أساسيات علوم الاراضي

أمل لطفى عبد اللطيف
أستاذ بقسم الاراضي

المحاضرة الثانية

مصادر الشحنات السالبة علي معادن الطين

تتلخص المصادر الأساسية للشحنة السالبة علي معادن الطين فيما يلي :

1. **الإحلال التماثلي Isomorphic substitution:**

- ينتج من إحلال ذرات ذات تكافؤ أقل محل ذرات ذات تكافؤ اعلي داخل تركيب المعدن. مما ينتج عنه ظهور شحنة سالبة علي سطح معدن الطين. وتتم موازنة الشحنة عن طريق ادمصاص الايونات من الخارج مما يكسب المعدن قدرته على التبادل.
- **تسود في مجموعة معادن طين 2 : 1 ومثال له معدن المونتموريللونيت. وتكون هي المصدر الرئيسي للشحنات عليها.**

وأمثلة على ذلك :

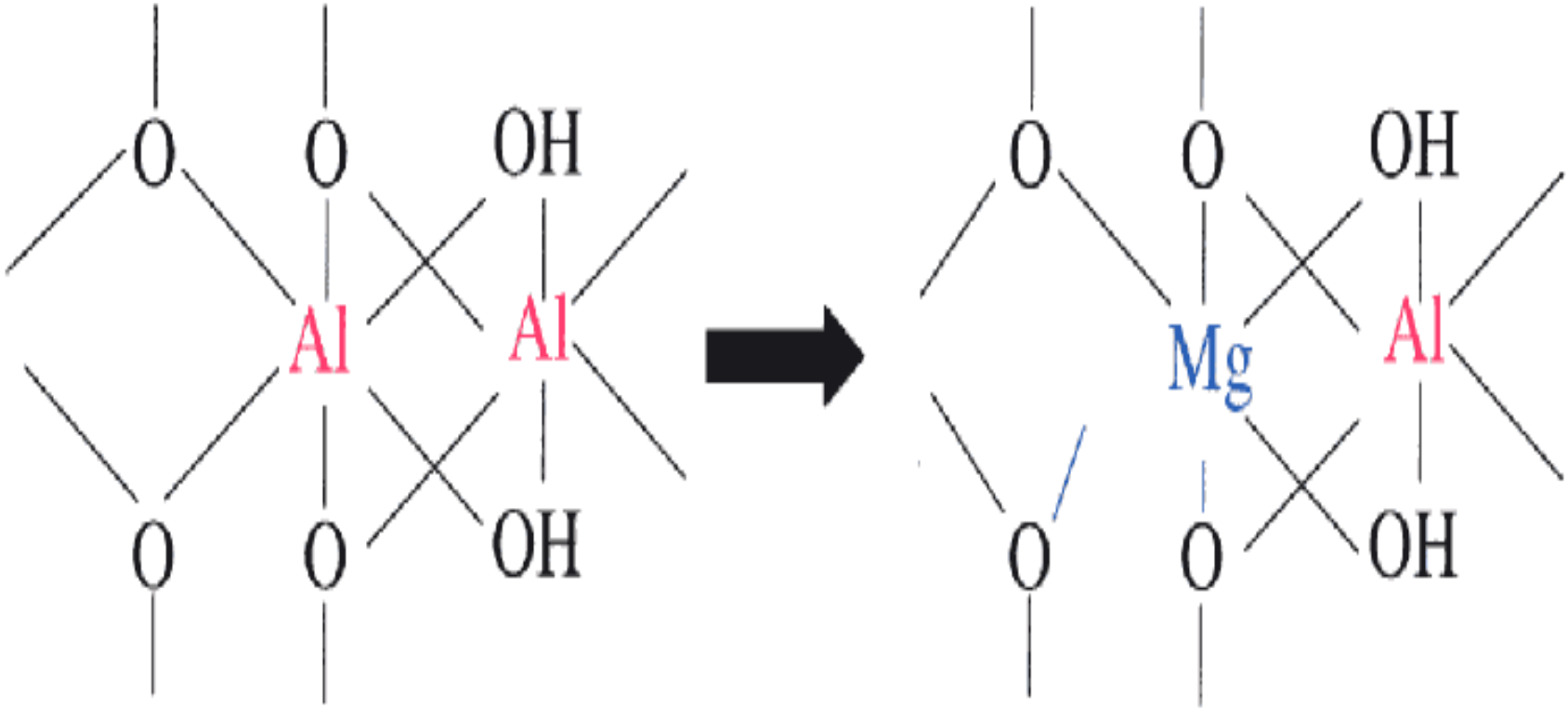
A. إحلال الحديد الثنائي التكافؤ Fe^{++} محل الالومنيوم ثلاثي التكافؤ Al^{+++} في طبقة الألومينا. ويكون موقعها بعيداً عن السطح.

B. إحلال الالومنيوم ثلاثي التكافؤ Al^{+++} محل السليكون رباعي التكافؤ Si^{++++} في طبقة التتراهيدرا. ويكون موقعها قريبا من السطح

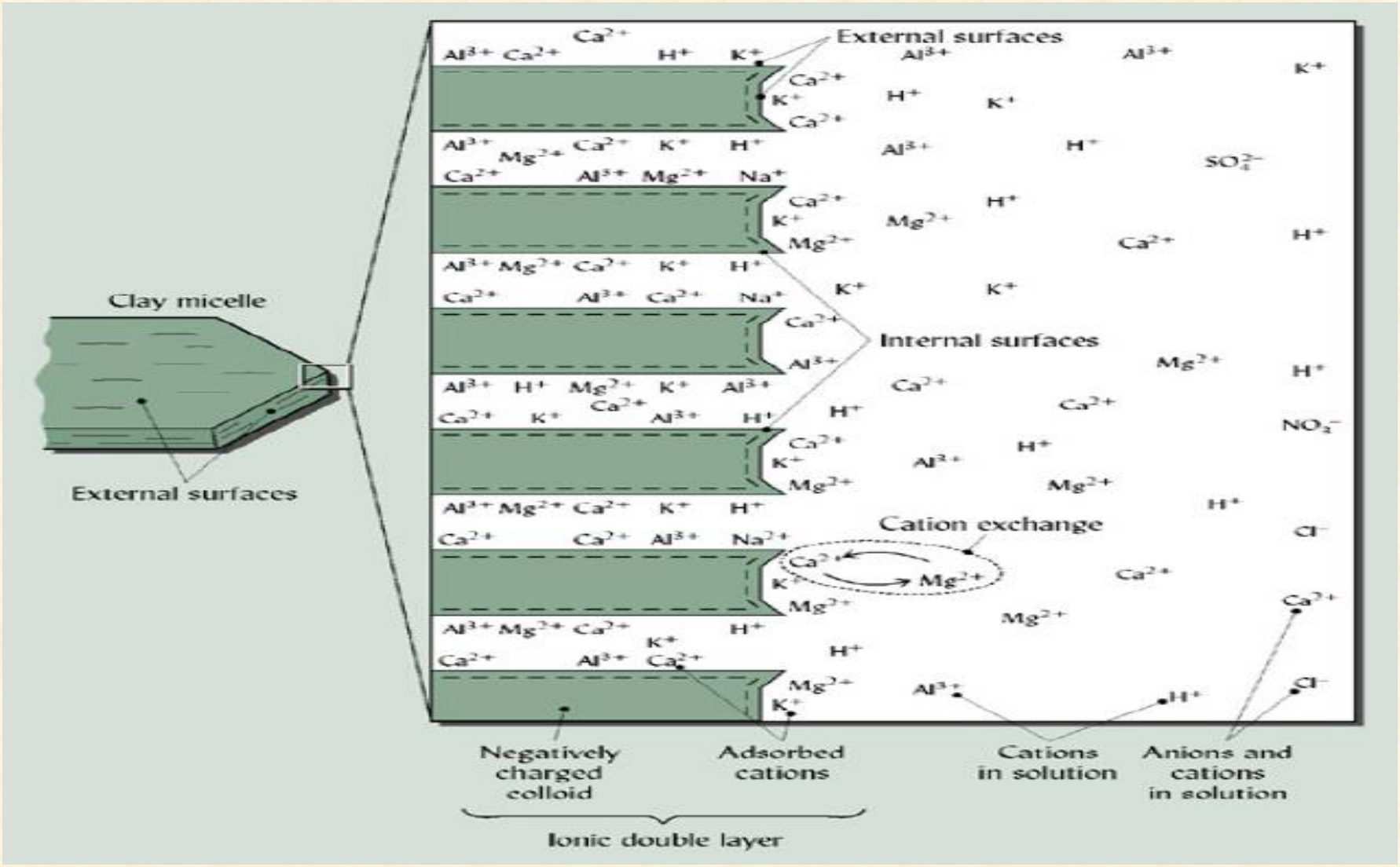
لاحظ أن: هام

- **الشحنة الناتجة تكون ثابتة (دائمة) ولا تتغير بتغير رقم ال pH للأرض**

- Due to isomorphous substitution



مثال على الإحلال التماثلي Isomorphic substitution

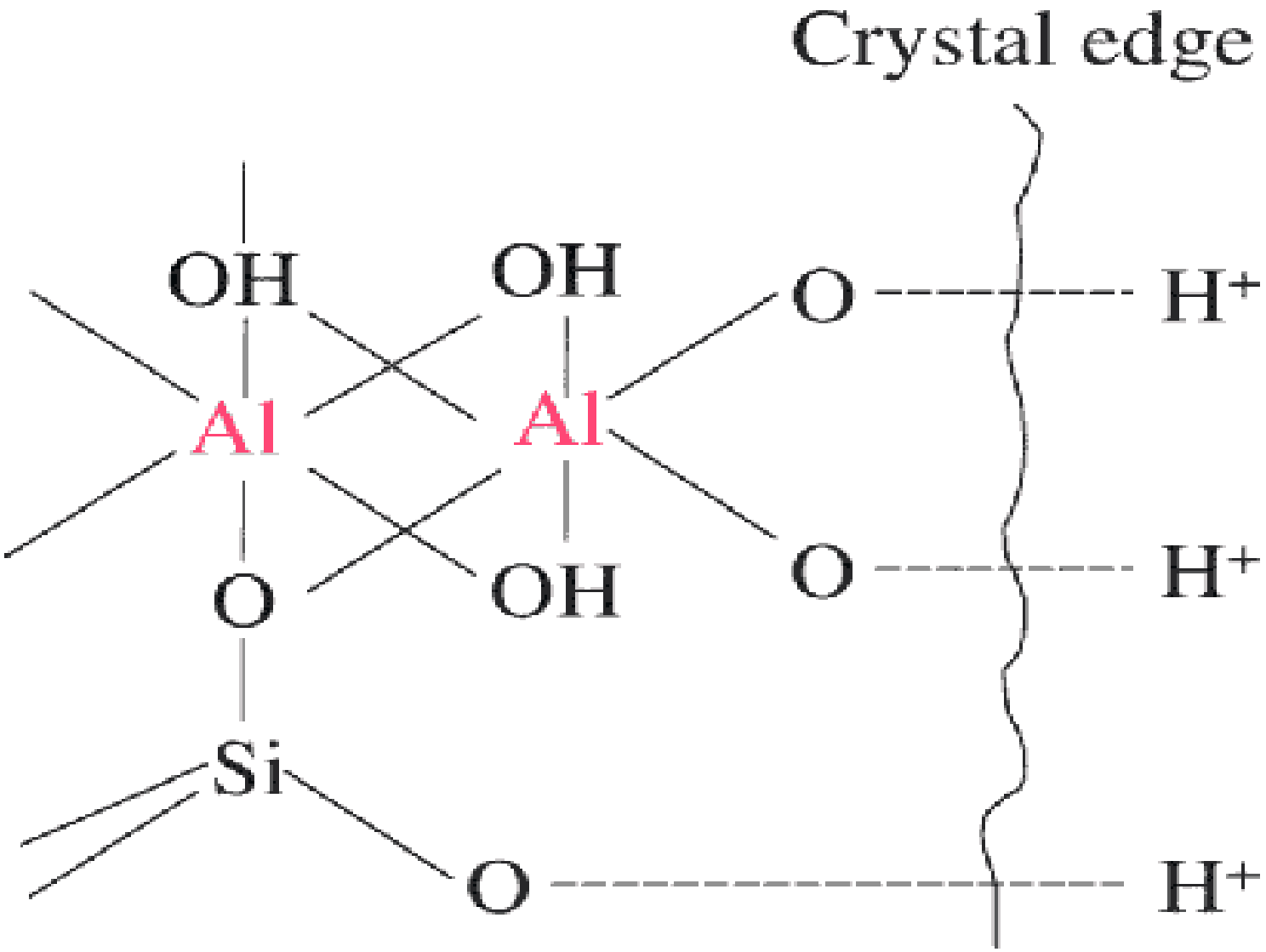


تابع: مصادر الشحنات السالبة علي معادن الطين

2. الروابط المكسورة Broken bonds

- يحدث عندما ينكسر المعدن ويتفتت إلي حبيبات صغيرة مما ينتج عنه تكشف تلك الروابط ووجودها في حالة غير مشبعة مما يستدعي ضرورة موازنتها عن طريق ادمصاص كاتيونات من الوسط الخارجي. وتميل هذه الروابط غير المشبعة إلى التواجد عند الجوانب والحواف.

- **لاحظ :هام**
- وتزداد مثل هذه الشحنة بزيادة طحن وسحق المعدن.
- تسود في معادن 1 : 1 مثل الكاؤولينيت وتكون هي المصدر الرئيسي للشحنات في تلك المعادن.
- هذه الشحنات غير ثابتة لأنها تتوقف على رقم الحموضة والقلوية للوسط pH

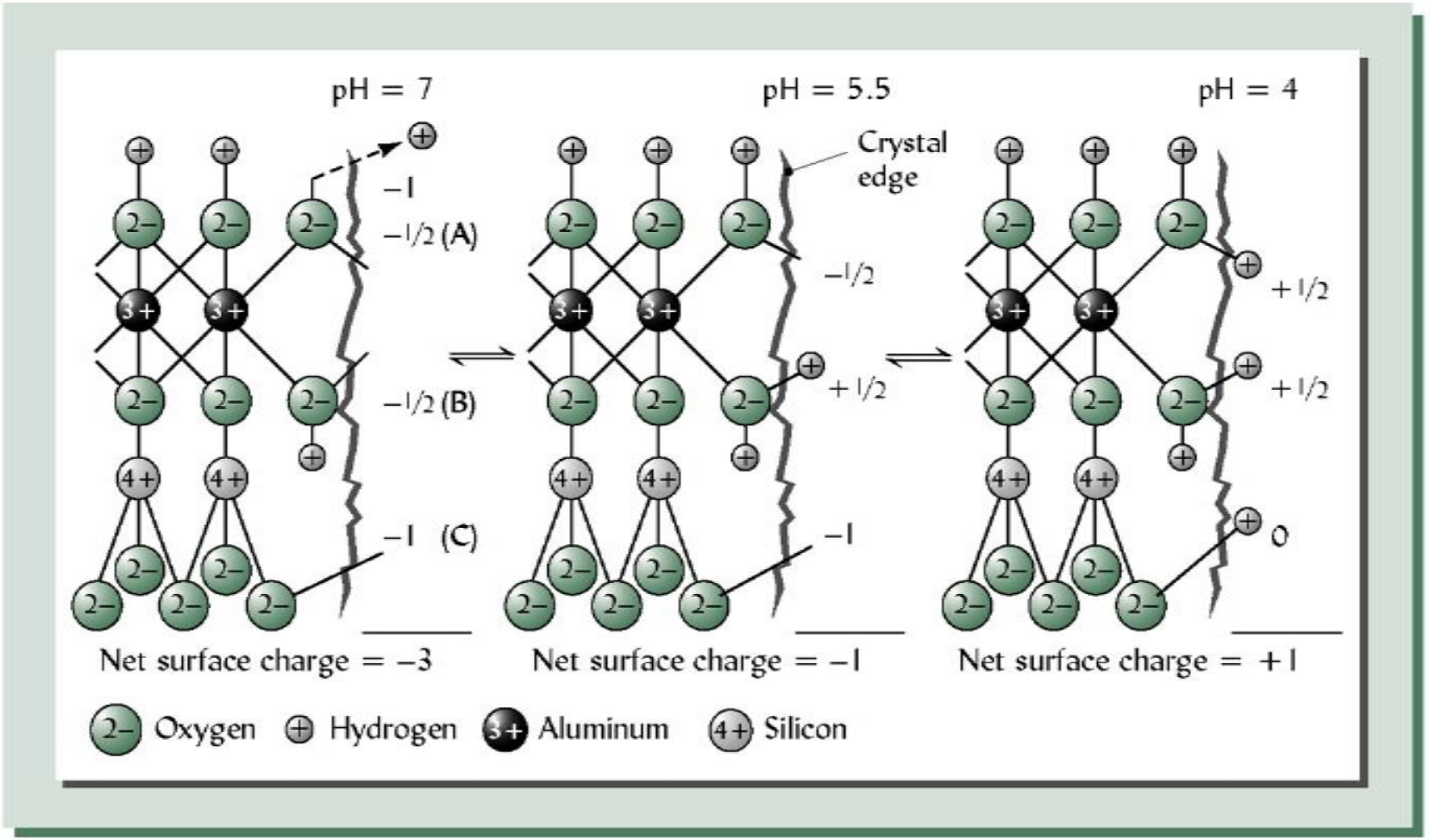

Crystal edge
OH
OH
Al
Al
O
OH
O
H+
O
H+
Si
O
H+

تابع: مصادر الشحنات السالبة علي معادن الطين

لاحظ ان :هام

1. الشحنات الناتجة في مثل هذه الحالة تعتمد علي رقم ال pH الوسط أو التربة حيث انه بارتفاع رقم الpH تزداد كمية الشحنات الناتجة عن تأين مجاميع الأيدروكسيل.
2. ويسود مثل هذا النوع من مصادر الشحنات علي معادن الطين في (معادن 1 :1) مثل معدن طين " الكاؤولينيت"

The Real Edge Effect!



نقاط هامة جدا

1. الشحنة السالبة الناتجة من تأين الهيدروجين هي " شحنة متغيرة " أي أنها غير ثابتة. حيث تعتمد علي رقم pH الوسط حيث انه كلما ارتفع رقم الpH للوسط ساعد ذلك علي زيادة تأين الهيدروجين وبالتالي زيادة الشحنة الناتجة.

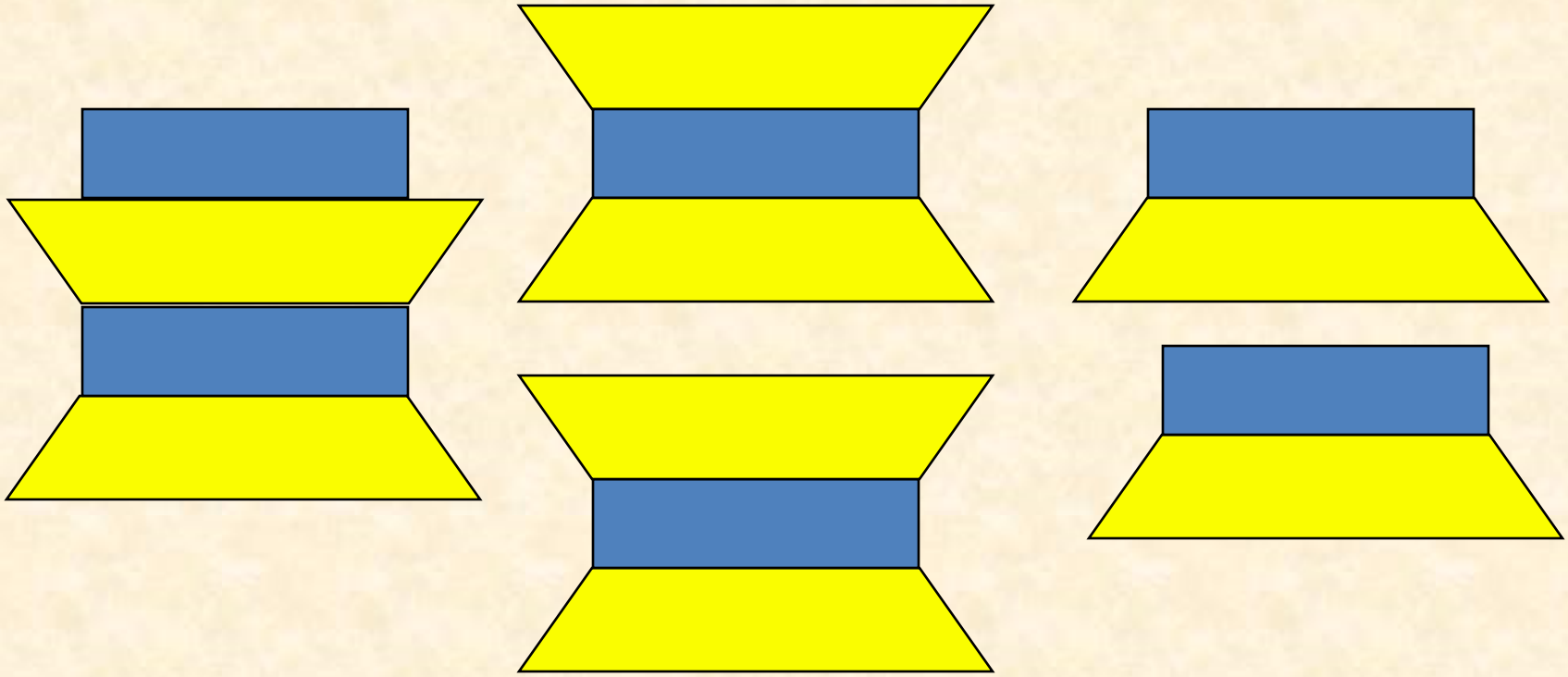
2. الشحنة الناتجة عن الإحلال التماثلي هي " شحنة ثابتة " أي أنها غير متغيرة أي لا تعتمد علي pH الوسط .

3. يعتبر الإحلال التماثلي هو مصدر الشحنة السالبة في مجموعة معادن طين (2 : 1).

4. الشحنة السالبة الموجودة في معادن طين (1:1) مصدرها الشحنة الناتجة عن الحواف المكسورة وتآين الهيدروجين.

أقسام معادن الطين الصفائحية

تقسم تبعا لطريقة ارتباط الصفائح الأساسية مع بعضها الى:



طبقة 1:1
كاؤولينيت

طبقة 1:2
مونتموريلونيت

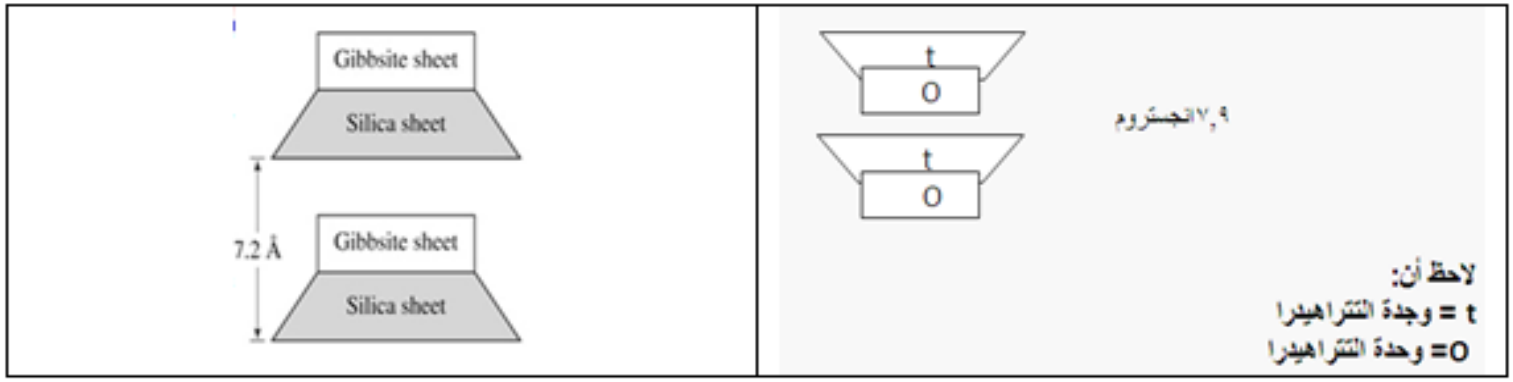
طبقة 2:2
كلوريت

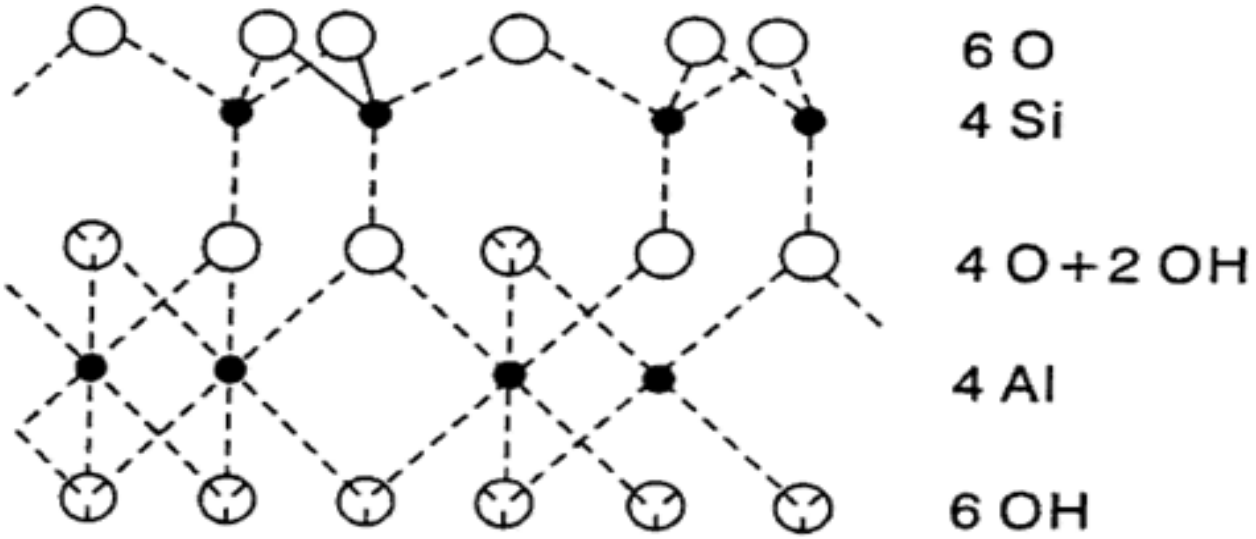
أنواع معادن الطين
Types 0f Clay menirals

تنقسم معادن الطين الى ثلاث مجموعات حسب عدد الصفائح الموجودة فى طبقة المعدن :

1. **مجموعة معادن 1:1 ومن امثلتها معدن الكاووليينيت (Kaolinite):**

- ومن أهم معادن هذه المجموعة معدن الكاؤوليينيت
- تتكون بلورة هذه المجموعة من ارتباط صفيحة التتدراهيدرا مع صفيحة الاوكتاهيدرا لذا يطلق على معادن هذه مجموعه معادن 1:1 لان المعدن يتكون من صفيحتين.



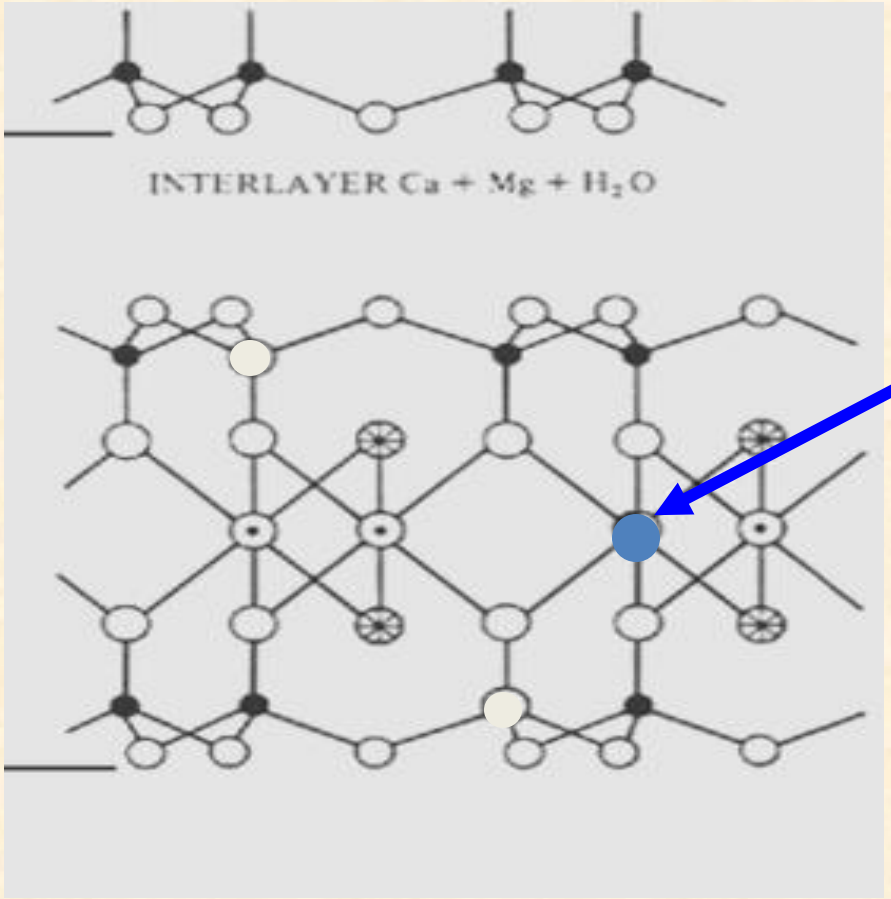


التركيب البنائي الذري لمعدن طين الكاؤولينيت وفيه ترتبط رقيقة سيليكاتتراهيدرون مع رقيقة ألومينا أوكتاهيدرون لتكون وحدة من المعدن

خواص المعدن

1. السعة التبادلية الكاتيونية للمعدن منخفضة (3-10 سنتمول (شحنة)/كجم)
2. هذا المعدن لا ينتفخ بالماء نتيجة لوجود الروابط الأيدروجينية H – OH بين الطبقات المكونة للمعدن ولهذا يستخدم هذا المعدن في صناعة الخزف حيث لا يتمدد ولا ينكمش.
3. أن مساحة الاسطح النوعية لمنخفضة
4. كما أن النشاط الكيميائي لهذا المعدن منخفض أيضا.

Source of charge for the smectites

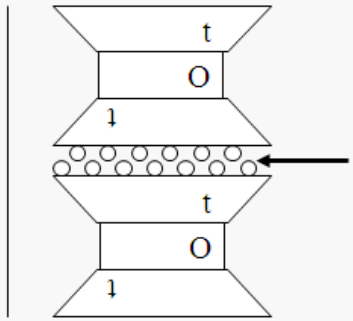


Isomorphous substitution here, in the octahedral sheet means a net NEGATIVE charge



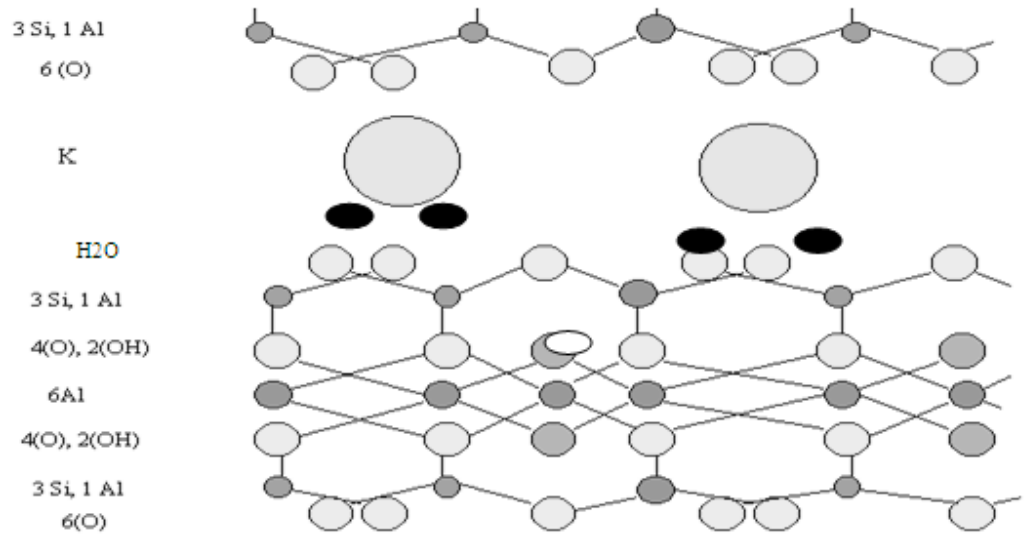
2. مجموعة معادن 2: 1
ومن امثلتها معدن طين المونتموريللونيت:

- تتكون طبقات معادن هذه المجموعة من ارتباط صفيحتين من التتراهيدرا مع صفيحة من الاوكتاهيدرا
- وتوجد صفيحة الاوكتاهيدرا بين صفيحتيى التتراهيدرا



جزيئات الماء تستطيع الدخول

١١٩ انجستروم



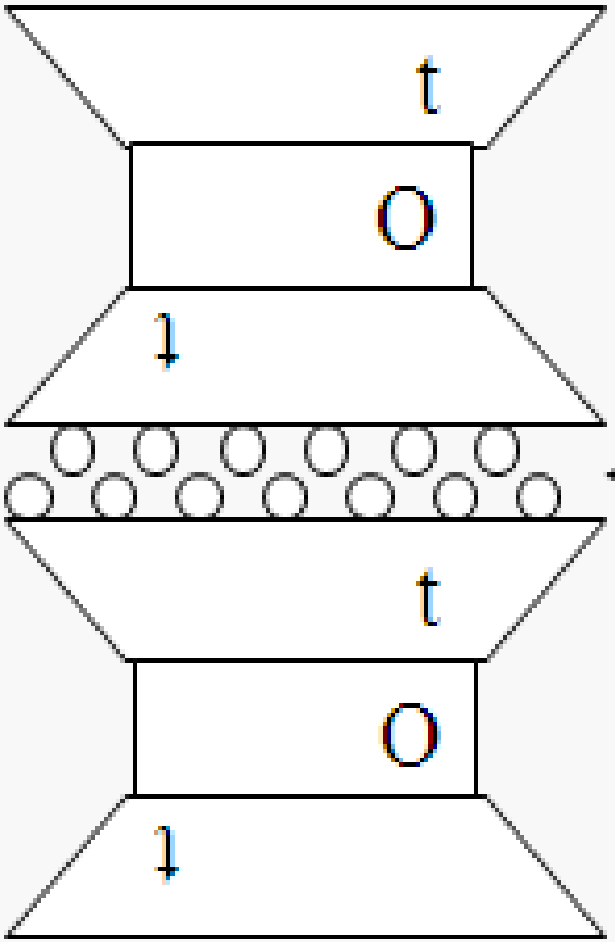
ا التركيب البنائي لمعدن طين المونتموريللونيت وفيه تحصر رقيقتان سيليكاتتراهيدرون بينهما رقيقة ألومينا أوكتاهيدرون لتكون طبقة واحدة من المعدن

خواص المعدن

1. السعة التبادلية الكاتيونية للمعدن كبيرة نتيجة لسيادة الإحلال التماثلي به وتصل إلي 80-120 سنتمول (شحنة)/كجم.
2. قابلية المعدن للإنتفاخ بالماء كبيرة لعدم وجود ارتباط طبقات المعدن مع بعضها فالروابط الموجودة بين طبقات هذا المعدن روابط ضعيفة تسمى روابط فان درفال. ومن ثم باستطاعة جزيئات الماء الدخول بين الطبقات مسببه انتفاخ وتمدد المعدن .
3. مساحة الاسطح النوعية لهذا المعدن عاليه جدا بسبب دخول الماء بين جزيئاته ومن ثم تمدده ووجود السطوح الداخلية والخارجية بعكس المعدن السابق.

ومن امثلة هذه المجموعة ايضا
معدن طين الإيليت

- يتكون من صفيحتين من السليكا وصفيحة من الألومينا بينهما
- يدخل أيون البوتاسيوم بين الطبقات ليعادل الشحنة السالبة
- تتقارب الطبقات مع بعضها ولا تتنافر
- يستقر البوتاسيوم فى الفراغات السداسية بين الطبقات ويؤدى الى عدم تمدد المعدن كما في الرسم.



جزيئات الماء

لاتستطيع الدخول بسبب:

البوتاسيوم

خواص المعدن

1. عند حدوث الإحلال التماثلي في هذا المعدن (Al محل Si أو Fe, Mg محل A1) تنشأ شحنة سالبة ولكن جزء من هذه الشحنة يعادله البوتاسيوم المثبت بين الطبقات مما يقلل من السعة التبادلية للمعدن وتكون في حدود 40-30 ملليمكافئ/100 جم.
2. وجود البوتاسيوم المثبت بين الطبقات يمنع تمدد هذه الطبقات بالماء ولذلك فهو من المعادن غير المنتفخة.

وجه المقارنة	مجموعة معادن 1 : 1 (الكاؤولينيت)	مجموعة معادن 2 : 1 (المونتموريللونيت)
التركيب	تتكون طبقات المعدن من رقيقة سليكا ورقيقة الومينا	تتكون طبقات المعدن من رقيقتين سليكا تحصران بينهما رقيقة الومينا
الشحنة السالبة	منخفضة	عالية
السعة التبادلية الكاتيونية	8-12 سنتمول (شحنة)/كجم	80-120 سنتمول (شحنة)/كجم
التمدد والانكماش	غير متمدد - غير منتفخ - لايتشقق بالجفاف	متمدد - منتفخ - يتشقق بالجفاف
مصدر الشحنة السالبة	الحواف المكسورة وتآين الهيدروجين	الاحلال التماثلي في كل من صفيحتي التتراهيدرا والاوكتاهيدرا
تاثيرها علي خصوبة التربة	أراضي ذات خصوبة منخفضة	أراضي ذات خصوبة عالية
الظروف البيئية المساعدة علي تكوين تلك المعادن	1- سيادة ظروف الحموضة وظروف الأكسدة 2- غسيل ايونات الكالسيوم واكسدة الحديدوز	1- سيادة الظروف القلوية وظروف الاختزال 2- توافر ايونات الكالسيوم- مادة اصل قاعدية

ثانيا : الاكاسيد الهيدراتية :

- هي عبارة عن اكسيد و هيدروكسيدات واوكسي هيدروكسيدات الحديد والالومنيوم والمنجنيز ويطلق عليها للتسهيل الاكاسيد الهيدراتية او الاكاسيد السداسية.
- تسود هذه الاكاسيد في المناطق التي تعرضت لتجوية شديدة خاصة في المناطق الاستوائية حيث تقوم الامطار الغزيرة بغسيل معظم نواتج التجوية ولا يتبقي في الارض سوي الاكاسيد الشحيحة الذوبان .

- هذه المعادن عبارة عن تراكيب ثمانية الأوجه يكون فيها الكاتيون المركزى هو Feأو Alأو Mnو يكون إما مرتبطاً مع عدد 6 ذرات أكسجين كما فى حالة الهيماتيت Fe_2O_3 أو مرتبطاً مع 6 مجاميع ايدروكسيل كما فى معدن الجبسيت $Al(OH)_3$، أو مرتبطاً مع كل من الأكسجين و الأيدروكسيل معاً – الاكسى هيدروكسيدات – مثل معدن الجيوثايت $FeO(OH)$.

- وأكثر أكاسيد الحديد شيوعا فى الغرويات الأرضية هو معدن الجيوثايت $FeO(OH)$، فى حين يعتبر الجبسيت $Al(OH)_3$و إلى حد ما البومايت Boehmiteهما اكثر اكاسيد الألومنيوم شيوعا ، أما البرنسيات Bernsiteوالليثوفورايت Lithophoriteفهما أكثر اكاسيد المنجنيز شيوعا فى الأراضى.

- توجد الأكاسيد الهيدراتية فى الأرض فى صورة متبلورة أو فى صورة أمورفية ، و هى تمتاز بكبر مساحة أسطحها النوعية و لكنها ذات سعة تبادلية كاتيونية منخفضة، و لزوجتها النسبية منعدمة.

➢ مصدر الشحنة علي الاكاسيد الهيدراتية :

شحنتها من النوع المتغير وتتميز الاكاسيد الهيدراتية مثلها مثل المواد الامورفية بالخاصية الامفوتيرية Amphoteric. ويقصد بها إمكانية أن يتحمل سطحها بالشحنة السالبة في الوسط القاعدي والشحنة الموجبة في الوسط الحامضي . أي أن هذه المعادن لها نقطة تعادل كهربي (نقطة شحنة صفرية) – وهي عبارة عن رقم pH معين عنده تتساوي الشحنات السالبة علي أسطحها مع الشحنات الموجبة .

1) الشحنة السالبة في الوسط القاعدي :

هذه الاكاسيد لم يحدث بها أي إحلال تماثلي وبالتالي فإن شحنتها من النوع المتغير الذي يرجع أساساً لتأين الهيدروجين المرتبط مع مجاميع السيلانول Si-OHأو الالومنيوم Al-OH أو الفيرول Fe-OH . ويرتبط تأين الهيدروجين Deprotonation وتحمل السطح بالشحنة السالبة برقم الحموضة (pH) حيث تزداد الشحنة السالبة بزيادة رقم pH (الاتجاه إلي القاعدية) وتقل بانخفاضه (الاتجاه إلي الحامضية).

2) الشحنة الموجبة في الوسط الحامضي :

عندما تشتد حموضة الوسط فإن تأين مجموعة OH يقل بشدة فتتناقص الشحنة السالبة بالتبعية , ولكن في نفس الوقت فإن أيونات الهيدروجين المتوافرة في الوسط الحامضي الشديد تبدأ في الارتباط بمجموعات OH السابقة فتتحول من OHإلي OH^{+}_{2} فيصبح السطح في هذه الحالة محملاً بشحنة موجبة نتيجة اكتساب االبرتون. وتسمي هذه العميلة بإسم Protonation (علي عكس العملية السابقة Deprotonation).

➢ أهمية الاكاسيد الهيدراتية :

1) تعلب هذه الاكاسيد دور هاماً في تحويل بعض الانيونات – خاصة أنيونات الفوسفات من الصورة الذائبة المتحركة إلي صورة غير ذائبة , كما أنها تتفاعل مع الأحماض العضوية سواء التي تضاف للأرض أو التي تتكون فيها بيولوجيا.

2) للاكاسيد الهيدراتية نشاط ملحوظ في ربط السكريات العديدة الحامضية والهيومية في تفاعلاتها مع الطين.

3) كما أنها تلعب دوراً في ثبات التجمعات الأرضية وفي التحكم في نشاط بعض الفلزات الثقيلة في الأرضي عن طريق تفاعلات الادمصاص مما يجعلها ذات أهمية في علاج الأراضي الملوثة بالفلزات الثقيلة.

➢ ثانياً : المواد المعدنية غير المتبلورة (الامورفية):

تعريفها : هي خليط من صفائح تتراهيدرا و أوكتاهيدرا غير منتظمة البناء وليس لها تركيب كيماوي ثابت ومحدد. ويمكن أن يحتوي هذا الخليط أيضاً علي أكاسيد مجواه مثل أكاسيد الحديد . ويطلق عليها لفظ allophone .

1) يحمل هذا النوع من المواد المعدنية الامورفية شحنات كهربية من النوع المتغير الناتج من تأين الهيدروجين من مجاميع السيلانول Si-OH ومجاميع الالمنيول AI-OH السطحية .

2) مساحة سطحها النوعي كبيرة وتتراوح بين 50-700 m^2/gm.

3) سعتها التبادلية الكاتيونية تتروح بين 30-50 سنتيمول (شحنة)/كجم.

لاحظ أن تتميز هذه المواد بأن لها سعة تبادلية أنيونية , أي أنها يمكن أن تحمل شحنة موجبة مما يجذب إليها أنيونات سالبة الشحنة . وهذه الخاصية لا تتوفر لمعادن الطين الثانوية.

Nutrient recycling



That’s it for this week.

Safe trip home

