جامعة المنارة
كلية الهندسة المدنية
السنة الاولى

مقرر الكيمياء للمهندسين

Dr.-Ing.Nesreen Khallouf

التعادل الشاردي أو الكهربائي في المحاليل (ELECTRONEUTRALITY)

مقدمة

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

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

$$\downarrow \qquad\qquad \downarrow$$

$$\boldsymbol{meq/l} \qquad\qquad \boldsymbol{meq/l}$$

أنواع الشوارد الأكثر وجوداً في المياه

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

نشوء 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.

الحدود المسموحة لتعادل المحاليل الكيميائية

- 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:

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

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

أنيونات	كاتيونات
بيكبريتات HSO_4^-	**الألمنيوم** Al^{+3}
بيكبريتيت HSO_3^-	**الأمونيوم** NH_4^+
كربونات CO_3^{-2}	**الزرنيخ** As^{+2}
فلورايد F^-	**الباريوم** Ba^{+2}
هيدروكسيد OH^-	**النحاس** Cu^{+2}
مونو-فوسفات $H_2PO_4^-$	**الحديدي** Fe^{+2}
بي-فوسفات HPO_4^{-2}	**الحديد** Fe^{+3}
تري-فوسفات PO_4^{-3}	**المنغنيز** Mn^{+2}
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، وMg=24.3، وNa=23، وK=39.1، وH=1، وC=12، وO=16، وS=32، و Cl=35.5.

الحل

- نحسب مجموع تراكيز الشوارد السالبة (الأنيونات)، ومجموع تراكيز الشوارد الموجبة (الكاتيونات) بواحدة mEq/l حيث:

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

حيث أن:

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

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^-	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.

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

$$|8.14 - 8.36| \leq (0.1065 + 0.0155 * 8.14)$$

$$0.22 \leq 0.23$$

- المتراجحة محققة، وبالتالي تحاليل عينة المياه مقبولة لأن الدقة كانت ضمن المتراجحة المسموح بها.

مسألة

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

cation	Ca^{+2}	Na^{+1}	Mg^{+2}	K^{+}
meq/l	7	0.4	1.9	1
anions	$HCO3^{-}$	$SO4^{-2}$	Cl^{-}	
g/m^3	150	110	85	

- حدد درجة سماحية القبول بهذه النتائج.

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

الحل

❑ نحول التراكيز التي بـ g/m3 والى meq/l فيصبح الجدول بعد التحويل :

cation	Ca^{+2}	Na^{+1}	Mg^{+2}	K^{+}
meq/l	7	0.4	1.9	1
anions	$HCO3^{-}$	$SO4^{-2}$	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

$$\sum Cations = 10.3 \qquad \sum anions = 7.28$$

- 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

كيمياء المياه

د.م . نسرين خلوف

https://manara.edu.sy/

العام الدراسي 2024-2025

مقدمة

- يتكون الماء من أجسام متناهية الصغر، تسمى \"جزيئات\".
- وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات.
- وكل جزيء، من هذه الجزيئات يتكون من أجسام أصغر، تسمى \"ذرات\" .
- ويحتوي جزئ الماء الواحد على ثلاثة ذرات مرتبطة ببعضها، ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين.

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

مقدمة

ما هو الماء

يعرف : بانه المادة الكيميائية ذات التركيب الكيميائي H2O والتي تمتلك ذرتي هيدروجين مرتبطتين بذرة أكسجين واحدة.

مقدمة

ما هو الماء في صورته النقية

- **يعرف :** سائل عديم اللون والرائحة، يستوي في ذلك الماء المالح والماء العذب.
- إلاّ أن طعم الماء يختلف في الماء العذب، عنه في الماء المالح.
- فبينما يكون الماء العذب عديم الطعم، فإن الماء المالح يكتسب طعماً مالحاً؛ نتيجة ذوبان عديد من الأملاح به.

مقدمة

- **يوجد الماء في الطبيعة بثلاثة حالات :**

✓ بخار الماء كما في الغيوم .

✓ سائل كما في الينابيع والأنهار .

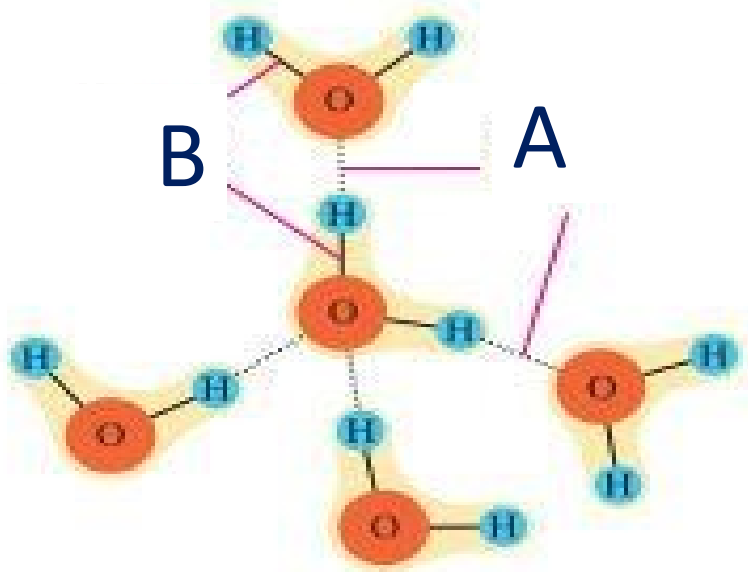
✓ صلب مثل الجليد

كيف يمكن للماء التماسك كمادة

- يرتبط الهيدروجين بالأكسجين داخل جزيء الماء، برابطة تساهمية (Covalent Bond).
- فكل ذرة هيدروجين، تحتاج إلى إلكترون إضافي في مدارها الخارجي، لتصبح ثابتة كيميائياً.
- وكل ذرة أكسجين تحتاج إلى إلكترونين إضافيين في مدارها الخارجي، لتصبح ثابتة كيميائياً.

كيف يمكن للماء التماسك كمادة

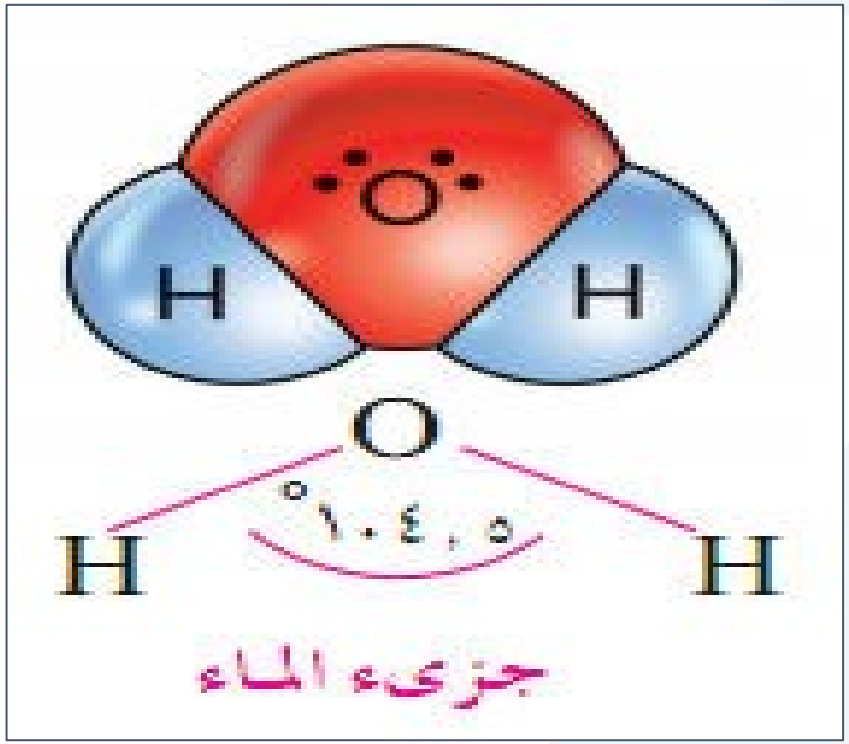
- فذرتا الهيدروجين تلتقيان مع ذرة الاكسجين في نقطتين بزاوية مقدارها ١٠٥ درجة ، في شكل هندسي غريب كما في الشكل (١)



الروابط بين الذرات والجزيئات في الماء

كيف يمكن للماء التماسك كمادة

- تتجاذب كل ذرة هيدروجين في جزئ الماء، مع ذرة أكسجين في الجزيء المجاور، بنوع من التجاذب الكهربي، يطلق عليه \"الروابط الهيدروجينية "\ (Hydrogen Bond)



كيف يمكن للماء التماسك كمادة

❖ **وتُعد الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء، مسؤولة عن الخواص الفريدة للماء، مثل:**

- ارتفاع درجة الحرارة النوعية،
- والحرارة الكامنة للانصهار،
- والتبخر.
- كما أنها مسؤولة عن صفات التوتر السطحي واللزوجة.

كيف يمكن للماء التماسك كمادة

- يعتبر الماء النقي سائل عديم الطعم واللون والرائحة عند درجة الحرارة والضغط النظاميين،
- وهو مذيب عام، من المواد التي تنحل بالماء على سبيل المثال الأملاح، السكريات، الأحماض، القلويات وبعض الغازات خاصة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وتعرف **بالمواد المحبة للماء Hydrophilic**،
- بينما المواد التي لا تمتزج جيداً بالماء مثل الزيوت والدهون **تعرف بالمواد غير المحبة للماء Hydrophobic**.

جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

شكراً لإصغائكم

https://manara.edu.sy/