



جامعة المنارة
كلية الهندسة المدنية
السنة الاولى

مقرر الكيمياء للمهندسين

Dr.-Ing.Nesreen Khallouf

التعادل الشاردي أو الكهربائي في المحاليل
(ELECTRONEUTRALITY)

□ مبدأ التعادل الشاردي أو الكهربائي في المحاليل يتطلب أن يكون مجموع الأيونات الموجبة (*Cations*) مساوياً لمجموع الأيونات السالبة (*Anions*) في محلول مائي:

$$\sum Cations = \sum Anions \quad (*)$$

\downarrow \downarrow

meq/l *meq/l*

أنواع الشوارد الأكثر وجوداً في المياه

كاتيونات	أنيونات
كالسيوم Ca^{+2}	بيكربونات HCO_3^-
مغنيزيوم Mg^{+2}	كبريتات SO_4^{-2}
صوديوم Na^+	كلورايد Cl^-
بوتاسيوم K^+	نترات NO_3^-

أنواع الشوارد الأكثر وجوداً في المياه

- تعبّر هذه الشوارد عن طبيعة المنطقة الموجودة فيها المياه،
- وتنشأ من احتكاك المياه مع الرسوبيات والصخور المعدنية المتنوعة، مثل:
- $Ca(HCO_3)_2$ التي تنشأ من انحلال الحجر الكلسي والرخام والحجر الطباشيري والكالسيت والدولميت.
- أما Na_2SO_4 تنشأ من الطبقات الملحية والبحيرات الملحية ومن الكهوف.

أنواع الشوارد الأكثر وجوداً في المياه

- في مجال الامداد بالمياه، المكونات الموجودة في الجدول تكون مقاسة بشكل طبيعي عندما تحاليل المياه تكون منفذة بشكل جيد،
- وفي كل الحالات يجب أن ندقق ونراجع نتائج تلك التحاليل من أجل إتمام دقة التعادل الأنيوني الكاتيوني الموضح في المعادلة (*) .
- إذا كان الفرق بين الكاتيونات والأنيونات قليل، يمكن أن نقبل تلك التحاليل الكيميائية للمياه.
- وإذا كان الفرق يتجاوز الحدود المسموحة، فإن النتائج لتلك التحاليل غير مقبولة ويجب إعادة تقييمها وإجراؤها مرة ثانية.

أنواع الشوارد الأكثر وجوداً في المياه

□ أما الحدود المسموحة لأجل المحاليل الكيميائية فيمكن أن نعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$\left| \sum \text{Cations} - \sum \text{Anions} \right| \leq \left(0.1065 + 0.0155 * \sum \text{Anions} \right)$$

أنواع الشوارد الأقل وجوداً في المياه

- تنشأ أيضاً من احتكاك الرسوبيات، والصخور المعدنية المتنوعة.
- نضيف إلى ذلك أن بعض تلك المركبات مثل الأمونيوم، والكربونات والكبريتيد تنشأ من النشاط الحيوي للبكتريا والأشنيات.

أنواع الشوارد الأقل وجوداً في المياه

كاتيونات	أنيونات
Al^{+3} الألمنيوم	بيكبريتات HSO_4^-
NH_4^+ الأمونيوم	بيكبريتيت HSO_3^-
As^{+2} الزرنيخ	كربونات CO_3^{-2}
Ba^{+2} الباريوم	فلورايد F^-
Cu^{+2} النحاس	هيدروكسيد OH^-
Fe^{+2} الحديدي	مونو-فوسفات $H_2PO_4^-$
Fe^{+3} الحديد	بي-فوسفات HPO_4^{-2}
Mn^{+2} المنغنيز	تري-فوسفات PO_4^{-3}
	كبريتيد S^{-2}
	كبريتيت SO_3^{-2}

مسألة

أجريت تحاليل على عينة مياه من قبل مخبر تحاليل تجاري، وكانت النتائج كما يلي:

Cations	التركيز (mg/l)	Anions	التركيز (mg/l)
Ca^{+2}	93.8	HCO_3^-	167.4
Mg^{+2}	28	SO_4^{-2}	134
Na^+	13.7	Cl^-	92.5
K^+	30.2		

□ حدد درجة سماحية القبول بهذه النتائج.

علماً أن الأوزان الذرية: $Ca=40$ ، و $Mg=24.3$ ، و $Na=23$ ، و $K=39.1$ ، و $H=1$ ، و $C=12$ ، و $O=16$ ، و $S=32$ ، و $Cl=35.5$.

الحل

□ نحسب مجموع تراكيز الشوارد السالبة (الأيونات)، ومجموع تراكيز الشوارد الموجبة (الكاتيونات) بوحدة mEq/l حيث:

$$\text{التركيز بـ } mg/l = \frac{\text{التركيز بـ } mEq/l}{\text{الكتلة المكافئة } mg/mEq}$$

حيث أن:

$$\text{الكتلة الجزيئية } g = \frac{\text{الكتلة المكافئة } g/Eq}{\text{التكافؤ } Eq}$$

وحيث:

$$1 g/Eq = 1 mg/mEq$$

الحل

□ نرتب النتائج في الجدولين التاليين:

Cations	التركيز (mg/l)	الكتلة الجزيئية (g)	الكتلة المكافئة (g/Eq)	التركيز
Ca^{+2}	93.8	40	20	4.69
Mg^{+2}	28	24.3	12.15	2.3
Na^{+}	13.7	23	23	0.6
K^{+}	30.2	39.1	39.1	0.77
\sum Cations				8.36

الحل

□ نرتب النتائج في الجدولين التاليين:

Anions	التركيز (mg/l)	الكتلة الجزيئية (g)	الكتلة المكافئة (g/Eq)	التركيز
HCO_3^-	167.4	61	61	2.74
SO_4^{2-}	134	96	48	2.79
Cl_3^-	92.5	35.5	35.5	2.61
\sum Anions				8.14

الحل

□ لتحديد سماحية القبول بهذه النتائج نقوم بتدقيق النتائج وفق المعادلة التي تعطي الحدود المسموحة.

$$\left| \sum Cations - \sum Anions \right| \leq \left(0.1065 + 0.0155 * \sum Anions \right)$$

$$\begin{aligned} |8.14 - 8.36| &\leq (0.1065 + 0.0155 * 8.14) \\ 0.22 &\leq 0.23 \end{aligned}$$

□ المتراجعة محققة، وبالتالي تحاليل عينة المياه مقبولة لأن الدقة كانت ضمن المتراجعة المسموح بها.

مسألة

أجريت تحاليل على عينة مياه من قبل مخبر تحاليل تجاري، وكانت النتائج كما يلي:

cation	Ca ⁺²	Na ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺
meq/l	7	0.4	1.9	1
anions	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	
g/m ³	150	110	85	

□ حدد درجة سماحية القبول بهذه النتائج.

علماً أن الأوزان الذرية: Ca=40، Mg=24.3، وNa=23، وK=39.1،
وH=1، وC=12، وO=16، وS=32، وCl=35.5.

الحل

□ نحول التراكيز التي بـ g/m^3 الى meq/l فيصبح الجدول بعد التحويل :

cation	Ca ⁺²	Na ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺
meq/l	7	0.4	1.9	1
anions	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	
meq/l	2.6	2.29	2.39	

$$\left| \sum Cations - \sum Anions \right| \leq \left(0.1065 + 0.0155 * \sum Anions \right)$$

الحل

$$\Sigma \text{Cations} = 10.3$$

$$\Sigma \text{anions} = 7.28$$

□ نطبق العلاقة السابقة يكون : $3.02 \geq 0.22$

□ الفرق يتجاوز الحدود المسموحة ، فإن النتائج لتلك التحاليل غير مقبولة
و يجب إعادة تقييمها و إجراؤها مرة ثانية



جامعة المنارة
كلية الهندسة المدنية
السنة الاولى

مقرر الكيمياء للمهندسين

Dr.-Ing.Nesreen Khallouf

التآكل

THE CORROSION

- ❑ تعد عملية التآكل، من أهم الصعوبات التي تتعرض لها الصناعة والبناء، بكافة أنواعها،
- ❑ وذلك بما تسببه من تكاليف عالية في تبديل وصيانة القطع المعدنية في الجسور وفي الأبنية والأسطح والصالات وغيرها.
- ❑ ويعتبر رفع مدة صلاحية مواد البناء من أهم المسائل التكنولوجية والاقتصادية المعاصرة في مجال البناء،
- ❑ إذ تؤدي التأثيرات الخارجية على الأبنية البيتونية أو المعدنية إلى انهيار الأسطح أو الجسور بعد تعرضها لحمولات ميكانيكية زائدة أو تعرضها لتخريب كيميائي مباشر مثل الأمطار الحامضية والرطوبة الدائمة إضافة للحرارة المرتفعة والضغط العالية.

ما هو مفهوم التآكل

يعرف : بأنه عملية تخریب المادة (معدنية أو غير معدنية) بدءاً من سطحها وحتى التخریب الكامل لها، وذلك تحت تأثير عوامل خارجية تدعى عوامل التخریب.



تقسم عوامل التخریب، حسب الأسباب المؤدية إلى التآكل:

تخریب كیمیائی:

ناتج عن تأثير المركبات الكیمیائية الفعالة من سائلة وصلبة وغازية على سطح المادة، مثل الحموض والأسس والأملاح وغيرها.

تخریب فیزیائی :

ناتج عن تأثير العوامل الفیزیائية على سطح المادة، مثل الحرارة والرطوبة والضغط المرتفعة والإجهادات الميكانيكية وغيرها.

تخریب بیولوجی:

ناتج عن تأثير الكائنات الدقيقة على سطح المادة مثل البكتريا والفطور وغيرها.

- انتشر استخدام المعادن في كثير من المجالات الصناعية، نظراً للصفات الجيدة التي تتمتع بها. ولكنه تبين تواجد عيب أساسي في استعمالها، وهو قابليتها للتآكل والصدأ.
- من المعروف، أن المعادن هي أجسام مرجعة نموذجية حيث تنتقل إلى الحالة الشاردة بصورة تلقائية، بفعل تأثير المؤكسدات، ويرافق هذه العملية تشكل مركبات جديدة على سطح المادة، مسببة في تخریبها وتآكلها. تدعى العملية ككل عملية تآكل المعادن.
- يعد تآكل المعادن، عملية كيميائية أو كهر كيميائية، تؤثر تدريجياً على السطح المعدني، نتيجة للتفاعلات التي تجري بين ذراتها والعوامل الخارجية المؤثرة عليها، مشكلة أجزاء صغيرة جداً على سطوحها، ومؤدية بذلك إلى انحلال المادة وتخریبها.

شُكْرًا لِأَصْفَائِكُمْ