جامعة الانبار

قسم الجيولوجيا التطبيقية

رمادي- العراق

سلام عبيد إبراهيم

المحاضرة (٢)

خواص البلورات الخارجية:

خواص البلورات الخارجية:

اذا عرفنا ان البلورة جسم صلب متجانس ذو تركيب كيمياوي معين وترتيب ذري داخلي منتظم تحدها المستويات او اسطح ملساء ترتبط هذه السطوح بعلاقات تماثل محدودة . وقد تكون بفعل عوامل طبيعية .

الشيء المهم في تحديد مفهوم البلورة انها ذات ارتباط مباشر مع بنية البلورة اي بمعنى اخر ان الصفة المميزة للبلورة انها تمتلك انها تمتلك بنية ذرية نظامية المعبر عنها بقانون الشبكة الفراغية. حيث انعكاس الترتيب الذري الداخلي تتشكل الاوجه البلورية (Crystal face) وهذا الترتيب يتحكم في كثير من الخواص الطبيعية مثل التمدد الحراري ؛ انعكاس الضوء؛ امتصاص الضوء ؛ انكسار الضوء ؛ الصلابة ؛ الكثافة.....الخ من الصفات الكيمياوية والفيزياوية والبصرية.

اجزاء البلورة :

يتميز الشكل الخارجي للبلورة بأربع اجزاء:

١) الاوجه البلورية (Crystal face) ٢) الاحرف (Edge)

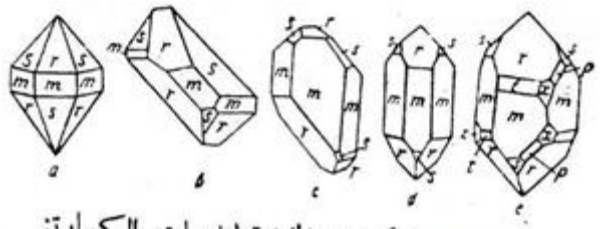
٣) الزوايا المجسمة (Solid angle) ٤)الزاوية بين الوجهية (Interfacial angle)

١)الاوجه البلورية هي المستويات التي تحد البلورة من الخارج وهي انعكاس للترتيب الذري الداخلي وتكون هذه الاوجه مستوية احيانا مقوسة او منحنية ، وقد تكون الاوجه في بلورة واحدة متشابهة او غير متشابهة اي قد تكون كل البلورة ذات اوجه معينية او مربعة او مستطيلة او مثلثة. واحيانا تكون من اوجه غير متشابهة كمعين ومربع او مربع ومستطيل.

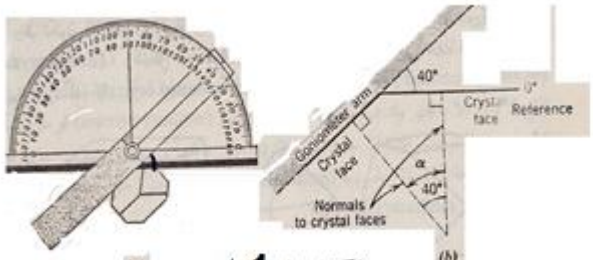
٢) الاحرف (Edge): وهي التقاء وجهيين متساويين في البلورة او الحرف يوازي الخط الذي يقع علية اكبر عدد من الذرات. وموقع الحرف في الفراغ يعتمد على موقع الوجهين المتقاطعين في البلورة.

٣) الزوايا المجسمة (Solid angle) : وتنتج هذه الزاوية من تقاطع ثلاث مستويات او اكثر اوجه في البلورة المتجاورة وتكون على انواع حيث تعتمد على عدد الأوجه المتقاطعة (Trihedral Solid angle) (Tetrahedral Solid angle) (Hexahedral Solid angle) (Octa hedral Solid angle).

٤)الزاوية بين الوجهية (Interfacial angle): وهذه الزاوية هي الجزء المهم واساسي في البلورة وهي الزاوية الناتجة من التقاء وجهين متجاورين في البلورة ؛ وتقدر بلوريا بقسمة الزاوية المحصورة بين العمودين المقامين على الوجهين المتجاورين شكل(١)



شكل (2) الأشكال المختلفة لبلورات الكوارتز وثبات الزوايا فيما بين الوجوه المتوافقة فيها .



شكل (1)

كما ذكرنا تعتبر هذه الزاوية مهمة في علم المعادن والبلورات حيث مهما يكن شكل البلورة وحجمها لكن الزاوية بين الوجهية تبقى ثابتة(شكل ٢) حيث عند نمو البلورات تأخذ اوجهها طبقات متوازية وتنتقل الوجوه بشكل متوازي لنفسها . وان سرعة نمو الوجوه تتغير وتبعا لذلك تتغير المقايس النسبية لها اشكالها عددها وبالتالي يتغير شكل البلورة الا انه مع كل تلك التغيرات تبقى ميول الوجوه بالنسبة لبعضها البعض ثابتة وبفضل الانتقال المتوازي للوجوه (عند النمو) تبقى الزاوية ما بين اي وجهين من وجوه البلورة ثابتة.

كما نلاحظ في شكل ٢ مثلا بلورة كوارتز متعددة الاشكال لكن تملك بنية فراغية بلورية وذات تركيب كيمياوي ثابت على الرغم اختلاف في اشكالها تبقى الزوايا بين الوجهية ثابتة حيث الزوايا بين الاوجه البلورية تبقى ثابتة بين مستوي m ، ومستوى r على الرغم من اختلاف في اشكال البلورة .

وبهذا ينحصر مفهوم قانون ثبات زوايا الوجوه والذي يسمى قانون ستينو (Stenos Law) او قانون ثبوت الزوايا بين الوجهية (Law of constant of inter facial angle) والذي ينص : (في جميع البلورات التي لها نفس التركيب والبنية، تكون الزوايا في ما بين الوجوه والاضلاع المتماثلة في الوضعية والبنية واحدة ومتساوية في نفس الظروف).

معنى نفس الظروف اي ضغط ودرجة حرارة او ظروف ثرموداينامكية فعندما تتغير الظروف الثرموداينمكية لا تتبلور المادة الواحدة في بنية فراغية واحدة فقط بل في اثنين او اكثر من بنية فراغية وهذا ما هذا ما يدعى بتعدد الاشكال (Polymorphism) مثال على ذلك الكرافيت والماس.

تستخدم عدة طرق لقياس الزوايا بين الوجهية مثل كانوميتر التماس (Contact goniometer) وهو من تصميم العالم كارنجو(١٧٧٢) شكل ١ . وهنالك طرق اخرى وهو استخدام طرق بصرية وهو الغانوميتر الانعكاسي وهناك طريقة(X- Ray) لقياس الزاوية بين الوجهية للبلورات أوالمعادن.

اي علم الان ناتي الى جزء مهم وهو لدينا اشكال بلورية مختلفة هذه الاشكال قد تكون بلورات منفردة او توأمية ، ونعرف ان علم البلورات هو دراسة وصف البلورة شكلها الخارجي او دراسة الشكل الهندسي وهنا معنى الشكل الهندسي ليس (Crystallography)وصف البلورات حجم البلورة ابعادها حيث تكون البلورة بحجم صغير او كبير لكنها تمتلك نفس المواصفات الهندسية.

لذا لابد من وجود طريقة معينة لتصنيف البلورات وطريقة التصنيف تعتمد بشكل اساس على عاملين اساسيين وهو:

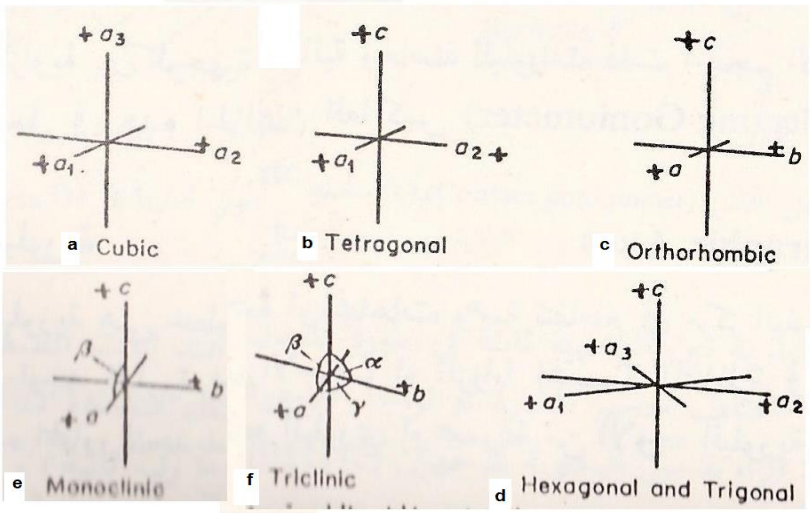
1)المحاور البلورية(crystallographic axes) 2) العلاقة الزاوية ما بين المحاور

من معرفة اطوال المحاور والعلاقة الزاوية ينتج لنا ست او سبعة انظمة بلورية (crystal system).

وهذه الانظمة السبعة سوف تقودنا الى التناظر ما بين الانظمة والذي يقودنا بالأخير ال استخراج الاصناف البلورية (٣٢) crystal class

اذا لتبسيط اية دراسة يجب استخدام تصنيف معين لاستيعاب ذلك العلم. ولتصنيف البلورات حيث تصنف هذه البلورات في الطبيعة الى سبعة انظمة اعتمادا الى اطوال المحاور البلورية والعلاقة الزاوية ما بين هذه المحاور. وعلية يجب تعريف المحاور البلورية : (crystallographic axes) وهي خطوط وهمية تتقاطع في مركز البلورة وتمتد الى وسط الاوجه البلورية او الزوايا او الحافات البلورية وهذه المحاور عددها ثلاث او اربعة حيث تستعمل في دراسة العلاقة بين الأوجه البلورية المختلفة ، وتلتقي المحاور البلورية في نقطة يطلق عليها المركز البلوري(center of crystal) ؛ وهذه المحاور هي a, b, c .

محور a يمتد من الامام الى الخلف حيث الامام موجب a^+ والخلف سالب a^- ؛ محور b يمتد من اليمين b^+ ، الى اليسار b^- ؛ محور c يمتد الى الاعلى c^+ الى الاسفل c^- . هذه المحاور ترتبط مع بعضها البعض بزوايا تسمى بالزوايا المحورية axial angle وهذه الزوايا قد تكون قائمة او غير قائمة حيث تكون الزاوية ما بين محورa ومحور b تسمى γ كاما ؛ والزاوية ما بين محور a ومحور c تسمى β بيتا ؛ والزاوية ما بين محور b ومحور c تسمى α ألفا (شكل ٣).



(شكل ٣)

وعليه اعتمادا الى اطوال المحاور والعلاقات الزاوية تصف البلورات الى ست انظمة بلورية حيث اطوال المحاور والزوايا ما بين هذه المحاور تكون بينهما علاقة هذه العلاقة تدعى بالثوابت الهندسية او العناصر الهندسية للبلورات. وتشمل هذه الانظمة:

١) النظام المكعبي : Isometric or Cubic System
حيث a=b=c أو a1=a2=a3 ؛ ɣ=β=α=90º (شكل ٣-a)
٢) النظام الرباعي : Tetragonal system
حيث a=b ≠ c أو a1=a2≠c ؛ ɣ=β=α=90º (شكل ٣-b)
٣) النظام المعيني القائم : Orthorhombic System

حيث a ≠ b ≠ c ؛ ɣ=β=α=90º (شكل ٣- c)

٤) النظام السداسي : Hexagonal System
حيث a1=a2=a3 ≠c ؛ وكذلك a1^a2^a3=120 º ؛ C ⊥ a1,a2,a3 (شكل ٣- d)
٥) النظام الاحادي الميل : Monoclinic System
حيث a ≠ b ≠ c ؛ ɣ=α= 90º ≠ β ؛ المحور الاساسي هو محور b ؛(شكل٣- e)
٦) النظام الثلاثي الميل : Triclinic System
حيث a ≠ b ≠ c ؛ ɣ≠β≠α≠ 90º ؛(شكل٣- f)
عادة تعتبر الوحدة القياسية لأطوال المحاور مساوية للمحور b وبذلك تكون الوحدات النسبية للوحدات القياسية

$$a : b : c = \frac{a}{b} = \frac{b}{b} = \frac{c}{b}$$

$$a : 1 : c$$

وتبعا لتناظر وشروط توجيه الانظمة البلورية السابقة يكون عدد الثوابت (العناصر) الهندسية في بلورات الانظمة المختلفة متباين؛ والثوابت او العناصر الهندسية وهي علاقة الزوايا والمحاور البلورية .

ففي نظام ثلاثي الميل لدينا خمسة ثوابت على اعتبار محور b ثابت وهي

ɣ,α,β ,a ,c حيث a ≠ b ≠ c ؛ ɣ≠β≠α≠ 90º

في نظام احادي الميل يكون لدينا ثلاث ثوابت هندسية على اعتبار محور b ثابت وهي

β ,a ,c حيث a ≠ b ≠ c ؛ α=ɣ=90º≠β

في نظام المعيني يكون لدينا ثابتان وهو a,c حيث a ≠ b ≠ c ؛ ɣ=β=α=90º

في النظام الرباعي يكون لدينا ثابت واحد وهو محور c حيث a=b ≠ c أو a1=a2≠c ؛ α=β=ɣ=90º

في النظام المكعب حيث تختفي الثوابت الهندسية وتساوي صفر حيث a=b=c أو a1=a2=a3 ؛ ɣ=β=α=90º

في النظام السداسي والثلاثي يبقى لدينا ثابت واحد وهو محور c حيث a1=a2=a3 ≠c ؛ وكذلك a1^a2^a3=120 º

النظام السداسي (Hexagonal system) يختلف عن النظام الثلاثي(Trigonal System) هو امتلاك الاخير لمحور تناظر ثلاثي وامتلاك النظام السداسي لمحور تناظر سداسي.

Crystal system	α	β	ɣ	C Å	b Å	a Å	Ch. Comp.	ت
Tetragonal				2.95		4.59	TiO_2	١
Cubic					4.44		MgO	٢
	108.5	112.3	97.5	8.86	7.12	5.57	Ti_5O_9	٣

المصادر الأجنبية

1) An Introduction Crystallography and Crystal Chemistry (Bloss)
2) An Introduction to Crystallography (Phillips)

المصادر العربية:

١) علم البلورات (د. يحيى الصايغ ، د. فيصل الكفيشي)
٢) اسس علم البلورات (د. نجاح صادق جميل)