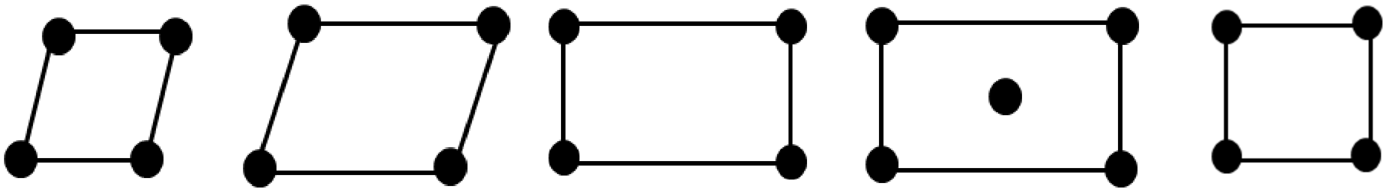
المحور الأول :عموميات حول علم البلورات

الدرس الثالث و الرابع

2- الأنظمة البلورية وشبكات برافي Bravais

إن الذي يمكننا من التفريق بين أنواع الشبكات النقطية هو التناظر ، و بالتالي و بالإعتماد على هذا الأخير نخلص إلى أن انواع الشبكات محدودة.

- ✓ مثال في الشبكة الثنائية يكون لدينا شعاعين $\vec{b}$ و $\vec{a}$ والزاوية γ محصورة بينهما. وبالتالي يمكن أن نجد الشبكات التالية:



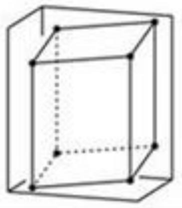
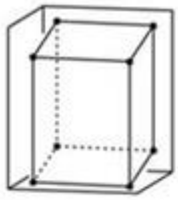
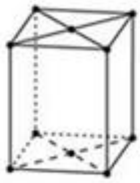
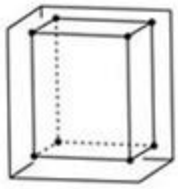
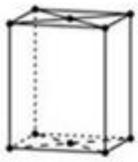
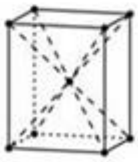
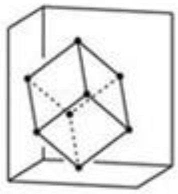
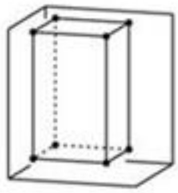
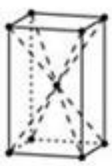
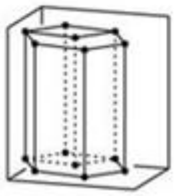
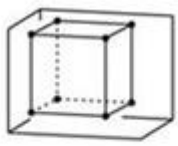
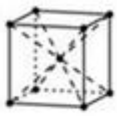
الشبكة المربعة **الشبكة المستطيلة المركزة** **الشبكة المستطيلة** **الشبكة المائلة** **الشبكة السداسية**

- ✓ بالنسبة للشبكة ثلاثية الأبعاد تبين أن هناك 14 شبكة ممكنة و تسمى بشبكات برافي الـــ 14 :

تعرف الشبكة إعتمادا على الخلية البلورية و تختص هذه الأخيرة بمايلي:

- الوسائط الخطية و هي الأضلع a, b, c
- الوسائط الزاوية و هي الزوايا $\alpha,\ \beta,\ \gamma$ بحيث أن : $\gamma = (a,b)\ ;\ \beta = (a,c);\ \alpha = (b,c)$
- درجة المضاعفة : عدد النماذج
- نوعية الشبكة: A, B, C, P, F, I

و يمكن حصر جميع شبكات برافي في 7 أنظمة بلورية و تختلف الأنظمة عن بعضها بإختلاف العلاقة التي تربط الوسائط الخطية و الزاوية.

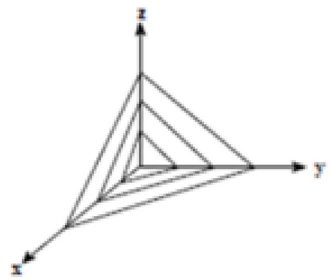
النظام البلوري System	شبكات بسيطة (p)	شبكات ممركزة القاعدتين (C)	شبكات ممركزة الجسم (I)	شبكات ممركزة الوجوه (F)
ثلاثي الميل Triclinic $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$				
الوحيد الميل Monoclinic $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$				
المعيني القائم Orthorhombic $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$				
الثلاثي Trigonal Rhombohedral $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$				
الرباعي Tetragonal $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$				
السداسي Hexagonal $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$				
المكعبي Cubic $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$				

3- المستويات الشبكية:

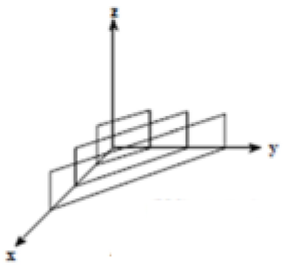
يمكن وصف الشبكة العقدية بصفة أخرى و تتمثل في تجميع العقد على شكل مستويات متوازية و متباعدة بمسافات متساوية و تسمى بالمستويات الشبكية . و بالتالي يمكننا الحصول على كل عقد الشبكة بعمليات سحب.

بالنسبة لشبكة ثلاثية الأبعاد نأخذ المستوي الذي يمر بالمبدأ و نطبق عليه عمليات سحب في الإتجاه الثالث

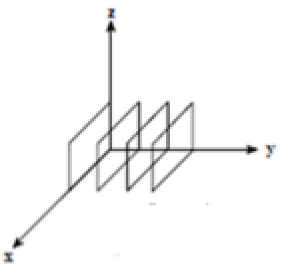
$\vec{r} = \mu\vec{a} + \vartheta\vec{b} + \omega\vec{c}$ حيث $\mu, \vartheta, \omega \in z$



عائلة المستويات (111)



عائلة المستويات (110)



عائلة المستويات (010)

3–1– معادلة المستويات الشبكية:

إن معادلة المستوى الشبكي هي كالتالي : $hx + ky + lz = m$ بحيث أن m و h,k,l أعداد صحيحة.

- إذا كانت m=0 فإنه المستوى يمر بالمبدأ
- إذا كانت m=1 فإنه أول مستوى بعد المستوى الذي يمر بالمبدأ

إن القرائن h,k,l تخص عائلة المستويات و تسمى بقرائن ميلر (MILLER) أما المسافة الفاصلة بين مستويات نفس العائلة فتسمى بالمسافة الشبكية ويرمز لها بـ: $\mathbf{d_{hkl}}$

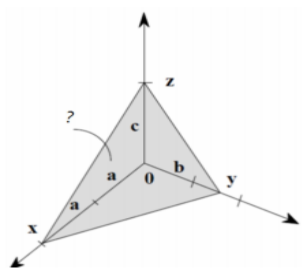
3–2– قرائن ميلر

و هي عبارة عن ثلاث أرقام تصف مكان و إتجاه المستوى في البلورة . لدينا أن المستوي الشبكي هو المستوي الذي يقطع :

- المحور x عند النقطة a/h
- المحور y عند النقطة b/k
- المحور z عند النقطة c/l

يمكن تعيين قرائن ميلر عن طريق قلب نقاط التقاطع مع المحاور الثلاث وإذا تحصلنا على أعداد كسرية نحولها إلى أعداد صحيحة و ذلك بضربها في أصغر قاسم مشترك للمقام .

مثال عين قرائن ميلر للمستوي التالي



- التقاطع عند المحور x يكون في النقطة 2a
- التقاطع عند المحور y يكون في النقطة $\frac{3}{2}$b
- التقاطع عند المحور z يكون في النقطة 1c

$$\left\{\begin{array}{l} \frac{a}{h}=2a \\ \frac{b}{k}=\frac{3}{2}b \\ \frac{c}{l}=1c \end{array}\right. \qquad \begin{array}{l} h=\frac{1}{2} \\ k=\frac{2}{3} \\ l=1 \end{array}$$

وأخيرا نضرب هذه الأعداد الكسرية في أصقر قاسم مشترك للمقام و هو الرقم 6 فنحصل على (hkl) (346)

3–3– المسافة الشبكية $\mathbf{d_{hkl}}$

المسافة الشبكية هي المسافة الفاصلة بين مستويين متوازيين و متجاورين من نفس العائلة أو هي المسافة بين المبدأ و أول مستوي من العائلة. و عبارة d_{hkl} لها علاقة بالوسائط الخطية و الزاوية و قرائن ميلر.

- علاقة d_{hkl} للنظام المكعبي

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2+k^2+l^2}}$$

- النظام متعامد معيني

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{\frac{h^2}{a^2}+\frac{k^2}{b^2}+\frac{l^2}{c^2}}}$$

- النظام الرباعي

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2+k^2+(\frac{a}{c})^2 l^2}}$$

- و للنظام السداسي تكون كالتالي:

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{\frac{4}{3}(h^2+k^2+hk)+\left(\frac{a}{c}\right)^2 l^2}}$$

- النظام وحيد الميل

$$d_{hkl} = \frac{\sin\beta}{\sqrt{\frac{h^2}{a^2}+\frac{k^2(\sin\beta)^2}{b^2}+\frac{l^2}{c^2}-\frac{2hl}{ac}\cos\beta}}$$

- النظام ثلاثي الميل

$$d_{hkl} = \frac{a(1+2\cos\alpha^3-3\cos\alpha^2)}{\sqrt{(h^2+k^2+l^2)\sin\alpha^2+2(hk+kl+hl)(\cos\alpha^2-\cos\alpha)}}$$

4- الفضاء العكسي (الشبكة العكسية):

من أجل فهم ظاهرة إنعراج الأشعة السينية وجب فرض تصور هندسي و المتمثل في الشبكة العكسية لكي يسمح لنا بطريقة أكثر عملية من حساب مستويات البلورة ، قرائن ميلر وإتجاهاتها و كذا المسافات الشبكية.

الشبكة الحقيقية (المباشرة)	الشبكة العكسية
✓ النموذج ذرة أو جزئي	✓ فضاء أو صورة أتجاهات الإنعراج
✓ أي نقطة فيها معرفة كالأتي : $P = xa + yb + zc$	✓ أي نقطة فيها معرفة كالأتي : $P^* = xa^* + yb^* + zc^*$

4-1- إتجاهات معلم الشبكة العكسية

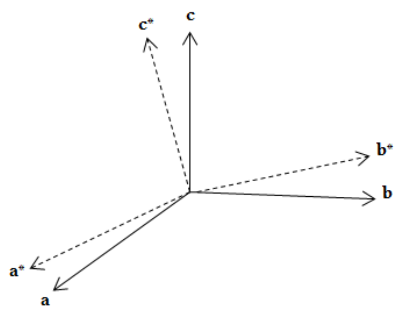
لتكن الشبكة المباشرة ذات الأشعة $\vec{a}\,, \vec{b},\ \vec{c},\ \alpha,\ \beta,\ \gamma$ نرفق بها الشبكة العكسية ذات القاعدة $\vec{a}^*\,, \vec{b}^*,\ \vec{c}^*,\ \alpha^*, \beta^*,\ \gamma^*$

لدينا أن : $(\vec{a},\vec{b})\ \ \vec{c}^*;\ (\vec{c},\vec{b})\ \ \vec{a}^*;\ (\vec{a},\vec{c})\ \ \vec{b}^*$

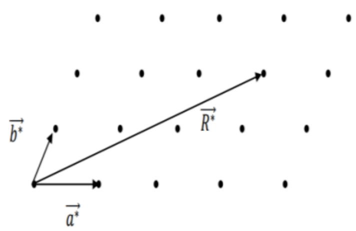
$$\vec{a}.\vec{a}^* = 1$$
$$\vec{b}.\vec{b}^* = 1$$
$$\vec{c}.\vec{c}^* = 1$$

و

$$a.b^* = 0$$
$$a.c^* = 0$$
$$b.a^* = 0$$
$$b.c^* = 0$$



4–2 – عبارة المسافة في الشبكة العكسية



ليكن $\vec{R}$ شعاع من الشبكة العكسية حيث أن $\overrightarrow{R^*} = h\,\overrightarrow{a^*} + k\,\overrightarrow{b^*} + l\,\overrightarrow{c^*}$

ولدينا أن:

$$\left|\vec{R}^*\right| = \frac{1}{d_{hkl}} \Rightarrow d_{hkl} = \frac{1}{\left|\vec{R}^*\right|}$$

و تعطى علاقة $\left|\vec{R}^*\right|$ كالتالي:

$$\left|\vec{R}^*\right| = \sqrt{h^2 a^{*2} + k^2 b^{*2} + l^2 c^{*2} + 2hk\,a^* b^* cos\gamma^* + 2hl\,a^* c^* cos\beta^* + 2kl\,b^* c^* cos\alpha^*}$$