المعادن Mineral

تعريف المعدن :

هو تلك المادة الصلبة المتواجدة في الطبيعة وهي مادة غير عضوية تمتلك تركيبا كيميائيا محددا وشكلا بلوريا منتظما وخواصا فيزيائية معينة.

توجد بعض المعادن على هيئة غير متبلورة Amorphous مثل الأوبال Opal والصوان Chert.

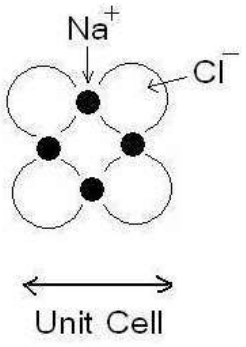
ومعظم المعادن تكون بهيئة متبلورة Crystalline مثل الكوارتز Quartz.

يوجد في القشرة الأرضية نحو 4000 معدن ولكن فقط 30 يتواجد بشكل شائع ،وفقط اعداد قليلة من المعادن تكون مكونة للقشرة الأرضية.

التركيب البلوري للمعادن Structure of minerals :-

المعادن تتكون من وحدات بناء صغيرة جدا تعرف بالوحدات البنائية Unit cells والتي تمثل أيونات مركبة بصورة منتظمة ومتماسكة فيما بينها بواسطة قوى كهربائية تعبر عن بنائها الذري الداخلي.

ولفهم ذلك بصورة مفصلة نذكر على سبيل المثال ابسط أنواع هذه الوحدات لمعدن الهالايت Halite (NaCl) المعروف أيضا بملح الطعام. ترتبط أربعة أيونات من الكلور Cl^- مع أربعة أيونات من الصوديوم Na^+ بأواصر أيونية كما في الشكل أدناه:



Na^+ = 11 (2,8,1)
Cl^- = 17 (2,8,7)
الكترونات في المدارات

صفات المعادن Minerals properties

المعادن لها صفات كيميائية وفيزيائية.

أ- الصفات الكيميائية Chemical properties :

تتكون بعض المعادن من عنصر element واحد من العناصر(92 عنصر الموجودة في الطبيعة). تذكر الجدول الدوري للعناصر . والمعادن إما ان تكون فلزية metallic كالذهب Au والفضة Ag والنحاس Cu، أو معادن لافلزية non-metallic كالكرافيت C والكبريت S. والبعض الآخر من المعادن مكون من اتحاد عنصرين اثنين مثل الكوارتز SiO_2 والمغنتايت Fe_3O_4.

في حين تتكون معظم المعادن في الطبيعة من اتحاد ثلاث عناصر أو اكثر مثل الكالسايت $CaCO_3$.

ان المعادن السليكاتية والأكاسيد هي الأكثر شيوعا في الطبيعة بسب اتحاد الاوكسجين O_2 مع بقية العناصر الموجبة تليها معادن الكاربونات ثم الكبريتات والكبريتيدات ثم الفوسفات وأخيرا النترات (ترتيب من المعادن الاكثر شيوعا الى الاقل تواجدا في الطبيعة).

المعادن الفلزية	المعادن غير الفلزية
تحتوي على عناصر فلزية	تحتوي على عناصر غير فلزية
قابل للطرق والسحب وموصلة جيدة للحرارة والكهرباء	غير قابل للطرق والسحب وموصلل ردي للحرارة والكهرباء.
عادة تكون معادن قوية ،ولاتتعرض للكسر عند طرقها	لا تكون معادن قوية وتتعرض للكسر عند طرقها .
هذه المعادن عادة ترتبط مع الصخور النارية او الصخور المتحولة	هذه المعادن عادة ترتبط مع الصخور الرسوبية

تظهر بريق فلزي	لاتظهر بريق فلزي وانما انواع اخرى من البريق مثل البريق الزجاجي او الارضي
امثلة عليها معدن الماكنتاتيت ،معدن النحاس	امثلة عليها معدن الجبسوم ومعدن الهالايت

ب- الصفات الفيزيائية Physical properties

تشتمل دراسة النماذج باليد Hand specimens باستخدام العين المجردة أو إجراء بعض الفحوصاتل البسيطة لمعرفة الخصائص الفيزيائية للمعدن. وهذه الطرائق البسيطة تساعد على تسمية المعدن ومعرفة نوع المعدن وتشخيصه في وقت قصير.

وتشمل الصفات الفيزيائية الآتية:

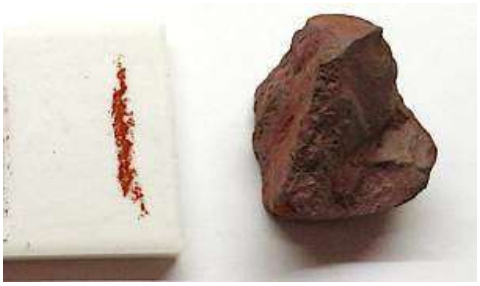
1-اللون Color: يعرف اللون من الناحية الفيزيائية بأنه قابلية المعدن على امتصاص أو عكس أطوال موجية محددة من ألوان الطيف الشمسي أو ما يسمى الطيف المرئي (المحصور بين 410 ملي مايكرون للون البنفسجي و 700 ملي مايكرون للون الأحمر).

لكل معدن لون معين ثابت إذا كان نقيا Pure، ويتغير هذا اللون عند وجود شوائب داخل تركيب المعدن، فمثلا معدن الكوارتز النقي يكون شفاف ولكن يصبح لونه ورديا فيسمى الكوارتز الوردي

quartz Rose لاحتوائه على شوائب من أكاسيد الحديد الحمراء. ومن أمثلة ألوان المعادن نذكر الألماس (C) اسود لماع، الكرافيت (C) اسود معتم، ، الكبريت (S) اصفر.

2- صفة الشفافية Transparency هي قدرة المعدن على تمرير الضوء من خلاله.فبعض المعادن تكون شفافة Transparent مثل الأنواع النقية والمتبلورة بشكل كامل من معادن الكوارتز والجبسوم والكالسايت، وهذه المعادن الشفافة قد توصف أيضا بأنها عديمة اللون. والبعض الآخر من المعادن تكون نصف شفافة Translucent مثل الكوارتز الوردي، أو أن تكون معادن معتمة Opaque لعدم سماحها للضوء المرور خلالها بتاتا مثل الكرافيت والأوليفين والغالينا.

3-المخدش أو لون المسحوق Streak: يستدل على لون مسحوق المعدن ، بواسطة حك المعدن على قطعة من الخزف الأبيض Porcelain فيترك أثرا عليها يمثل لون المسحوق المعدن . قد يكون لون المسحوق هو نفس لون المعدن مثل المغنتايت الاسود والكبريت الاصفر، أو قد يكون مختلف (أي يكون للمعدن لون معين ولون المخدش لون اخر مختلف) مثل البايرايت الذهبي اللون له مخدش اسود، والهيماتايت الاسود المحمر مخدشه احمر أو بني. معظم أو جميع المعادن الشفافة مخدشها ابيض.



مخدش لمعدن Hematite اللون قهوائي محمر ولون المخدش كذلك نفس اللون

4-**البريق Luster:** صفة البريق تعني شدة انعكاس الضوء الساقط من على سطح المعدن، البريق يصنف الى ثلاثة أنواع هي:

أ) البريق الفلزي Metallic luster: المعادن الفلزية خصوصا معادن العناصر الحرة كالذهب والفضة..

ب) البريق دون الفلزي Submetallic luster: للمعادن المعتمة إلى نصف معتمة. من أمثلتها الهيماتايت.

ج) البريق اللافلزي Non-metallic luster: للمعادن غبر المعتمة التي يخترقها الضوء. وهذا النوع يضم معظم المعادن ويوصف بتسميات عديدة أهمها:

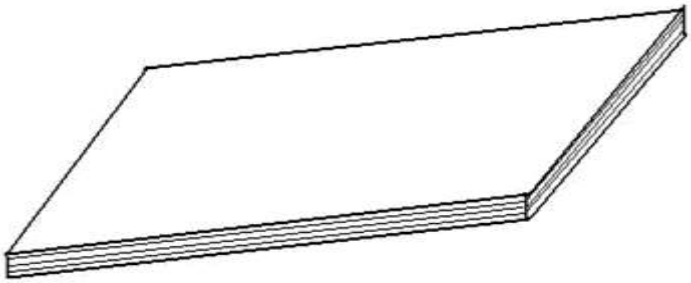
- ❖ البريق الماسي أو اللامع Adamantine or brilliant: مثل الماس والزركون
- ❖ البريق الزجاجي Vitreous: مثل السليكات والكبريتات والفوسفات والهاليدات.

- ❖ البريق الصمغي Resinous: مثل السربنتين والغارنت.
- ❖ البريق الدهني Greasy: مثل النفيلين
- ❖ البريق الشمعي Waxy: مثل الأوبال.
- ❖ البريق الحريري Silky: مثل الأنواع الليفية من الجبسوم.
- ❖ البريق اللؤلؤي Pearly: مثل التالك.
- ❖ البريق الأرضي أو المعتم Earthy or Dull: مثل المعادن الطينية كالكاؤولين.

5-**التشقق أو الانفصام Cleavage**: وهي صفة بعض المعادن التي تتميز بقابلية انفصالها إلى سطوح مستوية لمناطق الضعف في البنية البلورية. قد يكون التشقق كاملا Perfect أو غير كامل Imperfect أو يوصف بأنه جيد Good أو انه مميز أو واضح Distinct أو غير واضح Indistinct.

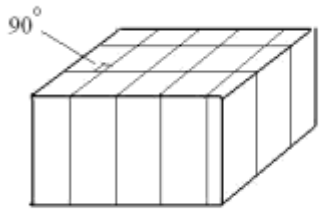
إذن مستويات التشقق تمثل مستويات ضعف في البنية البلورية في المعدن والناشئة أثناء تكوين المعدن حينما تترتب ذراته وتتماسك بواسطة الأواصر. بعض المعادن خالية من مستويات التشقق أي إنها غير متشققة Non-cleaved مثل الكوارتز والأوليفين. أما المعادن المتشققة Cleaved فتوصف حسب مستويات التشقق كالآتي:

أ) التشقق بمستوى واحد One set of cleavage: مثل معادن المايكا (المسكوفايت والبايوتيت)

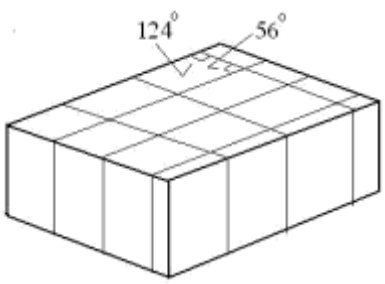


تشقق بمستوى واحد (معادن المايكا)

ب) التشقق بمستويين Two sets of cleavage: مثل البايروكسين (افقي وعمودي) :

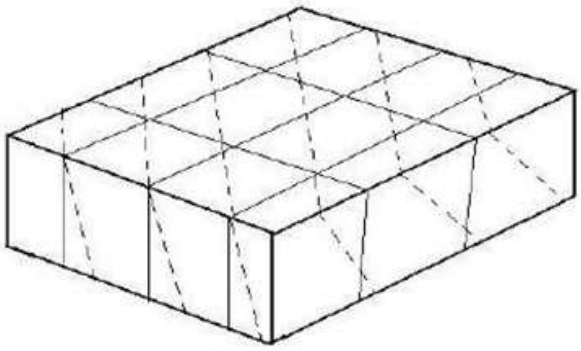


تشقق بمستويين متعامدين
مجموعة معادن البايروكسين



تشقق بمستويين غير متعامدين
مجموعة معادن الأمفيبول (الهورنبلند)

ج) التشقق بثلاث مستويات Three sets of cleavage: قد تكون المستويات الثلاثة متعامدة (افقي وعمودي ومائل) كما في معدن الهالايت، وقد تكون غير متعامدة (معينية الشكل) كما في معدن الكالسايت.



تشقق بثلاث مستويات غير متعامدة
معينية الشكل
في بلورة الكالسايت

د) ويوجد تشقق في اربعة وست مستويات لبعض المعادن .

6-**المكسر Fracture:** هو عكس التشقق ، حيث يكون التكسر على هيئة سطوح غير مستوية أو غير منتظمة (متعرجة). وقد تكون صفة مميزة لبعض المعادن. والتكسر ناجم عن تعرض المعدن إلى إجهاد Stress نتيجة تسليط ضغط عليه بعد تكوينه في بيئة ترسيبه. أي أنها صفة متكونة بعد تكوين المعدن وليس اثناء تكون المعدن ، وهي أيضا تمثل مستويات ضعف غير منتظمة في بنية البلورة ولكن بعد تعرضها للإجهاد على عكس صفة التشقق التي كما ذكرنا تمثل مستويات ضعف منتظمة في بنية المعدن أثناء تكون المعدن . ومن أنواع التكسر :

أ) المكسر المحاري Conchoidal fracture: على هيئة المحارةل كما في معادن الكوارتز.

ب) المكسر المدبب Hackly fracture: يكون بهيئة مدببة أو مسننة كما في معادن النحاس.

ج) المكسر الليفي Fibrous fracture: على هيئة الألياف كما في معدني الجبس الليفي والاسبستوس.

د) المكسر المنتظم Even fracture: ويكون بهيئة سطوح ملساء.

هل) المكسر غير المنتظم Uneven fracture: ويكون بهيئة سطوح غير ملساء أو خشنة الملمس.

المكسر Fracture	التشقق cleavage
لاتوجد اواصر ضعيفة داخل المعدن ،حيث انه عند طرق او كسر المعدن ، يظهر مكسره بشكل غير منتظم	الاواصر التي تربط بين الذرات المعدن في بعض المناطق تكون ضعيفة في اتجاهل معين او اكثر بالمقارنة بالاتجاهات الاخرى ،ويحصل كسر على طول مناطق الضعف وينتج عنه سطح منتظم وأملس smooth surface
الامثلة معدن الكواتز ،الكالينا	معدن الهالايات والكالسايت

7-الصلادة Hardness: تعرف الصلادة بأنها مقاومة المعدن للخدش، وتعتمد على تراصف أيونات المعدن بشكل متماسك، وتزداد الصلادة كلما كان المعدن اكثر تماسكا والعكس بالعكس.

استطاع العالم الألماني فريدريك **موهز** (F. Mohs) في سنة 1822 ان يرتب مجموعة من المعادن مختارةل في جدول عرف فيما بعد بإسمه **(مقياس موهز للصلادة of hardness Mohs scale)**. ويتألف هذا المقياس من عشرة معادن مرتبة حسب التسلسل من الأقل صلادة (1) إلى المعدن الأكثر صلادة (10). ولاتعني الأرقام القيم المطلقة للصلادة وإنما تمثل أرقاما نسبية. أي انه ليس بالضرورة ان تكون صلادة المعدن (2) هي ضعف صلادة المعدن (1).

أدناه مقياس موهز للصلادة:

1	Talc	التالك (المعدن الأقل صلادة)
2	Gypsum	الجبسوم
3	Calcite	الكالسايت
4	Fluorite	الفلورايت
5	Apatite	الأباتايت
6	Orthoclase	الأورثوكليس
7	Quartz	الكوارتز
8	Topaz	التوباز
9	Corundum	الكورندم
10	Diamond	الماس (المعدن الأكثر صلادة)

يمكن الاستعانة بأدوات أو أشياء أخرى معروفة الصلادة ومتوفرة كدليل لتحديد صلادة أي معدن بشكل تقريبي :

الأظفر 2.5

قطعة نقود معدنية 3

سكين أو قطعة زجاجل 5.5

المبرد أو لوحة الخدش من الخزف 6.5

8- **الوزن النوعي(Specific Gravity (SpG:** عبارة عن وزن حجم معين من المعدن منسوبا إلى وزن نفس الحجم من ذلك المعدن في الماء. يحسب الوزن النوعي بالقانون الآتي (ويكون بدون وحدات):

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{وزن المعدن في الهواء}}{\text{وزنه في الهواء - وزنه في الماء}}$$

من الناحية العملية يتم تقدير الوزن النوعي للمعدن بواسطة تقدير ثقله في اليد، كأن نقول المعدن ثقيل جدا مثل المغناتايت، أو ثقيل مثل الأوليفين والبايروكسين، أو متوسط الثقل مثل الكوارتز، أو خفيف مثل التالك أو الهالايت وايضا توجد طرق مختبرية لمعرفة الوزن النوعي للمعادن وتصنيفها الى معادن ثقيلة ومعادن خفيفة . مثلا المعدن الذي وزنة النوعي SpG =4.68 ذلك يعني ان كثافة المعدن حوالي 4.5 واكبر من كثافة الماء .

9- بعض الصفات الأخرى:

أ) الخاصية المغناطيسية : المعادن التي تنجذب بالمغناطيس تسمى البارامغناطيسية Paramagnetic مثل المغناتايت وأكاسيد الحديد الأخرى، بينما تسمى المعادن التي لاتنجذب بالمغناطيس بالدايامغناطيسية Diamagnetic مثل الكوارتز والكالسايت والاباتايت.

ب) خاصية التوصيلية الكهربائية: الفلزاتل جيدة التوصيل للكهربائية، واللافلزات رديئة التوصيل أو عديمة التوصيل، أما أشباه الفلزات فهي شبه موصلة مثل السليكون الذي يدخل بشكل كبير في صناعة الالكترونيات .

جل) التفاعل مع حامض الهيدروكلوريك المخفف (10%) HCl: المعادن الكاربوناتية مثل الكالسايت والدولومايت تتفاعل مع هذا الحامض وتحدث أزيزا وفقاعات عند وضع قطرات عليه، بينما الجبسوم مثلا لا يتفاعل مع الحامض HCl.

د) الخواص الحواسية: تكون في أحيان كثيرة صفات مميزة تساعد في التعرف على بعض المعادن وتميزه عن المعادن الاخرى بشكل سهل ، ومن هذه الصفات:

1) الرائحة Odor: مثل المعادن الحاوية على الكبريت في تركيبها الكيميائي تعطي رائحة تشبه رائحة البيض الفاسد الناتجة عن ثاني أوكسيد الكبريت ،علميا يمكن ملاحظة معادن الحاوية على الكبريت في مناطق حمام العليل جنوب الموصل او عين كبريت على ضفة نهر دجلة في الموصل من الرائحة المميزة .

2) المذاق Taste: مثل معدن الهالايت طعمه مالح لأنه يتكون من ملح الطعام NaCl والسبب يعود لوجود ايون الكلوريد Cl . وبعض المعادن الأخرى مرة المذاق bitter مثل معدن السلفايت sylvite (KCl) ، ولكن حذار من تذوق المعادن خوفا من احتوائها على مواد سامة وكذلك انتقال الجراثيم germs ، الا في حالة كون الشخص متخصص في علم المعادن .

3) الملمس Feel: مثل معدن التالك المميز بملمسه الصابوني. وبعض المعادن الفلزية ذات ملمس بارد. والطباشير Chalk ملمسه خشن وايضا معدن Graphite يتميز بهذه الصفة .ان سبب الملمس الدهني الصابوني للهذه المعادن هو وجود ضعف في الاصرة الكيمائية في اتجاهل معين ،ولذلك عند الضغظ بالاصابع على هذا النوع من المعادن يكون كافي لكسر هذه الاصرة وانزلاق الذرات فوق بعضها مما يسبب المملس الدهنيgreasy or slippery .