الباب الثالث : المعادن / أولاً : الخواص البصرية فى المعادن

الخاصية	التعريف	الشرح والأمثلة
1- البريق	♣ هو قدرة المعدن على عكس الضوء الساقط عليه .	♣ أ) بريق فلزى : له مظهر الفلزات حيث يعكس المعدن الضوء الساقط عليه بدرجة كبيرة فيبدو ساطعاً ، مثال ذلك الذهب والنحاس . ♣ ب) بريق لافلزى : يكون زجاجى – لؤلؤى – ماسى – حريرى ، وأقلها بريقاً الترابى أو الأرضى (مطفى غير براق) .
2- الشفافية	♣ هى قدرة المعدن على إنفاذ الضوء الساقط عليه .	♣ أ) معادن شفافة : يمكن الرؤية من خلالها بوضوح . ♣ ب) معادن نصف شفافة : نرى صورة غير واضحة من خلالها . ♣ جـ) معادن معتمة : لاينفذ الضوء من خلالها .
3- خاصية عرض الألوان	♣ هى تغير لون المعدن عند تحريكه أمام عين الإنسان فى الإتجاهات المختلفة .	♣ تميز الأحجار الكريمة وشبه الكريمة والتى تستخدم فى الزينة ومن أمثلتها : ♣ أ) معدن الماس : يفرق شعاع الضوء الساقط عليه نتيجة إنكساره إلى اللونين الأحمر والبنفسجى . ♣ ب) معدن الأوبال الثمين : يتميز بخاصية اللألأة (خاصية عين الهر) وهى تموج بريق المعدن ذو النسيج الألياف بإختلاف إتجاه النظر إليه .
4- اللون	♣ هو طول الموجات الضوئية المنعكسة منه وتعطى الإحساس باللون . يعتبر اللون صفة قليلة الأهمية فى التعرف على المعادن رغم أنه أكثر الصفات وضوحاً لأن معظم المعادن لونها متغير نتيجة : 1- إحتوائها على نسبة من الشوائب . 2- تغير تركيبها الكيميائى دون تغير تركيبها الذرى .	♣ أ) معادن ثابتة اللون : يمثل اللون الحقيقى أو الأصلى مثل الكبريت أصفر اللون ، ومعدن المالاكيت أخضر اللون ويتركب من كربونات النحاس المائية (الجنزارة) ♣ ب) معادن متغيرة اللون مثل ♣ الكوارتز (ثانى أكسيد السيليكون) له ألوان متعددة : 1- وردى – أرجوانى (أميثست) لإحتوائه على شوائب من أكاسيد الحديد أو المنجنيز . 2- لبنى – أبيض بلون الحليب لإحتوائه على شوائب من فقاعات غازية كثيرة . 3- لون الدخان الرمادى نتيجة كسر بعض الروابط بين ذرات عناصره . 4- الكوارتز النقى يكون شفاف لا لون له ويسمى البللور الصخرى . ♣ معدن السفاليريت (كبريتيد الزنك) لونه أصفر شفاف ويتحول إلى بنى بزيادة عدد ذرات الحديد فيه بنسبة قليلة تحل محل بعض ذرات الزنك بحيث لايتغير الترتيب الذرى للمعدن .
5- المخدش	♣ هو لون مسحوق المعدن ونحصل عليه بحك المعدن فوق قطعة من الخزف غير المصقول .	♣ يتميز لون المخدش بأنه ثابت حتى فى المعادن المتغيرة اللون بتغير نوع أو كمية الشوائب فيها ، ولذلك فهو من الخواص الهامة فى التعرف على المعادن ، ويتفوق فى ذلك على اللون . **الخواص البصرية** : هى الخواص التى تعتمد على تفاعل المعدن مع الضوء الساقط عليه والمنعكس منه

ثانياً : الخواص التماسكية فى المعادن

1- الصلادة	♣ هى درجة مقاومة المعدن للخدش أو البرى . أستاذ حسن متولى	♣ مقياس موهس للصلادة : يتكون من 10 درجات أقلها التلك 1 وأعلاها الماس 10 ♣ الفرق بين درجات صلادة المعادن من 1 – 9 متساوى ، أما الفرق بين صلادة الكوراندوم والماس فهو كبير جداً ، وعند حك معدنين ببعضهما فإن المعدن الأعلى صلادة يخدش الأقل ♣ بم تفسر : يمكن إستخدام خاصية الصلادة فى التمييز بين الأحجار الكريمة الطبيعية والأخرى المقلدة صناعياً . ♣ س : اشرح كيف يمكن تعيين صلادة معدن فى الحقل أو المعمل ؟ (مجاب عنهما) .

تلك	جبس	كالسيت	فلورايت	أباتيت	أرثوكليز	كوارتز	توباز	كوراندم	ماس
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2- الإنفصام	♣ هو قابلية المعدن للتشقق على طول إمتداد مستويات ضعيفة الترابط نسبياً .	♣ ينتج عنه سطوح ملساء عند الضغط على المعدن أو كسره ، ونراها ممثلة بخطوط منتظمة البعد والإتجاه على سطح ناعم للمعدن . وينقسم الإنفصام إلى : أ) إنفصام جيد فى مستوى واحد : مثل الميكا صفائحى ، الجرافيت قاعدى ب) إنفصام فى أكثر من مستوى : مثل الهاليت مكعبى ، الكالسيت معينى ج) معادن لاتظهر فيها خاصية الإنفصام : مثل الكوارتز .
3- المكسر	♣ هو شكل السطح الناتج من كسر المعدن فى مستوى غير مستوى الإنفصام .	♣ الشكل الناتج من المكسر لايتبع مستويات الإنفصام ، وينقسم المكسر إلى : أ) المكسر المحارى مثل الكوارتز . ب) المكسر الخشن وهو غير منتظم السطح . ج) المكسر المسنن يميز غالبية المعادن وينتج منه أسنان أو شظايا . د) المكسر المستوى .
4- القابلية للطرق والسحب	♣ هى قابلية المعدن للتشكل بالطرق إلى رقائق وبالسحب إلى أسلاك .	♣ توجد هذه الخاصية فى المعادن الفلزية مثل الذهب والفضة والنحاس . ♣ أما المعادن القابلة للكسر وتتفتت عند الطرق عليها فلاتوجد فيها هذه الخاصية . hassan.metwally@yahoo.com

س : اشرح كيف يمكن تعيين صلادة معدن فى الحقل أو المعمل ؟

جـ : يتم ذلك كما يأتى : أ) إستخدام أقلام الصلادة : وهى مصنوعة من سبائك ذات درجات صلادة محددة .

ب) إستخدام أدوات شائعة الإستعمال : فى حالة عدم توافر أقلام الصلادة ومن أمثلتها :

1- ظفر الانسان : صلادته 2,5 أى يخدش التلك والجبس ولايخدش الكالسيت .
2- نصل السكين أو قطعة زجاج نافذة : صلادتها حوالى 5,5 .
3- لوح المخدش الخزفى : صلادته 6,5 .
4- مبرد صلب : صلادته 7 .

♣ ويلاحظ أن أغلب المعادن الشائعة صلادتها أقل من 6,5 مما يسهل التعرف عليها .

س : بم تفسر : يمكن إستخدام خاصية الصلادة فى التفريق بين الأحجار الكريمة الطبيعية والأخرى المقلدة صناعياً .

جـ : 1- الأحجار الكريمة الطبيعية (المعادن الثمينة) صلادتها مرتفعة أغلبها تزيد صلادته عن7,5 فلاتنخدش بسهولة بالإضافة إلى ألوانها الجذابة
2- أحجار الزينة المقلدة صناعياً صلادتها منخفضة تقل غالباً عن 6 فتنخدش بسهولة لأنها مصنوعة من مواد زجاجية أو أكسيد ألومنيوم وتكون ألوانها زاهية .

♣ **خواص أخرى ذات قيمة فى التعرف على المعادن** : مثل :

1- الوزن النوعى : حيث تتراوح المعادن بين الخفيفة والمتوسطة الثقل والثقيلة .
2- الخواص المغناطيسية : إنجذابها أو تنافرها مع المغناطيس . 3- الخواص الحرارية : القابلية للإنصهار ودرجة الإنصهار .
4- خواص أخرى مساعدة : مثل مذاق المعدن (ملحى – مر) وملمسه ورائحته .

♣ **العلاقة بين الصخور والمعادن** : 1- المعدن هو الوحدة الأساسية التى يتكون منها الصخر .
2- بعض الصخور (فى أحيان قليلة) تتكون من معدن واحد مثل صخر الحجر الجيرى الذى يتكون من معدن الكالسيت (كربونات الكالسيوم) .
3- غالبية الصخور تتكون من عدة معادن حيث تتماسك حبيبات هذه المعادن مع بعضها مع إحتفاظ كل معدن بخصائصه .
4- عادة ما تشترك المعادن المكونة للصخر فى بعض الصفات أو الخواص .
5- المعادن المعروفة يزيد عددهاعن 2000 معدن يوجدأغلبها بكميات قليلة فى الطبيعة أما المعادن ذات القيمة الإقتصادية فلا تزيد عن200 معدن
6- أكثر المجموعات المعدنية شيوعاً فى صخور القشرة الأرضية : هى مجموعة السيليكات تليها مجموعة الكربونات .
7- ليس من الضرورى أن يكون الصخر صلداً ومتحجراً فالرمل والحصى المفكك غير المتماسك نطلق عليه راسباً غير متحجر (صخور رسوبية)

♣ **أهمية التعرف على مكونات القشرة الأرضية** :1- الإستفادة من خيراتها على أفضل وجه فى زراعة التربة وبناء المنازل من المواد المستخرجة من صخورها ومعادنها . 2- الوقاية من شرورها كالزلازل والبراكين والسيول التى تؤثر على سطحها .

♣ **عرف الانسان المعادن والصخور منذ قديم الأزل** . ناقش هذه العبارة .
1- إستخدم إنسان العصر الحجرى صخر الصوان فى عمل سكاكين وحراب لصيد الحيوانات والدفاع عن نفسه .
2- إستعمل الأصباغ المعدنية ممثلة فى المغرة الحمراء والصفراء فى الرسم على جدران الكهوف التى يعيش فيها .
3- إزدهرت صناعة الفخار من معادن الطين بعد أن عرف الإنسان النار .
4- كان المصرى القديم أول من إستخدم الأحجار زاهية اللون فى الزينة ومنهاالفيروز والزمرد والأميثست والمالاكيت .
5- واستخدم أيضاً الفلزات مثل النحاس والذهب بعد تشكيلها فى أغراض متعددة فى حياته .

♣ **تعريف المعدن** : يتغير تعريف المعدن من شخص لآخر حسب تعامله معه كما يأتى :
1- الرجل العادى : المعدن مادة ذات قيمة إقتصادية تستخرج من باطن الأرض .
2- الجيولوجى المتخصص فى علم المعادن : المعدن مادة صلبة غير عضوية تتكون فى الطبيعة ولها تركيب كيميائى محدد وشكل بلورى ثابت ينتج عن ترتيب ذرات العناصر المكونة له فى الهيكل البنائى .
3- المشتغل بالجيولوجيا الإقتصادية : مواد الوقود من فحم وبترول سائل من أصل عضوى هى أيضاً مواد معدنية رغم أنها لاتتفق مع شقين من التعريف السابق للمعدن .
4- الشق الأساسى فى تعريف المعدن : هو كونه مادة متبلرة يتحكم النظام البلورى لها فى شكل المعدن وخصائصه الطبيعية والكيميائية .

♣ **تكوين المعادن** :1- بعض المعادن (فى حالات قليلة) تتكون من عنصر واحد وتسمى معادن عنصرية : مثل الذهب والكبريت والجرافيت .
2- غالبية المعادن تتكون من إتحاد عنصرين أو أكثر ترتبط لتكون مركب ثابت وتسمى معادن مركبة .
3- التركيب الكيميائى للمعدن :
أ) القليل من المعادن ذات تركيب كيميائى ثابت ومحدد مثل الكوارتز (المرو) الذى يتكون من ثانى أكسيد السيليكون .
ب) الغالبية العظمى من المعادن يتغير تركيبها الكيميائى بإحلال عنصر محل آخر ولكن دون أن يتغير الترتيب الذرى للهيكل البنائى للمعدن .

♣ **العناصر المكونة لصخور القشرة الأرضية** : تعرف الإنسان على أكثر من 100 عنصر حيث أن 8 عناصر منها تكون أكثر من 98% بالوزن من صخور القشرة الأرضية وتترتب تنازلياً كما يأتى :

الأكسجين	السيليكون	الألومنيوم	الحديد	الكالسيوم	الصوديوم	البوتاسيوم	الماغنسيوم

♣ أى أن الأكسجين هو أكثر العناصر إنتشاراً فى القشرة الأرضية .أما باقى العناصر فلا تتعدى نسبتها 1,5 % من وزن صخور القشرة الأرضية

♣ **الهيكل البنائى للمعدن** : هو تراص ذرات العناصر المكونة له وترابطها فى صفوف متكررة منتظمة فى ترتيب هندسى ينتج عنه الأوجه الخارجية للبلورة التى ينتظم توزيعها بحيث يكون لها تماثل واضح .

♣ **الأوجه البلورية** : هى أسطح مستوية خارجية يتحدد وضعها تبعاً لطريقة ترتيب الذرات فى الهيكل البنائى للمعدن .
س : بم تفسر :يكون وضع الأوجه البلورية ثابت مع إختلاف حجمها تبعاً لدرجة النمو.
جـ : لأنها تعبر عن ترتيب ووضع الذرات فى الهيكل الداخلى للمعدن وهو ثابت لذلك يكون وضع الأوجه البلورية ثابت .

♣ **التماثل البلورى** : هو وجود أوجه بلورية متشابهة على جوانب أو أحرف أو أركان البلورة .
البللورة المكعبة على أكبر عدد من عناصر التماثل البلورى لأنها تكون متساوية الأبعاد ومحاورها فى الإتجاهات الثلاث متعامدة .
♥ وتقل درجة التماثل فى البلورات الأخرى مع إختلاف أطوال المحاور وتغير الزوايا بينها.

♣ **الشكل الخارجى للبلورة** : س : يتحدد الشكل الخارجى للبلورة تبعاً لدرجة نموها فى الإتجاهات الثلاثة للفضاء . اشرح هذه العبارة .
جـ : توجد 5 أشكال للبلورات كما يلى :
1- متساوية الأبعاد: إذا نمت فى الإتجاهات الثلاثة بنفس الدرجة وتكون ذات درجة تكور عالية أى أقرب إلى شكل الكرة أو المكعب .
2- عمدانية : إذا نمت فى إتجاه واحد أكثر من الإثنين الآخرين .
3- إبرية : إذا نمت فى إتجاه واحد أكثر من الإثنين الآخرين مع زيادة الإستطالة فى هذا الإتجاه .
4- قرصية : إذا نمت فى إتجاهين أكثر من الإتجاه الثالث .
5- صفائحية : إذا نمت فى إتجاهين أكثر من الإتجاه الثالث مع زيادة نسبة التفلطح .

الباب الرابع : الصخور

♣ **دورة الصخور** : هى العمليات الجيولوجية التى تغير الصخور من نوع لآخر . وقد بدأت أول دورة بتفتت الصخور النارية لأنها أول صخور تكونت
♣ **العالم جيمس هاتون** : هو أول من ربط بين بين أنواع الصخور الثلاثة فى دورة واحدة . ويعتبر مؤسس علم الجيولوجيا الحديثة .
♣ **أولاً : الصخور الرسوبية** : **تعريفها** : هى الصخور التى تكونت نتيجة ترسيب النواتج الصلبة والذائبة للتجوية والتعرية والتى تنقلها عوامل النقل الطبيعية لأحواض الترسيب وترسبها فى طبقات متوازية فوق بعضها .
♥ **أهميتها** : 1- تغطى ($\frac{3}{4}$) سطح الأرض . 2- لاتمثل أكثر من (5%) من حجم صخور القشرة الأرضية لأن طبقاتها تكون رقيقة نسبياً .
3- لها أهمية إقتصادية مثل رواسب الحجر الجيرى والفوسفات والفحم والحديد وتضم صخور الخزان للنفط والغاز والمياه الجوفية .
4- أنواعها : قليلة بالنسبة للصخور النارية والمتحولة حيث تمثل 3 أنواع منها (90%) وهى الصخور الطينية والرملية والجيرية
♥ **تقسيمها** : تنقسم حسب طريقة تكوينها إلى (3) أنواع : فتاتية – كيميائية – عضوية (بيوكيميائية) .

أولاً : الصخور الرسوبية الفتاتية : س : ماهو أساس تقسيم الصخور الرسوبية الفتاتية ؟ وضح بمثالين .
♣ تنقسم الصخور الفتاتية حسب الحجم السائد لمكوناتها الصلبة إلى (3) أقسام هى الزلط – الرمل – الطين :
1- **رواسب الزلط** : تتكون من فتات مستدير فى حجم الحصى والجلاميد التى يزيد حجم مكوناتها عن2 ملليمتر
♥ **الكونجلوميرات** : ينتج من تماسك حبيبات الزلط بمادة لاحمة وتحجرها (وهو الصخر المتحجر للزلط) .
2- **رواسب الرمل** : يتراوح حجم الحبيبات بين 2 ملليمتر و 62 ميكرون ويتكون أغلبها من حبيبات الكوارتز .(الميكرون =$\frac{1}{1000}$ من الملليمتر)
♥ **الحجر الرملى** : هو الصخر المتحجر للرمل ومنها رواسب الكثبان الرملية فى الصحارى .
3- **الرواسب الطينية** : تتكون من فتات فى حجمى : أ) **الغرين** (62 – 4) ميكرون .ب) **الصلصال** (أقل من 4 ميكرون)
♥ وتتكون رواسب الطين عادة من إختلاط الغرين والصلصال مثل أغلب مكونات تربة مصر الزراعية .
♥ **الطفل (الطين الصفحى)** : هوصخور طينية متماسكة تظهر به خاصية التورق أو التصفح نتيجة تضاغط مكوناته . (يكتفى بمثالين فى الإجابة) .

ثانياً : الصخور الرسوبية الكيميائية : س : اشرح كيف تكونت الصخور الرسوبية الكيميائية ؟ وضح بمثالين .
♣ هى الصخور التى تتكون نتيجة ترسب الأملاح الذائبة فى الماء نتيجة تبخر الماء وزيادة تركيز الأملاح ♥ ويحدث ذلك فى البحيرات المقفولة أو شبه المقفولة أو فى السبخات الساحلية .♥ وقد إستغل الإنسان هذه الظاهرة فى إستخراج ملح الطعام من مياه البحر بتبخيرها صناعياً فى الملاحات
♣ أمثلتها : 1- **ملح الطعام** (كلوريد الصوديوم) . 2- **رواسب الجبس** (كبريتات الكالسيوم المائية) .
3- **خامات الحديد** الرسوبى مثل **حديد أسوان البطروخى** فى مصر الذى يتكون من أكسيد الحديد الأحمر (الهيماتيت) .

ثالثاً : الصخور الرسوبية العضوية (البيوكيميائية) : ♣ هى الصخور التى تكونت بفعل الكائنات الحية ومن أمثلتها :
1- **صخور الحجر الجيرى** : هى صخور عضوية تتكون نتيجة تراكم الهيكل الداخلى أو الخارجى الصلب للأحياء البحرية بعد موتها وهى تتكون من كربونات الكالسيوم التى تستخلصها من ماء البحر .♥ وهى غنية بالحفريات (البقايا الصلبة للكائنات) مثل : **حفريات فقارية** (أسماك)
– **حفريات لافقارية** (محاريات وشعاب مرجانية) – **أحياء دقيقة الحجم** (فورامنيفرا) – **نباتات** (طحالب جيرية ذات أصل عضوى) .
2- **صخور الفوسفات** : تحتوى على بقايا حفرية غنية بالفوسفات بالإضافة لمكونات معدنية فوسفاتية تزيد من تركيز الفوسفات فى هذه الصخور .
3- **رواسب الفحم** : هى رواسب عضوية ذو قيمة إقتصادية تتكون نتيجة دفن مواد نباتية فى باطن الأرض بعيداً عن الأكسجين لمدة طويلة حت تفقد الأنسجة النباتية المواد الطيارة ويتركز الكربون مكوناً الفحم .
♥ يتم ذلك عادة فى مناطق المستنقعات خلف دلتاوات الأنهار حيث الظروف ملائمة للطمر (الدفن) السريع للبقايا النباتية بمعزل عن الهواء .
4- **صخور المصدر** : هى صخور طينية تحتوى على مواد هيدروكربونية (تتكون من هيدروجين وكربون) تكونت من تحلل بقايا النباتات والحيوانات البحرية الدقيقة بمعزل عن الهواء حيث يتم نضجها فى باطن الأرض عند حرارة بين (70– 100) $^{\circ}$م وعمق (2 – 4) كم وتتحول إلى الحالة السائلة والغازية للهيدروكربون مكونة النفط والغاز ، ثم تهاجر إلى صخور الخزان .
♣ **صخور الخزان** : هى صخور مسامية مكونة من الرمال والحجر الرملى والحجر الجيرى إحياناً ويختزن فيها النفط والغاز بعد هجرته من صخور المصدر ♣ لايعتبر النفط والغاز **رواسب** لكنهما يتكونان ويختزنان فى الصخور الرسوبية .
5- **الطفل النفطى (الطين النفطى)** : هو صخر طينى غنى بالمواد الهيدروكربونية أغلبها من أصل نباتى توجد فى حالة شمعية صلبة تسمى الكيروجين وتتحول لمواد نفطية عند تسخين الصخر إلى درجة (480) درجة مئوية تقريباً .♥ **يعتبر الكيروجين مصدر هام للطاقة فى المستقبل** :
لأنه لايستغل حالياً ويبقى كإحتياطى لحين نفاذ كميات البترول من الأرض ولن يبدأ إستغلاله كوقود قبل أن يصبح سعر إنتاجه منافساً لسعر النفط .

♣ **ثانياً : الصخور النارية :** تعريفها وطريقة تكوينها : هى الصخور التى تكونت نتيجة تبلور الصهير (المجما) الذى يتكون من العناصر الثمانية لمعادن السليكات وبعض الغازات المحبوسة وأهمها بخار الماءوهذا الصهير يقع تحت ضغط كبير عند عمق يزيد عن 150 كم فى باطن الأرض وعند إنخفاض درجة حرارته لدرجة التبلور تتجمع أيونات العناصر المكونة له وتعطى بلورات المعدن .

♣ **تقسيم الصخور النارية :** تقسم بطريقتين حيث تتبلور المعادن من الصهير فى ترتيب وتتابع يتوقف على التركيب الكيميائى والمعدنى للصهير ، وسرعة فقده للحرارة أو سرعة تبريده .

أ) تقسيم الصخور النارية تبعاً لمكان تكوينها (والذى يؤثر على سرعة التبريد **ونوع النسيج**) : تنقسم إلى 3 أنواع موضحة فى الجدول الآتى

وجه المقارنة	الصخور النارية الجوفية	الصخور النارية المتداخلة	النارية البركانية (السطحية)
1- الأمثلة	جرانيت – جابرو - دايورايت	الصخور المكونة للجدد – العروق – القباب (لاكوليث – لوبوليث)	بازلت – أنديزايت – رايوليت – الحجر الخفاف - الأبسيديان
2- مكان التكوين	باطن (جوف) الأرض	باطن الأرض ، وبالقرب من سطحها	قرب سطح الأرض ، وفوق سطحها
3- النسيج وسبب تكونه	♣ **النسيج خشن** : ذات بللورات كبيرة الحجم ترى بالعين المجردة كما فى الجرانيت لأن التبريد بطىء فى باطن الأرض فيعطى الفرصة لكمية كبيرة من الأيونات للتجمع حول مركز التبلور الواحد ويكون عدد البللورات قليل .	♣ **النسيج بورفيرى** : هو بللورات كبيرة الحجم وسط أرضية من بللورات أصغر حجماً لكنها غالباً من نفس التركيب المعدنى وسبب تكونه هو أن التبريد يكون بطىء أولاً فى باطن الأرض فتتكون البللورات كبيرة الحجم ثم يكون التبريد سريع بالقرب من سطح الأرض حيث يتداخل الصهير فى الصخور فتتكون البللورات الأصغر حجماً .	♣ **النسيج زجاجى** عديم التبلور أو دقيق التبلر تكون بللوراته كثيرة العدد صغيرة الحجم لاترى بالعين المجردة كما فى البازلت حيث يبرد الصهير بسرعة قرب سطح الأرض وفوق سطحها بعد خروجه على صورة حمم أثناء الثورات البركانية فلا يعطى فرصة لنمو البللورات .

ب) تقسيم الصخور النارية تبعاً لتركيبها المعدنى والكيميائى (خاصة نسبة السليكا) والذى يؤثر على **لون** الصخر : تنقسم إلى 3 أنواع هى :

وجه المقارنة	الصخور الجرانيتية (الجرانيت) (الحامضية)	الصخور الأنديزايتية (الأنديزايت) (المتوسطة)	الصخور البازلتية (البازلت) (القاعدية)
1- المثال ونوع الصخر	♣ الجرانيت : صخر نارى جوفى حامضى	♣ الأنديزايت : صخر نارى بركانى متوسط (متعادل)	♣ البازلت : صخر نارى بركانى قاعدى
2- التركيب الكيميائى	♣ غنى بالبوتاسيوم والصوديوم والسيليكا ♣ نسبة السيليكا تزيد عن 70%	♣ كميات متقاربة من الحديد والكالسيوم والصوديوم ♣ نسبة السيليكا (55% - 59%)	♣ غنى بسيليكات الحديد والماغنسيوم والكالسيوم ♣ فقير فى السيليكا (50%)
3- اللون	♣ الجرانيت لونه : وردى فاتح لإحتوائه على الكوارتز بنسبة (25%) بالإضافة إلى الفلسبارات البوتاسية والصودية .	♣ الأنديزايت لونه : متوسط بين الجرانيت والبازلت .	♣ البازلت لونه : أسود غامق نتيجة لزيادة نسبة الحديد فيه
4- التركيب المعدنى	♣ فلسبار أرثوكليزى (بوتاسى) – كوارتز – ميكا سوداء – أمفيبول .	فلسباربلاجيوكليزى كلسى وصودى – فلسبار أرثوكليزى – كوارتز – ميكا سوداء - أمفيبول - بيروكسين	♣ أوليفين – بيروكسين – فلسبار بلاجيوكليزى كلسى .
5- الإنتشار ومرحلة التبلور	♣ أكثر الصخور النارية الجوفية إنتشاراً ، وتتكون فى المراحل الأخيرة لتجمد الصهير .	♣ سميت كذلك نسبة لجبال الأنديز ، وتتكون فى المراحل الأولى لتجمد الصهير .	♣ أكثر الصخور البركانية إنتشاراً ، وتتكون فى المراحل الأولى لتجمد الصهير(حرارة أكثر من 1100 م°)

♣ **المكافىء الصخرى** (البركانى والجوفى) : هما صخران لهما نفس التركيب الكيميائى والمعدنى ولكنهما يختلفان فى النسيج .

أمثلته : أ) **المكافىء البركانى للجرانيت** هو (3) صخور هى :

1 - **الرايوليت** خفى أو دقيق التبلر 2- **الحجر الخفاف** غنى بالفقاقيع الهوائية ويستخدم فى المنازل 3- **الأبسيديان** مكافىء زجاجى لم يتبلور بعد .

ب) **المكافىء الجوفى للأنديزايت هو الدايورايت .** جـ) **المكافى الجوفى للبازلت هو الجابرو .**

♣ **ثالثاً : الصخور المتحولة : تعريفها** : هى الصخور التى تكونت نتيجة تعرض الصخور النارية أو الرسوبية الأصل لعملية التحول بسبب إرتفاع الحرارة والضغط فتتغير هيئتها لإعادة التوازن حيث تتغير معادنها لمعادن جديدة ويصبح النسيج أكثر تبلراً .

مميزات النسيج فى الصخور المتحولة : 1- أكثر تبلوراً 2- كبر حجم بلورات معادنها بسبب تأثير زيادة الحرارة كعامل بناء فى الصخور المتحولة .
3- تترتب معادنه وتنمو بالحرارة فى إتجاه عمودى على إتجاه الضغط الواقع عليها لتقليل تأثيره .

♣ **حدوث التحول** : 1- يحدث التحول عادة أثناء الحركات البانية للجبال 2- وعند ملامسة أو ملاصقة الصخور لكتلة من الصهير درجة حرارتها عالية 3- كما يحدث التحول بدرجة أقل عند إحتكاك كتل الصخور على مستويات الصدوع وإرتفاع درجة حرارتها .

♣ **تقسيمها** : أ) **صخورمتحولة بالحرارة** (التحول بالتلامس) : مثل **الرخام** : صخر متحول ينتج بتأثير الحرارة على صخور الحجر الجيرى حيث تتلاحم بللورات الكالسيت وتتداخل فتزداد صلابة الرخام وقوة تماسكه♣ قد **يستخدم الرخام كأحد أحجار الزينة** إذا إحتوى على أنواع من الشوائب تكسبه ألوان وتعرق متغير .

ب) **صخور متحولة بالحرارة والضغط** (التحول الإقليمى) : مثل :

1- **صخر الاردواز** .

2- **صخر الشست** (**خاصة الشست الميكائى**) : الذى تظهر فيه

خاصية التورق : هى ترتيب بللورات الميكا فى إتجاه واحد فى الصخر الطينى ، ونموها بتأثير إرتفاع الحرارة فى إتجاه عمودى على الضغط لتقليل تأثيره . بم تفسر (علل) : ظهور خاصية التورق فى الشست الميكائى .

3- **صخر النيس** : الذى ينتج من تحول صخر الجرانيت بتأثير الحرارة والضغط

العمليات التى تؤدى إلى تغيير معالم سطح الأرض

♣ أولاً : التجوية (سبق دراستها) ♣ ثانياً : التعرية والنقل ♣ ثالثاً : الترسيب

♣ مقارنة بين عوامل النقل المختلفة ♣

1- التيارات الهوائية	2- التيارات المائية في الأنهار	3- الثلاجات (المثالج)	4- الأمواج (البحار والمحيطات)
♣ من أهم عوامل نقل الفتات الصخرى من مختلف الأحجام وفقاً لسرعة الرياح .	♣ من اهم عوامل نقل الفتات الصخرى تعتمد كمية المواد التى ينقلها النهر على قدرته على الحمل والتى تعتمد أساساً على : 1- الإنحدار الذى يتحكم فى سرعة جريان المياه . 2- كمية المياه التى يستوعبها مجرى النهر . ♣ أى أنه كلما زادت قدرة النهر على الحمل زاد حجم الفتات المنقول وكميته **وتنقسم الحمولة التى تنقلها الأنهار إلى :** 1- **الحمل الذائب** : هو الأملاح الذائبة فى الماء وتتوقف عليها درجة عذوبة الماء فهى قليلة فى نهر النيل ولذلك فهو عذب ، وتزيد الأملاح فى العديد من الأنهار فتحتاج لمعالجة حتى نشربها 2- **الحمل المعلق** : هو الحبيبات الصغيرة الحجم مثل السلت والطين وتنقل على هيئة معلق فى تيار الماء . 3- **الحمل المعلق قرب القاع** : هو الحبيبات المتوسطة الحجم مثل الرمل وتنقل معلقة قرب القاع لمسافة ما ثم تتغلب الجاذبية عليها وتعود إلى القاع متدحرجة وهكذا . 4- **حمل القاع** : هو الحبيبات الكبيرة الحجم مثل الحصى وتنقل متدحرجة على القاع ولذلك تنبرى وتصقل وتصبح مستديرة الأوجه .	♣ الثلاجة عامل مهم للنقل ولاتوجد فى مصر وهى كالنهر ولكنها تحمل الماء متجمداً فى المناطق القطبية الباردة والمناطق الجبلية المرتفعة حيث يتساقط الثلج ♣ ثم يتجمع الثلج فى الوديان بين الجبال حتى تمتلئ مكونة كتلة واحدة من أعلاها لأسفلها ♣ عند إرتفاع حرارة الجو يبدأ الجليد فى الذوبان فى المكان الأكثر دفئاً أسفل الوادى فتتحرك الثلاجة لأسفل فى كتلة واحدة حاملة معها فتات الصخور من سفح الجبل حيث يرسبه عند القاعدة .	♣ عندما تلتقى الأمواج باليابسة فى المنطقة الشاطئية فهى تعتبر عامل تعرية ونقل ♣ حيث تهاجم الشواطئ وتؤدى إلى تآكلها وتنقل الفتات مع التيار لداخل البحر فى المياه العميقة ♣ أو تنقل الفتات موازياً للساحل لترسب فى مناطق أخرى .

♣ ثالثاً : **الترسيب** : يحدث الترسيب عندما تضعف قدرة عامل النقل على حمل فتات الصخور وتتغير هذه القدرة بالزيادة والنقصان حتى يصل لحوض الترسيب ، والرواسب التى تكونت على القارة ستنتقل بعد فترة طالت أم قصرت لتستقر فى عمق البحر أو المحيط .

♣ أنواع الرواسب ♣

♣ تصنف الرواسب حسب مكان تكونها إلى : 1- رواسب قارية 2- رواسب بحرية (سبق دراستها فى الباب الثانى) 3- رواسب دلتاوية

الرواسب القارية	الرواسب الدلتاوية (مشتركة بين النهرية والبحرية)
♣ هى الرواسب التى تكونت على اليابس وأحسن أمثلتها رواسب السهل الفيضى لنهر النيل : والتى تكونت قبل بناء السد العالى فى وقت الفيضان . ♣ ونتيجة إرتفاع مستوى الماء فى النهر وزيادة حمولته من فتات الصخور تصبح الجسور ضعيفة وتتعرض للكسر أو طغيان الماء وفى كلتا الحالتين يترسب الطمى على الجانبين بمعدل (1) ملليمتر فى السنة .	♣ تتكون الدلتا عند إلتقاء النهر بالبحر فتقل سرعته ويرسب حمولته ، ويبدأ الترسيب بالأحجام الأكبر أما الأحجام الأصغر من غرين وصلصال فتظل متعلقة فى تيار النهر العذب الذى يبدأ فى التوزع مع إختلاطه بمياه البحر ثم تترسب مع مرور الوقت . ♣ وتكون الرواسب مصنفة ومتدرجة مع إزدياد العمق من رمل قرب الشاطئ ثم الغرين وأخيراً حجم الصلصال فى الأماكن الأكثر عمقاً وهذا التوزيع نعرفه فى رواسب مخروط دلتا النيل قبالة سواحل الدلتا فى مصر أما حمل القاع من فتات فى حجم الحصى فيتدحرج على القاع ويترسب على جانبى الدلتا مكوناً محاجر الزلط حيث يختلط برواسب أصغرحجماً ♣ محاجر الزلط على طريق القاهرة السويس الصحراوى كونتها أنهارأقدم من نهرالنيل .

♣ التركيب المعدنى للصخور النارية الشائعة ♣

♣ تتركب من 6 مجموعات (فصائل) معدنية هى :

1- أوليفين 2- بيروكسين 3- أمفيبول 4- ميكا (بيضاء أو سوداء)

5- فلسبار بلاجيوكلازى (غنى بالكالسيوم والصوديوم) ، فلسبار أرثوكلازى (غنى بالبوتاسيوم) . 6- كوارتز (مرو) .

♣ رسم الخريطة المعدنية : يوجد فى الجزء الخاص بالرسومات .

♣ شرح دورة الصخور ♣

1- أول دورة بدأت بتفتت الصخور النارية لأنها أول صخور تكونت عندما كانت الأرض منصهرة فى المراحل الأخيرة من نشأتها .

2- تتفتت الصخور وتتحلل بتأثير عوامل التجوية من رياح وأمطار وغيرها .

3- ينتقل فتات الصخور بعوامل النقل الطبيعية مثل تيارات الهواء وتيارات الماء والثلاجات ويترسب فى أحواض الترسيب فى المناطق المنخفضة .

4- يحدث الترسيب فى أحواض الترسيب (قاع البحر أو المحيط) فى طبقات أفقية يزداد سمكها مع تتابع الترتيب فيزيد الثقل على الطبقات السفلية وتتضاغط الحبيبات وتتلاصق بمادة لاحمة ترسبت بينها فتتكون الصخور الرسوبية .

5- يحدث هبوط للصخور الرسوبية فى المناطق الغير مستقرة حيث تتعرض لحرارة وضغط كبير فى باطن الأرض فتتحول لصخور متحولة حيث يحدث تغير للمعادن والنسيج لتصبح متوازنة مع الظروف الجديدة من حرارة وضغط .

6- عندما تتعرض الصخور المتحولة أو أية صخور أخرى لحرارة وضغط أكبر فى العمق فإنها تنصهر مكونة المجما (الصهير) .

7- عند إنخفاض درجة حرارة الصهير (المجما) فإنها تبرد وتتصلد مكونة صخور نارية جوفية أشهرها الجرانيت أو متداخلة أو تندفع للسطح على شكل حمم بركانية مكونة صخور نارية بركانية أشهرها البازلت .

8- ثم تبدأ الدورة من جديد بتأثير عوامل الجو على أى من الصخور الموجودة على السطح ومعنى هذا أن الدورة الآن تبدأ بتفتت أى نوع من الصخور

♣ رسم دورة الصخور : فى الجزء الخاص بالرسومات .

♣ شرح البراكين : يوجد مع الباب الأول جيولوجيا .