جامعة الانبار

قسم الجيولوجيا التطبيقية

رمادي- العراق

سلام عبيد إبراهيم

المحاضرة (٤)

النسب المحورية

النسب المحورية : Axial Ratio

وهي نسبة اطوال المحاور البلورية الى بعضها حيث تحسب النسبة المحورية على اساس ان طول المحور(b) وحدة واحدة. وعليه النسبة المحورية في نظام المكعب (١) لان جميع المحاور متساوية في الطول ، اما النظام الرباعي والسداسي فالنسبة المحورية a:c ، وبقية الانظمة المعيني والثلاثي واحادي الميل تكون مختلفة الاطوال وتكون النسبة a:b:c .

من الاشعة السينية (x- Ray) وبمساعدة قياس الزاوية بين الوجهية بواسطة المنقل العاكس اصبح ممكنا تحديد النظام البلوري للمعدن وبقياس الابعاد المطلقة والزوايا المحورية لخلية الوحدة unite cell وهي اصغر وحدة تكرار تتكون منها البلورة .

في الابعاد الثلاثية تتناسب ابعاد وحدة الخلية مع اطوال المحاور البلورية التابعة لها ، فعلى سبيل المثال لدينا بلورة احادي الميل ابعاد وحدة الخلية $a=5.28A^o$ $b=9.15A^o$ $C=18.9A^o$ والزاوية $\beta=100.25^o$

لاستخراج النسبة المحورية لنظام احادي الميل

$$\frac{a}{b}:\frac{b}{b}:\frac{c}{b} \Longrightarrow \frac{a}{b}:1:\frac{c}{b}$$

$$\frac{5.28}{9.15}:\frac{9.15}{9.15}:\frac{18.9}{9.15}$$

$$0.77:\ 1\ :2.0265$$

في النظام الرباعي والسداسي حيث a=b

$$\frac{a}{b}:\frac{b}{b}:\frac{c}{b} \Longrightarrow 1:1:\frac{c}{b} \Longrightarrow 1:\ c$$

في النظام المكعبي تكون النسب المحورية

$$1:1:1 \Longrightarrow 1$$

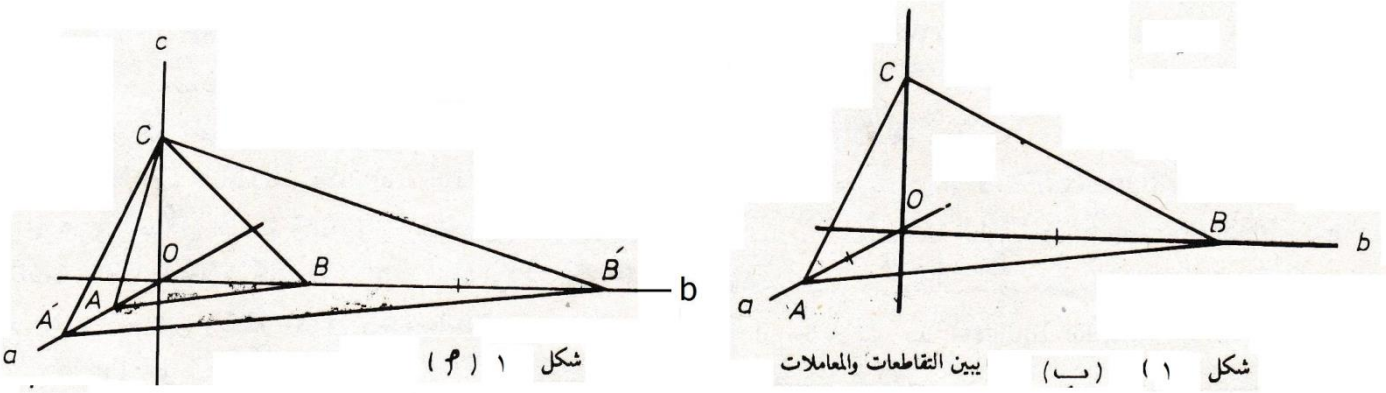
الاحداثيات: Parameters

عرفنا النسب المحورية وهي ناتجة من نسبة طول المحور الى طول محور معين وعادة يؤخذ محور b كوحدة قياس باعتبار ان المحاور البلورية مختلفة الاطوال عدا النظام المكعب ؛ وبذلك نستطيع ان نحدد احداثيات اي وجه بلوري (وهي نسبة المسافات من مركز البلورة الى نقاط تقاطع الوجه مع المحاور البلورية اي ان الاحداثيات هي نسب التقاطعات (intercepts).

بمعنى اخر عندما نريد وصف الاوجه البلورية فانه يكون لزاما علينا ان نحدد مواضع هذه الاوجه بالنسبة للمحاور البلورية فالذي يهمنا هو اتجاه ميل الوجه وليس شكله او حجمه (اي ميل الوجه نسبة الى المحاور البلورية هل المحور موازي او يقطع او يمتد معه بنسبة معينة).

فعلاقة المحاور البلورية مع الاوجه البلورية اما يقطع المحاور او يقطع محورين ويوازي الثالث او يوازي محورين ويقطع الثالث وهكذا.

ويظهر كل تقاطع (بين الوجه والمحور البلوري) على مسافة معينة من مركز البلورة شكل-١-أ؛ شكل-١-ب



شكل ١ (أ) شكل ١ (ب) يبين التقاطعات والمعاملات

وتعرف هذه المسافة التي يمكن قياسها بالملميترات او السنتمترات باسم تقاطع الوجه بالمحور البلوري، وهذا يؤدي الى ان يحصل على مسافات مطلقة بين مركز البلورة الى الوجه وبذلك تكون البلورات الكبيرة ذات نسبة تقاطع عالية والبلورات الصغيرة ذات نسب تقاطع اصغر .

وبذلك من الافضل والمستحب ان لا نلجأ الى هذه الطريقة من حساب المسافة المطلقة بين وجه البلورة والمركز وانما نستعمل (المسافة النسبية) التي تقاس بالنسبة الى طول الوحدة على كل محور بلوري، وهذا يعني اننا لا بد من اختيار وجه بلوري يقطع جميع المحاور الثلاث ونختار وجه قياسي يعرف بوجه الوحدة (unite face) وبذلك نستطيع ان نعبر عن تقاطعات جميع الاوجه البلورية الاخرى على هيئة نسبة الى تقاطعات وجهة الوحدة.

اذا النسبة المحورية او التقاطعات النسبية هي نسبة تقسيم اطوال المحاور الى طول المحور b .

اما احداثيات الوجه البلوري (Parameters) وهي رموز تدل على تقاطعات النسب المحورية لهذا الوجه مع المحاور البلورية.

$$\text{احداثيات الوجه} = \frac{\text{التقاطعات النسبية لهذا الوجه}}{\text{التقاطعات النسبية لوجه اخر (وجه الوحدة)}}$$

لنأخذ مثال مثلا معدن التوباز اطوال المحاور c=1.242mm b=2.562mm a=1.345mm

فالنسب المحورية تكون بقسمة طول كل محور على محور b

$$\frac{1.345}{2.562} \quad \frac{2.562}{2.562} \quad \frac{1.242}{2.562}$$

a= 0.528 b=1 c=0.477

هنا تكون الوحدات مهملة لأننا قسمنا ملم/ملم او سم/سم وبذلك تفادينا النسب الحجمية ؛ وعليه يمكن معرفة احداثيات الوجه البلوري وهي التقاطعات النسبية لهذا الوجه الى التقاطعات النسبية لوجه اخر (على اعتبار الوجه الاخر يمثل وجه وحدة).

فمثلا ليكن وجه اخر لنفس المعدن (التوباز) اطوال محاوره c=2.444mm b=2.563mm a=0.676mm

فالتقاطعات النسبية للمحاور

$$\frac{0.676}{2.563} \quad \frac{2.563}{2.563} \quad \frac{2.444}{2.563}$$

a=0.264 b=1 C=0.954

فاذا قسمنا هذه التقاطعات النسبية الى تقاطعات وجه الوحدة :

$$\frac{0.264}{0.528} \quad \frac{1}{1} \quad \frac{0.954}{0.477}$$

a=0.5 b=1 C=2

وهذه النسبة الاخيرة (0.5:1:2)هي احداثيات الوجه الثاني والناتجة من تقسيم النسب المحورية لهذا الوجه الى النسب المحورية للوجه المستخرج سابقا.

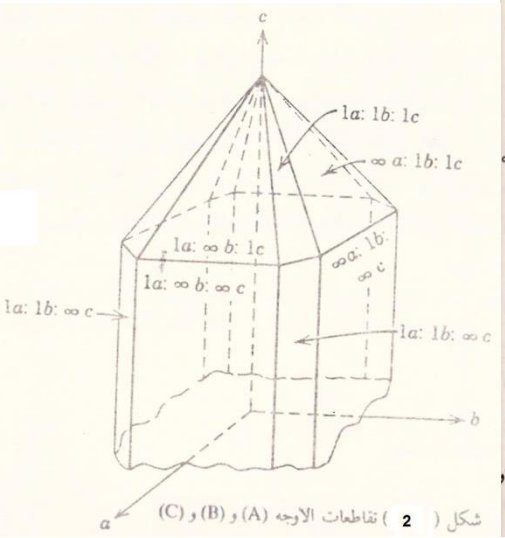
وعندما يكون الوجه البلوري موازيا لاحد الاوجه فان النسبة المحورية تكون(∞) لأنه يوازيه ولا يقطعه.

وبذلك نرى ان الوجه البلوري اما يقطع المحور على مسافة معينة او يكون موازيا له وينتج عن ذلك الاحداثيات الممكنة في جميع الفصائل البلورية لا تتعدى سبعة احداثيات اساسية هي:

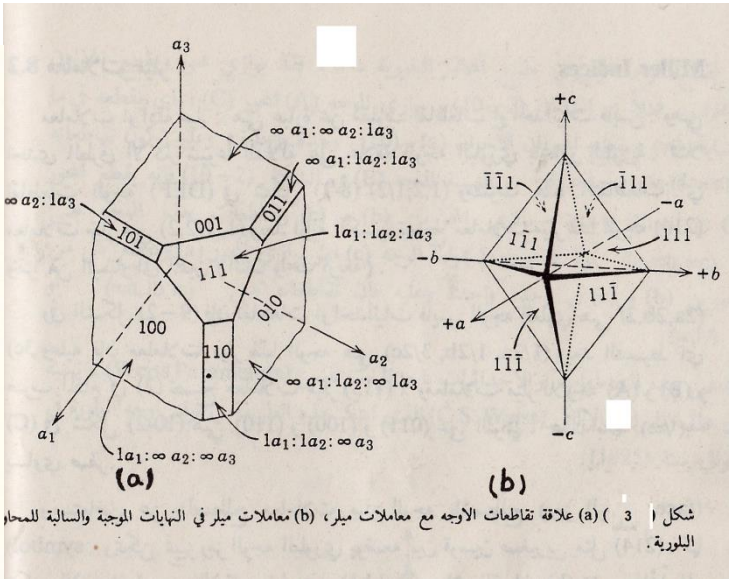
1)a : b : c 2) ∞a : b : c 3)a : ∞ b : c 4)a : b : ∞c

5)∞a : ∞ b : c 6)∞a : b : ∞ c 7)a : ∞ b : ∞ c

وهذه تسمى احداثيات فايس(Weiss) شكل-٢؛ شكل-٣ يوضح معاملات مللر للأوجه الموازية للمحاور.



شكل (2) تقاطعات الاوجه (A) و (B) و (C)



شكل (3) (a) علاقة تقاطعات الاوجه مع معاملات ميلر، (b) معاملات ميلر في النهايات الموجبة والسالبة للمحاور البلورية.

نلاحظ الشكل -٤ الوجهان(ABC) ؛(DEF) هنا نلاحظ احداثيات الوجه (ABC) : 1a, 1b, 1c ويطلق عليه اسم وجه الوحدة unite face.

اما الوجه(DEF)

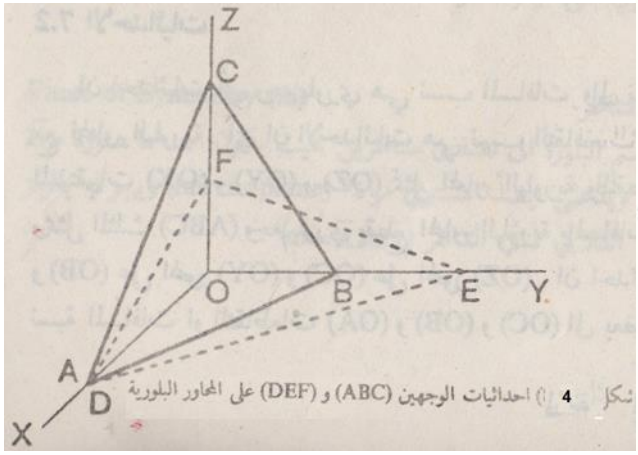
OD=OA

OE=2OB

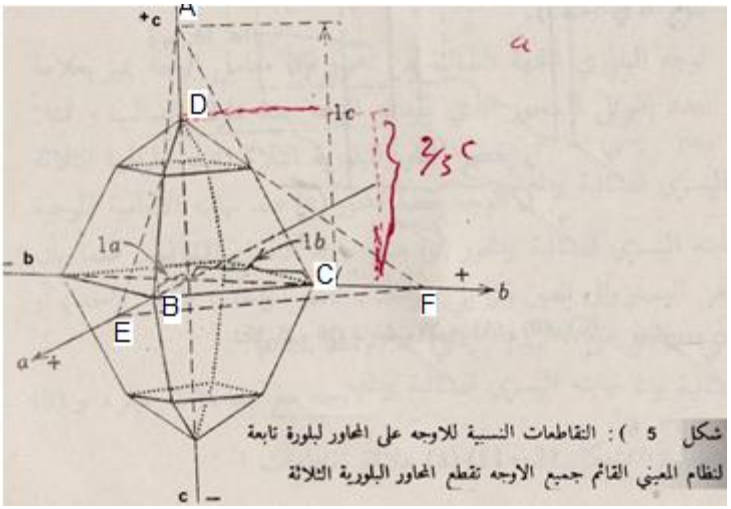
OF= 1/2 OC

وعلية فان احداثيات الوجه هو:

$$\frac{OD}{OA} : \frac{OE}{OB} : \frac{OF}{OC} \Longrightarrow \frac{1}{1}\ \frac{2}{1}\ \frac{1}{2}$$



شكل 4) احداثيات الوجهين (ABC) و (DEF) على المحاور البلورية



شكل 5): التقاطعات النسبية للاوجه على المحاور لبلورة تابعة لنظام المعيني القائم جميع الاوجه تقطع المحاور البلورية الثلاثة

كذلك من الشكل-٥ يمكن استخراج التقاطعات النسبية للأوجه البلورة تابعة لنظام المعيني القائم. حيث الوجه(ABC) 1a : 1b : 1c وهو يمثل وجه وحدة ؛ اما الوجه (DEF) فأطوال محاوره 2a : 2b : 2/3c . وبذلك احداثيات الوجه (DEF)

2/1 : 2/1 : 2/3

الادلة: Indices

وهي عبارة عن تغيرات او رموز مختصرة ومبسطة اشتقت من احداثيات الشكل البلوري وتستخدم عادة بدلا من الاحداثيات لتعبير عن علاقة الوجه او الشكل مع الوجه البلوري(مجموعة اوجه متشابهة) بالمحاور البلورية.

وهنالك عدة انواع من الادلة ولكن سوف نستخدم احداثيات مللر(Miller indices) وهي مشتقة من احداثيات الشكل البلوري بان نأخذ مقلوب الاحداثيات المستخرجة سابقا (احداثيات Weiss) وبذلك نتخلص من الكسور ان وجدت ، فمثلا احداثيات وجه a,b,c (0.5 , 0.5 , 0.5) هذه ناتجة من احداثيات وجه من قسمة الوجه البلوري على وجه اخر اي

$$\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$$

وعند تحويلها الى معاملات مللر

$$\frac{2}{1}\ \frac{2}{1}\ \frac{2}{1} = 2\ 2\ 2 = (111)$$

وهذه تمثل (111) دليل الوجه ويقرأ واحد واحد واحد حيث الاول يمثل محور a والثاني يمثل محورb والثالث يمثل محور c ويرمز لها (hkl) بين قوسين وهذا يمثل دليل الوجه سواء كان نظام مكعب او ثلاثي الميل سواء كانت التقاطعات التي نعملها مع الوجه على المحاور متساوية او غير متساوية.

في بلورة التوباز والتي تم استخراج احداثيات الوجه (2 : 1 : 0.5) تكون معاملات مللر

$$\frac{1}{2} : \frac{1}{1} : \frac{2}{1}$$

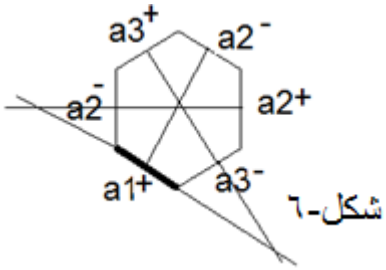
وبذلك تكون معاملات مللر بأخذ مقلوب احداثيات ذلك الوجه بعد التخلص من الكسور بضرب الاحداثيات في ٢

$$\left[\frac{2}{1} : \frac{1}{1} : \frac{1}{2}\right] 2 \Longrightarrow 4 : 2 : 1$$

تكون احداثيات مللر (421) وتقرأ اربعة اثنان واحد .

وسيتم في المختبر بأذن الله التعرف والتدريب على استخراج معاملات مللر .

في النظام السداسي تكون ادلة مللر (hkil) حيث يتم استخراج المعاملات بنفس الطريقة حيث i = - (h+k)



شكل-٦

لاستخراج معاملات مللر للوجه ذات الخط الغامق شكل-٦

a1	a2	a3	C
1	2^-	2^-	∞

اذا الاحداثيات هذا الوجه $1\ 2^-\ 2^-\ \infty$ ؛ اما معاملات مللر فيكون بأخذ مقلوب هذه الاحداثيات بعد التبسيط

$$\frac{1}{1}\quad \frac{2^-}{1}\quad \frac{2^-}{1}\quad \frac{\infty}{1} \Longrightarrow \left[\frac{1}{1}\quad \frac{1}{2^-}\quad \frac{1}{2^-}\quad \frac{1}{\infty}\right] 2$$

وبذلك تكون معاملات مللر$(2\ 1^-\ 1^-\ 0)$

حسابيا تكون قيمة (i) حسب المعادلة اعلاه i = - (h+k)

i = -(2+(-1)) = -1

وهذا ما هو مطابق لقيمة i المستخرجة من الشكل-٦

المصادر الأجنبية

1) An Introduction Crystallography and Crystal Chemistry (Bloss)
2) An Introduction to Crystallography (Phillips)

المصادر العربية:

١) علم البلورات (د. يحيى الصايغ ، د. فيصل الكفيشي)
٢) اسس علم البلورات (د. نجاح صادق جميل)