مياه الصرف الصحى وطرق تحليلها

مقدمـــة

من علامات التقدم الحضارى فى منطقة ما وجود شبكات لتجميع المياه الملوثة بها يحقق صرف المخلفات السائلة لسكانها ومنشآتها صرفاً صحياً. وقد زاد الاهتمام فى السنوات الأخيرة بأعمال الصرف الصحى نتيجة للزيادة المستمرة فى معدلات استهلاك المياه، والتى ترتبط بعوامل كثيرة منها زيادة تعداد السكان والتقدم فى الصناعة وكثرة الاحتياجات من المياه، وكل هذه العوامل جعلت من المخلفات السائلة مشكلة كبيرة تتفاقم آثارها. ويعتبر الصرف الصحى للمخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لضمان توفر البيئة الصحية الصالحة للأفراد فى المجتمعات السكنية، والتى تساعد على تجنب المشاكل التالية:

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

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

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

٤- نزح رواسب خزانات التحليل أو بيارات الصرف والتخلص منها إما على المجارى المائية مما يؤدى إلى تلوثها، أو بتجميعها فى بعض المناطق القريبة من المدن مما يؤدى إلى تراكمها وانبعاث روائح كريهة غير مرغوب فيها.

لذلك يعتبر الصرف الصحى للمخلفات السائلة المنزلية والمحتوية على الفضلات الآدمية من أهم العمليات اللازمة لضمان توفير البيئة الصالحة للأفراد، سواء فى 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 إنشاءشبكات تجميعوصرف مياه الصرف الصحى

قواعد إنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحى كثيرة ومتعددة،

أهمها ما يلى:

١- حماية أساسات المبانى والمنشآت.

٢- حماية المجارى المائية ومصادر المياه الجوفية من التلوث.

٣- ضمان إجراء عمليات الصرف للمياه الملوثة على أسس صحية وسليمة، مما يوفر وسائل الراحة والرفاهية بالتجمعات السكانية.

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

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

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

أعمال تجميعالمخلفات السائلة

يتم تجميع مياه الصرف الصحى والمخلفات السائلة بواسطة شبكة من المواسير تسير فيها المياه الملوثة بما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة بالانحدار الطبيعى تبعاًللقوانين الهيدروليكية. وتسير المخلفات السائلة فى هذه الشبكة بحيثتصب المواسير الصغرى فى مواسير أكبر منها وهكذا إلى أن تصب فىالنهاية فى مجمع رئيسى يصب فى بيارة محطة الرفع التى ترفع المخلفات السائلة وتدفعها فى 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 الصحى) إلى الأعمال التالية:

أولاً: شبكة المواسير بالانحدار الطبيعى 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.

مصادر المياهالملوثة (مياهالملوثة)

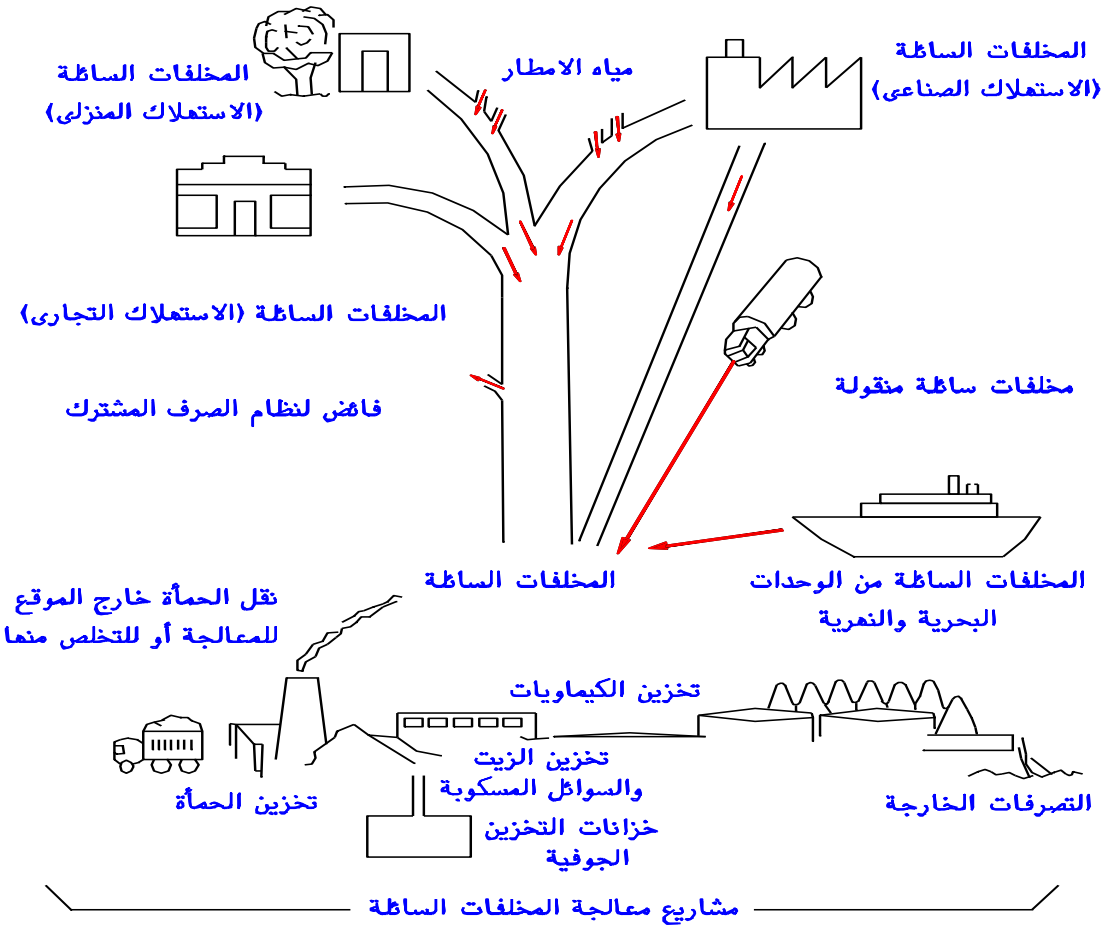
مياه **تتكون مياه الصرف الصحى أساساً من المخلفات السائلة المنزلية الناتجة** من المبانى السكنية ومن المخلفات السائلة الناتجة من بعض الصناعات

الخفيفة بالمدينة كالصناعات الغذائية بالإضافة إلى مياه الرشح ومياه الأمطار التى تصل إلى الشبكة كما هو موضح بالشكل رقم (١-١).

وتتكون مياه الصرف الصحى أصلاً من مياه الشرب المستعملة بما تحتويه من العناصر الكيميائية الموجودة فيها قبل الاستعمال مضافاً إليها الشوائب التى تصاحب استعمالها. وتعتمد هذه الشوائب فى نوعيتها وكمياتها على مجالات استعمال المياه، فتختلف بالنسبة للمخلفات الصناعية عنها فى الاستعمالات المنزلية أو مياه الأمطار أو مياه الرشح. وكل نوع من هذه الأنواع تتداخل عوامل كثيرة فى التأثير على مكوناته، وتتفاوت هذه العوامل من منطقة إلى أخرى.

مياه الصرف الصحى المنزلى

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


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

شكل رقم (١-١)

مصادر المياه الملوثة (الصرف الصحى)

مياه الأمطار

تحتوى مياه الأمطار بعد تجميعها على المواد التى تحملها الأمطار أثناء سقوطها أو جريانها فوق أسطح المبانى والأرض، وتختلف ما تحمله مياه وتختلف نوعية مياه الصرف الصحى المنزلى طبقاً للعوامل التالية:

أ- مستوى المعيشة.

ب- معدلات استهلاك المياه.

جـ -خصائص مياه الشرب.

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

المخلفات الصناعية السائلة تختلف مكونات المخلفات الصناعية السائلة وخصائصها حسب النوع

الصناعة والعمليات الصناعية المستخدمة فيها، وكمية المياه المستعملة والمواد التى تدخل فى التصنيع، والنسبة التى تصل منها إلى مياه الصرف الصحى. 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 فى صناعة الورق تحتوى على تركيز عال من المواد العضوية العالقة والذائبة، بينما نجد أن المياه المستعملة فى صناعة التبريد تكون خالية من الشوائب. وتحتوى بعض المخلفات الصناعية على مواد سامة أو ضارة بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة والتى لها دور كبير فى عمليات المعالجة. ولذلك لا يُسمح بصرف المخلفات الصناعية على شبكات الصرف الصحى إلا إذا توافرت فيها معايير وخصائص معينة حددها القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ و القرار رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ فى شأن صرف

المخلفاتالصناعية السائلة على شبكات الصرف الصحى.

مياه الرشح

وهى المياه التى تدخل مواسير الصرف الصحى من المياه السطحية أو من المياه الجوفية فى باطن الأرض إذا كان منسوبها أعلى من منسوب المواسير. لذا يجب أن تقدر قيمتها لتؤخذ فى الاعتبار عند التصميم. وتدخل المياه الجوفية عن طريق الوصلات والمسام والمطابق المعيبة وأغطية المطابق التى يقل منسوبها عن منسوب سطح الأرض. وتعتمد كمية مياه الرشح على ارتفاع منسوب المياه الجوفية فوق منسوب المواسير وعلى جودة الوصلات ونوعية مواسير الصرف المستخدمة وقطرها وطولها ونوع أغطية المطابق المستخدمة (بفتحات أم بدون فتحات – خاصةً فى المناطق الممطرة). وتشمل أسس التصميم والمراجع المختلفة تحديد كميات مياه الرشح، وقد يحدث فى بعض الأحيان ظاهرة الترشيح (عكس حركة مياه الرشح) فى حالة وجود المياه الجوفية على منسوب أقل من منسوب المواسير حيث تتسرب المياه من المواسير إلى طبقات التربة المحيطة (Exfiltration)، مما يتسبب فى 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 المجارى المائية، بينما يقل عندما يزيد بعد الموقع عن المجارى المائية. ولذلك نجد أن منسوب مياه الرشح فى الموقع المجاور للنهر وعلى مسافة فى حدود خمسون متراً من جسر النهر يتأثر بارتفاع أو انخفاض منسوب النهر.

ميـاه غسـلوهذه المياه الملوثة تصرف فى البالوعات ومنها إلى شبكة الصرف حاملة

معها بعض الرمال والورق والزيوت والشحومات. تتغير مكونات مياه الصرف الصحى السائلة من وقت لآخر على مدار السنةوالشهر واليوم أسوة بتغير كمياتها، إلا أنه يمكن القول أن المخلفات السائلة تتكون فى المتوسط من ٩٩,٩% ماء و ٠,١% مواد صلبة سواء كانت 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:

أى الوقت الذى مضى منذ صبها فى شبكة الصرف إلى وقت أخذ العينة، فالمخلفات السائلة فى بدء جريانها فى شبكة الصرف تكون ذات لون مائل إلى الرمادى مع وجود مواد برازية وزيوت وشحوم وأوراق ومخلفات الخضروات طافية على السطح. وبمضى الوقت ونتيجة لجريان هذه المخلفات السائلة فى 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 البديهى أن تختلف محتويات العينة ودرجة تركيز هذه المحتويات من وقت لآخر، فنجد أن أكثر العينات تركيزاً هى التى تؤخذ فى الساعات الأولى من الصباح، بينما يقل تركيز العينات التى تؤخذ فى 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 جريانها فى شبكة الصرف على بعض الأكسجين الذائب الذى سرعان ما يُستهلك نتيجة لنشاط البكتريا الهوائية التى تموت إذا لم يتجدد الأكسجين (أى إذا لم يكن هناك اتصال دائم بين المخلفات السائلة والهواء). وعندئذ تنشط البكتريا اللاهوائية ويحدث تحلل لاهوائى للمواد العضوية فتكتسب المخلفات لوناً داكناً ورائحة عفنة نتيجة لهذا التحلل اللاهوائى، وعلى النقيض من ذلك إذا تواجدت المخلفات السائلة على اتصال دائم بالهواء عندئذ تنشط البكتريا الهوائية مما ينتج عنه تحلل هوائى للمواد العضوية لا ينتج عنه روائح عفنة أو

تركيز عالى فى اللون.

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

أولاً: التحلل اللاهوائى (Putrefaction):

وهو الذى يحدث نتيجة لنشاط البكتريا اللاهوئية فى غياب الأكسجين وينتج عنه غازات النوشادر (Ammonia) والميثان (Methane) وكبريتور الهيدروجين (Hydrogen sulphide)، ومعظم هذه الغازات ذات رائحة نفاذة كريهة.

ثانياً: التحلل الهوائى (Oxidation):

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

- درجة حرارة المخلفات (Temperature of sewage):
ويظهر تأثير درجة الحرارة فى زيادة نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية مع ارتفاع درجة الحرارة إلى درجة معينة يأخذ بعدها نشاط البكتريا فى الهبوط.

- العوامل الميكانيكية (Mechanical factors):
مثل مرور المخلفات السائلة على هدارات أو فى منحدرات أو فى وحدات الطلمبات، إذ أن مثل هذه العوامل تساعد على تفتت المواد العالقة الكبيرة الحجم نسبياً إلى مواد أصغر حجماً.

- كمية المياه المستخدمة (مياه الشرب) فى 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 فى المخلفات السائلة:
تتواجد المواد الصلبة فى المخلفات السائلة إما عالقة أو ذائبة، وتنقسم المواد الصلبة العالقة إلى:

- مواد سهلة الترسيب، أى ترسب فى وقت قصير وتقدر بحوالى ٥٠% من المواد العالقة.
- مواد صعبة الترسيب، أى تحتاج إلى وقت طويل لترسيبها وتقدر بحوالى ٥٠% من المواد العالقة.

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

- المواد العضوية (Organic substances)

وتسمى أحياناً مواد طيارة أو غير ثابتة (Volatile-unstable) نظراً لتطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية.

- مواد غير عضوية (Inorganic substances)

وتسمى أحياناً 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 فى المخلفات السائلة بحوالى خمسين فى المائة (٥٠%) من مجموع المواد الصلبة.

تصرفات مياه الصرف الصحى المنزلى

يجب عند تصميم أعمال الصرف الصحى تحديد تصرفات مياه الصرف

الصحى حتى يمكن تصميم أعمال الصرف الصحى المختلفة من شبكات

وخطوط طرد ومحطات ضخ ومحطات معالجة. وحيث أن تصرفات مياه الصرف الصحى تعتمد بالدرجة الأولى على معدلات استهلاك المياه، لذلك سنتعرض فيما يلى لكيفية حساب معدلات استهلاك المياه.

معدلات استهلاك مياه الشرب الحالية والمستقبلية

يُعبر عن معدلات استهلاك مياه الشرب بـ اللتر/ الفرد/ اليوميختلف هذا المعدل باختلاف فصول السنة وكذلك على مدار الشهر وأيضاً خلال الـ ٢٤ ساعة من اليوم. ولمواجهة هذه التغيرات فى معدلات الاستهلاك أمكن تعريف معدلات الاستهلاك المختلفة وأيضاً تحديد معدل الاستهلاك اليومى المتوسط.

وطبقاً للدراسات التى تمت لمدن القاهرة والإسكندرية وبورسعيد وبعض محافظات الوجه القبلى والبحرى والمدن الجديدة مثل (مدينة العبور ومدينة السادس من أكتوبر) تم تحديد متوسط

التحاليل الكيميائية الخاصة بمياه الصرف الصحى

١. المواد القابلة للترسيب SETTEABLESOLIDS

أ - مقـــدمـــــــــه

تحتوى مياه الصرف الصحى والمخلفات السائلة الصناعية على كثير من المواد العالقة القابلة للترسيب بعد حجز المياه لمدة معينة (مدة المكث Detention period) كلما زاد حجم المواد المترسبه دليل على زياده تركيز المواد العالقه القابله للترسيب والعكس صحيح . الغرض من هذه الاختبار هو معرفة تركيز المواد القابله للترسيب فى المياه الخام و مدى كفاءة أحواض الترسيب الابتدائية وأحواض الترسيب النهائية فى التخلص من هذه المواد القابلة للترسيب حيث أن حجم المواد القابله للتلارسيب بعد الترسيب الابتدائى يجب ألا تزيد عن ٣ ملليليتر/ لتر وبعد الترسيب النهائى لا تزيد عن ٠,١ مللليتر/ لتر.

ويمكن مشاهدة ذلك بوضوح من خلال هذه الاختبار البسيطة كما يمكن الاستدلال على حجم هذه الرواسب فى مياه الصرف الصحى الخام

ب - الأجهزة والمعدات

١- أقماع أمهوف سعة لتر من الزجاج البيركس أو البلاستيك الشفاف سعه ١ لتر مللى١ لتر

٢- حامل خشبى 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 حتى يمكن ترسيب المواد العالقه والقابله للترسيب ثم أتراك القمع لمدة ١٥ دقيقة أخرى .

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

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

د - الحســـــــاب

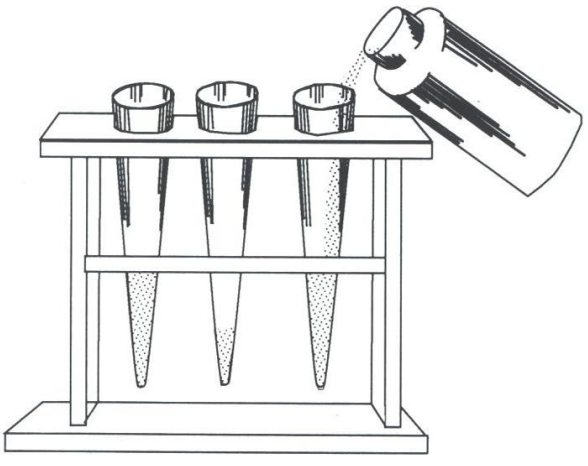
١ - يدون حجم الرواسب (ملليلتر/ لتر لمده ساعة) فى حالة عدم زيادة حجم الرواسب عن ١٠ملليلتر / لتر واستخدام لتر من العينة .

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

مثـــــال :-

حجم الرواسب بعد استخدام ٥٠٠ مللى من العينة ٤٠ مللى

النتيجة = ٤٠ × ٢ = ٨٠ ملليلتر / لتر



٢. المواد الصلبةالكليةTotal Solids

أ - مقدمـــــه

يتم قياس المواد الصلبه الكليه بتبخير حجم معلوم من العينه المخلوطه جيدا فى طبق تبخير ثم التجفيف عند ١٠٣ درجه مئويه لمده ساعه

يتم حساب تركيز المواد الصلبه الكليه بمجم / لتر لمعرفه تركيزها فى العينه سواء فى المياه الخام أو المياه الخارجه من الترسيب الابتدائى أو السيب النهائى ولكن يرجع أهميه هذه الاختبار فى تحديد النسبه المئويه للمواد الصلبه فى الحمأه الخارجه من الترسيب الابتدائى والحمأه الخارجه من أحواض تركيز الحمأه وكذلك الحمأه الجافه

ب - الأجهزه والمعدات

١- طبق تبخير من البورسليين أو البلاتين أو السيليكا الزجاجية

٢- فرن حرق عند ٥٥٠ درجه مئويه٣- فرن تجفيف عند ١٠٣ درجه مئويه

٤- مجفف زجاجى٥- ميزان حساس

٦ - قلاب مغناطيسى ٧ - ماصه زجاجيه ذات فوهه واسعه

جـ - خطوات الاختبار

١ - يتم تنظيف طبق التبخير فى فرن الحرق عند ٥٥٠ درجه مئويه لمده ساعه ثم يتم تبريد الطبق وحفظه فى المحفف الزجاجى ثم يتم وزنه (و١)

٢ - يتم تحديد حجم العينه الذى يعطى تركيز المواد الصلبه الكليه فى العينه يتراوح مابين من ١٠ - ١٠٠ مجم / لتر على أن يتم سحب الحجم المطلوب من العينه المخلوطه جيدا بواسطه ماصه زجاجيه ذات فوهه واسعه ووضعه فى طبق التبخير . ثم يتم وضع طبق التبخير فى حمام مائى حتى يتم يبخير المياه فى الطبق . ثم يتم

وضع طبق التبخير فى فرن التجفيف عند ١٠٣ درجه مئويه لمده ساعه . ثم يتم تبريده فى المجفف الزجاجى . ثم يتم وزن الطبق والمواد الصلبه الموجوده به (و٢)

٣ - يتم حساب تركيز أو نسبه المواد الصلبه الكليه بمجم / لتر من المعادله الأتيه :-

د - طريقه الحساب

$$\text{تركيز المواد الصلبه الكليه بمجم/لتر} = \frac{(\text{و٢} - \text{و١}) \times ١٠٠٠}{\text{حجم العينه}}$$

حيث أن و١ = وزن الطبق قبل التجفيف بمجم / لتر

و٢ = وزن الطبق والمواد الصلبه الكليه بعد التجفيف بمجم / لتر

لحساب نسبه المواد الصلبه الكليه فى أى عينه يتم استخدام المعادله الأتيه :-

$$\text{\% للمواد الصلبه الكليه} = \frac{\text{و٢} - \text{و١}}{\text{و٢}} \times ١٠٠$$

٣. المواد الصلبة العالقة الكلية(TOTAL Suspended Solids (TSS

أ – مقـــــدمـــــــه

تحتـوى ميـاه الصـرف الصـحى الخـام علـى نسـبة مـن المـواد العالقـة SOLIDSspended بعضهاقابل للترسيب Settleable وبعضـها غير قابل للترسيب Non-setteable ومياه الصرف الصحى الخام فى جمهورية مصر تحتوى عـادة علـى حـوالى ٤٠٠ ملليجـرام / اللتـر مـن مجمـوع المـواد العالقـة بعضها قابل لترسيب والبعض الأخر غير قابل للترسيب كما آن بعض المواد العالقـة عضـويا أو المتطـايرة (Volatile) وهـو مـن اصـل عضـوي والـبعض الأخر غير عضوي أو ثابت (Fixed) من اصل معدني . وتعيين نسبة المواد العالقـة فـى الميـاه الخـام والميـاه الناتجـة بعد مرحلـة الترسيب الابتدائي الميـاه تساعد على معرفه مدى كفاءة هذه المرحلة فى التخلص من المواد العالقة كما آن تعيين قيمة المواد العالقة فى المياه الناتجة بعد كل مراحل التنقيـة يمكن منـه حساب كفاءة عملية التنقية الكلية فـى إزالـة المـواد العالقـة و يـتم قيـاس المـواد الصلبة العالقـة فـى الميـاه الخـام لتقدير تركيزهـا كمـا يـتم قياسـها بعد أحـواض الترسيب الابتدائي لمعرفـة كفـاءة مرحلـة الترسيب الابتدائى فـى إزالـة المـواد العالقـة و القابلـة للترسيب كمـا يـتم قياسـها فـى أحـواض التهويـة لتقدير تركيـز المواد العالقة فيها كمعيار لتركيز الحمأة المنشطة (MLSS) و يتم قياسها فى الحمأة المنشطة المعادة والزائدة لكى تستخدم في الحسابات الخاصة بالتحكم في التشغيل في حالة صعوبة قياس المواد الصلبة العالقـة المتطـايرة و فـى السيب النهائى لمعرفة تركيزها فيه و معرفة كفائة محطة المعالجة.

مثـــــال :-

تحتـوى الميـاه الخـام ٤٠٠ ملليجـرام / اللتـر مـواد عالقـة وتحتـوى علـى الميـاه 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

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

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

النسبة المئوية لتخفيض المواد العالقة بعد استكمال عملية التنقية

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

$$= \frac{٣٧٠ \times ١٠٠}{٤٠٠}$$

$$= ٩٢,٥\ \%$$

ب - الأجهزة والمعدات

١- ورقه ترشيح من الألياف الزجاجية قطر ٢,٤ سم Glass filber filter paper٢- جفنه جوش رقم ٤ Gooch crucible أو قمع بوخنر أو وحدة ترشيح

٣- دورق ترشيح

٤- مخبار مدرج

٥- طلمبة تفريغ Vacuum pump

٦- ميزان كهربائى حساس Electric analytical balance

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

٨- مجفف زجاجى به مادة السيليكاجيل

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

أ- البورسيلين ب- البلاتين جـ - زجاج السيليكا العالى الجوده

٩- فرن حرق (Muffle Furnace) عند ٥٥٠ درجه مئويه

جـ - خطوات الاختبار

١- اذا كان سيتم قياس المواد الصلبه العالقة المتطايره فيجب حرق طبق التبخير و ورقةالترشيح من الصوف الزجاجى في فرن الحرق عند ٥٥٠ درجه مئويه لمدة ساعه . أما اذا كان سيتم قياس المواد الصلبه العالقة الكليه فيتم تنظيف و تجفيف طبق التبخير و ورقةالترشيح في فرن التجفيف عند ١٠٥ درجه مئويه لمدة ساعه وحفظه في المجفف الزجاجى

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

٣- توضع ورقة ترشيح ٢,٤ سم المصنوعة من الألياف الزجاجية (أو أى حجم مناسب لوحده الترشيح) فى الجفنة ويتم ضبط وضعها بحيث تكون متمركزة

٤- يستخدم التفريغ بطلمبة التفريغ لعملية الترشيح

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

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

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

٨- يتم تجفيف فى فرن التجفيف عند الدرجة ١٠٣ د. مئوية لمدة حوالى ساعة

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

١٠- يتم حساب تركيز المواد الصلبه العالقه الكليه من المعادلة الاتيه :-

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 مللى

و١ - و٢ = ٠,٠١ جرام = ١٠ ملليجرام

حجم العينه = ١٠٠ مللى

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

= 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 و في الحمأة المنشطه المعادة و الزائدة 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 .و يستخدم قياس المواد العالقة المتطايرة في حسابات التحكم في التشغيل في المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة كمعيار أدق من المواد الصلبة العالقة الكلية حيث تتستخدم فى حساب نسبه الغذاء الى نسبه الكائنات الحيه الدقيقه F / M
كما تستخدم فى حساب عمر الحمأه (MCRT) وكميه الحمأه المنشطه المعاده و الزائده

يمكن تحديد كل من المواد الصلبة العالقة المتطايرة والثابتة من حرق المواد العالقة عند درجة ٥٥٠ د . مئوية مع ملاحظة آن الألياف الزجاجية تنصهر بعد الدرجة بقليل، فعلى ذلك ينبغي عدم زيادة درجة حرارة فرن الحريق عن هذه الدرجة. و يفيد تقدير المواد الصلبة العالقة المتطايرة و خاصة فى أحواض التهوية فى معرفة تركيز الكائنات الحية الدقيقة فى الحمأة المنشطة و قياس المواد العالقة المتطايرة فى أحواض التهوية
(MLVSS) أدق من قياس المواد الصلبة العالقة الكلية فى تقدير تركيز الكائنات الحية الدقيقة المكونة للحمأة المنشطة لأنها مواد صلبة عالقة عضوية

ب - الأجهـــــزة

١ - فرن حريق Muffle furnace

٢ – الأجهزه المستخدمه فى تجربه المواد الصلبه العالقه الكليه

جـ - الطريقـــــــة

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

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

٣- يتم وضع الجفنه فى المجفف الزجاجى لمده ٢٠ دقيقه حتى تبرد نهائيا ثم توزن فيكون ذلك (و ٣)

د – الحســـــــــــاب

لمواد الصلبة العالقة المتطايرة مجم / اللتر = و ٢ - و٣ بالملليجرام / حجم العينة × ١٠٠٠

المواد العالقة الصلبة الثابتة ملليجرام / اللتر =

Fixed suspended solids

و ٣ - و ١ بالملليجرام

——————— × ١٠٠٠

حجم العينة

مثـــال :-

نفرض ان : و ١ = ١٥,٦٦٣٧ جرام

ان : و٢ = ١٥,٦٩٣٧ جرام

ان : و٣ = ١٥,٦٨٣٧ جرام

المـواد الصـلبة العالقــة المتطـايرة = ١٥,٦٩٣٧ جـرام - ١٥,٦٨٣٧ = ٠,٠١ جرام

= ١٠ مجم

المواد الصلبة العالقة المتطايرة بالملليجرام / اللتر =

١٠ × ١٠٠٠ = ١٠٠ مجم / لتر

١٠٠

المواد العالقة الثابته = و ٣ - و١ = ١٥,٦٨٣٧- ١٥,٦٦٣٧= ٠,٠٢ جرام

= ٢٠ مجم

٢٠ × ١٠٠٠

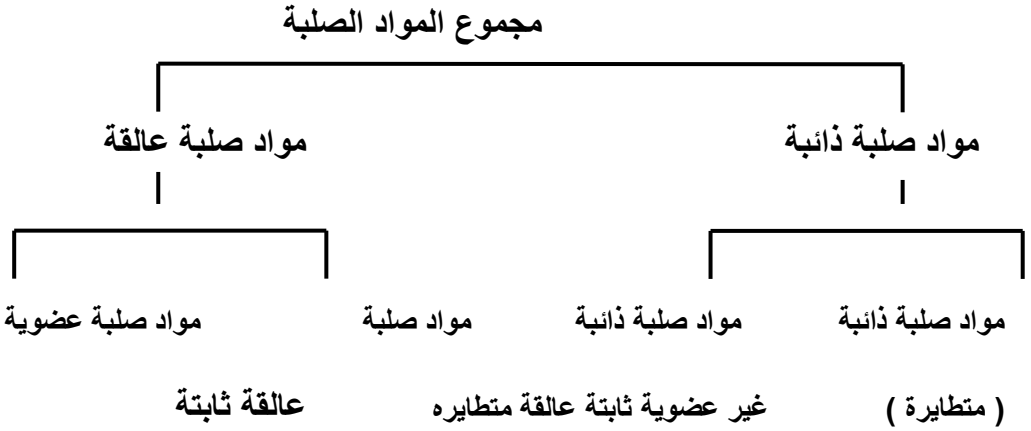
= ——— = ٢٠٠ مجم / لتر

١٠٠

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

أ - مقـــــدمــه

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



ويتم تعيين مجموع المواد الصلبة بتبخير حجم معين من مياه الصرف الصحى فى جفنه التبخير على حمام مائى حتى جفاف العينه ثم التجفيف فى فرن تجفيف عند ١٠٣ درجه مئويه ثم يتم حرق الجفنه فى فرن الحرق عند ٥٥٠ درجه مئويه لتعين المواد الطيارة والثابتة وتستخدم هذه الاختبار فى تحيد النسبه المئويه للمواد الصلبه سواء كانت الكليه أو المتطايره أو الثابته فى الحمأه فى محطه المعالجه بمختلف أنواعها سواء كانت حمأه أبتدائيه أو منشطه أو زائده أو الحمأه المركزه أو الجافه

ب - الاجهزه و المعدات

١- فرن تجفيف

٢- جفنه تبخير

٣- حمام مائى

٤- فرن حريق

٥- مجفف

٦- ميزان حساس

جـ - الطريقة

١- يتم غسيل وتجفيف الجفنة أو طبق تبخير ذو حجم مناسب ثم يتم حرق هذا الطبق فى فرن الحريق عند درجة ٥٥٠ د . مئوية ويتم الوزن بميزان حساس (و١)

٢- يوضع حجم مناسب من عينة مياة الصرف الصحى بعد رجها جيدا حوالي ١٠ - ٢٥ مللى في الجفنة أو طبق التبخير ثم يتم وزن الطبق والعينه (و٢)

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

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

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

٦- يتم حساب النسبه المئويه للمواد الصلبه الكليه فى العينه و كذلك النسبه المئويه للمواد الصلبه الثابته و المتطايره من المعادلات الاتيه :-

د - الحساب

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

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

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

حيث أن :-

و١ = وزن الطبق بمجم / لتر

و٢ = وزن الطبق والعينه بمجم / لتر

و٢ = وزن الطبق والمواد الصلبه بعد التجفيف عند ١٠٣ د مئويه بمجم / لتر

و٣ = وزن الطبق والمواد الصلبه بعد الحرق عند ٥٥٠ د مئويه بمجم / لتر

٦. المواد الذائبة الكلية Total Dissolved Solids (TDS)

أ - مقـــــدمــه

يتم تعينها بالترشيح أولا ثم تبخير حجم مناسب من المياه المرشحه حتى الجفاف فى حمام مائى ثم تجفيفها فى الفرن عند ١٨٠ درجه مئويه كما هو موضح بالشكل رقم (٣ - ٥)

ب - الأجهزه والمعدات

١- مرشح زجاجى وورق ترشيح من الصوف الزجاجى

٢ – طلمبه ترشيح ومعها وحده ترشيح ٣ - دورق ترشيح

٤ - طبق تبخير سعه ١٠٠ مللى ٥ - فرن تجفيف عند ١٨٠ درجه مئويه

٦ - حمام مائى ٧ - مجفف زجاجى

٨ - ميزان حساس ٩ - فرن حرق عند ٥٥٠ درجه مئويه

ج - خطوات الاختبار

١ - يتم تركيب وحده الترشيح وقاروره الترشيح وطلمبه الترشيح

٢ - يتم غسيل طبق التبخير بالماء المقطر ثم وضعه فى فرن الحرق عند ٥٥٠ درجه مئويه لمده ساعه لازاله أى رواسب أو مواد عالقه من الطبق ثم يتم تبريده فى المجفف الزجاجى لحين استخدامه

٣ - رشح حجم من العينه (٥٠٠ مللى)

٤ – اوزن طبق التبخير (و ١) ثم يتم وضع ١٠٠ مللى من الرشيح فى طبق التبخير

٥ - ضع الطبق على الحمام المائى حتى يتم جفاف العينه

٦ - ضع الطبق فى فرن التجفيف عند ١٨٠ درجه مئويه لمده ساعه

٧ - برد طبق التبخير فى المجفف الزجاجى

٨ - اوزن طبق التبخير بالمواد المتبقيه بالطبق (و٢)

٩ - يتم حساب تركيز المواد الصلبه الذائبه الكليه بمجم / لتر

د - طريقه الحساب

$$\text{تركيز المواد الصلبه الكليه بمجم / لتر} = \frac{(\text{و٢} - \text{و١}) \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠}{\text{حجم العينه}}$$

مثال :-

وزن الطبق قبل التجفيف (و١) = ٤٠,١٦٠٠ جرام

وزن الطبق بعد التجفيف (و٢) = ٤٠,١٧٢٠ جرام

تركيز المواد الصلبه الذائبه الكليه بمجم / لتر =

$$\frac{(٤٠,١٧٢٠ - ٤٠,١٦٠٠) \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠}$$

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

= ١٢٠٠ مجم / لتر

يمكن معرفه تركيز المواد الصلبه الذائبه الكليه بمجم / لتر عن طريق قياس درجه التوصيل الكهربائى بالميكروموس / سم .

حيث يتم قياس درجة التوصيل الكهربائى ثم حساب مجموع المواد الذائبة باستخدام ٠,٦٨ كعامل .

مثال :-

نفرض أن درجة التوصيل الكهربائى ٩٤٠ ميكروموس / سم

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

٧. قياس الاكسجين الذائب(DO) DissolvedOxygen

أ – مقـــــدمـــه

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

(١) نسبة التلوث للمياه .

(٢) التحكم فى أداء عمليات تنقية مياه الصرف الصحى .

(٣) تحديد قيمة الأكسجين الحيوى المطلوب للمياه الملوثه .

نســـــبة التلـــــوث

تزداد درجة ذوبان الغازات القابلة للذوبان فى المياه بانخفاض درجة الحرارة (على عكس درجة ذوبان المواد الصلبة) كما تزداد درجة ذوبان الأكسجين فى المياه بانخفاض نسبة الأملاح الذائبة فى المياه . ويزداد درجة ذوبان الأكسجين فى المياه بزيادة الضغط الحيوى – والجدول التالى (جدول رقم ٤ – ١) يوضح مقارنة بين تركيز الأكسجين الذائب فى المياه العذبة وفى المياه المالحة فى درجات الحرارة المختلفة وتحت ضغط جوى يعادل ٧٦٠ مم زئبق بافتراض عدم وجود أى تلوث عضوى أو غير عضوى يحتاج للأكسجين الذائب مثل أملاح الحديد وكبرتيد الأيدروجين ..... الخ.

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 فى أنواع المياه المختلفة عند درجات الحرارة المختلفة ، فمثلا إذا أخذت عينة من مجرى مائى 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 الذاب ، 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 آلي تلوث المياه وتزداد درجة تلوث

المياه كلما زاد الفرق بين درجة تركيز الأكسجين فى العينة والنسبة الواردة فى الجدول

(١٠٠ %) عند تركيز كلوريدات ودرجات الحرارة المختلفة .

التحكم فى عمليات تنقية مياه الصرف الصحى

المياه الخام الواردة الى محطات التنقية لا تحتوى على عادة على اى أكسجين ذائب . يرجع ذلك الى استهلاك الأكسجين الذائب الموجود أصلا فى مياه الشرب نتيجة لاحتواء المياه المختلفة من المنازل على نسبة عالية من المواد العضوية . وتعتمد المعالجه البيولوجيه التى تلى المعالجه الابتدائيه سواء كانت مرشحات زلطيه أو حمأه منشطه فى معالجه المواد العضويه بواسطه لبكتيريا الهوائيه على إمداد المياه بالأكسجين الذائب حتى تقوم البكتريا الهواية بأنشطتها . فجزء من المادة العضوية يستخدم فى كغذاء للبكتيريا وكمصدر للمواد الكربونيه التى تحتاجها البكتيريا و الجزء الأخر من الماده العضويه يتأكسد بواسطه البكتيريا الهوائيه فى وجود الأكسجين الذائب الذى يتم توفيره عن طريق معدات التهويه فى أحواض التهويه وينتج عن ذلك الطاقه اللازمه لنمو وتكاثر ونشاط البكتيريا و تتحول المواد العضويه الى مواد غير عضويه (مواد ثابته) لا ينجم عنها تلوث.

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

قياس الأكسجين الذائب فى مرحلة المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى سواء كانت مرشحات زلطيه أوحمأه منشطه مهم جدا لضمان نمو ونشاط البكتيريا الهوائيه فى معالجه المواد العضويه و المواد النيتروجينيه كما يساعد على رفع كفاءة محطات معالجة الصرف الصحى .

طريقه قياس الاكسجين الذائب

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

- الأكسجين الذائب يؤكسد كميات متكافئة من أيدروكسيد المنجنيز المترسب إلى أيدروكسيد عالى التكافؤ فى وسط حامضى ومع وجود أيون اليود يتحول المنجنيز ثنائى التكافؤ واليود المتولد يكافئ الأكسجين المذاب يعادل اليود بواسطة الصوديوم ثيوسلفات إلى اللون الصافى عند إضافة النشا ككاشف

- يجب قياس الأكسجين الذائب فور جمع العينه لأن تركيزه فى العينه يتأثر بعده عوامل من أهمها درجه الحراره وتركيز المواد العضويه والغير عضويه وعدد الكائنات الحيه الدقيقه

ب - الأجهزة و المعدات

١ - سحاحه مدرجة سعه ٥٠ مللى كل مللى مقسم الى عشرة أجزاء ١, مللى

٢- زجاجة BOD بغطاء زجاج مصنفر سعة ٣٠٠ مللى

٣- دورق ارلنماير (مخروطي) سعه ٢٥٠ مللى

٤- ماصه ١٠ مللى و ثلاثه ماصات ١ مللى

٥- مخبار مدرج سعة ١٠٠ مللى

٦- قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر

٧- زجاجات لحفظ المحاليل الكيميائية

ج - المحاليـــــل الكيميائية

١- محلول كبريتات المنجنيز

يتم تحضيره بإذابة ٤٨٠ جرام كبريتات المنجنيز ($Mn\ SO_4 . 4H0_2$) أو ٤٠٠ جرام من كبريتات المنجنيز ($Mn\ SO_4 . 2H_2O$) أو ٣٦٤ جرام ($Mn\ SO_4 . H_2O$) H_2O فى حوالي ٨٠٠ مللى مياه مقطرة خالية من

الأيونات ثم يتم ترشيح هذا المحلول و يوضع فى 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 ايوديد البوتاسيوم

٢- محلول– الأزيد -الايوديد القلوى Alkali - Iodide - Azide Reagent(أ) للعينات المشبعة أو الأقل تشبع

- أذب ٥٠٠ جرام من أيدر وكسيد الصوديوم NaOHأو ٧٠٠ جرام من أيدر وكسيد البوتاسيوم (KOH) و ١٣٥ جرام من ايوديد الصوديوم (NaI) أو ١٥٠ جرام من ايوديد البوتاسيوم (KI) فى مياه مقطرة خالية من الأيونات DI وخفف إلى ١ لتر ثم أضف ١٠ جرام من الصوديوم أزيد (NaN_3)المذاب فى ٤٠ مللى 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 فى ٥٠٠ مللى مياه مقطره خالى من أيونات الأملاح 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 فى زجاجة بنى بعيدا عن الضوء

٣- النشـــــــا

أذب ٢ جرام من النشا المعملى قابل للذوبان و ٠,٢ جم حمض السلسيليك Saliciylic acid) كمادة حافظة فى ١٠٠ سم٣ مياه مقطرة ساخنة

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

أذب ٦,٢٠٥ جرام من ثيوسلفيت الصوديوم فى مياه مقطرة خالية من الأيونات 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 002($0.KH(IO_3)_2N$)

يذاب ٨١٢,٠٤ مجم باى- ايودات البوتاسيوم فى ماء خالى من الأيونات وخفف إلى واحد لتر بمياه مقطرة خالية من الأيونات

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

يذاب ٢ جرام ايوديد البوتاسيوم (KI) فى ١٠٠ - ١٥٠ مللى مياه مقطرة فى قارورة زجاجية عيارية سعة ٢٠٠ مللى . أضف ١ مللى من ($6N\ H_2SO_4$) أو بعض النقط من حمض الكبريتيك المركز ثم أضف ٢٠ مللى من المحلول العيارى بأي-ايودات البوتاسيوم . (ب) خفف إلى ٢٠٠ مللى بالمياه المقطرة الخالية من الأيونات وعاير بواسطة ثيوسلفات الصوديوم باستخدام النشا ككاشف إلى اللون الأصفر الفاتح (لون القش) ثم أضف نقطتين من النشا ليعطى لون أزرق ثم استمر فى المعايره حتى يصبح لون المحلول عديم اللون وهى نقطة التعادل (End point)عندما يكون كلا من ثيوسلفات الصوديوم وبى – أيودات البوتاسيوم متساويين فى التركيز فيكون المطلوب هو ٢٠ مللى من (0.025N) الثيوسلفيت الصوديوم وفى حالة عدم التساوى . اضبط ثيوسلفات الصوديوم عند 0.025N

د - خطوات الاختبار

١- املأ زجاجة الـــ B O D سعة ٣٠٠ ملليلتر (٣٠٠ مللى) بالعينة المراد تعيين تركيز الأكسجين الذائب بها وذلك بطريقة أنبوبة من المطاط يسحب منها العينة ببطء وتوضع نهايتها الأخرى اسفل قاع زجاجة الـــ 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 ١مللى من محلول كبريتات المنجنيز على أن يكون طرف الماصة اسفل سطح المياه بزجاجة الـ B O D ثم أضف ١مللى من محلول الأزيد- الايوديد- القلوى

٣- ضع الغطاء على الزجاجة بعناية بحيث لا تسمح بدخول هواء إلى الزجاجة ثم قلب جيدا الزجاجة بقلبها وعدلها عدة مرات ببطء و اتركها حتى يترسب الراسب. اذا تكون راسب أبيض فهذا يدل على عدم وجود أكسجين ذائب فى العينه و لا تستكمل الاختبار . أما اذا تكون راسب أصفر فهذا يدل على وجود أكسجين ذائب فى العينه

١- ارفع الغطاء ثم أضف ١ مللى من حامض الكبريتيك المركز بحيث ينساب ببطء على عنق الزجاجة ثم ارفع الماصة وضع الغطاء واستخدم نفس الطريقة السابقة فى تقليب الزجاجة وعدلها إلى أن يختفي تماما كل الرواسب والندب التى 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

$$\text{أي } ٢٠٠ \times \frac{٣٠٠}{٣٠٠ - ٢}$$

$$= ٢٠٠ \times \frac{٣٠٠ - ٢٠١ \text{ مللى}}{٢٩٨}$$

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 مللى من محلول النشا واكمل المعايرة حتى يبدأ اللون الأزرق فى الاختفاء .

هـ - طريقة الحساب

لكل ٢٠٠ مللى من العينة الأصلية المأخوذة ١ مللى 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 يلوم ٨ مللى من هذا المحلول للوصول آلي نقطة النهاية End Point لاختفاء اللون الأزرق .

إذن تركيز الأكسجين الذائب بالمياه = ٨ مجم / اللتر

لاحـــظ أن :-

يجب العناية الفائقة فى العينات التى ينقص فيها الأكسجين الذائب عن درجة التشبع لسرعة امتصاص هذه العينات الأكسجين الجوى .

التفاعلات وأساس استخدام طريقة الحساب السابق ذكرها : -

تعتمد الطريقة على السابقة والتي تعرف باسم طريقة winkler method المعدلة بطريقة الأزيد بأنه بعد إضافة كبريتات المنجنيز والمحلول القلوى للايوديد يتكون أيدروكسيد المنجنيز الثنائى 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 الرباعى

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

(وعند إضافة حامض الكبريتيك يتحول هيدروكسيد المنجنيز رباعى التكافؤ الى كبريتات المنجنيز رباعى التكافؤ .

$$MnO(OH)_2 + 2\,H_2\,SO_4 \longrightarrow Mn(SO_4)_2 + 3\,H_20$$

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

$$Mn(SO_4)_2 + 2\,Na\,I \longrightarrow Mn\,SO_4 + Na_2\,SO_4 + I_2$$

وبعد ذلك عند المعايره مع ثيوسلفات الصوديوم

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

وعلى ذلك ونظرا لان كل جزئ ثيوسلفات يحتوى على ٥ جزيئات مياه فانه طبقا للمعادلات الوارده عاليه 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 بالملليجرام / اللتر

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

(إذا كان كل ١مللى = ١ ملليجرام أكسجين)

(أو حجم كل المحلول القياسى المستخدم × ٥ (نظرا لانه تم استخدام ٢٠٠ مللى العينة)

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

ملحوظة : يستخدم محلول الأزيد لمنع تفاعل النتريت مع يوديد البوتاسيوم وخروج اليود ويزداد النتريت كلما تعرضت الزجاجة للهواء الحيوى مما يؤدى الى خروج مزيد من اليود مما قد يؤدى آلي خطأ فى حساب الأكسجين الذائب وفى وجود الأزيد $Na\ N_3$ يتم اختزال النتريت الى أكسيد النيتروز ويزول تأثير النتريت

و- التداخلاتيؤثر على قيمة تركيز الأكسجين الذائب بالطريقة السابق ذكرها تواجد بعض المواد مثل أملاح الحديد وبعض المواد العضوية سريعه التأكسد الكربون والكلور الحر والكروم

والسيانيد مما قد يستدعى استخدام الطريقة التالية لتعيين تركيز الأكسجين الذائب بواسطة الجهاز الكهربائي .

٨. قياس الاكسجين الحيوى الممتص

(BOD)Biochemical Oxygen Demand

أ - مقدمـــــة

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

تعتمد تجربه الأكسجين الحيوى الممتص على أن عينه مياه الصرف الصحى تحتوى على بكتيريا ومواد عضويه و أكسجين ذائب فتستهلك البكتيرياالهوائيه الأكسجين الذائب فى أكسده و تحلل المواد العضويه و تعتمد كميه الأكسجين الذائب المستهلك عاى نشاط البكتيريا و تركيز المواد العضويه فى العينه فكلما زاد تركيز المواد العضويه فى العينه زاد معدل استهلاك الأكسجين الذائب و العكس صحيح .

فى هذه الاختبار يتم استخدام زجاجتين BOD سعه ٣٠٠ مللى ويتم وضع حجم معلوم من العينه يتناسب مع تركيز الأكسجين الحيوى الممتص فى العينه ثم يتم ضبط الرقم الأيدروجينى للعينه مابين ٦,٥ الى ٧,٥ ثم يتم اضافه مياه تخفيف للزجاجتين . ثم يتم قياس الأكسجين الذائب فى أحد الزجاجتين ثم يتم وضع الزجاجه الثانيه فى الحضانه عند ٢٠ درجه مئويه لمده ٥ أيام ثم يتم قياس الأكسجين الذائب فى العينه . و عن طريق معدل استهلاك الأكسجين الذائب يتم تقدير تركيز المواد العضويه فى العينه .

سميت هذه الاختبار باسم الأكسجين الحيوى الممتص لأن البكتيريا وهى كائن حى هى أساس التحلل و الأكسد للمواد العضويه .

و تستخدم هذه الاختبار فى تقدير المواد العضوية الكربونية فى المياه الخام لمعرفة تركيز المياه الخام وفى المياه الداخله لأحواض التهويه وفى السيب النهائى كفاءه محطة المعالجة فى نسبة إزالة و معالجة المواد العضوية كما أنه يستخدم فى حساب F/M Ratio.

هذا الاختبار يقدر كمية الغذاء الموجود فى العينة (المواد العضوية التى تستهلك الأكسجين) ونتائج هذا الاختبار تعطى معدل أكسدة المواد العضوية وتعطى تقدير

غير مباشر عن وجود الأحياء الدقيقة أو تركيز مياه الصرف الصحى . والنتائج التى تحصل عليها من هذا الاختبار يجب آن تؤخذ فى الاعتبار العوامل البيئية لدرجة الحرارة وعدد الجراثيم وحركة المياه وضوء الشمس عند مقارنه نتائج الاختبار فى المياه المستقبلة لمياه المجارى .

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

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

الترسيب الابتدائي يزيل من ٠2 – ٤٠% من الأكسجين الحيوى المطلوب – والكفاءة الكلية للمعالجة البيولوجية تكون فى حدود 80 -70% للمعالجه بالمرشحات الزلطيه و من ٩٠ - ٩٥ % للمعالجه بالحمأه المنشطة . إذا كانت اقل من ذلك يدل على آن المحطة لا تعمل بكفاءة ويجب تحديد تالأسباب واتخاذ الاجراءات المطلوبه لرفع كفاءه محطه المعالجه.

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 من٣٠ - ٨٠%

ب- الاجهزه و المعدات

١ - زجاجات BOD بغطاء مصنفر سعة ٣٠٠ مللى

٢ - حضانة كهربائيه درجه حرارتها ٢٠ درجه مئويه

٣ - مصاصات مدرجة ١ مللى و ١٠ مللى

٤ - سحاحة وحامل

٥ - دورق مخروطى سعة ٢٥٠ مللى

٦ - قارورة زجاجية عيارية سعة ١ لتر

جـ - المحاليـــل الكيميائية

١ - تستخدم فى قياس الأكسجين الحيوى الممتص (BOD) المحاليل المستخدمة فى تجربة الأكسجين الذائب وهى محلول كبريتات المنجنيز ومحلول الأزيد الأيوديد القلوى وحامض الكبريتيك وثيوسلفات الصوديوم ومحلول النشا

٢ - الماء المقطر المستخدم فى تحضير المحاليل والتخفيفات يجب أن يكون منا 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 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 فى ٥٠٠ مللى مياه مقطره ثم خفف إلى واحد لتر بالمياه المقطره . - الرقم الايدروجينى لهذا المحلول يجب أن يكون ٧,٢ ويجب التأكد منها بواسطة جهاز قياس الرقم الايدروجينى

٤ - محلول كبريتات الماغنسيوم

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

٥ - محلول كلوريد الكالسيوم

أذب ٢٧,٥ جم كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) فى ماء مقطر واكمل حتى ١ لتر

٦ - محلول كلوريد الحديديك

أذب ٠,٢٥ كلوريد حديديك ($FeCL_2 . 6H_2O$) فى ماء مقطر واكمل حتى ١ لتر

٧ – تحضير مياه التخفيف Dilution Waterأضف ١ مللى من كل من المحاليل الأتية محلول الفوسفات المنظم كلوريد الكالسيوم وكلوريد الحديديك وكبريتات المغنسيوم لكل لتر من الماء المقطر ثم امرر الهواء فى ماء التخفيف حتى يتشبع بالأكسجين تركيز الاكسجين الذائب فى هذا المحلول يفضل أن يكون

حوالى ٨ مجم/لتر عند درجة حرارة الغرفة ويمكن الحصول عليه برج محلول مياه التجفيف جيدا عده دقائق أوالتقليب بالهواء أو القلاب المغناطيسى . كما يجب ألا يزيد أو يقل تركيز الاكسجين الذائب فى هذا المحلول بعد ٥ أيام فى الحضانة عند ٢٠ درجة مئوية عن ٠,٢ مجم / لتر

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

٨ - ماده لمنع نشاط البكتيريا الخاصه بأكسده المواد النيتروجينيه

Nitricication inhibitor

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

بمعدل ١٠ مجم لكل ١ لتر مياه تخفيف اذا كان مطلوب منع نشاط البكتيريا المؤكسه للمواد النيتروجينيه

٩ - محلول صوديوم سلفيت

أذب ١,٥٧٥ جرام من الصوديوم سلفيت فى ١ لتر مياه مقطرة

هذا المحلول غير ثابت ويجب تحضيره أولا بأول و يستخدم فى إزالة الكلور المتبقى من العينة كما يمكن استخدام الصوديوم ثيوسلفات 10% لنفس الغرض

طريقة قياس الأكسجين الحيوى الممتص للعينات الغير مكلوره

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

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

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

٤- حضر مجموعة أو اكثر من العينة لتغطى المدى المقدر لكمية الأكسجين الحيوى المطلوب ومن هذا التقدير احسب حجم عينة المخلفات الخام التى تضاف آلي مياه التخفيف

وبصفه عامه فان بالنسبة للمياه الخام فانه يتم أضافه ٣ مللى لكل زجاجه BOD سعه ٣٠٠ مللى وبالنسبة للمياه الخارجة من حواض الترسيب الابتدائي فانه يضاف ١٠ مللى

لكل زجاجه BOD سعه ٣٠٠ مللى وبالنسبة المياه المعالجة فى السبب النهائى قبل التطهير بالكلور فانه يضاف من (٣٠- ٤٥ مللى) لكل زجاجه BOD سعه ٣٠٠ مللى

أو حسب الجدول الاتى:-

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 بملئ زجاجتان BOD ٣٠٠ مللى 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 (١ - ٣ مللى للمياه الخام و ٣٠-٤٠ مللى فى المياه المعالجة فى السيب النهائى قبل إضافة الكلور) أو حسب الجدول رقم (٤ - ٣) ثم اكمل الزجاجتان بمياه التخفيف واحكم الغطاء بدون حبس فقاعات هواء وتأكد من وجود ماء فوق الغطاء .

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

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

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

٩ - يتم حساب تركيز الاكسجين الحيوى الممتص (BOD) من المعادله الاتيه :-

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

حيث أن :-

أ = تركيز الاكسجين الذائب فى العينه أول يوم

ب = تركيز الاكسجين الذائب فى العينه بعد ٥ أيام

٣٠٠= حجم زجاجه BOD

ملحوظة هامه :-

- الزجاجتان (١) ، (٢) استخدمتا (كبلانك) للتأكد من نوعية مياه التخفيف بحيث يكون تركيز الاكسجين الذائب لا يقل و لا يزيد عن ٠,٢ مجم / لتر بعد مرور ٥ أيام عند التحضين عند ٢٠ درجه مئويه. أماإذا زاد أو قل عن من ٠,٢ مجم / لتر فانه يكون بسبب تلوث مياه التخفيف أو ان الزجاجات غير نظيفة و يجب إعادة الاختبار و استخدام زجاجات نظيفة .

- يجب ألا يقل تركيز الأكسجين الذائب فى العينه 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 مللى من العينه)

ب- <u>احتياطات</u> : -

١- يجب آن تكون درجة حرارة الحضانه ٢٠م – لأن درجات الحرارة الأخرى سوف تغير من معدل نشاط البكتيريا و معدل استهلاك الأكسجين .

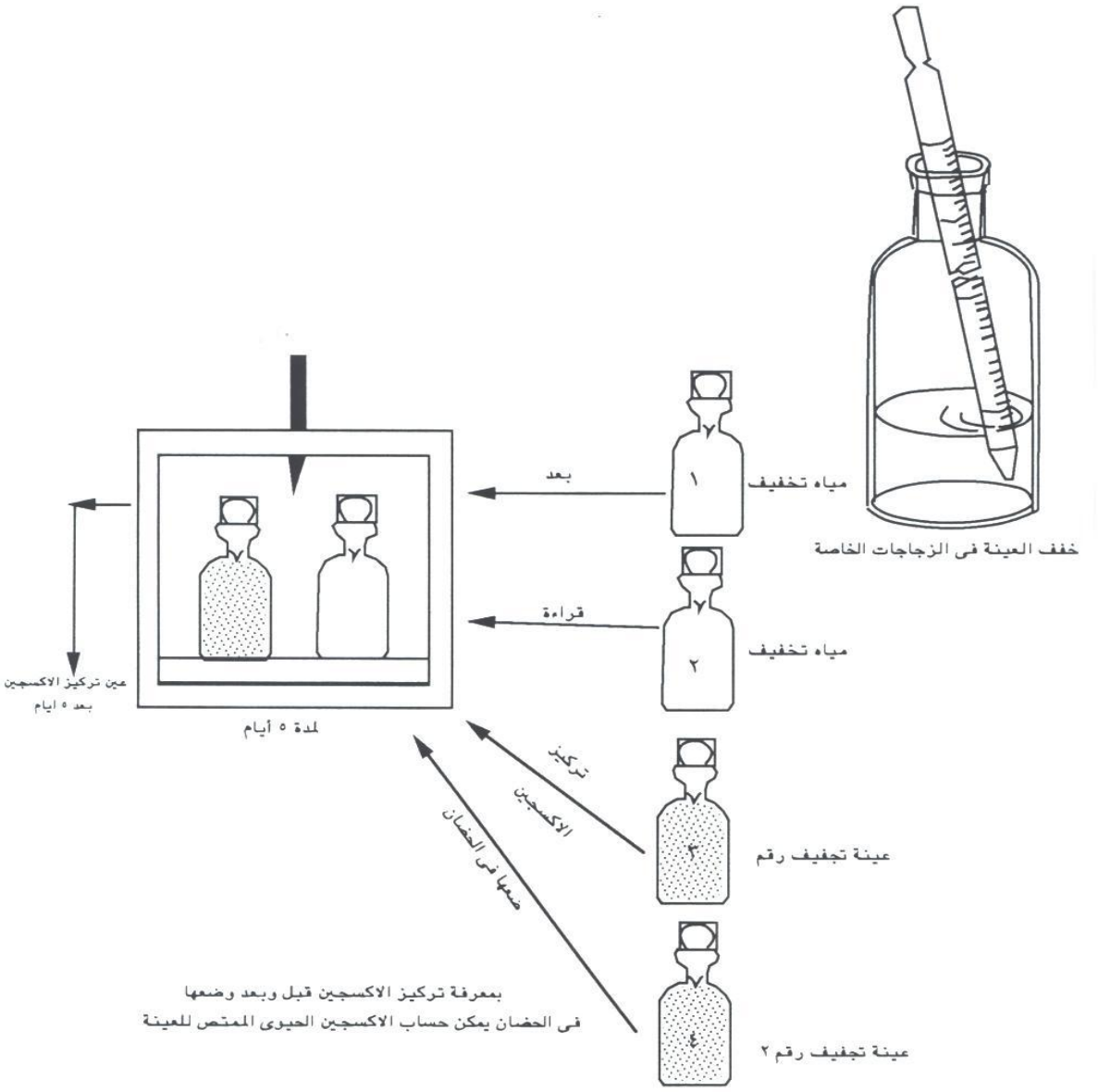
٢ - يجب آن تكون مياه التخفيف طبقا للطرق القياسية لكى يكون مناسبا للبكتريا . هذه المياه يجب آن تكون خالية من النحاس حيث انه موجودا إذا استخدام جهاز تقطير المياه من الزجاج .

٣ - يجب آن تكون المخلفات السائله خالية من المواد السامة من سداسى الكروم .

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

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

٦ - حيث آن هذا الاختبار يحتوى على أحياء دقيقة فيجب ان تكون درجة الحرارة مضبوطة و يبين الشكل رقم (٤-٢) خطوات قياس الاكسجين الحيوى الممتص للعينات التى لا تحتوى على كلور .



جـ - مثـــــال :-

نفرض أن :-

حجم زجاجـــــة BOD = ٣٠٠ مللى

حجـــــم العينـــــة = ١٥ مللى .

الأكسجين الذائب فى 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 فى هذا الاختبار ما بين ٣٠ – ٨٠ % .

$$\text{الأكسجين الحيوى BOD} = \frac{\text{أ - ب} \times ٣٠٠}{\text{حجم العينه}}$$

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

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

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

٩. قياس الأكسجين الحيوى الممتص للعينات المكلورة

أ – مقدمـــــه

تستخدم هذه الطريقه في حاله جمع العينه من السيب النهائى بعد عمليه اضافة الكلور ففى هذه الحالة يكون عدد الكائنات البكتيريه في العينه ضعيف جدا و غير كافى لتحليل جميع المواد العضويه الموجودة في العينه و اذا تم قياس الاكسجين الحيوى الممتص بالطريقة السابقه فانه يكون تركيز BOD في العينه أقل بكثير من التركيز الحقيقي في العينه و في هذه الحالة يجب إتباع الخطوات التالية لقياس BOD في العينات التى تم جمعها بعد الكلور .

١ - إزالة الكلور المتبقي من العينات

عند جمع عينات مياه صرف صحى تحتوى على كلور متبقى بعد معالجتها بالكلور فى السيب النهائى 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 أثاثر للكلور يتم تحضير هذا المحلول بإذابة ١,٥٧٥ جم من كبريتيت الصوديوم ($Na_2 So_3$) فى 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 كانت العينة تحتوى على كمية قليلة جدا من الكائنات الحية الدقيقة مثل العينات المكلورة أو ذات pH العالى أو المنخفضة أو مخلفات صناعية فانه يجب إضافة بعض الكائنات الحية الدقيقة للعينة

ب - خطوات الاختبار

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

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

٣- حضر زجاجتين BOD وأضف لهما حجم مناسب من العينه من (٣٠ – ٤٥ مللى)

٤- أضف لكل من الزجاجتين اللتين تحتويان على العينه ١ مللى من الخميره التى تم تحضيرها الخطوه الأولى و اكمل الزجاجتين بمياه التخفيف ليصبح اجمالى الحجم ٣٠٠ مللى

٥- جهز زجاجتين BOD وأضف لكل زجاجه حجم الخميره التى تم إضافته للعينة فى الخطوه السابقة ثم اكمل الزجاجتين آلي ٣٠٠ مللى بمياه التخفيف (حجم الخميره يمكن آن يكون من (١ -٣ مللى)

٦- يتم قياس تركيز الأكسجين الذاب فى زجاجه لكل من مياه التخفيف والخميرة والعينه التى تم اضافه لها الخميره (الأكسجين الذائب فى اليوم الأول (D1)

٧- يتم وضع زجاجه BOD الثانية لكل من مياه التخفيف والخميره والعينه التى تم اضافه الخميره إليها فى حضانة BOD عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية لمده ٥ أيام

٨- بعد انتهاء الخمسة أيام يتم قياس الأكسجين الذائب فى زجاجه مياه التخفيف وزجاجه الخميره وزجاجه العينه التى تم اضافه الخميره إليها (الاكسجين الذائب بعد ٥ أيام (D2)

٩- احسب تركيز الأكسجين الحيوى الممتص بعد ٥ أيام للعينة التى تم اضافه الخميره إليها

١٠- طريقة الحساب تكون كما يلى :-

أ- يتم أولا حساب الأكسجين الحيوى الممتص بعد ٥ أيام للخميرة من المعادلة الاتيه :-

$$\text{تركيز الأكسجين الحيوى الممتص للخميره ٥ أيام} = \frac{\text{أ - ب} \times ٣٠٠}{\text{حجم العينه}}$$

حيث أن :-

أ = تركيز الأكسجين الذائب للخميره فى اليوم الأول

ب = تركيز الأكسجين الذائب للخميره بعد ٥ أيام

٣٠٠ = حجم زجاجة BOD

أ- يتم حساب تركيز الأكسجين الحيوى الممتص للعينة التى تم اضافه الخميره إليها كما يلى :-

$$\text{BOD للعينة والخميرة} = \text{أ} - \text{ب} - \left[\frac{\text{حجم الخميره (مللى)} \times \text{BOD للخميره}}{٣٠٠}\right] \times \left[\frac{٣٠٠}{\text{حجم العينة}}\right]$$

حيث أن:-

أ = تركيز الأكسجين الذائب فى العينة التى تم اضافه الخميره إليها فى اليوم الأول

ب = تركيز الأكسجين الذائب فى العينة التى تم إضافة الخميرة إليها بعد ٥ أيام

٣٠٠= حجم زجاجه BOD

مثـــــال :-

تركيز الأكسجين الذائب للخميره فى اليوم الأول = ٦,٠ مجم / لتر

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

حجم الخميره = ١ مللى

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

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

تركيز الأكسجين الذائب لعينه التى تم إضافة الخميرة إليها فى اليوم الأول = ٨,٧ مجم/ لتر

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

حجم الخميره = ١مللى

حجم العينة التى تم إضافة إليها الخميره = ٦ مللى

تركيز BOD للعينة التى تم إضافة إليها الخميره مجم / لتر

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

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

$$= ٨,٧ - ٢,٤ - ٠,٤ \quad (٥٠)$$

$$= ٥,٩ \times ٥٠$$

= ٢٩٥ مجم / لتر

جـ - احتياطات :-

(١) يجب عمل تخفيفين لكل عينه – استخدام التخفيف الذي يعطى استهلاكا للأكسجين اكثر من ٢ مجم / لتر

(٢) يجب خلط العينة جيدا مع استخدام ماصة واسعة لعمل التخفيفات حتى لا تنسد من المواد الصلبة العالقة

(٣) مياه المخلفات التى حدث لها تحول آلي نترات يمكن أن تعطى نتائج اكبر لقيم BOD هذه الزيادة فى الأكسجين المطلوب تنتج عن أكسده الامونيا إلى نترات .

١٠. الأكسجين الكيميائى المستهلك(COD)

Chemical Oxygen Demand

أ- مقـــــدمـــه

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

وسمى الأكسجين الكيميائى المستهلك بهذا الاسم لأن أكسده المواد العضويه فى العينه تعتمد على الأكسده بواسطه مواد كيميائيه مؤكسده .

الأكسجين الكيماوى المستهلك يساعد على معرفة تركيز مياه الصرف الصحى الخام و تقيم مراحل عمليات المعالجة فى مدة لا تتجاوز ثلاث ساعات و فى مياه الصرف الصحى التى لا تحتوى على مخلفات سائلة صناعية يوجد علاقة بين الاكسجين الحيوى الممتص

و الاكسجين الكيميائى عادة تكون نسبة COD من ٢- ١,٥ من BOD . أما فى بعض المخلفات السائلة الصناعية فتزداد النسبة بزيادة المواد العضوية الغير قابلة للتحلل و هذه الاختبار له أهمية كبرى لمعرفة مدى قابلية المخلفات السائلة الصناعية للتحلل البيولوجى . فإذا كانت نسبة COD إلى نسبة BOD أكثر من النسبة المعروفة لمياه الصرف الصحى فيدل ذلك على أن المخلفات السائلة الصناعية غير قابلة للتحلل البيولوجى بالدرجة المطلوبة . فى بعض المخلفات الصناعية تزيد هذه النسبة عن ٨ مما يؤكد عدم تحلل المواد العضوية بالعينة بالتحلل البيولوجى . ففى مياه الصرف الصحى المنزلى الخالصة تمثل قيمة الاكسجين الكيميائى المستهلك قيمة كل المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجى على الرغم من أن معظم أنواع المواد العضوية تتأكسد بالتسخين عند ١٥٠ درجة مئوية فى وجود دائكرومات البوتاسيوم و حمض الكبريتيك (حيث يتم فى هذه الاختبار تسخين كمية معلومة من دايكرومات البوتاسيوم و حمض الكبريتيك عند ١٥٠ درجة مئوية لمدة ساعتين و معايرة ما تبقى من الديكرومات 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 و كبريتات الفضة لا تساعد على تكسير و أكسدة المواد العضوية العطرية Aromatic hydrocarbons .

- **تعتمد طريقة قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك على أكسدة المواد العضوية فى المخلفات السائله باستخدام دايكرومات البوتاسيوم فى 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 فى العينة و يتبقى كمية منها يتم معايرتها بواسطة كبريتات الحديدوز النشادرية باستخدام كاشف .

الفريون . و إذا اخضرت العينة بعد التسخين فهذا معناه أن تركيز العينة كبير و يجب تقليل حجم العينة أو تخفيف العينة .

- **تتداخل الكلوريدات فى العينة فإنها سوف تتأكسد كما لو كانت مواد عضوية و يؤدى ذلك لزيادة تركيز الاكسجين الكيميائى فى العينة أكثر من التركيز الحقيقى خاصة فى المياه التى يزيد تركيز الأملاح الذائبة الكلية عن٢٠٠٠ مجم / لتر .**
- **يتم إزالة تداخل الكلوريدات فى العينة بواسطة كبريتات الزئبق ففى العينة التى يقل تركيز الكلوريدات فيها أقل من ٢٠٠٠ مجم/ لتر تضاف كبريتات الزئبق بنسبة (١٠ : ١) أى أنة إذا كان تركيز الكلوريدات فى العينة ١٠٠٠ مجم / لتر فيجب إضافة ١٠ جرام من كبريتات الزئبق للعينة أما إذا زاد تركيز الكلوريدات فى العينة أكثر من ٢٠٠٠ مجم / لتر فيجب عدم إجراء هذه الاختبار**

١٠-١ قياس الاكسجين الكيميائى المستهلك بالمعايرة

Open Reflux Method

أ- الاجهزه والمعدات

١ - ٢ مخبار مدرج ٥٠ مللى

٢ - سحاحه ٥٠ مللى

٣ - قارورة زجاجية دائرية سعة ٢٥٠ أو ٥٠٠ مللى بعنق مقاس ٢٤ / ٤٠

٤ - مكثف زجاجى بعنق مقاس ٢٤ / ٤٠

٥ - سخان كهربائى (مانتيل) ١٥٠ درجة مئوية

٦ - قارورة زجاجية عيارية

٧ - ماصة زجاجية مدرجة

٨ - كرات زجاجية

ب- المحاليل و الكيماويات

١ - دايكرومات البوتاسيوم ٠,٢٥ ع

أذب ١٢,٢٥٩ جم من دايكرومات البوتاسيوم المجففة عند درجة ١٠٥ م ($K_2Cr_2O_7$) فى مياه مقطرة فى قارورة زجاجية عيارية سعة واحد لتر واكمل آلي ١ لتر بالمياه المقطرة الخالية من الأيونات

٢ - حمض كبريتيك + كبريتات الفضه

أضف٢٢ جم من كبريتات الفضة الى زجاجة سعة ٤ كيلوجرام من حمض كبريتيك المركز علما بأن ١ كجم =(٠,٥٤٣,٥ مللى) ثم اترك المحلول من يوم الى يومين لاذابة كبريتات الفضة

٣ - كبريتات الحديدوز النشادريه ٠,٢٥ ع (FAS)

أذب ٩٨ جم من كبريتات الحديدوز النشادرية . $FeSO_4 (NH_4)_2 (SO_4)_2 6H_2O$ فى ماء مقطر ثم أضف ٢٠ مللى حامض كبريتيك مركز. واكمل إلى لتر مع التبريد . هذا المحلول غير ثابت ويجب معايرته يوميا

٤ - كشاف الفريون

أذب ١,٤٨٥ من ١,١٠ فينا نثرولين مونوهيدرات (10 phenanthroline. 1) مع٠,٦٩٥ جم من بلورات كبريتات الحديدوز ($FeSO_4 . 7H_2O$) فى مياه مقطره وأكمل الى ١٠٠ مللى

٥ - حمض كبريتيك مركز ٣٦ع

٦ - بللورات كبريتات الزئبق $Hg SO_4$

جـ - خطوات قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك

١ - ضع ٢٠ مللى من العينة فى قارورة زجاجية ذات قاعدة دائرية سعة ٥٠٠ مللى ذو وصلة زجاجية وضع فى القارورة بعض الكرات الزجاجية الصغيرة لمنع حدوث فوران أثناء التسخين

٢ - ضع ١ جم كبريتات زئبق فى الكأس المحتوى على العينة

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

٤ - ضع ٢٥ مللى من محلول دايكرومات البوتاسيوم (٠,٢٥ ع) فى القارورة الزجاجية وقلبه جيدا

٥ - أوصل الكأس بالمكثف وابدأ سريان ماء التبريد

٦ - أضف باحتراس ٣٠ مللى محلول حامض كبريتيك وكبريتات الفضة إلى الكأس تأكد من خلط المحتويات جيدا قبل التسخين . ابدأ التسخين

٧ - استمر فى التسخين لمدة ساعتين (إذا تحول لون المحلول الى الأخضر تكون العينة تركيزها كبير خفف العينة بماء مقطر واعد الخطوات السابقة)

٨ - أثناء تسخين العينة عاير محلول كبريتات أمونيوم الحديدوز

أ - ضع ١٠ مللى من محلول دايكرومات البوتاسيوم فى كأس مخروطى ٢٥٠ مللى ثم أضف ٩٠ مللى مياه مقطرة خالية من الأيونات

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

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

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

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

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

١١ - حدد حجم FAS المستخدم فى المعايرة

١٢ - كرر نفس الخطوات السابقة مع استخدام مياه مقطره بنفس حجم العينه (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:-

ا = 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 . إذا وجد حبيبات كبيره يجب وضع العينة فى خلاط لكى تتجانس العينة .

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

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 لأن الحامض إذا يخلط جيدا فى المحلول فانه يمكن ان يتطاير أثناء التسخين ويفسد الاختبار .

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

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

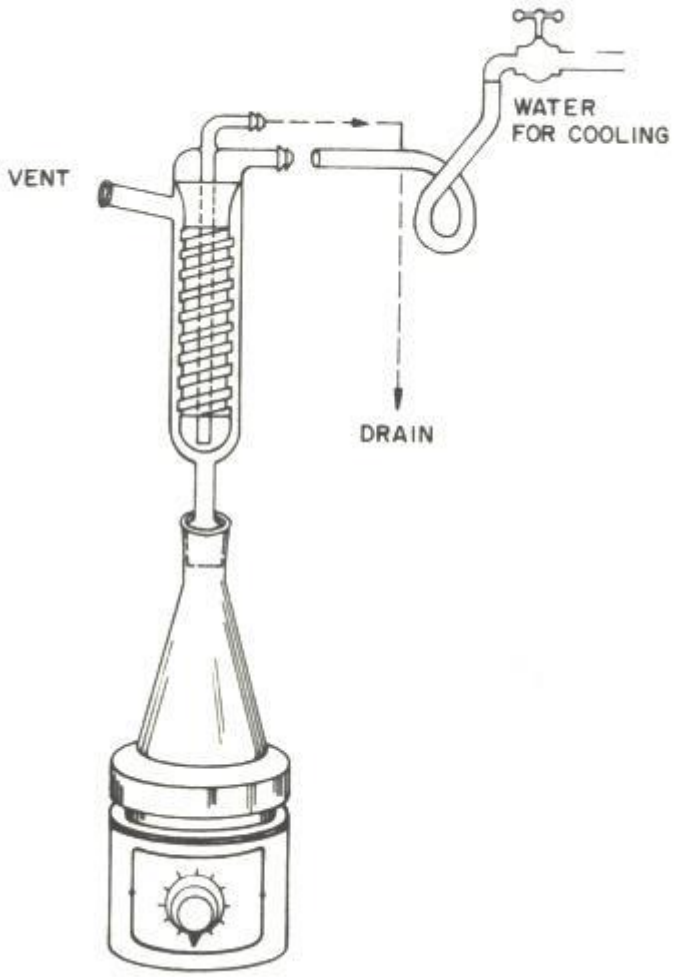
٩ - إذا كان الأكسجين الكيماوى اقل من ٥٠ مجم / لتر ، اتبع الطريقة أعلاه واستخدم دايكرومات البوتاسيوم ٠,٢٥ ع وعاير ثانية بواسطة ٠,١ ع كبريتات أمونيوم الحديدوز

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 مللى .

أ- = مللى كبريتات أمونيوم الحديدوز للمياه المقطره = ١٠ مللى (بلانك)

ب- = مللى كبريتات أمونيوم الحديدوز للعينة = ٣ مللى

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

$$= \frac{(١٠ - ٣) \times ٠,٢٢٧ \times ٨٠٠٠}{٢٠} = ٦٢٥ \text{ مجم / لتر}$$

١٠-٢ قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك بطريقه التحليل الطيفى

تعتمد هذه الطريقه على تحضير المحاليل الخاصه بهضم الأكسجين الكيميائى المستهلك فى المعمل ثم يتم وضع حجم معلوم من العينه فى زجاجه بغطاء ثم يتم اضافه أحجام معلومه من محاليل الهضم الخاصه بتلك الاختبار ثم غلق الزجاجه بالغطاء والتسخين عند ١٥٠ درجه مئويه فى فرن تجفيف أو بلوك حرارى لمده ساعتين ثم تبرد الزجاجه ثم يتم قياس تركيز الأكسجين الكيميائى المستهلك بمحم / لتر بجهاز اسبكتروفوتوميتر عند طول موجى600 nm للعينات التى يزيد تركيزها عن ١٥٠ مجم / لتر أما العينات التى يقل تركيز COD فيها عن ١٥٠ مجم / لتر يتم قياسها عند طول موجى 420 nm

تستخدم هذه الطريقه لقياس تركيز الأكسجين الكيميائى المستهلك فى العينه التى يتراوح تركيز COD مابين ٣ - ٩٠٠ مجم / لتر

أ - الأجهزه والمعدات

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

٢ - أنابيب زجاجيه سعه ١٠ × ١٠٠ مللى بغطاء محكم

٣ - جهاز اسيكتروفوتوميتر

٤ - فرن حرق عند ٥٥٠ درجه مئويه

ب - المحاليل الكيميائيه

١ - محلول الهضم (COD Reagent Digestion)

أ - محلول الهضم للتركيز العالى

أذب ١٠,٢١٦ جرام من دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) المجففه فى الفرن عند ١٠٣ درجه مئويه لمده ساعه و١٦٧ مللى من حمض الكبريتيك المركز و ٣٣,٣ جرام من كبريتات الزئبق ($HgSO_4$) فى ٥٠٠ مللى مياه مقطره ثم أكمل المحلول الى ١ لتر

ب - محلول الهضم للتركيز المنخفض

أذب ١,٠٢ جرام ديكرومات البوتاسيوم المجففه فى الفرن عند ١٠٣ درجه مئويه لمده ساعه و١٦٧ مللى من حمض الكبريتيك المركز و٣٣,٣ جرام كبريتات زئبق فى ٥٠٠ مللى مياه مقطره ثم أكمل المحلول الى ١ لتر

٢ - محلول كبريتات الفضه وحمض الكبريتيك

أضف ٢٢ جرام من كبريتات الفضه ($AgSO_4$) 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 مللى من حمض الكبريتيك المركز الى ٥٠٠ مللى مياه مقطره

هذا المحلول يستخدم فى غسيل الأنابيب الزجاجيه الخاصه بالعينات وجميع الزجاجيات المستخدمه فى الاختبار

٤- محلول قياس من بوتاسيوم هيدروجين فاثاليت ($Hoocc_6Hcook$)

(Potassium Acid Phathalate)

أذب ٠,٨٥٠ جرام من بوتاسيوم هيدروجين فاثاليت فى ١ لتر مياه مقطره

١ مللى من هذا المحلول = ١ مجم / لتر COD

هذا المحلول يتم حفظه فى الثلاجه لمده أقصاها ٣ شهر

جـ - خطوات الاختبار

١ - اغسل الأنابيب الزجاجيه والغطاء التى تستخدم فى الاختبار بمحلول غسيل الزجاجيات ثم جفف هذه الأنابيب فى فرن الحرق عنج ٥٠٠ درجه مئوبه لمده ساعه لازاله أى تلوث

٢ - أضف ٢,٥ مللى من العينه فى أنبوبه زجاجيه سعه ١٦ × ١٠٠ مللى ثم أضف ١,٥ مللى من محلول هضم COD حسب تركيز COD مجم / لتر المتوقع فى العينه (التركيز

العالى أو التركيز المنخفض) ثم أضف ٣,٥ مللى 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 الاختبار الخاصه بالعينه والمحاليل القياسيه فى بلوك حرارى أوفرن تجفيف عند ١٥٠ درجه مئويه لمده ساعتين ثم برد

٥ - يتم تكرار نفس الخطوات السابقه للمحاليل القياسيه

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

ا - مقـــدمـــه

من المعروف انه عند تجميع المخلفات السائلة الناتجة من المنازل (مياه المجارى) فى شبكات الصرف الصحى يبدأ نفاذ الأكسجين الذائب فى المياه فى

زمن بسيط نتيجة لنشاط البيولوجي الذي يستخدم الأكسجين الذاب فى أكسدة المادة العضوية الموجودة بمياه الصرف الصحى . وبعد نفاذ الأكسجين الذاب يبدأ التحلل اللاهوائى للمواد العضوية بفعل البكتريا اللاهوائية Anaerobic bacteria ، وفى هذه العملية يحدث تحلل لاهوائى للمواد العضويه بواسطه البكنيريا 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 فى المياه وبعض المركبات العضوية المتحد معها الكبريت وتكون محصله هذه العملية تراكم الكبريتيدات فى مياه الصرف الصحى

بكتيريا لاهوائيه

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

كلما زادت مده وصول مياه الصرف الصحى الى محطات التنقية كلما زاد تركيز الكبريتيدات فى مياه الصرف الصحى ويتصاعد كبرتيد الأيدروجين من هذه المياه بانخفاض الرقم الايدروجينى وهو المعروف برائحته الكريهة التى تشبه البيض الفاسد ويشكل خطورة بالغة على العمال القائمين بصيانة شبكات المجارى نظرا للسمومية الشديدة لهذا الغاز والخلو جو المطابق Manholes من الأكسجين اللازم للتنفس . كما أن هذا الغاز فى وجود الرطوبة المتجمعة بسقف المواسير يتأكسد الى حامض الكبريتيك ، ويؤدى فى النهاية الى تأكل هذه المواسير وانهيارها وخاصة إذا كانت من الخرسانة – وطريقة قياس الكبريتيدات الكلية تشمل كل من كبريتيد الأيدروجين الغير متأين والقابل للتصاعد – والكبريتيدات المتأينة كب – ويمكن حساب نسبة كبريتيد الايدروجينى الغير متأين (القابل للتصاعد) من الجدول التالى (جدول رقم ٤ -٤) والذي يحدد نسبة كبريتيد الأيدروجين بالنسبة لمجموع الكبريتيدات فى أرقام الأيدروجين المختلفة pH .

جدول رقم (٤ – ٤)

الرقم الايدروجينى	النسبة المئوية لكبريتيد الايدروجينى 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 الصحى كلما نقصت نسبة تركيز غاز كبرتيد الأيدروجين القابل للتصاعد ، وبالتالي كلما قل التأثير الضار لهذا الغاز على عمال الصيانة وعلى منشآت الصرف الصحى . وتهوية مياه الصرف الصحى

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 فى المياه على أنة يتم إضافة حجم معلوم من محلول اليود حيث يختزل الكبريتيدات الموجودة بالعينة فى وسط حامضى 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 العيارى ٠,٠٢٥ ع

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

٢- محلول ثيوسلفات الصوديوم (٠,٠٢٥ ع)

يتم تحضير هذا المحلول بإذابة ٦,٢٠٥ جرام من ماده ثيوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3 . 5 H_2O$ فى ٢٠٠ مللى مياه مقطره فى كأس زجاجى ثم يضاف هذا المحلول فى قارورة زجاجية عيارية سعه التر ثم يكمل هذا المحلول التر بالمياه المقطره

٣- محلول النشا

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

٤- حمض هيدروكلوريك ٦ ع

يتم تحضير حوض هيدروكلوريك ٦ ع باضافة ٥٠ مللى من حوض الهيدروكلوريك فى زجاجه ثم يضاف إليها نفس الحجم (٥٠ مللى) 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 مللى

ب- أضف ٢ مللى من حوض الهيدروكلوريك ٦ ع

جـ - ضع السحاحه محلول ثيوسلفات الصوديوم (٠,٠٢٥ ع)

د- أضف ثيوسلفات الصوديوم الى القاروره الزجاجية المحتوية على محلول اليود نقطه نقطه حتى يصبح لون المحلول اصفر فاتح

هـ - أضف نقطتين من النشا لمحلول اليود ليعطى لون ازرق

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

ز - حدد حجم ثيوسلفات الصوديوم المستخدم فى 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 المعايره حتى نصل إلى محلولين متساويين العياريه . ولو فرض آن عياريه محلول اليود اكثر من عياريه ثيوسلفات الصوديوم فانه يتم تخفيف محلول اليود بالمياه المقطره وعمل عمليه المعايره حتى نحصل على محلولين

متساويين فى العياريه

٢- ضع حجم مناسب من العينه (٥٠ أو ١٠٠ مللى) فى قارووره زجاجية سعه ٢٥٠ مللى

٣- أضف ٢ مللى من حمض هيدروكلوريك للعينه

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

٥- ضع فى السحاحه محلول ثيوسلفات الصوديوم

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

٧- أضف نقطتين من النشا للعينه ليعطى لون ازرق

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

٩- حدد حجم ثيوسلفات الصوديوم المستخدم فى عملية المعايره

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

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

مثـــــــــال:-

حجم العينه = ٥٠ مللى

حجم اليود المضاف للعينه = ٥ مللى

حجم ثيوسلفات الصوديوم المستخدم فى المعايره = ٣ مللى

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

$$= \frac{٤ \times ٤٠٠}{٥٠} = ١٦ \text{ مجم / لتر}$$

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 مللى ، ب = ٣ مللى ، ج = ٠,٠٢٥ ع ، د = ٠,٠٢٥ ع

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

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

$$= \frac{٠,٠٥ \times ١٦٠٠٠}{٥٠}$$

$$= \frac{٨٠٠}{٥٠} = ١٦ \text{ مجم / لتر}$$