

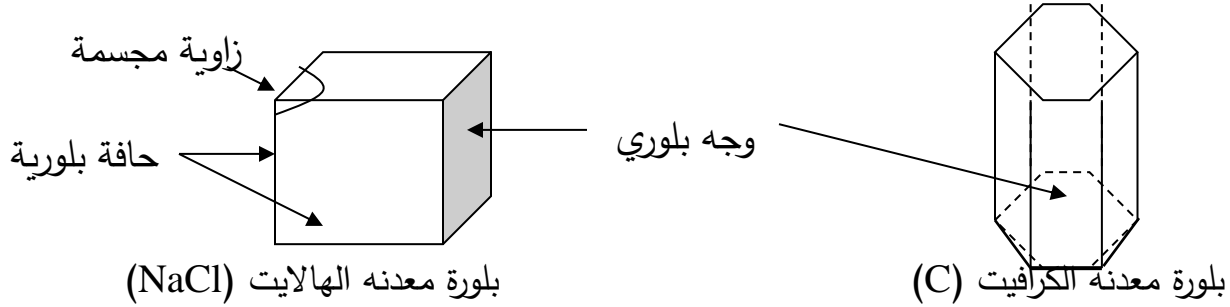
علم البلورات Crystallography

هو العلم الذي يختص بدراسة كيفية تكوين البلورات ضمن المعدن ويبحث في تأثير الخواص الفيزيائية (الضغط والحرارة) على تكوين تلك البلورات.

البلورة Crystal:

هي جسم صلب ذو تركيب كيميائي محدد وهي ذات شكل هندسي منتظم ومحاطة من الخارج بأسطح ملساء ناعمة تسمى الأوجه البلورية ، تكونت طبيعيا تحت ظروف مناسبة من ضغط ودرجة حرارة. أمثلة على البلورات:

- 1) بلورة معدن الكرافيت (C) لها شكل بلوري يتكون من ستة أوجه مستطيلة متعامدة مع وجهين سداسيين
- 2) بلورة معدن الهالاييت (NaCl) تتكون من ستة أوجه بلورية مربعة.



صفات البلورة:

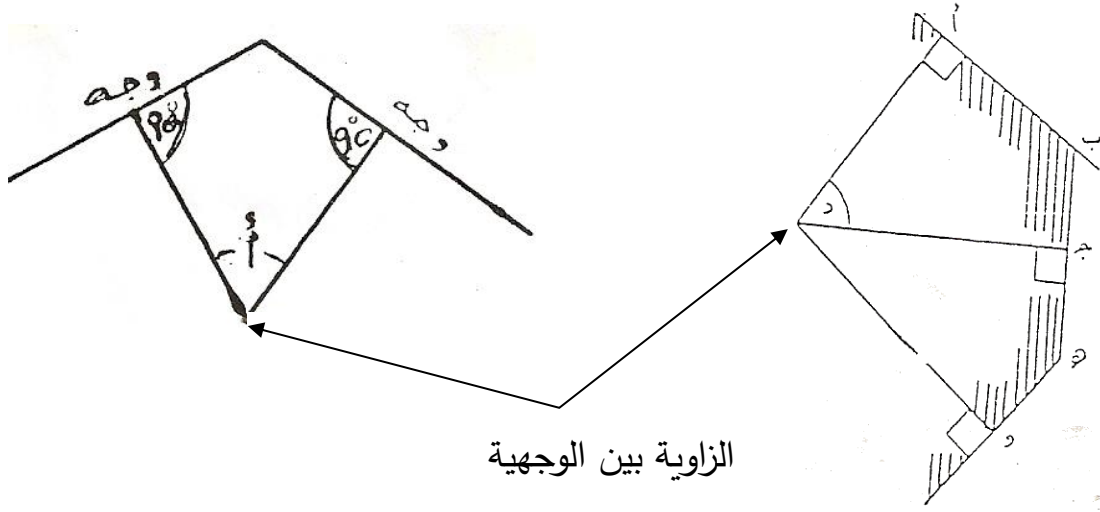
1- **الوجه البلوري Crystal Face** : هو سطح أملس يحد البلورة من الخارج. ولكل بلورة عدد من الأوجه البلورية المستوية ذات علاقة هندسية ثابتة مع بعضها البعض واحيانا تكون مقوسة، تعكس الترتيب الذري الداخلي للمعدن.

2- **الحافة البلورية Crystal Edge**: وهي الخط الحاصل من تقاطع اي وجهين متجاورين في البلورة.

3- **الزوايا Angles**: وتقسم الى:

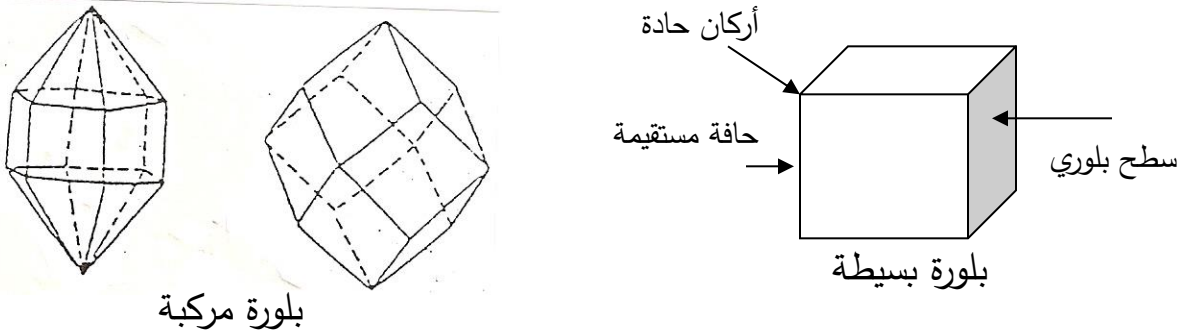
أ) **الزاوية المجسمة Solid Angle**: وهي الزاوية الناتجة من التحام ثلاثة اوجه بلورية او اكثر.

ب) **الزاوية بين الوجهين Interfacial Angle**: وهي الزاوية المحصورة بين العمودين المقامين على وجهين متجاورين ومتقاطعين في البلورة.

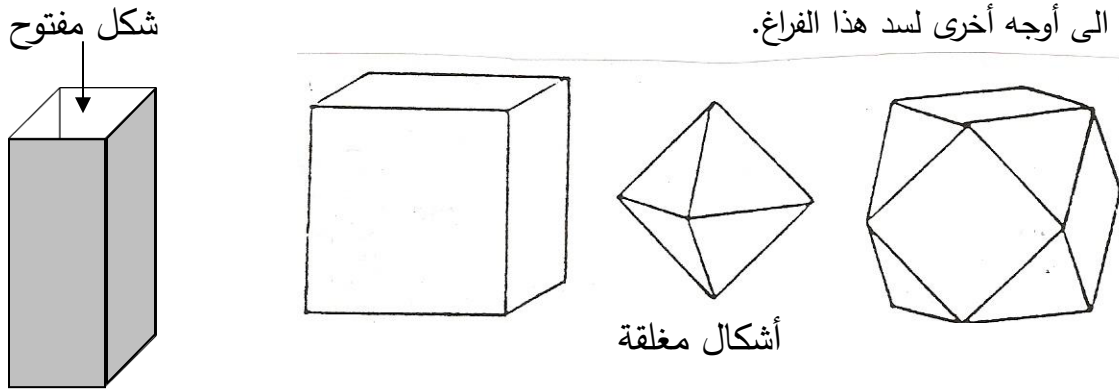


الزاوية بين الوجوه

4- الشكل البلوري Crystal Form: ويمثل المظهر الخارجي للمعدن الذي يعكس الترتيب الذري الداخلي المنتظم للمعدن ومجموعة الأوجه المتشابهة في الشكل والمساحة والوضع بالنسبة للبلورة. فالمكعب مثلا شكل بلوري مكون من (ستة أوجه) متشابهة. وقد تتكون بلورة المعدن من شكل بلوري واحد حينئذ تسمى بلورة بسيطة (Simple)، وقد تتكون البلورة من عدة أشكال بلورية مجتمعة وتسمى عند ذلك بلورة مركبة (Compound).



وقد يكون الشكل البلوري مقفلا (Closed): إذا كان الشكل وحده مكونا لجميع البلورة أو بمعنى آخر تقوم أوجه الشكل بقتل الفراغ. وقد يكون مفتوحا (Open): إذا كانت أوجه الشكل لا تقفل الفراغ فيما بينها بل يحتاج الى أوجه أخرى لسد هذا الفراغ.



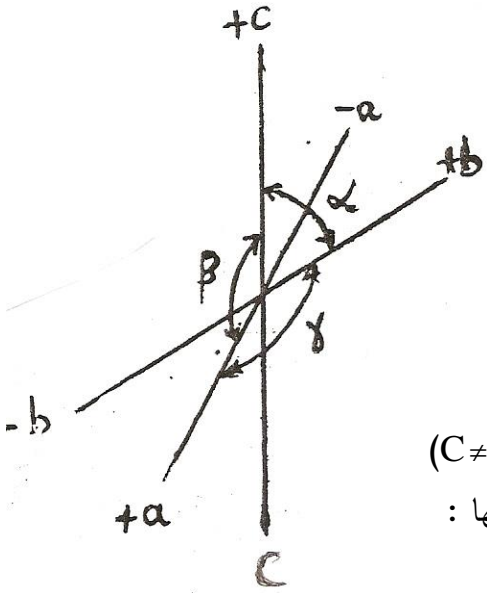
عناصر البلورة:

تحتوي البلورة على عدد من المعاملات يمكن من خلالها تمييز بين بلورة وأخرى او نظام بلوري وآخر

وهي:

أولاً: المحاور البلورية Crystallographic Axes

وهي خطوط وهمية تتقاطع في مركز البلورة تكون ثابتة العدد للنظام البلوري عددها ثلاثة محاور عدا النظام السداسي الحاوي على أربع محاور بلورية، وتختلف في أطوالها وتعامدها وفقاً للنظام البلوري.



- إذا كانت المحاور البلورية متساوية في الطول يرمز لها: $(a_1 = a_2 = a_3)$
- وإذا كانت المحاور البلورية غير متساوية في الطول يرمز لها: $(C \neq b \neq a)$
- وإذا كانت المحاور البلورية أربعة محاور كما في النظام السداسي فيرمز لها: $(a_1 = a_2 = a_3 \neq C)$

وتقع بين كل محورين بلوريين زاوية تسمى الزاوية المحورية وهي على ثلاثة أنواع:

α
 β
 γ

- 1- زاوية ألفا: وهي الزاوية المحصورة بين المحورين البلوريين (b,C)، ويرمز لها بالرمز α
- 2- زاوية بيتا: وهي الزاوية المحصورة بين المحورين البلوريين (a,C)، ويرمز لها بالرمز β
- 3- زاوية جاما: وهي الزاوية المحصورة بين المحورين البلوريين (a,b)، ويرمز لها بالرمز γ

ثانياً: عناصر التناظر أو التماثل

وتقسم عناصر التناظر أو التماثل الى:

أ- محاور التناظر Axes of Symmetry

يعرف محور التماثل بأنه محور وهمي يمر في مركز البلورة، وهو المحور الذي إذا دارت حوله البلورة دورة كاملة (360°) فإن أحد أوجه البلورة او حوافها أو زواياها يكرر نفسه مرتين أو ثلاث مرات أو أربع مرات أو ست مرات ، تبعا لنوع محور التماثل وعلى هذا الاساس يقسم محور التماثل الى:

1- محور تماثل ثنائي: وهو المحور الذي إذا دارت حوله البلورة دورة كاملة (360°) فإن الوجه البلوري

يتكرر مرتين ، أي خلال كل (180°)، ويرمز له بالرمز

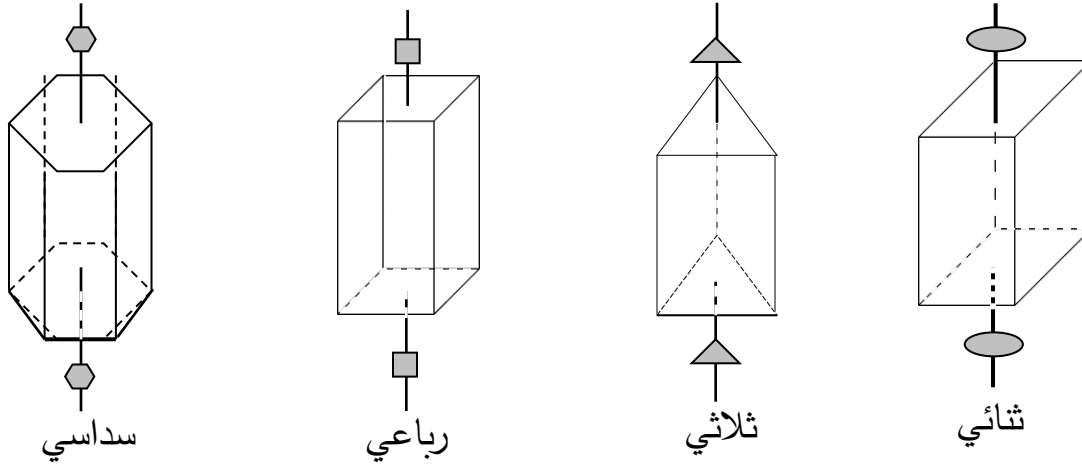
2- محور تماثل ثلاثي: هو المحور الذي إذا دارت حوله البلورة دورة كاملة (360°) فإن وجه البلورة يكرر

نفسه ثلاث مرات ، أي خلال كل (120°)، ويرمز له بالرمز



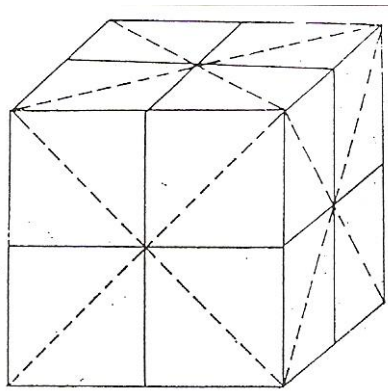
3- محور تماثل رباعي : هو المحور الذي إذا دارت حوله البلورة دورة كاملة (360°) فإن وجه البلورة يتكرر أربع مرات، أي خلال كل (90°)، ويرمز له بالرمز

4- محور تماثل سداسي: وهو المحور الذي إذا دارت حوله البلورة دورة كاملة (360°) فإن الوجه البلوري يتكرر ست مرات أي خلال كل (60°)، ويرمز له بالرمز

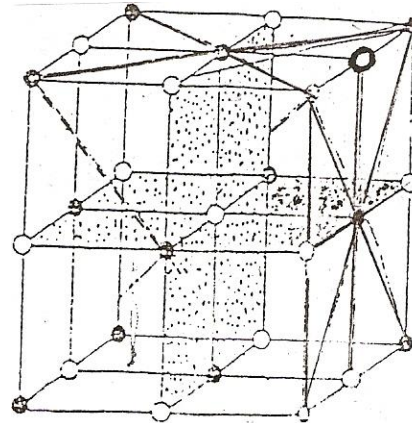


ب- مستوى التناظر أو التماثل Planes of Symmetry

هو المستوي الذي يقسم البلورة الى قسمين (نصفين) متساويين متناظرين متشابهين بشرط أن يكون أحد النصفين صورة مرآة للنصف الآخر.



مستويات التماثل في النظام المكعب



مستويات التماثل في بلورة كلوريد الصوديوم

ج- مركز التناظر أو التماثل Centre of Symmetry

وهو نقطة وهمية متوسطة داخل جسم البلورة تتميز بأن وجهين أو حافتين أو زاويتين يتناظران عبرها، بمعنى آخر أن الوجه الموجود على جانب من البلورة يبعد عن مركز التماثل بمسافة معينة، يقابله على الجانب الآخر وجه مماثل له وعلى نفس المسافة من مركز التماثل.

الانظمة البلورية Crystallographic System

تقسم الانظمة البلورية بالاعتماد على أطوال المحاور البلورية وعدد عناصر التناظر وأنواعها، الى

ستة نظم (فصائل) بلورية، هي:

1- النظام المكعب Cubic or Isometric System:

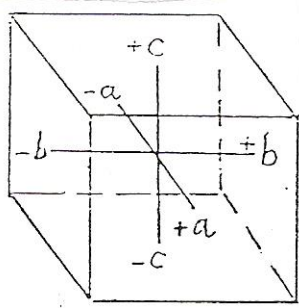
يحتوي هذا النظام على:

➤ المحاور البلورية:

☒ ثلاثة محاور بلورية متساوية بالطول أي أن: $(a_1 = a_2 = a_3)$

ومتعامدة $(a_2 \perp a_1 \perp a_3)$ أي أن: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

➤ محاور التناظر:



☒ ≡ β

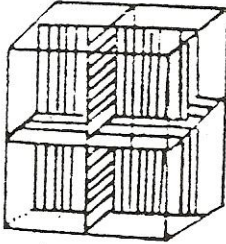
☒ ثلاثة محاور تناظر رباعية تنطبق على المحاور البلورية أي أن: $(a_1 = a_2 = a_3)$



☒ أربعة محاور تناظر ثلاثية ويرمز لها:



☒ ستة محاور تناظر ثنائية ويرمز لها:



مستويات التناظر

➤ مستويات التناظر: يحتوي هذا النظام على: (9) مستويات تناظر

➤ مركز التناظر: موجود.

من المعادن التي تتبلور في النظام المكعب هي:

الماس	الهالايت	الكالينا	النحاس	البيرايت	المغنتايت
C	NaCl	PbS	Cu	FeS	Fe ₃ O ₄

2- النظام الرباعي : Tetragonal system

➤ المحاور البلورية:

☒ ثلاثة محاور بلورية: إثنان منها متساويان وأفقيان وهما:

($a_1 = a_2$) والمحور الثالث (C) مختلف عنهما في الطول

أي عُنى : ($a_1 = a_2 \quad C$)

ومتعامدة ($C \perp a_2 \perp a_1$) أي أن: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

ويكون المحور (C) عموديا على المستوي


الذي يحوي كل من المحورين (a_1) و (a_2)

➤ محاور التناظر:

☒ محور رباعي واحد ينطبق على المحور البلوري (C) أي أن: (C)

☒ أربعة محاور تناظر ثنائية إثنان منها ينطبقان على المحورين البلوريين الأفقيين

وإثنان آخران ينصفان هذين المحورين البلوريين أي أن:

4  (a_2) و (a_1)

منصفات كل من (a_1) و (a_2)

➤ مستويات التناظر: يحتوي هذا النظام على: (5) مستويات تناظر وهي:

• مستوي تناظر أفقي يحتوي على محاور التناظر الثنائية

• أربع مستويات تناظر عمودية: تحوي محور التناظر الرباعي وكل من محاور التناظر الثنائية.

➤ مركز التناظر: موجود.

من المعادن التي تتبلور في النظام الرباعي هي:

زركون	كاسيترايت	جالكوبيرايت
ZrSiO ₄	SnO ₂	CuFeS ₂

6- النظام السداسي: Hexagonal system

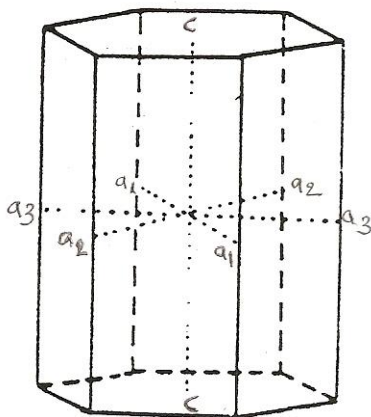
➤ المحاور البلورية:

☒ أربعة محاور بلورية: ثلاثة منها متساوية وأفقية وهما:

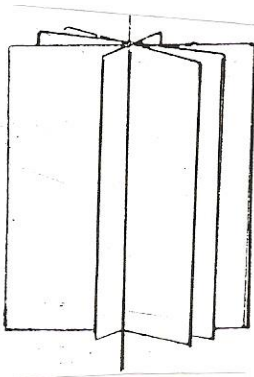
($a_1 = a_2 = a_3$) وبين كل منها زاوية مقدارها (120°)

والمحور الثالث (C) مختلف عنهم في الطول

أي عُنى : ($a_1 = a_2 = a_3 \quad C$)



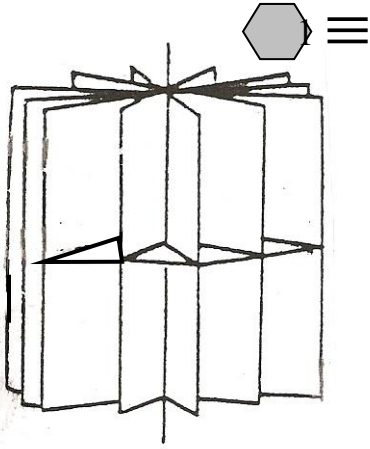
مستويات التناظر



ويكون المحور (C) عموديا على المستوي

الذي يحوي كل من المحاور (a₁) و (a₂) و (a₃)

➤ محاور التناظر:



✘ محور سداسي واحد ينطبق على المحور البلوري (C) أي أن: (C)

✘ ستة محاور تناظر ثنائية ثلاثة منها تنطبق على المحاور البلورية الأفقية

والثلاثة الأخرى تنطبق على منصفات هذه المحاور البلورية أي أن:

6 و (a₂) و (a₁)

منصفات كل من (a₁) و (a₂) و (a₃)

➤ مستويات التناظر: يحتوي هذا النظام على: (7) مستويات تناظر وهي:

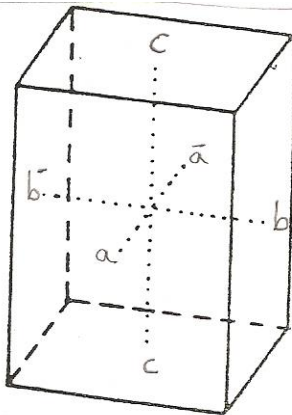
• مستوي تناظر أفقي واحد يحتوي على محاور التناظر الثنائية الأفقية.

• وست مستويات تناظر عمودية: تحوي محور التناظر السداسي وكل من محاور التناظر الثنائية.

➤ مركز التناظر: موجود.

* من المعادن التي تتبلور في النظام السداسي هي:

الكوارتز	الكالسيت	الكرافيت	دولومايت	هيماتايت
SiO ₂	CaCO ₃	C	CaMg(CO ₃) ₂	Fe ₂ O ₃



منشور معيني

3- النظام المعيني القائم: Orthorhombic system

يحتوي هذا النظام على:

➤ المحاور البلورية:

✘ ثلاثة محاور بلورية غير متساوية بالطول أي أن: (C) $a \neq b$

ومتعامدة (a₂ ⊥ a₁ ⊥ a₃) أي أن: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

➤ محاور التناظر:

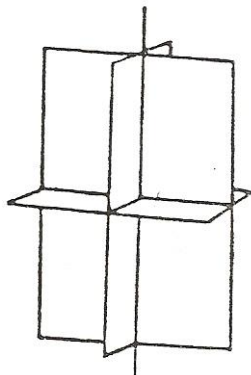
✘ ثلاثة محاور تناظر ثنائية تنطبق على المحاور البلورية أي أن: (C) و (b) و (a)

➤ مستويات التناظر: يحتوي هذا النظام على: (3) مستويات تناظر

• مستوي واحد أفقي يحتوي على محورين للتناظر

• مستويان عموديان يحتوي كل منهما على محوري تناظر

➤ مركز التناظر: موجود.



مستويات التماثل

من المعادن التي تتبلور في النظام المعيني القائم هي:

الكبريت	الأوليفين	الأنهيدرايت	الأراكونايت	جالكوسايت
S	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄	CaSO ₄	CaCO ₃	Cu ₂ S

4- نظام أحادي الميل Monoclinic system

يحتوي هذا النظام على:

➤ المحاور البلورية:

☒ ثلاثة محاور بلورية غير متساوية بالطول أي أن: $a \neq b \neq c$

اثنان منها متعامدة وهما: $(b \perp a)$ ، $(C \perp b)$ أي أن: $\gamma = 90^\circ = \beta$

واثنان غير متعامدان وهما: $(a \perp C)$ أي أن: $\beta \neq 90^\circ$

➤ محاور التناظر:

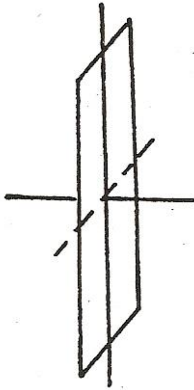
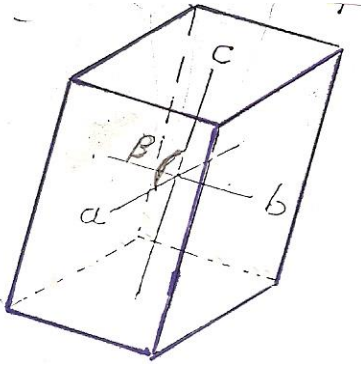
☒ محور تناظر ثنائي واحد ينطبق على المحور البلوري (b)

أي أن: (b) \equiv 

➤ مستويات التناظر: يحتوي هذا النظام على:

• مستوي واحد أفقي يحتوي على المحورين البلوريين (a) و (C)

➤ مركز التناظر: موجود.



مستوي التماثل

من المعادن التي تتبلور في النظام المعيني القائم هي:

الأورثوكليس	مايكا	أوجايت	الجبس
KAlSi ₃ O ₈	سليكات K,Al	سليكات Ca,Mg,Fe,Al	CaSO ₄ · 2H ₂ O

5- نظام ثلاثي الميل: Triclinic system

يحتوي هذا النظام على:

➤ المحاور البلورية:

☒ ثلاثة محاور بلورية غير متساوية بالطول أي أن: $a \neq b \neq c$
وغير متعامدة $(a \perp b \neq c)$ أي أن: $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

➤ محاور التناظر: لا توجد

• مستويات التناظر: لا توجد

➤ مركز التناظر: غير موجود.

من المعادن التي تتبلور في النظام ثلاثي الميل هي:

الأبايت	كوراندم	الفيروز (التركواز)
NaAlSi ₃ O ₈	Al ₂ O ₃	Al ₂ (OH) ₃ PO ₄ , xH ₂ O + Cu

