

أساسيات علوم الأراضي

أمل لطفي عبد اللطيف
أستاذ بقسم الأراضي
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 علي التبادل.
- تسود في مجموعة معادن طين 2 : 1 ومثال له معدن المونتموريللونيت. وتكون هي المصدر الرئيسي للشحنات عليها.

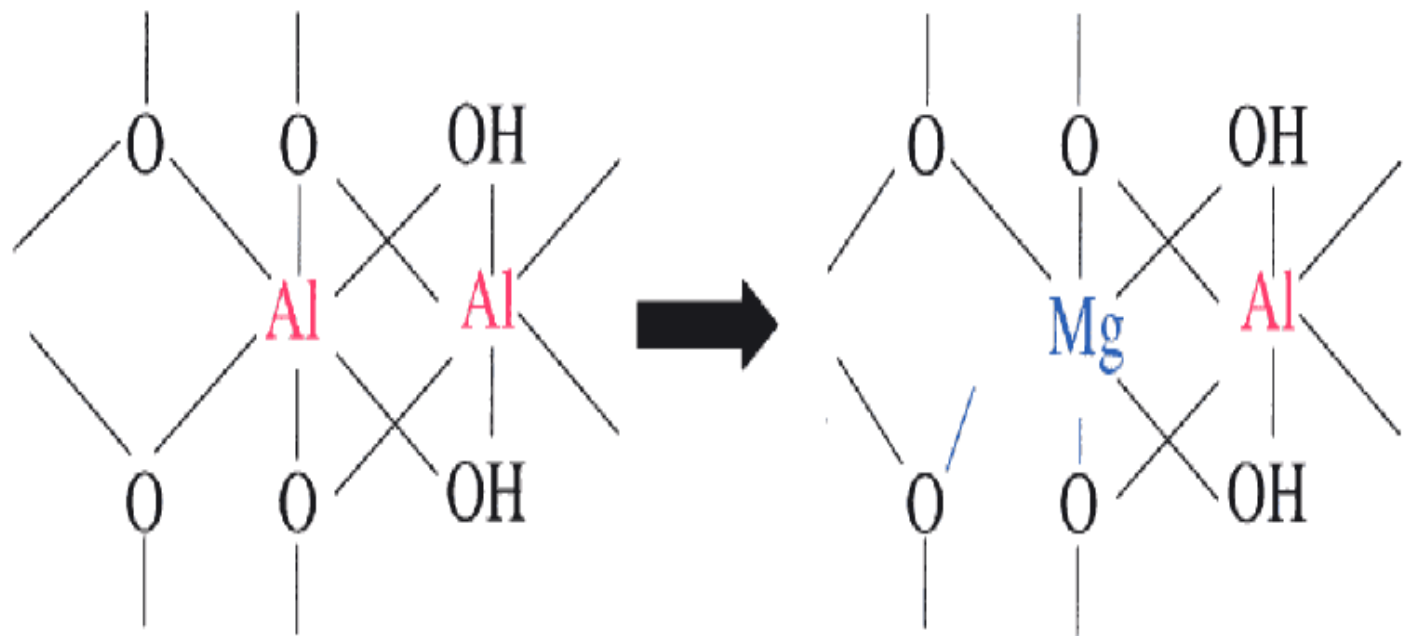
وأمثلة علي ذلك :

- 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 قريباً من السطح

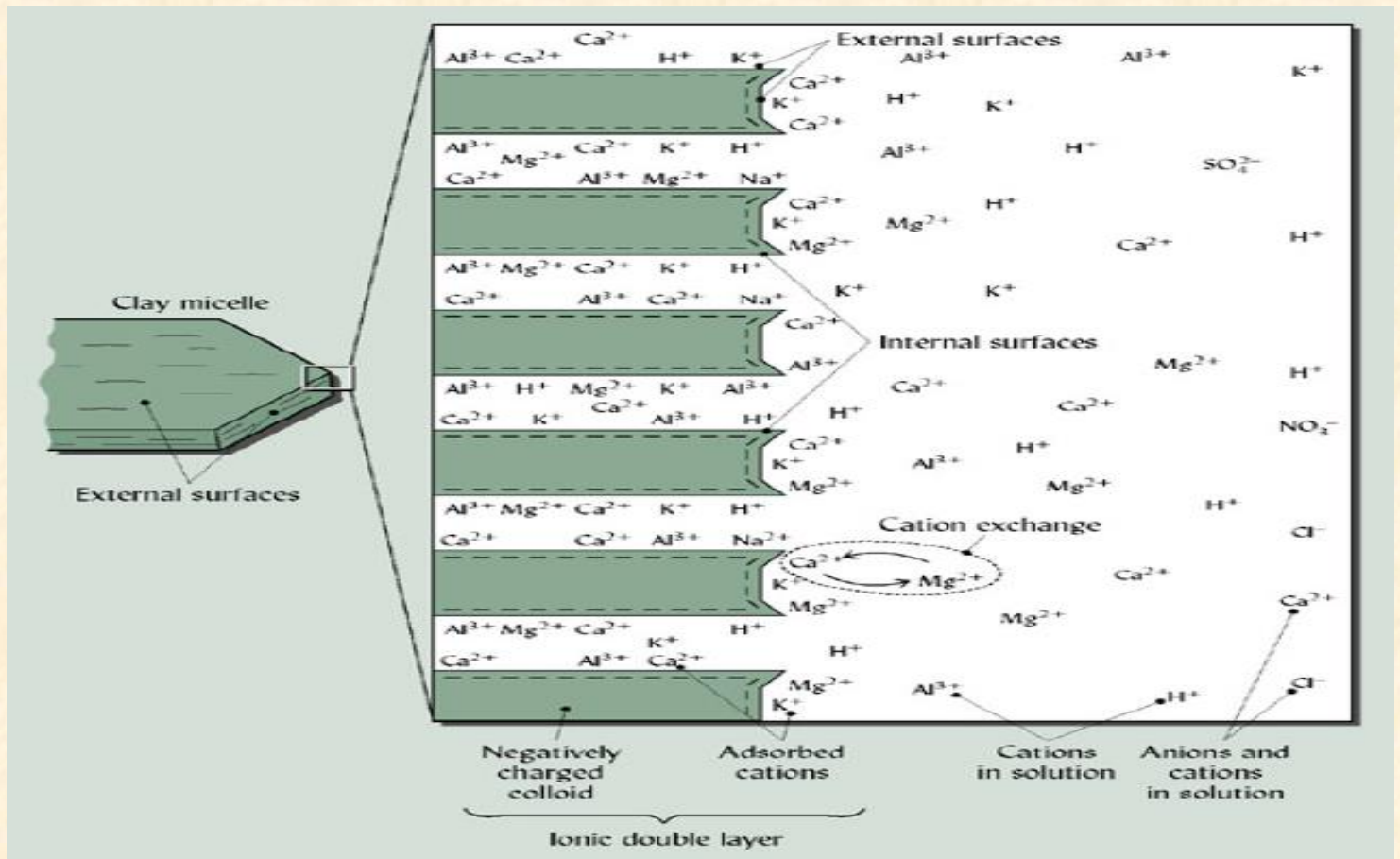
لاحظ أن: هام

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

- Due to isomorphous substitution



مثال على الإحلال التماثلي Isomorphic substitution



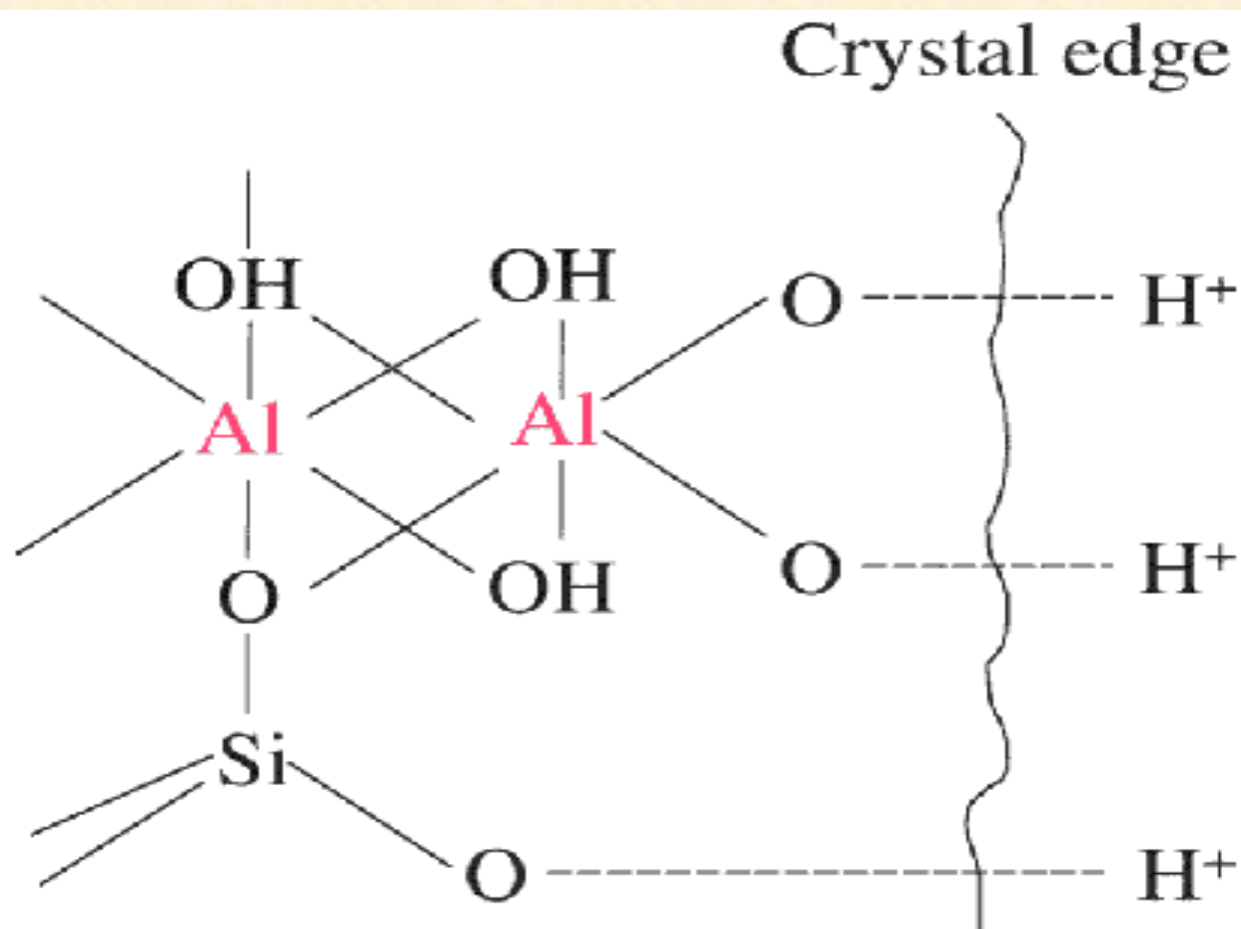
تابع: مصادر الشحنات السالبة علي معادن الطين

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

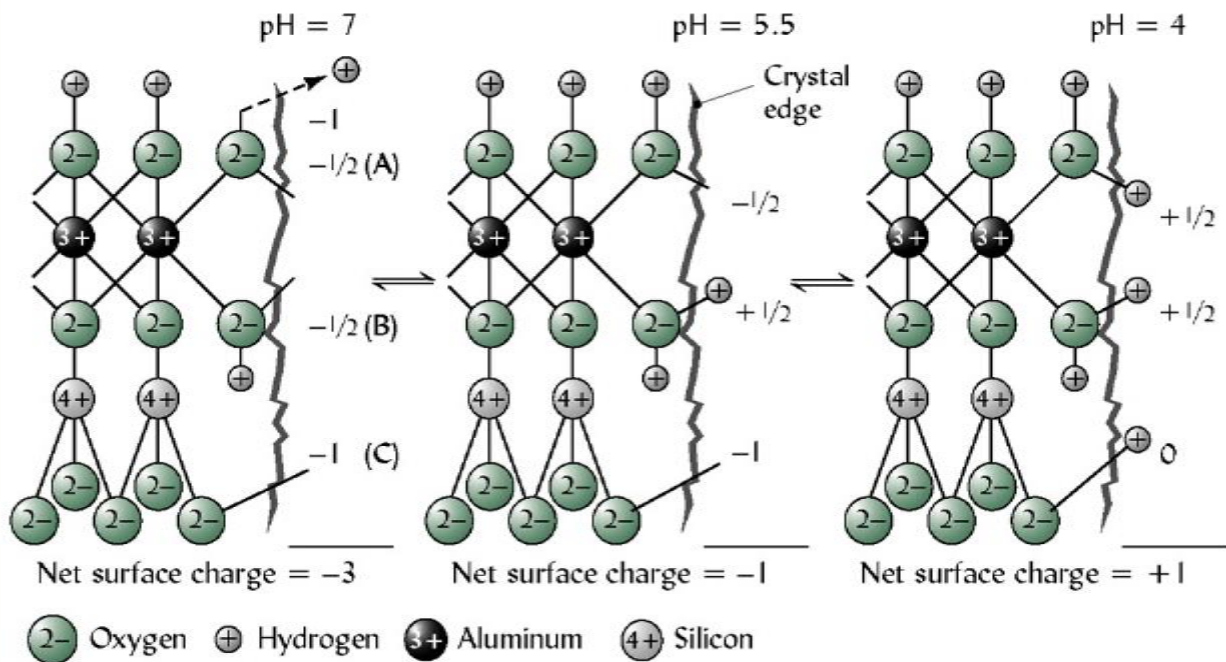


تابع: مصادر الشحنات السالبة علي معادن الطين

لاحظ ان : هام

1. الشحنات الناتجة في مثل هذه الحالة تعتمد علي رقم ال pH الوسط أو التربة حيث انه بارتفاع رقم ال pH 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!

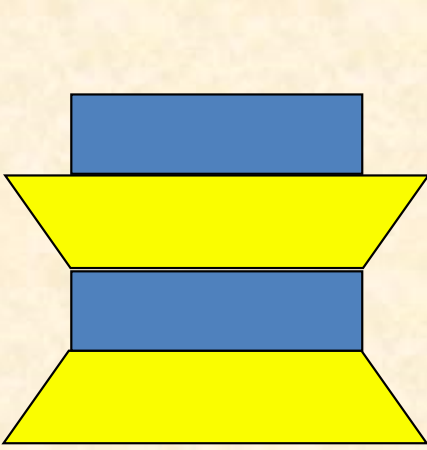


نقاط هامة جدا

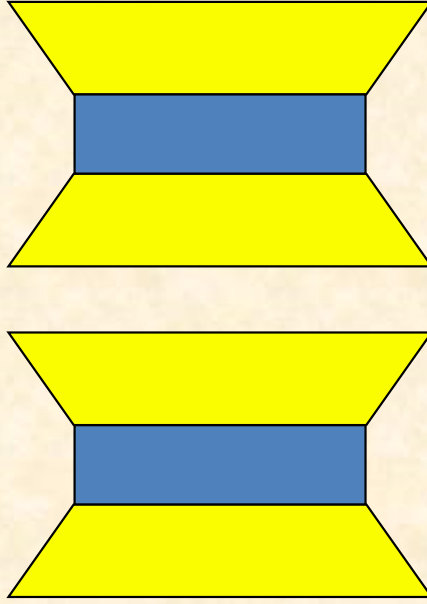
1. الشحنة السالبة الناتجة من تأين الهيدروجين هي " شحنة متغيرة " أي أنها غير ثابتة. حيث تعتمد علي رقم pH الوسط حيث انه كلما ارتفع رقم pH للوسط ساعد ذلك علي زيادة تأين الهيدروجين وبالتالي زيادة الشحنة الناتجة.
2. الشحنة الناتجة عن الإحلال التماثلي هي " شحنة ثابتة " أي أنها غير متغيرة أي لا تعتمد علي pH الوسط .
3. يعتبر الإحلال التماثلي هو مصدر الشحنة السالبة في مجموعة معادن طين (1 : 2) .
4. الشحنة السالبة الموجودة في معادن طين (1:1) مصدرها الشحنة الناتجة عن الحواف المكسورة وتآين الهيدروجين.

أقسام معادن الطين الصفائية

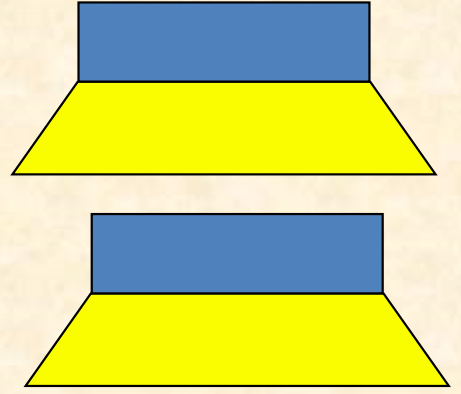
تقسم تبعاً لطريقة ارتباط الصفائح الأساسية مع بعضها إلى:



طبقة 2:2
كلوريت



طبقة 1:2
مونت موريلونيت



طبقة 1:1
كاؤولينيت

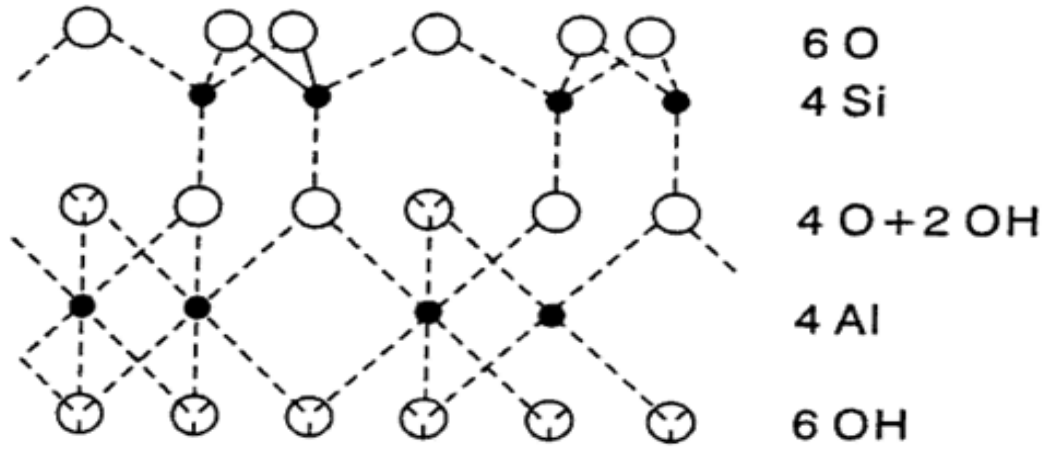
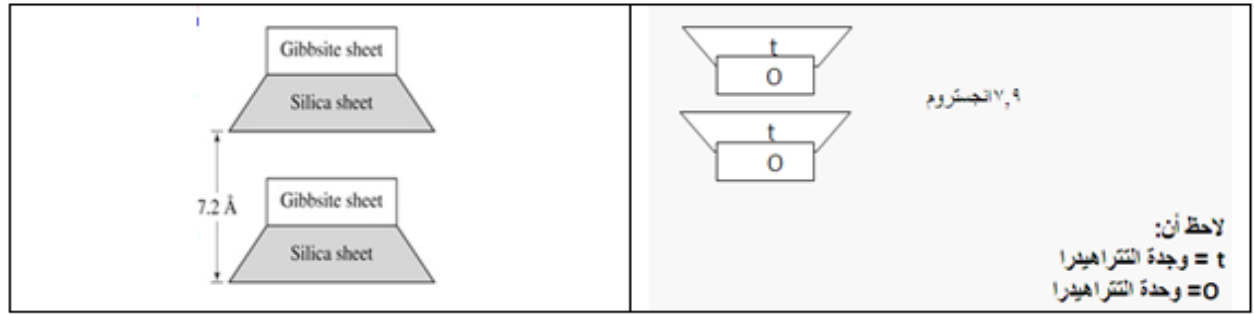
أنواع معادن الطين

Types Of Clay menirals

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

1. مجموعة معادن 1:1 ومن امثلتها معدن الكاؤولينيت (Kaolinite):

- ومن أهم معادن هذه المجموعة معدن الكاؤولينيت
- تتكون بلورة هذه المجموعة من **ارتباط** صفيحة التتدراهيديرا مع صفيحة الاوكتاهايديرا لذا يطلق على معادن هذه مجموعه معادن 1:1 لان المعدن يتكون من صفيحتين.

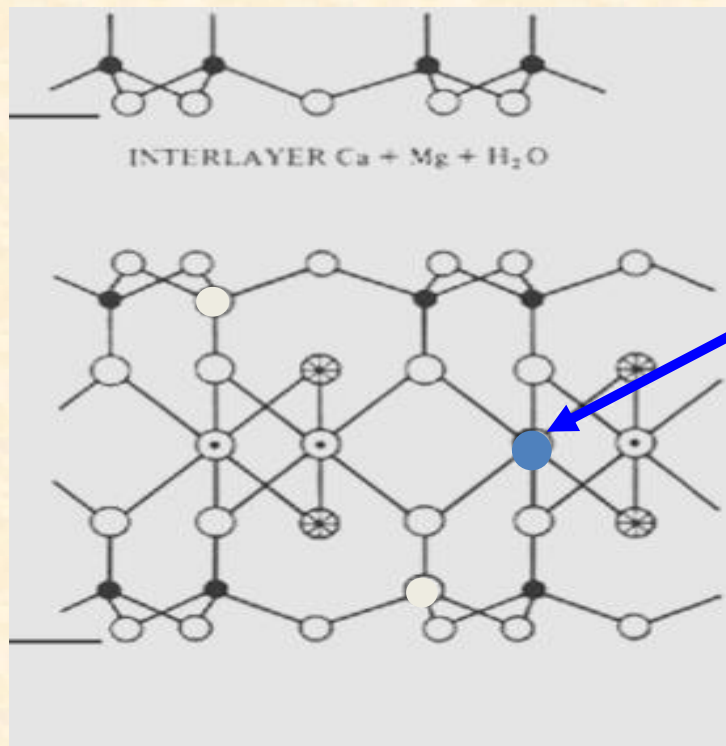


التركيب البنائي الذري لمعدن طين الكاولينيت وفيه ترتبط رقيقة سيليكاتتتراهيدرون مع رقيقة ألومينا أوكتاهيدرون لتكون وحدة من المعدن

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



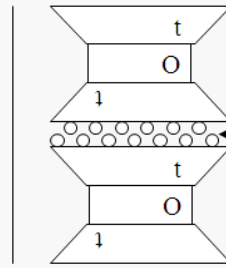
Isomorphous substitution here, in the octahedral sheet means a net **NEGATIVE** charge



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 صفيحتي التتراهيدرا

١١٩ انجستروم



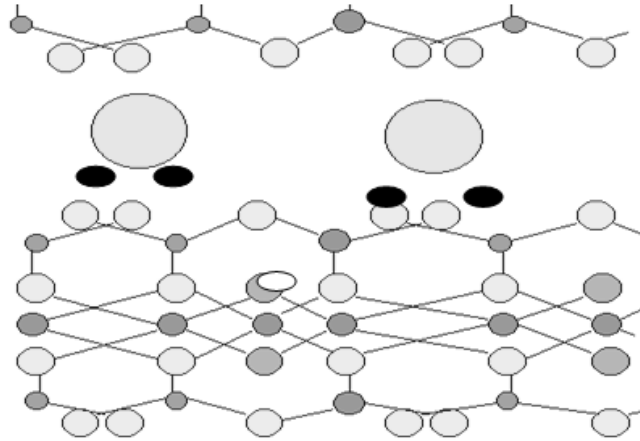
جزيئات الماء تستطيع الدخول

3 Si, 1 Al
6 (O)

K

H₂O

3 Si, 1 Al
4(O), 2(OH)
6Al
4(O), 2(OH)
3 Si, 1 Al
6(O)



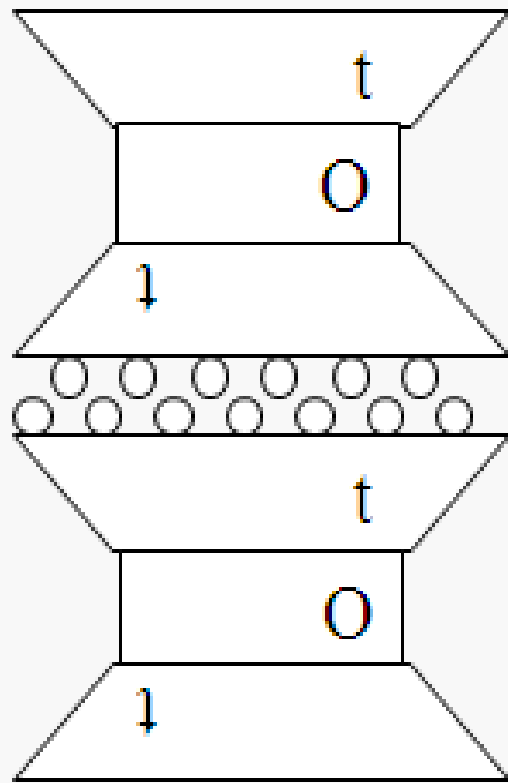
التركيب البنائي لمعدن طين المونتوريلونيت وفيه تحصر رقيقتان سيليكاتتراهيدرون بينهما رقيقة ألومينا أوكتايدرون لتكون طبقة واحدة من المعدن

خواص المعدن

1. السعة التبادلية الكاتيونية للمعدن كبيرة نتيجة لسيادة الإحلال التماثلي به وتصل إلى 80-120 سنتمول (شحنة)/كجم.
2. قابلية المعدن للانتفاخ 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 مسببة انتفاخ وتمدد المعدن .
3. مساحة الاسطح النوعية لهذا المعدن عالية 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 في الفراغات السداسية بين الطبقات ويؤدي الى عدم تمدد المعدن كما في الرسم.



جزيئات الماء
لا تستطيع 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 30-40 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 (الكاولينيت)	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 متمد - غير منتفخ - لايتشقق بالجفاف	متمد - منتفخ - يتشقق بالجفاف
مصدر الشحنة السالبة	الحواف المكسورة وتآين الهيدروجين	الاحلال التماثلي في كل من صفيحتي التتراهيدرا والاوكتاهيدرا
تأثيرها 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 وهيدروكسيدات و اوكسي 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 سوى الاكاسيد الشحيحة الذوبان .

- هذه المعادن عبارة عن تراكيب ثمانية الأوجه يكون فيها الكاتيون المركزى هو Fe أو Al أو Mn و 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 شيوعاً فى الغرويات الأرضية هو معدن الجيوثايت $FeO(OH)$ ، فى حين يعتبر الجبسيت $Al(OH)_3$ و إلى حد ما البومايت Boehmite هما اكثر اكاسيد الألومنيوم شيوعاً ، أما البرنسيات Bernsite والليثوفورايت Lithophorite فهما أكثر اكاسيد المنجنيز شيوعاً فى الأراضى.

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

➤ مصدر الشحنة علي الأكاسيد الهيدراتية :

شحنتها من النوع المتغير وتتميز الأكاسيد الهيدراتية مثلها مثل المواد الأمورفية بالخاصية الأمفوتيرية Amphoteric. ويقصد بها إمكانية أن يتحمل سطحها بالشحنة السالبة في الوسط القاعدي والشحنة الموجبة في الوسط الحامضي . أي أن هذه المعادن لها نقطة تعادل كهربائي (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-OH أو الألومنيوم Al-OH أو الفيروول Fe-OH . ويرتبط تأين الهيدروجين Deprotonation وتحمل السطح بالشحنة السالبة برقم الحموضة (pH) حيث تزداد الشحنة السالبة بزيادة رقم pH (الاتجاه إلى القاعدية) وتقل بانخفاضه (الاتجاه إلى 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 OH إلى OH_2^+ فيصبح السطح في هذه الحالة محملاً بشحنة موجبة نتيجة اكتساب البرتون. وتسمى هذه العملية بإسم Protonation (علي عكس العملية السابقة Deprotonation).

➤ أهمية الأكاسيد الهيدراتية :

(1) تلعب هذه الأكاسيد دور هاماً في تحويل بعض الأنيونات – خاصة أنيونات الفوسفات من الصورة الذائبة المتحركة إلى صورة غير ذائبة , كما أنها تتفاعل مع الأحماض العضوية سواء التي تضاف للأرض أو التي تتكون فيها بيولوجياً.

(2) للأكاسيد 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 الأرض 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 تتراهدرا و أوكتاهدرا غير منتظمة البناء وليس لها تركيب كيميائي ثابت ومحدد. ويمكن أن يحتوي هذا الخليط أيضاً على 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 الألمنيول Al-OH السطحية .

(2) مساحة سطحها النوعي كبيرة وتتراوح بين $50-700 \text{ gm} / \text{m}^2$.

(3) سعتها التبادلية الكاتيونية تتراوح 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.