينة بعد التسخين فهذا معناه أن تركيز العينة كبير ويجب تقليل حجم العينة أو تخفيف العينة.
- تتداخل الكلوريدات في العينة فأنها سوف تتأكسد كما لو كأنت مواد عضوية ويؤدى ذلك لزيادة تركيز الأكسجين الكيميائى في العينة أكثر من التركيز الحقيقى خاصة في المياه التي يزيد تركيز الأملاح الذائبة الكلية عن٢٠٠٠ ملجم / لتر.
- يتم إزالة تداخل الكلوريدات في العينة بواسطة كبريتات الزئبق ففي العينة التي يقل تركيز الكلوريدات فيها أقل من ٢٠٠٠ ملجم/ لتر تضاف كبريتات الزئبق بنسبة (١٠: ١) أي أنة إذا كأن تركيز الكلوريدات في العينة ١٠٠٠ ملجم / لتر فيجب إضافة ١٠ جرام من كبريتات

الزئبق للعينة أما إذا زاد تركيز الكلوريدات في العينة أكثر من ٢٠٠٠ ملجم / لتر فيجب عدم إجراء هذه الإختبار.

قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك بالمعايرة Open Reflux Method

الأجهزة والمعدات

١ – ٢ مخبار مدرج ٥٠ مل

٢ – سحاحه ٥٠ مل

٣ – قارورة زجاجية دائرية سعة ٢٥٠ أو ٥٠٠ مل بعنق مقاس ٢٤ / ٤٠

٤ – مكثف زجاجى بعنق مقاس ٢٤ / ٤٠

٥ – سخأن كهربائى (مأنتيل) ١٥٠ °م

٦ – قارورة زجاجية عيارية

٧ – ماصة زجاجية مدرجة

٨ – كرات زجاجية

ب– المحاليل والكيماويات

١ – ثأنى كرومات البوتاسيوم٠,٢٥ ع أذب ١٢,٢٥٩ جم من ثأنى كرومات 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 الخالية من الأيونات.

٢ – حمض كبريتيك + كبريتات الفضه أضف ٢٢ جم من كبريتات الفضة إلى زجاجة سعة ٤ كيلوجرام من حمض كبريتيك المركز علما بأن ١ كجم =(٠,٥٤٣,٥ مل) ثم اترك المحلول من يوم إلى 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 مل حامض كبريتيك مركز. وأكمل إلى لتر مع التبريد. هذا المحلول غير ثابت ويجب معايرته يوميا.

٤ – كشاف الفريون أذب ١,٤٨٥ من (1،10 phenanthroline) مع٠,٦٩٥ جم من بلورات كبريتات الحديدوز($FeSO_4 . 7H_2O$) في مياه مقطره وأكمل إلى ١٠٠ مل

٥ – حمض كبريتيك مركز ٣٦ع

٦ – بللورات كبريتات الزئبق $HgSO_4$

خطوات قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك

١– ضع ٢٠ مل من العينة في قارورة زجاجية ذات قاعدة دائرية سعة ٥٠٠ مل ذو وصلة زجاجية وضع في القارورة بعض الكرات الزجاجية الصغيرة لمنع حدوث فورأن أثناء التسخين.

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

٣– أضف ببطء ٥ مل من حامض الكبريتيك المركز وقلب جيدا واتركه يبرد لكى يذيب كبريتات الزئبق.

٤– ضع ٢٥ مل من محلول ثأنى كرومات البوتاسيوم (٠,٢٥ ع) في القارورة الزجاجية وقلبه جيدا

٥– أوصل الكأس بالمكثف وأبدأ سريأن ماء التبريد

٦– أضف بإحتراس ٣٠ مل محلول حامض كبريتيك وكبريتات الفضة إلى الكأس تأكد من خلط المحتويات جيدا قبل التسخين. أبدأ التسخين

٧– استمر في التسخين لمدة ساعتين (إذا تحول لون المحلول إلى الأخضر تكون العينة تركيزها كبير خفف العينة بماء مقطر وأعد الخطوات السابقة)

٨– أثناء تسخين العينة عاير محلول كبريتات الحديدوز الأمينية

أ – ضع ١٠ مل من محلول ثأنى كرومات البوتاسيوم في كأس مخروطى ٢٥٠ مل ثم أضف ٩٠ مل مياه مقطرة خإلية من الأيونات.

ب – أضف ٣٠ مل حامض كبريتيك مركز مع التقليب ثم أتركه يبرد

جـ – أضف من نقطتين لثلاثة كشاف الفريون وعاير بمحلول كبريتات الحديدوز النشادرية يتغير اللون من البرتقإلى إلى الأخضر إلى الأحمر

$$\text{عيارية كبريتات الحديدوز النشادريه FAS} = \frac{\text{حجم ثأنى كرومات البوتاسيوم (مل)} \times ٠.٢٥}{\text{حجم كبريتات الحديدوز لالنشادرية (مل)}}$$

٩ – بعد أنتهاء التسخين لمدة ساعتين أغسل المكثف.ثم اتركه يبرد و أضف ماء مقطر حتى يصبح الحجم ١٤٠ مل.

١٠ – عاير المحلول بواسطة FAS حتى يتحول اللون من البرتقإلي إلى الأخضر إلى الأحمر

١١ – حدد حجم FAS المستخدم في المعايرة

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

طريقة الحساب

$$\text{الأكسجين الكيميائي المستهلك (ملجم / لتر)} = \frac{(\text{أ–ب}) \times \text{ن} \times ٨ \times ١٠٠٠}{\text{حجم العينة}}$$

حيث أن:

أ = حجم F A S بالمل المستخدم في BLANK

ب = حجم FAS بالمل المستخدم في المعايرة

ن = عيارية FAS

٨ = الوزن المكافئ للأكسجين

الإحتياطات:

١- يجب أن تكون عينة المخلفات مخلوطة جيدا. إذا وجد حبيبات كبيره يجب وضع العينة في خلاط لكى تتجأنس العينة.

٢- يجب أن يكون الدورق والمكثف نظيفا وخإليا من الشحوم أو أي مواد مؤكسدة وإلا حصلنا على نتائج غير مضبوطة.

٣- لاحظ أن محلول كبريتات الحديدوز الأمينية 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 لأن الحامض إذا يخلط جيدا في المحلول فأنه يمكن أن يتطاير أثناء التسخين ويفسد الإختبار.

٧- كبريتات الزئبق سامه جدا تجنب ملامسه الجسم بها أو استنشاق هذه الكيماويات

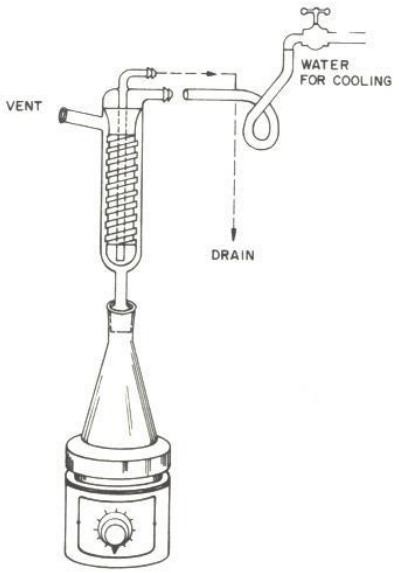
٨- كمية كبريتات الزئبق المضافة تعتمد على تركيز الكلوريدات في العينة. لاحظ نسبة ١٠: ١ من كبريتات الزئبق إلي الكلوريدات.

٩- إذا كان الأكسجين الكيماوى أقل من ٥٠ ملجم / لتر أتبع الطريقة أعلاه و أستخدم ثانى كرومات البوتاسيوم ٠,٢٥ ع وعاير مره أخرى بواسطة ٠,١ ع كبريتات الحديدوز الأمينية

مثـــــال:

معايرة كبريتات الحديدوز النشادريه:

$$\text{عيارية كبريتات الحديدوز النشادريه} = \frac{\text{حجم ثانى كرومات البوتاسيوم (مل)} \times 0.25}{\text{حجم كبريتات الحديدوز النشادرية (مل)}}$$



شكل رقم (٤-٣) وحده هضم الأكسجين الكيميائى المستهلك بطريقه المعايره

مثال:

نتائج اختبار العينة:

حجم العينة = ٢٠ مل.

أ. = مل كبريتات الحديدوز الأمينية للمياه المقطره = ١٠ مل (بلانك)

ب. = مل كبريتات الحديدوز الأمينية للعينة = ٣ مل

$$\text{الأكسجين الكيميائى المستهلك COD (ملجم/لتر)} = \frac{8000 \times \text{ع}(\text{أ} \times \text{ب})}{\text{حجم العينة}}$$

قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك بطريقه التحليل الطيفي

تعتمد هذه الطريقه على تحضير المحاليل الخاصه بهضم الأكسجين الكيميائى المستهلك في المعمل ثم يتم وضع حجم معلوم من العينة في زجاجه بغطاء ثم يتم إضافه أحجام معلومه من محاليل الهضم الخاصه بتلك الإختبار ثم غلق الزجاجه بالغطاء والتسخين عند ١٥٠ °م في فرن تجفيف أو بلوك حرارى لمده ساعتين ثم تبرد الزجاجه ثم يتم قياس تركيز الأكسجين الكيميائى المستهلك بملجم / لتر بجهاز اسبكتروفوتوميتر عند طول موجى 600 nm للعينات التي يزيد تركيزها عن ١٥٠ ملجم / لتر أما العينات التي يقل تركيز COD فيها عن ١٥٠ ملجم / لتر يتم قياسها عند طول موجى 420 nm

تستخدم هذه الطريقه لقياس تركيز الأكسجين الكيميائى المستهلك في العينة التي يتراوح تركيز COD مابين ٣ – ٩٠٠ ملجم / لتر

الأجهزه والمعدات

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

٢ – أنابيب زجاجيه سعه ١٠ × ١٠٠ مل بغطاء محكم

٣ – جهاز اسيكتروفوتوميتر

٤ – فرن حرق عند ٥٥٠ °م

المحاليل الكيميائية

١ – محلول الهضم (COD Reagent Digestion)

أ – محلول الهضم للتركيز العالى

أذب ١٠,٢١٦ جرام من ثانى كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) المجففه في الفرن عند ١٠٣ °م لمده ساعه و١٦٧ مل من حمض الكبريتيك المركز و٣٣,٣ جرام من كبريتات الزئبق ($HgSO_4$) في ٥٠٠ مل مياه مقطره ثم أكمل المحلول إلى ١ لتر

ب – محلول الهضم للتركيز المنخفض

أذب ١,٠٢ جرام ثانى كرومات البوتاسيوم المجففه في الفرن عند ١٠٣ °م لمده ساعه و١٦٧ مل من حمض الكبريتيك المركز و٣٣,٣ جرام كبريتات زئبق في ٥٠٠ مل مياه مقطره ثم أكمل المحلول إلى ١ لتر

٢ – محلول كبريتات الفضه وحمض الكبريتيك

أضف ٢٢ جرام من كبريتات الفضه ($AgSO_4$) إلى٤ كجم من حمض الكبريتيك المركز (١ كجم = ٠,٥٤٣,٥ مل) واتركه حتى يتم اذابه كبريتات الفضه في الحمض (٢٤ – ٤٨ ساعه)

٣ – محلول غسيل الزجاجات

أضف ٥٠٠ مل من حمض الكبريتيك المركز إلى ٥٠٠ مل مياه مقطره

هذا المحلول يستخدم في غسيل الأنابيب الزجاجيه الخاصه بالعينات وجميع الزجاجيات المستخدمه في الإختبار.

٤– محلول قياسى من (Potassium hydrogen Phathalate)

أذب ٠,٨٥٠ جرام من Potassium hydrogen Phathalate في ١ لتر مياه مقطره

١ مل من هذا المحلول = ١ ملجم / لتر COD

هذا المحلول يتم حفظه في الثلاجه لمده أقصاها ٣ شهر.

الطريقة

١ – اغسل الأنابيب الزجاجيه والغطاء المستخدم في الإختبار بمحلول غسيل الزجاجيات ثم جفف هذه الأنابيب في فرن الحرق عند ٥٠٠ °م لمده ساعه لإزاله أي تلوث.

٢ – أضف ٢,٥ مل من العينة في أنبوبه زجاجيه سعه ١٦ × ١٠٠ مل ثم أضف ١,٥ مل من محلول هضم COD حسب تركيز COD ملجم / لتر المتوقع في العينة (التركيز العالى أو التركيز المنخفض) ثم أضف ٣,٥ مل من محلول كيريتات الفضه وحمض الكبريتيك ثم اغلق الزجاجه بالغطاء جيدا.

٣ – حضر محاليل COD قياسيه معلومه التركيز ثم كرر معها نفس الخطوات السابقه.

٤ – ضع أنابيب الإختبار الخاصه بالعينة والمحاليل القياسيه في بلوك حرارى أوفرن تجفيف عند ١٥٠ °م لمده ساعتين ثم برد

٥ – يتم تكرار نفس الخطوات السابقه للمحإليل القياسيه

٦ – يتم عمل المنحنى القياسى العيارى لـ COD

٧– يتم قياس تركيز لـCOD بملجم / لتر للعينه عند طول موجى 600 nm للعينات ذات التركيز العالى أما العينات ذات التركيز المنخفض يتم قياسها عند طول موجى 420 nm

قياس الكبريتيـــدات

من المعروف أنه عند تجميع المخلفات السائلة الناتجة من المنازل (مياه المجاري) في شبكات الصرف الصحي يبدأ نفاذ الأكسجين الذائب في المياه في زمن بسيط نتيجة لنشاط البيولوجي الذي يستخدم الأكسجين الذاب في أكسدة المادة العضوية الموجودة بمياه الصرف الصحي. وبعد نفاذ الأكسجين الذاب يبدأ التحلل اللاهوائى للمواد العضوية بفعل البكتريا اللاهوائية Anaerobic bacteria وفي هذه العملية يحدث تحلل لاهوائى للمواد العضويه بواسطه البكتيريا اللاهوائيه، وينتج عن ذلك اختزال هذه المواد وظهور المكونات التي تدل على هذا النشاط اللاهوائى. ومن هذه المكونات الكبريتيدات التي تنتج من اختزال الكبريتات الموجودة في المياه وبعض المركبات العضوية المتحد معها الكبريت وتكون محصله هذه العملية تراكم الكبريتيدات في مياه الصرف الصحي.

بكتيريا لاهوائية

ماده عضويه ←——— ماده غير عضويه + مياه + طاقه + كبريتيد الأيدروجين + أمونيا + الميثان

كلما زادت مده وصول مياه الصرف الصحي إلى محطات التنقية كلما زاد تركيز الكبريتيدات في مياه الصرف الصحي ويتصاعد كبرتيد الأيدروجين من هذه المياه بإنخفاض الرقم الايدروجينى وهو المعروف برائحته الكريهة التي تشبه البيض الفاسد ويشكل خطورة بالغة على العمال القائمين بصيانة شبكات المجاري نظرا للسمومية الشديدة لهذا الغاز ولخلو الجو المطابق Manholes من الأكسجين اللازم للتنفس. كما أن هذا الغاز في وجود الرطوبة المتجمعة بسقف المواسير يتأكسد إلى حامض الكبريتيك و يؤدى في النهاية إلى تأكل هذه المواسير وانهيارها وخاصة إذا كانت من الخرسانة – وطريقة قياس الكبريتيدات الكلية تشمل كل من كبريتيد الأيدروجين الغير متأين والقابل للتصاعد – والكبريتيدات المتأينة يمكن حساب نسبة الكبريتيد الأيدروجينى الغير متأين (القابل للتصاعد) من الجدول التإلى (جدول رقم ٤ –٤) والذي يحدد نسبة كبريتيد الأيدروجين بالنسبة لمجموع الكبريتيدات في أرقام الأيدروجين المختلفة pH.

جدول رقم (٤ – ٤)

الرقم الأيدروجينى	النسبة المئوية لكبريتيد الأيدروجينى 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 أنه كلما زاد الرقم الأيدروجينى لمياه الصرف الصحي كلما نقصت نسبة تركيز غاز كبرتيد الأيدروجين القابل للتصاعد، وبالتالي كلما قل التأثير الضار لهذا الغاز على عمال الصيانة وعلى منشآت الصرف الصحي. وتهوية مياه الصرف الصحي بالشبكة يقلل من تركيز تراكم هذا الغاز الضار وتعتمد طريقة قياس الكبرتيدات الكلية بتفاعلها مع محلول قياسي من اليود بعد ترسبها على شكل كبرتيد الزنك.

تعتمد فكرة قياس الكبريتيدات في المياه على أنه يتم إضافة حجم معلوم من محلول اليود حيث يختزل الكبريتيدات الموجودة بالعينة في وسط حامضى ونتيجة لهذا الإختزال يستهلك كمية من اليود المضاف أما الكمية المتبقية فيتم تقديرها بالمعايرة بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم بإستخدام النشا ككاشف

المحاليل والكيماويات المستخدمة

١- محلول اليود العيارى ٠,٠٢٥ ع

يتم تحضير محلول اليود العيارى (٠,٠٢٥ ع) بإذابة من ٢٠ – ٢٥ جرام من يوديد البوتاسيوم (KI) في قليل من المياه المقطره في كأس زجاجى ثم يضاف ٣,١٧٥ جرام من اليود. وبعد الذوبان يتم إضافة هذا المحلول في قاروره زجاجية عيارية سعه لتر ويتم تكمله الحجم إلى لتر بالمياه المقطره.

٢- محلول ثيوكبريتات الصوديوم (٠,٠٢٥ ع)

يتم تحضير هذا المحلول بإذابة ٦,٢٠٥ جرام من ماده ثيوكبريتات الصوديوم

$Na_2S_2O_3 . 5\ H_2O$ في ٢٠٠ مل مياه مقطره في كأس زجاجى ثم يضاف هذا المحلول في قارورة زجاجية عيارية سعه لتر ثم يكمل هذا المحلول لتر بالمياه المقطره

٣- محلول النشا

يتم إذابة ٢ جم من النشا في ١٠٠ مل مياه مقطره مغليه ثم يضاف إليها ٠,٢ جم حمض السليسيلك (Salicylic acid).

٤- حمض هيدروكلوريك ٦ ع

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

الطريقة:

١- يتم أولا معايرة محلول اليود (٠,٠٢٥ ع) بإستخدام محلول ثيوكبريتات الصوديوم (٠,٠٢٥ع) كما يلى:

أ. ضع ١٠ مل من محلول اليود في قارورة زجاجية سعه ٢٥٠ مل

ب. أضف ٢ مل من حوض الهيدروكلوريك ٦ ع

ج. ضع السحاحه محلول ثيوكبريتات الصوديوم (٠,٠٢٥ ع)

د. أضف ثيوكبريتات الصوديوم إلى القاروره الزجاجية المحتوية على محلول اليود نقطه نقطه حتى يصبح لون المحلول أصفر فاتح.

هـ. أضف نقطتين من النشا لمحلول اليود ليعطى لون ازرق

و. استمر في إضافة ثيوكبريتات الصوديوم إلى محلول اليود حتى يختفي اللون الأزرق

ز. حدد حجم ثيوكبريتات الصوديوم المستخدم في المعايرة.

طريقة الحساب

ت الصوديوم

ملحوظة هامه:

لابد أن تكون عيارية محلول اليود تساوى عيارية محلول ثيوكبريتات الصوديوم فلو فرض أن عياريه محلول اليود أقل من عياريه ثيوكبريتات الصوديوم فإنه يتم إضافة يوديد البوتاسيوم مع التقليب والذوبان وعمل المعايره حتى نصل إلى محلولين متساويين العياريه. ولو فرض أن عيارية محلول اليود أكثر من عياريه ثيوكبريتات الصوديوم فإنه يتم تخفيف محلول اليود بالمياه المقطره وعمل عملية المعايره حتى نحصل على محلولين متساويين في العياريه.

٢- ضع حجم مناسب من العينة (٥٠ أو ١٠٠ مل) في قارووره زجاجية سعه ٢٥٠ مل.

٣- أضف ٢ مل من حمض هيدروكلوريك للعينه.

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

٥- ضع في السحاحه محلول ثيوكبريتات الصوديوم.

٦- أضف ثيوكبريتات الصوديوم للعينه نقطه نقطه حتى يصبح لون المحلول أصفر فاتح.

٧- أضف نقطتين من النشا للعينه ليعطى لون أزرق.

٨ - استمر في إضافه ثيوكبريتات الصوديوم نقطه نقطه حتى اختفاء اللون الأزرق ويصبح لون العينة عديم اللون (نقطه التعادل).

٩- حدد حجم ثيوكبريتات الصوديوم المستخدم في عملية المعايره.

طريقة الحساب

$400 \times \left(\text{م} \right)$

مثـــــال:

حجم العينة = ٥٠ مل

حجم اليود المضاف للعينه = ٥ مل

حجم ثيوكبريتات الصوديوم المستخدم في المعايره = ٣ مل

طريقة أخرى لحساب تركيز الكبريتيدات:

حيث أن:

أ = حجم اليود المضاف للعينة

ب = عياريه محلول

جـ = حجم ثيوكبريتات الصوديوم

د = عيارية ثيوكبريتات الصوديوم

مثال:

نفرض أن:

أ = ٥ مل ، ب = ٣ مل ، ج = ٠,٠٢٥ ع ، د = ٠,٠٢٥ ع

$$\frac{\times 16 \times}{1000}$$

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

➢ 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