جامعة المنارة
كلية الهندسة المدنية
السنة الاولى

مقرر الكيمياء للمهندسين

Dr.-Ing.Nesreen Khallouf

محاضرة تعريفية

مقدمة :

ما هو علم الكيمياء

يعرف : بانه العلم الذي يبحث في بناء المادة، وفي العلاقات بين خواص المادة وبنائها، وفي تفاعل المواد بعضها مع بعض لإنتاج مواد جديدة .

مقدمة :

علم الكيمياء Chemistry

- ولهذا العلم أهمية بالغة في حياتنا المعاصرة ، لما له من الاستخدامات والتطبيقات اليومية المتعددة ، ولما له أيضا من تأثير في البيئة ،وفي حياة الإنسان على الأرض .
- فمعظم ما نشاهده في حياتنا اليومية، وما نتعامل معه ،له ارتباط بعلم الكيمياء ، وبالصناعات الكيميائية القائمة على هذا العلم .

اهداف المقرر

إحاطة الطالب ومعرفته بالمفاهيم الكيميائية الهندسية بما يخدمه كطالب هندسة مدنية وخاصة في مواضيع كيمياء المياه و خواصها و مواد البناء وتآكل المنشآت بالإضافة إلى مفاهيم الكيمياء العامة ، و يمكن تلخيص الاهداف بالتالي :

- تزويد طالب الهندسة المدنية بالمعرفة اللازمة في كيمياء المياه .
- ب-تزويد الطالب بالمعرفة حول المصطلحات والرموز الكيميائية .

محتويات المقرر

الفصل الاول: قساوة المياه

الفصل الثاني: كيمياء المياه و و خواصها

الفصل الثالث: قلوية المياه

الفصل الرابع : تحلية مياه البحر

الفصل الخامس: الكيمياء العامة

الفصل السادس: توازن كيمائي والتلوث

الفصل السابع:تآكل المنشآت البيتونية والمعدنية

محتويات المقرر

الفصل الأول : قساوة المياه

- واحدة قياس القساوة
- أنواع قساوة المياه
- تصنيف المياه حسب القساوة
- طرق إزالة قساوة المياه
- أهم مشاكل الماء العسر
- الأضرار الناتجة عن استعمال الماء العسر
- أشكال القساوة
- تحديد القساوة الكربونية

محتويات المقرر

الفصل الثاني : كيمياء المياه و و خواصها

- خواص الماء
- الخواص الفيزيائية للماء
- الخواص الكيميائية للماء
- الخواص الميكربيولوجية للماء
- أنواع المياه المستخدمة في الصناعات الغذائية

محتويات المقرر

الفصل الثالث : قلوية المياه

- قياس القلوية
- أشكال القلوية
- تحديد القلوية الكلية منسوبة لـ caco3
- استخدام الكواشف في المعايرة
- القلوية الكلية و قلوية الفينول

محتويات المقرر

الفصل الرابع : تحلية مياه البحر

- طرق تحلية المياه المالحة
- الطريقة الطبيعية للتحلية .
- تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير) .
- التحلية باستخدام طرق الأغشية.
- تحلية المياه بطريقة البلورة أو التجميد

محتويات المقرر

الفصل الخامس : الكيمياء العامة

- واحدات القياس
- المادة
- الذرات ، العناصر ، المركبات ، الخلائط
- المكافئ الغرامي
- قانون افوكادرو
- النظرية الذرية لدالتون
- الاوزان الذرية
- الصيغ الكيميائية

محتويات المقرر

الفصل السادس : التوازن الكيميائي و التلوث

- قانون فعل الكتلة و ثابت الاتزان
- ثابت الاتزان الاجمالي
- مبدأ لوشاتوليه
- العوامل المؤثرة على حالة الاتزان وفق مبدأ لوشاتوليه

محتويات المقرر

الفصل السابع : تآكل المنشآت البيتونية والمعدنية

- التاكل المعدني
- تاكل البيتون
- أنواع تاكل البيتون
- العوامل المؤثرة على تاكل البيتون
- معالجة التاكل

القسم العملي

اختبار اول	اختبار ثاني	عملي مخبر	امتحان نهائي
مسائل + نظري	مسائل + نظري	تجارب عملية	مسائل + نظري
15	15	20	50

قساوة المياه
(HARDNESS)

مقدمة

- الماء هو الركيزة الأساسية للحياة. ما يقرب من ٨٠٪ من سطح الأرض مغطاة بالماء، ولكن فقط ١٪ مياه متاحة لاستخدامات لأغراض مختلفة مثل الأعمال المنزلية والبلدية والصناعية.

- **المياه السطحية :** أنهار و الوديان و البرك والبحيرات والخزانات الخ.
- **المياه الجوفية :** الماء من الينابيع الضحلة والآبار والآبار العميقة) .ب) الماء من تدابير مناجم الفحم
- **مياه الأمطار**
- **مياه البحر**

مقدمة

- الاملاح و الشوائب الموجودة في المياه :

١ . الشوائب المنحلة : الاملاح الغير عضوية – الغازات المنحلة – الاملاح العضوية

❖ الاملاح الغير عضوية مثل :

(*i*) Cations : Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Fe^{2+}, Al^{3+} and sometimes traces of Zn^{2+} and Cu^{2+}

(*ii*) Anions : Cl^{-}, SO_4^{2-}, NO_3^{-}, HCO_3^{-}, and sometimes F^{-} and NO_3^{-}

❖ الغازات المنحلة : مثل

CO_2, O_2, N_2, oxides of N_2 and sometimes NH_3, H_2S

❖ الاملاح العضوية

مقدمة

- الاملاح و الشوائب الموجودة في المياه :

٢. الشوائب المعلقة:

- غير عضوية مثل : الرمل ، الطين ..
- عضوية : بقايا الخضراوات و الحيوانات ..

٣. الشوائب البكتيرية: مثل البكتريا و الكائنات الحية الدقيقة

واحدة قياس القساوة

meq/l : هي عدد المكافئات الغرامية على الحجم .

mg/l : هي الوزن على الحجم

$$\text{عدد المكافئات الغرامية} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن المكافئ}}$$

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الكتلة الذرية}}{\text{التكافؤ}}$$

جزء بالمليون ppm .

واحدة قياس القساوة

$$\frac{meq}{l} = \frac{mg/l}{\text{الوزن المكافئ}}$$

$$\text{mg/l} = \text{meq/l} * \text{الوزن المكافئ}$$

$$\frac{\text{الكتلة الذرية}}{\text{التكافؤ}} * meq/l = \text{mg/l}$$

$$\frac{\cancel{meq}}{l} * \frac{mg}{\cancel{meq}} = \frac{mg}{l}$$

التركيز منسوب إلى $CaCO_3$

- في كثير من الأحيان نعبر عن تركيز مادة ما منسوبة إلى كربونات الكالسيوم باعتبار أن لها وزن جزيئي ١٠٠ وخاصة عند دراسة عسر المياه وحساب شوارد Mg^{++} وCa^{++}

$$\text{E.q.v mass of CaCo3} = \frac{\text{الكتلة الذرية } g/mol}{\text{التكافؤ } eq/mol} = \frac{100\ g/mol}{2\ eq/mol} = 50g/eq = 50mg/meq$$

تركيز المادة منسوبةل CaCo3 mg/l= التركيز المكافئ للمادة meq/l* 50mg/meq

مثال: تركيز شوارد Ca^{++} =2meq/l

$$\text{Ca as CaCo3} = 2\frac{meq}{L} * 50\frac{mg}{meq} = 100mg/l \text{ as } CaCO_3$$

قساوة المياه

- تنشأ القساوة في المياه الطبيعية نتيجة التماس المباشر مع التشكلات الصخرية والغضارية داخل طبقات التربة
- وخاصة في المناطق ذات الترب السطحية السميكة الغنية بالكلس $(CaCO_3)$.
- ولذلك تقاس القساوة في أغلب المراجع بواحدة "mEq/l (ملغ مكافئ/لتر)"
- أو "mg/l (ملغ/لتر) منسوبة إلى $CaCO_3$".

أنواع قساوة المياه

❖ **القساوة المؤقتة :**

ويعود لوجود أملاح البيكربونات وسمي بالقساوة المؤقتة لسهولة التخلص منها، ويمكن إزالة قساوة الماء في هذه الحالة وتحويله إلى ماء يسر بغلي الماء أو تسخينه فينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون وتترسب كربونات الكالسيوم مكونة كطبقة بيضاء على سطح غلاية الماء.

❖ **القساوة الدائمة :**

ويعود لوجود أملاح كبريتات وكلوريدات المغنزيوم والكالسيوم ذائبة في الماء، وسمي عسراً دائماً لأن أملاح هذه الأيونات لا تترسب بعملية التسخين البسيطة، وإنما تحتاج إلى معالجات كميائية.

تصنيف المياه حسب القساوة

- مياه يسره Soft
- مياه قاسية بشكل معتدل Moderately Hard
- مياه قاسية Hard
- مياه قاسية جداً Very Hard

تصنيف المياه حسب القساوة

- و يمكن وضع التصنيف الكمي لقساوة المياه في الجدول التالي:

التصنيف	القساوة	
	mEq	$mg/l\ as$
Soft يسره	< 1	< 50
Moderately Hard قاسية بشكل معتدل	$1 - 3$	$50 - 150$
Hard قاسية	$3 - 6$	$150 - 30$
Very Hard قاسية جداً	> 6	> 300

- وهذا الجدول قائم على شوارد الكالسيوم (Ca^{+2}) والمغنزيوم (Mg^{+2}).

طرق إزالة قساوة المياه

تعني إزالة قساوة المياه هو أبعاد المعادن مثل الكالسيوم، و النحاس ، و الحديد وجعل الماء بدرجة قساوة منخفضة **و يوجد طريقتين:**

الطريقة المباشرة (الخارجية)

وهي أضافة مواد كيميائية للماء و أهم هذه المواد الصودا الكاوي او عن طريق الزيولايت او عن طريق التبادل الايوني .

الطريقة الغير مباشرة (الداخلية)

تعتمد هذه الطريقة على ترسيب الأملاح التي تسبب عسرة المياه و ذلك بواسطة أجهزة خاصة ،(تكييف الفحم و الفوسفات) تعتبر هذه الطريقة ذات اقتصادية عالية و أكثر من حيث المردود .

طرق إزالة قساوة المياه

استخدام الجير المطفأ بإزالة القساوة :

الجير المطفأ هو عبارة عن مادة هيدروكسيد الكالسيوم ($Ca(OH)_2$)وهي مادة تستخدم كثيرا في أعمال البناء .

ولقد كانت هذه المادة من اقدم الطرق التي استخدمت لإزالة قساوة الماء وخاصة إذا كانت القساوة مؤقتة ويمكن فهم آلية عمل الجير في إزالة القساوة المؤقتة من خلال التفاعلات آلاتية :

طرق إزالة قساوة المياه

استخدام الجير المطفأ بإزالة القساوة :

ازالة القساوة المؤقتة

(*i*) lime removes the temporary hardness:

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + 2CaCO_3 + 2H_2O$$

ازالة قساوة المغنزيوم

(*ii*) lime removes the permanent magnesium hardness:

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaCl_2$$

$$MgSO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaSO_4$$

ازالة قساوة الحديد و الالمنيوم

(*iii*) lime removes dissolved iron and aluminium salts:

$$FeSO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Fe(OH)_2\downarrow + CaSO_4$$

$$2Fe(OH)_2 + H_2O + O \longrightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow$$

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \longrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3CaSO_4$$

ازالة الاحماض

(*iv*) lime removes free mineral acids:

$$2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_4 + 2H_2O$$

ازالة co2 و H2S

(*v*) lime removes dissolved CO_2 and H_2S

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

$$Ca(OH)_2 + H_2S \longrightarrow CaS\downarrow + 2H_2O$$

طرق إزالة قساوة المياه

استخدام الزيولايت بإزالة القساوة :

- عند تمرير الماء العسر عبر طبقة من الحبيبات النشطة من زيوليت الصوديوم ، يحدث التبادل الأيوني بين جزيئات الماء وجزيئات الزيوليت.
- أيونات Ca^{2+} و Mg^{2+} تنجذب الى الزيوليت و إعادة تحويل أيونات الصوديوم المكافئة في وقت واحد مقابلها. و فق المعادلات التالية :

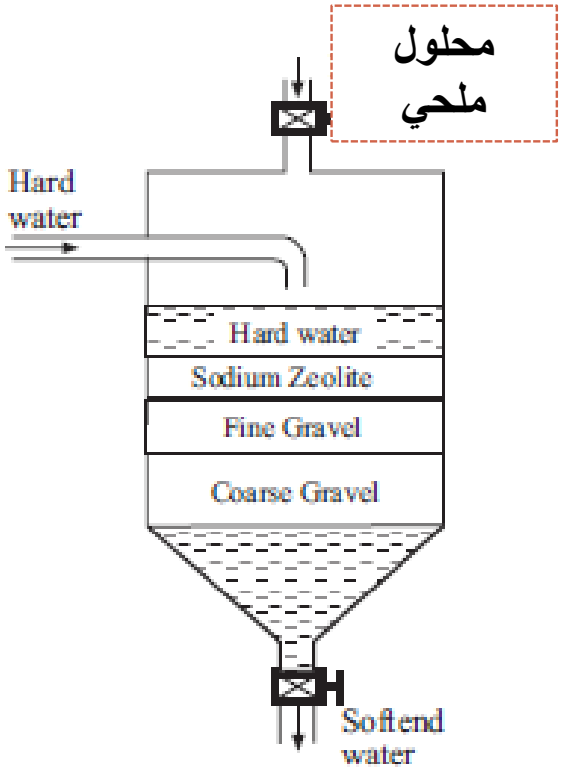

Fig. 1.6. Zeolite softener.

$$Ca(HCO_3)_2 + Na_2Z \longrightarrow CaZ + 2NaHCO_3$$
$$Mg(HCO_3)_2 + Na_2Z \longrightarrow MgZ + 2NaHCO_3$$
$$CaSO_4 + Na_2Z \longrightarrow CaZ + Na_2SO_4$$
$$MgSO_4 + Na_2Z \longrightarrow MgZ + Na_2SO_4$$
$$CaCl_2 + Na_2Z \longrightarrow CaZ + 2NaCl$$
$$MgCl_2 + Na_2Z \longrightarrow MgZ + 2NaCl$$

طرق إزالة قساوة المياه

استخدام الزيولايت بإزالة القساوة :

$$CaZ + 2NaCl \longrightarrow Na_2Z + CaCl_2$$

$$MgZ + 2NaCl \longrightarrow Na_2Z + MgCl_2$$

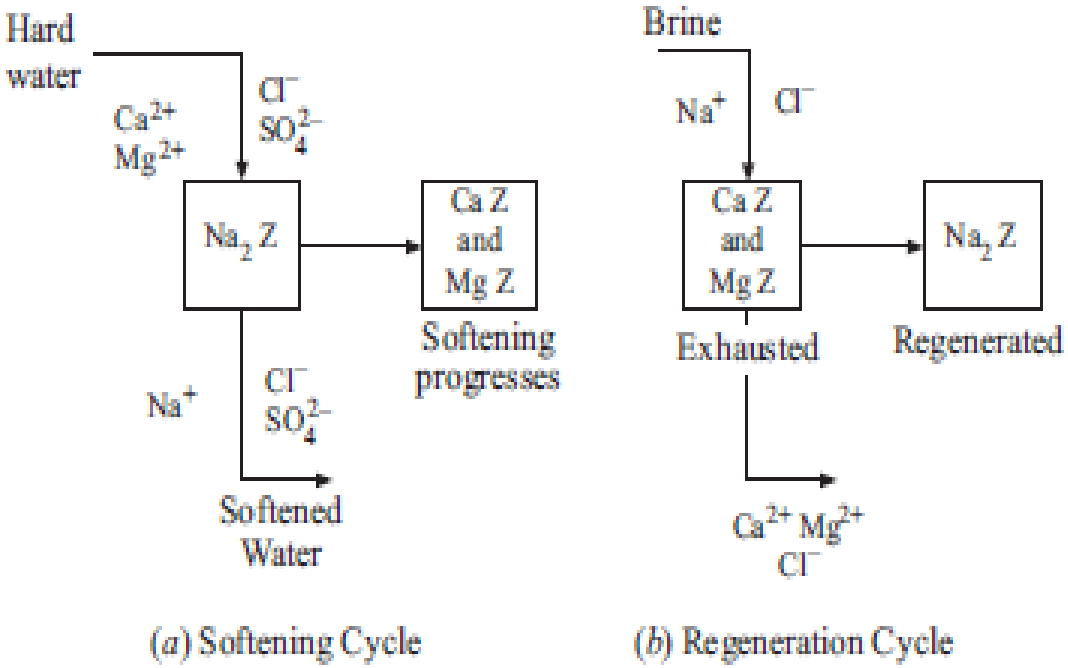

Fig. 1.7. Schemes for softening of water by Zeolite process.

طرق إزالة قساوة المياه

عملية التبادل الايوني بإزالة القساوة :

- تسمى عملية الإزالة الكاملة لجميع الأيونات الموجودة في الماء إزالة المعادن.
- يتم إزالة المعادن من الماء بواسطة راتنجات التبادل الأيوني.
- راتنجات التبادل الأيوني عبارة عن بوليمرات عضوية متشابكة طويلة السلسلة ذات بنية صغيرة يسهل اختراقها.
- المجموعات الوظيفية المرتبطة بالسلسلة البوليمرية مسؤولة عن التبادل الأيوني.
- على أساس المجموعات الوظيفية ، يتم تصنيف الراتنجات إلى

(أ) **راتنج التبادل الكاتيوني:** الراتينج المحتوي على مجموعات حمضية مثل COOH

(ب) **راتنجات تبادل الأنيون :**التي تحتوي على مجموعات وظيفية أساسية مثل الأمين ، البديل تُعرف مجموعات الأمين أو الأمونيوم الرباعية بأملاح الهيدروكسيد الخاصة بها باسم تبادل الأنيون الراتنجات.

طرق إزالة قساوة المياه

عملية التبادل الايوني بإزالة القساوة :

- تتكون وحدة التبادل الأيوني من خزانين. توضع راتنجات التبادل الكاتيوني أولاً
- يتم وضع راتنجات تبادل الأنيون في الخزان الثاني. في البداية يتم تمرير الماء العسر من خلال

راتنج التبادل الأيوني.

- يتم تبادل جميع أيونات Ca^{2+} و Mg^{2+} بواسطة أيونات H^+ من الراتنج.
- يتم بعد ذلك تمرير الماء عبر خزان مبادل الأنيون. الأنيونات مثل SO_4 ، Cl^- إلخ موجودة في المياه المتبادلة من OH^- أيونات الراتنج.
- المياه الخارجة من مبادل الأنيون تكون خالية تمامًا من الكاتيونات والأنيونات المسؤولة عن القساوة.

طرق إزالة قساوة المياه

عملية التبادل الايوني بإزالة القساوة :

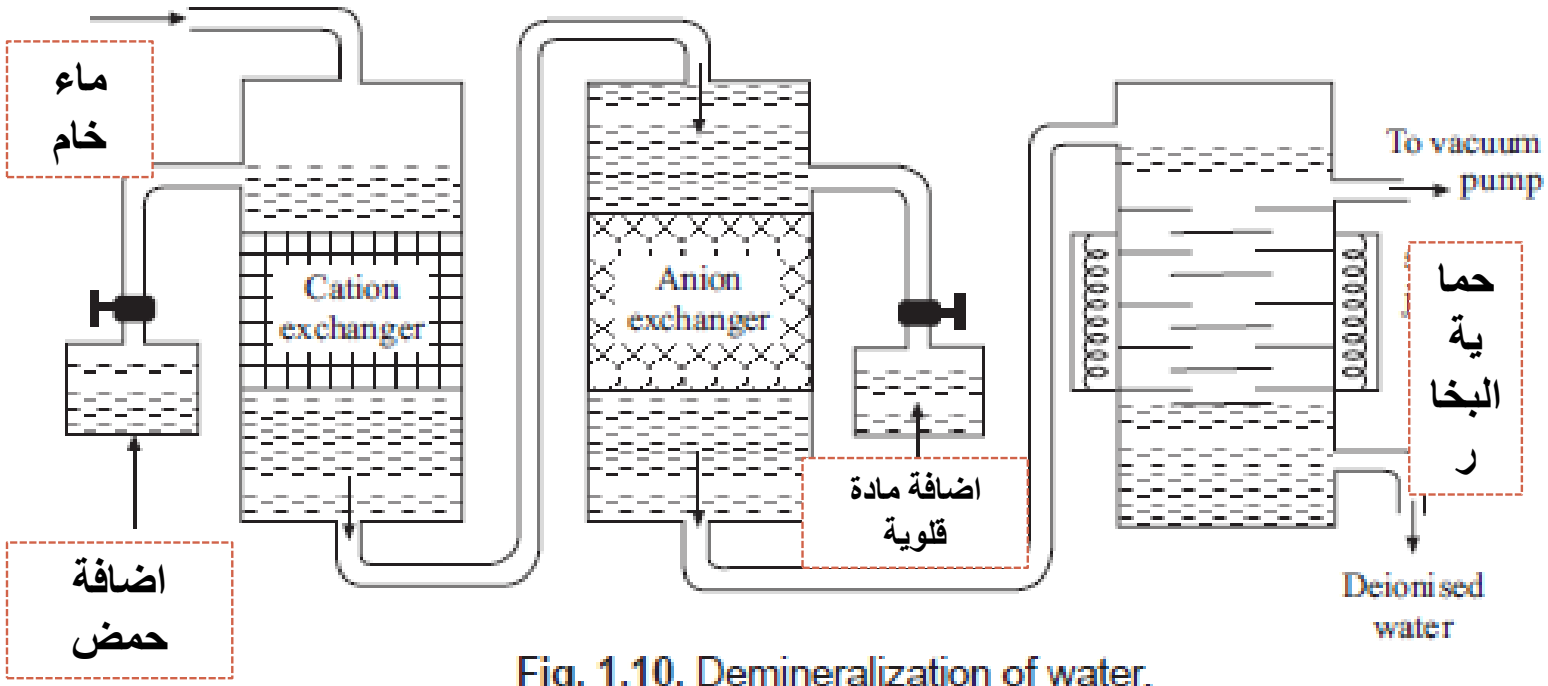

Fig. 1.10. Demineralization of water.

جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

شكراً لإصغائكم