جامعة بنها
كلية العلوم
قسم الجيولوجيا
الزمن: ساعتان

الفصل الدراسي الأول
بلورات ومعادن
(٢٣١ج)
٢٠١٦/١٢/٢٨

نموذج إجابة امتحان مقرر بلورات ومعادن (٢٣١ ج) لطلاب المستوى الرابع جميع الشعب (تيرم تخرج)– يناير٢٠١٧.

أولا: البلورات

١. في ضوء دراستك لعلم البلورات اشرح بالتفصيل موضحا اجابتك بالرسم كلما أمكن النقاط التالية: (٢٤ درجة)

أ. الشكل البلوري المفتوح والمغلق.

الشكل المفتوح :Open form هو الشكل البلوري الذي لا تقفل الأوجه المكونة له الفراغ بمفردها. ومن أمثلته الأوجه الأربعة لشكل المنشور.

الشكل المغلق :closed form فهو الشكل البلوري الذي تقفل الأوجه المكونة له الفراغ بمفردها. ومن أمثلة الأوجه الستة المكونة لشكل المكعب

ب. قانون ثبات الزوايا بين الوجهية وطريقة قياسها

ينص هذا القانون على ان زاوية الميل بين وجهين بلوريين (زاوية بين وجهية) ثابتة في بلورات المادة الواحدة (عند درجة الحرارة الواحدة). وتقاس هذه الزوايا بواسطة جهاز يعرف باسم الجونيومتر وايسر انواعه يعرف باسم جونيومتر التماس.

ج. قانون التماثل.

يمكن كتابة عناصر التماثل في البلورة باستعمال بعض الرموز التماثلية وهي: ٢و٣و٤و٦ للمحاور الدورانية الثنائية والثلاثية والرباعية والسداسية على الترتيب و١` و ٢`و٣`و٤`و٦` للمحاور الدورانية الانقلابية الأحادية و الثنائية والثلاثية والرباعية والسداسية و م لمستوى التماثل و ن لمركز التماثل.

د. العمليات التماثلية.

هي:

١- دوران حول محور ٢- انعكاس خلال مستوى ٣- انقلاب حول مركز ٤- دوران حول محور مصحوبا بانقلاب.

ه. تقسيم البلورات حسب استكمال الأوجه البلورية.

١- بلورات كاملة الأوجه وذلك حينما تكون جميع الأوجه البلورية موجودة.

٢- ناقصة الأوجه ، وذلك حينما يكون جزء من الأوجه متكون فقط والباقي غير موجود.

٣- عديمة الأوجه ، وفي هذه الحالة يكون المادة المتبلورة عبارة عن حبيبات لا يحدها أوجه بلورية ، وغالبا ما توجد هذه الحبيبات في هيئة مجموعات.

و. نظام سداسي ثمان الأوجه في فصيلة المكعب.

قانون التماثل ٤٣/م ٦٢ /م ن – ويوجد بهذا النظام ١٣ محور تماثل ثلاثة رباعية تنطبق على المحاور البلورية وأربعة محاور بلورية مائلة على المحاور وستة محاور ثنائية التماثل موجودة في المستويات التماثلية الحورية كما يوجد ٩ مستويات تماثل ٣ منها موازية لمستويات المحاور البلورية اما المستويات الستة الأخرى فان كلا منها يوجد موازيا لأحد المحاور البلورية ومنصفا للزاوية التي بين المحورين الاخريين.كما يوجد بهذا النظام مركز تماثل.

ز. نصف الهرم المنعكس.

شكل يوجد في نظام المنشور المائل نتيجة وجود مستوى تماثل ومحور تماثل ثنائي فقط ويتكون من أربعة أوجه ويمكن تسميته نصف الهرم المنعكس الموجب التي تقفل اوجهه الزاوية بيتا الموجبة.

ح. المسقوف و نصف المسقوف الأمامي.

المسقوف شكل مفتوح يتبع فصيلة المعيني القائم يشبه السقف المكون من سطحين في هيئة الرقم ٨ يقابلهما سطحين في هيئة الرقم ٧وتقطع أوجه المسقوف أحد المحورين الأفقيين والمحور الرأسي جـ. أما نصف المسقوف الأمامي أو نصف مسقوب ب: فهو يتبع فصيلة أحادي الميل و بما أن المحور أ مائل من وجهين فقط ، وليس أربعة ، ولذلك يعرف باسم نصف المسقوف ب .والشكل الذي يحصر الزاوية بيت الموجبة (المنفرجة) يعرف بنصف المسقوف ب الموجب ودليله {هـ ل} ، مثل {١٠١ . {أما نصف المسقوف ب السالب فهو الذي يحصر الزاوية بيتا السالبة ودليله {هـ ل} ، مثل {١٠١.

ط. المادة غير المتبلورة مع ذكر امثلة.

اذا كانت المادة ينقسها النباء الذري الداخلي المنتظم فتوصف بأنها مادة غير متبلورة ، وتكون المعادن غير المتبلورة في المملكة المعدنية قلة (وتعتبر استثناء وليست قاعدة إذا التزمنا بالتعريف الحرفي للمعدن الذي يتضمن أن المعدة مادة متبلورة) ، ومن أمثل المعادن غير المتبلورة الأوبال Opal (SiO2. nH2O) ، والكريزوكولا Chrysocolla (سليكات النحاس المائية). ولما كان البناء الذري في مثل هذه المواد غي رالمتبولة غير منتظم فإننا نجد أن تركيبها الكيميائي غير ثابت .

ي. التقاطعات والاحداثيات والأدلة.

عندما نريد وصف الأوجه البلورية فإنه يكون لزاما علينا أن نحدد مواضع هذه الأوجه بالنسبة للمحاور البلورية. فالذي يهمنا في الدراسات البلورية هو اتجاه ميل الوجه وليس شكله أو حجمه ، وكما سبق أن قلنا إنه ينتج من الاتجاهات الثابتة للأوجه زوايا ثابتة مميزة. تعرف باسم الزوايا بين الوجهية ، فكذلك ينتج من اتجاه ميل وجه البلورة أن الوجه قد يقطع المحاور البلورية الثلاثة ، أو يقطع محورين ويوزاي الثالث ، أو يقطع محورا واحدا ويوازي الاثنين الآخرين. ويظهر كل تقاطع – بين الوجه والمحور البلوري – على مسافة معينة من مركز البلورة . وتعرف هذه المسافة التي يمكن قياسها بالمليمترات أو السنتيمترات باسم تقاطع الوجه بالمحور البلوري.

أما احداثيات الوجه البلوري (البارامترات) ، فهي عبارة عن رموز تدل على التقاطعات النسبية لهذا الوجه مع المحاور البلورية ، أي نسبة التقاطعات النسبية لهذا الوجه إلى التقاطعات النسبية لوجه آخر.

احداثيات الوجه = التقاطعات النسبية لهذا الوجه/ التقاطعات النسبية لوجه آخر.

الأدلة Indices جمع دليل وهذه عبارة عن تعبيرات أو رموز مختصرة ومبسطة اشتقت من احداثيات الشكل البلوري ، وتستعمل عادة بدلا من الاحداثيات لتعبر عن علاقة الوجة او الشكل البلروي (مجموعة أوجه متشابهة) بالمحاور البلورية. وهناك أكثر من نوع من الأدلة ، وسوف نستعمل في دراستنا البلورية أدلة ميلر Miller indices ، لأنها الأكثر استعمالا.

ك. تقسيم الفصائل البلورية السبعة طبقا لأطوال المحاور البلورية فقط.

الفصيلة	نوع الفصيلة طبقا للمحاور	علاقات المحاور
المكعب	فصيلة الطول الواحد	a=b=c
الرباعي	فصائل الطولين	a=b≠c
السداسي		a1=a2=a3≠c
الثلاثي		
المعيني القائم	فصائل الطوال الثلاثة	a≠b≠c
احادي الميل		
الميول الثلاثة		

ل. تُقَسَم فصيلة السداسي الى سبعة نظم بلورية اذكرها مع ذكر قانون التماثل وامثلة للمعادن في كل نظام.

النظام	قانون التماثل الكامل	مثال المعادن
الهرم السداسي المنعكس المزدوج	٦/م ٢/م ن	بيريل
شبه المنحرف السداسي	٦ ٣٢ ٣٢	كوارتز عالي الحرارة
الهرم الثلاثي المنعكس المزدوج	٦ ٣٢ م ٣	بنتونيت
الهرم السداسي المزدوج	٦ ٣٢ م ٣	زنكيت
الهرم المنعكس السداسي	٦/م ن	أباتيت
الهرم المنعكس الثلاثي	٦	-
الهرم السداسي	٦	نيفيلين

ثانيا: المعادن

٢. اشرح بالتفصيل النقاط التالية: (٢٤ درجة)

أ. الخواص التماسكية للمعادن.

١. الصلادة:Hardness

الصلادة لفظ يعبر عن مقدار المقاومة التي يبديها المعدن تجاه الخدش والتآكل. ويمكن تعيين درجة الصلادة بملاحظة السهولة أو الصعوبة التي ينخدش بها المعدن بواسطة دبوس أو نصل سكن حاد. وتتراوح درجة الصلادة في المعادن بين تلك الدرجة المنخفضة في معدت التلك Tale الذي يمكن خدشه بواسطة الظفر وتلك الدرجة العلاية في معدن الألماس Diamond الذي يعتبر أصلد مادة معروفة سواء أكانت طبيعية أم صناعية.

٢. الانفصامCleavage

هذه هي الخاصية التي بموجبها ينفصم المعدن أو يتشقق بسهولة في إتجاهات معينة ، وينتج عنها سطوح جديدة تعرف باسم مستويات الانفصام ، وتمثل هذه المستويات أوجها بلورية ممكنة على بلورة المعن ، إذ أن الترتيب الذري الداخلي للبلروة هو الذي يتحكم في تكوين وإتجاه هذه المستويات الإنفصامية ، تماما كما يتحكم في تكوين وإتجاه الأوجه البلورية. ويحدث الإنفصام دائما في المستويات التي تكون فيها الذرات مرتبطة برباط ضعيف.

٣. الإنفصال Parting

هو مستويات ضعف مثل الإنفصام إلا أنه لا يتكون عموما نتيجة للبناء الذري الداخلي للمعدن ، بل نتيجة لعوامل أخرى مثل الضغط أو التوأمية. ولما كانت هذه المستويات وخصوصا المستويات التوأمية موازية لمستويات بلورية فإن الإنفصال يشبه الإنفصام. ولكن الإنفصام يختلف عن الإنفصام في أن الإنفصال لا يوجد بالضرورة في جميع عينات المعدن الواحد ، ولكن يشاهد فقط في تلك البلورات التوأمية أو التي تعرضت إلى ضغط مناسب.

٤. المكسر Fracture

يعرف المكسر بأنه نوع السطح الناتج عن كسر المعدن في مستوى غير مستوى الإنفصام. تعطي المعادن التي ليس فيها إنفصاما مكسرا بسهولة.

٥. خاصية الطرق والسحب (التماسك) Tancity

وهي المقاومة التي يبديها المعدن نحو الطرق والكسر والطحن والإنثناء ، أو بالإختصار تماسك المعدن. وتستخدم الألفاظ التالية في وصف الأنواع المختلفة من تماسك المعدن.

قابل للكسر: يتكسر المعدن إلى مسحوق بسهولة مثل البيريت.

قابل للطرق: عندما يمكن طرق المعدن إلى صفائح رقيقة ، مثل الذهب ، والنحاس ، والفضة.

قابل للسحب: عندما يمكن سحب المعدن إلى أسلاك ، مثل الذهب ، والنحاس ، والفضة.

قابل للقطع: عندما يمكن قطع المعدن إلى قشور يمكن طحنها مثل الجبس.

قابل للإنثناء: عندما يمكن ثني قشور المعدن بالضغط ، وفي هذه الحالة لا يعود المعدن إلى شكله الأصلي إذا زال الضغط ، مثل الكلوريت والمولدينيت ، والجرافيت.

مرن: عندما يمكن ثني قشور المعدن بالضغط ، ولكن بمجرد زوال الضغط يستعيد المعدن شكله الأصلي مثل البيوتيت والمسكوفيت.

ب. العمليات المسببة لِتَكَون الاشكال الكاذبة لبلورات المعادن في الطبيعة.

تتكون الأشكال الكاذبة في الطبيعة نتيجة لإحدى العمليات التالية:

١. دون حدوث تغير في التركيب الكيميائي (التغير الشكلي):

يطلق اسم الشكل المغاير على البلورة التي تغير بناؤها الذري دون أن يحدث ذلك أي تغيير للشكل الخارجي لها أو بمعنى آخر ، إنها عبارة عن البلورة التي تغير بناؤها الذري دون أن يتغير تركيبها الكيميائي. مثال ذلك: معدن الكالسيت الناتج من معدن الأراجونيت. كلاهما عبارة عن كربونات الكالسيوم ، ولكن الكالسيت الناتج (بناءه الذري الداخلي يتبع فصيلة لاثلاثي ، وقد تنتج عن تعديل نظام ذرات الأراجونيت المعيني القائم) لا يزال يحتفظ بالشكل المعيني القائم الخارجي الخاص بمعدن الأراجونيت (اي يبدو من الخارج كأنه البناء الذري الداخلي الذي أصبح في هذه الحالة كالسيت) تكشف أن المعدن أصبح كالسيت وليس أراجونيت ، وأن الشكل الخارجي الظاهر للعين ما هو إلا شكل خادع.

٢. حدوث تغير في التركيب الكيميائي

(أ) **الإحلال أو الاستبدال**: ينتج الشكل الكاذب في هذه الحالة بإزالة مادة البلورة الأصلية وإحلال مادة جديدة محلها وترسيبها في نفس الوقت دون أن يحدث أي تفاعل كيميائية بين المادة المزالة والمادة المترسبة.

مثال: كوارتز (SiO_2) يحل محل فلوريت(CaF_2)

(ب) التحلل: ينتج الشكل الكاذب في هذه الحالة إذا تغير التركيب الكيميائية للبلورة الأصلية سواء أتم ذلك بإضافة مادة جديدة إليها أم بإزالة جزء من مادتها الأصلية أو بالإثنين معا (الإضافة أو الإزالة) دون أن يحدث أي تغير للشكل البلوري الخارجي للبلورة الأصلية.

مثال ، إزالة بعض المواد:

هيماتيت (Fe_2O_8) يتكون من ماجنيت .. [Fe_8O_4] إزالة الحديد.

مثال ، إضافة بعض المواد:

جبس [CaSO4 2H2O] يتكون من أنهيدريت .. [CaSO4] إضافة الماء.

مثال ، إزالة وإضافة بعض المواد:

جوتيت [HFeO2] يتكون من بيريت ... [FeS2] إزالة الكبريت وإضافة الماء.

٣. **أشكال كاذبة قشرية (أو قوالب):** وتحدث هذه الأشكال عندما يترسب معدن على سطح بلورة معدن آخر في هيئة قشرة تغلف البلورة بأكملها ، وفي هذه الحالة يعرف الشكل الكاذب بأنه قالب خارجي ، مثل الكوارتز الذي يحيط بمكعب الفلوريت ويأخذ شكله الخارجي. وقد يحدث في بعض الأحيان أن يترسب المعدن في الفراغات الناتجة عن إضابة بعض البلورات السابقة ويملؤها ويأخذ شكلها ، وفي هذه الحالة يعرف الشكل الكاذب الناتج باسم قالب داخلي ، ومن أمثلتها بعض الفراغات الموجودة في بعض أنواع الصخور والمملوءة بمعادن الزيوليت والنحاس.

ج. الأصول الأربعة لنشأة المعادن وتكوينها الطبيعة.

يمكن إرجاع نشأة المعادن وتكوينها في الطبيعة إلى أصول أربعة:

١. التكوين من سوائل طبيعية مصهورة تعرف باسم المجما Magma واللافا (الحمم) :Lava نتجت غالبية المعادن المكونة للقشرة الأرضية من تصلب مادة صخرية مصهورة. أي أن هذه المعادن عبارة عن مكونات للصخور النارية (أي مجموعات المعادن التي تصلبت من المادة المصهورة).

٢. التكوين من محاليل: وقد يكون التبلور من محاليل مياه أرضية (من أصل جوي) ذات درجة حرارة عادية ، مثل تكون ملح الطعام (هاليت) ، أو تتكون المعادن من محاليل مياه نشطة (من أصل ناري) ذات درجة حرارة عالية وضغط كبير نسبيا. وتترسب المعادن المتبلورة من هذه المحاليل في الشقوق والفجوات. أو قد تحل محل معادن وصخور أخرى.

٣. التكوين من الغازات والأبخرة: وذلك بأن تتبلور بعض المعادن من مواد غازية مباشرة (دون أن تمر بالحالة السائلة). ويحدث هذا كثيرا بالقرب من فوهات البراكين حيث تتصاعد كثير من غازات المواد المتسامية التي لا تلبث أن تكثف بالقرب من فوهة البركان مرسبه بلورات معادن مختلفة. وقد يحدث أيضا أن تتفاعل الغازات النشطة في وف الأرض مع المعادن والصخور التي تقابلها لتكون معادن جديدة.

٤. التكوين من مواد صلبة (المعادن الموجودة في الصخور المختلفة): وذلك نتيجة لتغير في الظروف المحيطة بها. فقد ترتفع درجة حرارة الوسط الذي توجد فيه نتيجة لتدخل جسم ناري بالقرب منها ، أو يرتفع الضغط الواقع على المعدن نتيجة لحركات القشرة الأرضية وإنضغاط بعض الصخور والطبقات على بعضها ، أو يتعرض المعدن لموجة من الأبخرة والغازات النشطة التي تغير من الجو الكيميائي المحيط بالمعدن ، أو قد تشترك كل هذه الظروف مجتمعة مع بعضها. وفي كل من هذه الحالات لابد أن يكيف المعدن نفسه للوسط والظروف الجديدة وفي بعض الأحيان يقتضي الأمر أن يتحول المعدن الأصلي إلى معدن جديد مختلف تماما عنه ويتلائم مع الظروف الجديدة.

د. ظاهرة التعدد الشكلي للمعادن

التعدد الشكليPolymorphilism

تصف هذه الظاهرة وجود أكثر من مادة لها نفس التركيب الكيميائية ولكنها تختلف في بنائها الذري وشكلها البلوري ، مثال ذلك ، الألماس والجرافيت معدنان لهما نفس التركيب الكيميائية (كربون) ، ولا يمكن التفرقة بينهما بأي وسيلة كيميائية. ولكنهما يختلفان عن بعضهما البعض في الخواص الفيزيائية مثل الصلادة ، والوزن النوعي ، .. الخ.

مثال آخر: كربونات الكالسيوم يمكن أن تتبلور تحت ظروف خاصة لتعطي بلورة معينة الأوجه ، هي معدن الكالسين وتحت ظروف أخرى تعطي بلورة معينية قائمة هي معدن الأراجونيت. وكلا المعدنين له خواص فيزيائية مختلفة عن خواص الآخر. ويمثل جدول (٢٦) أمثلة بعض المواد الكيميائية ذات الأشكال المتعددة وبعض خواصها.

ويطلق على الماد التي توجد في شكلين بلوريين مختلفين اسم ثنائية الشكل ، مثل الكربون والكبريتيد الحديد وكربونات الكالسيوم. أما إذا وجدت المادة في ثلاثة أشكال فإنها تعرف باسم ثلاثية التشكل ، مثل ثاني أكسيد الكربون.

ه. التقسيم الجيوكيميائي للمعادن

تصنيف المعادن كيميائية (على أساس الشق الحامضي) وبلوريا (على أساس البناء الذري) إلى طوائف Classes ثمانية كما يلي:

١. طائفة المعادن العنصرية.Native elements
٢. طائفة الكبريتيدات Sulfides والأملاح الكبريتية.Suffocates
٣. طائفة الأكاسيد Oxides والهيدروكسيدات.Hydroxides
٤. طائفة الهاليدات.Halides
٥. طائفة الكربونات Carbonates ، النترات Nitrates ، البورات.Borates
٦. طائفة الكبريتات Sulfates ، الكرومات Chromates ، المولبدات Molybdates ، التنجستات Tungstates.
٧. طائفة الفوسفات Phosphates ، الزرنيخات Arsenates ، الفانادات.Vanadates
٨. طائفة السليكات.Silicates

و. تقسيم معادن السليكات على أساس البناء الذري الداخلي وطريقة تواجد البنيات السليكاتية.

تصنف طائفة السليطات إلى ستة طويئفات على أساس الوحدة البنائية المعروفة باسم رباعي الأوجه ، وهو الشكل الهندسي المكون من أربعة أوجه مثلثية الهيئة والتي تلتقي في أربعة أركان تمثل مواقع أيونات الأكسجين المحيطة بأيون السليكون الموجود في مركز هذا الشكل "التتراهيدرون" ، لتكون ارتباطا هوSiO_4 ، ومن الصور المختلفة الارتباط هذا الرباعي الأوجه مع رباعي آخر أو رباعيين أو ثلاثية أو أربعة ، عن طريق المشاركة في أيون الأكسجين (عند ركن واحد) أو أيونين (ركنين) أو ثلاثة ايونات أكسجين (ثلاثة أركان) أو أربعة أركان وهي كل أركان رباعي الأوجه). على أساس هذه الصور المختلفة.

تصنف طائفة السليكات إلى ستة طويئفات هي:

١. طويفات النيزوسليكات Nesosilicates أو (الأوروثوسليكات أو الجزر المستقلة من رباعي الأوجه) ، والبناء الأساسي فيها يتكون من وحدات من رباعي الأوجه (SiO_4) المنفردة.
٢. طويفة السوروسليكات Sorosilicates ، والبناء الأساسي فيها يتكون من وحدات كل وحدة منها تتكون من اثنين من رباعي الأوجه مرتبطين عن طريق المشاركة في أيون أكسجين (ركن واحد من التتراهيدرون) بينهما ، وبذلك يصبح تركيبها.(Si_2O_7)
٣. طويفة السيكوسليكات Cycosilicates (أو الحلقية) ، تتكون الوحدة في البناء الأساسي فيها من ثلاثة من التتراهيدرون أو أربعة أو ستة مرتبطة مع بعضها البعض عن طريق المشاركة في أيون أكسجين (ركنين) لتكون حلقات ثلاثية أو رباعية أو سداسية الشكل.3,4,6 (SiO_8)
٤. طويفة الاينوسليكات Inosilicates ، (السلسلية) ، تتكون الوحدة في البناء الأساسي فيها من سلسلة مستمرة من رباعي الأوجه المرتبطة مع بعضها عن طريق ركنين فيها لتمتد بصفة مستمرة في اتجاه واحدة (عادة يكون اتجاه المحور البلوري ج) ، وقد تكون السلسلة مفردة n (SiO_8) ، أو مزدوجة.
٥. طويفة الفيللوسليكات Phyllosilicates (الصفائحية) ، تتكون الوحدة في البناء الأساسي فيها من صفائح من رباعي الأوجه المرتبطة ببعضها عن طريق أركان ثلاثة وبذلك تمتد بصفة مستمرة في اتجاهين أو بعدين لتأخذ شكل الصفائح أو الوريقات المتراصة فوق بعضها البعض.(Si_4O_{10})
٦. طويفة التكتوسليكات Tectosilicates (الهيكلية) ، تتكون الوحدة في البناء الأساسي فيها من هيكل من رباعي الأوجه المرتبطة بعضها ببعض عن طريق أركانها الأربعة ، ويبدو الهيكل في شكل شبكة ممتدة في الأبعاد الثلاثة.n (SiO_2)