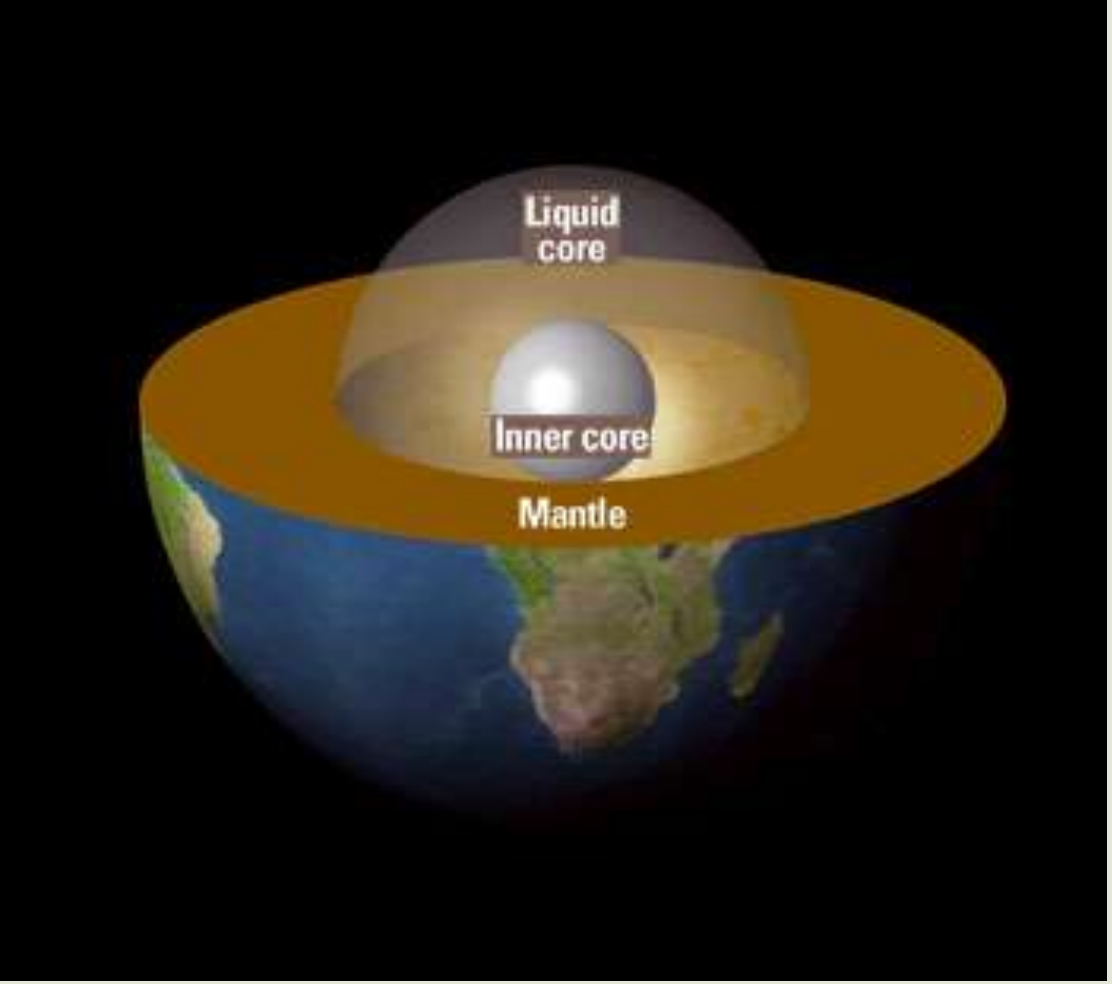
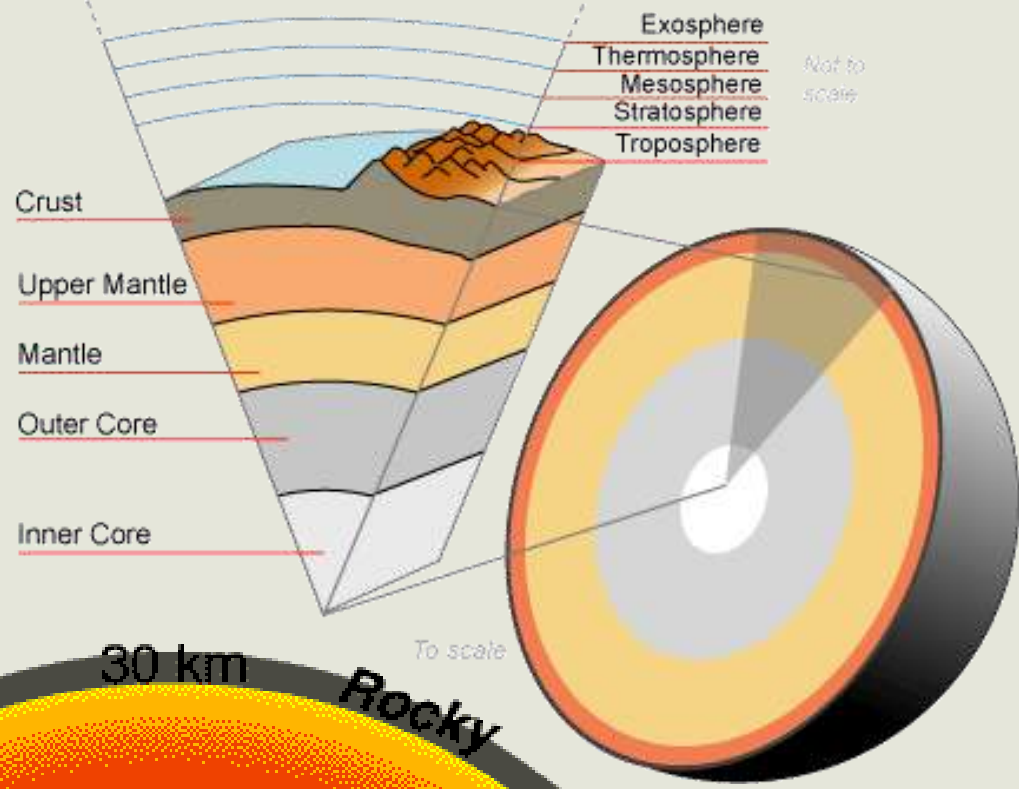
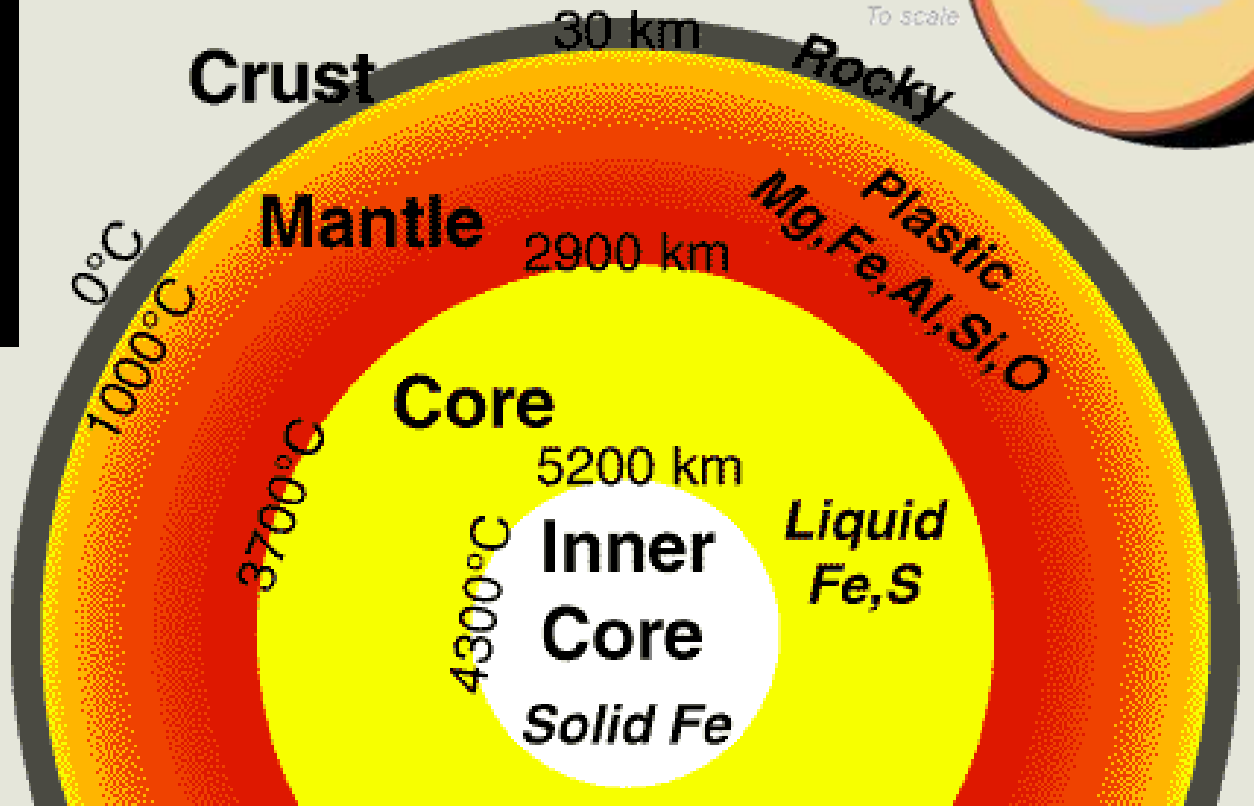
مقدمة في علم المعادن

د/ باسم زهير
أستاذ م المعادن والجيولوجيا الاقتصادية (basem.zoheir@fsc.bu.edu.eg)





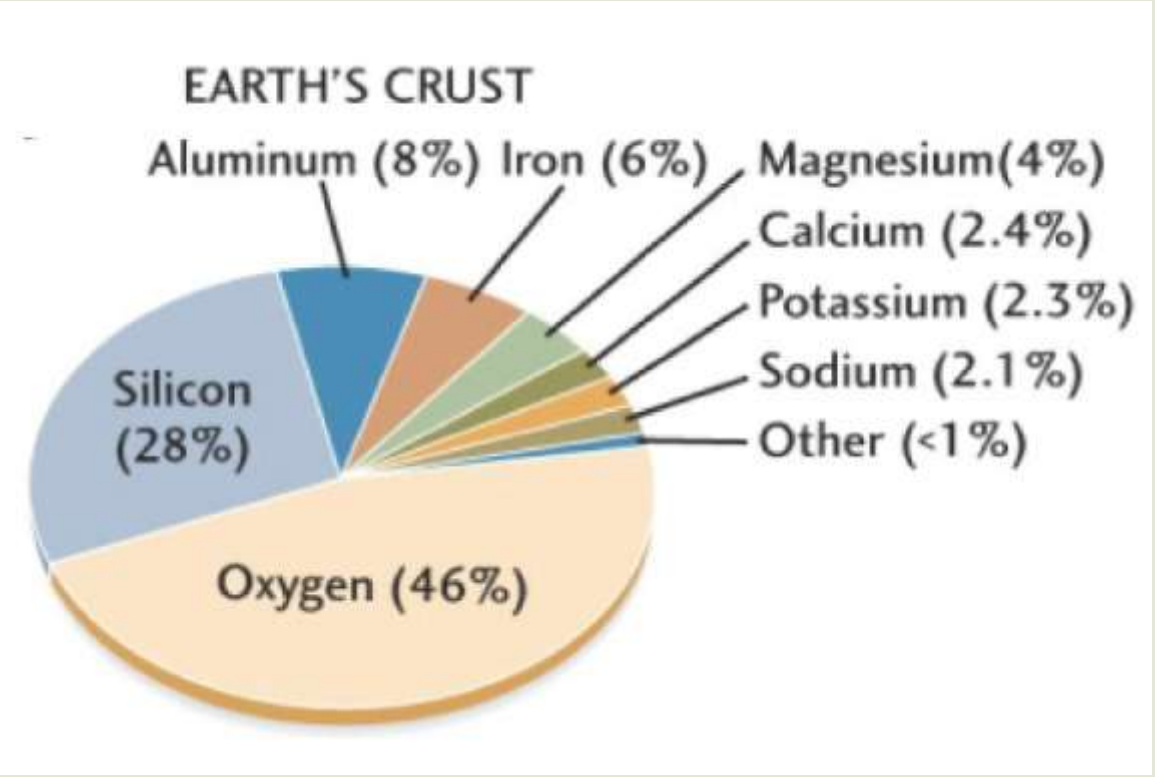


اللب الخارجي للارض سائل
والاسثينوسفير لدن

التركيب الكيميائي للقشرة الأرضية

متوسط التركيب الكيميائي للقشرة الأرضية

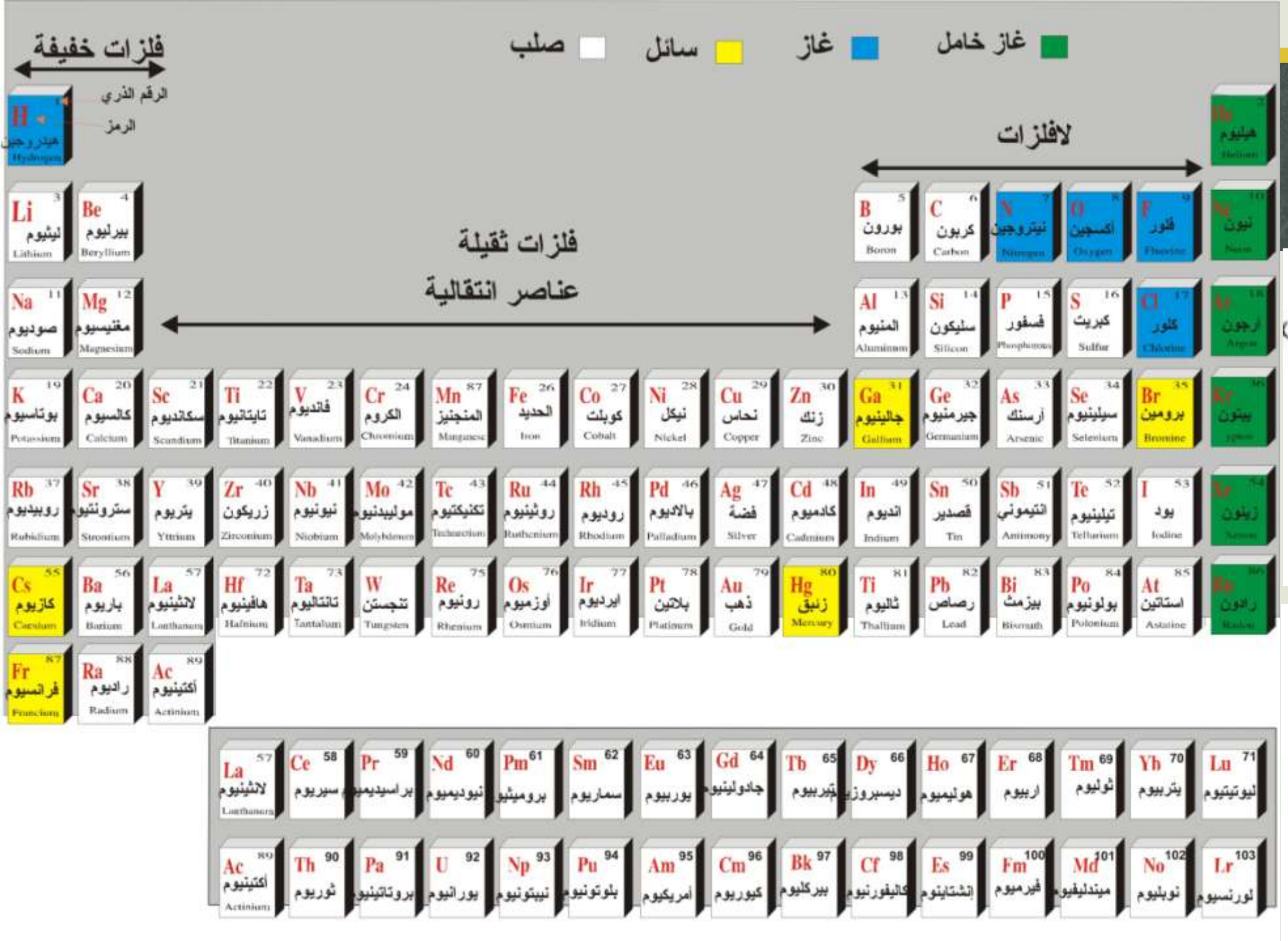
أسم العنصر	الرمز	النسبة المئوية
الأوكسجين	O_2	46,71٪
السليكون	Si	27,69٪
الألومنيوم	Al	8,07٪
الحديد	Fe	5,05٪
الكالسيوم	Ca	3,65٪
الصوديوم	Na	2,75٪
البوتاسيوم	K	2,58٪
المغنسيوم	Mg	2,08٪
المجموع		98,58٪

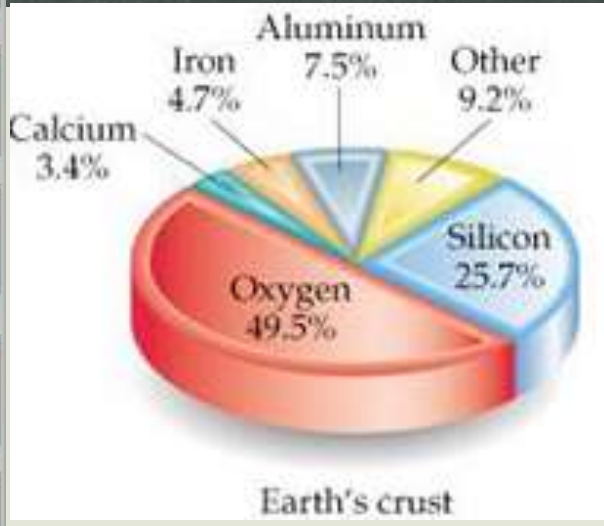


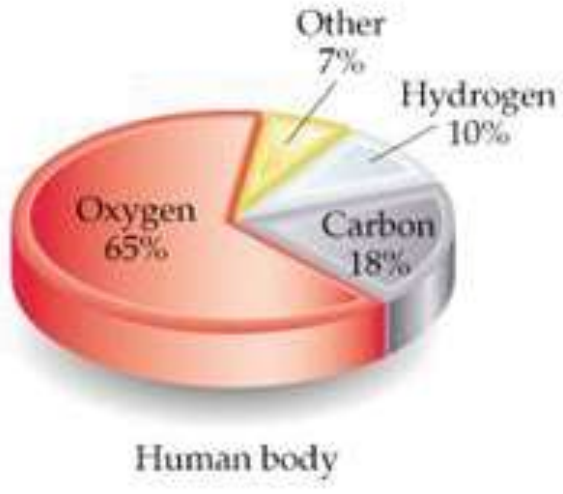
ثمانية عناصر من أثنين وتسعين عنصرا الموجودة في الطبيعة تكون حوالي 99 بالمائة من وزن القشرة الأرضية أما بقية العناصر تكون فقط واحد بالمائة من تركيب القشرة الأرضية

* الأوكسجين أكثر العناصر أنتشارا وهو لايوجد حر طليق وأنما مرتبط كيميائيا بعناصر أخرى في صخور القشرة الأرضية وكذلك الحال لباقي العناصر الثمانية

الجدول الدوري







ما هو المعدن؟

المعدن مادة طبيعية

صلبة : ولذا لا تعد السوائل والغازات معادن

غيرعضوية : تكونت بفعل عمليات تبللور فيزيائية او كيميائية (من صهير او محلول)

متجانسة : لا يمكن تجزئتها الى مركبات كيميائية ابسط

متبلورة : يميزها بناء بللوري محدد اي ذراتها المكونة لها توجد مرتبة في نظام هندسي ثلاثي الابعاد وليه فالزجاج ليس معدن مع ان له نفس التركيب الكيميائي لمعدن الكوارتز (SiO_2)

ولها تركيبة كيميائية معروفة : تكتب في شكل صيغة محددة من الكربونات او السيليكات او الاكاسيد لكن تسمح ببعض الاحلالات $CaMg(CO_3)_2$ & $Ca(Mg, Fe, Mn)(CO_3)_2$ هي معدن واحد وهو الدولومايت

مكونات المعدن

المعادن هي المواد (الوحدات الصغرى) التي تتكون منها الصخور

والمعدن يتكون من ذرات (او ايونات) عنصر واحد (معدن طليق)، او في الاغلب من عناصر عديدة مترابطة على شكل مركب كيميائي مستقر (معدن مركب).

والذرة تتكون من نواة تحتوى على الشحنات الموجبة وغالبية الكتلة وهي مجموع البروتونات الموجبة الشحنة والنيترونات متعادلة الشحنة. ويدور حولها الالكترونات سالبة الشحنة تدور في مدارات محددة بسرعة فائقة. ويحدد عدد الالكترونات الرقم الذري للعنصر وهو مساوي لعدد البرتونات وبذلك تكون الذرة متعادلة الشحنة.

وتدور الالكترونات حول النواة في مدارات الطاقة المختلفة ممسوكة بالنواة بقوى الجاذبية. واستيعاب المدار الاول القريب للنواة 2 الكترون في حين ان المدارات الخارجية تسع 8 الكترونات, وهذه الخارجية هي المسؤولة عن الترابط بين الذرات

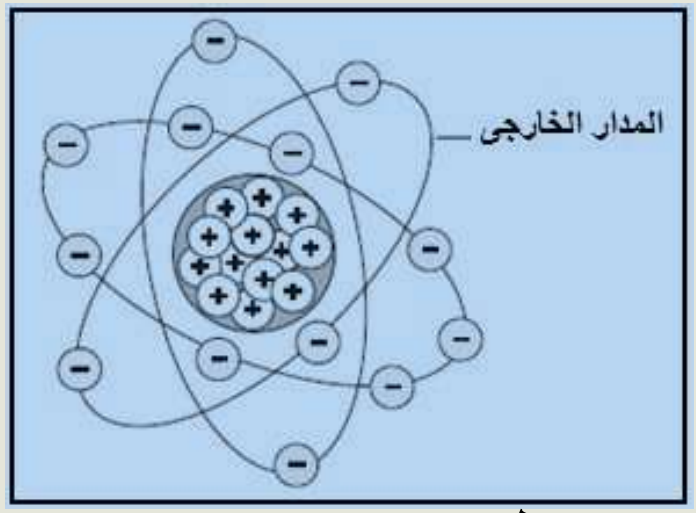
الصيغة الكيميائية للمعدن

تعتبر معرفة التركيب الكيميائي للمعادن ذات أهمية كبرى في دراستنا لها. إذ تتوقف طبيعة المعدن، وخواصه المختلفة إلى درجة كبيرة على تركيبه الكيميائي.

والتركيب الكيميائي للمعدن المكون من عدة عناصر يمكن التعبير عنه بقانون (صيغة كيمبائية) تتحدد فيه العناصر بنسب ثابتة.

فمثلا في معدن الكوارتز Quartz نجد أن النسبة هي 1 ذرة سليكون إلى 2 ذرة أوكسجين ، وينتج عنها القانون SiO_2، وهذه النسب ثابة لا تتغير مهما تغير المكان الذي نجد في الكوارتز. وعندما يتكون المعدن وينمو فإن نسب الذرات المكونة له تظل محفوظة ، وينتج عن ذلك ترتيب الذرات ترتيبا هندسيا منتظما في الأبعاد الثلاثة.

الروابط الكيميائية



تتكون المركبات الكيميائية ومنها المعادن من ذرات او ايونات مرتبطة ببعضها كهربيا عن طريق الالكترونات الخارجية

واغلب ذرات العناصر تحتوي فيها المدارات الخارجية على عدد اقل من 8 اختلافا عن الغازات الخاملة

تتكون المركبات الكيميائية ومنها المعادن من ذرات او ايونات مرتبطة ببعضها كهربيا عن طريق الالكترونات الخارجية

واغلب ذرات العناصر تحتوي فيها المدارات الخارجية على عدد اقل من 8 اختلافا عن الغازات الخاملة

وتسعى الذرات الى الاستقرار عن طريق فقد او اكتساب الكترونات في المدارات الخارجية، وذلك بمشاركة ذرات اخرى الكترونات التكافؤ. والروابط الكيميائية انواع هي:

الروابط الكيميائية

روابط ايونية

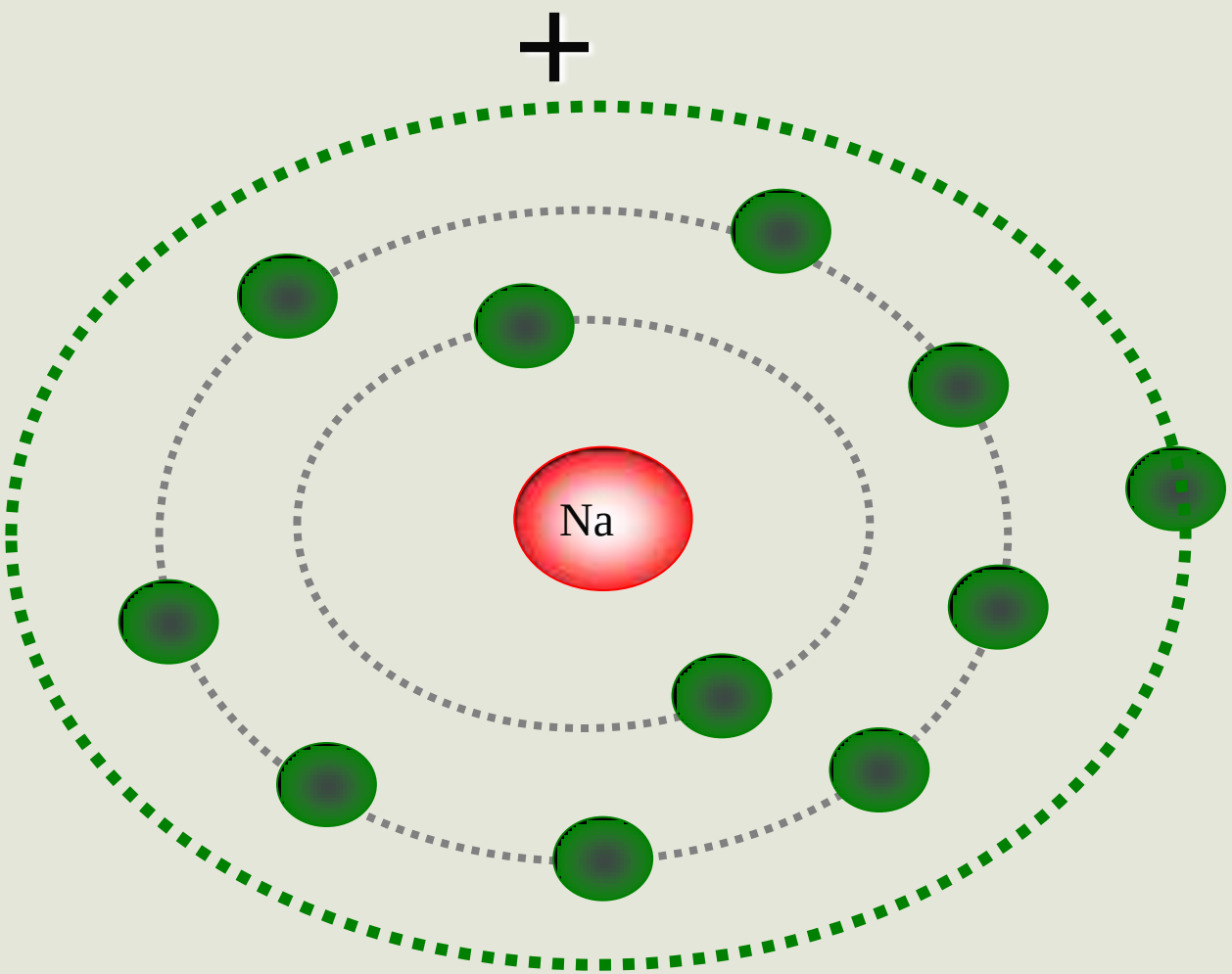
وهي روابط تنشأ نتيجة قوي تجاذب كهربي بين الايون الموجب لفلز والايون السالب للافلز

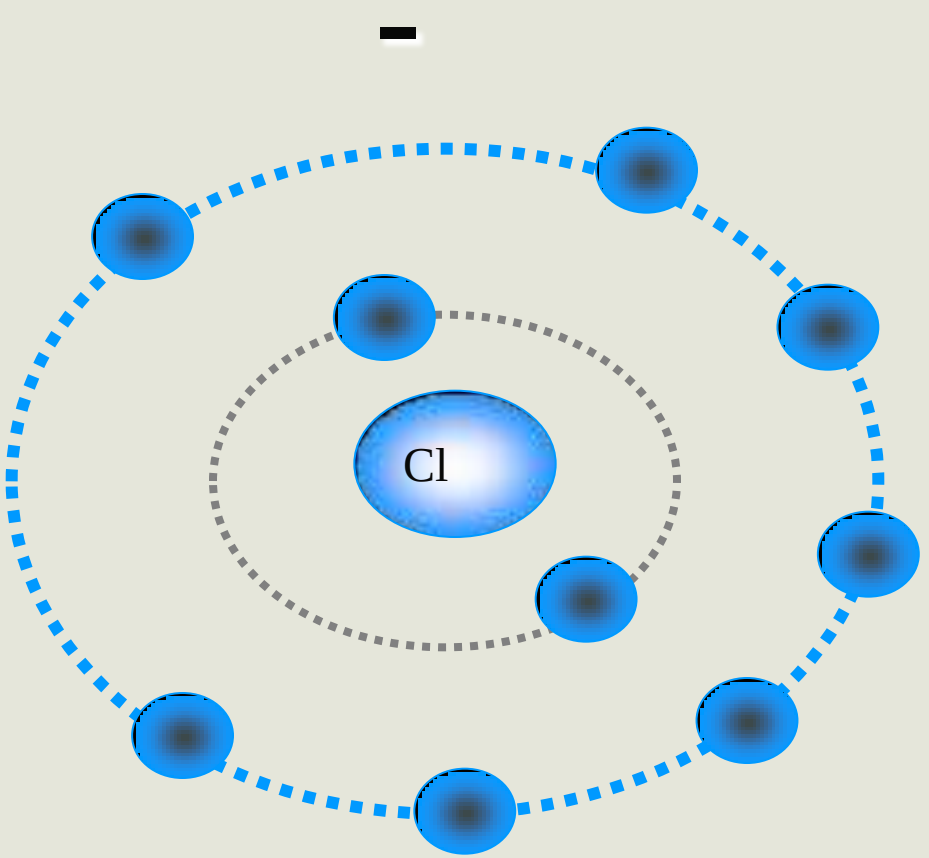
وتكون بانتقال كلي لواحد او اكثر من الكترونات التكافؤ من ذرة الى اخرى، مثل ترابط الصوديوم والكلور ليكونا معدن الهاليت، وهنا يستقر الصوديوم بفقد الالكترون الوحيد في الغلاف الخارجي بينما يكتسب الكلور الالكترون الثامن في الغلاف الخارجي ليستقر. وبهذا يكون الصوديوم ايون موجب (كاتيون) والكلور ايون سالب (انيون)

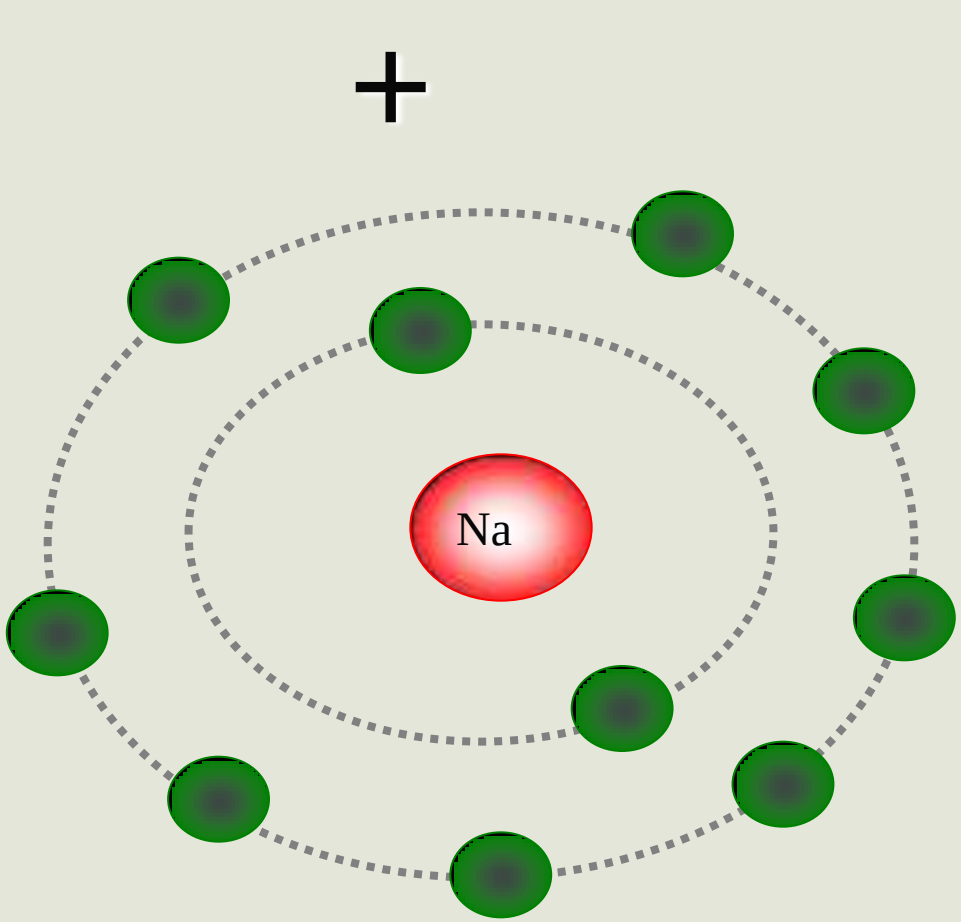
1- تفقد أحدى الذرتين الكترون أو اكثر من الكترونات التكافؤ.

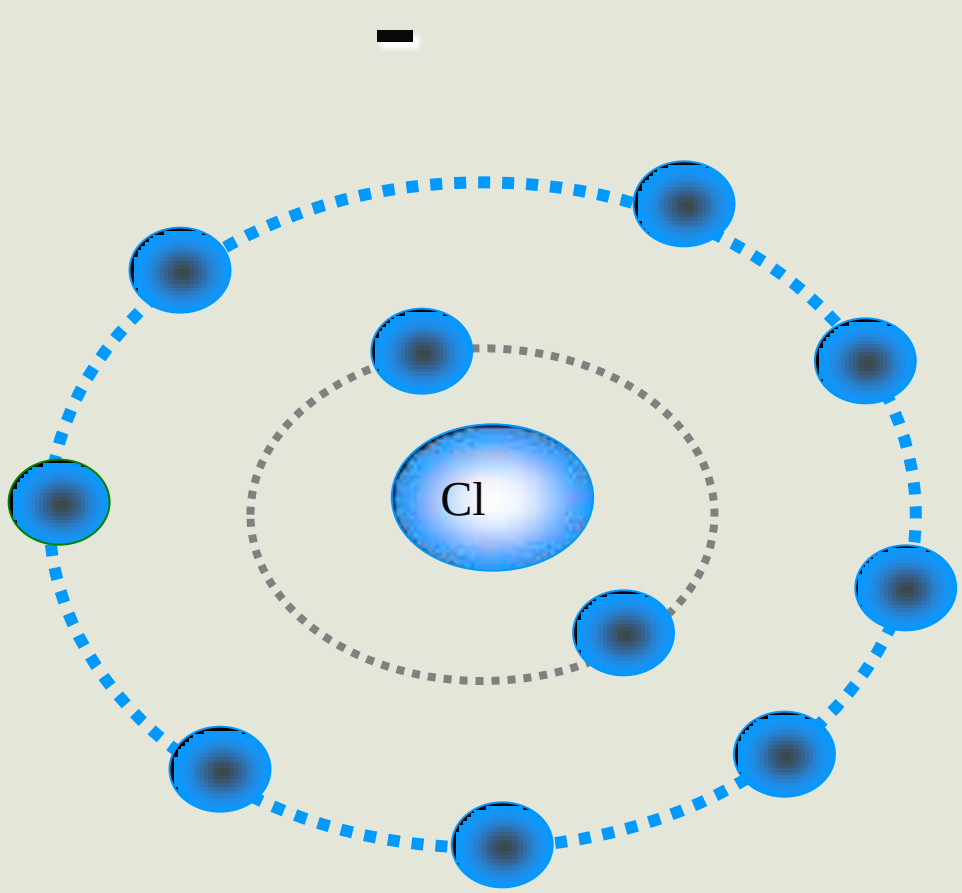
2- تكتسب الذرة الأخرى الكترون أو اكثر في مجال تكافؤها.

3- يتم الترابط بين الأيون الموجب والأيون السالب نتيجة للتجاذب الكهربائي.


+
Na


-
Cl

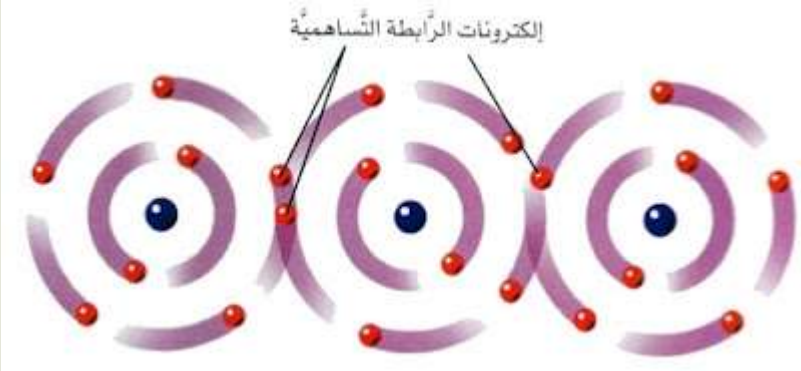




التجاذب الذي حدث هو الرابطة الايونية

الروابط الكيميائية

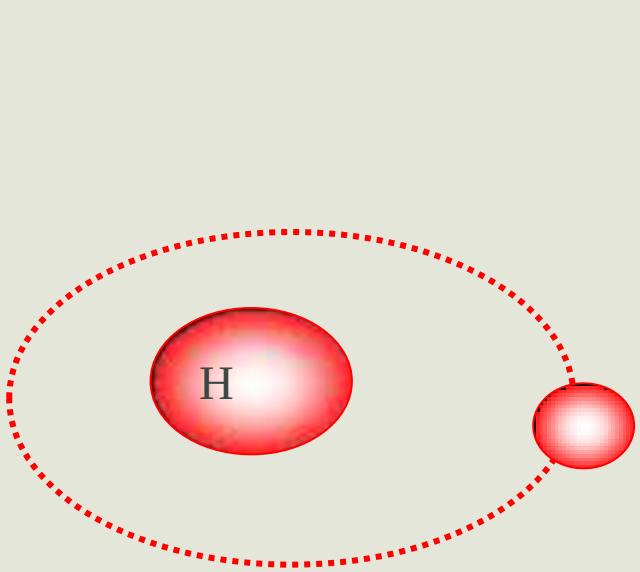
روابط تساهمية

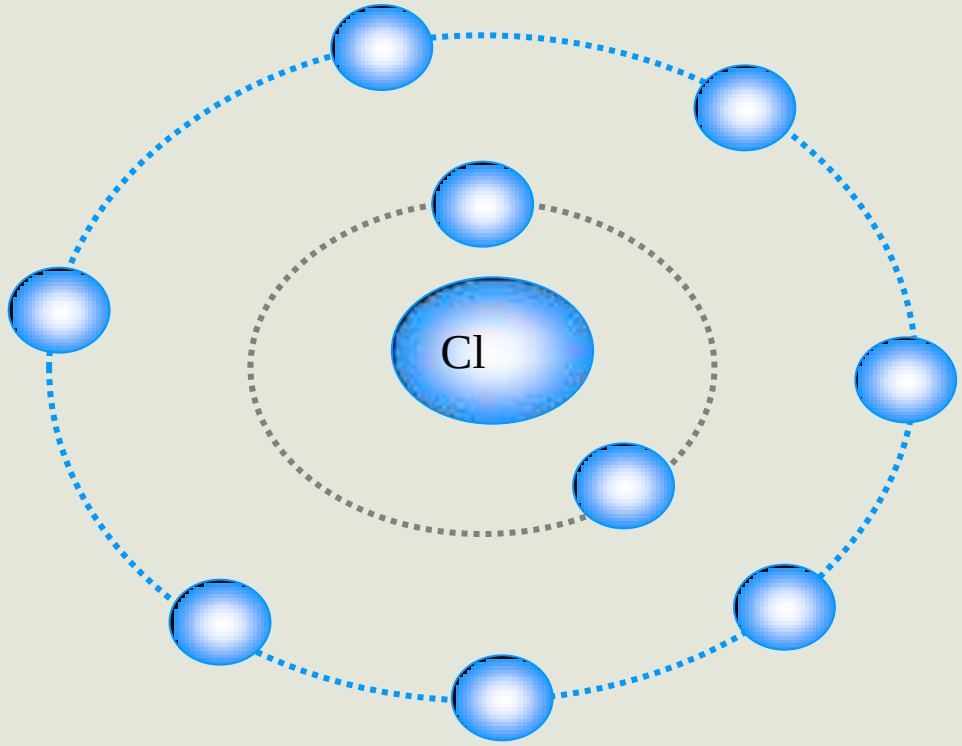


عبارة عن زوج من الالكترونات يربط بين ذرتين تكون نتيجة مساهمة كلِ من الذرتين بالكترون واحد من مستوى التكافؤ.

وتتداخل المستويات الأخيرة بحيث تشكل مستويات مشتركة تدور فيها الإلكترونات حول ذرتين بدلا من دورانها حول ذرة واحدة للوصول إلى حالة الاستقرار

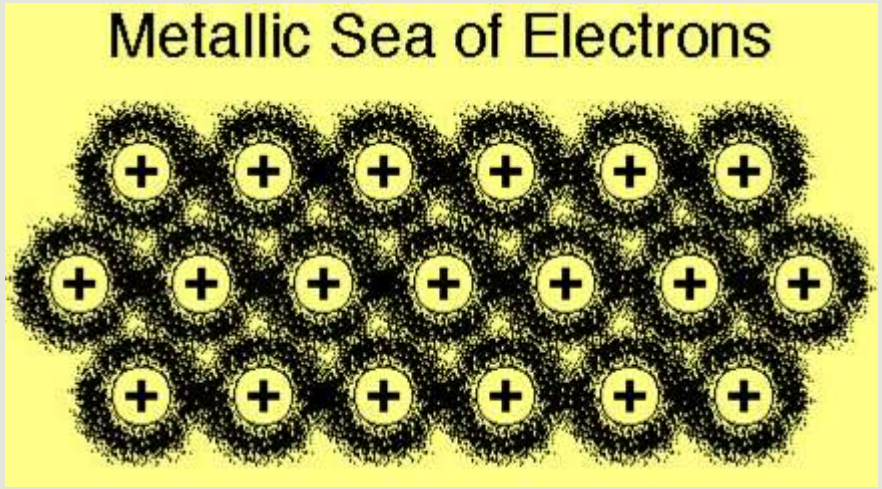
كل ذرة من الذرتين المتجاورتين تساهم بإلكترون من مدار التكافؤ فيها ليتكون زوج الكتروني يقضي معظم وقته في الفراغ الموجود بين الذرتين وينجذب من نواتي الذرتين ممايؤدي الى شد الذرتين بعضهما ببعض.





التجاذب الذي حدث هو الرابطة التساهمية

الروابط الكيميائية



روابط فلزية

هي الرابطة تنتج من السحابة الإلكترونية المتكونة من تجمع إلكترونات التكافؤ الحرة في الفلزات والتي تقلل من قوى التنافر بين أيونات الفلز الموجبة في الشبكة البلورية، وهذا يسمح للإلكترونات بالتجمع حول المادة وتكون مقيدة حولها.

على الرغم من ان لذرات الفلزات الكترونات تكافؤ الا أنها لا تشترك في الكترونات التكافؤ مع الذرات المجاورة ولا تفقدها ولكن بدل من فإنها **تتداخل مجالات الطاقة الخارجية بعضها في بعض** أي ان ذرات الفلزات جميعها في الحالة الصلبة تساهم في تكوين (سحابة) **بحر الالكترونات** الذي يحيط بايونات الفلز الموجب في الشبكة البلورية .

تعتمد خواص المواد على الروابط بين ايوناتها

ايونية	تساهمية	فلزية
الصلادة متوسطة وزن نوعي متوسط درجة انصهار وغليان مرتفعة ومعظمها رديئة التوصيل للحرارة والكهرباء محاليلها جيدة التوصيل للكهرباء لأنها تتأين عند إذابتها بالماء مثل معادن الفلورايت، فلوريد الكالسيوم (Ca_2F).	الصلادة العالية وزن نوعي منخفض درجة انصهار وغليان مرتفعة جدا رديئة التوصيل للحرارة والكهرباء غير قابلة للذوبان في الماء ولا تتأين وتعتبر هذه الروابط الكيميائية ومعادنها الاكثر استقرار.	الصلادة متفاوتة وزن نوعي غالبا كبير درجة انصهار وغليان متفاوتة موصلة جيدة للكهرباء الحرارة قابلة لطرق و السحب غير قابلة للذوبان في الماء نظرا الى طبيعة الرابطة الفلزية يكون من السهل إدخال عناصر مختلفة الى الشبكة الفلزية لتكوين ما يعرف (السبيكة).

الخواص الفيزيائية للمعادن

نظرا لأن المعادن توجد في الطبيعة – في معظم الحالات – في هيئة مجموعات مثل التوائم، والبلورات النطاقية، والمجموعات غير المنتظمة والمجموعات الحبيبية والشجرية والعنقودية، وفيها لا توجد أوجه بلورية على مادة المعدن مما يجعل التعرف على المعدن – إعتمادا على خواص أوجهه البلورية وتوزيعها – غير ممكنا،

لذلك فإننا نلجأ إلى طريقة أخرى للتعرف على المعدن وتمييزه عن غيره. هذه الطريقة هي الإستعانة بخواص المعدن الفيزيائية وهي خوصا سهلة التعيين.

ولما كانت هذه الخواص تتوقف على كل من البناء الذري والتركيب الكيميائية فإنها في مجموعها مميزة لكل معدن.

الخواص الفيزيائية للمعادن

1- خواص بصرية (looking properties)

وهذه خواص تعتمد على الضوء، ومن أمثلتها البريق، واللون، وعرض الألوان، والتضوء، والشفافية، والمخدش.

2- خواص تماسكية (Cohesive properties)

تعتمد على تماسك مادة المعدن ومرونتها، ومن أمثلتها الصلادة ، والإنفصام، والإنفصال، والمكسر، والقابلية للطرق والسحب.

3- خواص كهرومغناطيسية (Electrical and Magnetic properties)

تتوقف على الكهربائية والمغناطيسية، ومن أمثلتها الكهرباء الحرارية، والكهرباء الضغطية والمغناطيسية.

4- الوزن النوعي (Specific gravity) أو كثافة المعدن بالنسبة لكثافة الماء.

الشكل البللوري

البريق

الخواص البصرية للمعادن

هى خواص تعتمد على تفاعل المعدن مع الضوء الساقط علية والمنعكسه منه

(١) بصرية مثل :- البريق - عرض اللون - اللون - الشفافية - المخدش

(٢) تماسكية مثل :- الصلادة - المكسر - الانفصام - القابلية للسحب والطرق

البـــــريق

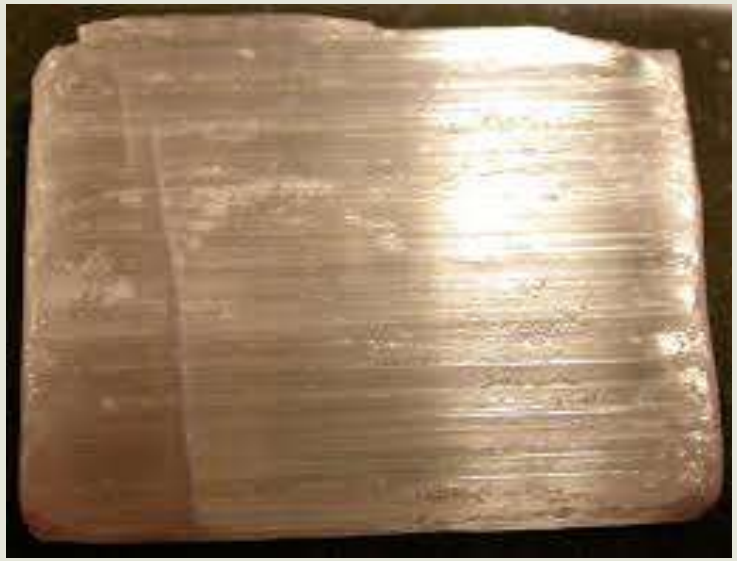
هو مقدارر عكس الضوء الساقط على المعدن ويتميز الى :-

- بريق فلزى –حيث يكون أنعكاس الضوء بدرجة كبيرة أى يكون لامعا
- بريق لافلزى – مثل بريق الزجاج واللؤلؤ أو الماس أو الحريرى
- بريق مطفى – ترابى أو أرضى سطحة غير براق

بريق زجاجي مثل بريق الزجاج ومن أمثلته بريق الكوارتز.

بريق مطفي عندما يكون السطح غير براق أي مطفي ،ومن أمثلته بريق معدن الكاولين

بريق لؤلؤي ويشبه هذا البريق بريق اللؤلؤ ، ومن أمثلته بريق الميكا والتلك



بريق حريري مثل الحرير ، وينتج عن المعادن التي في هيئة ألياف ، مثل أحد أنواع الجبس

بريق راتنجي مثل سطح ومظهر الراتنج أو الكهرمان، ومن أمثلته بريق الكبريت

بريق الفلزي: تعطيه الفلزات. ومن أمثله المعادن التي لها بريق فلزي (بيريت)، وهذه المعادن تكون معتمة وثقيلة الوزن.

تابع الخواص البصرية للمعادن

ثانيا : اللون

يعتمد على طول الموجات الضوئية التى تنعكس منه وتعطى الأحساس باللون وهى معادن ذات ألوان ثابتة أى متأصلة مثل الكبريت (أصفر) المالاكيت (أخضر) وهو كربونات النحاس المائية.

وهناك معادن ذات الوان متغيرة نتيجة تغير تركيبها الكيميائى دون تغير ترتيب ذراته أو لاحتوائة على شوائب مثل :-

(١) (المرو الكوارتز) SIO_2 ويظهر منه عدة ألوان :-

الوردى (الأميشت) ---- لوجود شوائب من أكاسيد الحديد أو المنجنيز

اللبنى الأبيض -------- لوجود فقاعات غازية كثيرة

المدخن أو المسود ------ نتيجة كسر بعض الروابط بين ذرات العناصر .

النقى الشفاف ---------- وهو البللور الصخرى .

الخواص البصرية للمعادن

التضوء

وينتج التضوء عن التعرض للحرارة أو الأشعة فوق البنفسجية أو الأشعة السينية .. الخ. ويختلف لون التضوء عن اللون الأصلي للمعدن ، وألوان التضوء دائما ألوان باهرة ساطعة. مثلا ، تعطي بعض أنواع معدن الكالسيت Calciteعند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية ألوانا حمراء باهرة،

وتستعمل الأشعة فوق البنفسجية عادة في الكشف عن خاصية التفلر ، ويجرى الإختبار في مكان مظلم. والأجهزة المستخدمة تستعمل عادة مصابيخ بخار الزئبق أو أنابيب الأرجون أو غيرها من مصادر إنتاج الأشعة فوق البنفسجية، مما يساعد على إستكشاف المعادن المتفلرة داخل الكهوف والمناجم..

تابع الخواص البصرية للمعادن

(٢) السفالريت وهو كبريتيد الزنك ZNS

وهو اصفر شفاف يتحول الى اللون البنى بزيادة عنصر الحديد بدلا من الزنك .

خاصية عرض اللون

هى تغير لون المعدن مع حركة عين الأنسان ..مثل الأحجار الكريمة أو النصف كريمة .

كما أن الماس يفرق الضوء الساقط عليه نتيجة انكساره إلى لونين هما الأحمر والبنفسجى .

وأيضا الأوبال يتميز بخاصية اللألأة أو عين الهر حيث يتموج بريق المعدن والنسيج الألياف

الشـــــــــفافية

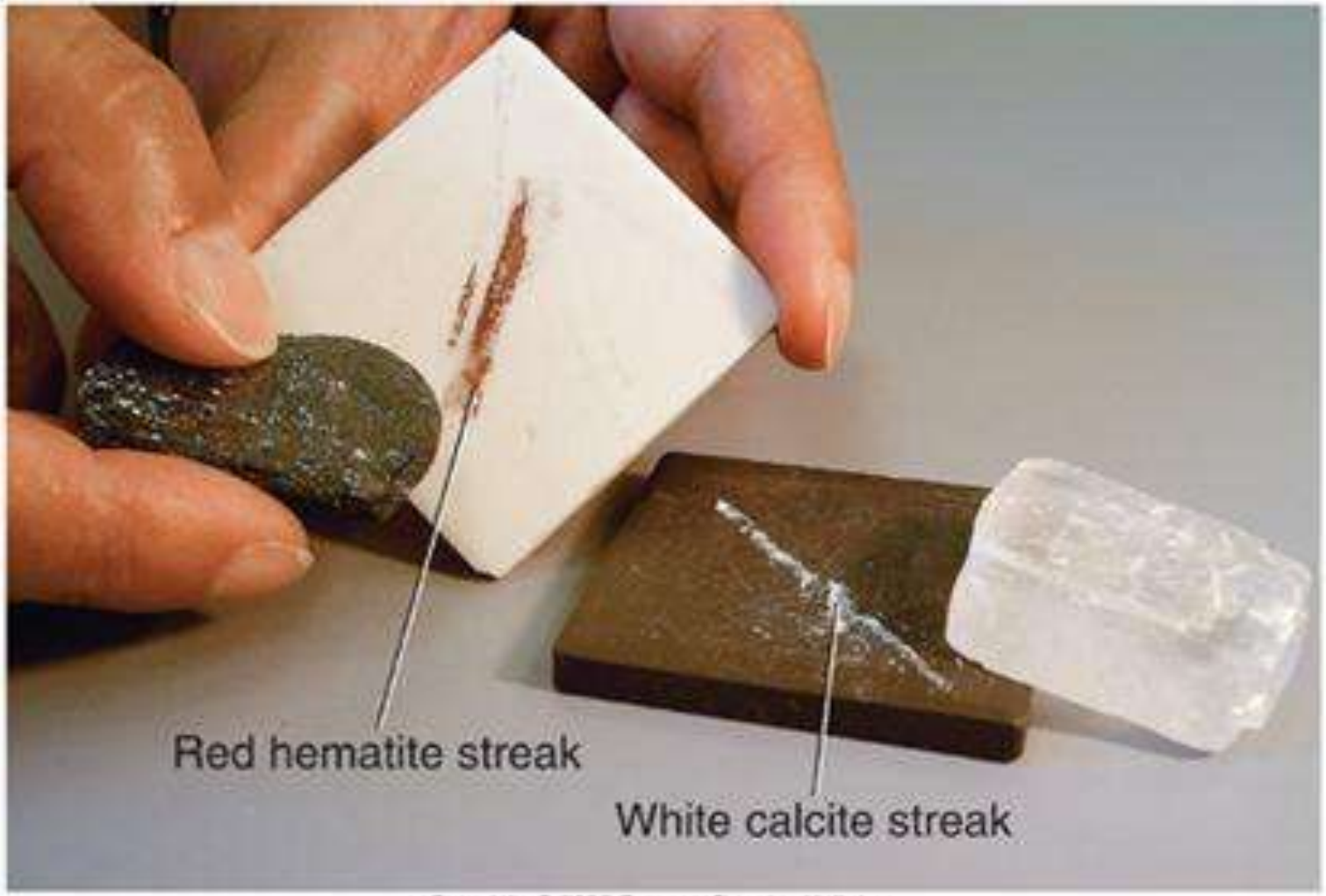
هى قدرة المعدن على نفاذ الضوء من خلالة وهى

- معادن شفافة يمكن الرؤية من خلالها
- معادن نصف شفافة
- معادن معتمة .

المـــــــــخدش

هو لون مسحوق المعدن بحكة بقطعه من الخزف غير المصقول وهو ثابت فى المعادن التى يتغير لونها تبعا لتغير نوع أو كمية الشوائب .

الخواص البصرية للمعادن



المخدش Streak

لون مسحوق المعدن الناعم
وليس من الضروري أن يكون لون المعدن مثل مخدشه،
فمثلا معدن بيريت لونه كالنحاس الأصفر ولكن مخدشه أسود،
والكروميت Chromite ($FeCr_2O_4$)، لونه أسود ومخدشه بني.

Mineral	Mohs Hardness	Image
Talc	1	
Gypsum	2	
Calcite	3	
Fluorite	4	
Apatite	5	
Feldspar	6	
Quartz	7	
Topaz	8	
Corundum	9	
Diamond	10	

الخواص التماسكية

الصلادة

هى قدرة المعدن على مقاومة الخدش أو قدرة المعدن على خدش غيرة من المعادن دون أن يتأثر هو

وأمكن تقسيم المعادن حسب مقياس موهس للصلادة الى :-

تلك(١) /جبس (٢)/كالسيت (٣) /فلوريت (٤) /أباتيت (٥) /

أرثوكليز (٦) /كوارتز (٧) /توباز (٨) /كوراندوم (٩) /ماس(١٠)/

وتم تعين الصلادة بواسطة أقلام الصلادة وهى سبائك معلومة الصلادة وأذا لم توجد نستخدم مواد شائعة فى البيئة مثل ظفر الأنسان ٢,٥/نصل سكين ٥,٥/لوح مخدش خزفى ٦,٥/ مبرد صلب ٧/ .

MOHS SCALE OF HARDNESS

1 - TALC - 1

2 - GYPSUM - 2

3 - CALCITE - 9

4 - FLUORITE - 21

5 - APATITE - 48

6 - FELDSPAR - 72

7 - QUARTZ - 100

8 - TOPAZ - 200

9 - CORUNDUM - 400

10 - DIAMOND - 1600

MOHS SCALE

Blue = Absolute Hardness

Copyright © WWW.JEWELRY-SECRETS.COM

Copyright © WWW.JEWELRY-SECRETS.COM

ND GUIDE HQ

Copyright © 2012 Robert Krampf

تابع الخواص التماسكية

أهمية الصلادة :-

تستخدم فى التميز بين الأحجار الكريمة المقلدة والتى تصنع من مواد زجاجية أو أكسيد الألومنيوم التى تتميزبالوان زاهية بينما صلادتها أقل من (٦)//بينما الطبيعية صلادتها ٧,٥وأكثر .

الانفصـــــــــام

هو قابلية المعدن للتشقق على أمتداد مستويات ضعيفة الترابط نسبيا وينتج عنه سطوح ملساء عند كسر المعدن أو الضغط علية وتظهر صور الأنفصام .

كما يلى

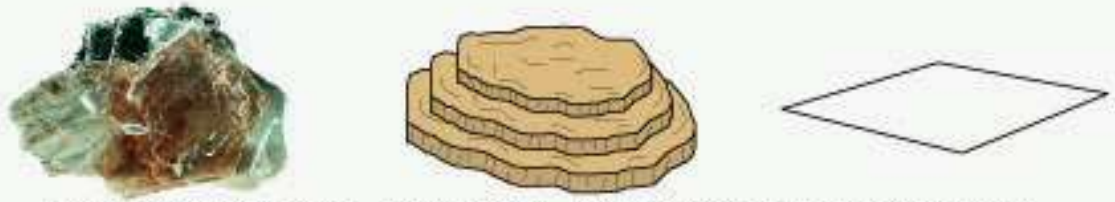
١-انفصام فى مستوى واحد مثل الميكا صفائحى / الجرافيت قاعدى

٢- انفصام فى أكثر من مستوى مثل الهاليت مكعبى /الكالسيت معينى /ومعادن لاتظهر بهاخاصية الأنفصام، مثل الكوارتز

المكســـــــــر

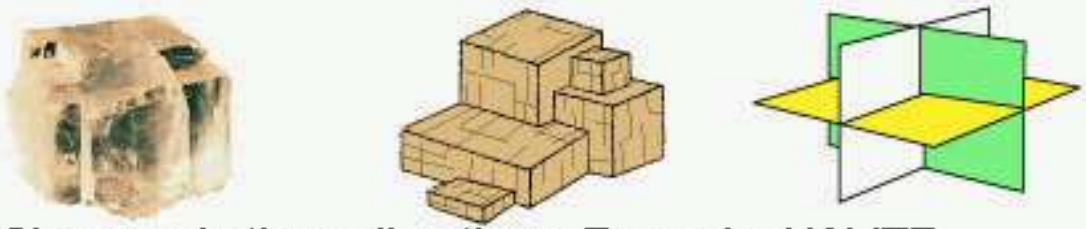
هو قابلية المعدن للكسر عند مستويات غير الضعيفة الترابط وهو مكسر محارى يميز معد ن الكوارتز /مكسر خشن أو مسنن أو مستوى

التشقق Cleavage



Cleavage in one direction. Example: MUSCOVITE

Cleavage in two directions. Example: FELDSPAR



Cleavage in three directions. Example: HALITE

Cleavage in two directions. Example: CALCITE

ينفصم المعدن أو يتشقق بسهولة في إتجاهات معينة،

وينتج عنها سطوح جديدة تعرف باسم مستويات الإنقصام، وتمثل هذه المستويات أوجها بلورية ممكنة على بلورة المعدن، إذ أن الترتيب الذري الداخلي للبلورة هو الذي يتحكم في تكوين وإتجاه هذه المستويات، تماما كما يتحكم في تكوين وإتجاه الأوجه البلورية.

ويحدث الإنفصام (التشقق) دائما في المستويات التي تكون فيها الذرات مرتبطة بروابط ضعيفة.

الإنفصال Parting

هو مستويات ضعف، مثل التشقق إلا أنه لا يتكون عموما نتيجة للبناء الذري الداخلي للمعدن ، بل نتيجة لعوامل أخرى مثل الضغط أو التوأمية

ويختلف عن التشقق في أن الإنفصال لا يوجد بالضرورة في جميع عينات المعدن الواحد، ولكن يشاهد فقط في تلك البلورات التوأمية أو التي تعرضت إلى ضغط مناسب. وحتى في مثل هذه الحالات فإن عدد مستويات الإنفصال في الإتجاه الواحد محدودة وتبعد هذه المستويات الإنفصالية عن بعضها البعض بمسافات غير متساوية.

المكسر Fracture

وهو شكل السطح الناتج عن كسر المعدن في مستوى غير مستوى الإنفصام.

تعطي المعادن التي ليس فيها إنفصاما مكسرا بسهولة،

محاري: الشكل الداخلي لصدفة المحارة، ومن أمثلته مكسر الكوارتز.

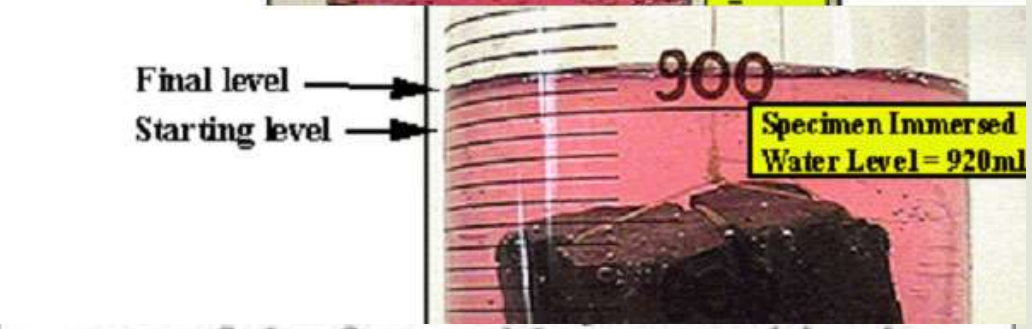
خشن: غير منتظم وهو منتشر بين كثير من المعادن، مثل البيريت، والباريت.

مستوي: أملس تقريبا.

ترابي: سطح غير منتظم يعطي بواسطة المعادن الترابية، مثل الكاولينيت ومعادن البوكسيت.

مسنن: ذا أسنان حادة مدببة، مثل مكسر قطعة من النحاس (شظايا).

الوزن النوعي Specific gravity



one of the few unitless quantities in chemistry.

$$\text{sp gr} = \frac{d_{\text{sample}}}{d_{\text{water}}}$$

الوزن النوعي للمعدن عبارة عن نسبة كثافة المعدن إلى كثافة الماء عند درجة 4 مئوية

والوزن النوعي خاصية هامة مميزة للمعدن ، وهي ثابتة لا تتغير (عند درجة معينة من الحرارة والضغط) طالما أن التركيب الكيميائي للمعدن لم يتغي

المعدن خفيف إذا قل وزنه النوعي عن 02.4، الجرافيت.
المعدن متوسط بين 2.4 ، 3.2 ، مثل الكوارتز
المعدن ثقيل بين 3.2 ، 5.00 مثل الباريت.
المعدن ثقيل جدا أكبر من 5.00 ، مثل الذهب

شكرا وتمنياني بالتوفيق

http://www.bu.edu.eg/staff/bassemalsafty7-courses

basem.zoheir@fsc.bu.edu.eg
01062792092