المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تقنية البيئة

إدارة المخلفات -عملي

٢٠٩ حما



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

المقدمـــة

الحمد لله و حده و الصلاة و السلام على من لا نبي بعده, محمد و على آله و صحبه, وبعد :

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني و التدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية و الفنية و المهنية المتوفرة في سوق العمل , و يأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تنصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتيا على موارده و على قوة شبابه المسلح بالعلم و الإيمان من أجل الاستمرار قدما في دفع عجلة التقدم التنموي ؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعيا.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم و تطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية , و فق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته , وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية , إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم و التدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل , لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقا بسوق العمل , وأكثر و واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية "إدارة المخلفات" لمتدربي قسم "تقنية البيئة" للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

و الإدارة العامة لتصميم و تطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة, بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد , وبالاستعانة بالتطبيقات و الأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

و الله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها و المستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: انه سمع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم و تطوير المناهج

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تمهيد :

يشكل إجراء التجارب العملية بالنسبة للمتدربين جزءاً هاماً من مراحل دراستهم لأن إجراء التجارب العملية في المختبرات له عدة فوائد من أهمها : -

١ - زرع حب البحث العلمي وإجراء التجارب في نفوس المتدربين.

٢ - توسيع مداركهم العلمية .

٣ - تطبيق ما تم دراسته نظرياً وترسيخ ذلك في عقولهم.

٤ - إضفاء جو من الحيوية على المادة العلمية.

إدارة المخلفات

الاختبارات الكيميائية والجرثومية لمياه الصرف



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة الأولى

اسم الوحدة : الاختبارات الكيميائية والجرثومية لمياه الصرف الصحي .

الجـــــدارة : القدرة على إجراء الاختبارات العملية واستعمال الأجهزة في القياسات والتحاليل المخبرية لعينات مياه الصرف الصحي .

الأهـــداف : بنهاية هذه الوحدة يجب على المتدرب أن يكون قادراً على معرفة طرق إجراء الاختبارات الطبيعية والكيميائية والجرثومية لعينات مياه الصرف الصحي على النحو التالي :

١ - الكشف على الأمونيا في الماء .
٢ - قياس تركيز المواد العالقة في المياه .
٣ - قياس تركيز المواد الصلبة الذائبة .
٤ - قياس الأوكسجين الذائب في الماء .
٥ - قياس متطلب الأوكسجين الحيوكيميائي B.O.D
٦ - قياس متطلب الأوكسجين الكيميائي C.O.D
٧ - الكشف عن المجموعة القولونية في المياه .

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل الطالب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الـــجدارة : ثمان وعشرون ساعة عملية .

الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة :

١ - أجهزة مخبرية – زجاجات – كيميائيات – محاليل – أوساط زراعة جرثومية – أطباق زراعة .
٢ - إجراء التجارب العملية في مختبرات الكلية .
٣ - شرح مسبق من قبل المدربين عن كل تجربة عملية يراد إجراؤها .
٤ - زيارات ميدانية لمختبرات محطات تنقية المياه ومحطات تنقية مياه الصرف الصحي.

متطلبات الجدارة : علم البيئة (١٠٢) حما .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الغرض من إجراء الاختبارات العملية على عينات مياه الصرف الصحي :

مقدمة : إن الأهداف الأساسية من إجراء التجارب العملية هي : -

١ -معرفة مدى تلوث المياه بالملوثات العضوية وغيرها .

٢ -معرفة مدى كفاءة محطات تنقية مياه الصرف الصحي .

٣ -توسيع مدارك المتدربين وتعليمهم طرق تحليل العينات .

٤ -إجراء التجارب العملية لكسب المعرفة في مجال التخصص .

٥ -زرع روح البحث العلمي لدى المتدربين .

٦ -تطبيق ما تمت دراسته نظرياً .

الاختبارات الطبيعية لمياه الصرف الصحي :

عند الرغبة في إجراء الاختبارات العملية على مياه الصرف الصحي لابد أن نبدأ هذه المهمة بإجراء الاختبارات الطبيعية التي تشمل : -

أ – درجة الحرارة .

ب – الرائحة .

جـ - كمية المياه .

د – كمية المواد الذائبة .

هـ - درجة العكارة.

و – اللون .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

وفيما يلي شرح لبعض هذه الاختبارات :

الدرس العملي الأول :

قياس المواد الصلبة الكلية العالقة في المياه :

يمكن تقديرها بأخذ حجم معين ومتجانس من مياه الصرف الصحي وترشيحه بواسطة ورقة ترشيح معلومة الوزن ، ثم تجفيف المادة المحتجزة بواسطة ورقة الترشيح إلى وزن ثابت في فرن على درجة حرارة ١٠٣ – ١٠٥أم . الزيادة في وزن ورقة الترشيح تمثل المواد الصلبة الكلية العالقة والتي يمكن تقدير تركيزها بواسطة المعادلة الآتية :

تركيز المادة الصلبة الكلية العالقة (مليجرام / لتر) = $\frac{(A - B) \times 1000}{\text{حجم عينة مياه الصرف الصحي(مل)}}$

حيث A = وزن ورقة الترشيح + وزن المادة المحتجزة بعد التجفيف (مليجرام)

B = وزن ورقة الترشيح (مليجرام)

الدرس العملي الثاني :

قياس المواد الصلبة الكلية الذائبة :

يمكن تقديرها بأخذ حجم معين ومتجانس من مياه الصرف الصحي وترشيحه ونقل الراشح إلى طبق تبخير معلوم الوزن ، ومن ثم يتم تبخير الراشح لدرجة الجفاف ، وبعد ذلك يتم تجفيفه إلى وزن ثابت في فرن على درجة حرارة ١٨٠أم . الزيادة في وزن الطبق تمثل المواد الصلبة الكلية الذائبة ويتم تقديرها بالمعادلة الآتية :

تركيز المادة الصلبة الكلية الذائبة (مليجرام /لتر)

$= \frac{(A - B) \times 1000}{\text{حجم عينة المخلفات السائلة (مل)}}$

A = وزن المادة الصلبة الذائبة بعد التجفيف + وزن طبق التبخير (مليجرام)

B = وزن طبق التبخير (مليجرام)

الاختبارات الكيميائية لمياه الصرف الصحي :

بعد إجراء الاختبارات الطبيعية لعينات مياه الصرف الصحي يتم إجراء الاختبارات الكيميائية والتي تقسم إلى اختبارات عضوية وأخرى غير عضوية ولكلا القسمين أهميته في تقدير مدى تلوث المياه قبل المعالجة وبعدها .

الدرس العملي الثالث :

الكشف عن الامونيا (النشادر) في المياه :

يدل وجود النشادر الحر والمتحد على هيئته بيكربونات النشادر على حدوث تلوث حديث للمياه بمواد عضوية حيوانية الأمر الذي له أهميته وخطورته على الصحة العامة. ويتم قياس النشادر في الماء بطريقة نسلر اللونية المباشرة :

أساس الطريقة :

كان كاشف نسلر (وهو محلول قاعدي ليوديد البوتاسيوم ويوديد الزئبق II) يتحد مع النشادر ليكون مركباً زئبقياً معقد ملوناً ، يتدرج لونه من الأصفر إلى البني المحمر تبعاً لتركيز النشادر ويمتص في الطول الموجي من ٤٠٠ إلى ٤٢٥ نانومتر .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الطريقة :

المعالجة الأولية للعينة :

إذا احتوت العينة على كلور متبقي يزال بكمية مكافئة من زرنيخيت الصوديوم (NaAsO2)(٠٠,١٠٪ وزن /حجم) ، وإذا احتوت العينة على لون أو عكارة أو كمية كافية من أيونات الكالسيوم والماغنسيوم والحديد تتم معالجتها بمحلول كبريتات الخارصين (١٠٪ وزن/ حجم) ومحلول هيدروكسيد الصوديوم.

إظهار اللون :

يؤخذ ٥٠ مليلتر من العينة في أنبوب نسلر أو جزء مناسب منها ويكمل إلى ٥٠مليلتر (بحيث يكون تركيز النيتروجين النشادري في العينة ما بين ٠,٠٠٥ و ٠,٥ ملجرام / لتر) وإذا احتوت العينة على كمية كافية من أيونات الكالسيوم والماغنسيوم والحديد يضاف ٠,٠٥ مليلتر محلول EDTA القلوي (الذي يحتوي على ٥٠٪ وزن / حجم EDTA و ١٠٪ وزن / مجم NaOH) ، ثم يخلط جيداً ثم يضاف ٢ مليلتر من كاشف نسلر (يحتوي على ١٠٪ HgI2 و٧٪ KI و ١٦% NaOH وزن / حجم) ، ثم تخلط العينة جيداً وبعد ٢٠ دقيقة تُقرأ شدة اللون طيفياً عند طول موجي ٤٢٥ نانو متر وذلك باستخدام المطياف الضوئي (Spectrophotometer) ثم بمعرفة امتصاص العينة والرجوع إلى المنحنى القياسي يمكن معرفة تركيز النيتروجين النشادري في العينة .

إعداد منحنى المعايرة :

تحضر سلسلة من المحاليل القياسية من محلول كلوريد الأمونيوم القياسي (بتركيزة ١٠٪ ملجرام/ لتر نيتروجين نشادري) والتي تتراوح تراكيزها ما بين صفر و٠,٨ ملجرام/ لتر نيتروجين نشادري ، وبنفس الطريقة التي عوملت بها العينة تعامل المحاليل القياسية ، ثم يقرأ امتصاص كل محلول للحصول على منحنى قياسي .

الحسابات:

تركيز النشادر في العينة كنشادر (ملجرام / لتر) =

تركيز النيتروجين النشادري للعينة من المنحنى × معامل التخفيف × ١,٢٢ .

قياس الأوكسجين الذائب في الماء :

يعتمد مستوى الأوكسجين الذائب في المياه الطبيعية ومياه المخلفات على النشاطات الطبيعية والكيميائية والحيوية في المياه ويعد اختبار الأوكسجين الذائب من الاختبارات الأساسية في تلوث المياه والتحكم في عملية معالجة مياه المخلفات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الدرس العملي الرابع :

طرق لقياس الأوكسجين الذائب :

أ – القياس المباشر بواسطة جهاز قياس الأوكسجين الذائب والذي يعطي قراءة مباشرة .

خطوات العمل : توضع كمية من الماء في أنبوبة جهاز قياس الأوكسجين الذائب ، ثم يدار مفتاح التشغيل حيث يقوم الجهاز بقراءة كمية الأوكسجين وإظهار قيمتها على لوحة الجهاز .

ب – طريقة المعايرة :

تعد طريقة فينكلر Winkler method (Lodometric Method) من أشهر الطرق المستخدمة لقياس الأوكسجين الذائب في الماء وتعتمد هذه الطريقة على تثبيت الأوكسجين الذائب في الماء بواسطة أيونات المنجنيز في الوسط القاعدي لتكون هيدروكسيد المنجنيز والذي بدوره يقوم بتحويل أيونات اليود في الوسط الحمضي إلى عنصر اليود . ويتوقف تركيز عنصر اليود المتكون على تركيز الأوكسجين الذائب في الماء ، ويمكن معايرة المتكون على تركيز الأوكسجين الذائب في الماء ، ويمكن معايرة عنصر اليود بثيوكبريتات الصوديوم ، ومن خلال ذلك يمكن حساب تركيز عنصر الأوكسجين الذائب وتوضح المعادلات الآتية **ميكانيكية تفاعل فينكلر :** -

$$Mn^{+2} + O_2 \xrightarrow{\text{وسط قاعدي}} Mn(OH)3$$

$$Mn(OH)_3 \xrightarrow{\text{وسط حمضي}} Mn^{+3} + 3OH^-$$

$$Mn+3 + {}_2I^- \longrightarrow 2Mn^{+2} + I_2$$

$$I_2 + 2\,Na_2S_2O_3 \longrightarrow {}_2I^- + S_4O^{-2}6 + 4\,Na$$

المحاليل المستخدمة :

محلول كبريتات المنجنيز : يجهز بإذابة ١٠٠ جم كبريتات المنجنيز خماسي التميؤ ($Mn\ 2o_4$. $5H_20$) في ١٥٠ مل ماء فقط ، وعند إتمام الإذابة يكمل الحجم بالماء خالي التاين حتى ٢٠٠ مل ، ويمكن الاستعاضة عن هذا المحلول باستخدام محلول كلوريد المنجنيز ويحضر بإذابة ٩٠جم من كلوريد المنجنيز رباعي التميؤ ($Mn\ cl_2$. $4H_2o$) في ١٥٠ مل ماء مقطر ثم يكمل الحجم إلى ٢٠٠ مل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

محلول اليود القلوي : يجهز بإذابة ٧٢ جم هيدروكيد الصوديوم مع ٤٠جم من أيوديد البوتاسيوم وجرام واحد من أزيد الصوديوم Sodium a zide ($N_a\ N_3$) ثم يكمل الحجم إلى ٢٠٠ مل بماء خالي التأين .

محلول ثيوكبريتات الصوديوم : ننقل بواسطة السحاحة ١٠٠مل من ٠,٢٥ عياري ثيوكبريتات الصوديوم إلى وعاء مدرج سعة لتر ، ثم نضيف ماء فقط حتى حجم لتر . ثم نرج المحتويات جيداً .

محلول دليل النشا : يحضر بإذابة ٢ جم من النشا Starch Soluble G.R في ٥ مل ماء خالي التأين ثم نضيفها إلى ١٠٠ مل من مزيج ساخن يتكون من الجلسرين وماء خالي التأين (١:١) نغلي المحلول لمدة ثلاث دقائق بعدها يصبح المحلول جاهزاً للاستخدام .

خطوات العمل :

١ - يضاف واحد مل من محلول كبريتات المنجنيز على ٣٠٠ مل من عينة الماء المراد قياس الأوكسجين الذائب فيه ، كما يضاف إليها واحد مل من محلول اليود القلوي ، تترك العينة لمدة خمس دقائق بعد تحريكها بواسطة الكريات الزجاجية داخل وعاء العينة فإذا كان الماء يخلو من الأوكسجين فتتكون عكارة بيضاء اللون ، بينما تتكون عكارة صفراء عند تركيز منخفض للأوكسجين ، أما اللون البني فيدل على تركيز مرتفع للأوكسجين الذائب .

٢ - يؤخذ ٢٠٠ مل من العينة ثم يضاف إليها اثنين مل من حمض الكبريتيك (١٢,٢٪) وتمزج العينة جيداً ومن ثم تترك لمدة نصف ساعة . تعاير العينة بواسطة محلول ٠,٢٥ عياري ثيوكبريتات الصوديوم فإذا تكون لون باهت فإنه يضاف واحد مل من دليل النشا ، وهكذا تستمر المعايرة حتى الوصول إلى نقطة التعادل بتحول اللون الأزرق إلى عديم اللون كدلالة على اختفاء عنصر اليود بسبب المعايرة . وتعد كمية اليود المنطلق مساوية للأوكسجين المذاب .

يحسب تركيز الأوكسجين الذائب لـ ٢٠٠ مل من العينة الأصلية على أساس أن كل واحد مليلتر من محلول ثيوكبريتات الصوديوم = ١ جم / لتر من الأوكسجين المذاب . أي إن عدد مليلترات المحلول تساوي تركيز الأوكسجين المذاب بالمليلترات .

الدرس العملي الخامس :

قياس متطلبات الأوكسجين الحيوكيميائي B.O.D

يعد هذا القياس من الاختبارات المهمة للتعرف على تركيز المادة العضوية في المخلفات السائلة قبل معالجة هذه المخلفات وبعدها ، ويستدل به على كفاءة المعالجة . وهو يعبر عن كمية الأوكسجين اللازمة لنشاط البكتيريا في أكسدة المواد العضوية (تثبيت المواد العضوية) الموجودة في عينة المخلفات السائلة أي إن هذا التفاعل الميكروبي هوائي وتتوقف كمية الأوكسجين هذه على عدة عوامل :

١ - تركيز المواد العضوية في العينة ، كلما زاد التركيز ازداد الأوكسجين الحيوي المستهلك.

٢ - درجة الحرارة أثناء فترة تحضين العينة إذ كلما ازدادت درجة الحرارة إلى حد معين ، ازداد نشاط البكتيريا في أكسدة المواد العضوية وتثبيتها .

٣ - زمن أو فترة التحضين وعند نهايتها .

ونظراً لأن هذه العملية تتأثر بالعوامل المذكورة سابقاً فقد تم الاتفاق على اختبار قياس كمية الأوكسجين الحيوي المستهلك بعد خمسة أيام من بداية تحضين العينة المختبرة عند درجة حرارة ٢٠م .

طريقة العمل :

أ – تخفيف عينات المخلفات السائلة تحت الاختبار بنسب مختلفة تتناسب مع تركيز المواد العضوية وحجم العينة فمثلاً تضاف عادة خمسة مليلترات في حالة مياه المخلفات غير المعالجة التي يتوقع أن يكون مستوى متطلب الأوكسجين الحيوي فيها ما بين ١٢٠ – ٤٢٠ ملجرام/ لتر و٥٠ مليلتر في حالة مياه المخلفات التي يتوقع مستوى متطلب الأوكسجين الحيوي فيها ما بين ١٢ -٤٢ مليجرام / لتر . كما إنه يمكن تجهيز عينة الاختبار بخلط مياه المخلفات ومياه التخفيف بنسبة ٥٠٪ في حالة توقع مستوى متطلب الأوكسجين الحيوي ما بين ٤ – ١٤ مليجرام / لتر وعموماً يكون التخفيف حسب الجدول الآتي : -

حجم عينات مياه الصرف الصحي ١ مل	مدى (BOD5 ١/ملجرام)
٥	٤٢٠ – ١٢٠
١٠	٢١٠ – ٦٠
٢٠	١٠٥ – ٣٠
٥٠	٤٢ – ١٢
١٠٠	٢١ - ٦

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ويمكن التخفيف بمياه شرب نقية خالية من الكلور أو بمياه مقطرة مضاف إليها بعض الأملاح .
وتتم تهوية مياه التخفيف عدة ساعات (١٢ ساعة) قبل خلطها مع مياه الصرف الصحي .

ب – تتم تعبئة عينات مزدوجة في قوارير خاصة بهذا الاختبار ، سعة كل قارورة ٣٠٠ مليلتر ، وذلك لكل تخفيف . تستكمل القارورة بماء التخفيف المشبع بالأوكسجين المذاب الذي يحتوي على : ملح فوسفات منظم (PH7.2) ، (٠,١٢٥ ع) ، كبريتات الماغنسيوم Mg504 (٠,٢ ع)، كلوريد الكالسيوم $Cacl_2$ (٠,٥ ع) ، كلوريد الحديديك $Fecl_3$ (٠,٠٠٣ ع) والتفاعل البيولوجي العام الذي يحدث يمثل بالمعادلة الآتية : -

مادة عضوية أوكسجين مذاب Co_2 + خلايا بكتيرية جديدة حيث تحتوي عينة ماء الصرف الصحي بكتيريا

على المادة العضوية (الغذاء البيولوجي) ويحتوي ماء التخفيف على الأوكسجين المذاب .

جـ - يقاس الأوكسجين الذائب في قارورة من كل تخفيف عند بداية الاختبار أو بجهاز خاص لقياس الأوكسجين المذاب مباشرة .

د – توضع القارورة الثانية من كل تخفيف في حضان كهربائي مظلم عند درجة حرارة ثابتة (٢٠م) وبعد خمسة أيام يتم قياس الأوكسجين الذائب المتبقي في كل قارورة .

هـ - الفرق بين تركيز الأوكسجين الذائب عند بداية التجربة وعند نهايتها بعد خمسة أيام ، وذلك بالنسبة لكل تخفيف ، يساوي الأوكسجين المستهلك خلال الخمسة أيام ، وبقسمة كمية أو تركيز الأوكسجين المستهلك من كل عينة مخففة على نسبة التخفيف نحصل على الأوكسجين الحيوي المستهلك بعد خمسة أيام عند درجة حرارة ٢٠م كما توضح المعادلة الآتية : -

متطلب الأوكسجين الحيوي ($B.O.D_5$) مجم/ لتر =

الأوكسجين المذاب (عند بداية التجربة) مجم/لتر – الأوكسجين المذاب عند نهاية التجربة مجم/لتر

حجم عينة مياه المخلفات (مل)

نسبة التخفيف = حجم قارورة قياس الـ BOD (مل)

وتجدر الإشارة إلى أن طريقة أخذ العينة ودرجة الحرارة تلعب دوراً كبيراً في تحديد النتائج الصحيحة لقياس الأوكسجين الذائب ، وعند قياس الأوكسجين الذائب تجب مراعاة الأمور التالية :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أ – استخدام أوعية الأوكسجين الحيوي المستهلك الخاصة بجمع عينات المياه.

ب - تعبأ الأوعية بحذر شديد مع مراعاة عدم إحداث أي عكارة أو خلط هواء الجو مع عينة الماء .

جـ - تعبأ العينات بعد أن تفتح أغطيتها تحت الماء ، وتغلق أيضاً تحت الماء على أن يراعى عدم رجها وأن تنقل إلى المعمل مباشرة .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الدرس العملي السادس :

قياس متطلب الأوكسجين الحيوكيميائي B.O.D بواسطة جهاز المانومتر (المضغاط) (Manometer)

(شكل ١) :

تتميز طريقة المانو متر بالآتي :

١ - سهولة خطوات إعداد العينة .

٢ - عدم الحاجة إلى المعايرة والتخفيف .

٣ - إبقاء العينة في ظروف طبيعية – تقليب مستمر ودرجة حرارة ثابتة .

٤ - إمكانية القراءة المباشرة لقيمة الـ B.O.D المستهلك في أي وقت .

٥ - التخلص من ثاني أوكسيد الكربون بصورة مباشرة .

٦ - يمكن امتداد التجربة لأكثر من خمسة أيام .

تحضير العينة :

يتم أخذ عينة معلومة الحجم ، وتنقل إلى قارورة الاختبار الخاصة ذات اللون البني ، وتوضع القارورة على الجهاز ويتم إغلاقها وتوصيلها بمانومتر الضغط . يعلو العينة داخل القارورة مجم من الهواء يحتوي على ٢١٪ أوكسجين إذ تستغل البكتيريا الموجودة بالعينة هذا الأوكسجين باستمرار لأكسدة المواد العضوية بسحب الأوكسجين من الهواء الموجود بالقارورة يقل الضغط مما يسبب ارتفاعاً في مستوى الزئبق عبر المقياس المدرج معبراً عن قيمة BOD ويستمر هذا لمدة خمسة أيام .

وظيفة المانو متر :

انخفاض ضغط الهواء داخل القارورة يساعد على ارتفاع الزئبق داخل الأنبوبة الزجاجية ليدل على قيمة BOD حجم/ لتر ويعمل جهاز المانومتر على منع الضغط الجوي من التأثير على القراءة .

يتم تقليب العينة بصفة مستمرة أثناء زمن اختبار العينة (عادة خمسة أيام) بواسطة دوران مغناطيسي داخل القارورة ، ويساعد التقليب على نقل الأوكسجين باستمرار من الهواء الذي يعلو العينة إلى العينة نفسها ، وأيضاً يساعد على تهيئة ظروف طبيعية أثناء التجربة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات التجربة :

١ - ضع الحجم المناسب من العينة داخل مخبار مدرج نظيف (مثل ٤٢٠مل للتدريج ٣٥مجم/لتر) ثم ضع هذا الحجم في قارورة الاختبار وضع مغناطيس التقليب أيضاً داخل القارورة وتحدد العلاقة بين حجم العينة ومدى التدرج كالآتي : -

مدى التدرج	حجم العينة
صفر – ٣٥ مجم/لتر	٤٥٠ مل
صفر – ٧٠ مجم/لتر	٣٥٥ مل
صفر – ٣٥٠ مجم/لتر	١٦٠ مل
صفر – ٧٠٠ مجم/لتر	٩٥ مل

٢ - ضع قليلاً من الشحم الخاص على سدادة القارورة لإحكام الغلق .

٣ - ضع محتويات كبسولة هيدروكسيد الليثيوم في السدادة المطاطية واحذر عدم تساقطها على العينة .

٤ - ضع القارورة على قاعدة الجهاز وابدأ تشغيل الجهاز مع التقليب المستمر .

٥ - أغلق سدادة القارورة بدون إحكام مع إبقاء المانومتر مفتوحاً .

٦ - ضع الجهاز داخل الحضانة (٢٠م) .

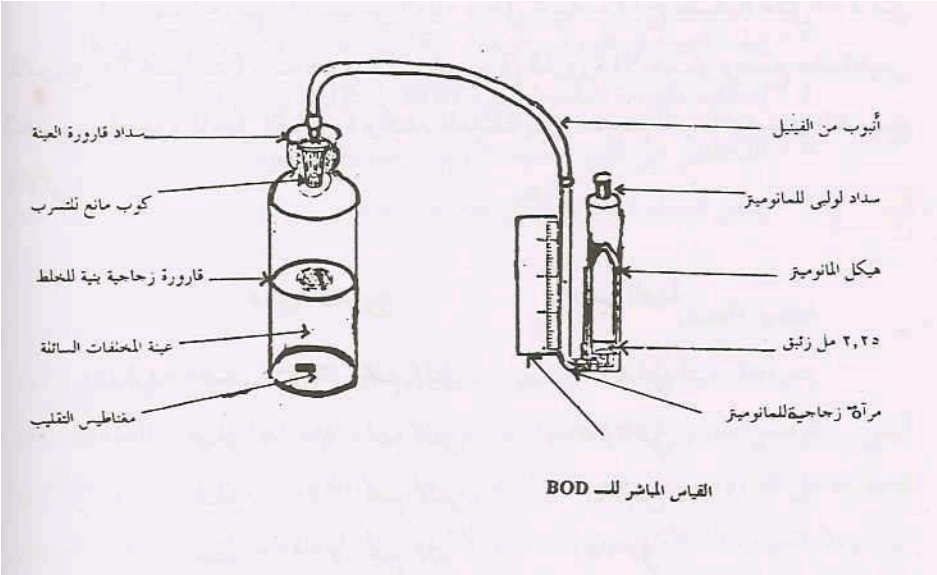
٧ - انتظر لمدة ٣٠ دقيقة للحصول على الاتزان الحراري ، افتح سدادة القارورة وأغلق بإحكام سدادة المانومتر وبعدها أغلق سدادة القارورة بإحكام للمحافظة على مستوى الزئبق .

٨ - اضبط صفر التدريج على مستوى الزئبق بسرعة .

٩ - استخدم جدول تسجيل القراءات لتسجيل بيانات العينة ومنها ارسم منحنى قيم الـ BOD خلال الخمسة أيام .

١٠ - تخلص من محتويات القارورة ، ثم تغسل هي والسدادة بمنظف صناعي بعد انتهاء كل تجربة استعداداً لتجربة أخرى ، مع ملاحظة أن الجهاز يستوعب عدداً من العينات في آن واحد .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM



(شكل (١) القياس المباشر لـ BOD)

ملاحظة :

يستخدم مستوى الأوكسجين الحيوي قبل المعالجة وبعدها لاختيار كفاءة وحدات معالجة مياه الصرف الصحي ، وهو مقياس لتركيز المواد العضوية في مياه الصرف الصحي كما هو موضح في المعادلة التالية : -

$$E = \frac{BOD_B - BOD_A}{BOD_B} \times 100$$

حيث E= كفاءة المعالجة

BOD_B = مستوى الأوكسجين الحيوي قبل المعالجة

BOD_A = مستوى الأوكسجين الحيوي بعد المعالجة

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الدرس العملي السابع :

قياس الأوكسجين الكيميائي المتطلب (المتص) (C.O.D.) :

يعد هذا الاختبار مقياساً لتركيز المواد العضوية التي يمكن أكسدتها كيميائياً في مياه الصرف الصحي وتستخدم في قياسه مواد الأكسدة مثل ثاني كرومات أوبر منجنات البوتاسيوم . بحيث يتم خلط مياه الصرف الصحي مع المادة المؤكسدة مع التسخين لمدة كافية في وجود حامض الكبريتيك المحتوي على كبريتات الفضة حتى تتم أكسدة المواد القابلة للأكسدة كما هو موضح في المعادلة التالية : -

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

$$^{3+}o + 2cr_2H + {}_2Co \xrightarrow{heat} {}^{+}H + {}^{-}{}^{2}Cro + \text{Organic matter}$$
$$Ag+$$

وبالتالي يتم حساب الـ COD بالمعادلة الآتية :

الأوكسجين الكيميائي المتطلب (مليجرام/ لتر) = أ – ب (عيارية كبريتات الحديدوز النشادرية) × ٨٠٠٠

حجم العينة

أ = مجم كبريتات الحديدوز النشادرية المضافة لاختبار التحكيم .

ب= مجم كبريتات الحديدوز النشادرية المضافة لاختبار العينة .

٨٠٠٠ = عامل ضرب يستخدم للتعبير عن الأوكسجين الكيميائي المتطلب المليجرام/لتر .

الكشف عن المجموعة القولونية لعينة مياه :

هذا الاختبار يتضمن ثلاث خطوات متتابعة هي : -

١ -الاختبار الافتراضي أو الابتدائي (الاحتمالي) Presumptive test

٢ -الاختبار التأكيدي Confirmed test

٣ -الاختبار النهائي (التكميلي) Completed test

وفيما يلي شرح موضح لتلك الخطوات :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الدرس العملي الثامن :

الاختبار الافتراضي : الوسط الذي يستخدم في هذا الاختبار إما أن يكون وسط بيئة محلول مرق اللاكتوز Lactose broth medium أو بيئة ماكونكي MacConkey medium .

ويتلخص الاختبار في وضع البيئة في أنبوبة اختبار محتوية على أنبوبة صغيرة تعرف بأنبوبة درهام Durham tube توضع مقلوبة في أسفل أنبوبة الاختبار , ثم تؤخذ عينة الماء تحت الاختبار ، ويوضع جزء منها في البيئة ، وتحضن على درجة ٣٧م . إذا تكون غاز وحامض خلال ٢٤ ساعة في أي من الأنابيب المحضنة تُعدُّ النتيجة موجبة . إذا لم يتكون الغاز والحامض إلا بعد ٤٨ ساعة فالنتيجة سالبة . وفي حالة الحصول على نتيجة موجبة أو نتيجة مشكوك فيها يُجرى الاختبار التأكيدي . ويمكن أيضاً عد الأنابيب الموجبة والأنابيب السالبة في الاختبار الافتراضي ، ومن ثم حساب عدد بكتيريا القولون لكل مائة مليلتر من الماء تحت الاختبار بطريقة العدد الأقرب احتمالاً Most probable Number (MPN).

الدرس العملي التاسع :

الاختبار التأكيدي : يتم نقل جزء قليل من محتويات الأنابيب الموجبة طبقاً للاختبار الافتراضي بواساطة إبرة التلقيح ، ويخطط على أطباق بتري المحتوية على آجار الأيوسن وأزرق الميثيلين Eosin-Methylene Blue agar (EMB) (يمكن أيضاً تلقيح آجار الأيوسين وأزرق الميثلين من أنابيب الاختبار الافتراضي المشكوك في أمرها إذا لم تتوافر الأنابيب الموجبة للاختبار الافتراضي) . ثم تحضن الأطباق على درجة ٣٧م لمدة ٢٤ ساعة في حالة ظهور مستعمرات سوداء ذات مراكز حمراء وردية أو مستعمرات ذات لمعان فلزي أخضر Green metallic sheen أو لون الكوبية تعد موجبة للاختبار التأكيدي ويجرى عليها الاختبار النهائي (التكميلي) .

تركيب وسط آجار الأيوسين .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Eosin Methylene Blue agar (E.M.B. agar) (pH 7.2 , Difco)

Composition((g [المكونات (جرام)]

Peption	10
Lactose	5
Saccharose	5
K2 H PO4	2
Agar	13.5
Eosin	0.4
Methylene blue	0.065
Distilled water	ml 1000

الاختبار النهائي (التكميلي) :

المستعمرات التي يُعتقد أنها مستعمرات بكتيريا القولون بعد إجراء الاختبار التأكيدي تلقح في أنابيب محتوية على وسط محلول مرق اللاكتوز ، وتلقح أيضاً على أنابيب الآجار المائل ، وتحضن على درجة ٣٧م لمدة ٢٤ ساعة ، فإذا تكون غاز وحامض في أنابيب مرق اللاكتوز وأظهر الفحص المجهري للخلايا النامية في أنابيب الآجار والمائل أن البكتيريا عبارة عن عصويات قصيرة سالبة لصبغة جرام وغير متجرثمة (غير مكونة للأبواغ أو الأسبورات) يُعدّ الاختبار التكميلي موجباً ، والعينة ملوثة ببكتيريا القولون . فإذا كانت البكتيريا E.coli فالتلوث يكون ناتجاً عن فضلات الأمعاء ، أما إذا كانت البكتيريا الموجودة Entrobacter aerogenes فليس بالضرورة أن يكون مصدرها الأمعاء فربما يكون مصدرها النباتات أو التربة أو الحبوب .

وبالنسبة لهذين النوعين من البكتيريا فإنهما يتشابهان لحد كبير في خواصها الشكلية (المورفولجية) والمزرعية ، ويمكن التفرقة بينهما بالاختبارات الكيميائية الحيوية الآتية :

١ - المقدرة على إنتاج الأندول Indole production: هذا الاختبار موجب بالنسبة لـ E. aerogenes.

٢ - الحموضة الناتجة في وسط مرق الجلوكوز الخاص Special glucose brogh Medium هذه الحموضة يمكن الكشف عنها بدليل أحمر اليمثيل Methyl red ، فكلا الميكروبين ينتجان حامضاً نتيجة لتخمر الجلوكوز إلا أن بكتيريا E.coli تحدث انخفاضاً ملحوظاً في رقم الأس اليهدروجيني مما يكسب الدليل لوناً أحمر ، أما بكتيريا الـ E.aerogenes فلا تحدث أي تغير في اللون .

٣ - المقدرة على إنتاج المركب Acetyl Methyl Carbinol (AMC) في سوط الجلوكوز والبيتون glucose-peptone medium ويمكن الكشف عن مركب AMC باختبار

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Voges-proskauer(VP) : بكتيريا الـ E.cole سالبة لهذا الاختبار . أما بكتيريا E.aerogenes فموجبة الاختبار .

(أ) مكونات محلول مرق اللاكتوز Lactose broth:

Deoxycholate lactose broth (pH 7.1 BBL., Difco., GHI)

Compowtion(g) [المكونات (جرام)]

Peptone	10
Lactose	10
Sodium deoxycholate	0.5
Sodium chloride	5
Sodium citrate	2
Neutral red	0.03
Distillled water	1000ml

آجار اللاكتوز : Dexycholate lactose agar

أضف ١٥ جراماً من الآجار للمرق أعلاه .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

ملحوظة :

هذا الوسط مثبط لنمو البكتيريا الموجبة لصبغة جرام إلا أنه مشجع لنمو البكتيريا التي تعمل على تخمير اللاكتوز ((Lactose fermenters مثل بكتيريا القولون ((Coliforms .

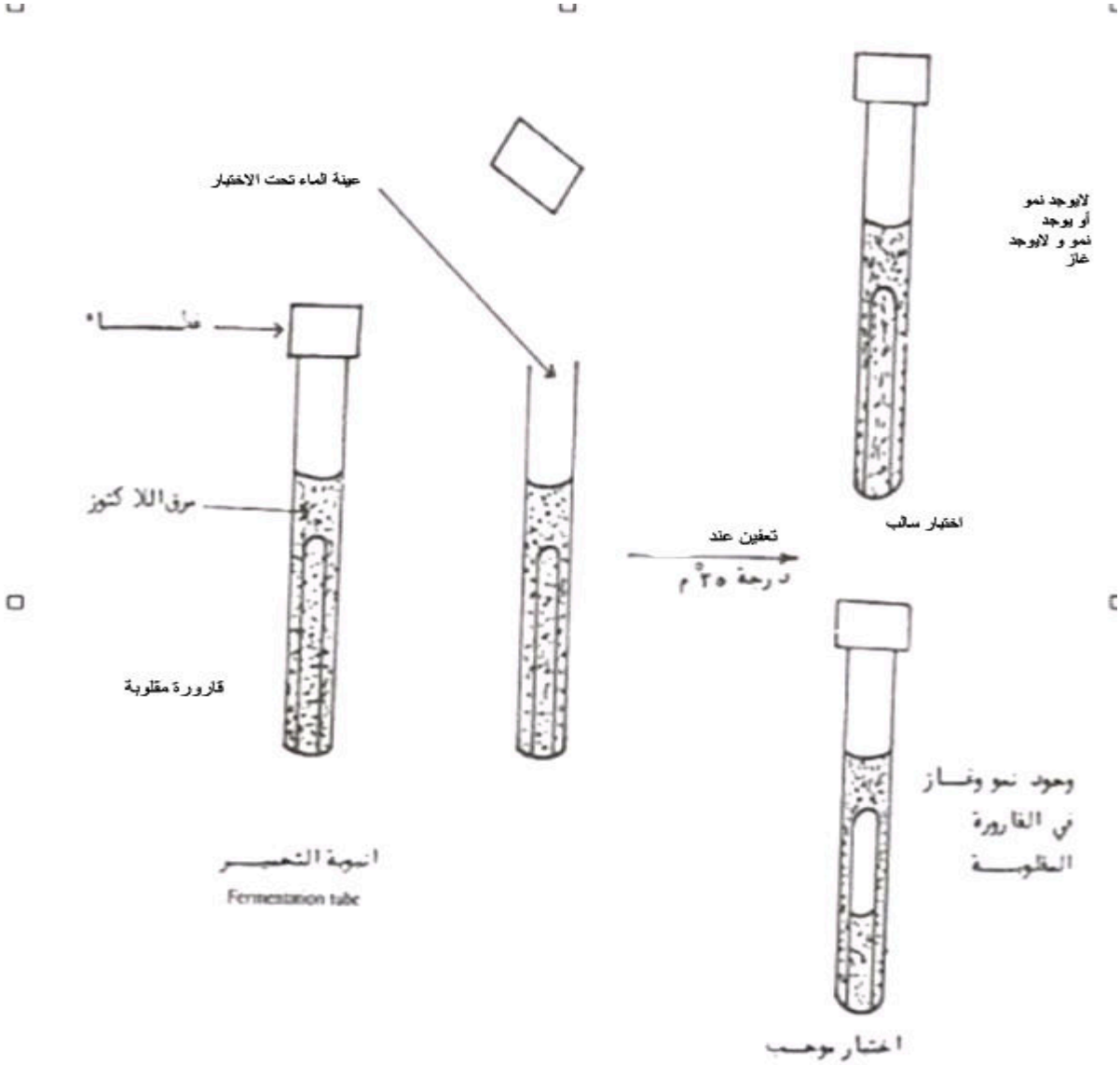
(ب) مكونات مرق ماكونكي : Mac Conkey broth (pH 7.1, BBL, Difco, GBI)

Compowtion(g) [المكونات (جرام)]	
Peptone	17
Proteose peptone	3
Lactose	10
Bile salte	1.5
Sodium chloride	5
Neutral red	0.03
Crystal Violet	0.001
Distillled water	1000ml

آجار ماكونكي : MacConkey agar

أضف ١٥ جراماً من الآجار للمرق أعلاه .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



(شكل ٢ اختبار بكتيريا القولون باستخدام أنبوبة التخمير المحتوية على مرق اللاكتوز)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

امتحان ذاتي

س١/ ماهي الأهداف الأساسية من إجراء التجارب المعملية .

س٢/ ماهي الاختبارات الطبيعية لمياه الصرف الصحي .

س٣/ ماهي الطرق المخبرية لقياس الأوكسجين الذائب في الماء ؟ مع شرح مبسط لطريقة فينكلر

س٤/ عينة مياه صرف صحي تم تخفيفها بحيث أصبحت نسبة مياه الصرف الصحي في المياه المخففة ٢٪ والأوكسجين الذائب فيها ٩ أجزاء في المليون . فإذا كان تركيز الأوكسجين الذائب في مياه الصرف الصحي خففة بعد خمسة أيام في حضان درجة حرارته ٢٠م هو ٤ أجزاء في المليون . أحسب الأوكسجين الحيوي المستهلك

س٥/ ماهو المانومنتر (المضغاط) ، وماهي وظيفته ، وبماذا تتميز طريقة قياس الـ BOD بطريقة المانومتر؟

س٦/ إذا كان مستوى الأوكسجين الحيوي في المياه الداخلة (قبل المعالجة) = ٢٥٠ مجم/لتر وبعد المعالجة انخفض مستوى الأوكسجين الحيوي في المياه الخارجة إلى ٢٠مجم/ لتر . أحسب كفاءة المعالجة في هذه المحطة

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

إجابة الامتحان الذاتي

جـ١ : الأهداف الرئيسية من إجراء التجارب المعملية :

١ - معرفة مدى تلوث المياه بالملوثات العضوية وغيرها .

٢ - معرفة مدى كفاءة محطات تنقية مياه الصرف الصحي .

٣ - توسيع مدارك المتدربين وتعليمهم طرق تحليل العينات .

٤ - إجراء التجارب العملية لكسب المعرفة في مجال التخصص .

جـ٢ : الاختبارات الطبيعية لمياه الصرف الصحي هي :

أ – درجة الحرارة .

ب – الرائحة .

جـ - كمية المواد الصلبة العالقة .

د – كمية المواد الذائبة .

هـ - درجة العكارة.

و – اللون .

جـ٣: الطريقة المخبرية لقياس الأوكسجين الذائب في الماء هي :

أ – القياس المباشر بواسطة جهاز قياس الأوكسجين الذائب والذي يعطي قراءة مباشرة .

خطوات العمل : توضع كمية من الماء في أنبوبة جهاز قياس الأوكسجين الذائب ، ثم يدار مفتاح التشغيل حيث يقوم الجهاز بقراءة كمية الأوكسجين وإظهار قيمتها على لوحة الجهاز .

ب – تعد طريقة فينكلر Winkler method (Lodometric Method) من أشهر الطرق المستخدمة لقياس الأوكسجين الذائب في الماء وتعتمد هذه الطريقة على تثبيت الأوكسجين الذائب في الماء بواسطة أيونات المنجنيز في الوسط القاعدي لتكون هيدروكسيد المنجنيز والذي بدوره يقوم بتحويل أيونات اليود في الوسط الحمضي إلى عنصر اليود . ويتوقف تركيز عنصر اليود المتكون على تركيز الأوكسجين الذائب في الماء ، ويمكن معايرة المتكون على تركيز الأوكسجين الذائب في الماء ، ويمكن معايرة عنصر اليود بثيوكبريتات الصوديوم ، ومن خلال ذلك يمكن حساب تركيز عنصر الأوكسجين الذائب وتوضح المعادلات الآتية ميكانيكية تفاعل فينكلر : -

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

$Mn^{+2} + O_2 \xrightarrow{\text{وسط قاعدي}} Mn(OH)3$

$Mn(OH)_3 \xrightarrow{\text{وسط حمضي}} Mn^{+3} + 3OH^-$

$Mn+3 + {}_2I^- \longrightarrow 2Mn^{+2} + I_2$

$I_2 + 2\,Na_2S_2O_3 \longrightarrow {}_2I^- + S_4O^{-2}6 + 4\,Na$

=(BOD)جـ٤ : الأوكسجين الحيوي المستهلك

الأوكسجين الذائب بداية التجربة – الأوكسجين الذائب بعد خمسة أيام)

نسبة التخفيف

الفاقد في الأوكسجين الذائب = ٩ – ٤ = ٥ أجزاء في المليون

الأوكسجين الحيوي المستهلك = ٥ ÷ ٢٪ =

= ٥ ÷ ٠,٠٢ = ٢٥٠ جزء في المليون /مليجرام / لتر

جـ٥ : المانومتر (المضغاط) هو جهاز يقوم بقياس الـ BOD في عينة مياه الصرف الصحي وتتم ميكانيكية القياس نتيجة لانخفاض ضغط الهواء داخل القارورة التي بها العينة فإن ذلك يساعد على ارتفاع الزئبق داخل الأنبوبة الزجاجية ليدل على قيمة الـ BOD مجم/لتر . ويعمل جهاز المانومتر على منع الضغط الجوي من التأثير على القراءة .

تتميز طريقة قياس الـ B.O.D المانومتر بمايلي :

١ - سهولة خطوات إعداد العينة .

٢ - عدم الحاجة إلى المعايرة والتخفيف .

٣ - إبقاء العينة في ظروف طبيعية – تقليب مستمر ودرجة حرارة ثابتة .

٤ - إمكانية القراءة المباشرة لقيمة الـ B.O.D المستهلك في أي وقت .

٥ - التخلص من ثاني أوكسيد الكربون بصورة مباشرة .

٦ - يمكن امتداد التجربة لأكثر من خمسة أيام .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ج٦ : كفاءة المعالجة في هذه المحطة :

$$E = \frac{BOD_B - BOD_A}{BOD_B} \times 100$$

حيث E= كفاءة المعالجة

BOD_B ـ مستوى الأوكسجين الحيوي قبل المعالجة

BOD_A ـ مستوى الأوكسجين الحيوي بعد المعالجة

كفاءة المحطة = $\frac{\text{٢٥٠ مجم/لتر} - \text{٢٠ مجم/لتر}}{\text{٢٥٠ مجم/لتر}} \times ١٠٠$

$= \frac{\text{٢٣٠ مجم/لتر}}{\text{٢٥٠ مجم/لتر}} \times ١٠٠ = ٩٢٪$

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

المراجـــــــع

١ - عبد الماجد ، هجو محمد ، مخلفات الصرف الصحي الخواص والمعالجة وإعادة الاستخدام ، جامعة الملك سعود ، ١٤٢٢هـ .

الفهـــرس

	الصفحة
تمهيد	١
الوحدة الأولى التجارب العمليه	٢
الغرض من إجراء الإختبارات العملية على عينات مياه الصرف الصحي	٣
الدرس العملي الأول	
قياس المواد الصلبة العالقة في المياه	٣
الدرس العملي الثاني	
قياس المواد الصلبة الذائبة في المياه	٣
الدرس العملي الثالث	
الكشف عن الأمونيا في المياه	٤
الدرس العملي الرابع	
طرق قياس الأوكسجين الذائب	٥
أ - القياس المباشر	٥
ب - طريقة المعايرة	٥
الدرس العملي الخامس	
قياس متطلبات الأوكسجين الحيوكيمائي B.O.D	٦
الدرس العملي السادس	
قياس ال B.O.D بواسطة جهاز المانوميتر	٨
الدرس العملي السابع	
قياس الأوكسجين الكيميائي ال C.O.D	١٠
الدرس العملي الثامن	
الكشف عن مجموعة القولون	١١
الاختبار الافتراضي	١١
الدرس العملي التاسع	
الكشف عن مجموعة القولون	١١

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

	الصفحة
الاختبار التقليدي	١١
الاختبار النهائي	١٢
الامتحان الذاتي	١٥
إجابة الامتحان الذاتي	١٦
المراجع	١٧