



كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الرابعة

المادة : كيمياء البلورات

المحاضرة : الرابعة / نظري /

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z : Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

9

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

$$A_1LK \text{ و } A_2LK$$

لتساوي ضلعين والزاوية بينهما. أي أن:

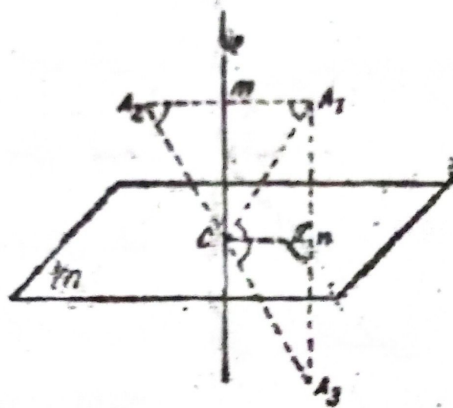
$$A_1K = A_2K \text{ و } A_1A_2 \perp m_1$$

إذا المستوى m_1 هو مستوي تناظر

نتيجة (1): إذا مر من محور تناظر (L_n) مستوي تناظر فإن عدد المستويات التي تمر من المحور يساوي ترتيب المحور.

من الشكل (2-4) يتبين من أن عدد المستويات التي تمر من محاور التناظر L_6, L_4, L_3, L_2 تساوي على الترتيب عدد المستويات الثانية (2,3,4,6).

III- النظرية 2a: إذا مر محور تناظر ذو ترتيب مزدوج (L_{2n}) من مركز تناظر (C) يجب أن يوجد مستوي (m) عمودي على المحور، ويساوي عمل المستوي (m) مجموع عملي (المحور L_n مع مركز التناظر C).



يوضح الشكل (3-4) محور تناظر رئيسي مزدوج الترتيب L_2 المتعامد مع مركز تناظر (C) والمستوي (m)

والمطلوب: برهن أن المستوي m المار من مركز التناظر، والعمودي على المحور L_2 هو مستوي تناظر.

IV: النظرية 2δ: إذا وجد مستوي تناظر (m) ، ومركز تناظر (C) فحتماً سيوجد محور تناظر مزدوج الترتيب L_{2n} عمودي على المستوي (m) ، ويمر من مركز التناظر C .

يمكن إثبات صحة النظرية من الشكل (3-4)، إذ نثبت أن انعكاس النقطة A_1 في المستوي m ينطبق على النقطة A_3 و نعكس النقطة الأخيرة في المركز (C) لنحصل على النقطة A_2 ، أي يجب إثبات أن النقطة A_1 تحل محل النقطة A_2 مباشرة، بالدوران حول L_2 بزاوية 180° ، أي يجب أن يتساوى المثلثان $\triangle A_1CK$ و $\triangle A_2CK$ ، ويتساويهما يكون $A_1A_2 \perp L_2$ و $A_1K = A_2K$. وينتج عن ذلك أن:

$$A_1A_2 \perp L_2 \text{ و } A_1K = A_2K$$

نتيجة (2):

عند وجود مركز تناظر C في بلورة ما يجب أن يوجد عدد من مستويات التناظر يساوي عدد محاور التناظر ذي الترتيب المزدوج L_{2n} .

V: النظرية 2B: إن نقطة تقاطع محور تناظر مزدوج الترتيب (L_{2n}) مع مستوي تناظر m يتعامد معه هي مركز تناظر في الشكل البلوري (يعادل في عمله، عمل المحور مع المستوي).

لإثبات صحة هذه النظرية يكفي إثبات أن النقطة A_3 الناتجة عن دوران النقطة A_2 حول المحور L_2 بزاوية 180° ، الانعكاس في المستوي m ، يمكن الحصول عليها مباشرة بعكس A_2 في النقطة C ، ويكفي أن نبرهن على:

$$A_1\hat{C}A_2 = A_1\hat{C}A_3 = 180^\circ \text{، ونثبت أن } A_1C \text{ و } A_2C$$

هو المستقيم (A_2A_3) ، أي $A_3C = A_2C$ ، كما هو موضح على الشكل (3-4).

VI: النظرية 3: نظرية (إيليرا): عند تقاطع محورين تناظريين في شكل بلوري ما يوجد حتماً محور ثالث يتقاطع معهما، ويساوي في عمله مجموع عمليهما. وهذه النظرية محققة، وصحيحة ليست فقط بالنسبة للمحاور البلورية الرئيسية، والبسيطة، بل أيضاً بالنسبة للمحاور البلورية الانقلابية، وبذلك يمكن كتابتها بالشكل العام الآتي: إذا وجد عنصراً تناظراً فحتماً سيوجد عنصر تناظر ثالث يساوي في عمله مجموع عمليهما.

وتعد جميع النظريات التي تتناول دراسة عناصر التناظر المعقدة جزءاً من نظرية إيليرا.

مثال:

يوضح الشكل (4-4) ($\alpha, \delta, B, Z, 4$) وجود عدة حالات تتقاطع فيها محاور التناظر في بلورة متعددة الوجوه.

يمثل الشكل (4-4) محاور تناظر من الدرجة الثانية متوضعة في مستوى الرسم، ومتقاطعة في نقطة واحدة في كل شكل من الأشكال، ويمر محور تناظر آخر في نقطة تقاطع محاور تناظر الدرجة الثانية أيضاً.

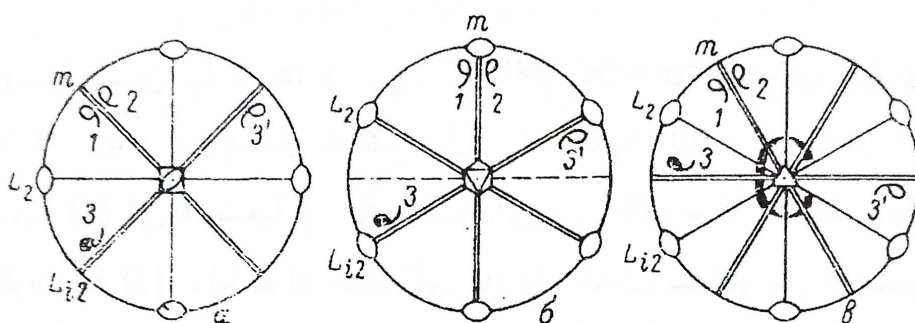
إن دوران الشكل حول المحور L_2 سينقله من الوضعية (1) إلى الوضعية (2) ثم إلى الوضعية (3)، و يوضح الشكل أن الدوران حول محور عمودي على مستوى الرسم، وفي الاتجاه من L_2 إلى L'_2 ، سينقل الشكل من الوضعية (1) إلى الوضعية (3)، والفعل الأخير يساوي مجموع الفعلين السابقين. وهكذا بالنسبة لجميع الوضعيات في الرسومات على الشكل يمكن أن نحصل بالطريقة نفسها على الوضعية (3) من الوضعية (1)، ونخلص إلى النتيجة الآتية:

إذا تقاطع محور تناظر من الدرجة الثانية L_2 مع محور تناظر L_n من المرتبة الثانية في نقطة ما. والزاوية بينهما $\frac{\alpha}{2}$ حيث $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$ ، فسيكون عدد محاور تناظر الدرجة الثانية مساوياً (n) .

VII: نظرية $4a$: عند وجود محوري تناظر انقلابيين يوجد حتماً محور تناظر رئيسي (بسيط) يمر من نقطة تقاطعهما ويكافئ في عمله مجموع عمليهما.

1- يمثل الشكل (9-4) محاور تناظر انقلابية، ورئيسية، ومستويات تناظر، ويتضح أن الانعكاس في المستوي (m) يعود بنا إلى نتيجة النظرية $4a$ نفسها، مثل الدوران حول L_{i2} العمودي على مستوى التناظر (m)، ولناخذ الأمثلة الآتية:

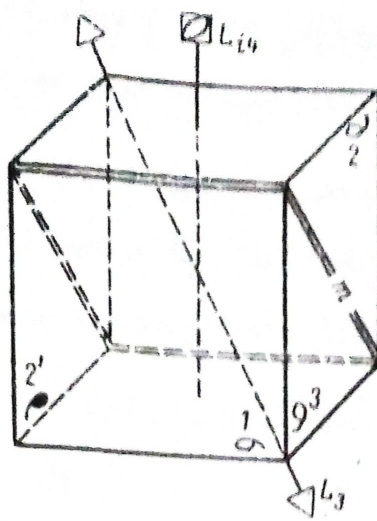
(1) إن الانعكاس في المستوي (m) سينقل الشكل من الوضعية (1) إلى الوضعية (2)، كما هو موضح بالشكل (9-4).



الشكل (9-4) العلاقة بين عناصر التناظر m, L_2, L_{i4}

كما أن تدوير الشكل بزاوية معينة حول محاور التناظر الانقلابية الآتية L_{i2}, L_{i4}, L_{i6} سينقل الشكل من الوضعية (2) إلى الوضعية (3') ، ثم عكسه في نقطة تقاطع المحاور، وكأن الانعكاس الذي يتم من خلال مركز التناظر سينقل الشكل إلى الوضعية (3) ،ويمكن الحصول على النتيجة نفسها عند دوران الشكل حول محور الدرجة الثانية L_2 ، أي أن محور التناظر من الدرجة الثانية L_2 يكافئ في عمله مجموع أعمال المحاور الانقلابية L_{i6}, L_{i4}, L_{i3} مع المستوي m .

2- إذا كان متعدد الوجوه الموضح بالشكل (10-4) يحتوي على مجموعة عناصر تناظر مختلفة، والزوايا بينها هي الآتية:



الشكل (4-10) العلاقة بين عناصر التناظر m, L_3, L_{i4}

الزاوية بين L_3 و m هي $\alpha = 54^\circ 44' 8''$ ، وبين L_{i4} و m هي $\alpha = 45^\circ 00' 00''$ ، وإذا دار الشكل حول L_{i4} بزاوية $\alpha = 90^\circ$ سينتقل الشكل من الوضعية (1) إلى الوضعية (2')، وبالانعكاس من خلال مركز التناظر سينتقل الشكل إلى الوضعية (2)، وإذا تم الانعكاس في m فإن الشكل سينتقل من الوضعية (2) إلى الوضعية (3)، ويمكن للشكل أن ينتقل من الوضعية (1) إلى الوضعية (3) مباشرة عند الدوران حول المحور L_3 وهذا يعني أن L_3 ، يساوي في عمله مجموع عملي L_{i4} ، و $m(L_{i2})$.

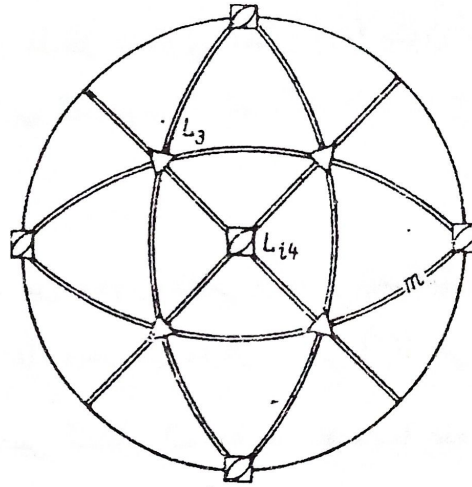
VIII: النظرية 48: عند وجود محور تناظر رئيسي (بسيط) مع محور تناظر انقلابي سيوجد حتماً محور تناظر انقلابي آخر (يكافئهما)، ويمر من نقطة تقاطعهما.

أمثلة: يتضح من الشكل (4-9):

- 1- إن تأثير كل من L_2 و m في الشكل سينقله من الوضعية (2) إلى الوضعية (1) و (3) وعند الدوران حول محور التناظر الانقلابي والعمودي على مستوي الرسم يمكن نقل الشكل من الوضعية (3) إلى الوضعية (2). أي أن محور التناظر الانقلابي العمودي على مستوي الرسم يكافئ في عمله عمل المستوي، والمحورين L_2 و L_{i2} و m .

إن تأثير المحور L_2 ، ومحور التناظر الانقلابي العمودي على مستوى الرسم سينقل الشكل من الوضعية (1) إلى الوضعية (2)، وهذا يعني أن $m(L_{i2})$ يكافئ في عمله عملي محوري التناظر من الدرجة الثانية، ومحور التناظر الانقلابي العمودي على مستوى الرسم.

2- نجد من الشكل (4-10) أن عمل L'_3, m سينقل الشكل من الوضعية (2) إلى الوضعية (3)، ثم إلى (1)، وهذا يكافئ عمل L_{i4} . كما أن عمل كل من المحورين L_3 و L_{i4} ينقل الشكل من (3) إلى (1) ثم إلى (2)، أي أن عمل (m) يكافئ عمل المحورين السابقين، وهكذا فإن جميع عناصر التناظر السابقة موضحة وممثلة على الشكل (4-11)، ويكون مجموع عناصر التناظر $(3L_{i4} 4L_3 6m)$.



الشكل (4-11) المسقط الستريوغرافي لعناصر التناظر $3L_{i4} 4L_3 6m$

نتيجة:

إذا كان محور التناظر الانقلابي L_{in} متوضعاً في المستوى m ، أو كان المستوى m يحتوي على محور تناظر رئيسي L_2 عمودي على المحور L_{in} تكون محاور التناظر من الدرجة الثانية L_2 في المستوى m المارة من المحور L_{in} متساوية، وتساوي ترتيب المحور الرئيسي كما هو موضح بالشكل (4-9).

وبالنتيجة يمكن جمع النظريات السابقة بالنظريات الأساسية الآتية :

4-2- النظريات الأساسية في علم البلورات:

النظرية (1):

إن محور التناظر الرئيسي (البسيط) من المرتبة n هو عبارة عن خط يتقاطع مع عدد (n) من مستويات التناظر المرتبطة بعضها ببعض.

أي إذا كان المستويان (m) هما مستويان يتقاطعان مع بعضها بزاوية $\frac{\alpha}{2}$ تكون الزاوية التي يصنعها محور التناظر البسيط معهما هي $\alpha = \frac{360}{n}$.

نتيجة (1):

إذا مر من خلال محور تناظر مستوي تناظر (m) يكون عدد مستويات التناظر المارة من المحور ساوياً لترتيب المحور.

النظرية (2):

إن العلاقة التي تربط بين محور تناظر رئيسي (بسيط) مزدوج الترتيب I_{2n} ويعتمد مع مستوي تناظر (m) ، ويمر من مركز تناظر (C) هي:

إذا وجد اثنان من عناصر التناظر السابقة سيوجد حتماً عنصر التناظر الثالث.

نتيجة (2):

عند وجود مركز تناظر في شكل بلوري سيوجد عدد من مستويات التناظر بمقدار عدد محاور التناظر المزدوجة الترتيب، وبالعكس سيوجد عدد من محاور التناظر المزدوجة الترتيب بمقدار عدد مستويات التناظر.

النظرية (3):

عند وجود محوري تناظر رئيسيين متقاطعين في نقطة ما، سيوجد حتماً محور تناظر ثالث رئيسي يكافئهما، ويمر من نقطة تقاطعهما.

نتيجة (3):

إذا تعامد محور تناظر رئيسي من الدرجة الثانية L_2 مع محور تناظر L_n من المرتبة والمتقاطعة مع بعضها بزاوية $\frac{\alpha}{2}$ حيث $\alpha = \frac{360}{n}$ يكون عدد محاور التناظر من المرتبة الثانية مساوياً (n) .

النظرية (4):

إذا وجد محور تناظر انقلابي (L_{in}) في مستوي (m) أو احتوى المستوي (m) على محور L_2 ويتعامد مع L_{in} كان عدد محاور التناظر من الدرجة الثانية L_2 مساوياً عدد المستويات (m) التي تمر من خلال المحور L_{in} ، وتساوي ترتيب المحاور الرئيسية، والمتطابقة مع عدد المحاور L_{in} .

تعد النظريات الأربع السابقة النظريات الأساسية في علم البلورات.

4-3- فئات التناظر في البلورات:

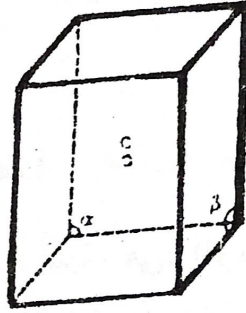
تُصنف البلورات في ثلاث زمر أساسية، هي: (الزمرة الدنيا - الزمرة الوسطى - الزمرة العليا). وتحتوي كل زمرة على فئات تسمى فئات التناظر. تحتوي الزمرة الدنيا على ثلاث فئات والزمرة الوسطى على ثلاث فئات، بينما تحتوي الزمرة العليا على فئة تناظر واحدة فقط. وفيما يلي هذه الفئات بالتفصيل.

4-3-1- فئات الزمرة الدنيا:

تحتوي الزمرة الدنيا على ثلاث فئات هي الفئة الثلاثية الميل، وأحادية الميل، والمعينة المستقيمة، وتتميز بلورات هذه الفئة بعدم وجود محاور تناظر أعلى من الدرجة الثانية، وتضم ثمانية أنماط تناظر موضحة بالجدول (4-1):

1- ثلاثية الميل:

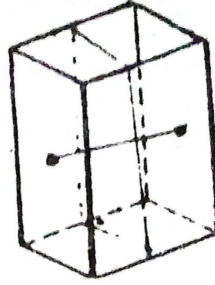
دُعيت هذه الفئة بثلاثية الميل لوجود ثلاث زوايا مائلة بين أضلاع متوازي الوجوه الأساسي في الشبكة الفراغية، وتحتوي هذه الفئة على نمطين تناظريين متميزين بوجود محاور تناظر من الدرجة الأولى، حيث يحتوي النمط الأول على محور تناظر من الدرجة الأولى، أما النمط الثاني فيحتوي على مركز تناظر. ويكون الشكل العام لبلورات هذه الفئة عبارة عن موشور مزدوج الميل قاعدته عبارة عن متوازي أضلاع متساويين، أما الأوجه فعبارة عن متوازي أضلاع في كل منهما وجهين متقابلين متساويين، ويحتوي على مركز تناظر فقط كما هو موضح بالشكل (4-12)، ومن أهم الفلزات التي تنتمي إلى فئة ثلاثية الميل: (آليت - $NaAlSi_3O_8$)، و(أنورينت - $CaAl_2Si_2O_8$)، و(زودونيت - $MnSiO_3$)، و(كيانيت - Al_2SiO_3).



الشكل (4-12) الشكل العام لبلورات الفئة ثلاثية الميل

2- الفئة أحادية الميل:

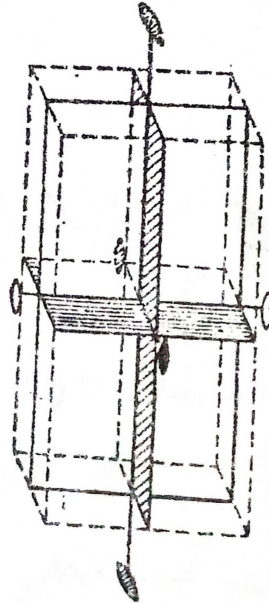
دُعيت بلورات هذه الفئة أحادية الميل بسبب احتوائها على زاوية واحدة مائلة بين أضلاع متوازي الوجوه، وتحتوي على ثلاثة أنماط تناظر، يتميز كل منها بوجود محور تناظر وحيد من الدرجة الثانية، ويكون الشكل العام لبلوراته عبارة عن موشور قاعدته معينان متساويان، وتشكل الوجوه متوازيات أضلاع كل اثنين متقابلين متساويين، والشكل العام لبلورة هذه الفئة موضح بالشكل (4-13)، ومن أهم الفلزات التي تنتمي إلى الفئة أحادية الميل: (أورتوكلاز - $KAlSi_3O_8$)، (كالك - $Mg_2Si_4O_{10}(OH)_2$).



الشكل (4-13) الشكل العام للفتة أحادية الميل

3- الفتة المعينية المستقيمة:

سميت بلورات هذه الفتة بالفتة المعينية المستقيمة بسبب كون المقاطع العمودية على المحاور الثنائية لها أشكال معينية، وسميت مستقيمة بسبب كون الزوايا بين أضلاع متوازيات الوجوه قائمة. وتحتوي على ثلاثة أنماط تناظر، ويكون الشكل العام لبلوراتها موشور قائم قاعدته معينان متساويان، أما الوجوه الجانبية فهي مستطيلات متساوية، والشكل العام لبلورات هذه الفتة موضح بالشكل (4-14)، ومن أهم النماذج الفلزات التي تنتمي إلى هذه الفتة: (أنهدريت - $CaSO_4$)، و(باريت - $BaSO_4$)، و(أراغوانيت - $CaCO_4$).



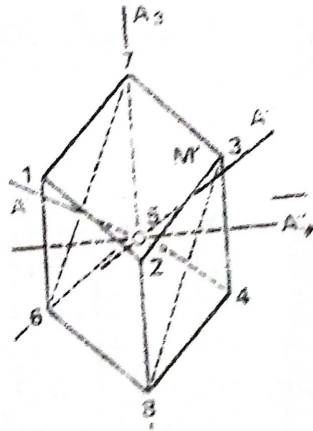
الشكل (4-14) الشكل العام للفتة المعينية المستقيمة

4-3-2- فئات الزمرة الوسطى:

تحتوي الزمرة الوسطى على ثلاث فئات، هي: الفئة الثلاثية - الفئة الرباعية - الفئة السادسة، وتتميز بلورات هذه الزمرة بوجود محور تناظر رئيسي واحد في كل منها أعلى من الدرجة الثانية، وبعد هذا المحور محوراً رئيساً، وتضم هذه الزمرة تسعة عشر نمطاً تناظرياً، وهي الآتية:

1- الفئة الثلاثية:

سميت بلورات هذه الفئة بالفئة الثلاثية بسبب كون المقاطع العمودية على المحاور الثلاثية تشكل أشكالاً مثلثية متساوية الأضلاع، وسميت معينة بسبب كون الشكل البسيط العام فيها عبارة عن معيني الوجوه، وتحتوي هذه الفئة على خمسة أنماط تناظر، ويكون الشكل العام لبلورات هذه الفئة عبارة عن مجسم وجوه معينة متساوية، كما هو موضح بالشكل (4-15)، وأهم الفلزات التي تنتمي إلى الفئة الثلاثية: (الكالسيت - $CaCO_3$)، و (دولوميت - $CaMg(CO_3)_2$)، و (هيماتيت - Fe_2O_3)، و (سندريت - $FeCo_3$).



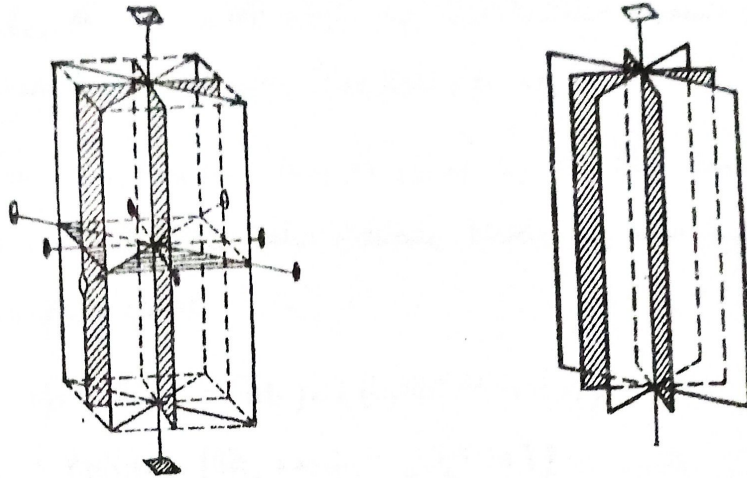
الشكل (4-15) الشكل العام للفئة الثلاثية

2- الفئة الرباعية:

سميت بلورات هذه الفئة بالرباعية بسبب كون المقاطع العمودية على المحور الرئيسي لها شكل مربع منتظم، وتضم هذه الفئة سبعة أنماط تناظرية، يحتوي كل منها على محور من الدرجة الرابعة، الشكل العام لبلورات هذه الفئة عبارة عن مؤشر قائم

قاعدته مربعان متساويان، والأوجه الجانبية عبارة عن أربعة مستطيلات متساوية، موضحة بالشكل (4-16)، وأهم الفلزات التي تنتمي إلى الفئة الرباعية:

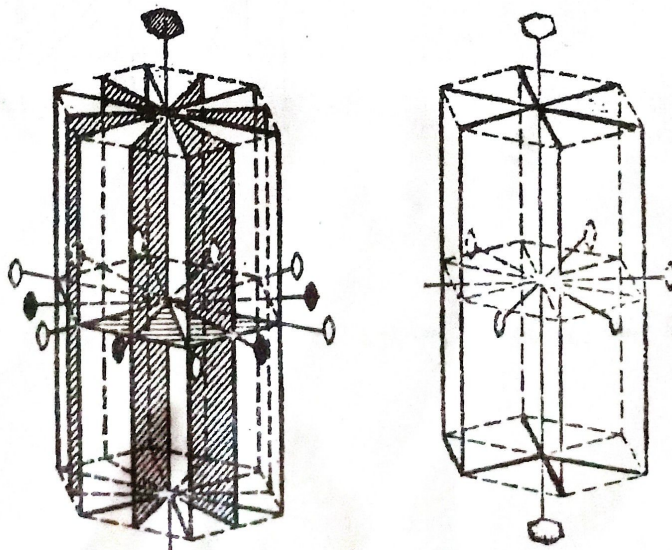
(الزيركون - $ZrSiO_4$)، و (الروتيل - TiO_2)، و (الكالكوپيريت - $CaFeS_2$).



الشكل (4-16) الشكل العام للفئة الرباعية

3- الفئة السداسية:

سُميت بلورات هذه الفئة بالسداسية بسبب كون مقاطعها العمودية على المحور الرئيسي تأخذ أشكالاً سداسية الأضلاع، والشكل العام لبلوراتها عبارة عن مؤشر قاعدته مسدسان متساويان، والأوجه الجانبية عبارة عن مستطيلات متساوية، موضحة بالشكل (4-17). وتحتوي على سبعة أنماط تناظر.



الشكل (4-17) الشكل العام وعناصر التناظر من الفئة السداسية

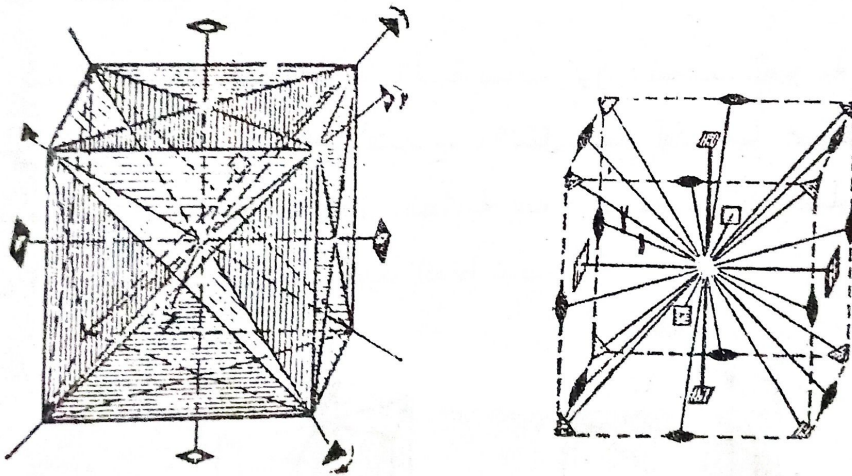
ومن أهم الفلزات التي تنتمي إلى الفئة السداسية، (الغرافيت - C)،
و (البيريل - $Be_3Al_2Si_6O_{18}$)، و (البيروتيت - $Fe_{10}S_{11}$).

4-3-3- الزمرة العليا:

ينتمي إلى هذه الزمرة فئة وحيدة هي الفئة المكعبية وسميت بالمكعبية لوجود شكل مكعب بسيط في كل نمط تناظر لبلوراتها، وهو مج

سم له ستة وجوه مربعة متساوية، ويوجد في هذه الفئة خمسة أنماط تناظر،
يوضح الشكل (4-18) الشكل العام، وعناصر التناظر في الفئة المكعبية، ومن أهم
الفلزات التي لها بنية مكعبية:

(الألماس - C)، و (الذهب - Au)، و (الهاليت - NaCl)، و (الفلوريد - CaF_2)،
و (السفاليريت - ZnS)، و (الكر وميت - $FeCr_2O_4$).



الشكل (4-18) الشكل العام، وعناصر التناظر في الفئة المكعبية

4-5- الرموز العالمية لعناصر التناظر في الفئات البلورية حسب مفهوم العالمين (كيرمان - موكيين):

تم ذكر فئات التناظر في الفقرة السابقة، ورموز عناصر التناظر فيها، ويمكن كتابة هذه الرموز وفق المصطلحات العالمية أي وفق مفهومي العالمين (كيرمان - موكيين) وفق الآتي:

$1 - L_1$	$\bar{1} - C$
$2 - L_2$	$m(\bar{2}) - m$
$3 - L_3$	$\bar{3}(3 + \bar{1}) - L_{i3}$
$4 - L_4$	$\bar{4} - L_{i4}$
$6 - L_6$	$\bar{6}(3 \perp m) - L_{i6}$

إذا كان محورا لتناظر المزدوج الترتيب عمودياً على مستوي التناظر يعبر عنهما بالرموز $(\frac{6}{m}, \frac{4}{m}, \frac{2}{m})$ ، وإذا كانت المحاور متوازية مع مستويات التناظر يعبر عنها بالرموز $(2m, 3m, 4m, 6m)$. وإذا كانت المحاور التناظرية المختلفة متعامدة (ما عدا في الفئة المكعبية) يُعبر عنها بالرموز 62, 42, 32, 22. إن الرموز العالمية لعناصر التناظر في الفئات البلورية موضحة بالجدول (4-4) يُلاحظ من الجدول الآتي: تبدأ أنماط التناظر في الزمرة الوسطى بالمحور الرئيسي منها، أما في الزمرة العليا فيكتب دوماً في البداية المحور ذو الترتيب الأعلى، فمثلاً يكتب في الزمرة المكعبية في البداية محور الدرجة الرابعة وبعده محور الدرجة الثالثة وهكذا

أي يوضح الجدول (4-4) الرموز العالمية لمجموع عناصر التناظر بشكلها المختصر والكامل في الفئات البلورية، وهي مشتقة من النظريات الأربع الأساسية في علم البلورات، إذاً بشكل أساسي لمعرفة الرموز العالمية ولقراءتها وفق مفهوم العالمين (كيرمان - موكيين) يجب معرفة النظريات الأساسية الأربع السابقة بشكل جيد.

الجدول (4-4) الرموز العالمية لمجموع عناصر التناظر بشكلها المختصر
والكامل في الفئات البلورية:

الرمز		مجموع عناصر التناظر	البنية البلورية
بشكل مختصر	بشكل كامل		
—	1	—	ثلاثية الميل
—	C	T	
—	2	L_2	أحادية الميل
—	m	m	
—	$2/m$	$L_2 C m$	
mm	2mm	$L_2 2m$	المعينية
22	222	$3L_2$	
mmm	$2/m \ 2/m \ 2/m$	$3L_2 C_3 m$	
—	4	L_4	الرباعية
—	$\bar{4}$	L_{i4}	
—	$4/m$	$L_4 C m$	
$\bar{4}m$	$\bar{4}2m$	$L_{i4} 2L_2 2m$	
4m	4mm	$L_4 4m$	
42	422	$L_4 4L_2$	
$4/m \cdot 4/mmm$	$4/m \ 2/m \ 2/m$	$L_4 4L_2 C_5 m$	
—	3	L_3	الثلاثية
—	$\bar{3}$	L_{i3}	
$\bar{3}m$	$32/m$	$L_{i3} 3L_2 3m$	
—	3m	$L_3 3m$	
—	32	$L_3 3L_2$	

— — — $\bar{6}m$ $6m$ 62 $6/m, 6/mmm$	6 $\bar{6}$ $6/m$ $\bar{6}2m$ $6mm$ 622 $6/m \quad 2/m \quad 2/m$	L_6 L_{i6} L_6Cm $L_{i6}3L_23m$ L_66m L_66L_2 L_66L_2C7m	السداسية
— $m3$ — — $m3m$	23 $2/m3$ $\bar{4}3m$ 432 $4/m \quad 32/m$	$3L_24L_3$ $3L_24L_3C3m$ $3L_{i4}4L_3C6m$ $3L_44L_36L_2$ $3L_44L_36L_2C9m$	المكعبية



مكتبة
A to Z