

الفصل الرابع عشر

المبادئ الأساسية في الجيولوجيا

**Basic Principles of
Geology**

المحتويات Contents

• مفهوم علم الجيولوجيا **Geology**

• أفرع الجيولوجيا **Branches of Geology**

• الأغلفة الرئيسية للأرض

• الوفرة النسبية للعناصر في القشرة الأرضية

Abundance of elements in Earth's crust

• السلم الزمني الجيولوجي **Geologic time scale**

كلمة **جيولوجيا** مشتقة من مقطعين
Geo ومعناها الأرض **Earth** و
logy ومعناها العلم وبذلك تعني كلمة
جيولوجيا “علم الأرض”.

علم الجيولوجيا: هو العلم الذي يبحث في كل شيء يختص بالأرض من حيث علاقتها بالكون ونشأتها، والحوادث التي تعاقبت عليها، كما يبحث في خصائص الأرض وتركيبها

أفرع علم الجيولوجيا

Branches of Geology

أهم أفرع علم الجيولوجيا:

Hydrology

1. جيولوجيا المياه

Historical Geology

2. الجيولوجيا التاريخية

Mineralogy

3. علم المعادن

Petrology

4. علم الصخور

Crystallography

5. علم البلورات

6. علم الطبقات
Stratigraphy
7. علم الزلازل
Seismology
8. جيولوجيا البترول
Petroleum Geology
9. علم الأحافير أو المستحاثات
Paleontology

1. **جيولوجيا المياه** : البحث عن المياه الجوفية من أجل الاستفادة منها وذلك لتحديد مكانها وكمياتها.
2. **الجيولوجيا التاريخية**: دراسة تاريخ تطور القشرة الأرضية من حيث التغيرات المناخية و الجغرافية و التركيبية البيولوجية.
3. **علم المعادن**: دراسة المعادن المختلفة وخواصها وكيفية تحديد أنواعها وتكوينها.
4. **علم الصخور**: دراسة الصخور بأنواعها المختلفة وذلك بوصفها وتفسير نشأتها.
5. **علم البلورات**: دراسة البلورات و المواد المتبلورة و انواعها و أشكالها المختلفة.

6. **علم الطبقات**: تصنيف طبقات القشرة الأرضية من حيث صفاتها ومحتوياتها من أحافير، وتاريخها وظروف تكوينها وتتابعها
7. **علم الزلازل**: يدرس الزلازل وموجاتها.
8. **جيولوجيا البترول**: دراسة عمليات البحث والتقيب عن البترول وتحديد أماكنه وكمياته وخواصه.
9. **علم الأحافير أو المستحاثات**: يهتم بدراسة بقايا الكائنات الحية المختلفة والمحفوظة في الصخور والتي يطلق عليها **Fossils**

الاعغفة الرئسية للكرة الارضية

تتركب الكرة الارضية من الاعغفة الرئسية التالية:

The Atmosphere

1. الغلاف الجوي

The Hydrosphere

2. الغلاف المائي

The Solid Earth

3. الارض الصلبة

تتكون الارض الصلبة من:

1. القشرة الارضية:

Earth Crust

➤ قشرة قارية

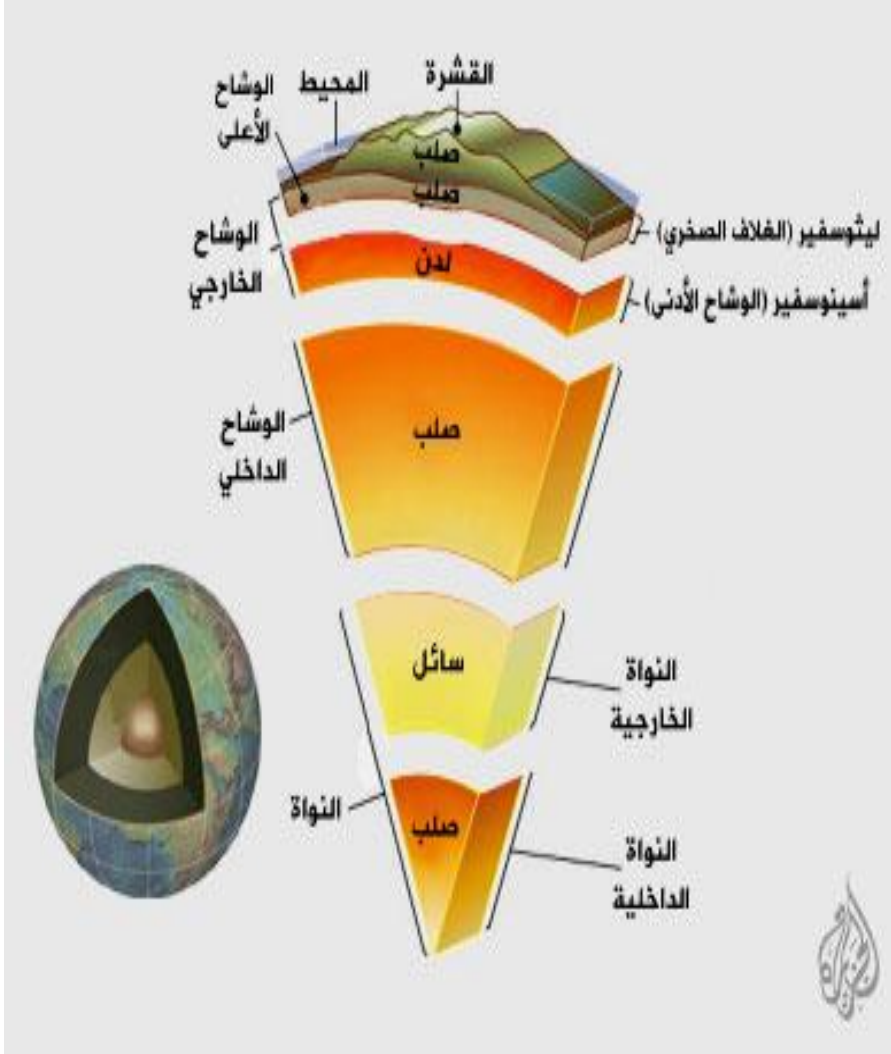
➤ قشرة محيطية

2. الوشاح: Mantle

3. اللب: Core

➤ النواة الخارجية (لب خارجي)

➤ النواة الداخلية (لب داخلي)



الوفرة النسبية للعناصر الرئيسية في القشرة الأرضية

تحتوي صخور القشرة الأرضية على
الكثير من المعادن المكونة، والعناصر
الأكثر وفرة والتي تشكل تقريبا **98 %**
من حيث الوزن للقشرة الأرضية هي:

46.6%	Oxygen (O)	1. الأكسجين
27.7%	Silica (Si)	2. السلكون
8.1%	Aluminum (Al)	3. الألمنيوم
5.0%	Iron (Fe)	4. الحديد
3.6%	Calcium (Ca)	5. الكالسيوم
2.8%	Sodium (Na)	6. الصوديوم
2.6%	Potassium (K)	7. البوتاسيوم
2.1%	Magnesium (Mg)	8. المغنيسيوم

السلّم الزمنيّ الجيولوجي Geologic time scale

- الزمنّ الجيولوجي هو تاريخ تكوين الأرض وسجل ظهور الحياة فوقها.

- ينقسم الزمنّ الجيولوجي إلى أربعة حقَب **Eras**

- الحقبة تضم عصورا **Period** أو **Epochs**

السلم الزمنى الجيولوجى

يقسم الى اربعة حقب:

1. حقب الحياة العتيقة

2. حقب الحياة القديمة

3. حقب الحياة الوسطى

4. حقب الحياة الحديثة

• **جيمس هاتن** أول من عرف أن الظروف التي سادت في الماضي في تاريخ الأرض تشبه الظروف الحالية (الظروف التي أدت إلى تكوين الصخور في السابق تشبه الظروف التي تؤثر على القشرة الأرضية في الوقت الحاضر) وهذا يعني أن الحاضر مفتاح الماضي : **نظرية الوتيرة الواحدة**

• **استعمل وليم سميث الأحافير في معرفة طبقات الأرض والربط بينها**





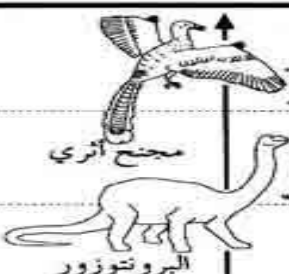





- تمكن الجيولوجيون الأوروبيون من وضع تقويم جيولوجي يعتمد على **الزمن النسبي** وذلك بتطبيق :
- **قانون تعاقب الطبقات** (والذي ينص أنه في تتابع صخور رسوبية غير مشوهة : تكون الطبقة أقدم من الطبقة التي تعلوها وأحدث من الطبقة التي تحتها)
- **قانون تعاقب الأحافير** : حيث توجد لكل فترة زمنية مجموعة من الأحافير المميزة لها.
- استطاع الجيولوجيون تعيين عمر الأحداث المختلفة للأرض بواسطة النشاط الإشعاعي وقد قدر عمر الأرض بحوالي 4,8 - 4,6 بليون سنة

• قسموا تاريخها الطويل إلى أربع فترات زمنية رئيسية تسمى الحقب التاريخية للأرض بناء على أنواع الحياة التي سادت على سطحها

• كيف استدل العلماء على أنواع الحياة التي سادت على سطح الأرض منذ عشرات أو مئات الملايين من السنين؟

• استدل العلماء على ذلك من الأحافير التي وجدت في الصخور التي تدل على أنواع الحياة التي سادت على سطح الأرض في أزمنة معينة من

تاريخها

المستحاثات المميزة للحقب FOSSILES CHARACTERISTIQUES	الأحداث الجيولوجية EVENEMENTS GEOLOGIQUES	الأدوار PERIODES	الأحقاب ERES	بملايين السنين	
أدوات بشرية قديمة 			الحقب الرابع QUATERNAIRE	- 1,7	
المليان 	السلسلة الألبية ALPES 	البليوسين Pliocène	الحقب الثالث TERTIAIRE		
	السلسلة البيرينية PYRÉNÉES	الميوسين Miocène			
		الأوليغوسين Oligocène			
		البايوسين Paléocène			
أمونيتات 	تغرف الزواحف أو البروتوزور 	الكريتاسي Crétacé	الحقب الثاني SECONDAIRE		
		الجوراسي Jurassique			
		الترياس Trias			
ثلاثيات القصوص 	الديلو كوليس (برماني)  ازدهار النباتات  سمك عظمي  قنفذ البحر 	البيرمي Permien	الحقب الأول PRIMAIRE		
		السلسلة الهرسينية Massif hercynien			التفحمي Carbonifère
		السلسلة الكاليدونية Massif calédonien			الديفوني Dévonien
					السيلوري Silurien
					الأردوفيسي Ordovicien
					الكمبري Cambrien
كائنات وحيدة الخلية	السلسلة الكادومية Massif cadomien		ما قبل الكمبري PRECAMBRIEN	- 550 - 2500	
				- 4500	

نشأة الأرض

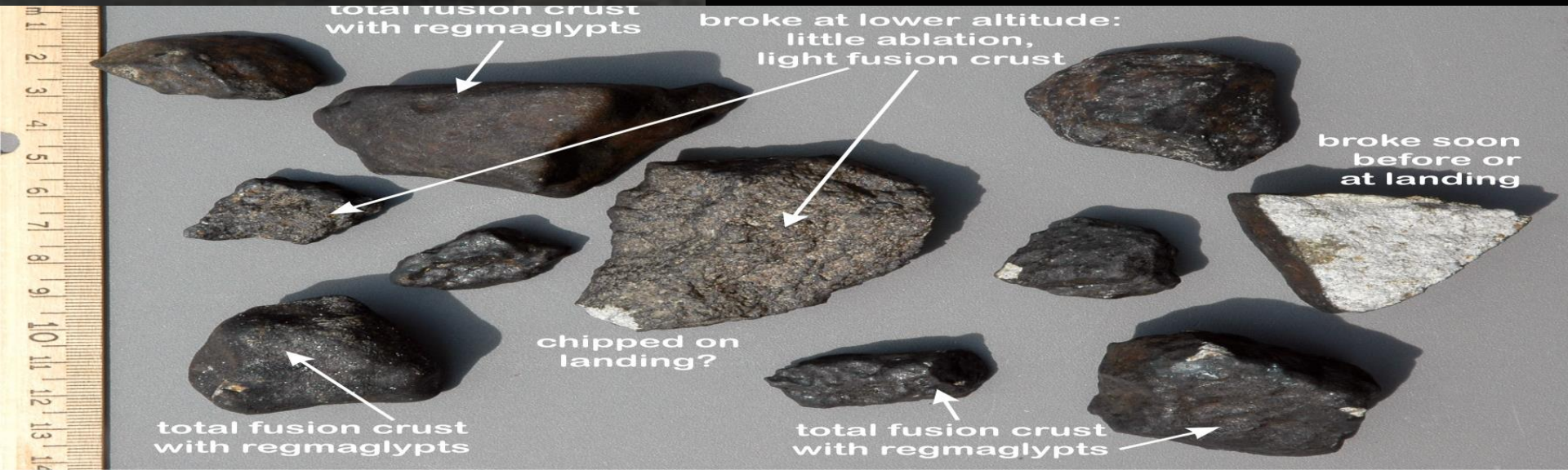
السلم الزمني (مليون سنة)	أهم أنواع الحياة	حين (Epoch)	عصر (Period)	دهر (Era)	أبد (Eon)
٢	عصر الإنسان	الحديث (Recent) البلايستوسين (Pleistocene)	الرباعي (Quaternary)	دهر الحياة الحديثة (Genozoic Era)	أبد الحياة المعروفة (Phanerozoic Eon)
٧	عصر الماموث	البلايوسين (Pliocene)	الثلاثي (Tertiary)		
٢٦	عصر الحيوانات العصرية	الميوسين (Miocene)			
٣٧	عصر آكلات العشب	الأوليغوسين (Oligocene)			
٥٣	عصر الفيلة الأولى	الأيوسين (Eocene)			
٦٥	عصر الخيول الأولى	الباليوسين (Paleocene)			
١٣٦	عصر الداينوصور الأخير		الكريتاسي (Cretaceous)	دهر الحياة المتوسطة (Mesozoic Era)	
١٩٢	عصر الداينوصور المتوسط		الجوراسي (Jurassic)		
٢٢٥	عصر الداينوصور الأول		الترياسي (Triassic)		
٢٨٠	عصر الزواحف الأولية		البرمي (Permian)	دهر الحياة القديمة (Paleozoic Era)	
٣٤٥	عصر البرمائيات والمستنقعات		الكربوني (Carboniferous)		
٣٩٥	عصر الأسماك		الديفوني (Devonian)		
٤٣٥	عصر العقارب المائية		السيلوري (Silurian)		
٥٠٠	عصر الرخويات العملاقة		الأردوفيشي (Ordovician)		
٦٠٠	عصر ثلاثية الفصوص		الكامبري (Cambrian)		
٢٥٠٠			(Proterozoic)	البدائي	أبد الحياة الخفية (Crypto- zoic Eon)
٤٦٠٠			(Archeozoic)	السحيق	

شكل (٣): أقسام السجل الجيولوجي وسلمه الزمني

الفصل الخامس عشر

المعادن

Minerals



Physical properties of metals and non-metals

Lustre

Metals Metals are lustrous, that is, they have a shining surface.



Contents

المحتويات

The concept of metal

. مفهوم المعدن

Chemical Classification of Metals

. التصنيف الكيماوي للمعادن

Main Crystallographic system

. البلورات والفصائل البلورية

Physical properties of metals

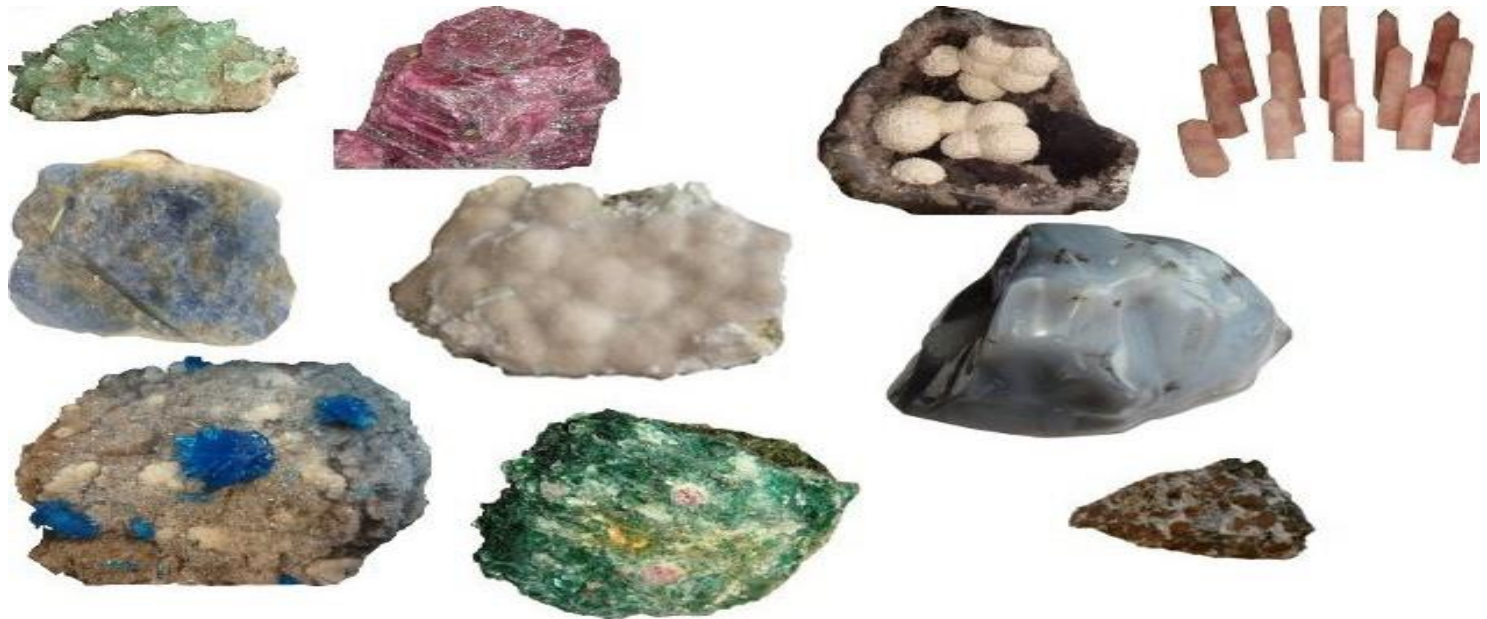
. الخواص الطبيعية للمعادن

Description of some metals

. وصف لبعض المعادن الهامة

مفهوم المعدن **The concept of metal**

المعدن: مادة طبيعية غير عضوية صلبة
ومتجانسة، ذات تركيب كيميائي محدد
وترتيب ذري داخلي منتظم



مفهوم المعدن

- المعدن مادة **طبيعية** فإذا كانت صناعية فلا تسمى معدناً.
- المعدن مادة **صلبة متجانسة ذات تركيب كيميائي محدد** أي أن المعدن يتكون من **مادة صلبة واحدة لا تتجزأ فيزيائياً** إلى مركبات أبسط وهذا المفهوم **يستبعد السوائل والغازات** وبالتالي **الزئبق** ليس معدناً. ويعبر عن تركيب المعدن بصيغة كيميائية محددة (**الجرافيت C**) ويعبر عن معدن **الماجنتيت** بالصيغة **(Fe_3O_4)** .
- **الترتيب الداخلي المنتظم** يعني أن المعدن مادة **متبلورة** لذلك **يستبعد الزجاج من المعادن** لأنه **غير متبلور ويستبعد الفحم والبتروول** مع أنهما يتكونان في ظروف طبيعية لأنهما **عضويان وغير متبلوران** إضافة إلى **تغير تركيبهما الكيميائي**.

التصنيف الكيماوي للمعادن

1. المعادن العنصرية: تتكون من عنصر واحد فقط

مثال: الجرافيت، الماس، الكبريت



2. المركبات: يدخل في تركيبها اكثر من عنصر وتكون على شكل مجموعات واهمها:

• الكبريتيدات. مثل: الجالينا (PbS)، البيريت (FeS₂)



. الأكاسيد . مثل : الماجنتيت (Fe_3O_4)



. السليكات . مثل : الكوارتز (SiO_2)



. الهاليدات. مثل: الفلورايت (CaF_2)



. الكربونات. مثل: الكالسيت (CaCO_3)



. الكبريتات. مثل: الجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)



. الفوسفات. مثل: الأباتيت ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})_2$)



البلورات والفصائل البلورية

البلورة: عبارة عن جسم صلب متجانس تحده أسطح مستوية تكونت في ظروف طبيعية تحت عوامل الضغط والحرارة.



تتشأ البلورات من عملية التبلور التي تنتج من:

1. تبريد مادة منصهرة ببطء

2. تبخر المحاليل المائية

3. تحول البخار مباشرة الى الحالة الصلبة

(التسامي)

4. اعادة تبلور المادة الصلبة بتأثير عوامل

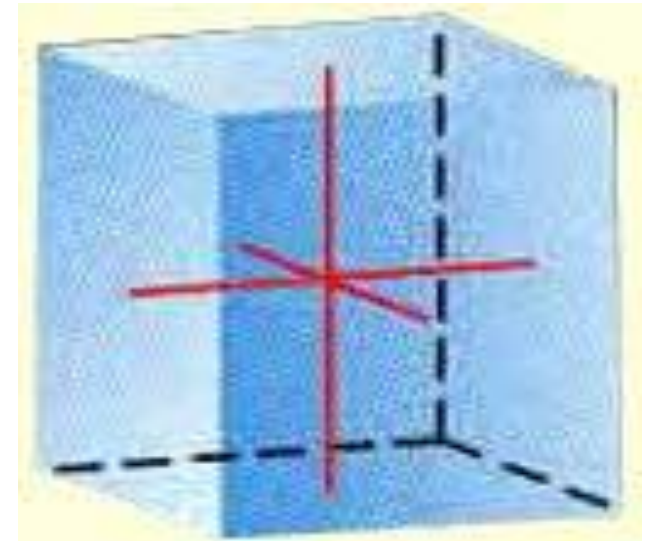
معينة

الفصائل والانظمة البلورية الرئيسية:

تُصنّف البلورات ضمن سبعة أنظمة رئيسية وذلك بالاعتماد على المحاور التماثلية و الزوايا المحورية.

أمثلة على الانظمة البلورية:

- فصيلة المكعب **Cubic System**
- يوجد ثلاث محاور متساوية ومتعامدة
- مثل الالماس

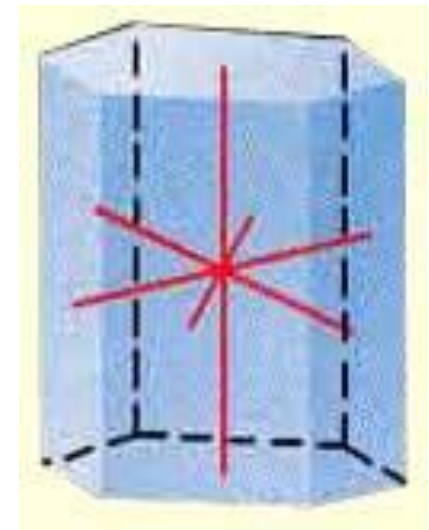


3. فصيلة السداسي : Hexagonal

. يوجد أربعة محاور، ثلاثة منها متساوية الطول وفي مستوى أفقى واحد تتقاطع فى زاويا متساوية 120° والمحور متعامد على مستوى المحاور السابقة.
مثل الجرافيت



بلورات الكوارتز من السداسي



الخواص الطبيعية للمعادن

Optical properties I. الخواص الضوئية

Cohesive properties II. الخواص التماسيكية

Specific gravity III. الوزن النوعي

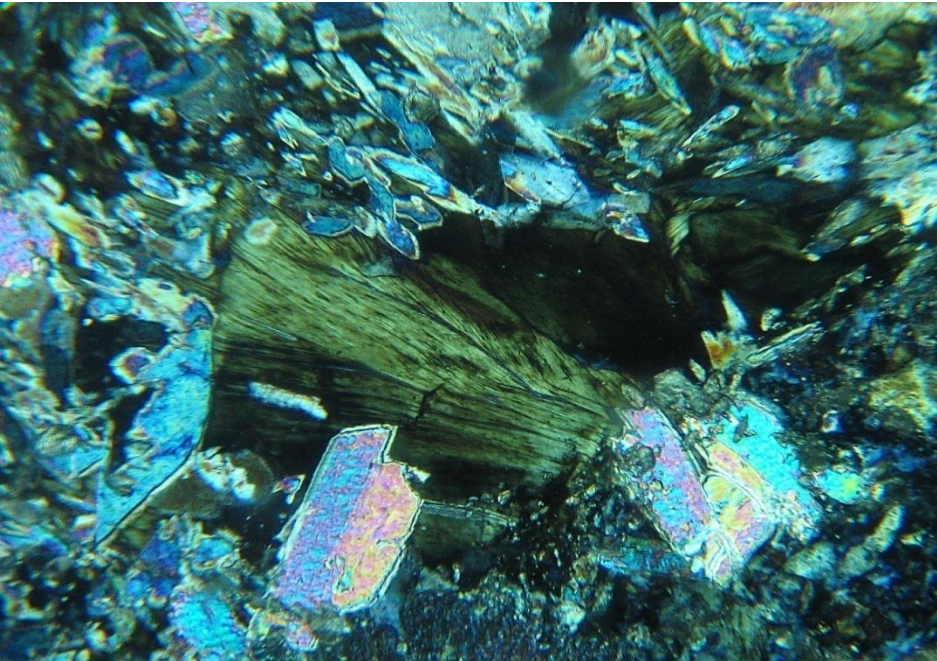
Magnetism IV. قابلية التأثير بالمغناطيس

Sensory properties V. خواص حسية

الخواص الضوئية او البصرية

Optical properties

تظهر هذه الصفات على المعدن نتيجة سقوط الضوء عليه ومن اهم هذه الصفات اللون، البريق، المخدش، والشفافية



➤ اللون: **Color**

ان لون المعدن هو احد الوسائل للتعرف على المعدن،مثلا:

الكبريت : أصفر

الجرافيت : أسود

السنابار : أحمر

هناك بعض المعادن لها الوان غير ثابتة لوجود شوائب فيها مثل

الكوارتز(بنفسجي، احمر،وردي).

➤ اللمعان او البريق: **Luster**

- لمعان فلزي: (فلزات ومعادن غير منقذة للضوء) مثل الحديد، النحاس، الذهب، الجرافيت، البيريت او الماجنتيت.
- لمعان لا فلزي: (المعادن التي تنفذ الضوء) غالبا تكون المعادن شفافة مثل الكوارتز، الجبس او الكبريت.

➤ المخدش: Streak

- المخدش هو لون مسحوق المعدن، ويتم الحصول عليه بحك المعدن على سطح لوح من الخزف الابيض غير المصقول ويعرف بلوح المخدش.
- بعض المعادن يصعب حكها للحصول على المسحوق لذا يتم طحنها للحصول على مخدشها.
- البيريت لونه اصفر بينما مخدشه اسود، الجرافيت لونه و مخدشه اسود

II. الخواص التماسيكية **Cohesive properties**

تعتمد هذه الخواص على **التركيب البلوري للمعدن**، أي التركيب الذري الداخلي وقوى الربط بين الأيونات او الذرات المكونة لبلورات المعدن



اهم الخواص التماسكية هي:

1. الصلادة او الصلابة **Hardness**

2. التشقق والانقسام **Cleavage**

3. المكسر **Fracture**



الصلابة او الصلادة Hardness

مقياس موهز للصلادة Mohs Scale of Hardness

اتفق على استخدام مقياس خاص لتقدير
صلادة المعدن تقديرا نسبيا وبالارقام يعرف
بمقياس موهز للصلادة

THE SCALE OF HARDNESS MINERALS



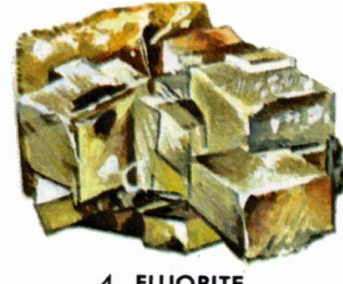
1. TALC



2. GYPSUM



3. CALCITE



4. FLUORITE



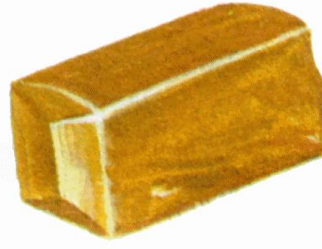
5. APATITE



6. FELDSPAR



7. QUARTZ



8. TOPAZ



9. CORUNDUM



10. DIAMOND

مقياس موهز لصلابة المعادن

درجة صلادة المعدن واداة الاختبار

1. **التلك**: يخدش بأظفر الاصبع بسهولة
2. **الجبس**: يخدش بأظفر الاصبع بصعوبة
3. **الكالسيت**: يخدش بقطعة نقود معدنية
4. **فلوريت**: يخدش بسكين بسهولة

5. الاباتايت: يخدش بسكين بصعوبة

6. الارثوكليز: يخدش بقطعة زجاج بصعوبة

7. الكوارتز: يخدش بمبرد حديدي

8. توباز: يخدش بالكوارندم

9. الكوارندم: يخدش بالألماس

10. الألماس: لا توجد له أداة اختبار

الانقسام Cleavage

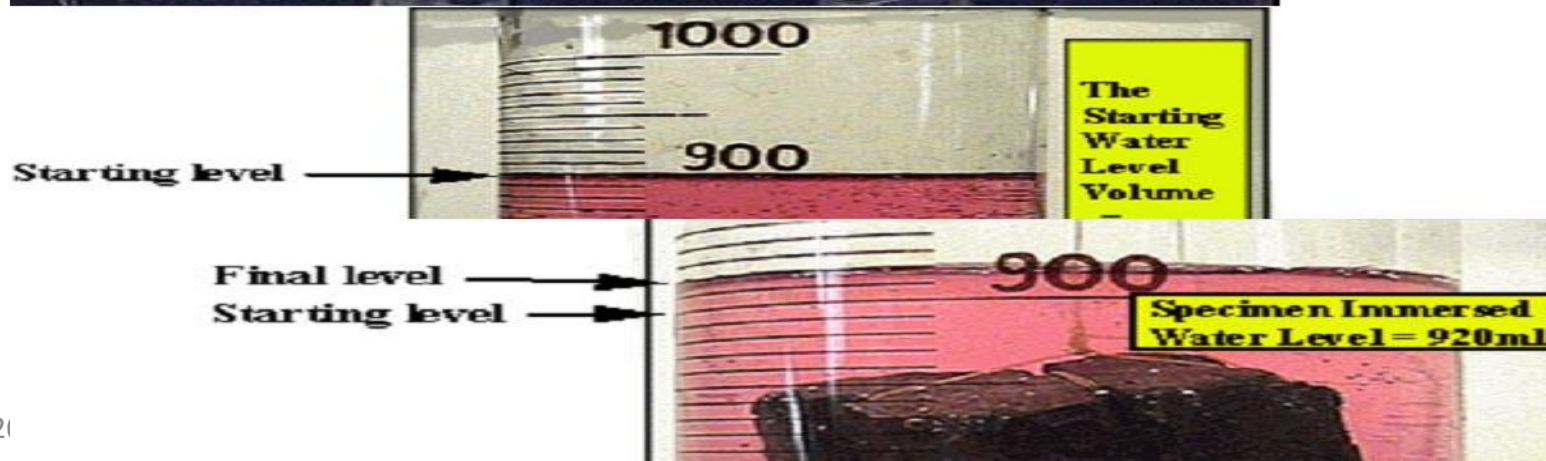
- الانقسام يعني تشقق المعدن في اتجاهات معينة بناء على بنائه البلوري وينتج عادة من ضعف الارتباط بين مستوى الذرات.
- قد يكون الانقسام في اتجاه واحد كما في الجرافيت على شكل صفائح، او في اكثر من مستوى كما في الكالسيت
- بعض المعادن ليس لها مستويات انقسام مثل الماجنتيت او الكوارتز

Fracture مكسر المعدن

- مكسر المعدن هو شكل السطح الناتج من كسره في مستوى الانقسام.
- قد يكون المكسر مستويا even او غير مستوي uneven او محاريا conchoidal كما في الكوارتز.

III. الوزن النوعي Specific gravity

هو النسبة بين كثافتي المعدن و كثافة الماء أي:
نسبة وزن حجم معين من مادة الى وزن
حجم مساوي له من الماء المقطر عند درجة 4م



- هناك بعض المعادن التي تنجذب الى المغناطيس الكهربائي القوي اذا قربت منه في حين ان بعض المعادن لا تنجذب مع المغناطيس
- المعادن التي تنجذب الى المغناطيس هي جميع **معادن الحديد** منها **الهيماتيت و الماجنتايت**
- المعادن التي لا تنجذب مع المغناطيس القوي هي **الكالسيوم و الزيركون و الكوارتز**



٧. خواص حسية

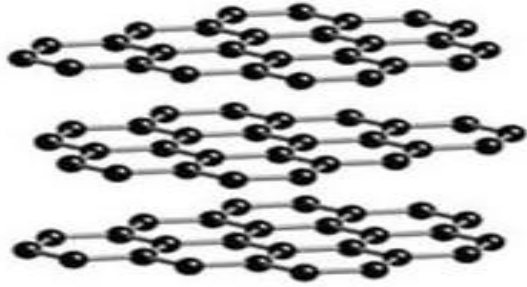
مثل : **الملمس و الرائحة و المذاق** .
امثلة:

- . معدن **التلك** صابوني (شحمي) الملمس.
- . معدن **البيريت** له رائحة كبريتية اذا سخن.
- . معدن **الهاليت** طعمه مالح.

وصف لبعض المعادن الهامة

1. الجرافيت Graphite

التركيب الكيميائي: **الكربون** الطبيعي أو الصناعي



Graphite Powder



jinlicarbon.en.alibaba.com

. لونه أسود

. يتبلور في فصيلة السداسي

. درجة صلادته **1-2**

. كثافته **2.2** غ/سم³

. لمعانه شبه فلزي، ومظهره

شحمي



2. الماجنتيت Magnetite

التركيب الكيميائي: Fe_3O_4

نظام التبلور : متساوي القياس (مكعب)

الشكل الخارجي: متراس و على شكل كتل حبيبية
متقزح اللون وأسود لماع

الخواص الطبيعية: صلابة تتراوح ما بين 5.5-6.5
عديم الانقسام، له مغناطيسية عالية.



3. التالك Talc

التركيب الكيميائي:



يعرف التالك باسم حجر الصابون أو (الأستياتايت)
ويوجد في الطبيعة على هيئة كتل صفائحية او
متماسكة مع الصخور القاعدية والفوق قاعدية
صلابة النسبية = 1، المخدش: ابيض اللون،
الملمس: شحمي

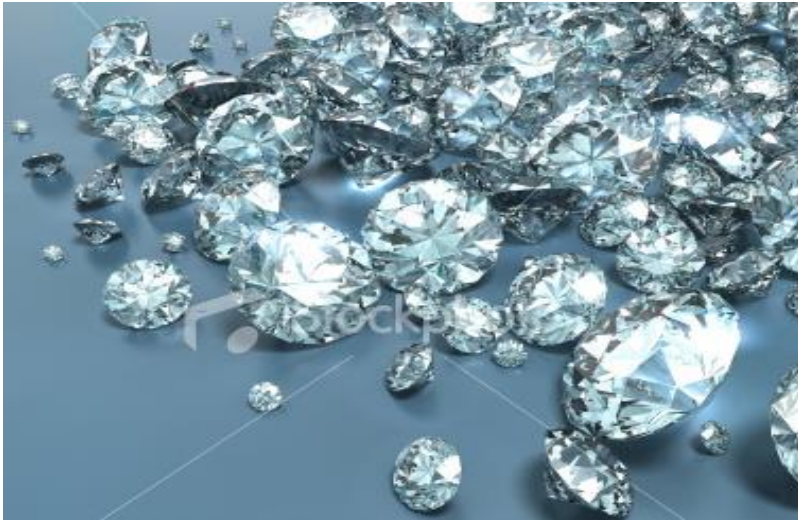
4. الماس Diamond

التركيب الكيميائي: الكربون

صلابة النسبية = 10 وهو أصل المعادن

الوزن النوعي = 3.5

البريق: الماسي



استعمالاته:

. الصناعة: يستعمل لخدش وصقل وتلميع جميع

المعادن الأخرى

. المجوهرات