Al-Mustaqbal University / College of Engineering & Technology
Department (هندسة تقنيات البناء والانشاءات)
Class (الاولى)
Subject (جيولوجيا هندسية) / Code (ATU22023)
Lecturer (م.م تمار ميثم عبدالوهاب)
1st/2nd term – Lecture No. & Lecture Name (علم البلورات)

علم البلوراتCrystallography

هو ذلك العلم الذي يختص بدراسة البلورات وأنواعها من حيث شكلها الظاهري أو الخارجي وتركيبها الداخلي والتعرف عليها.

البلورة: هي جسم صلب على شكل هندسي محاط بأسطح مستوية منتظمة تسمى الأوجه البلورية Faces Crystalوتختلف حسب طبيعة كل معدن، وتمثل البلورة انعكاساً للترتيب الذري الداخلي للمعدن.

عناصر البلورة أو صفات البلورة:

تمتلك البلورة عناصر أساسية يجب ان تتوفر فيها ويجب فهمها وقد تم تحديدها بما يأتي:

[1] الوجه البلوري : Face Crystal هو سطح مستو يحيط بالبلورة يحدد الشكل الخارجي للبلورة وله أشكال مختلفة حسب طبيعة كل بلورة. فقد تكون الأوجه مربعة أو مستطيلة أ مثلثة الشكل.

[2] الشكل البلوري : Form Crystal وهو الشكل الناتج عن نمو أي معدن لتجمع ذراته بصورة طبيعية من الأشكال البلورية المكعب Cube والموشور Prism وغيرها. وقد يكون بسيطاً Form Simple حينما يتألف من أوجه متشابهة أو يكون مركباً Form Combinedحينما يتكون من أوجه غير متشابهة.

[3] الأحرف أو الحافة : Edges هي الخطوط أو الحواف الناتجة من تقاطع وجهين بلوريين متجاورين فمثلاً المكعب له ١٢ حافة متساوية الطول.

[4] الزاوية الصلبة أو المجسمة: angle Solid هي الزاوية المتكونة من تقاطع أو التقاء ثلاثة أوجه أو أكثر. فمثلاً للمكعب ٨ زوايا صلبة.

Email (tamar.maitham.abdulwahabb@uomus.edu.iq)

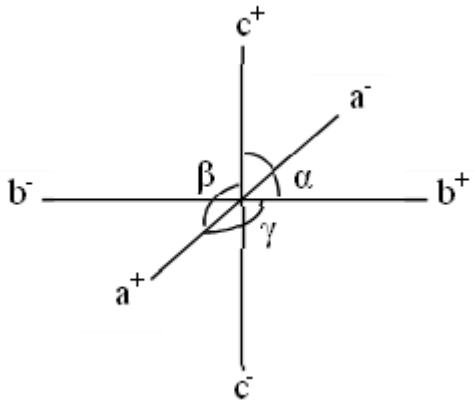
[5] الزاوية بين الوجهية : angle Facial Inter هي الزاوية المتكونة بين العمودين المقامين على وجهين متجاورين متقاطعين.

[6] المحاور البلورية: وهي عبارة عن خطوط وهمية تمر داخل البلورة وتتقاطع في مركزها ومن منتصفات كل وجهين متقابلين وعدد هذه المحاور ثلاثة في أغلب البلورات وأربعة في بعض الحالات ويرمز لها بحروف انكليزية (a,b,c) فالمحور (a) يمر بين منتصفات الوجهين الأمامي والخلفي، والمحور (b) يمر بين منتصفات الوجهين الجانبيين، في حين يمر المحور الثالث (c) بين الوجهين العلوي والسفلي.

[7] الزوايا البلورية : angle axial هي الزوايا البلورية أو المحورية التي تتكون بين المحاور البلورية الثلاثة يطلق عليها الفا، بيتا، كاما(α,β , γ).

[8] مركز البلورة Origin نقطة الأصل: هي النقطة التي تتقاطع المحاور البلورية فيها.

[9] التماثل في البلورة Crystal Symmetry: ان التركيب البلوري (سواء الداخلي منه أو الأوجه البلورية الخارجية التي تكونت في الطبيعة) سيعكس نوعاً من التناظر (Symmetry)الذي يطلق عليها بعناصر التناظر (التماثل)، وسيتم شرحها بعد التعرف على الأنظمة البلورية.



الأنظمة البلورية Crystal Systems:

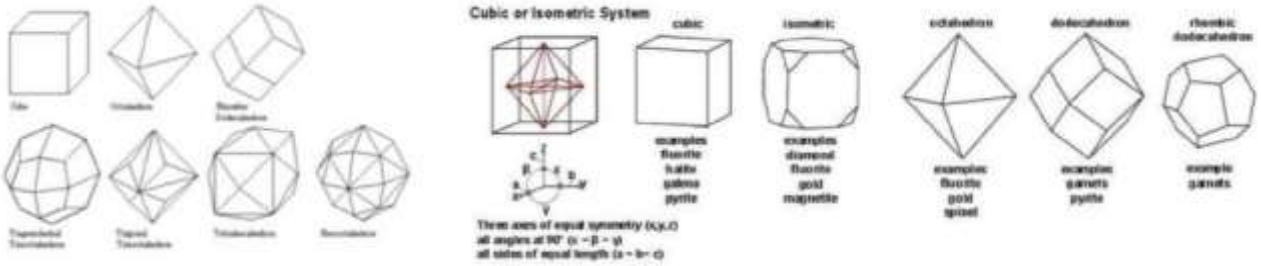
استناداً إلى أطوال المحاور البلورية وعلاقة الزوايا المحصورة بينها تصنف البلورات إلى ستة أنظمة.

1) النظام المكعبي أو متساوي الأبعاد System Isometric or Cubic :

$$a=b=c$$

$$a\perp b\perp c$$

$$\alpha=\beta=\gamma=90°$$



اشكال مختلفة من نظام البلوري المكعب

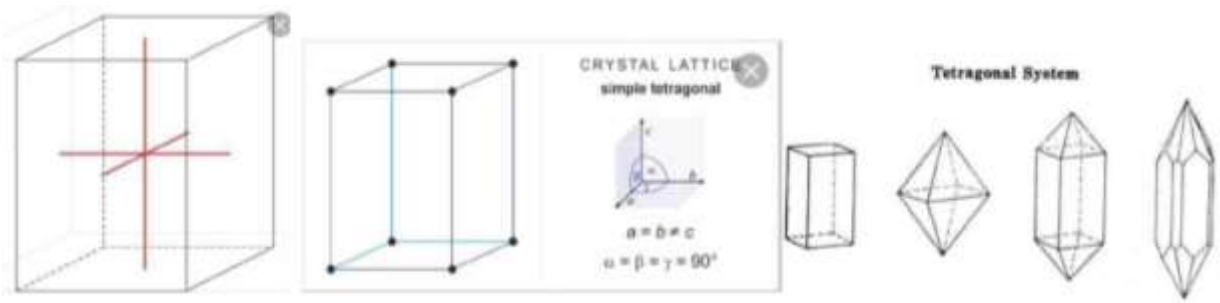
المجموعة المعدنية Minerals groupe	الصيغة الكيميائية Chemical Formula	المعدن Mineral
مجموعة المعادن الفلزية النقية Native Metalles	Au Ag Cu Pt Fe	الذهب (gold) الفضة (Silver) النحاس (Cupper) البلاتين (Platinum) الحديد (Iron)
مجموعة المعادن غير الفلزية النقية Native Non Metallic	C	الماس (Diamond)
مجموعة الكبريتيدات Sulphides	PbS ZnS FeS_2	الكالينا (galena) السفليرايت (SPhalerite) بايرايت (Pyrite)
مجموعة الأكاسيد Oxides	Fe_3O_4	المغنيتايت (Magnetite)
مجموعة الكلوريدات Halides	Nacl	الهالايت (Halite)
مجموعة الفلوريدات Flourides	CaF_2	الفلورايت (Flourite)
مجموعة السليكات Silicates	$Mg_3\ Al_2\ Si_3\ O_{12}$ $Fe_3\ Al_2\ Si_3\ O_{12}$	الكارنت (Garnet)

2) النظام الرباعي Tetragonal System:

$$a = b \neq c$$

$$a \perp b \perp c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^{o}$$



النظام الرباعي

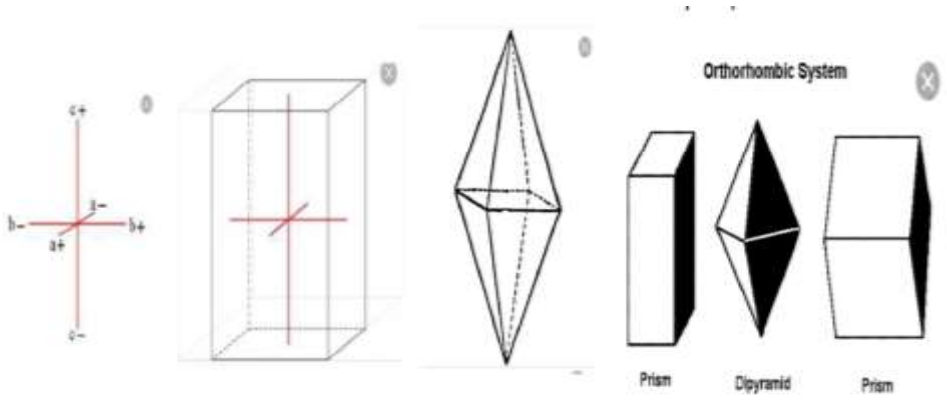
المجموعة المعدنية Minerals groupe	الصيغة الكيميائية Chemical Formula	المعدن Mineral
مجموعة الكبريتيدات Sulphides	$CuFeS_2$	الجالكوبيرايت Chalcopyrite

3) النظام المعيني القائم Orthorhombic System

$$a \neq b \neq c$$

$$a \perp b \perp c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^{o}$$



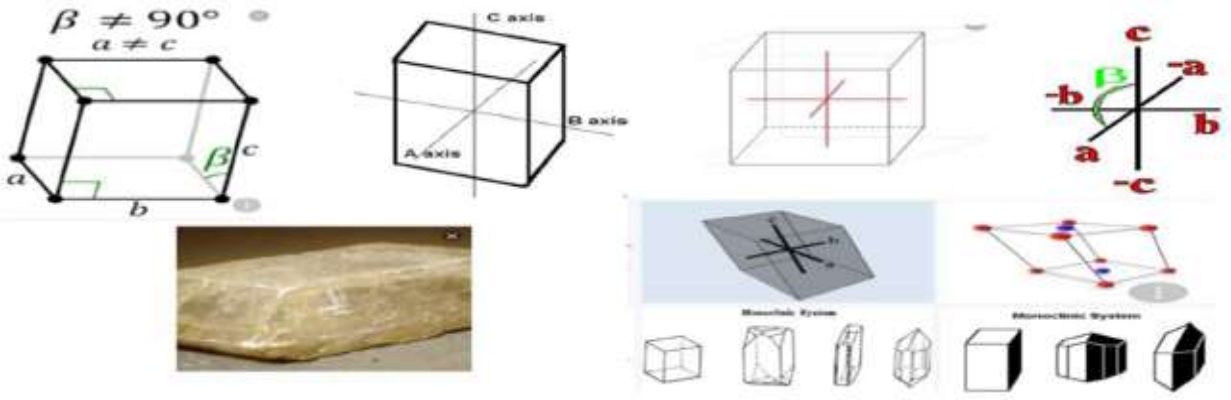
المجموعة المعدنية Minerals groupe	الصيغة الكيميائية Chemical Formula	المعدن Mineral
مجموعة المعادن غير الفلزية النقية Native non metallic	S	الكبريت (Sulfur)
مجموعة الكبريتيدات Sulphides	Cu_2S	الجالكوسايت (Chalcocite)
مجموعة الكاربونات Carbonites	$CaCO_3$	الاراكونايت (Aragonite)
مجموعة الكبريتيتات Sulphates	$CaSO_4$	الانهايدرايت (Anhydrites)
مجموعة السليكات Silicates	$(Mg , Fe)_2 SiO_4$ $(Mg , Fe) SiO_3$ $(Al , F)_2 SiO_4$	الاولوفين Olivine اورثوبايروكسين Orthopyroxene التوباز Topaz

4) النظام أحادي الميلMonoclinic System

$$a \neq b \neq c$$

$$a \perp b , b \perp c, \ a \not\perp c$$

$$\alpha = \gamma = 90^o \neq \beta > 90^o$$



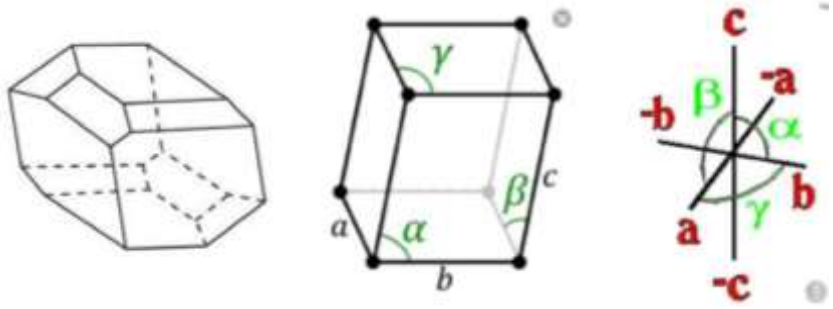
المجموعة المعدنية Minerals groupe	الصيغة الكيميائية Chemical Formula	المعدن Mineral
مجموعة الكاربونات	$Cu_2CO_3(OH)_2$ $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	الملاكايت (Malachite) الازيورايت (Azurite)
الكبريتيتات Sulphates	$CaSO_4 . 2H_2O$	الجبس Gypsam
السليكات	$CaFeSi_2O_6$ $CaMgSi_2O_6$ $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ $(Mg,Fe)_3(Si,Al)_4O^{-10}$ $KAlSi_3O_8$	كلاينوبايروكسين (Clinopyroxcene) الهوربنلند (Hornblende) التالك Talk المسكوفايت Muscovite البيوتايت Biotite الكلورايت Chlorite الاورثوكليس Orthoclase

5) النظام ثلاثي الميل Triclinic System

$a \neq b \neq c$

$a \not\perp b \not\perp c$

$\alpha \neq \beta \neq \gamma$



المجموعة المعدنية Minerals groupe	الصيغة الكيميائية Chemical Formula	المعدن Mineral
السليكات	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	الكاوؤلينات Kaolinite
	$NaAlSi_3O_8$	البلاجوكليس Na – Plagoclase
	$CaAl_2Si_2O_8$	Ca – Plagoclase

6) النظام السداسي Hexagonal System :

يختلف هذا النظام عن بقية الأنظمة بامتلاكه أربعة محاور بلورية بدلاً من ثلاثة

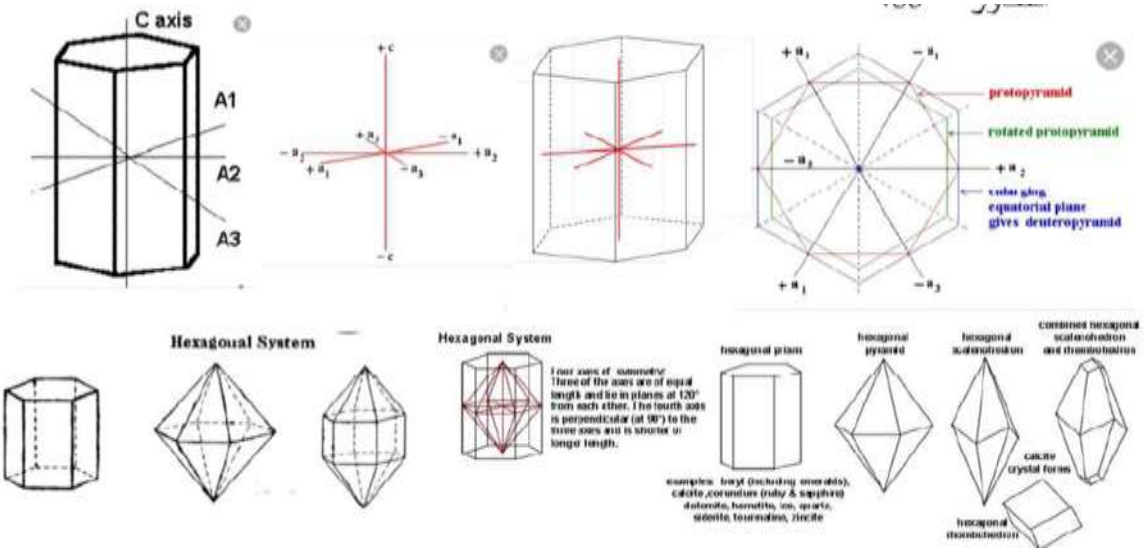
$a1 \wedge a2 = 120^o \quad a1 = a2 = a3 \neq c$

$a2 \wedge a3 = 120^o \quad a1 \wedge_{120^\circ} a2 \wedge_{120^\circ} a3 \perp c$

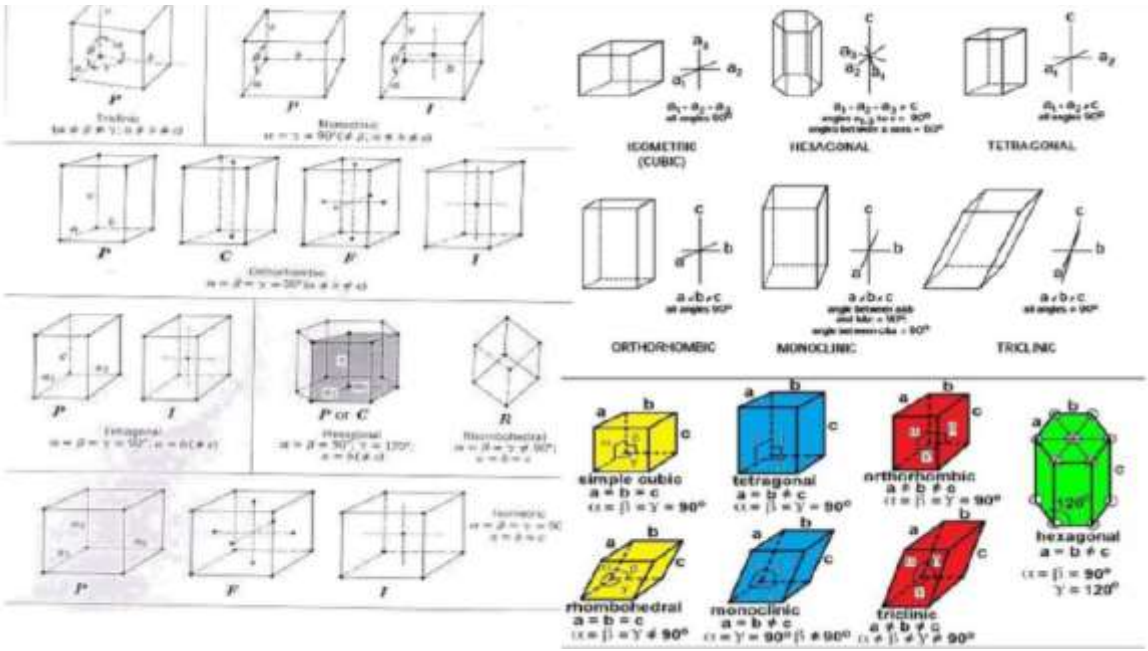
$a3 \wedge a1 = 120^o$

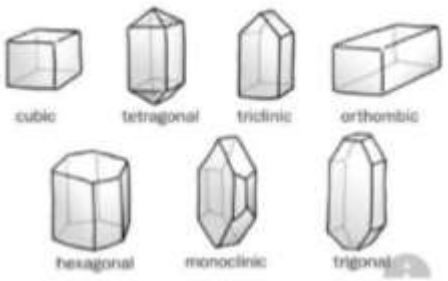
$c \perp (a1, a2, a3) \qquad \alpha = \beta = 90^o \quad \gamma = 120^o$

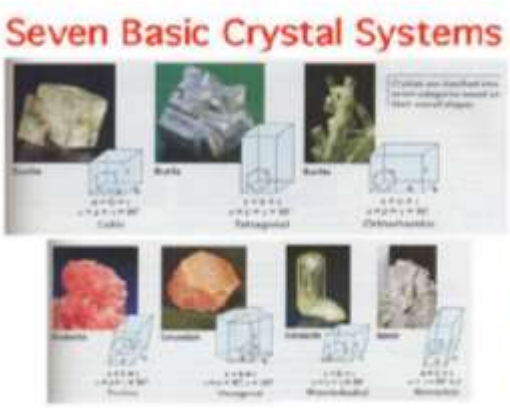
تقع (a1, a2, a3) في مستوى افقي والمحور الرابع (c) عمودي عليها الزاوية بين المحاور =60°

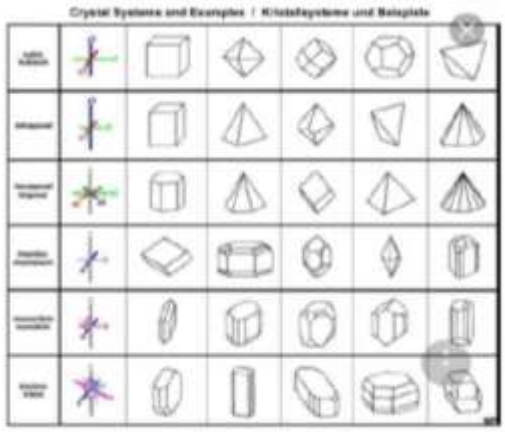


المجموعة المعدنية Minerals groupe	الصيغة الكيميائية Chemical Formula	المعدن Mineral
مجموعة المعادن غير الفلزية النقية Native Non Metallic	C	الكرافيت (Graphite)
مجموعة الأكاسيد Oxides	Al_2O_3 Fe_3O_5	الكورندم (Corundum) الهيماتايت (Hematite)
مجموعة الكاربونات Carbonates	$CaCO_3$ $CaMg(CO_3)_2$	الكالسايت (Calcite) الدولومايت (Dolomite)
مجموعة المعادن الفوسفاتية	$Ca_5(PO_4)_3$ (F, Cl, OH)	الاباتايت (Apatite)
مجموعة السليكات Silcates	SiO_2	الكوارتز (Quartiz) الترمالين (Tourmaline)









Email (tamar.maitham.abdulwahabb@uomus.edu.iq)

ذكرنا سابقاً بأن التركيب البلوري سواء الداخلي منه او الأوجه البلورية الخارجية تعكس نوعاً من التناظر ويطلق عليها بعناصر التماثل أو (التناظر) Crystal Symmetry

وهي ثلاثة:

(1) محاور التماثل (التناظر): ويرمز له بحرف (L)

وهي تلك المحاور التي إذا دارت حوله البلورة دورة كاملة (360º) فإنها تعيد نفسها مرتين أو أكثر سواء كان ذلك للأوجه الخارجية او التركيب الذري الداخلي وهناك محاور تناظر ثنائية وثلاثية ورباعية وسداسية للبلورات وهذه المحاور قد تكون مطابقة (موازية) أو لا تكون مطابقة (موازية) للمحاور البلورية.

(٢) مستويات التناظر (التماثل) Planes of Symmetry : ويرمز بحرف (P)

وهو عبارة عن المستوي الذي يقسم البلورة إلى قسمين متساويين بحيث ان احدهما هو صورة كصورة بالمرآة للآخر.

(٣) مركز التناظر (Axes of symmetry)

نقطة وهمية في داخل جسم البلورة (نقطة الأصل في المركز) بحيث ان أي خط مستقيم يمر بها سيقابل عناصر بلورية متشابهة على نفس المسافة من نقطة المركز ويرمز لها بحرف (c) ويمكن تمثيل عناصر التناظر (التماثل) في الأنظمة كما في الجدول أدناه.

النظام System	محور التناظر Axes	مستويات التناظر Planes
المكعب Cubic 13 axes 9 planes	ثلاثة رباعية تنطبق على المحاور البلورية. اربعة ثلاثية(منالزوايا المجسمة) ستة ثنائية (من منتصف الحافات العليا والجانبية)	تسعة مستويات: ثلاثة تنطبق على المحاور البلورية (من منتصف الأوجه) اربعة (من الحافات البلورية للوجه العلوي) اثنان (من الزوايا المجسمة)
الرباعيTetragonal 5 axes 5 planes	رباعي واحد ينطبق على المحور c. اربعة ثنائية اثنان منها تنطبق على المحورين a , b (من منتصف الأوجه) واثنان ينصفان الزاوية بينهما (من منتصف الحافات الجانبية).	خمسة مستويات: واحد افقي يحتوي على محاور التناظر الثنائية a , b واربعة عمودية تمر بمحور التناظر الرباعي وكل واحد من محاور التناظر الثنائية الأفقية a , b (ثلاث مستويات من منتصف الأوجه مطابقة للمحاور البلورية (a, b, c) واثنان من الزوايا المجسمة)
السداسيHexagonal 7 axes 7 planes	سداسي واحد ينطبق على المحور c. ستة ثنائية ثلاثة منها تنطبق المحاور البلورية a3 a1 , a2 , ثلاثة تنصف الزوايا بينهما (من منتصف الحافات الجانبية).	سبعة مستويات، واحد افقي يحتوي على محاور التناظر الثنائية الأفقية a1 a3 , a2 , وستة عمودية تمر بمحور التناظر السداسي وكل واحد من محاور التناظر الثنائية الأفقية،a1,a2,a3 (من الزوايا المجسمة ومن منتصف الحافات الوجه العلوي
المعيني القائم Orthorhombic 3 axes 3 planes	ثلاثة ثنائية تنطبق على المحاور البلورية c a, b, .	ثلاث مستويات واحد افقي واثنان عموديان، كل منهما يمر بمحورين للتناظر.

احادي الميل Monoclinic 1 axis 1 plane	محور تناظر ثنائي واحد ينطبق على المحور b.	مستوي واحد ينطبق بالمحورين a , c
ثلاثي الميل Triclinic	لا يوجد	لا يوجد

ملاحظة:

١ -في جميع الأنظمة البلورية عدد مستويات التناظر يساوي عدد محاور التناظر ما عدا النظام المكعب.

٢- جميع الأنظمة البلورية تحتوي على مركز تناظر واحد.