كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الرابعة

المادة : كيمياء البلورات

المحاضرة : السادسة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

١٠

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

6-8- رموز الأشكال البسيطة في البلورات:

تتعلق رموز الوجوه في الأشكال البلورية البسيطة بوضعها بالنسبة للمحاور البلورية الثلاثة، إن رموز الأشكال البلورية البسيطة هي قرائن الوجوه البلورية فيها التي تكتب بين قوسين على الشكل الآتي:

$$\{001\},\{111\}$$

وإن رموزها موضحة بالجدول(6-2)، وسنورد رموز بعض الأشكال البسيطة في البنية المكعبية:

1- سداسي الوجوه $\{100\}$.

2- ثماني الوجوه $\{111\}$.

3- اثنا عشري الوجوه المعيني $\{110\}$.

4- رباعي الوجوه $\{111\}$ أو $\{1\bar{1}\bar{1}\}$.

5- اثنا عشري الوجوه الخماسي $\{hko\}$.

وأيضاً تتعلق رموز بنى الزمرة الدنيا برموز الأشكال البسيطة فيها التي تختلف باختلاف رموزها، فمثلاً بيناكويد يأخذ أوضاعاً مختلفة هي الآتية:

1- بيناكويد $\{100\}$.

2- بيناكويد $\{010\}$.

3- بيناكويد $\{001\}$.

والسؤال الآن: لماذا تم إضافة محور بلوري رابع في البنيتين السداسية والثلاثية وهو المحور oy'؟

الجواب: توجد في بلورات فئتي التناظر السداسية والثلاثية وخاصةً في المستوي العمودي على L_3 أو L_6 أو L_{i6} دوماً ثلاثة اتجاهات، أو مناحٍ متساوية تناظرياً وتشكل بعضها مع بعض زاوية 60° أو 120°، وهذه المناحي تنطبق على ثلاثة صفوف في الشبكة الفراغية ذات مسافات عقدية متساوية، وتنطبق المحاور البلورية

الرئيسة الثلاثة على هذه المناحي، وتأخذ هذه المناحي القيم نفسها عند دورانها، ولهذا نأخذ محوراً إضافياً oy'، ويصبح عدد المحاور في الفئتين السداسية والثلاثية أربعة محاور، وينتج عن ذلك إضافة قرينة رابعة ،ويصبح رمز الوجه في كلتا الفئتين يحتوي على أربع قرائن.

6-9- الثوابت الهندسية في البلورات:

تملك البنى البلورية الرئيسة في الزمر ثوابت تسمى بالثوابت البلورية ويمكن التحقق منها بوساطة انعراج الأشعة السينية ،وهذه الثوابت هي المسافات بين العقد في الشبكة البلورية a_o, b_o, c_o، من الشكل (6-1) يمكن حساب العلاقة بين هذه المسافات

$$a_o : b_o : c_o = \frac{a_o}{b_o} : \frac{b_o}{b_o} : \frac{c_o}{b_o} = a : 1 : c$$

يُرمز للزوايا بين المحاور البلورية بالرموز الآتية (α, β, γ)،و تدعى العلاقة بين الوحدات القياسية على تلك المحاور (الثوابت، أو العناصر الهندسية)، تتميز جميع البلورات التي لها التركيب،والبنية نفسهما بأن لها عناصر هندسية متساوية مادامت تأخذ الوضعية نفسها والاتجاه نفسه، وتتميز البلورات التي لها تراكيب متباينة، أو التي لها التركيب نفسه، وإنما بنياتها متنوعة بثوابت هندسية متباينة نأخذ عادةُ الوحدة القياسية حسب المحور البلوري II مساوية للواحد.

ولهذا تم تقسيم المسافات العقدية الثلاث على (b_o)، ولا توجد في الحالة العامة معلومات عن قيم هذه المسافات a_o, b_o, c_o، ويمكن إيجاد العلاقة بينها من العلاقة النسبية الآتية:

$$OAo : OBo : OCo = \frac{OAo}{OBo} : \frac{OBo}{OBo} : \frac{OCo}{OBo} = a : 1 : c$$

وسنتناول استنتاج الثوابت الهندسية لفئات الزمر البلورية بالتفصيل .

6-9-1 الثوابت الهندسية لفئات الزمرة الدنيا:

1- الفئة ثلاثية الميل:

تحتوي الفئة الثلاثيّة الميل على البارامتريات الآتية:

$$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^{\circ}$$
$$a_o \neq b_o \neq c_o$$

والثوابت فيها خمسة ، هي:

$$\alpha, \beta, \gamma, a, c$$

وإذا أخذنا مقلوب العلاقة النسبية، واعتبرنا المحور II محوراً قياسياً نحصل على العلاقة الآتية:

$$\frac{a_o}{b_o} : \frac{b_o}{b_o} : \frac{c_o}{b_o} = a : 1 : c$$

إذ يوجد ثابتان هندسيان هما c, a إضافةً إلى الزوايا الثلاثة α, β, γ

2- الفئة وحيدة الميل:

بارامتريات هذه الفئة هي:

$$\alpha = \gamma = 90^{\circ} \neq \beta$$
$$a_o \neq b_o \neq c_o$$

لأن للزاويتين $\alpha = \gamma = 90^{\circ}$ قيمة معينة وهي 90° لا تُعد ثوابت هندسية، و من العلاقة النسبية تكون الثوابت في فئة وحيدة الميل هي β, c, a .

3- الفئة المعنية المستقيمة:

تحتوي هذه الفئة على البارامتريات الآتية:

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^{\circ}$$
$$a_o \neq b_o \neq c_o$$

و من العلاقة النسبية يمكن استنتاج الثوابت الهندسية، وهي في هذه الفئة c, a .

6-9-2- الثوابت الهندسية لفئات الزمرة الوسطى:

1- الفئة الرباعية:

تحتوي الفئة الرباعية على البارامتريات الآتية:

$$\left.\begin{aligned}\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ \\ a_o = b \neq c_o\end{aligned}\right\}$$

ومن العلاقة النسبية أيضاً:

$$\frac{a_o}{a_o} : \frac{a_o}{a_o} : \frac{c_o}{a_o} = 1:1:c$$

وتكون قيم الزوايا ثابتة، ولا تُعد من الثوابت الهندسية. فتكون ثوابت الفئة الرباعية فقط ثابت واحد وهو C .

2- الفئة السداسية:

تحتوي هذه الفئة على البارامتريات الآتية:

$$\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$$
$$a_o = b \neq c_o$$

من العلاقة النسبية يكون الثابت الهندسي في هذه الفئة هو C .

6-9-3- الزمرة العليا:

تحتوي هذه الزمرة على الفئة المكعبية فقط ،والبارامتريات لهذه الفئة هي:

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$
$$a_o = b_o = c_o$$

ولا تعد المسافات العقدية ثوابت لأن قيمها ثابتة وتساوي الواحد.

ومن العلاقة النسبية نستنتج أنه لا يوجد في الفئة المكعبية ثوابت هندسية.

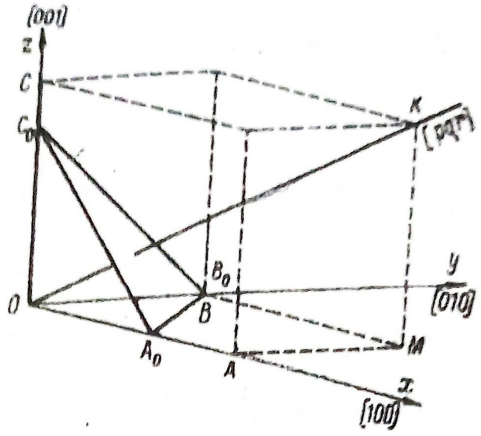
6-10- رموز الأضلاع في البلورات:

تم استنتاج قانون آيو من الشكل (6-1) بالنسبة للوجوه البلورية والمسافات التي تقتطعها هذه الوجوه ،وتم إيجاد مقلوب العلاقة النسبية للمسافات المقطوعة. واعتماداً على الشكل (6-20) يمكن أن نستنتج قانون آيو بالنسبة للأضلاع الذي ينص "إن العلاقة بين إحداثيات نقطتين أو ضلعين بالنسبة لضلع ثابت هي أعداد صحيحة " ، لتكن oz, oy, ox المحاور الإحداثية، ،ولنفرض أنها تتقاطع مع وجه بلوري، كما هو موضح بالشكل السابق وللوجه الرموز الآتية: $(100),(010),(001)$. إذا كان $A_oB_oC_o$ ، وجه قياسي والبارامتريات له هي OC_o, OB_o, OA_o ، ولتحديد رموز الأضلاع يجب أن ننقلها موازية لنفسها حتى تتقاطع مع مركز الإحداثيات، لنفرض أن هذا الضلع هو OK ونأخذ عليه نقطة (k) ،لنحدد إحداثياتها وفق الآتي: نمرر من خلال النقطة k الخط KM الموازي للمحور oz حتى يتقاطع مع المستوي xoy ، ونمدد الخط MA موازياً للمحور oy حتى يتقاطع مع المحور x ، فيكون المقطع $MK = OC$ ، أي OC_o هي إحداثيات النقطة k على المحور oz ، والمسافة $AM = OB$ وتكون OB_o هي إحداثيات النقطة k وفق المحور oy ، والمسافة $OA = OA_o$ ، وتكون OA_o هي إحداثيات النقطة k على المحور ox.

وتساوي النسبة بين قرائن الضلع البلوري النسبة بين إحداثيات أية نقطة تقع عليه، ونكتبها على النحو الآتي:

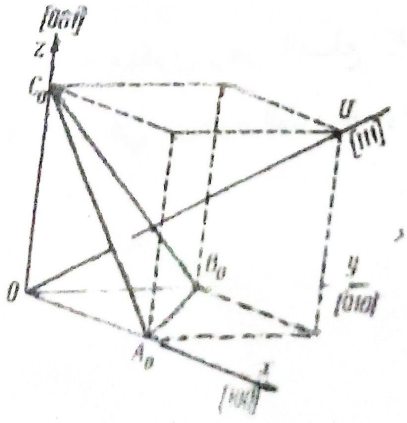
$$\frac{OA}{OA_o} : \frac{OB}{OB_o} : \frac{OC}{OC_o} = p : q : r$$

حيث (p, q, r) هي أعداد صحيحة ويكون رمز الضلع OK هو $[pqr]$ ،وفي هذه الحالة لا نأخذ مقلوب النسبة كما هو في الوجوه البلورية، وإذا كان معلوماً رمز الضلع.



الشكل (6-20) يوضح قانون آيو

نمرر من خلال مركز الإحداثيات خطاً مستقيماً يتوافق مع الرموز، ونرسم متوازي الأضلاع من الرأس إلى النقطة (O)، فتكون أضلاع متوازي الأضلاع هي بارامتريات الوجه القياسي، وفي كثير من الأحيان تكون الأضلاع أقطاراً في متوازي الأضلاع، كما هو موضح بالشكل (6-21) حيث ou هو قطر وضلع في متوازي الأضلاع، ولنحدد رمز هذا الضلع نأخذ النقطة u ، ولتكن إحداثياتها (1,1,1) ويكون رمز هذا الضلع [111] ويسمى عندئذ بالضلع القياسي.



الشكل (6-21) الأضلاع في البلورات أقطاراً في متوازي الأضلاع

الفصل التاسع

التناظر في الشبكات البلورية الفراغية

9-1- عناصر التناظر في الشبكات البلورية الفراغية:

تحدد قوانين التناظر في البلورات أشكالها الخارجية، وتراكيبها الداخلية. وتتميز البلورات التي تملك أشكالاً هندسية صحيحة بأن تركيبها الداخلي يكون منتظماً صحيحاً.

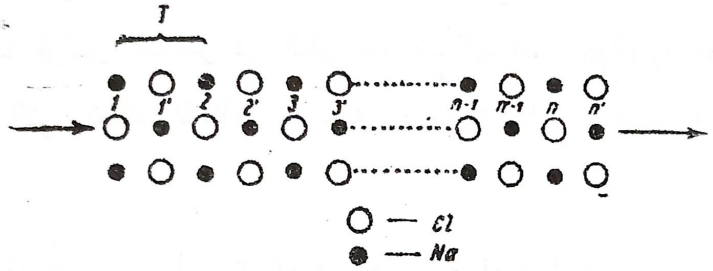
ولهذا لا بد من أن نتناول في هذا الفصل دراسة عناصر التناظر الداخلية التي تسمى بعناصر التناظر للشبكات البلورية الفراغية، ودراستها شبيهة بدراسة عناصر التناظر للأشكال الخارجية للبلورات التي تملك عناصر التناظر $(\bar{1}, m, 2, 3, 4, 6, \bar{4}, \bar{3}, \bar{6})$. وإذا ما أضيفت إلى عناصر التناظر في كل نمط من أنماطها الـ (32) محاور تناظر انتقالية، أو مستويات تناظر انعكاسية انزياحية، ومحاور تناظر لولبية، فإننا نحصل على مجموع عناصر التناظر التي يبلغ عددها (230) وتدعى هذه المجموعات مجموعات التناظر الفراغية، وسنتناول دراسة عناصر التناظر الفراغية وهي الآتية:

1- محور التناظر الانتقالي (T):

يُعرف: بأنه المنحني في الشكل البلوري اللامحدود الذي إذا ما انتقل موازياً للمحور مسافة معينة لحل الشكل محل نفسه.

ليكن لدينا الشكل (9-1) الذي يمثل بنية *Nacl*، وإذا ما نُقلت الشبكة باتجاه اليمين مثلاً موازية للصف *In* بمسافة معينة (T) تساوي المسافة ما بين شوارد الصوديوم، وما بين شوارد الكلور أي أن شاردة الصوديوم رقم (1) ستنطبق على شاردة الصوديوم رقم (2)، وهكذا.... والشاردة $(n-1)$ ستنطبق على الشاردة n،

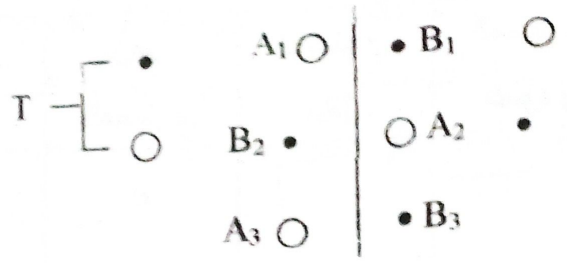
وكذلك الأمر بالنسبة لشوارد الكلور الشاردة $(1')$ ستنطبق على الشاردة $(2')$.... و $(n'-1)$ ستنطبق على الشاردة (n') ستحل الشبكة البلورية لـ $Nacl$ بنتيجة انتقالها حول المحور T محل نفسها، وتسمى أصغر مسافة ينتقلها الشكل اللامحدود وفق محور التناظر الانتقالي كي يحل محل نفسه (بمسافة الانتقال) أو (بخطوة الانتقال). أي في المثال السابق أصغر مسافة هي المسافة بين شوارد الصوديوم (1) و (2)، وشوارد الكلور $(1')$ و $(2')$.



الشكل(9-1) محور تناظر انتقالي (ممثل بسهم)

2- مستوي التناظر الانعكاسي الانزياحي (P_t):

هو المستوي في الشكل البلوري اللامحدود الذي إذا ما انعكست فيه نقاط الشكل، وانتقلت موازية له مسافة معينة، فإن الشكل يحل محل نفسه، يمثل الشكل (9-2) مستوي التناظر الانعكاسي الانزياحي في بلورة $Nacl$، وبفعل تأثير هذا المستوي يمكن لشوارد Na أن تحل محل بعضها، وكذلك الأمر بالنسبة لشوارد Cl. فإذا ما انعكست الشاردة A_1 (شاردة الكلور) فستنطبق على النقطة B_1 (شاردة الصوديوم)، وتنتقل النقطة B_1 موازية للمستوي P_t في الاتجاه B_1B_3، وبمسافة قدرها T، فتحل النقطة B_1 محل A_2، وهكذا ستحل A_2 محل A_3، وكذلك الأمر بالنسبة لشوارد الصوديوم.



الشكل (9-2) مستوي التناظر الانعكاسي الانزياحي في بلورة ملح الطعام

وتكون المستويات الانزياحية الانعكاسية متعددة، وعملها يختلف من مستوٍ إلى آخر وهي كالآتي:

1- المستوي (m) مستوى التناظر المرآتي.

2- المستويات c,b,a ثلاثة مستويات يكون تأثير هذه المستويات على العقد في الشبكة البلورية بالانعكاس والانزياح بمقدار $\frac{T}{2}$، وتتوضع في الشبكة البلورية الفراغية وفق الأضلاع c,b,a على الترتيب، أي وفق المحاور الإحداثية (ox,oy,oz)،

ويكون تأثيرها بالمقدار $\frac{c}{2},\frac{b}{2},\frac{a}{2}$، وتتوضع دوماً في منتصف المسافة بين المستوي m وأضلاع الشبكة البلورية.

3- المستويان d,n هما مستويان مائلان يتوضعان في الشبكة البلورية الفراغية وفق اتجاه الأقطار، ويكون تأثير المستوى n بالمقدار $\frac{a+b}{2}$ أو $\frac{a+c}{2}$ أو $\frac{b+c}{2}$، أي تأثيره بالمقدار $\frac{T}{2}$ أما المستوي d فيكون تأثيره بالمقدار $\frac{T}{4}$، وفق الآتي $\frac{a+b}{4}$ أو $\frac{a+c}{4}$ أو $\frac{b+c}{4}$، ويصادف هذا المستوي في بنية الألماس.

يوضح الجدول (9-1) مستويات التناظر في المجموعات الفراغية

الجدول (9-1) مستويات التناظر في المجموعات الفراغية

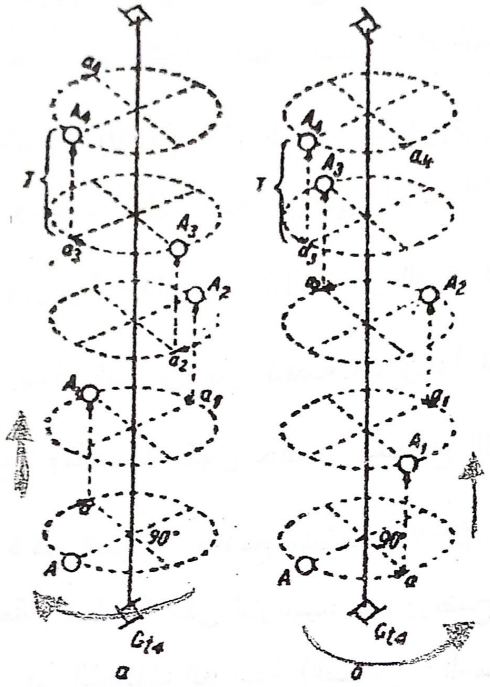
رمز المستوي	المستوي عمودي	المستوي مائل	رمز المستوي	عمودي	أفقي مائل
m	—	⌐	c	. . . . .	
a	----	↘	n	—·—·—	↙
b		↖	d	—·←·—	↙↘
a,b		↙↘		→·—·→·—	

3- محور التناظر الحلزوني L_t:

يصادف هذا النوع من عناصر التناظر بشكل واسع في الشبكات البلورية الفراغية ويوضح الشكل (9-3) عمل هذا المحور وفق الآتي: كي تنطبق النقطة A على النقطة A_1 ندور النقطة A بزاوية $90°$، فتأخذ وضعاً جديداً هو a، ثم ننقلها نحو الأعلى بالتوازي مع المحور بمسافة قدرها $\frac{T}{n}$ ، أي بمقدار ترتيب المحور (n)، ويكون الانتقال في هذه الحالة بمقدار $\frac{T}{4}$، فتنطبق عندئذ على النقطة A_1، وبهذه الطريقة تحل جميع نقاط الشكل بعضها محل بعض، أي تحل A_1 محل A_2، و A_2 محل A_3 ، وهكذا، وبالتالي يمكن **تعريف محور التناظر الحلزوني:**

بأنه المستقيم في الشكل البلوري اللامحدود الذي إذا ما دار الشكل حوله، وانتقل مسافة معينة بالتوازي مع المحور لحل الشكل محل نفسه، ويمكن لمحاور التناظر أن تكون يسارية، أو يمينية، وعندئذ نسمي الدوران في البلورة دوراناً يسارياً أو دوراناً يمينياً. نحدد زاوية الدوران الأولية لمحور التناظر الحلزوني بعدد مرات إحلال الشكل

محل نفسه ، بعد إتمام الدوران بمقدار $360°$، ويرمز العدد إلى ترتيب المحور، وهي شبيهة من حيث الترتيب بالمحاور الرئيسة، أو البسيطة، وتأخذ الأنواع الآتية $(L_{T6}, L_{T4}, L_{T3}, L_{T2})$، أي محاور تناظر حلزونية من الدرجة الثانية والثالثة والرابعة والسادسة، كما هو موضح على الشكل (9-3).



الشكل (9-3) محور التناظر الحلزوني من الدرجة الرابعة

a- محور يساري، b- محور يميني

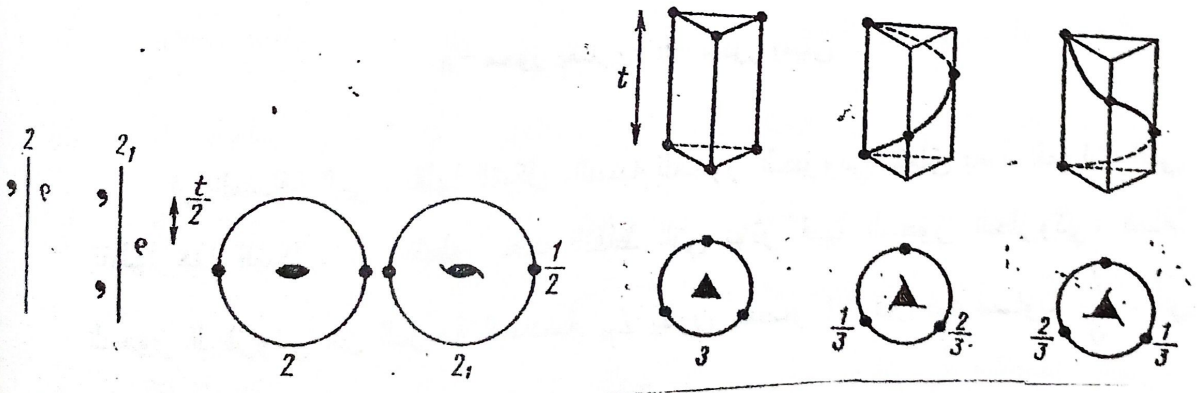
إن المسافة التي ينتقلها الشكل بالنسبة للمحور الحلزوني تتعلق بعدد المرات التي ينتقلها هذا الشكل، أي تتعلق بعدد النقاط التي يؤثر فيها المحور الحلزوني، فمثلاً المحور الحلزوني من الدرجة السادسة L_6 يكون عنصر الانتقال فيه مساوياً $\frac{T}{6}$ ، أي الانتقال بالنسبة للمحاور الحلزونية يكون $\frac{T}{n}$، حيث n ترتيب المحور.

إن ما يميز المحورين الحلزونيين اليساري، واليميني في دوران الشكل البلوري

اللامحدود حولهما هو ان مجموع القرائن يساوي إلى ترتيب المحور، فمثلا 6_1 حيث $(6=5+1)$، أو $6_2,6_4$ حيث $(6=2+4)$.

ونتيجة فعل المحاور الحلزونية على النقاط المتوضعة في الشبكة البلورية الفراغية فإنها ستحل محل نفسها، وذلك بدورانها، وانتقالها حول المحور الحلزوني اليميني، أو اليساري، ولكن النتيجة في النهاية متساوية وواحدة، كما هو موضح بالشكل (9-4) حيث يتم الانتقال باتجاه المحور Z العمودي على مستوى الرسم.

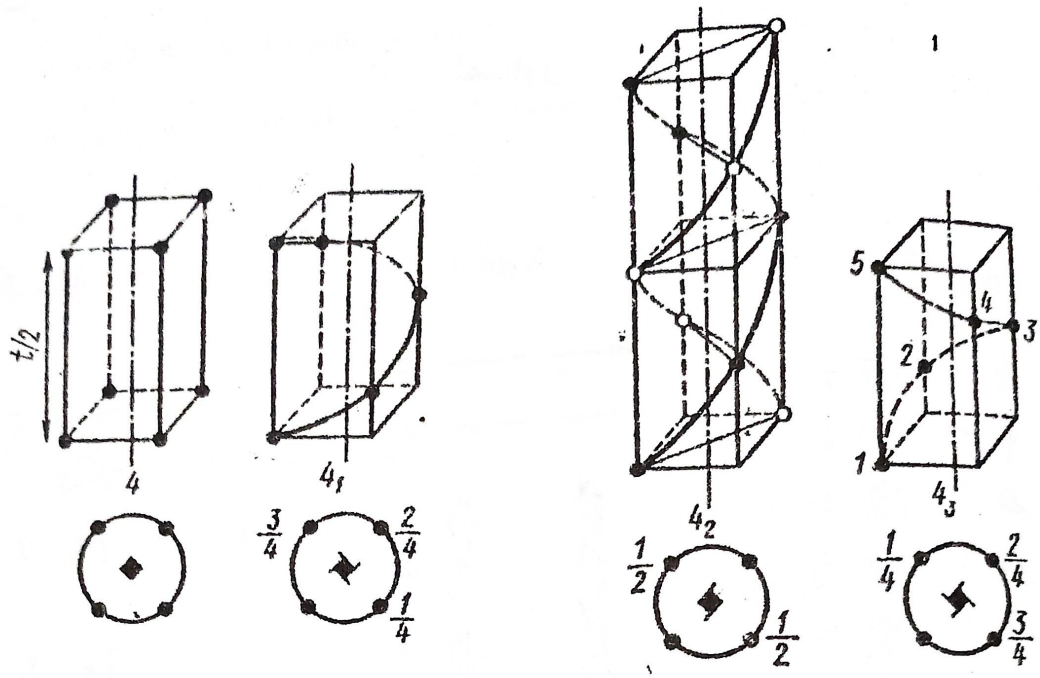
يوضح الشكل (9-4) فعل المحور الحلزوني اليميني واليساري من الدرجة الثالثة $3_1,3_2$، وبنتيجة فعل المحورين في النقاط الأولية، فإنها ستنتقل خطوة أولية بمقدار $\left(\frac{T}{3}\right)$، وبزاوية مقدارها 120°، ولكن الفرق بين المحورين اليميني واليساري هو أن اليميني يبدأ بالدوران من النقطة 3_1، ويبدأ المحور اليساري من النقطة 3_2، والعكس صحيح، وبالنتيجة يكون حاصل مجموع النقاط الأولية هو $\left(\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right)$ وذلك بالنسبة لأي ذرة في البلورة. يوضح الشكلان (9-5)، و(9-6) المحاور الحلزونية من الدرجتين الرابعة والسادسة على الترتيب، كما يوضح الجدول (9-2) الرموز العالمية لعناصر التناظر في الشبكات الفراغية (المحاور – المستويات)



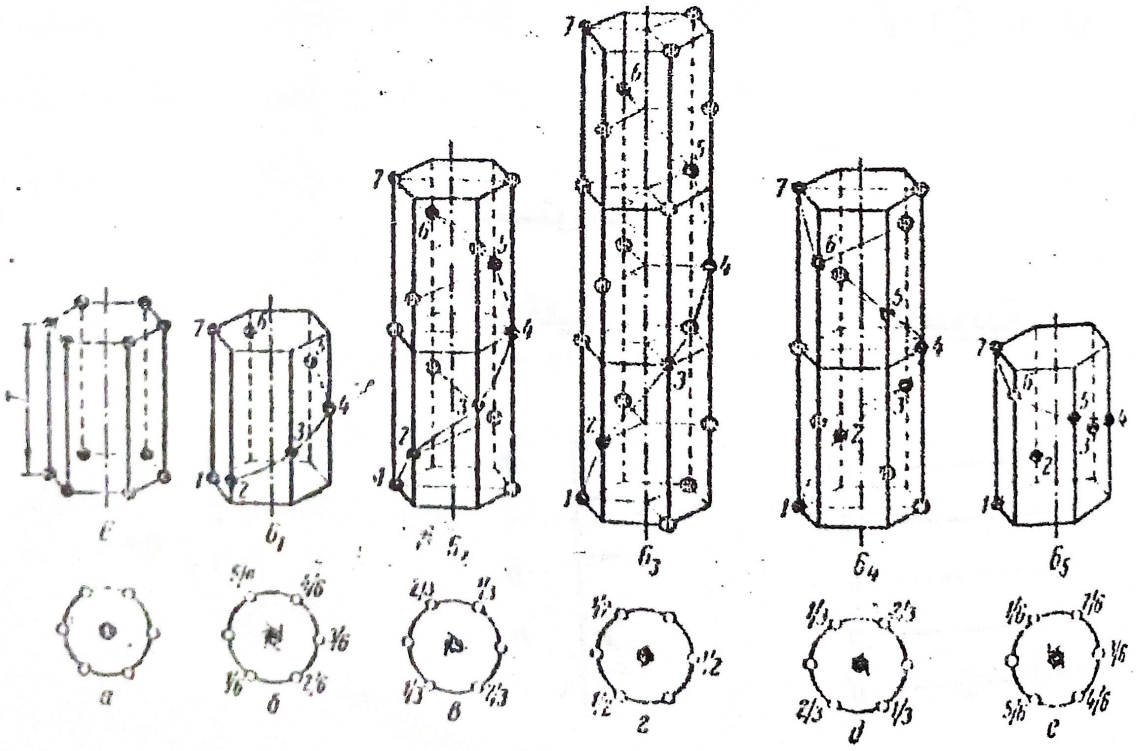
3_2 – يميني 3_1 – يميني

3_1 – يساري 3_2 – يساري

الشكل (9-4) يمثل المحاور الحلزونية من الدرجة الثانية والدرجة الثالثة



الشكل (9–5) يمثل المحاور الحلزونية من الدرجة الرابعة $4, 4_1, 4_2, 4_3$



الشكل (9–6) يمثل المحاور الحلزونية من الدرجة السادسة $6, 6_1, 6_2, 6_3, 6_4, 6_5$

9-2- الشبكات البلورية الانزلاقية:

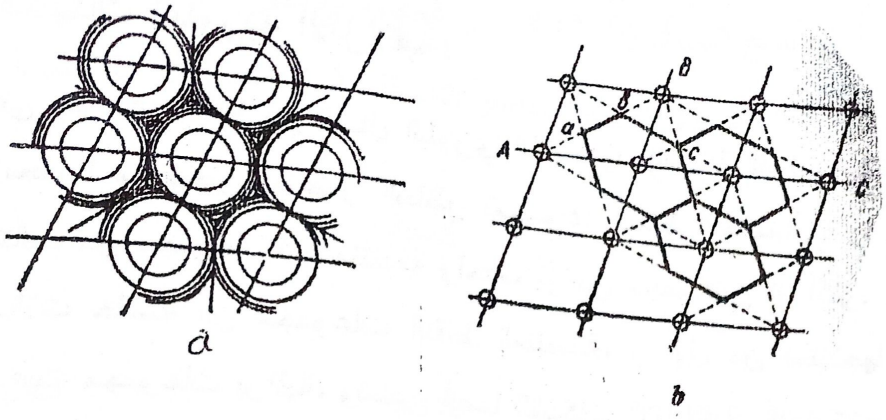
تُدعى مجموعة النقاط في الشكل البلوري اللامحدود (الشبكة الفراغية البلورية) المرتبطة بعضها مع بعض بعناصر التناظر بمجموعة النقاط المنتظمة ،لأن الشبكة الفراغية تتألف من مجموعة نقاط منتظمة واحدة، أو من مجموعتين أو أكثر. ويمكن استنتاج حالات خاصة من مجموعات النقاط المنتظمة، و أول من استنتجها العالم براقية، ودعيت مجموعات براقية، وتسمى أيضاً الشبكات الانزلاقية وقد استنتج براقيه قانوناً ينص:

أن الوجوه البلورية ذات الكثافة العقدية الكبيرة تنمو بسرعة أقل منها في الوجوه البلورية ذات الكثافة العقدية الأصغر، ويمكن صياغة هذا القانون بشكل آخر (تتقلف البلورات بالوجوه ذات الكثافة العقدية العظمى).

ثم جاء بعد العالم (براقية) العالم الروسي (فيدروف)، واستنتج الشبكات الانزلاقية وفق الآتي:

يرى فيدروف بأن نقاط الشبكة الفراغية تشغل حيزاً في الفراغ، ويجب أن نأخذ الفراغ الذي يحيط بهذه النقاط بالحسبان، ولذا يمكن أن نعد كل نقطة من نقاط الشبكة البلورية الفراغية كأنها كرة مرنة تنتفخ، وتتراص مع الكرات الأخرى، كما هو موضح بالشكل (9-7)،

وتشكل الكرات المتراصة فيما بينها مستويات، أو سطوحاً، وتنمو باستمرار، وتتقاطع في أضلاع مستقيمة مشكلة متعددات وجوه تتوضع موازية بعضها بعضاً، وتملأ الفراغ بصورة كاملة دون أية فواصل بينها، وتسمى متعددات الوجوه هذه بمتوازيات الوجوه.



الشكل (9-7) a- توزع الفراغ حول نقاط الشبكة الفراغية

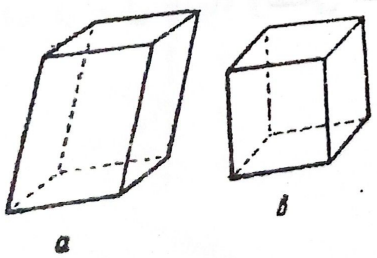
b- متوازيات سطوح فيدروف

تكون متوازيات الوجوه حسب مفهوم (فيدروف) عبارة عن وجوهٍ موازية للشبكات المستوية، الشكل(9-7-b)، حيث يوازي الوجه ab في متوازي الوجوه الشبكة المستوية AB ، والوجه bc يوازي الشبكة المستوية BC ، وهكذا ....

وقد استنتج فيدروف وجود أربعة أشكال من متوازيات السطوح (الوجوه)، وتتميز بعضها عن بعض بعدد الوجوه المتوازية، وهي:

1- ثلاث - متوازي الوجوه:

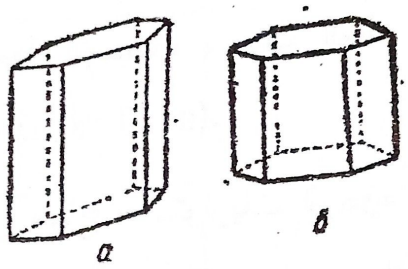
أي يتميز هذا الشكل بوجود ثلاثة أزواج من الوجوه المتوازية، ويعد المكعب من أكثرها تناظراً، الشكل (9-8).



الشكل (9-8) ثلاث - متوازي الوجوه

2- رباع – متوازي الوجوه:

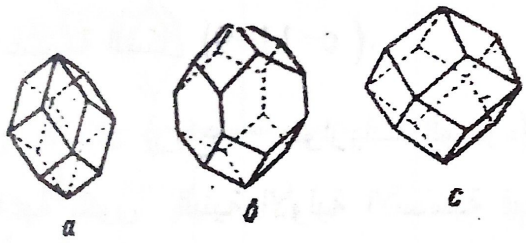
يتميز هذا الشكل بوجود أربعة أزواج من الوجوه المتوازية ومن أكثرها تناظراً الموشور السداسي المنتظم ، الشكل (9-9).



الشكل (9-9) رباع – متوازي الوجوه

3- سداسي – متوازي الوجوه:

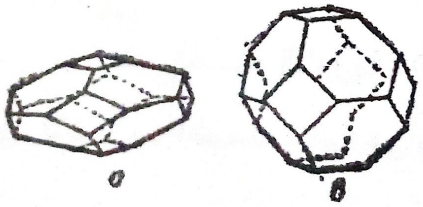
يتميز هذا الشكل بوجود ستة أزواج من الوجوه المتوازية ، ومن أكثرها تناظراً اثنا عشري الوجوه المعينية ، الشكل (9-10).



الشكل(9-10) سداس- متوازي الوجوه

4- سباع – متوازي الوجوه:

يتميز هذا الشكل بوجود سبعة أزواج من الوجوه المتوازية، ومن أكثرها تناظراً المكعب – ثماني الوجوه الذي تكون فيه جميع الأضلاع متساوية، الشكل (9-11).



الشكل (9-11) سباع – متوازي الوجوه

يوافق كل نوع من متوازيات الوجوه نوعاً معيناً من الشبكات الفراغية فمثلاً في النوع (ثلاث – متوازيات الوجوه) للفئة المكعبية، إذا ملأنا الفراغ بهذه الأشكال، أي بمكعبات وحددنا عليها نقاطاً معينة، ولتكن مراكزها، ووصلنا بين هذه النقاط (المراكز) نحصل على شبكة مكعبية، البنية الأولية الأساسية فيها مكعب، وهذه البنية الأساسية تسمى بالشبكة المكعبية البسيطة، وحسب العالم فيدروف تسمى بالشبكة السداسية الوجوه الموضحة بالشكل (9-11-a).

تكون البنية الأساسية في سباع – متوازيات الوجوه (مكعب – ثماني وجوه) عبارة عن مكعب تحتل النقاط رؤوسه، ومركزه، وتسمى هذه البنية الأولية بالشبكات المكعبية المركزية. وحسب فيدروف تسمى بالشبكة الثمانية الوجوه، الشكل (9-11-b).

ويشكل الشكل (سداس – متوازيات الوجوه) اثنا عشري الوجوه المعينية، بالطريقة السابقة شبكة فراغية تكون البنية الأساسية الأولية فيها مكعباً تتوزع النقاط في رؤوسه، وفي مراكز الوجوه، وتسمى بالشبكات المكعبية مركزية الوجوه، أو حسب تسمية فيدروف بالشبكة الاثناعشرية الشكل (9-11-c).

وإذا شغلنا الفراغ في الشكل (رباع – متوازيات الوجوه) وأخذنا مراكزها نقاطاً لتشكل لدينا شبكة فراغية تكون البنية الأولية الأساسية فيها موشوراً سداسياً تحتل فيه النقاط الرؤوس، ومركزي القاعدتين الشكل (9-11-d)، وتسمى بالشبكات الموشورية، وحسب تصنيف فيدروف يمكن تقسيم الشبكات الأربع السابقة إلى نموذجين ينتمي إلى كل نموذج فئة بلورية معينة، هي :

1- نموذج الفئة المكعبية.

2- نموذج الفئة السداسية.

ويمكن الحصول على شبكات الفئات البلورية السبع الأساسية بالاستعانة بمتوازيات سطوح بعد تشويهها بالشد ، والضغط ، كما هو موضح بالجدول (9-3).

1- النموذج الأول (الفئة المكعبية):

ينتمي إلى هذا النموذج بلورات الفئة المكعبية، والفئة الرباعية، وقسم من بلورات الفئة الثلاثية، والمعينية المستقيمة، ووحيدة الميل، وثلاثية الميل.

2- النموذج الثاني (الفئة السداسية):

ينتمي إلى هذا النموذج بلورات الفئة السداسية وقسم من بلورات الفئة الثلاثية، والمعينية المستقيمة، ووحيدة الميل، وثلاثية الميل، **وبالنتيجة:**

يوضح الجدول (9-3) عدد الشبكات الانزلاقية، ونوعها في كل زمرة بلورية، وفي كل فئة من فئاتها، وهي الآتية:

I- الزمرة الدنيا:

1- **ثلاثية الميل:** تحتوي فقط على نوع واحد من الشبكات الانزلاقية ،وهي البدائية ،أو البسيطة ،ويرمز لها بـ (P)، أي تحتوي فقط على نقاط، أو عقد في رؤوسها.

2- **وحيدة الميل:** تحتوي على نوعين، البسيطة (P)، ومتمركزة القاعدتين (C)، ويوجد إضافة إلى العقد في رؤوس الشبكة عقدتان، أو نقطتان في قاعدتيها.

3- **المعينية المستقيمة:** وتحتوي على الأنواع الأربعة الآتية:

البسيطة (P)، ومتمركزة القاعدتين (C)، ومركزية الحجم (I)، أي تحتوي إضافة إلى العقد في رؤوسها ذرة في مركزها، ومركزية الوجوه (F)، أي تحتوي إضافة إلى العقد في رؤوسها عقدة ، أو نقطة في مركز كل وجه .

II- الزمرة الوسطى:

1- **الثلاثية المعينية:** فيها فقط نوع واحد، وهو البسيطة (P).

2- **الرباعية:** و فيها نوعان – البسيطة (P) ، ومركزية الحجم (I).

3- **السداسية:** فيها نوع واحد ، وهو مركزية القاعدتين (C).

مكتبة A to Z