كلية الهندسة/جامعة مصراته

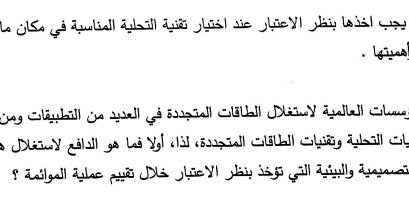
المقرر: تحلية المياه | امتحان فصلي أول | التاريخ:2026/4/21

المدرس: أ. د. جمال ياسين | الزمن : ساعة ونصف

س1) بين الصحيح من الخطأ في العبارات التالية:

1. المياه الجوفية غالبا ما تكون خالية من التلوث الحيوي (البكتيري) ولا تحتاج إلى تحليلات قبل استعمالها، وتعتمد مكوناتها على العوامل الجوية والجيولوجية مثل طبيعة التربة التي تتسرب خلالها.
2. يعتبر الماء من أشد المواد المذيبة ، وهو قادر على إذابة أي شيئ.
3. إن خواص تشتت أو انتشار الضوء خلال المياه يختلف حسب المواد العالقة ويتناسب مع نسبة تركيز هذه المواد.
4. إن الماء الذي يمتلك أس هيدروجيني PH يساوي 10 يعتبر أشد حامضيا من رقم 9 بعشر أضعاف.
5. المياه التي تحتوي على أيونات كثيرة للأملاح تكون ذات مقاومة عالية للتيار الكهربائي، وتعتبر وسيلة جيدة لمعرفة تركيز الأملاح في ا لمياه.
6. إن العسر المؤقت للمياه ينتج عن وجود أملاح كربونات الصوديوم والبوتاسيوم التي تذيبها المياه المحتوية على ثاني أكسيد الكربون.
7. تستخدم مادة الزيوليت في طريقة التبادل الأيوني لإزالة العسرة الدائمة للمياه.
8. يمكن التخلص من أملاح كبريتات الكالسيوم والماغنيسيوم بغلي الماء حيث يخرج ثاني أكسيد الكربون من الماء.

س2) الرسم التالي يبين طريقة التحلية بالتقطير المتعدد التأثير *(MED)*، بأسلوبك الخاص وضح كيف تعمل هذه الطريقة، وما هي المميزات الإيجابية والسلبية لها، وبماذا تختلف عن طريقة الوميض المتعدد المراحل *(MSF)*؟



س3) هنالك عدة عوامل يجب اخذها بنظر الاعتبار عند اختيار تقنية التحلية المناسبة في مكان ما ، تحدث عن هذه العوامل بشكل مختصر وأهميتها .

س4) تتجه كثير من المؤسسات العالمية لاستغلال الطاقات المتجددة في العديد من التطبيقات ومن ضمنها تقنيات التحلية حيث يتم الموائمة بين تقنيات التحلية وتقنيات الطاقات المتجددة، لذا، أولا فما هو الدافع لاستغلال هذه الطاقات المتجددة ؟ وثانيا ما هي المحددات التصميمية والبيئية التي تؤخذ بنظر الاعتبار خلال تقييم عملية الموائمة ؟

مع التمنيات للجميع بالتوفيق والسداد

س1) ما هي أهمية المعالجة الأولية لمياه التغذية في محطات التحلية، وما هي الخطوات التي تشملها في محطات التحلية الحرارية، ومحطات التحلية بالأغشية ؟

س2) من المشاكل التي تعاني منها محطات التحلية هي ظاهرة التآكل، ما هي أضرار هذه الظاهرة وكيف يتم معالجة هذه المشكلة؟

س3) ما هي أهمية ودور مآخذ المياه في محطات التحلية والفرق بين المآخذ المباشرة وغير المباشرة ، وبشكل مختصر عدد المآخذ غير المباشرة وتعريف كل منها ؟

س4) وحدة تحلية مفردة التأثير (Single Effect Evaporator) تنتج ماء عذب بمعدل تدفق 1 kg/s ، تعمل عند درجات الحرارة التالية:

- درجة حرارة الغليان T_b= 95 °C .
- درجة حرارة التغذية T_f= 87 °C .
- درجة حرارة مياه التبريد T_{cw}= 25 °C .
- درجة حرارة بخار التسخين T_s=105 °C .

المطلوب هو إيجاد الآتي:

1. المساحة السطحية لانتقال الحرارة في المبخر والمكثف.
2. معامل الأداء لهذه الوحدة.
3. معدل تدفق مياه التغذية والمياه المطرودة.
4. معدل مياه التبريد.

علما أن تركيز مياه البحر هو X_f=35000 ppm وتركيز المياه المطروده X_b=65000 ppm .

ملاحظة: يمكن الاستعانة بالمعادلات التالية:

C_p=4.2 KJ/Kg °C

$$Q_e = M_f C_p (T_b - T_f) + M_d \lambda_v = M_s \lambda_s$$

$$Q_c = (M_f + M_{cw}) C_p (T_f - T_{cw}) = M_d \lambda_v$$

$$PR = \frac{M_d}{M_s} = \frac{\lambda_s}{(\lambda_v + C_p(T_v - T_f)\frac{X_b}{X_b - X_f} + \frac{X_f}{X_b - X_f} C_p BPE)}$$

$$\frac{A_e}{M_d} = \frac{\left(\frac{X_b}{X_b - X_f}\right) C_p (T_b - T_f) + \lambda_v}{U_e (T_s - T_b)}$$

$$\frac{A_c}{M_d} = \frac{\lambda_d}{U_c (LMTD)_c}$$

$$(LMTD)_c = \frac{(T_f - T_{cw})}{\ln \frac{(T_d - T_{cw})}{(T_d - T_f)}}$$

$$sM_{cw} = \frac{M_{cw}}{M_d} = \frac{\lambda_v - (X_b/(X_b - X_f)) Cp (T_f - T_{cw})}{C_p (T_f - T_{cw})}$$

$$U_e = 1.9695+1.2057x10^{-2}T_b-8.5989x10^{-5}(T_b)^2+2.5651x10^{-7}(T_b)^3$$

$$U_c = 1.7194+3.2063x10^{-3}T_v+1.5971x10^{-5}(T_v)^2-1.9918x10^{-7}(T_v)^3$$

$$\lambda = 2501.897149 - 2.407064037\ T + 1.192217x10^{-3}\ T^2 - 1.5863x10^{-5}\ T^3$$

$$BPE = A\ X + B\ X^2 + C\ X^3$$

$$A = (8.325x10^{-2} + 1.883x10^{-4}\ T + 4.02x10^{-6}\ T^2)$$
$$B = (-\ 7.625x10^{-4} + 9.02x10^{-5}\ T - 5.2x10^{-7}\ T^2)$$
$$C = (1.522x10^{-4} - 3x10^{-6}\ T - 3x10^{-8}\ T^2)$$

Note : T is in °C and X is divided by 10000 to find BPE

مع التمنيات للجميع بالتوفيق والسداد

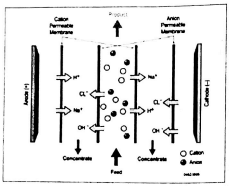
فصل الربيع 2026/2025	كلية الهندسة – جامعة مصراتة	القسم/ الميكانيكا والصناعية
الامتحان النهائي لمقرر/تحلية مياه (هـ مك 545)		الزمن/ ساعتان ونصف
التاريخ/2026/6/28		أستاذ المادة/أ.د. جمال ياسين
أسم الطالب:		رقم الطالب:.....

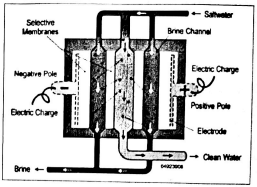
س1] ضع علامة × أو √ أمام العبارات التالية:

1. تعتمد مكونات وخواص المياه الجوفية على العوامل الجوية والجيولوجية مثل طبيعة التربة التي تتسرب خلالها.
2. إن خواص تشتت أو انتشار الضوء خلال المياه يختلف حسب المواد العالقة ويتناسب مع نسبة تركيز هذه المواد.
3. إن الماء الذي يمتلك أس هيدروجيني PH يساوي 10 يعتبر أشد حامضيا من رقم 9 بعشرة أضعاف.
4. المياه التي تحتوي على أيونات كثيرة للأملاح تكون ذات مقاومة عالية للتيار الكهربائي، وتعتبر وسيلة جيدة لمعرفة تركيز الأملاح في ا لمياه.
5. تستخدم بعض المرشحات في محطات التحلية مثل مرشح الكربون المنشط وذلك للتخلص من الكلور الزائد والروائح الغريبة بواسطة الامتصاص الكيمياوي.
6. يمكن التخلص من أملاح كبريتات الكالسيوم والماغنيسيوم في العسرة الدائمة بغلي الماء حيث يخرج ثاني أكسيد الكربون من الماء.
7. تتميز المياه المقطرة المنتجة من المحطات الحرارية بأنها خالية تماما من الأملاح وبالتالي لا تسبب أي تآكل لأنابيب النقل والمضخات المعدنية وغيرها من الأجزاء.
8. من المحددات التصميمية والبيئية للتقييم التقني لموائمة مصادر الطاقة المتجددة مع عمليات التحلية هو نسبة تركيز الأملاح في مياه التغذية.
9. البرك أو الأحواض الشمسية هي وسيلة لتخزين الطاقة الحرارية الشمسية وهي تحتوي على ثلاث طبقات رئيسية، الأولى في قاع البركة وهي طبقة الحمل الحراري، والطبقة الثانية هي المتدرجة الحرارة، والطبقة السطحية هي منطقة امتصاص الطاقة والخزن الحراري.
10. يعمل مرشح الكربون المنشط على معالجة مياه التغذية والتخلص من الكلور الزائد إلا أن مشكلته تكمن في عدم إزالته للروائح الغريبة من المياه.
11. تزداد الترسبات الصلبة مثل مركبات الكبريت والسليكا داخل الأنابيب في محطات التحلية كلما ازدادت درجة حرارة المياه.
12. للحد من التآكل في وحدات التحلية يفضل تصنيعها من مواد معدنية غير متجانسة، أي تتكون من عدة أنواع مختلفة من المعادن.

(12 درجة)

س2] تعتبر وحدة التحلية بالتحليل الكهربائي (الديلزة الكهربائية) من إحدى الطرق الغشائية، فما هي مميزات هذه الطريقة وما هي عيوبها وبماذا تختلف الطريقة المنعكسة EDR منها عن الطريقة العادية غير المنعكسة ؟





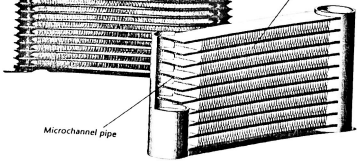
وحدة التحلية بالتحليل الكهربائي

(12 درجة)

س3] هنالك توجه عالمي لاستغلال الطاقات المتجددة على نطاق واسع، فما هي أهمية هذه الطاقات ، وما هي العوامل التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار للربط بينها وبين عمليات التحلية ، وما هي المعايير المستخدمة لتقييم طريقة التحلية مع الطاقات المتجددة ؟ وكنموذج للطاقات المتجددة هو الطاقة الشمسية لذا فما هي أهمية هذا المصدر في عمليات التحلية إن كانت حرارية أو شمسية؟

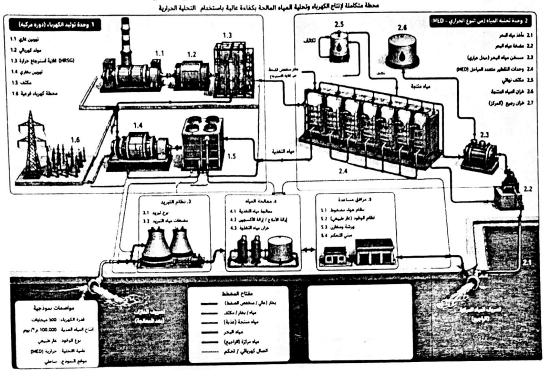
(12 درجة)

س4] من الاتجاهات الحديثة لتحسين أداء وحدات التحلية هو استخدام مبادلات حرارية مدمجة، فما هو مبدأ عمل هذه المبادلات وما هي مميزاتها وعيوبها عموما، وما هي خصائص أحد أنواعها وهو المبادلات ذات القنوات الدقيقة كالتي في الرسم التالي ؟



(12 درجة)

س5] الرسم التالي هو لمحطة مزدوجة لتوليد الكهرباء ولتحلية المياه وضح بشكل مختصر كيف تعمل هذه المحطة وما هي الفوائد التي يمكن أن نجنيها من مثل هذا النوع من المحطات ؟



(12 درجات)

***** تمنياتنا للجميع بالتوفيق*****