كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الرابعة

المادة : كيمياء البلورات

المحاضرة : الثالثة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

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

الفصل الثالث

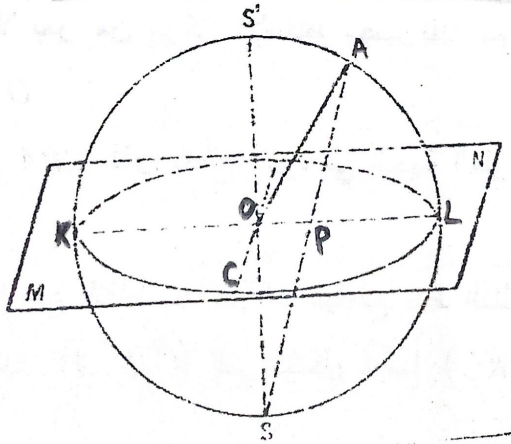
الإسقاط الستريوغرافي لعناصر البلورات

3-1- مفهوم الإسقاط الستريوغرافي (المجسمي) لعناصر البلورات:

من أجل تمثيل عناصر التناظر، والوجوه، والأضلاع، والمستويات في البلورات على مستوي الرسم، يتطلب الأمر إسقاطاً خاصاً بذلك، وهذا النوع من الإسقاط يسمى بالإسقاط الستريوغرافي، أو المجسمي، ويعد هذا النوع من الإسقاطات مريحاً وواضحاً وبوساطته يمكن تمثيل جميع عناصر البلورة، وحتى الزوايا بين الأضلاع والوجوه. أي يعتمد هذا النوع من الإسقاط طريقة التجسيم بوساطة كرة تسمى كرة الإسقاط الممثلة على الشكل (3-1).

من الشكل يمكن التعرف على عناصر الإسقاط، وهي:

- SS' محور الإسقاط.
- O مركز الإسقاط.
- S نقطة النظر العينية العليا، S' نقطة النظر السفلية.
- MN مستوي الإسقاط الذي يمر من O،ويتعامد مع SS'،ويتقاطع المستوي مع سطح الكرة، بالدائرة Kcl التي تسمى بدائرة الإسقاط الأساسية.



الشكل (3-1) المخطط العام لكرة الإسقاط (الستريوغرافي)

- من أجل إسقاط أي مستقيم في بلورة يجب أن نتبع ما يأتي:

1- نوجه البلورة بحيث ينطبق مركزها على مركز كرة الإسقاط.

2- إذا كان المستقيم لا يمر من O ننقله موازياً لنفسه حتى يتقاطع مع مركز الكرة، ونمدد القسم العلوي له حتى يتقاطع مع سطح الكرة. ولنفرض أنه يتقاطع معها في النقطة (A)، والآن نصل من النقطة S إلى النقطة A، فيكون AS هو الشعاع البصري، ويتقاطع الشعاع البصري مع دائرة الإسقاط في النقطة (P)، وتكون هي الإسقاط العلوي للشعاع OA. أما الإسقاط السفلي فيتم بتمديد الشعاع OA بالاتجاه الآخر، حتى يقطع الكرة في نقطة ما في اتجاه النقطة البصرية S'، وهكذا بطريقة الإسقاط العلوي بنفسها نحصل على الاسقاط السفلي،وعادةً يُستعمل الإسقاط العلوي فقط.

- ويتم إسقاط الخط الأفقي وفق الآتي:

يُمثل خط الإسقاط الأفقي بنقطتين، وليكن KL هو الخط الأفقي الذي يجب إسقاطه. إن خط النظر سيتحد مع هذا الخط في نقطتي تقاطعه مع سطح الكرة ،وهما K و L وستكون هاتان النقطتان مسقطي الخط KL، ويكون إسقاط الخط العمودي SS' في مركز الإسقاط، أي في النقطة O.

- أما إسقاط مستوٍ ما فيتم وفق الطريقة الآتية كما في الشكل (3-2):

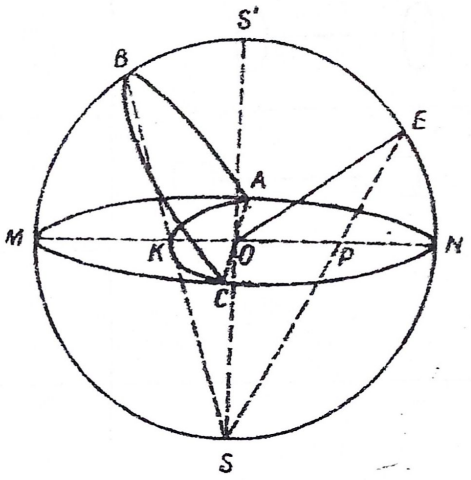
1- إن دائرة الإسقاط هي (MAN) كما في الشكل (3-2)، وتتوضع بشكل عمودي على مستوي الرسم.

2- لإسقاط مستوٍ لا يمر من مركز الإسقاط يجب نقله موازياً لنفسه حتى يمر من مركز الإسقاط O.

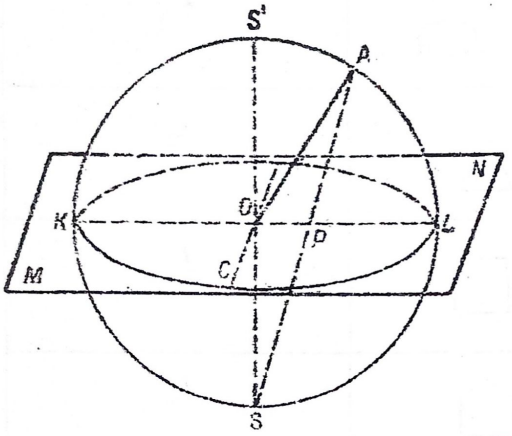
3- لنسقط المستوي CBA الذي يقطع الكرة في الجهة العلوية بالقوس ABC أي في النقطة B.

4- لنصل النقطة S مع النقاط C,B,A. سيقطع خط النظر في هذه الحالة مستوي الإسقاط في النقاط (C,K,A) التي تشكل قوساً (AKC)، ومنه نستنتج القاعدة الآتية:

إن إسقاط مستوٍ إسقاطاً ستريوغرافياً هو عبارة عن قوس في دائرة الإسقاط، ويكون الخط (AC) أحد أقطارها. إذاً هناك ثلاث نقاط (C,K,A) تحدد محيطاً في دائرة الاسقاط، ولهذا من أجل تمثيل الإسقاط، يكفي أن نأخذ القطر (AC)، ونأخذ من خط النظر إلى النقطة B خطاً، فيقطع محيط الدائرة في النقطة K، ومن ثم نصل بين النقاط الثلاث (C,K,A)، فنحصل على القوس (AKC)، ويكون هو الإسقاط العلوي للمستوي المطلوب.



الشكل (3-2) يمثل الإسقاط الستريوغرافي لمستوٍ



الشكل (3-3) المخطط العام لكرة الإسقاط الستريوغرافي والجنوموستريوغرافي

لإسقاط المستوي في الجهة السفلية فنأخذ شعاع النظر في هذه الحالة من النقطة S'، ونتبع طريقة الإسقاط في الجهة العلوية نفسها.

- أما إذا كان المستوي عمودياً على مستوي الإسقاط فيكون إسقاطه هو عبارة عن قطر الدائرة التي فيها يتم التقاطع، وفي هذه الحالة يكون القطر CA. يمثل الشكل(3-3)المخطط العام لكرة الإسقاط الستريوغرافي و الجنوموستريوغرافي

- وإذا كان المستوي يتطابق مع مستوي الإسقاط، فسيكون إسقاطه دائرة محددة تنطبق على دائرة الإسقاط.

3-2- إسقاط عناصر التناظر:

لإسقاط عناصر التناظر لبلورة متعددة الوجوه اسقاطاً ستريوغرافياً ستأخذ العناصر أشكالاً معينة ومحددة، وذلك وفق الأشكال الآتية في الجدول (3-1):

الجدول (3-1) مساقط عناصر التناظر

عناصر التناظر	التوضع بالنسبة إلى مستو	
	عمودية ومنحرفة	موازية
L_2		
L_3		
L_4		
L_6		
L_{14}		
L_{16}		
m		

ولنأخذ مثالاً على الإسقاط الستريوغرافي لبلورة لها وجوه عديدة، وتحتوي على عناصر التناظر الآتية: أربعة محاور تناظر من الدرجة الثالثة $(4L_3)$، ولإسقاطها إسقاطاً ستريوغرافياً نتبع الخطوات الآتية:

1- نرسم كرة الإسقاط، ونمثل عليها مركز الإسقاط (O)، وقطريها المتعامدين،

الفصل الرابع

استنتاج عناصر التناظر

4-1- العلاقة المتبادلة بين عناصر التناظر في متعددات الوجوه (البلورات):

للوجوه الصحيحة في متعددات الوجوه عناصر تناظر معينة ومحددة، ولا يمكن أن يكون في بلورة محور تناظر من الدرجة الخامسة، ولا أعلى من الدرجة السادسة، وترتبط عناصر التناظر الموجودة في متعددات الوجوه، بعضها ببعض بمجموعة علاقات، وسنتناول دراسة هذه العلاقات بين عناصر التناظر وفق مجموعة من النظريات، وتسمى هذه النظريات بنظريات عناصر التناظر المعقدة ،وهي:

I- النظرية 1a: نص النظرية: إن خط تقاطع مستويين تناظريين هو عبارة عن محور تناظر رئيسي (بسيط) يعادل في تأثيره عمل المستويين معاً، وتكون زاوية الدوران الأولية هي ضعف الزاوية بين المستويين.

المعطيات: m_1, m_2 مستويان تناظريان عموديان على مستوي الرسم، والزاوية بينهما $\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ كما هو موضح بالشكل (4-1).

الإنشاء: نأخذ نقطة اختيارية A ، ونعكسها في المستوي m_1 ،فنحصل على نقطة ثانية A_1 ،ثم نعكسها في المستوي m_2 ،فنحصل على النقطة A_2 .

الفرض: لنفرض أن الانعكاس في المستويين m_1, m_2 يعادل الدوران حول محور تقاطع المستويين (m_1, m_2) بزاوية α ،أي $AL = A_2L$ بحيث الزاوية $\alpha = A\hat{L}A_2$.

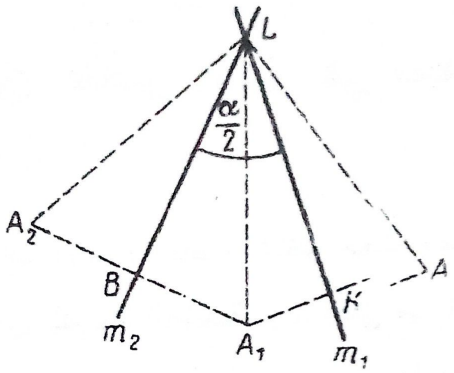
البرهان: من الإنشاء:

المثلثان $A\hat{L}K = A_1\hat{L}K$ متساويان

و المثلثان $A_1\hat{L}B = A_2\hat{L}B$ متساويان

و المثلثان $A\hat{L}A_1 = A_1\hat{L}A_2$ متساويان بالساقين

فيهما (A_1L) ضلع مشترك، أي $AL = A_2L$



الشكل (4-1) المستويان التناظريان m_1, m_2 اللذان يعادلهما في عملهما محور تناظر بسيط

ومن الشرط: $B\hat{L}K = \frac{\alpha}{2} = B\hat{L}A_1 + A_1\hat{L}K$

وبالإنشاء $A_1\hat{L}B = A_2\hat{L}B$ ، و $A_1\hat{L}K = A\hat{L}K$

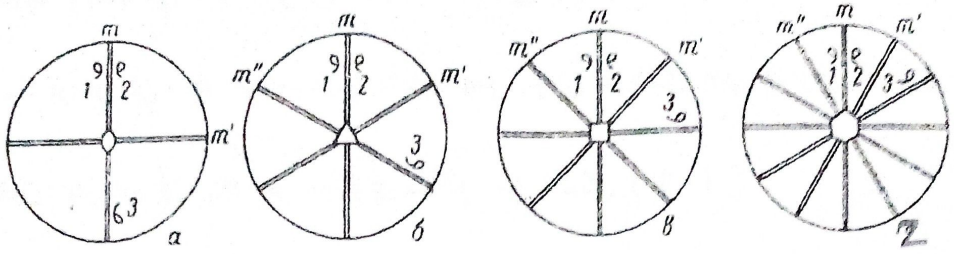
أي يكون: $A\hat{L}K + A_2LB = \frac{\alpha}{2}$

أي الزاوية: $A\hat{L}A_2 = \alpha$

وبالنتيجة: تنطبق النقطة A على النقطة A_2 بفعل تأثير عمل المحور L.

مثال على النظرية 1a: يوضح الشكل (4-2) مستويات تناظر عمودية على مستوى الرسم، وبذلك إن انعكاس الأشكال في المستوى m سينقل الشكل من الوضعية (1) إلى الوضعية (2)، وعملية الانعكاس المتتالية في المستوي (m) ستنقل الأشكال إلى الوضعية (3)، والزاوية بين m', m هي $\frac{\alpha}{2}$ وتأخذ قيم مختلفة وفق الحالات الآتية:

$$Z = 30^\circ \ , \ B = 45^\circ \ , \ \delta = 60^\circ \ , \ a = 90^\circ$$



الشكل (4-2) محور تناظر بسيط (رئيسي) يعادل في عمله عمل مستوي تناظر $m'.m$

يتضح من الأشكال السابقة أنه يمكن نقل الشكل من الوضعية (1) إلى الوضعية (3) ،وذلك بالدوران حول خط تقاطع المستويين m',m ، ويصبح هذا الخط هو محور تناظر، ويدور بزاوية أولية α ، وفي الشكل السابق كل محور تناظر يساوي ويعادل في عمله عمل المستويين m',m ، وكأن الدوران حول محور التناظر بزاوية α هو نفسه الانعكاس في المستويين m',m.

II- النظرية: 1δ: نص النظرية: إذا مر من محور تناظر مستوي تناظر ما فحتماً يجب أن يمر من المحور نفسه مستوي تناظر آخر يشكل مع المستوي الأول زاوية تساوى نصف زاوية دوران المحور، ويعادل في عمله عمل العنصرين السابقين.

من الشكل (4-1) يتضح أن الدوران حول محور التناظر بزاوية α ينقل الشكل من الوضعية (1) إلى الوضعية (3)، وبعملية الانعكاس من خلال المستوي m_2 فإن الوضعية (3) ستحل بالوضعية (2).

وانعكاس النقطة (1) في المستوي m_1 سيحل بالوضعية (2)، ويصنع المستوي m_1 مع المستوي m_2 زاوية مقدارها $\frac{\alpha}{2}$ ، أي أن m_1 يساوي في عمله عمل m_2 والمحور الرئيسي.

ولنبرهن صحة النظرية 1δ:

الفرض: إن L محور تناظر يدور بزاوية أولية α ، ويمر من خلاله مستوي تناظر