The Minerals

The solid part of the Earth is made up of rocks. Rocks are made up of minerals.
A mineral is a naturally occurring inorganic Solid. It has a specific chemical composition and characteristic crystal structure.

The Matter Must have five criteria (Conditions) to be as Mineral.

1. **Solid**

The mineral must exist as a solid matter.

2. **Naturally occurring**

The mineral must be naturally occurring on earth, not manmade.

3. **Inorganic**

The mineral must be inorganic not living or made from living thing.

4. **Chemical formula**

The mineral must have a fixed chemical formula, made of specific elements.

5. **Specific atomic arrangement (Crystalline Pattern)**

The atoms that make up the mineral must be arranged in orderly structure.

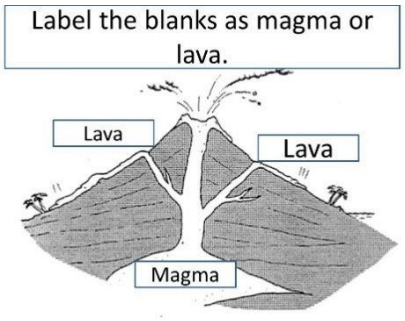
How are Minerals Form
There two ways to form Minerals

A. Crystallization of magma or lava (cools & hardens on the surface)
B. Crystallization of materials dissolved in water.

A. crystallization of magma or lava

What is a magma:
Magma is molten rock found below the earth's surface.
الصهير: الصهير او الصهارة هي الصخور المذابة الموجودة تحت سطح الارض.
Lava is magma that reaches the surface of the earth through a volcano vent
الطفوح البركانية: هي الصهارة (Magma) التي تصعد إلى سطح الأرض عن طريق العروق البركانية.
Thy type of mineral creation from **magma** depends on three factors:

1. The chemical composition in the magma
2. The melting point of each mineral
   Minerals with high melting point will crystallize first
   Minerals with Low melting point will crystallize Last.
3. **Rate of Cooling**



Slow cooling make large crystals.

Fast cooling make fine grained or small crystals

Time of Magma Cooling	Size of Crystals
Long time	Large Crystals (L=L)
Short time	Small Crystals (S=S)
No time	No Crystals (N=N)

B. **Crystallization of materials dissolved in water**

1. **Some minerals form from solutions by Precipitation.**

Sometimes the elements and compounds that form minerals can be dissolved in water to form solutions. **A solution** is a mixture in which one substance is dissolved in another.

When elements and compounds that are dissolved in **water leave a solution and precipitated , crystallization** occurs. Minerals form in this way underground & in bodies of water. Example calcium carbonate (Limestone).

2. **Minerals form when solutions evaporate**

For example, deposits of the mineral halite, or Rock salt, formed over millions of years when ancient seas slowly **evaporated**. Other useful minerals that can form by evaporation include gypsum and calcite.

3. **Some minerals form from hot water solutions (Hydrothermal).**
   Pure metals that crystallize from hot water solutions underground often form veins.
   A vein is a narrow channel of a mineral that is different from the surrounding rock.
   Magma heats the water underground ⟶ elements & compounds dissolve in hot water to form solutions ⟶ the solutions follow cracks within the rock ⟶ elements & compounds leave the solution during cooling and crystallize as minerals ⟶ these minerals form a narrow channel or slab in the rock called a vein.

Identification of Minerals depends on:

- Chemical composition
- Crystal structure (X-ray diffraction)
- Physical properties

تشخيص المعادن يعتمد على عدة طرق:

1. **المكونات الكيميائية**
2. **التركيب البلوري (الاشعة السينية الحائدة)**
3. **الصفات الفيزيائية**

الطريقتين 1 و 2 هي تحتاج إلى اجهزة وطرق تحليلية معقدة لذلك لايمكن إستخدامها الا في المختبرات الخاصة. بينما الباحثين عن المعادن الثمينة في المناجم يعتمدون على الصفات الفيزيائية (الطريقة الحقلية) السهلة التشخيص مثل اللون والصلابة والوزن النوعي خصوصا ان الباحثين عن المعادن يبحثون عن عدد محدود من المعادن الثمينة والتي صفاتها معروفة لديهم لذلك يعتمد على الصفات الفيزيائية بينما الصناعات المتقدمة تحتاج إلى انواع كثيرة من المعادن بمواصفات خاصة فتكون الطريقتين 1 و2 هي اكثر اهمية.

- ***Physical properties***

All the physical properties of a mineral result from the mineral's internal arrangement of atoms.

الصفات الفيزيائية: كل الصفات الفيزيائية للمعادن هو إنعكاس للترتيب الداخلي لذرات العناصر المكونة للمعادن.

1. **Color: اللون**

Mineral color is determined by how the crystals absorb and reflect light.
some minerals has constant colors like the Gold and Sulfur (Metallic yellow)
And some has variable colors: Pure Quartz (Transparent) Impure Quartz (Rose, Smoky).

اللون Color: يعتمد اللون على قابلية بلورات المعدن على عكس أو امتصاص الضوء. بعض المعادن لها لون واحد مثل معدني الذهب والكبريت (أصفر فلزي) وهناك معادن تظهر بأكثر من لون اعتمادا على الشوائب الموجودة مثل معدن الكوارتز يظهر بلون وردي واسود داخن وشفاف.

Although color is easy to recognize, it is **often misleading!!!!**

Because some minerals can occur in several colors, color is

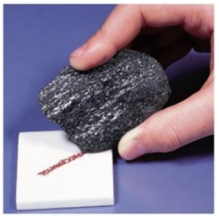
على الرعم من ان اللون سهل الملاحظة إلا انه احيانا يهمل في تشخيص المعادن بسبب ان بعض المعادن تظهر بأكثر من لون بسبب الشوائب التي تحتويها.

ملاحظة: بسبب ان بعض المعادن تظهر بأكثر من لون فأن صفة اللون لا تعتبر اساسية في تشخيص المعدن.

2. **Streak :** Streak refers to the color of a mineral's powdered form left behind after it is scraped or rubbed across a porcelain streak plate.

المخدش Streak: لون مسحوق المعدن ويمثل اللون الحقيقي للمعدن ويستدل على لون المسحوق بواسطة حك المعدن على قطعة من الخزف الأبيض Porcelain فيترك اثرا عليها يمثل لون المسحوق (المخدش) .قد يكون لون المسحوق هو نفس لون المعدن مثل المغناتايت الأسود والكبريت الأصفر أو قد يكون اللون مختلف مثل معدن البايرايت الذهبي لون مخدشه اسود.

A mineral may appear **one color** and then produce a **streak with a different** color. A mineral's streak color is **a more reliable identification characteristic than the minerals perceived surface color.**



ملاحظة : لون مسحوق المعدن Streak هو ثابت لكل معدن ولا يتغير مثل لون المعدن ولذلك تعتبر صفة المخدش هي اهم من صفة اللون في تشخيص المعدن.

3. **Transparency:** It is depend on mineral ability to pass light such as:

Transparent Minerals: (Pure Muscovite)

Semi Transparent Minerals(Translucent): (Pure Quartz, Calcite, Gypsum)

opaque Minerals: (Galena, Gold, Pyrite)

الشفافية Trasparency: هي قدرة المعادن على تمرير الضوء من خلالها.

فعندما تكون المعادن التي لها قدرة على تمرير الضوء من خلالها تسمى شفافة Transparent مثل الأنواع النقية والمتبلورة بشكل كامل من معادن الكوارتز والجبسوم والكالسايت هي معادن الشفافة تسمى أيضا معادن عديمة اللون والبعض الاخر من المعادن تسمح للضوء المرور بشكل جزئي وتسمى نصف شفافة Translucent مثل الكوارتز الوردي

والمعادن التي لا تسمح بمرور الضوء من خلالها تسمى معتمة Opaque مثل الكرافيت والغالينا.

4. **Luster:** refers to how light is reflected from the surface of a mineral.

البريق Luster : صفة البريق تعني شدة انعكاس الضوء الساقط من على سطح المعدن

وتعتمد أساسا على معامل انكسار المعدن والعلاقة طردية بين معامل الانكسار وشدة البريق

There are two main types of luster:

1. **Metalic (فلزي)**shiny , silvery, or having a metal-like reflectance.
   Exp: Gold, Silver, Pytrite
2. **Non-Metalic لافلزي**

may be described as: resinous الصمغي , Brilliant ماسي او لامع, pearly اللؤلؤي , waxy شمعي, greasyدهني , silky حريري , vitreous/glassyزجاجي ,
Dull or earthy أرضي او معتم

5. **Cleavage**: Cleavage refers to the tendency of a mineral to break along planes of weakness in the chemical bonds, or along planes where bond strength is the least.

التشقق او الانفصام Cleavage: وهي صفة بعض المعادن التي تتميز بقابلية انفصالها إلى سطوح مستوية لمناطق الضعف في البنية البلورية . وقد يكون التشقق كاملا Perfect ويوصف بأنه جيد Good او واضح Distinct او غير واضح Inditinct

6. **Fracture:** tendency to break along other surfaces (not cleavage planes)
   Fracture refers to the non-planar breakage of minerals.

المكسر Fracture: على عكس التشقق يكون التكسر على هيئة سطوح غير مستوية أو غير منتظمة (متعرجة) والتكسر ناتج عن تعرض المعدن إلى حالة إجهاد Stress نتيجة تسليط ضغط عليه بعد تكوينه في بيئة ترسيبه.
إي انها صفة متكونة بعد تكوين المعدن وهي أيضا مستويات ضعف غير منتظمة في بنية البلورة ولكن بعد تعرضها للإجهاد على عكس صفة التشقق التي تكونت بهيئة مستويات ضعف منتظمة في بنية المعدن إثناء تكونه.

ومن أنواع المكسر:

ا. **المكسر المحاري Conchoidal fracture:** علي هيئة المحارة مثل الكوارتز
2. **المكسر المدبب Hackly fracture :** بهيئة مدببة أو مسننة مثل معدن النحاس
3. **المكسر الليفي Fibrous fracture:** بهيئة إلياف مثل معدن الجبس والاسبستوس
4. **المكسر المنتظم Even fracture:** ويكون بهيئة سطوح ملساء

5. **المكسر غير المنتظم Uneven fracture:** بهيئة سطوح غير ملساء أو خشنة.

7. **Hardness:** is the ability of a mineral to resist abrasion or scratching on its surface.

الصلادة Hardness: تعرف الصلادة بانها مقاومة المعدن للخدش وتعتمد على تراصف أيونات المعدن بشكل متماسك وتزداد الصلادة كلما كان المعدن متماسكا اكثر والعكس بالعكس

مقياس موه للصلابة Moh's scale of mineral hardness

Mohs´ Scale of Relative Hardness		
Number in scale	Mineral name	Hardness of some common objects
10	Diamond	
9	Corundum	
8	Topaz	
7	Quartz	
6	K-feldspar	
		Pocket knife; glass
5	Apatite	
4	Fluorite	
		Copper coin
3	Calcite	
		Finger nail
2	Gypsum	
1	Talc	

8. **Specific gravity:** refers to the weight or heaviness of a mineral, and it is expressed as the ratio of the mineral's weight to an equal volume of water.

الوزن النوعي: يدل على وزن أو ثقل المعدن ويعرف بانه النسبة مابين وزن المعدن إلى ما يساويه من حجم الماء.

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

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.

بعض الصفات المعدنية الأخرى المستخدمة في تشخيص المعادن:

1. **الخاصية المغناطيسية:** المعادن التي تنجذب بالمغناطيس تسمى بالبارامغناطيسية Paramagnetic مثل معدن المغناتايت وأكاسيد الحديد الأخرى بينما تسمى المعادن التي لاتنجذب بالمغناطيس بالدايامغناطيسية Diamagnetic مثل الكوارتز والكالسايت.
2. **الخاصية التوصيلية الكهربائية:** الفلزات جيدة التوصيل للكهربائية والمعادن اللافلزية عديمة التوصيل واشباه الفلزات فهي شبه موصلة مثل السليكون والجرمانيوم التي احدث اكتشافها ثورة في الصناعات الالكترونية.

3. **التفاعل مع حامض الهايدروكلوريك المخفف (10%)** المعادن الكاربوناتية مثل الكالسايت تتفاعل مع هذا الحامض وتحدث ازيزا وفقاعات عند وضع قطرات عليه بينما معدن الجبسوم لايتفاعل مع الحامض المذكور.

4. الخواص الحسية مثل

أ. الرائحة Odor : مثل المعادن الحاوية على الكبريت في تركيبها الكيميائي تعطي رائحة تشبه رائحة البيض الفاسد الناتجة عن ثاني أوكسيد الكبريت والمعادن الطينية مثل الكاؤولين تعطي رائحة الطين المعروفة عندما تبتل بالماء.

ب. المذاق Taste :مثل معدن الهالايت او ملح الطعام NaCl يعطي طعم مالح وبعض المعادن تعطي طعم مر ولكن هناك معادن سامة.

ج. الملمس Feel: مثل معدن التالك المميز بملمسه الصابوني وبعض المعادن الفلزية ذات ملمس بارد والطباشير Chalk ملمسه خشن.

تصنيف المعادن Classification of Minerals

أنواع التصانيف المعدنية Kinds of Mineral's Classification

1. التصنيف الاقتصادي 1. Economic Classification

يعتمد على القيمة الاقتصادية للمعادن مثل: الماس Diamond الذهب Gold البلاتين Platinum والفضة Silver والنحاس Copper والرصاص Lead والزنك Zinc

2. Minerals are classified by their chemical composition .

من أسهل التصنيفات هو التصنيف القائم على أساس التركيب الكيميائي للمعادن من حيث احتواؤها على السليكا من عدمه وعلى هذا الأساس تقسم المعادن إلى صنفين:

1. **صنف المعادن غير السليكاتية الخالية من السليكا.**
2. **صنف المعادن السليكاتية الحاوية على السليكا.**

صنف المعادن غير السليكاتية Non-Silicates

وتضم المجاميع التالية:

1. **مجموعة معادن العناصر الحرة Native Elements:** سبب تسميتها بهذا الاسم هو كونها حرة في الطبيعة ومؤلفة من عنصر كيميائي واحد قد يكون فلزيا أو لافلزيا. مثل: الذهب Au، النحاس Cu، الفضة Ag، الكبريت S، الماس C، الكرافايت C وغيرها.

1. **Native Elements**
   Native elements are minerals that are composed of a single element.
   Some examples are: Gold (Au), Silver (Ag), Copper (Cu), Diamonds (C), Graphite (C), and Platinum (Pt)

2. **مجموعة الكبريتيدات Sulfides:** تحتوي هذه المجموعة على عنصر الكبريت S في تركيبها الكيميائي. مثل الغالينا PbS، البايرايت FeS_2.

2. **Sulfides** are minerals composed of one or more metal cations combined with sulfur. Many sulfides are economically important ores.
   Pyrite (FeS2) or “fool’s gold”, Galena (PbS).

3. **مجموعة الكبريتات Sulfates:**

تحتوي على جذر الكبريتات SO_4 في تركيبها الكيميائي. مثل الجبسوم $CaSO_4.2H_2O$ والانهايدرايت $CaSO_4$.

3. **Sulfates** are minerals that include SO_4 anionic groups combined with alkali earth and metal cations
4. **Anhydrous** (no water) and **Hydrous** (water) are the two major groups of Sulfates

Barite ($BaSO_4$) is an example of a anhydrous sulfate and Gypsum ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) is an example of a sulfate.

4. **مجموعة الأكاسيد Oxides:** تحتوي على الأوكسجين في تركيبها الكيميائي.
مثل المغناتايت Fe_3O_4 والهيماتايت Fe_2O_3.

5. **Oxides** are minerals that include one or more metal cations bonded to oxygen.
Examples of oxide minerals include: Hematite (Fe_2O_3), Magnetite (Fe_3O_4),

5.مجموعة الهيدروكسيدات Hydroxides: تحتوي على الماء بصيغة جذر الهيدروكسيل OH^-.
مثل البروسايت $Mg(OH)_2$

6.مجموعة الكاربونات Carbonates: تحتوي على جذر الكاربونات $CO_3^=$ في تركيبها الكيميائي. مثل الكالسايت $CaCO_3$ والدولومايت $CaMg(CO_3)_2$

6. **Carbonates**
Common carbonate minerals include calcite $CaCO_3$, calcium carbonate, and dolomite $CaMg(CO_3)_2$, calcium/magnesium carbonate

7. **مجموعة الهاليدات Halides:** تحتوي على الهالوجينات (وهي العناصر السالبة الشحنة عدا الاوكسجين مثل الكلور والفلور) في تركيبها الكيميائي. مثل الهالايت Halite (NaCl)أو ما يدعى ملح الطعام والفلورايت Flourite (CaF_2).

ثانيا: صنف المعادن السليكاتية أو السليكات Silicates:

يضم هذا الصنف اكبر عدد من المجاميع المعدنية وأكثرها انتشارا في الطبيعة (اكثر من 90% من القشرة الأرضية)، كما تمتاز معادن هذا الصنف بالتعقيد في تركيبها الكيميائي. وتتميز المعادن فيه باحتوائها على السليكون والأوكسجين أو ما يسمى السليكا في تركيبها الكيميائي. (SiO_4).

The Rocks الصخـــور

A rock or stone is a natural substance a solid aggregate of one or more mineral or mineraloids.

Rocks are broadly classified into three groups based on their process of formation. The three major rock types are:

1. Igneous rocks
2. Sedimentary rocks
3. Metamorphic rocks

الصخرة Rock: عبارة عن تجمع طبيعي لواحد أو اكثر من المعادن أو أشباه المعادن بشكل متماسك لتكون صخرة صلبة. قد تكون الصخرة مكونة من معدن واحد Monomineralic أو من أكثر من معدن Polymineralic. من أمثلة الصخور أحادية المعدن: صخرة الحجر الجيري Limestone الرسوبية المكونة من معدن الكالسايت، صخرة الجبس Gypsum الرسوبية المكونة من معدن الجبسوم Gypsum وصخرة الكوارتزايت Quartzite المتحولة المكونة من معدن الكوارتز.

اما الصخور المتعددة المعادن فهي كثيرة مثل صخرة الكرا نايت Granite.

Rocks are formed in three main ways and are classified accordingly

1. Igneous rocks form from molten material called magma
2. Sedimentary rocks form from sediments deposited out of water or the air.
3. Metamorphic rocks form from the alteration of other rocks through temperature and pressure induced changes in the minerals

أنواع الصخور Types of Rocks:

تقسم الصخور بالاعتماد على الأصل او المنشأ Genetic classification أو تسمى أيضا بيئات الترسيب Deposition environments، إلى ثلاثة أنواع:

1. الصخور النارية Igneous Rocks: الصخور التي تتكون من تبلور المواد الصخرية المذابة تحت سطح الأرض والتي تسمى بالصهارة **Magma** حيث تحدث هذه العملية نتيجة التبريد الحاصل للصهير أثناء اختراقه طبقات القشرة الأرضية.

2. الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

هي الصخور التي تكونت نتيجة عمليات متعاقبة من التجوية والنقل والترسيب في بيئات ترسيب مختلفة (بحرية ، قارية ، نهرية ...الخ) .

3. الصخور المتحولة Metamorphic Rocks:

هي صخور تكونت من تحول صخور هي بالأصل نارية أو رسوبية أو حتى متحولة قديمة بفعل عوامل التحول من ضغط وحرارة تعمل على إعادة تبلور تلك الصخور الاصلية المسماة بالصخور الام وهي في حالة صلبة بشرط ان لا تنصهر.