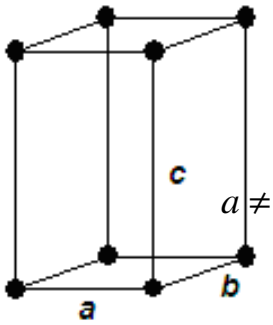
تتعامد المحاور البلورية على بعضها البعض أي أن:

$\square = \square = \square = 90°$

تكون أطوال وحدات التكرار(الأضلاع) في الاتجاهات البلورية متساوية.c = b = a .

2.متوازي المستطيلات (Orthorhombique):

تكون المحاور البلورية فيها متعامدة على بعضها البعض أي أن:

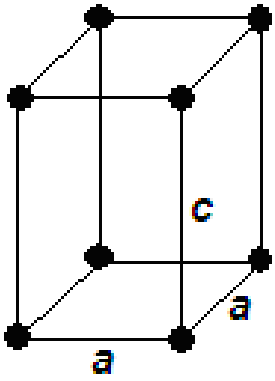


$a \neq b \neq c \qquad \alpha = \beta = \gamma = 90$

3.النظام الرباعي (Quadratique) أو (Tetragonale):

تكون المحاور الثلاثة متعامدة مع بعضها البعض أي: $\square = \square = \square = 90°$

تتساوي الأضلاع في اتجاهين بلوريين فقط وتختلف عن وحدة الإعادة في الاتجاه الثالث أي أن: $a = b \square c$.

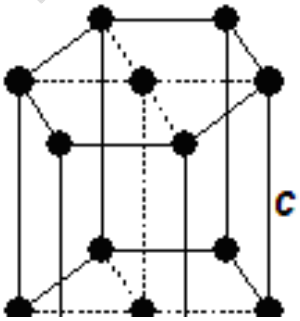


4.النظام السداسي (Hexagonal):

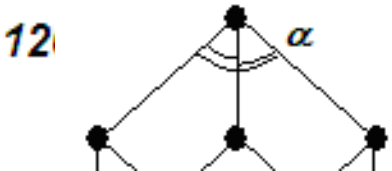
تتميز وحدة الخلية في البلورات التابعة إلى هذا النظام بوجود محاور مقدارها 120 درجة مع بعضها البعض

ويكون المحور البلوري $\vec{c}$ عموديا على المستوي الذي يحوي المحاور الأفقية $\vec{a}$ $\vec{b}$ كما تكون الأضلاع باتجاه المحاور الأفقية متساوية وتختلف عن الضلع $\vec{c}$ أي أن:

$a = b \square c \qquad \square = \square = 90°, \square = 120°.$



5.النظام الثلاثي أو المعيني الأوجه(مكعب مضغوط):



(Trigonale)أو(Rhomboédrique)

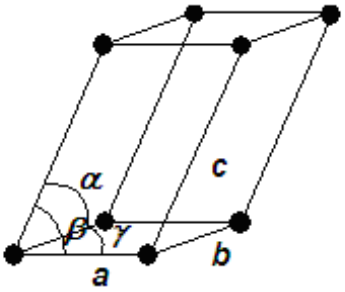
تميل المحاور البلورية عن بعضها البعض بزوايا

غير قائمة ولكن متساوية أي أن: $\alpha = \beta = \gamma \neq 90°$.

تكون أطوال وحدات التكرار لوحدة الخلية مساوية

لبعضها البعض: $a = b = c$

6.أحادي الميل (Monoclinique):



المحور البلوري $\vec{b}$ **عمودي على المستوي**

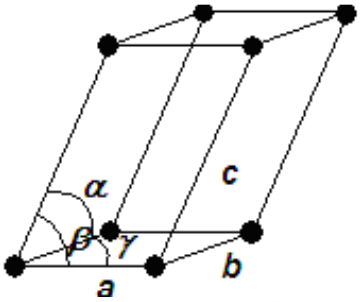
الذي يحوي المحوران $\vec{a}$ $\vec{c}$ **ويؤدي هذا إلى العلاقات**

الزاوية: $\beta \neq 90^{o}$. $\alpha = \gamma = 90°$

تختلف أطوال الأضلاع في الاتجاهات البلورية أي أن

$a \neq b \neq c$

7.النظام ثلاثي الميل(triclinique):



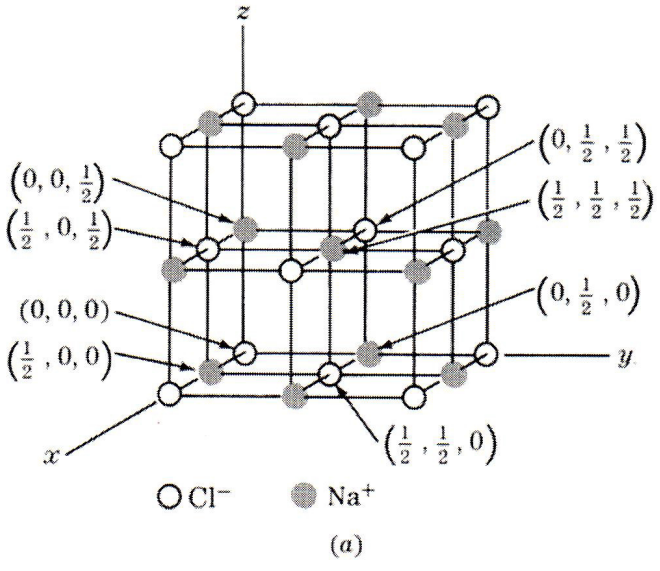
تختلف الزوايا عن بعضها البعض أي:

$\alpha \neq \beta \neq \gamma$ **كما تكون أطوال الأضلاع في اتجاه المحاور**

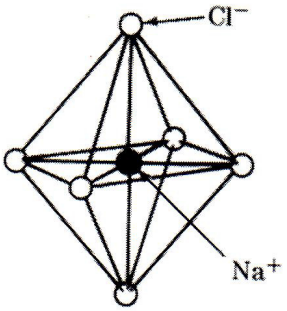
البلورية غير متساوية $a \neq b \neq c$

5-بنيات برافي:

تمثيل إحداثيات العقد او ال\ارات : مثلا ملح الطعام NaCl

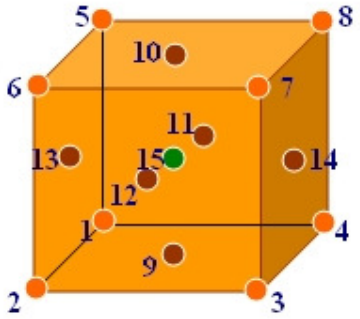


(a)



(b)

Propriétés des étudiants)



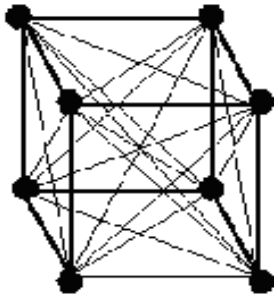
الاحداثيات الكرتيزية و الاحداثيات المختصرة أي المتكافئة

Atome	Coordonnée cartésienne	Coordonnée réduite
1	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)
2	(1, 0, 0)	(0, 0, 0)
3	(1, 1, 0)	(0, 0, 0)
4	(0, 1, 0)	(0, 0, 0)
5	(0, 0, 1)	(0, 0, 0)
6	(1, 0, 1)	(0, 0, 0)
7	(1, 1,1)	(0, 0, 0)
8	(0, 1, 1)	(0, 0, 0)
9	(1/2, 1/2, 0)	(1/2, 1/2, 0)
10	(1/2, 1/2, 1)	(1/2, 1/2, 0)
11	(0, 1/2, 1/2)	(0, 1/2, 1/2)
12	(1, 1/2, 1/2)	(0, 1/2, 1/2)
13	(1/2, 0, 1/2)	(1/2, 0, 1/2)
14	(1/2, 1, 1/2)	(1/2, 0, 1/2)
15	(1/2, 1/2, 1/2)	(1/2, 1/2, 1/2)

M.K(Propriétés des étudiants)

- عند التوسع في التصور الهندسي لوحدة الخلية على أن يتضمن التوزيع الحقيقي للذرات أو الجزيئات فإنه سيتكون لدينا عدة أنواع من وحدات الخلايا وهي:

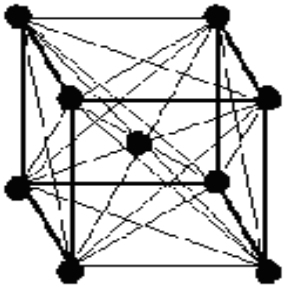
1.وحدة الخلية الأولية (البسيطة): في هذا النوع تحتل الذرات رؤوس الخلية فقط، وتتوزع كل ذرة بين ثمان خلايا



وعلى هذا الأساس فإن وحدة الخلية الأولية تحتوي على ذرة واحدة فقط إحداثياتها في علم البلورات(000)

ويرمز لهذه الشبكة بالرمز P.

2. وحدة الخلية الممركزة:الشكل الموالي عبارة عن



ذرة إضافية في المركز

وحدة خلية ممركزة التي تحتوي على إضافة إلى تلك في رؤوس الخلية.

إحداثياتهما:

تحتوي هذه الخلية على ذرتين (000) (½ ½ ½)، نرمز لهذه الخلية بالرمز I.

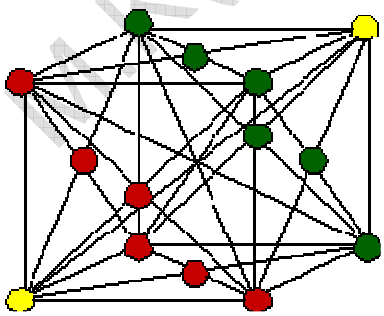
3. وحدة الخلية الممركزة الوجهين المتقابلين:وتكون هذه الخلية:

إما ممركزة الوجهA وتكون إحداثياته(000)، (½ ½ 0)

وإما الوجه B ممركز وتكون إحداثياتها (000)، (½ 0 ½)

وإما الوجهc ممركز وتكون إحداثياتها(000)، (0 ½ ½)

4.وحدة الخلية الممركزة الأوجه F :



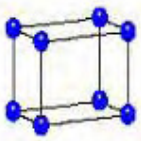
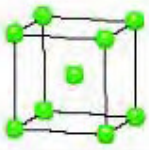
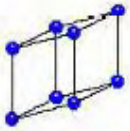
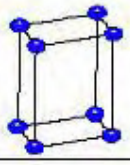
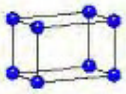
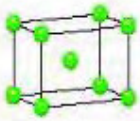
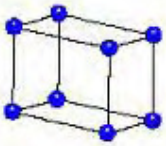
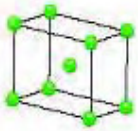
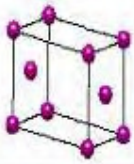
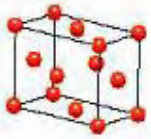
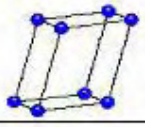
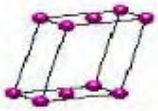
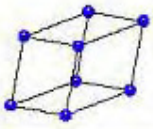
في هذه الخلية الموضحة في الشكل المقابل تتخذ الذرات مواقع لها في مراكز الأوجه إضافة إلى رؤوس الخلية.

إن الذرة الموجودة في مركز الوجه تكون مشتركة بين خليتي وحدة ولهذا تحتوي خلية الوحدة الممركزة الأوجه على أربع ذرات تحتل المواقع(000)، (½ ½ 0) ،

(½ 0 ½) ، (0 ½ ½) في وحدة الخلية. نلاحظ أن الشبكة F هي اتحاد الشبكات A ,B, C.

الأربعة عشر شبكة للعالم (Bravais):

(Propriétés des étudiants) K

Mode de réseau / Système	Primitif P	centré I	Bases centrées C	Faces centrées F
Cubique a=b=c α=β=γ=90°				
Rhomboédrique a=b=c α=β=γ?90°				
Hexagonal a=b?c α=β=90° γ=120°				
Quadratique a=b?c α=β=γ=90°				
Orthorhombique a ?b? c α=β=γ=90°				
Monoclinique a ?b? c α=γ=90° β				
Triclinique a ?b? c α β γ 90				

Les 14 réseaux de Bravais

عند توزيع وحدات الخلايا المذكورة أعلاه على الأنظمة البلورية السبعة، شرط محافظتها على التناظر المميز لكل نظام كما سيتوضح لاحقا، وجد العالم الفرنسيBravais بأن هنالك أربعة عشر نوعا محتملا من البنيات الفراغية المختلفة وتسمى هذه البنيات بنيات برافي وهي موضحة في الجدول التالي:

النظام	الشبكات المحتملة
ثلاثي الميل (triclinique)	فقط P
أحادي الميل(monoclinique)	C, P
متوازي المستطيلات(orthorhombique)	P أو I أو F أو C
السداسي (Hexagonal)	فقط P
مكعب مضغوط (Rhomboédrique)	R وتكتب أحيانا P
النظام الرباعي (Quadratique)	P أو I
المكعب (Cubique)	P أو I أو F

ملاحظة:

نلاحظ أن الشبكة الأوليةP مشتركة بين جميع الأنظمة البلورية أي أن جميعها يمكن أن توجد على شكل الشبكةP أما بقية الشبكات فهي غير مشتركة بحيث أن النظام الأحادي الميل يحتوي على وحدة خلية ممركزة الوجهc لاحتوائها على بنية نقطية في مركز الوجه الذي يقطع المحورc كما نجد هذه الحالة في النظام المعيني القائم.

-النظام الثلاثي (المكعب المضغوط) يحوي على وحدة خلية ابتدائية ويرمز لها أحيانا بالحرف R.

- النظام الرباعي يحتوي على بنيتين من بنيات برافي وهما بسيط P، و ممركز I .

-النظام متوازي المستطيلات يحتوي على جميع الشبكات P ,I ,F, C.

6-دلائل ميلر:

اصطلاح: دلائل ميلر هي عبارة عن نظام متفق عليه لتدوين الأوجه والمستويات البلورية،تحدد هذه المستويات نسبة إلى علاقتها مع المحاور البلورية بدلا من مواقعها نسبة إلى نقطة أصل و تستند على نسب تقاطع المستويات مع المحاور البلورية.

وإليك الطريقة التالية التي تستخدم في إيجاد معاملات ميلر لمستو معين:

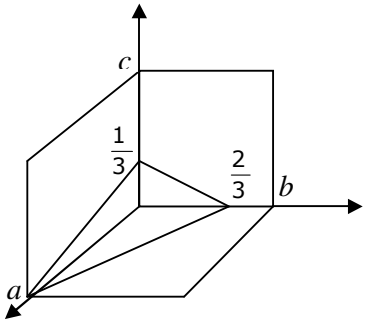
1. **إيجاد نسب تقاطعات المستوي مع المحاور البلورية الثلاثة.**
2. **نأخذ مقلوب هذه الأرقام و ذلك بجعل المقام بسطا والبسط مقاما.**

M.K(Propriétés des étudiants)

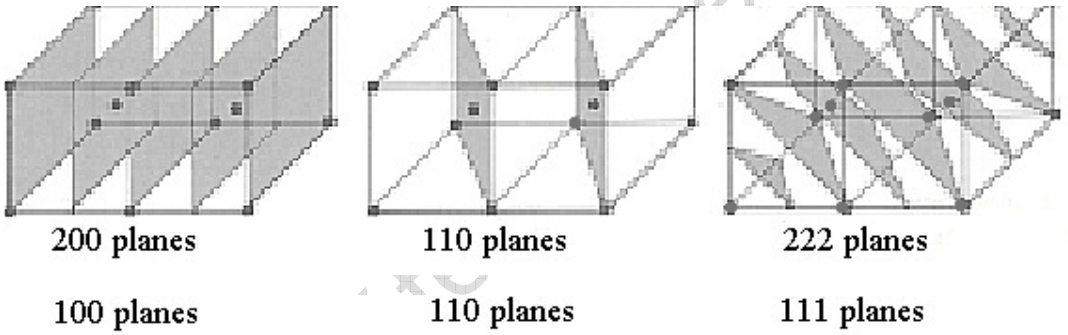
3. بعد تحصلنا على كسور نضرب كل كسر في نفس العدد حتى نتحصل على أعداد تامة وأولية فيما بينها عندها نتحصل على الأعداد وبالتالي المستوي.

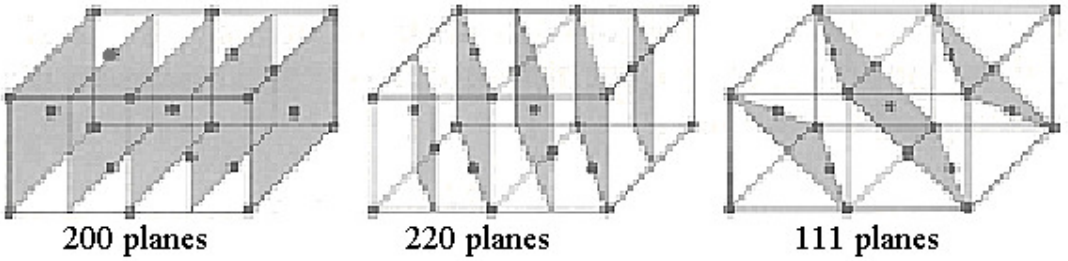
مثال: المستوي PQR يقطع *OX* في *a* ويقطع oy في $\frac{2}{3}b$ ويقطع *oz* في $\frac{1}{3}c$

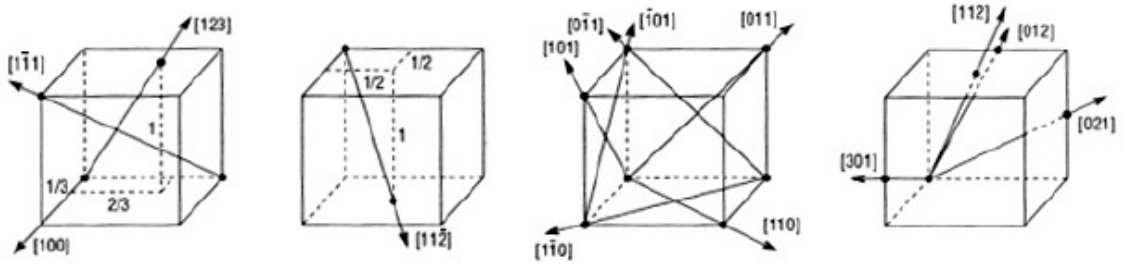
ويكتب كما يلي:المستوي (*hkl*) حيث *h* بالنسبة لـ*a* و*k* بالنسبة لـ*b* و*l* بالنسبة لـ c.

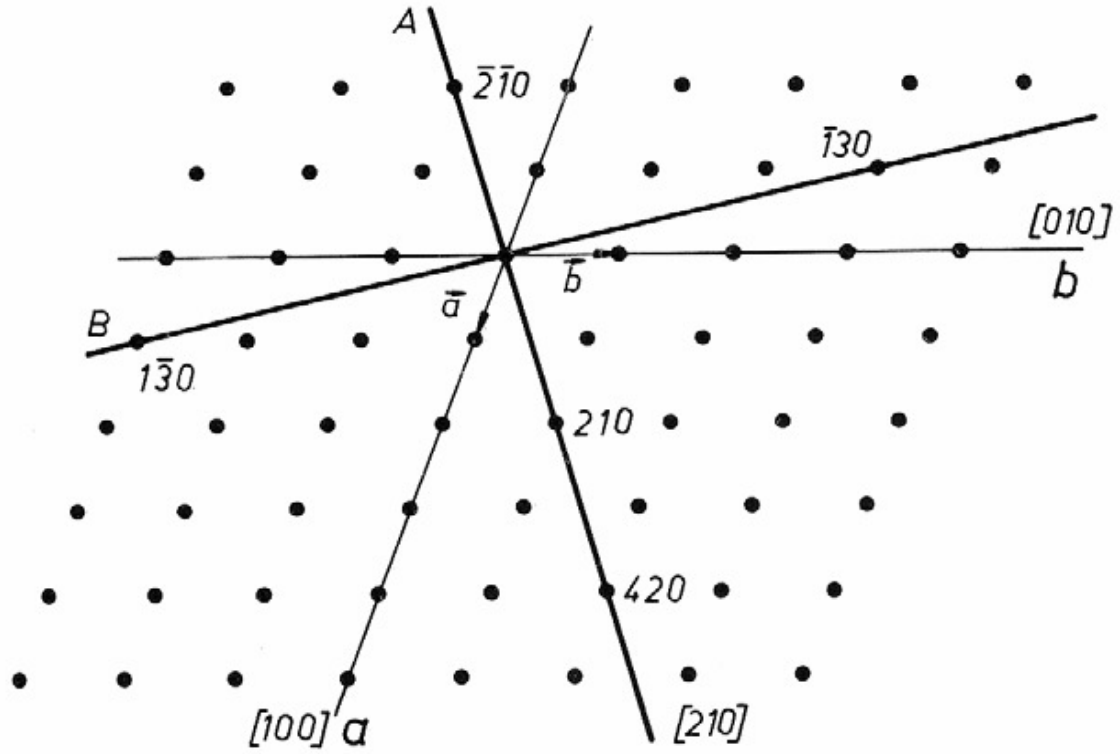


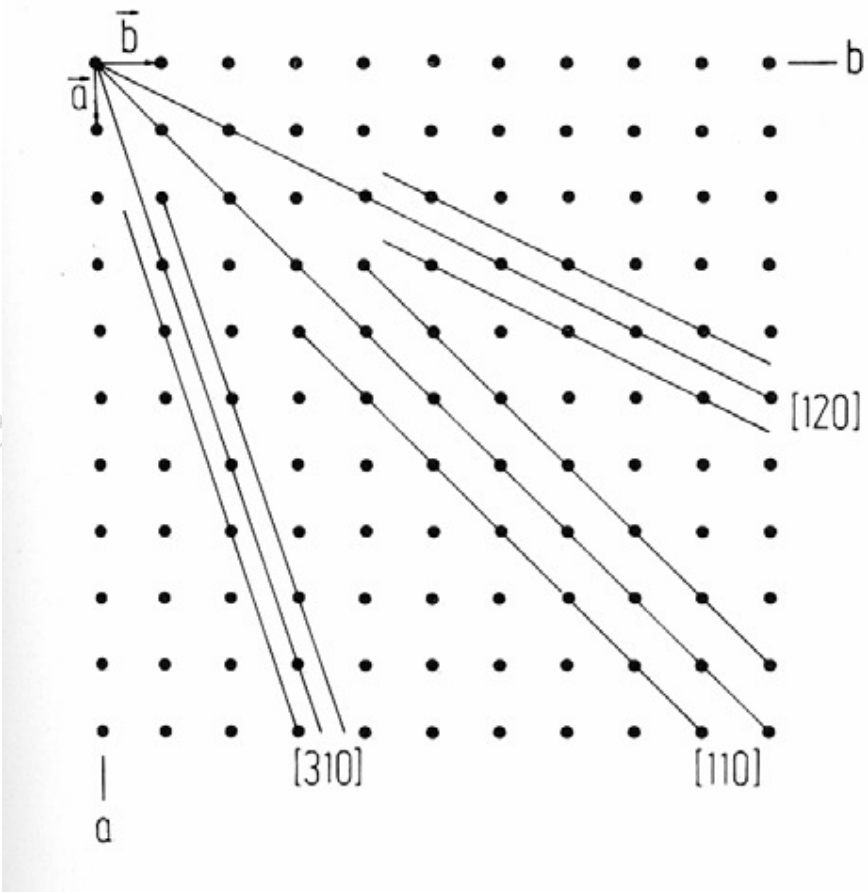
***نكتب مقلوب تقاطع المستوي PQR نتحصل على الكسور (1,3/2,3/1) نضرب هذه الكسور في عدد حتى نتحصل على أعداد تامة وأولية فيما بينها حينئذ نتحصل على المستوي (*hkl*) وهو(236).حيث *h,k,l* هي دلائل ميلر في علم البلورات.**








A
$\bar{2}\bar{1}0$
$\bar{1}30$
[010]
b
$\bar{b}$
$\bar{a}$
B
$1\bar{3}0$
210
420
[100]
a
[210]


$\bar{b}$
$\bar{a}$
b
[120]
[310]
[110]
a