



برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس تشغيل مياه

القيام بالتجارب العملية الاساسية - الدرجة الثانية



الفهرس

..... ٢	التجارب الفيزيكية Physical measurements
..... ٢	١. العكارة Turbidity
..... ٢	٢. الأس الهيدروجيني pH
..... ٤	المحاليل المنظمة Buffer solution
..... ٥	٣. التوصيل الكهربى Conductivity
..... ٦	٤. درجة الحرارة Temperature
..... ٧	٥. الأملاح الكلية الذائبة Total dissolved solids TDS
..... ٨	التحاليل الكيميائية اليومية
..... ٨	١. الكلوريدات
..... ٨	مصادر الكلوريدات في المياه الطبيعية
..... ٨	٢. القلوية
..... ٩	التحاليل الكيميائية الأسبوعية
..... ٩	العسر Hardness

التجارب الفيزيائية Physical measurements

١. العكارة Turbidity

أسباب العكارة في المياه الطبيعية

١. جزيئات التربة.

٢. المواد العالقة مثل ذرات الرمل والأترية التي تلتصق على سطحها المواد العضوية.

٣. جزيئات الطمي التي تحتوى على مركبات السيليكا وأخرى مثل أكاسيد الحديد والألومونيوم والكربونات.

٤. الكائنات الحية مثل الطحالب وبكتريا الحديد.

هناك علاقة بين العكارة وسلامة المياه والطعم والرائحة في المياه الطبيعية غير المعالجة والمياه المرشحة المعالجة حيث

تبين أن ٥٠ % من أسباب العكارة يرجع إلى تحلل المواد العضوية التي تكون على شكل مواد غروية

هناك علاقة بين العكارة والمحتوى البكتيري في المياه حيث تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزيئات المسببة للعكارة

وبالتالي تساعد على النمو البكتيري. كما أن العكارة تحد من اكتشاف البكتريا والفيروسات بالمياه.

تقلل العكارة من فاعلية الكلور في تطهير المياه وبالتالي تحتاج المياه إلى كميات أكبر من الكلور لقتل البكتريا ومسببات

الأمراض . وقد تم اكتشاف بكتريا المجموعة القولونية في مياه تتراوح درجة العكارة بها من ٤ - ٨٤ وحدة وتحتوى على كلور

متبقي ٠,١ - ٠,٥ جزء في المليون بعد فترة التلامس لا تقل عن ٣٠ دقيقة.

وتقاس العكارة بجهاز قياس العكارة Turbid meter

ويجب ألا تزيد عكارة مياه الشرب عن - و١ بوحدة النفالوميترية (NTU).

وتعتمد فكره عمل الجهاز على إسقاط ضوء على عينة المياه فتحدث العكارة الموجودة بالعينة تشتيت للضوء الساقط ويعبر

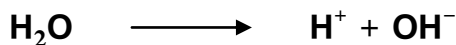
شده الضوء المشتت عن كميته العكارة الموجودة بالعينة.

٢. الأس الهيدروجيني pH

تعرف عملية التآين بأنها: "عملية تحول جزيئات مركب ما إلى أيونات". وبالنسبة إلى الماء، فإن معدل تأينه يُعدّ ضعيفاً

جداً، إذا ما قورن بمعدلات التآين في المركبات الأخرى. إلا أنه قد يحدث تحلل لبعض جزيئات الماء، إلى أيوني

الهيدروجين الموجب (H^+) والهيدروكسيل السالب (OH^-).





وقد وجد أن زيادة تركيز أيون الهيدروجين، تعني زيادة الحموضة لهذا السائل، في حين تعني الزيادة في تركيز أيون الهيدروكسيل، زيادة القلوية. وفي حالة الماء النقي، يكون عدد أيونات الهيدروجين، مساوياً لعدد أيونات الهيدروكسيل، أي أنه متعادل.

ويُقاس (تركيز أيونات الهيدروجين) في الماء، بجهاز قياس الأس الهيدروجيني (pH meter)، فالمواد المتعادلة الحموضة، مثل الماء النقي، قيمة الأس الهيدروجيني لها = 7 أما الأحماض، فإن قيمة الأس الهيدروجيني لها تراوح بين صفر و 6,9، أما المواد القاعدية (القلوية)، فإن قيمة الأس الهيدروجيني لها تراوح بين 7 و 14. ومعظم العمليات الحيوية تتم في مجال محدود من الأس الهيدروجيني، فإذا ما زادت أو قلت درجة الأس الهيدروجيني عن هذا المجال، فإن العمليات الحيوية أو الوظائف الطبيعية للجسم تختل. فعلى سبيل المثال، تبلغ قيمة الأس الهيدروجيني لدم الإنسان 7,4، وهذا يعني أن الدم قلوي ويجب الحفاظ على ثبات هذه القلوية حيث أن مجرد التغيرات الطفيفة تمثل خطورة. فإذا ارتفع تركيز أيون الهيدروجين إلى 6,95 (أي يكاد يزيد عن الحد ويقع في الجانب الحمضي يصاب الإنسان بالغيوبة ثم الوفاة وإذا انخفض تركيز أيون الهيدروجين في الدم إلى 7,7 يصاب الإنسان بتشنجات. ومع الدم الحامضي يسترخي القلب ويتوقف عن الخفقان ومع الدم شديد القلوية ينقبض القلب ويتوقف أيضا عن الخفقان.

ويجب ملاحظة أن التغيير في قيمة الأس الهيدروجيني درجة واحدة، يعني تغيير درجة الحموضة بمقدار 10 أضعاف. فالمحلول الذي له قيمة أس هيدروجيني = 3، هو حمضي 10 أضعاف المحلول الذي له قيمة أس هيدروجيني = 4 لأن درجة الحموضة أو القلوية ترتبط بعلاقة لوغاريتمية (لوغاريتم عشري) مع تركيز ايون الهيدروجين في المحلول. $\text{pH} [\text{H}^+] = - \log$

pH مياه النيل تصل إلى حوالي (7,9 - 8,2)

وتصل pH مياه الطرد آلي حوالي (6,5 - 8,5)

ويكون تعقيم المياه بالكlor أكثر فاعلية إذا كانت ال pH أقل من ٨ ولذلك تم اختيار المعدل المناسب لمعايير المياه بأن تكون ال pH ما بين ٦,٥-٨,٥ وهى تعنى أن المياه لا تحتوى على أحماض معدنية أو مواد شديدة القلوية. ويقاس pH إما بطريقه المقارنة اللونية أو باستخدام جهاز كهربي لقياس الأس الهيدروجيني مزود بألكترود خاص للقياس. الالكترود الخاص بجهاز قياس الأس الهيدروجيني عبارة عن سلك من الفضة مطلي بكلوريد الفضة ومغموس في محلول من كلوريد البوتاسيوم المشبع.

المحاليل المنظمة Buffer solution

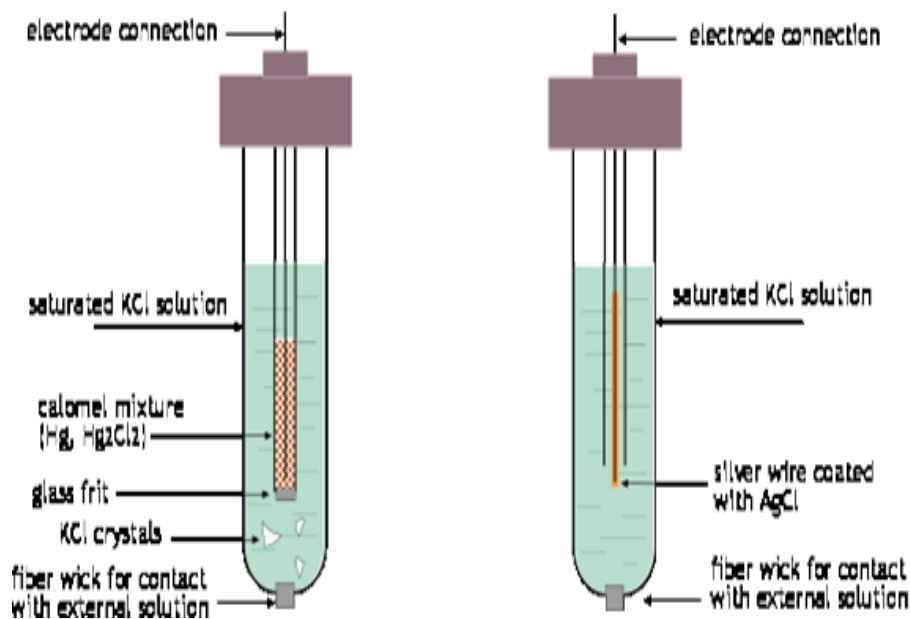
المحاليل ثابتة الأس الهيدروجيني: هي المحاليل التي تقاوم التغير المفاجئ في قيمة ال pH عند إضافة حمض أو قاعدة إليها بكميات قليلة . وتستخدم هذه المحاليل في معايرة الجهاز .

المادة	أس هيدروجيني
حمض الهيدروليك 10 م	-1.0
أحماض البطاريات الكهربائية	0.5
أحماض المعدة	1.5 – 2.0
عصير الليمون	2.4
الكولا	2.5
الخل	2.9
بيرة	4.5
مطر حمضي	<5.0
قهوة	5.0
شاي	5.5
حليب	6.5
ماء مقطر	7.0
لعاب إنسان سليم	6.5 – 7.4
دم	7.34 – 7.45

المادة	أس هيدروجيني
ماء البحر	7.7 – 8.3
صابون يد	9.0 – 10.0
أمونياك	11.5
مُبَيِّض الملابس	12.5
هيدروكسيد الصوديوم	13.5

saturated calomel electrode

silver-silver chloride electrode



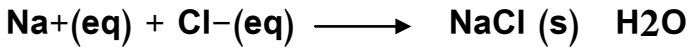
٣. التوصيل الكهربائي Conductivity

التوصيل الكهربائي هو حركة مرور الشحنات في وسط ناقل أو بمعنى آخر حركة مرور التيار الكهربائي في موصل كهربائي لأن الشحنات المتحركة تشكل التيار الكهربائي الذي يتسبب عند مروره في موصل بهبوط الجهد، ولمرور التيار في الدائرة يجب ألا تكون الدائرة مفتوحة لأن التيار لا يسير إلا في مسارات مغلقة.

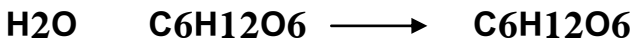
فالماء المقطر غير موصل للكهرباء عند إذابة أملاح، حوامض، أو قواعد، أو بعض المركبات العضوية التي تتحلل إلى أيونات في الماء تكون المحاليل الناتجة موصلة للكهرباء. فعلى سبيل المثال، يذوب السكر عن طريق انتشار جزيئاته بين جزيئات الماء دون التفاعل معها. وهذا الذوبان هو عكس ذوبان ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) في الماء، حيث تتم الإذابة عن طريق تأين (Ionization) كلوريد الصوديوم، إلى أيونات الكلوريد السالبة وأيونات الصوديوم الموجبة ولهذا السبب، نجد أن محلول السكر في الماء المقطر، يكون غير قابل للتوصيل الكهربائي (Electrical Conductivity) نتيجة عدم تكون

أيونات حرة من عملية الذوبان الفيزيائي للسكر، فيما يكون محلول الملح (كلوريد الصوديوم)، الذائب في الماء المقطر، موصلاً جيداً للكهرباء، نتيجة ازدياد أيونات الكلوريد وأيونات الصوديوم اللازمة لحمل إلكترونات التيار الكهربائي في الماء. وكلما ازداد تركيز هذه الأيونات، ازدادت مقدرة هذا المحلول على التوصيل الكهربائي (Electrical Conductivity).

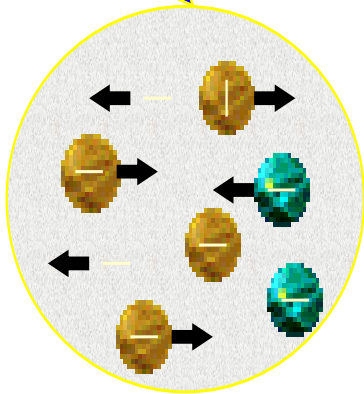
سبب توصيل محلول ملح الطعام للتيار الكهربائي هو تفكك الملح إلى أيونات موجبة (كاتيونات) وأيونات سالبة (أنيونات).



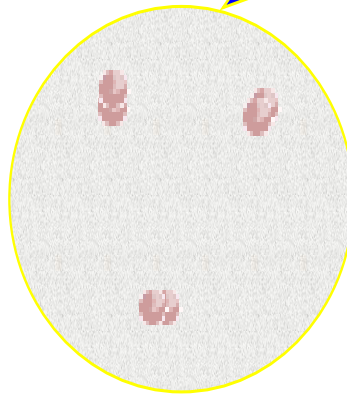
سبب عدم توصيل السكر للتيار الكهربائي لأنه يتفكك على هيئة جزيئات.



هذا الشكل يوضح توصيل ملح الطعام للتيار الكهربائي



هذا الشكل يوضح عدم توصيل السكر للتيار الكهربائي



وتزداد درجة توصيل مياه الطرد عن مياه النيل نتيجة إضافة المواد الكيميائية المستخدمة في عملية التنقية.

يقاس التوصيل الكهربائي بجهاز التوصيل الكهربائي (conductivity meter).

٤. درجة الحرارة Temperature

الحرارة هي: الطاقة الحرارية التي يحتويها جسم ما.

أما درجة الحرارة فهي: مقياس لكمية الطاقة الحرارية التي يحتويها جسم ما.

وتعتبر درجة الحرارة أحد الخواص الفيزيائية الهامة للماء وتؤثر درجة الحرارة على الهيكل البنائي الداخلي لجزيء الماء، وأي تغيير في درجة حرارة الماء ينتج عنه تغيير في خواصه، فدرجة الحرارة لها تأثير مباشر على الكثافة، وعلى تركيز الأكسجين الذائب، وعلى قدرة الماء على التوصيل الكهربائي.

كثافة الماء تكون أكبر ما يمكن عند درجة ٤ سيلزيوس وهو بذلك يشذ عن باقي المواد التي تزداد كثافتها بانخفاض درجة الحرارة. وبناء على ذلك فان جزيئات الماء عند درجة صفر - أي التجمد - تصعد إلى السطح بدلا من الهبوط إلى القاع أما جزيئات الماء عند ٤ سيلزيوس فتتهبط إلى القاع وبذلك يتجمد سطح الماء في المناطق الباردة ويبقى القاع دافئا وفي ذلك قمة الإعجاز.

وجزيئات الماء في حركة دائمة، وتعتمد الحالة التي يكون عليها الماء (غازية أو سائلة أو صلبة) على سرعة حركة هذه الجزيئات فعند انخفاض درجة الحرارة تقل حركتها ويقل التوصيل الكهربائي كما يقل ذوبان الأوكسجين في الماء وينخفض الأس الهيدروجيني للماء.

فإذا تعرض الماء للتسخين بكمية محددة من الحرارة ، فإن درجة حرارته ترتفع بمعدل أبطأ من أي مادة أخرى، ويرجع السبب في ذلك إلى أن معظم الطاقة الحرارية التي يمتصها الماء تستنفذ في إحداث تغيير في الهيكل البنائي الداخلي للماء وكبر السعة الحرارية للماء تعطيه أهمية كبيرة ، فمياه المحيطات تعمل على تنظيم درجة حرارة كوكب الأرض، نظراً لأن مياه المحيطات قادرة على تخزين كميات هائلة من الحرارة تطلقها إلى الجو حينما تستدعي الحاجة، فالمحيطات تمد الجو بكميات كبيرة من الحرارة في الشتاء، وتمتص منه قدرًا هائلا من الحرارة في الصيف، ويؤدي ذلك إلى تلطيف جو الأرض، تقليل الفوارق بين أقصى وأدنى درجات الحرارة للجو، ولولا وجود المحيطات لاشتدت حرارة النهار ، وبرودة الليل، ولأصبح الفرق شاسعًا بين درجات حرارة الليل والنهار، والشتاء والصيف.

ويُعد الماء من المواد التي لها خاصية مقاومة تغير درجة الحرارة، وتُعدّ هذه الخاصية من الخصائص المهمة، التي تمكن الكائن الحي من استمرار وظائفه الحيوية، أثناء حدوث تغييرات مفاجئة في درجة الحرارة المحيطة به، من دون حدوث خلل في هذه الوظائف.

وتقاس درجة الحرارة بالترمومتر أو تؤخذ قراءه درجة الحرارة من جهاز قياس الأس الهيدروجيني أو من جهاز التوصيل الكهربائي.

٥. الأملاح الكلية الذائبة Total dissolved solids TDS

تشمل جميع الأملاح غير العضوية وبعض المواد العضوية القابلة للذوبان في المياه وتحدد نوعية المياه بكمية المواد الصلبة الكلية الذائبة والتي تساوي مجموع كميات الايونات الموجبة (الكاتيونات) والايونات السالبة (الانيونات) مثل أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكربونات والكلوريدات والكبريتات والنترات.

ويكون للماء طعم غير مستساغ عند تركيز TDS أكثر من ١٠٠٠ ملليجرام / لتر.

وتقاس الأملاح الكلية الذائبة بجهاز التوصيل الكهربائي.

التحاليل الكيميائية اليومية

١. الكلوريدات

تنتشر على سطح الأرض في صورة كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وأكثر الكلوريدات انتشارا في الماء هو كلوريد الصوديوم (ملح الطعام).

مصادر الكلوريدات في المياه الطبيعية

١. الملح المستخدم في إذابة الثلوج الموجودة في طرق الدول ذات المناخ البارد.
 ٢. الأسمدة غير العضوية وطعام الحيوانات.
 ٣. الصرف الصناعي والزراعي.
 ٤. تسرب مياه البحر إلى المياه السطحية والجوفية في المناطق الساحلية.
 ٥. أيونات الكلوريدات إلى المياه من الصخور الرسوبية.
 ٦. تزيد الكلوريدات في المياه المعالجة بالكلور.
- ولا تسبب أعراضا مرضية أو تسمما إلا في حالات هبوط القلب.
- وتساعد على تآكل المواسير ومواد المباني وتؤثر على النباتات.
- تساعد على ذوبان المعادن ومن ثم زيادة نسبتها في المياه
- ويكون طعم الماء ملحي إذا زادت النسبة عن ٢٥٠ ملليجرام / لتر
- يتغير طعم القهوة إذا احتوت المياه على ٤٠٠ ملليجرام / لتر كلوريد صوديوم أو ٥٣٠ ملليجرام / لتر كلوريد كالسيوم.

٢. القلوية

القلوية في المياه تعني وجود الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيد OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-}

والبيكربونات عادة توجد في صورة:

بيكربونات كالسيوم، بيكربونات ماغنيسيوم، وأحيانا توجد بيكربونات صوديوم .

والقلوية تعتبر عاملا مهم في تحديد ما إذا كانت المياه ذات طبيعة آكلة $corrosive$ أو مكونة قشرة $Scale forming$ أو ذات طبيعة متزنة.

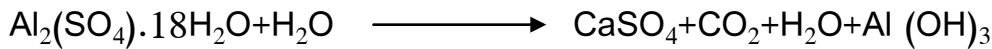
القلوية العالية في المياه غير مستحبة للاستخدام في الصناعة خوفا من تكون غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق من تكسير ايونات البيكربونات عند ارتفاع درجة الحرارة ويختلط مع الأبخرة المتكونة بالغلالات ثم يتكاثف ثاني أكسيد الكربون مع الأبخرة مكونا مياه مكثفة مختلطة بحامض الكربونيك وهذا بدوره يتسبب في خفض الأس الهيدروجيني مع إحداث تآكل في خطوط بخار الغلالات.

كما أن ارتفاع القلوية يحدث فوران يؤدي إلي حدوث تكسير في جدران الغلالات. وانخفاض القلوية بشكل قوي يؤدي إلي عدم الوقاية من التآكل.

ويعبر عن القلوية بالمليجرام / لتر (ملجم / لتر من كربونات الكالسيوم) . أما المحلول الذي درجة الأس الهيدروجيني له أقل من ٤,٥ فلا يحتوى على أية قلوية.

ووجودها في مياه النيل له فائدة عظيمة فهي تتفاعل مع الشق الحامضي للمواد الكيماوية المضافة (الكلور والشبه) فوجودها يعتبر مقياس على فاعليه الكيماويات المضافة.

Alkaline media



ولتعيين القلوية يوجد

أ. قلوية الفينول phenolphthalein alkalinity.

ب. قلوية الميثيل Methyl Orange alkalinity.

القلوية الكلية للعينة = قلوية الكربونات + قلوية البيكربونات

التحاليل الكيماوية الأسبوعية

العسر Hardness

يحتوي الماء على بعض المعادن التي تجعله عسرا مثل مركبات عنصري الكالسيوم (مصدرها من صخور الحجر الجيري Lime والحبس) والماغنسيوم (مصدرها صخور الدولوميت وهو نوع من الرخام).

والماء العسر يتطلب كميات كبيرة من الصابون لتكوين رغوة. كما أنه يشكل رواسب على جدران الأنابيب والمعدات الأخرى. وهناك عمليات عديدة لجعله ماء يسرا water softening وتضيف بعض المدن الجير (هيدروكسيد) .

المراجع

• تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ

• و مشاركة السادة :-

- مهندس / محمد غنيم شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / محمد صالح شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / يسري سعد الدين عرابي شركة مياه الشرب القاهرة
- مهندس / عبد الحكيم الباز محمود شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
- مهندس / محمد رجب الزغبى شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
- مهندس / رمضان شعبان رضوان شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
- مهندس / عبد الهادي محمد عبد القوي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
- مهندس / حسني عبده حجاب شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
- مهندسة / إنصاف عبد الرحيم محمد شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
- مهندس / محمد عبد الحليم عبد الشافي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالمنيا
- مهندس / سامي مورييس نجيب شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالغربية
- مهندس / جويدة علي سليمان شركة مياه الشرب بالأسكندرية
- مهندسة / وفاء فليبي إسحاق شركة مياه الشرب والصرف الصحي ببني سويف
- مهندس / محمد أحمد الشافعي الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
- مهندس / محمد بدوي عسل شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
- مهندس / محمد غانم الجابري شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
- مهندس / محمد نبيل محمد حسن شركة مياه الشرب بالقاهرة
- مهندس / أحمد عبد العظيم شركة مياه الشرب القاهرة
- مهندس / السيد رجب محمد شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / نصر الدين عباس شركة مياه الشرب والصرف الصحي بقنا
- مهندس / مصطفى محمد فراج الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
- مهندس / فايز بدر المعونة الألمانية (GIZ)
- مهندس / عادل أبو طالب المعونة الألمانية (GIZ)