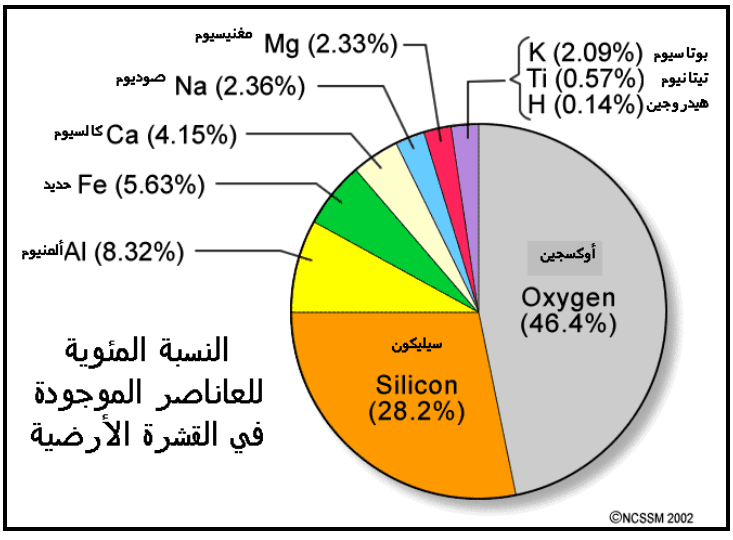
البلورات والمعادن

المقدمة

قبل الولوج في دراسة البلورات والمعادن علينا أن نتكلم باختصار عن المادة حيث توصل فلاسفة الإغريق إلى أن كل مادة من الممكن تقسيمها إلى جزيئات صغيرة وهذه الجزيئات الصغيرة من الممكن تقسيمها أيضا إلى جزيئات اصغر منها. وإذا ما استمرينا بالتقسيم سوف نصل إلى جزيئات ذات حجوم متناهية بالصغر لا نتمكن من رؤيتها بالعين ولا يمكن تجزئتها عندئذ أطلقوا تسمية الذرة Atom (اصغر جزء في المادة يشترك في التفاعل الكيميائي) ، وهي متناهية في الصغر بحيث لو وضع 40 مليون ذرة بجانب بعضها وفي خط مستقيم لبلغ طول هذه الخط بحدود السنتمتر الواحد ، وبرغم من صغر حجم هذه الذرات فقد اكتشف العلماء بأنها تتكون من عدة أجزاء أساسية هي البروتون Proton ، النيوترون Neutron، الإلكترون Electron. ومن الجدير بالذكر أن تواجد أكثر من ذرة واحدة سمي الجزيئة فإذا احتوت جزيئة المادة على ذرات متشابهة فهي عنصر، وإذا احتوت على ذرات لعناصر مختلفة فهي مركب ، وهكذا أصبح مفهوم الجزيئة أنها اصغر جزء في المادة تحمل خواص تلك المادة.

تواجد العناصر في القشرة الأرضية

يوجد اثنين وتسعين عنصراً في الطبيعة ثمانية منها فقط تكون تقريباً 90% من وزن وحجم القشرة الأرضية، ومن هذه العناصر نجد إن عنصر الأوكسجين يكون أكثر من 90% من حجم القشرة الأرضية بالرغم من انه يكون اقل قليلاً من نصفها وزناً (46.4 %) ، كما أن عنصري الأوكسجين والسيلكون يكونان بحدود 75% من وزن القشرة الأرضية وبحدود 95% من حجمها. وبذلك فمن الطبيعي أن تكون معظم المركبات المكونة للقشرة الأرضية على شكل معادن تحتوي على هذين العنصرين وهي المعادن التي تسمى بالسيليكات وهي أما أن تكون بصورة حرة (SiO_2) أو متحدة مع واحداً او أكثر من العناصر الستة الأخرى وهذه العناصر هي الألمنيوم (Al)، الحديد (Fe)، الكالسيوم (Ca)، الصوديوم (Na)، البوتاسيوم (K)، المغنيسيوم (Mg).



البلورات

البلورة (Crystal)

تعرف بأنها جسم صلب متجانس له تركيب ذري معين ومحاط بسطوح أو مستويات ملساء (احياناً سطوح منحنية) تكونت بفعل العوامل الطبيعية وتحت ظروف مناسبة من ضغط ودرجة حرارة.

أجزاء البلورة

يتميز الشكل الخارجي للبلورة بأجزاء أربعة هي:

1ـ الاوجة البلورية (Crystal faces)

وهي المستويات أو السطوح التي تحد البلورة من الخارج والتي تعطيها شكلها الهندسي المنتظم ، وغالباً ما تكون الأوجه البلورية مستوية واحياناً مقوسة أو منحنية.

2ـ الأحرف (Edges)

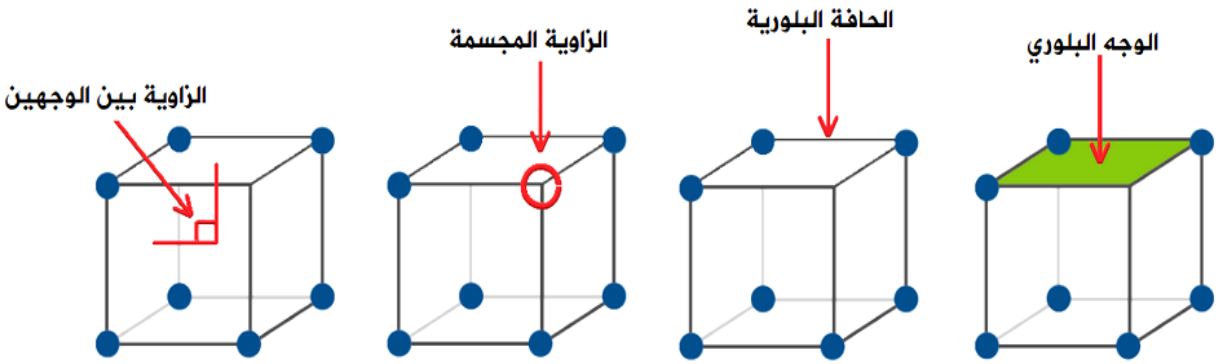
تنتج الأحرف أو الحافات عن التقاء وجهين متجاورين في البلورة. والحرف يوازي الخط الذي يقع علية اكبر عدد من الذرات. وموقع الحرف في الفراغ يعتمد على موقع الوجهين المتقاطعين في البلورة.

3ـ الزاوية المجسمة أو الصلبة (Solid angle)

تنتج هذه الزاوية من تقاطع ثلاثة اوجه أو أكثر في البلورة.

4ـ الزاوية بين الوجهية او الوجهين (Interfacial angle)

تعرف الزاوية الناتجة من التقاء وجهين متجاورين في البلورة بالزاوية بين الوجهين.

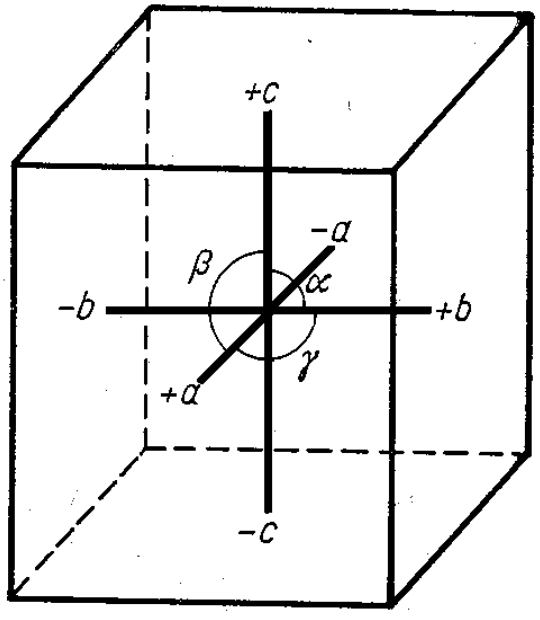


المحاور البلورية (Crystallographic Axes)

هي خطوط وهمية تخيلية تتقاطع في مركز البلورة وتمتد إلى وسط الأوجه البلورية أو الأحرف أو الزوايا المجسمة المتناظرة في البلورة. وتستعمل هذه المحاور التي يكون عددها ثلاثة أو أربعة لدراسة العلاقة بين الأوجه البلورية المختلفة ولمعرفة موقعها في الفراغ.

تلتقي المحاور البلورية في نقطة يطلق عليها اسم التقاطع المحوري (Axial Cross) ويطلق على المحور الممتد من أعلى إلى أسفل بالمحور (c) (c-Axis) ويكون الاتجاه العلوي له موجباً (+) والسفلي سالباً (−) ويسمى المحور الممتد من الأمام إلى الخلف بالمحور (a) (a-Axis) ويكون الجزء الأمامي منه موجباً والخلفي سالباً، كذلك يسمى المحور الممتد في الاتجاه من اليمين إلى اليسار بالمحور (b) (b-Axis) ويكون الطرف الأيمن منه موجب والطرف الأيسر سالب.

وينتج من تقاطع المحاور الثلاثة زوايا تعرف بالزوايا المحورية (Axial angles) ويطلق على الزاوية الواقعة بين المحور (a) والمحور (b) بالزاوية كاما (γ)، أما الزاوية المحصورة بين المحور (a) والمحور (c) فتسمى بالزاوية بيتا (β)، وأما الزاوية المحصورة بين المحور (c) والمحور (b) فتمسى بالزاوية ألفا (α). ويطلق على النسبة بين أطوال المحاور البلورية c:b:a بالنسبة المحورية (Axial Ratio) كأساس حساب طول المحاور كوحدة واحدة وان هذه النسبة ثابتة لا تتغير وتكون مميزة لبلورات المعدن الواحد، فمثلاً بلورة المكعب لها ثلاث محاور بلورية متساوية الطول أي إن (a = b = c) . أما في بلورات نظام أحادي الميل التي فيها يميل احد المحاور البلورية (a) على المحاور الأخرى فيجب ذكر قيمة الزاوية (β) بجانب النسبة المحورية فلو أخذنا بلورة الجبس (Gypsum) نلاحظ إن النسبة المحورية (c:b:a) تساوي (0.41:1:0.69) والزاوية (β) هي (99º18′) ، أما في البلورات التي تمل فيها المحاور البلورية الثلاثة على بعضها كما في بلورات نظام ثلاثي الميل يلزم توضيح قيم الزوايا الثلاثة بالإضافة إلى النسبة المحورية.

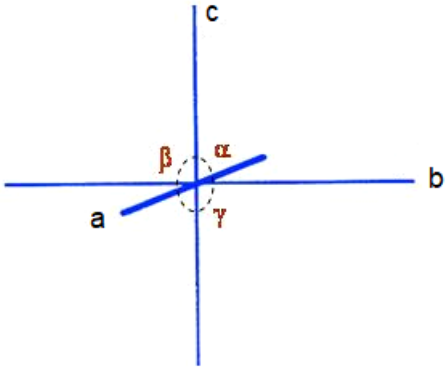


يمكن تقسيم البلورات إلى ستة أنظمة بلورية رئيسة تنقسم بدورها إلى 32 نظاماً بلورياً كلاً منها لها نسب محورية وزويا ميل لتلك المحور البلورية وهذه الأنظمة الستة الرئيسية هي:-

1- النظام المكعبي أو متساوي الأبعاد Cubic or Isometric System

تتميز الأشكال البلورية لجميع أصناف نظام المكعب بثلاثة محاور متساوية في الطور ومتعامدة ومتبادلة في موقعها.

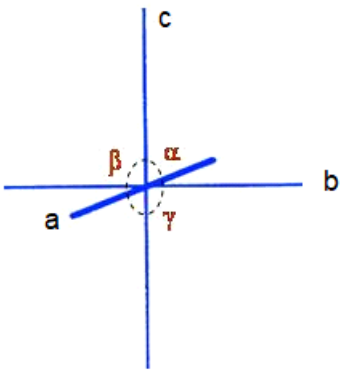
$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^{\circ}$	مثال على هذا النظام الغالينا.



2- النظام الرباعي Tetragonal System

تحتوي الأشكال البلورية لنظام الرباعي على ثلاثة محاور متعامدة، والمحوران الأفقيان (a) (b) متساويان في الطول ويكون المحور الرأسي (c) أما أقصر من المحورين الأفقيين (كما في الزركون Zircon) أو أطول منهما (كما في الاوكتاهيدرايت Octahedrite).

$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^{\circ}$	مثال على هذا النظام حجر القصدير.

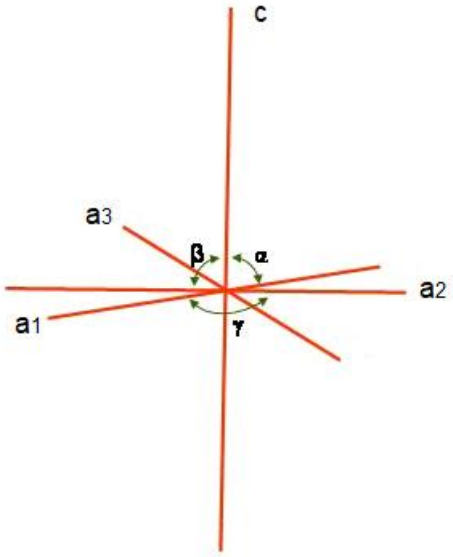


3- النظام السداسي Hexagonal System

يشمل هذه النظام على كافة البلورات التي لها أربعة محاور بلورية، ثلاثة منها متساوية الأطوال ومتبادلة وتقع في المستوي الأفقي وتصنع زوايا متساوية مقدارها (120^{o}) بين النهايات الموجبة ويرمز لهذه المحاور

(a_1,a_2,a_3)، والمحور الرابع هو المحور الرأسي (c) ويكون عمودياً على المستوي الذي يحتوي على المحاور الأفقية، وقد يكون أطول أو اقصر منها.

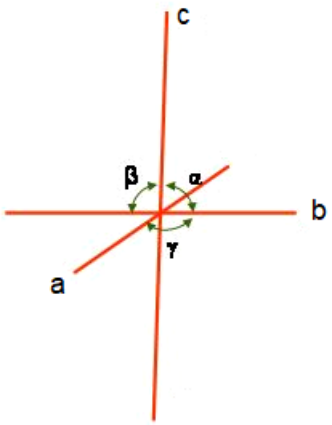
$a_1= a_2 =a_3 \neq c$	$\alpha = \beta = 90^o، \gamma =120^o$ مثال على هذا النظام البيريل.



4- النظام ألمعيني القائم Orthorhombic System

تتميز الأشكال البلورية التابعة لنظام ألمعيني القائم باحتوائها على ثلاثة محاور (a,b,c) متعامدة وغير متساوية الطول. وحسب القاعدة المتبعة يكون المحور (c) رأسياً والمحوران (a) و(b) أفقيين بحيث يمتد المحور (a) من الأمام والى الخلف والمحور (b) من اليمين إلى اليسار ويعتبر المحور (c) محوراً أساسياً (principal axis) في جميع بلورات ألمعيني القائم.

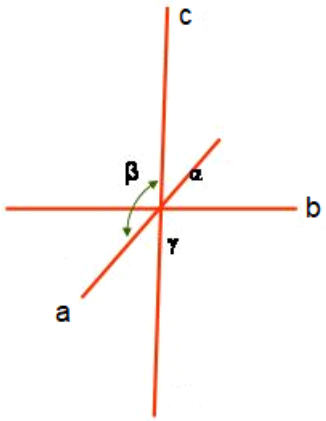
$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$	مثال على هذا النظام الباريت.



5- النظام أحادي الميل Monoclinic System

تتميز بلورات أحادي الميل باحتوائها على ثلاثة محاور مختلفة الأطوال، ويميل المحور (a) نسبة إلى المستوي الذي يحوي المحورين (c,b) إلى الأسفل وباتجاه الناظر، وعلية فالزاوية بين نهاية المحور (a) الموجبة ونهاية المحور (c) الموجبة هي زاوية منفرجة أي زاوية بيتا (β). وكلا المحورين (a) و (c) عموديان على المحور (b)، أي إن كلا من الزاويتين (γ) (α) على التوالي تساوي (90°).

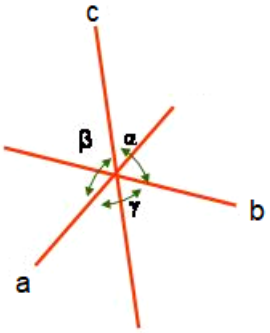
$a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^{\circ}$ ، $\beta \neq 90^{\circ}$ مثال على هذا النظام الجبس.

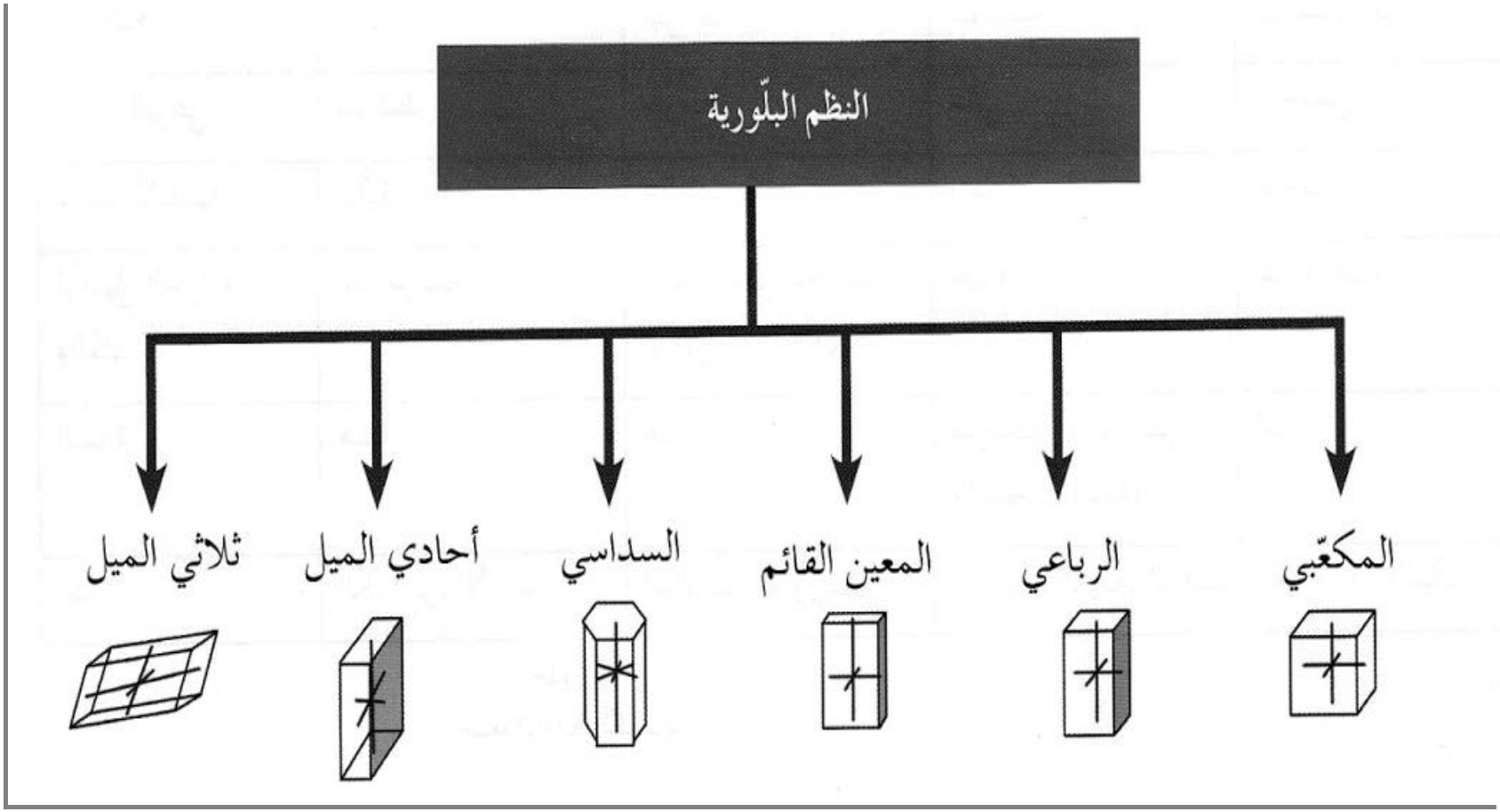


6- النظام ثلاثي الميل Triclinic System

تحتوي جميع الأشكال البلورية التابعة لنظام ثلاثي الميل على ثلاثة محاور بلورية غير متساوية في الطول وغير متعامدة مع بعضها .

$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma$ ، $\alpha, \beta, \gamma \neq 90^{\circ}$ مثال على هذا النظام الألبيت.




النظم البلّورية
المكعّبي
الرباعي
المعين القائم
السداسي
أحادي الميل
ثلاثي الميل

المظهر البلوري:

مظهر البلّورة

منفردة

مجتمعة

تكتلات: تأخذ أشكال مختلفة فبعضها يكون مجتمع على شكل ألياف، أو أعمدة، أو إبر، أو عناقيد، أو شجيرات، أو درنات، أو صفائح، أو كرات. ويكون بعضها بطروخي أو كلوي أو شعاعي الشكل (شكل 38).

البلّورات التوأمية: يكون نموّ البلّورات متداخل بشكل متوازي أو متوازي جزئيًا (شكل 39).

المجموعة غير المتجانسة: تكون البلّورات المجتمعة مختلفة في تركيبها الكيميائي.

المجموعة المتجانسة: تكون البلّورات المجتمعة ذات تركيب كيميائي واحد.

بلّورة ليفية الشكل

بلّورة شعاعية الشكل

شكل 38
أنواع التكتلات

شكل 39
بلورات توأمية

المعادن

أهمية دراسة المعادن

يختص علم المعادن (Mineralogy) بدراسة تلك المواد المتجانسة المتكونة من عناصر أو مركبات والتي توجد في الطبيعية من أصل غير عضوي ولها شكل بلوري معين وكذلك تركيب كيميائي وصفات فيزيائية ثابتة مثل الماس والذهب والكوارتز (المرو) والتي نعرفها بالمعادن (Minerals). حيث يعرف المعدن بأنه مادة صلبة غير عضوية تكونت بفعل الطبيعة ولها تركيب كيميائي ثابت ونظام بلوري مميز.

تتواجد بعض العناصر كالذهب والخارصين والكبريت في حالة طبيعية غير متحدة مع غيرها وتكون صيغتها (Formulas) كرمزها العنصري. لكن اغلب المعادن هي عبارة عن مركبات تتكون من عنصرين أو أكثر وصيغتها الكيميائية تدل على نسبة العناصر الداخلة في تركيبها. لذا ففي معدن الغالينا (Galena) (PbS) يوجد ذره واحدة من الكبريت لكل ذره رصاص، وفي معدن الجالكوبارايت (Chalcopyrite) ($CuFeS_2$) يوجد ذرتين كبريت لكل ذرة نحاس وحديد. فالصيغة الكيميائية للمعادن استنتجت من التحليلات الكيميائية الكمية، وهذه التحاليل تعطي النسبة المؤيه الوزنية للعناصر التي تسجل من قبل الكيميائي.

مما تقدم يمكن تعريف الصيغية الكيمائية للمعادن بأنها عبارة عن نسبة اتحاد الأوزان الذرية لجميع العناصر المكونة للمعادن. ويوجد الكثير من المعادن التي يوجد فيها عناصر لها قابلية الاحلال محل بعضها بنسب مختلفة مما يسبب اختلاف في التركيب الكيميائي للعينات المختلفة للمعدن الواحد وكذلك فان سبب تعقيد التركيب الكيميائي ليس فقط لقابلية بعض العناصر للإحلال محل بعضها البعض ولكن ايضاً بسبب كون هذه المعادن مكونة من تداخل معدنين مع بعضها بنسب متفاوتة حيث ينتج من هذا التداخل مجموعة من المعادن المتشاركة مثل مجموعة معادن الفلسبارات البلاجوكليزية (Plagioclase Felspars) والتي تنتج من تداخل معدن الالبايت (Albite) ($NaAlSi_3O_8$) مع معدن الانورثايت (Anorthite) ($CaAl_2Si_2O_8$) بنسب متفاوتة.

المعدن	% البيت (أب) $NaAlSi_3O_8$	% انورثيت (أن) $CaAl_2Si_2O_8$
ألبيت	90 – 100	صفر – 10
اوليجوكليز	70 – 90	30 – 10
أنديزين	50 – 70	50 – 30
لابرادوريت	30 – 50	70 – 50
بايتونيت	10 – 30	90 – 70
انورثيت	10 – صفر	100 – 90

يوجد في الطبيعة معادن تتداخل بلوراتها أثناء النمو لتكون بلورات نظامية وان هذه البلورات المتداخلة بالرغم من أنها مختلفة في التركيب الكيميائي إلا أنها تتشابه في كل من الشكل البلوري والبناء الذري ، ومعنى هذا أن الذرات بالرغم من أنها مختلفة من ناحية المادة ألا أنها متشابهة في حجومها وفي مواقعها داخل البلورات وبذلك يصبح بالإمكان أن تحل محل بعضها البعض مما يدل على وجود علاقة بين التركيب الكيميائي والبناء الذري أو الشكل البلوري للمعدن.

لابد أن نشير إلى إن الثروات في البلدان تقاس بالنسبة لتوفر المعادن وكمياتها فيها بحيث إن وجود هذه المعادن وتصنيعها له تأثيره المباشر على اقتصاديات تلك البلدان. ولما كانت القشرة الأرضية تتكون من صخور متباينة التركيب، وان هذه الصخور تتكون من مجاميع معدنية مختلفة، لذا جعلت دراسة المعادن في الطبيعة مهمة وضرورية جداً.

الخواص الفيزيائية للمعادن Physical Properties of Minerals

إن من أهم الصفات الفيزيائية للمعادن هي مظهرها الخارجي وهذه الصفات يمكن الاستعانة بها للتعرف على الكثير من المعادن وخاصة تلك التي تكون حبيباتها كبيرة ومميزة بالعين المجردة. ويمكن حصر الصفات الفيزيائية للمعادن بأربع خواص هي (الشكل البلوري ، الخواص الضوئية ، الخواص التماسكية وصفات أخرى خاصة).

أولاً: الشكل البلوري للمعدن

يتبلور كل معدن من المعادن بشكل ينفرد به عن سواه وذلك عندما تتوفر الظروف الملائمة التي تواكب نموه ، وهناك ستة أنظمة تتبلور بها المعادن وكما سبق شرحه.

ثانياً: الخواص البصرية أو الضوئية Optical Properties

1- اللون Colour

إن خاصية اللون تختلف بالأهمية بالنسبة للمعادن. حيث يعتبر لون المعدن من أهم الخواص الطبيعية للتعرف على بعض المعادن الثابتة اللون كالكبريت Sulphur ولونه اصفر فاقع ومعدن الماكنيتايت Magnetite ولونه أسود ومعدن البايرايت Pyrite ولونه اصفر برونزي. بينما يظهر قسم آخر من المعادن بألوان مختلفة بسبب احتوائها على شوائب ملونة Pigments أو دخيلة (مكتنفات) Inclusions فمثلاً الكوارتز النقي عديم اللون وقد يظهر أحياناً بالون مختلفة مثل الكوارتز الوردي Rose-Quartz الذي يحتوي على شوائب ملونة (أكاسيد الحديد الحمراء). وقد توجد الشوائب الملونة في طبقات او حلقات منتظمة تكسب المعدن جاذبية وجمالاً كما في معدن العقيق Agate. ولذلك لا يمكن استعمال خاصية اللون وحدها (في حالة تعدد الألوان) للتعرف على هذا النوع من المعادن.

2- المخدش أو المحك Streak

محك أو مخدش المعدن هو اللون الذي يظهر به مسحوق أو دقيق ذلك المعدن. وقد يختلف هذا المسحوق في لونه عن لون المعدن نفسه ، وهذه الصفة تعتبر من أهم الصفات المميزة لبعض المعادن فمثلاً الهيماتايت Hematite لونه اسود ولكن مخدشه احمر ويمكن أن نحصل على لون المخدش بواسطة حك المعدن على قطعة خاصة من الخزف البلوري Streak Plate ويظهر على سطحها المسحوق الناعم بشكل خط يمكن تمييز لونه بسهولة. كما يجدر الإشارة هنا بان معظم المعادن عديمة اللون تعطي مخدشاً لونه ابيض.

3- البريق Luster

بريق المعدن يقاس بمقدار الضوء المنعكس من سطح المعدن وكذلك نوع هذا الضوء وشدة البريق تعتمد على الضوء المنعكس وهذه تعتمد على معامل الانكسار وكلما ازداد معامل الانكسار ازدادت شدة الانعكاس وشدة البريق ، ونوع البريق ينقسم إلى قسمين هما البريق الفلزي والبريق اللافلزي.

أ- البريق الفلزي Metallic Luster

وهو البريق الذي يشبه ذلك الذي تعطيه الفلزات المصقولة أو بريق المرآة وهو صفة مميزة للمعادن المعتمة التي لا يخترقها الضوء وتمتاز بمعامل انكسار عالي تتجاوز قيمته 3. وتتميز بهذا البريق سطوح المعادن العنصرية كالذهب والفضة وكذلك المعادن الكبريتيدية مثل البايرايت Pyrite ومعدن الكالينا Galena والجالكوبايرايت Chalcopyrite.

ب-البريق اللافلزي Non-metallic Luster

وهو البريق الذي تمتاز به المعادن غير المعتمة ولها معامل انكسار اقل من 2.6 ويشمل هذا النوع من البريق الأنواع التالية:-

1- بريق زجاجي Vitreous (Glassy) مثل الكوارتز والكالسايت والهالايت.

2- بريق ماسي Adamantine مثل بريق الماس Diamond والزركون Zircon.

3- بريق صمغي Resinous مثل بريق الراتنج أو الكهرمان وكذلك الكبريت.

4- بريق لؤلؤي Pearly يشبه بريق اللؤلؤ كمعدن التالك Talc والمايكا Mica.

5- بريق حريري Silky مثل الجبس الليفي Fibrous Gypsums.

6- بريق ارضي Dull ويكون سطح المعدن غير براق كما في الكاؤلينايت Kaolinite وبقية المعادن الطينية.

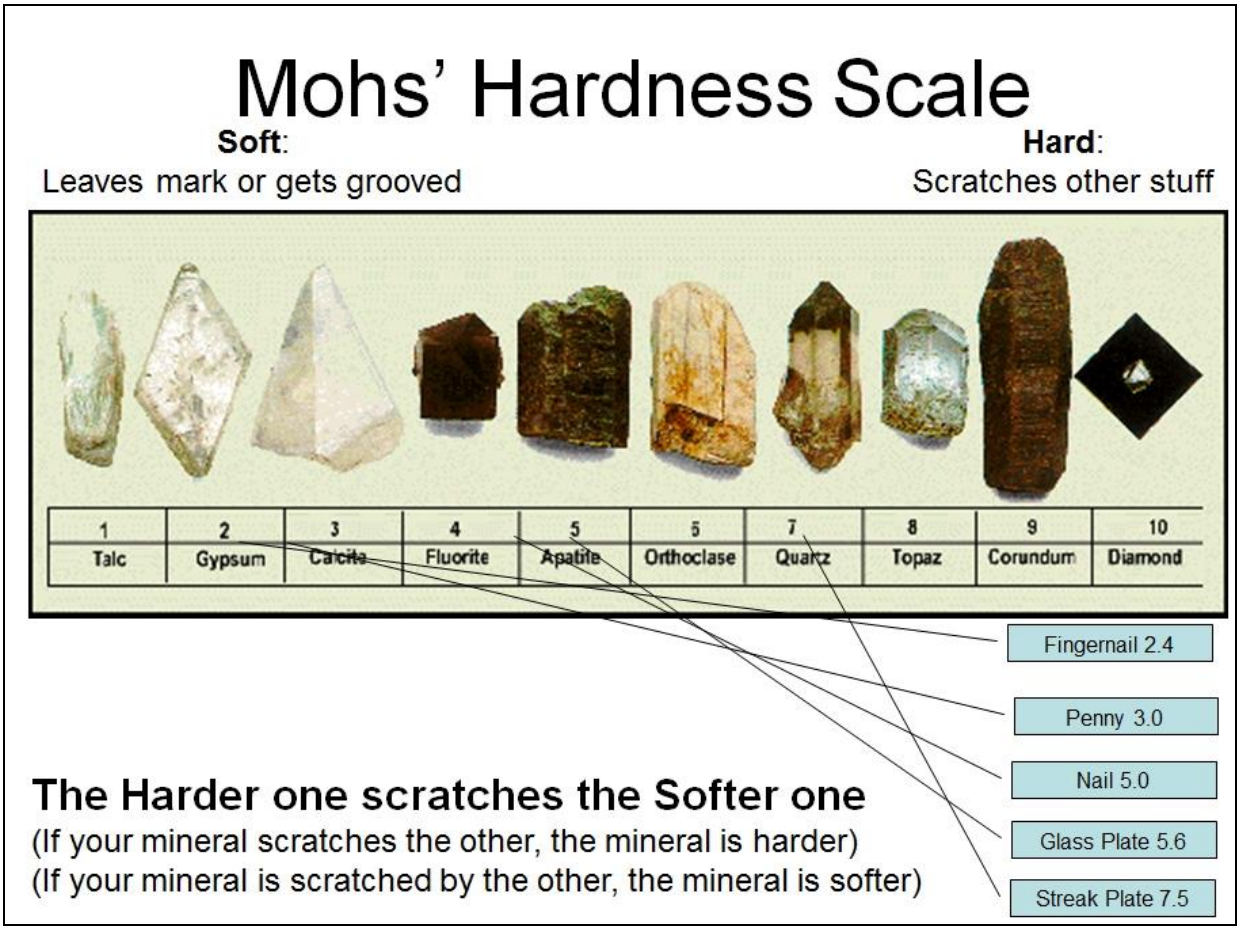
4- الشفافية Transparency

هي قدرة المعدن على تمرير الضوء خلاله ويمكن تقسيم المعادن من حيث درجة الشفافية إلى ثلاثة أنواع هي:- **المعادن الشفافة Transparency** مثل الكوارتز، **ومعادن نصف شفافة Translucent** مثل الاوبال Opal، **ومعادن غير شفافة أو معتمة Opaque** مثل الكالينا Galena.

ثالثاً: خواص فيزيائية تعتمد على تماسك المعدن

1- الصلادة Hardness

إن هذه الخاصية من أهم الصفات التي يمكن أن تساعد على معرفة وتمييز قسم كبير من المعادن والصلادة هي عبارة عن مقاومة سطح المعدن لعملية الخدش وصلابة المعدن لها علاقة مباشرة بتركيبه الداخلي الذري وبمكوناته. فلقد وجد انه كلما كان التركيب الذري متراصاً وكانت الكثافة اكبر ازدادت الصلادة ، فإذا قارنا بين معدن الكالسايت Calcite والاركونايت Aragonite وكلاهما بنفس التركيب الكيميائي ($CaCO_3$) نجد إن معدن الاركونايت الذي كثافته أعلى من الكالسايت تكون صلابته أعلى. وكذلك تتأثر الصلابة ايجابياً بازدياد تكافؤ الايونات لنفس التركيب البلوري وتتأثر سلباً (تكبر) كلما صغر حجم الايون لنفس التركيب البلوري مثل المغنسيات ($MgCO_3$) أكثر صلابة من صلابة الكالسايت ($CaCO_3$) فالمعدن الذي يخدش الأخر إذا حك على سطحه يعتبر أصلد من المخدوش. ويمكن تعيين صلادة أي معدن باستخدام مقياس خاص يعرف بمقياس موهس للصلادة Mohs Scale of Hardness وقد ثبتت بهذا المقياس عشر معادن ورتبت ترتيباً تصاعدياً حسب درجة صلادتها النسبية كما في الجدول أدناه (كل معدن من المعادن التي يحتويها مقياس موهس للصلادة يمكن أن يخدش المعدن الذي يقل عنه صلادة كما انه ينخدش بالمعدن الذي يفوقه صلادة).



ويمكن تقدير صلادة المعدن أيضا باستخدام أدوات عادة ما تكون متوفرة لدى كل جيولوجي وهو في الحقل أو في المختبر وهذه المواد مدرجة في الجدول أدناه:

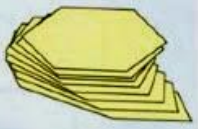
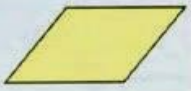
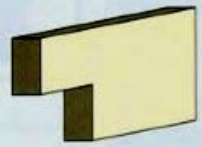
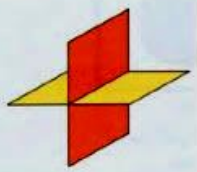
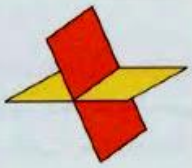
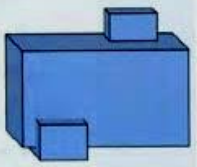
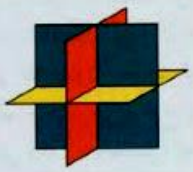
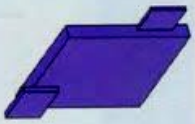
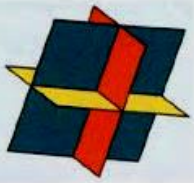
الأدوات	درجة الصلادة التقريبية
لب قلم الرصاص	1
ظفر الأصبع	2.5
قطعة نقود نحاس	3
سكين جيب أو قطعة من زجاج النوافذ	5.5
مبرد أو لوحة المخدش	6.5

2- التشقق أو الانفصام Cleavage

هو قابلية المعدن للتشقق والانقسام إلى أجزاء في اتجاهات معينة ومنتظمة إذا ما طرق طرقاً خفيفاً، بحيث تكون هذه الاتجاهات موازية أو على سطوح ملساء تمثل أوجه البلورات، وتسمى مثل هذه السطوح مستويات الانفصام Cleavage Planes وكذلك يطلق على سطوح التشقق اسم مستويات الضعف في المعدن Planes of Weakness ويعتمد تكوين هذه السطوح على التركيب الداخلي لجزيئات المعدن.

ويمكن تمييز عدة أنواع من الانفصام في المعدن بناء على درجة كمالها فقد يوصف المعدن بأنه كامل الانفصام Perfect حينما يسهل شطر المعدن إلى رقائق ذات سطوح متوازية كما في معدن المايكا Mica. وقد يوصف الانفصام بالجيد Good أو المتوسط Medium حينما يمكن كسر المعدن على طول مستويات انفصام تشبه سطوح المكسر غير المستوية كمعادن الفلسبار Feldspars. وكذلك يوصف الانفصام في بعض المعادن بأنه غير كامل Imperfect مثل معدن الأباتايت Apatite والكبريت Sulphur وهناك معادن ينعدم فيها الانفصام وفيها يستحيل وجود مستويات انفصام No-Cleavage مثل معدن الكوارتز.

وقد يوصف الانفصام بالنسبة للاتجاه البلوري للمستوي او المستويات التي يوازيها فمثلاً معدن الكالينا Galena ومعدن الهالايت Halite ينكسر في مستويات موازية لأوجه المكعب ويوصف المعدن بأنه مكعبي الانفصام Cubic Cleavage بينما ينفصم معدن الكالسايت في مستويات موازية لأوجه معيني الأوجه ويوصف هذا المعدن بأنه معيني الانفصام Rhombic Cleavage.

عدد اتجاهات الانفصام	رسم مبسّط	اتجاهات الانفصام	العينة
اتّجاه واحد			مسكوفيت (ميكا بيضاء)
اتّجاهان بزاوية 90°			فلسبار
اتّجاهان بزاوية لا تُساوي 90°			هورنبلند
ثلاثة اتّجاهات بزاوية 90°			هاليت
ثلاثة اتّجاهات بزاوية لا تساوي 90°			كالسيت

جدول 4
الاتّجاهات الشّائعة للانفصام لبعض المعادن

3- المكسر أو التكسر Fracture

هو شكل السطح الذي ينكسر علية المعدن إذا ما ضرب صناعياً بآلة حادة ، وهو غير سطح التشقق، وتستخدم الصفات التالية في وصف الأنواع المختلفة من المكسر:

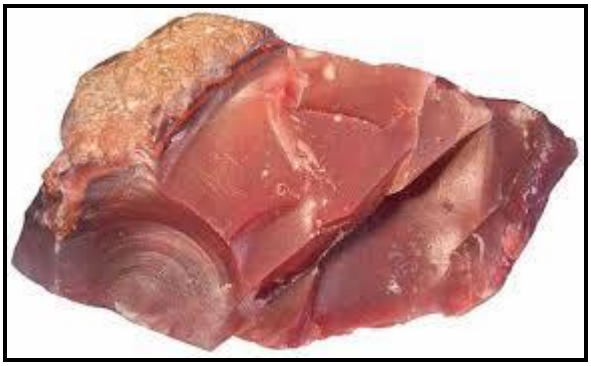
أ- سطوح منتظمة أو مستوية Even عندما يكون سطح المكسر أملس تقريباً.

ب-غير مستوية Uneven عندما يكون سطح المكسر خشناً.

ت-مسنن Hackly عندما يكون السطح الناتج ذا بروزات أو نتوءات حادة مدببة مثل كسر قطعة من النحاس.

ث-ترابي Earthy عندما يكون السطح الناتج غير منتظم ويوجد هذا النوع من المكسر في المعادن الترابية مثل الكاؤولينات.

ج- محاري المكسر Conchoidal عندما يكون السطح الناتج يشبه الشكل الداخلي لصدفة المحار، أي انه يكون في هيئة خطوط دائرية أو مقوسة مثل مكسر قطعة سميكة من الزجاج، ومعدن الكوارتز ينكسر على هذا الشكل.



4- الوزن النوعي Specific Gravity

هو نسبة كثافة المعدن بالنسبة لكثافة الماء، ويوجد عدة طرق مختبرية لتعيين كثافة المعدن بدقة وسنذكر ابسطها والطريقة تتلخص بوزن المعدن في الهواء ثم وزنه في الماء ونشتق الكثافة بالمعادلة التالية:

الكثافة = ((وزن المعدن في الهواء ــ وزن المعدن في الماء)/ كثافة المعدن في الهواء) × كثافة الماء

ولكن يمكن تقدير كثافة المعدن عن طريق وزنها براحة اليد ، فالمعدن خفيف إذا كان ينتمي إلى مجموعة المعادن التي يبلغ وزنها النوعي 2.5 ، ومتوسط إذا انتمى إلى مجموعة المعادن التي يتراوح وزنها النوعي بين (4 ــ 2.5) ، وثقيل إذا ما انتمى إلى مجموعة المعادن التي يبلغ وزنها النوعي 4.5 فأكثر.

رابعاً: صفات خاصة

هناك صفات طبيعة خاصة أخرى على ما ذكرناه سابقاً تفيد في تمييز المعادن ، مثال ذلك معادن الكربونات فهي تتفاعل مع حامض الهيدروكلوريك HCl وتتصاعد منها فقاقيع غاز ثاني اوكسيد الكاربون CO_2. وهناك خاصية المغناطيسية التي يتصف بها معدن المكنتايت ، كما أن خاصية ازدواج أو انكسار الأشعة Double Refraction يتميز بها معدن الكالسايت النقي. وأن بعض المعادن تكون مشعة في الحالات الطبيعية ، والبعض الاخر تعطي ألوان زاهية ومختلفة إذا تعرضت إلى الأشعة السينة أو الأشعة فوق البنفسجية أو إلى الحرارة. وكذلك تتميز بعض المعادن برائحتها أو ملمسها. وتتميز معدن الهالوجين Halogen (الأملاح الصخرية) بأنها تذوب بالماء وبأن لها مذاقها الخاص مثل معدن الهالايت الذي يتميز بطعمه المالح. كما إن لكل معدن درجة انصهار وانجماد يتميز بها عن غيره من المعادن.

المعادن المكونة للصخور

يوجد في الطبيعية ما يزيد على الألفي معدن ، وأهم هذه المعادن التي تدخل في تكوين الصخور بصورة رئيسية هي حوالي الثلاثين معدناً. وأن هذه المعادن قد تتكون من عنصر واحد من العناصر الاثنين والتسعين الموجودة في الطبيعة ، أو أكثر من عنصر واحد.

ويمكن تصنيف المعادن الموجودة في الطبيعة على أساس تركيبها الكيميائي إلى مجموعات متشابهة حتى يسهل دراستها وأهم هذه المجموعات هي:-

1- **المعادن العنصرية Native Elements (الفلزية Metals واللافلزية Nonmetals).**
2- **الأكاسيد Oxides.**
3- **الكبريتيدات Sulphides.**
4- **الكبريتات Sulphates.**
5- **الهاليدات Halides.**
6- **الكاربونات Carbonates.**
7- **الفوسفات Phosphates.**
8- **السيليكات Silicates.**

الصفات الكيمياوية للمعادن Chemical Properties of Minerals

تتكون بعض المعادن من عنصر واحد من العناصر الاثنين والتسعين الموجودة في الطبيعة. والمعدن اما إن يكون فلزياً (Metallic) كالنحاس والذهب والفضة أو لا فلزي (Nonmetallic) كالكربون والكبريت. ومعظم المعادن في الطبيعة مكونة من اتحاد اثنين أو أكثر من العناصر، فمثلاً معدن الكوارتز أو المرو (Quartz) (SiO2) يتكون من اتحاد عنصرين هما السيلكون والأوكسجين.

ويمكن تصنيف المعادن الموجودة في الطبيعة على أساس تركيبها الكيميائي إلى مجموعات متشابهة حتى يسهل دراستها وأهم هذه المجموعات هي:

1- المعادن العنصرية (Native Elements) الفلزية (Metallic) واللافلزية (Nonmetallic).

وهذه المجموعة من المعادن تمثل الحالة العنصرية للمعدن الحر الذي لا يتحد مع غيرة من العناصر. ومن أمثلة هذه المجموعة الذهب والكبريت والماس والكرافيت.

2- الاكاسيد Oxides

تشمل مجموعة الاكاسيد معادن ذات قيمة اقتصادية ومن المعادن التي تنتمي إلى هذه المجموعة الكوارتز (SiO_2) (ثاني اوكسيد السيلكون) والهيماتايت (FeO_3) (أوكسيد ألحديديك) والماكنيتايت (Fe_3O_2) (اوكسيد الحديد المغناطيسي) والكرومايت ($FeCr_2O_4$) والكاسيترايت (SnO_2) والروتايل (TiO_2).

3- الكبريتيدات Sulphides

تعتبر هذه المجموعة من أهم المجموعات المعدنية إذ إنها تضم اغلب الخامات المعدنية ومن أمثلتها معدن البايرايت (FeS_2) (كبريت الحديد) والكالينا (PbS) (كبريتيد الرصاص) والسفاليرايت (ZnS) والجالكوسايت (CaS_2).

4- الكبريتات Sulphates

تتكون هذه المعادن من اتحاد مجموعة الكبريتات (SO_2) مع العناصر مثل معدن الجبس ($CaSO_4.2H_2O$) (كبريتات الكالسيوم المائية) والانهايدرايت ($CaSO_4$) (كبريتات الكالسيوم) والبارايت ($BaSO_4$) (كبريتات الباريوم).

5- الهاليدات Halides

تتميز هذه المجموعة بسيادة ايونات الهالوجينات ذات الشحنة الكهربائية السالبة (I, F, Br, Cl) مثل معدن الهالايت (NaCl) (كلوريد الصوديوم) والفلورايت (CaF_2).

6- الكاربونات Carbonates

تتكون هذه العناصر من اتحاد مجموعة الكاربونات بالعناصر مثل الكالسايت ($CaCO_3$) (كاربونات الكالسيوم) والدولومايت ($CaCO_3.MgCO_3$) (كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم) والسيديرايت ($FeCO_3$) (كاربونات الحديد).

7- الفوسفات Phosphates

تحتوي معادن الفوسفات على ايون الفوسفات (PO_4) كوحدة بنائية أساسية مثل معدن الاباتايت ($Ca(FCl)(PO_4)_3$) (فوسفات وفلوريد الكالسيوم).

8- السيليكات Silicates

يضم هذا القسم عدداً كبيراً جداً من المعادن يقدر بحوالي (25%) من جميع المعادن المعروفة وتكون حوالي (90%) من معادن القشرة الأرضية وتشمل معادن مهمة مثل معدن الفسبار (Feldspars) والتي تنقسم إلى مجموعتين هي الارثوكلس ($KAlSi_3O_8$) (Orthoclase) (سيليكات البوتاسيوم والألمنيوم) ومن أمثلة هذه المجموعة معدن الاولفين $(Mg,Fe)SiO_4$ (سيليكات الحديد والماغنيسيوم) ومعدن التالك ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$) (سيليكات مائية للماغيسيوم).

Olivine
Ca-Plagioclase Feldspar
Halite
Pyroxene
Na-Plagioclase feldspar
Gypsum
Amphibole
Limonite
Orthoclase feldspar
Biotite
Hematite
Muscavite
Quartz
Calcite