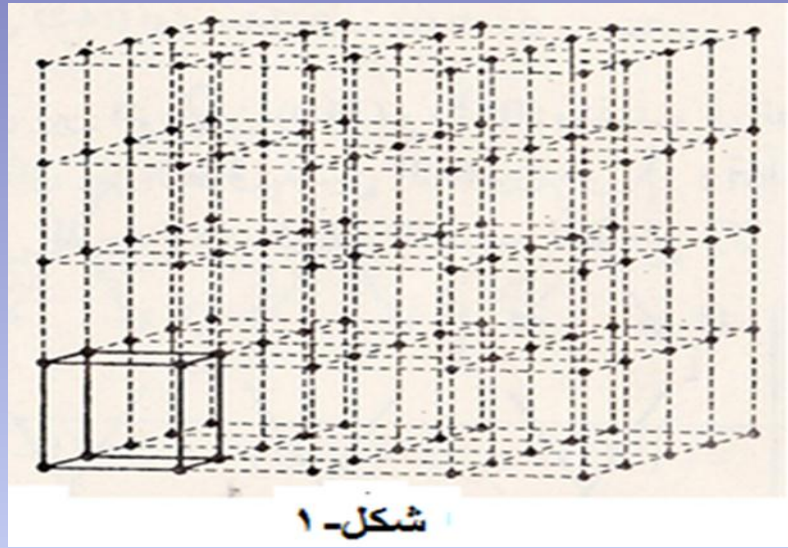


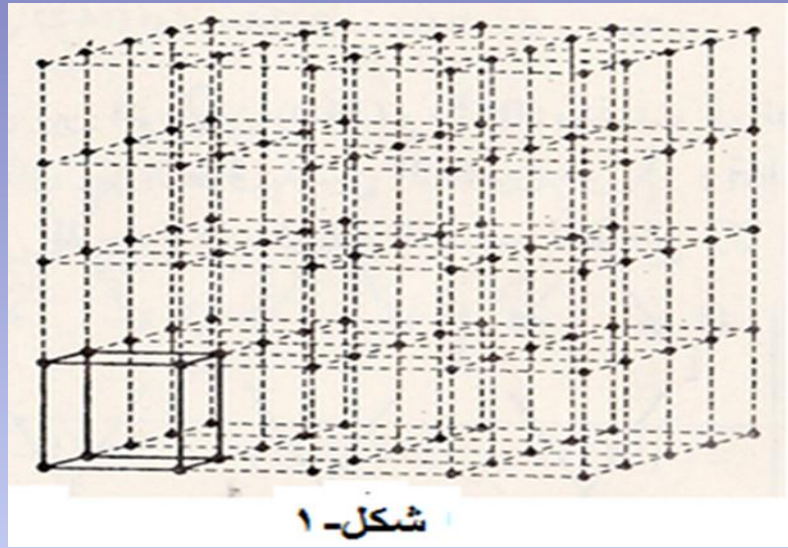
البنية الفراغية: Space Lattice

إذا من هذه الوحدات الشبكية الخمسة ذات البعدين عند ترتيبها في ثلاث أبعاد تتشكل البنية الفراغية ، أي عند ترتيب أي وحدة شبكية من أحد هذه الأنواع الخمسة بترتيب متوازي في ثلاث أبعاد مع التكرار المتوازي في ثلاث اتجاهات سوف تتشكل لدينا البنية الفراغية أو لبنية البلورية or Space lattice or Crystal lattice. وبذلك يكون تعريف البنية الفراغية على أنها صفوف غير محددة الطول من نقاط البنية الموزعة في الفراغ في الأبعاد الثلاث وبوحدات تكرر ثابتة.



شروط بناء البنية الفراغية:

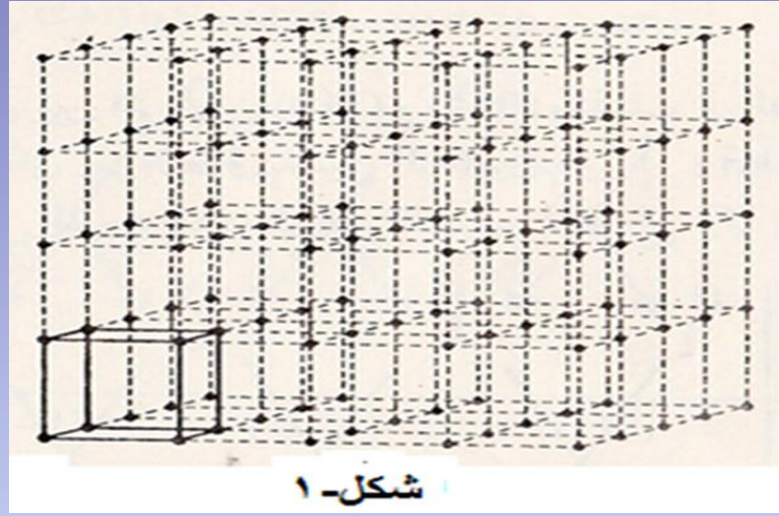
- ١) يجب ان تكون الشبكات المكونة للبنية الفراغية متوازية مع بعضها البعض بحيث تكون حافة وحدة الشبكة في مستوي معين تكون موازية لحافات وحدة الشبكات الاخرى التي فوقها والتي تحتها.
- ٢) يجب ان تكون الشبكات الموازية لبعضها من نفس النوعية.
- ٣) يجب ان تكون وحدة التكرار بين هذه الشبكات ثابتة.



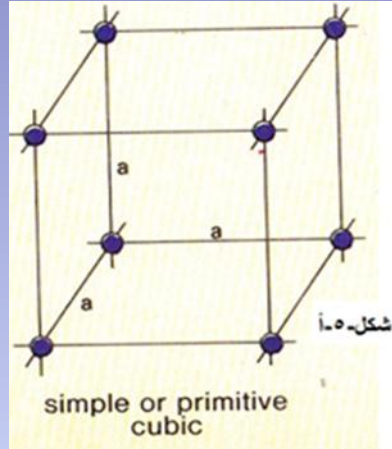
شروط بناء البنية الفراغية:

٤) يجب ان لا تكون هناك ازاحة افقية غير ثابتة بين الشبكات اي اذا مر خط مستقيم من نقطة معينة في شبكة فانه سوف يمتد خلال جميع الشبكات الاخرى بنقاط بنية متشابهة بالاتجاه والتركيب لتلك الاولى التي مر بها بحيث تتكرر على النقاط بوحدات تكرر ثابتة.

٥) ان يكون لكل نقطة بنية في شبكة معينة نفس البيئة للنقطة المتشابهة لها في الشبكات الاخرى ونعني بالبيئة هنا هو نوع وتوزيع نقاط البنية حول تلك النقطة.



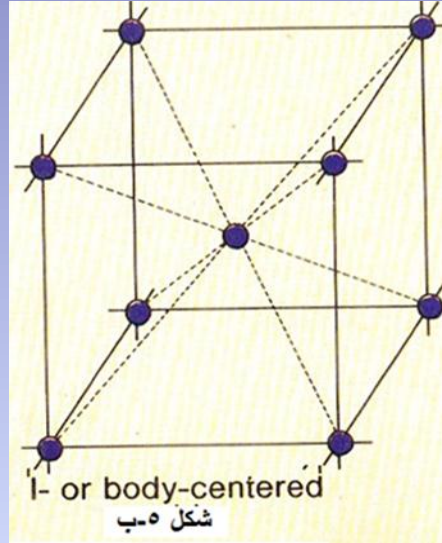
وعليه فمن بناء وحدات الشبكات الثنائية في ثلاث ابعاد سوف تتشكل البنية الفراغية ضمن المحاور الثلاث a, b, c ومن هذه المتوازيات في ثلاث الاتجاهات تتكون لدينا وحدة خلية واحدة unite cell فقط ؛ ويمكن تعريف وحدة الخلية على انها اصغر شكل هندسي منتظم في البنية الفراغية حيث عند ازاحتها باتجاه حافاتها بدون ان تبدي اي تغير في شكلها، حجمها واتجاهها او محتواها.



(١) خلية الوحدة الابتدائية : Primitive unite cell

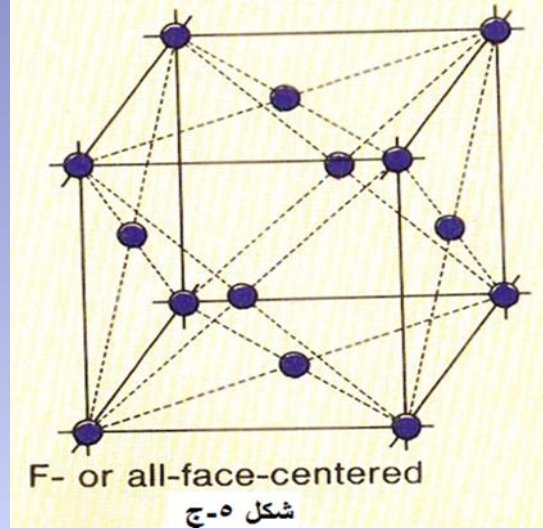
ويرمز لها بالحرف P

حيث تحتل نقاط البنية عند زوايا الخلية فقط حيث تشترك كل نقطة بنية عند اركان الزوايا الخلية (عند الزاوية المجسمة) والتي تأخذ الشكل المكعب او متوازي مستطيلات وتتوزع كل نقطة بنية بين ثمان خلايا اخرى ولهذا فان كل نقطة تمثل (1/8 ذره) وعليه فان عدد نقاط البنية او عدد الذرات هو واحد اي ذره واحدة ($8 \times 1/8 = 1$)
بنية كل نقطة محاطة ب ٦ نقاط اخرى مشابهة اي بيئة النقطة هو ستة حيث كل نقطة محاطة بست نقاط متشابهة .
الاحداثيات (0, 0, 0) لاحظ شكل-٥.أ



١) خلية الوحدة الممركزة الجسم (I) Budy center unite cell

ويرمز لها بالرمز I حيث تكون من ثمان نقاط عند الزوايا اضافة الى نقطة في مركز الخلية وبذلك يكون عدد الذرات المشتركة لهذه الخلية ذرتين $(1/8 \times 8 + 1 = 2)$ حيث ذرة المركز لا يشترك معها اية خلية اخرى فتعتبر ذره واحدة اما الذرات عند الزوايا المجسمة فتعتبر ثمن ذره. الاحداثيات $(0, 0, 0)$ زوايا الخلية ؛ $(1/2, 1/2, 1/2)$ عند مركز الخلية . بيئة النقطة ؛ ١ حيث كل نقطة محاطة بأربعة عشر نقطة اخرى لاحظ شكل هـ ب



(١) خلية الوحدة الممركزة الالوجه (F) : Face center unite cell

ويرمز لها بالحرف F شكل ٥-ج

وهذه الخلية تملك ثمان نقاط بنية عند الزوايا المجسمة حيث كل نقطة تمثل $1/8$ ثمن ذره واحداثياتها $(0, 0, 0)$ ؛
اضافة الى وجود نقطة بنية تتوسط كل وجه من الوجه الخلية اي ان هناك ست نقاط بنية وكل نقطة عند الوجه تمثل
 $1/2$ نصف ذرة اي تشترك مع خليتين وبذلك يكون عدد الذرات لخلية الوحدة الممركز الالوجه اربع ذرات $(+ 6 \times 1/2)$

$$(1/8 \times 8 = 4)$$

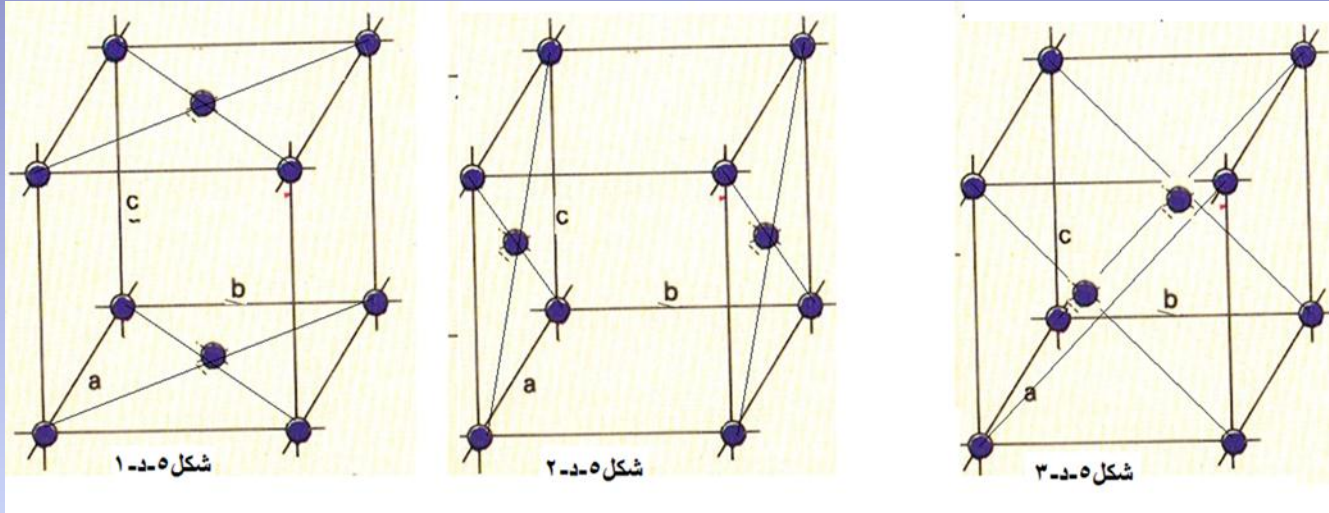
احداثيات نقاط البنية عند الالوجه تعتمد على موقع نقطة البنية في الالوجه ؛

حيث الاحداثيات عند المستوي الذي يحوي (b, a) $(1/2, 1/2, 0)$

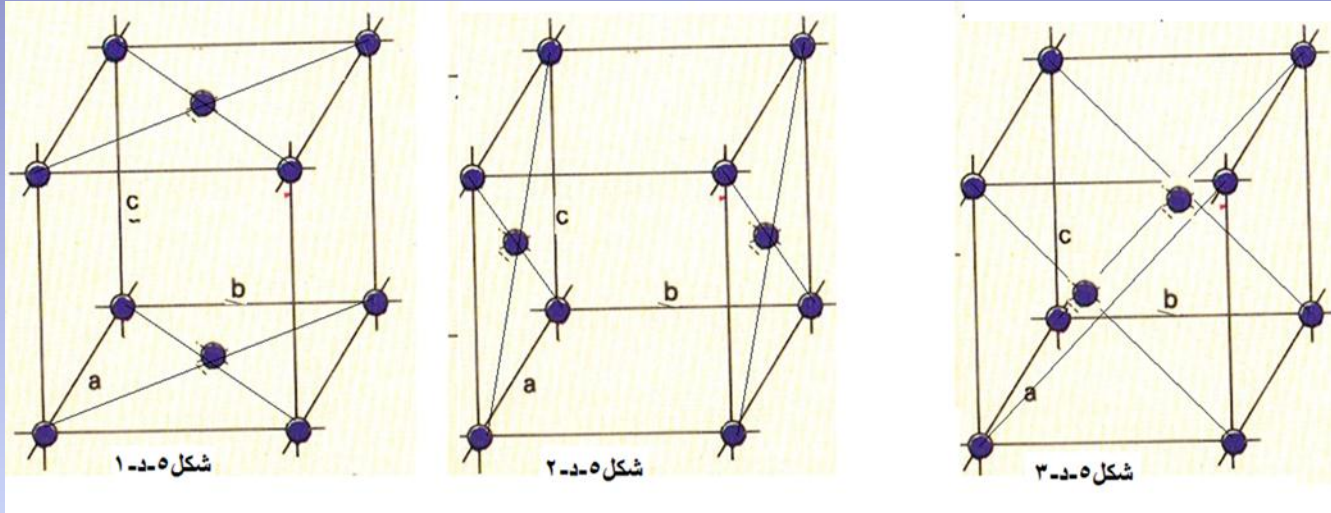
حيث الاحداثيات عند المستوي الذي يحوي (c, a) $(1/2, 0, 1/2)$

وكذلك الاحداثيات عند المستوي الذي يحوي (b, c) $(0, 1/2, 1/2)$

والاحداثيات عند زوايا الخلية $(0, 0, 0)$. اما بيئة النقطة فهي $(1/8)$ حيث كل نقطة محاطة بثمانية عشر نقطة



٤) خلية الوحدة الممركزة الوجهين المتقابلين: C-end center unite cell
وتكون هذه الخلية على ثلاث انواع حسب موقع نقاط البنية في الخلية ؛ حيث يرمز لها بالرمز C اذا كان موقع نقطة البنية على الوجه C شكل-٥-د-١ ؛ ويرمز للخلية بالرمز b اذا كان موقع نقطة البنية على الوجه b شكل-٥-د-٢ ؛ وكذا الحال يرمز للخلية بالرمز a اذا كان موقع نقاط البنية على الوجه a شكل-٥-د-٣ .



عدد الذرات لهذه الخلية هو ذرتين ($1/8 \times 8 + 2 \times 1/2 = 2$) حيث تملك هذه الخلية ذرتين فقط موزعة عند الزويا وتعتبر ذره واحدة والذرة الاخرى بين مركز الوجهين .
 احداثيات الذرة الاولى (0, 0, 0) واحداثيات الذرة الثانية الممركزة الوجه يعتمد على موقع الذرتين لذلك الوجه فاذا كان موقع الذرتين عند الوجه A فالاحداثيات (0, 1/2, 1/2) شكل ۱-د-۵-
 ۳ ؛ او عند الوجه B فالاحداثيات (1/2, 0, 1/2) شكل ۲-د-۵. وعندما تكون الذرات عند الوجه C فالاحداثيات (1/2, 1/2, 0) شكل ۳-د-۵ .
 بيئة النقطة (۱۰) عشرة نقاط فكل نقطة محاطة بعشر نقاط

انواع خلايا الوحدة: Types of unite cells

وبذلك خلايا الوحدة تكون من سبعة انواع اعتمادا على اطوال الوحدة في ثلاث اتجاهات واعتمادا على الزاوية بين هذه الاطوال α β γ وهذا ما يعكس سبع انظمة بلورية وهي:

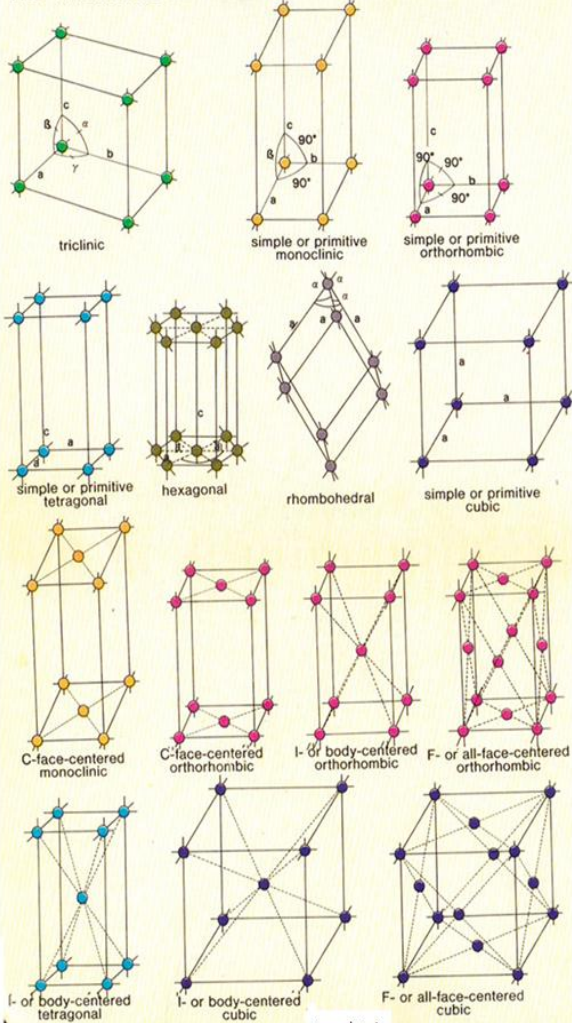
ت	النظام البلوري	اطوال المحاور	العلاقة الزاوية	انواع خلايا الوحدة	العدد	اسم وحدة الخلية
1	Cubic	$a=b=c$	$\gamma=\beta=\alpha=90^\circ$	P, I, F	3	خلية المكعب
2	Tetragonal	$a=b \neq c$	$\gamma=\beta=\alpha=90^\circ$	P, I	2	خلية الرباعي
3	Orthihorombic	$a \neq b \neq c$	$\gamma=\beta=\alpha=90^\circ$	P, C, I, F	4	خلية المعيني القائم
4	Hexagonal	$a_1=a_2=a_3 \neq c$	$\gamma=\beta=90^\circ. \alpha=120$	P = C	2	الخلية السداسية
5	Trigonal	$a=b=c$	$\gamma \neq \beta \neq \alpha \neq 90^\circ$	P=R	1	خلية الوحدة المعينية
6	Monoclinic	$a \neq b \neq c$	$\gamma=\alpha=90^\circ \neq \beta$	P, C	2	خلية احادي الميل
7	Triclnic	$a \neq b \neq c$	$\gamma \neq \beta \alpha \neq 90^\circ$	P	1	خلية ثلاثي الميل

14

جدول-١

ومن هذه الخلايا السبع سوف تشكل الانظمة البلورية السبعة. لاحظ جدول-١

THE 14 BRAVAIS LATTICES

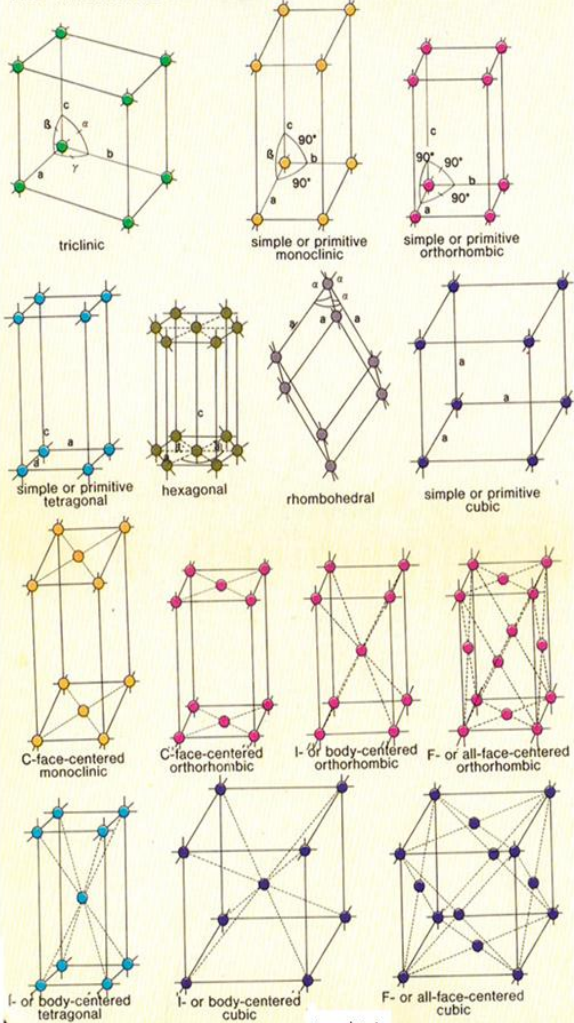


شكل-6

بنيات برافس : Bravais lattices

ان خلايا الوحدة المتشكلة والتي ذكرناها سابقا فأنها تتكرر وتنظم في الابعاد الثلاثة وانها تتواجد في الانظمة البلورية السبعة (المكعب ، الرباعي الخ) حيث اشار العالم برافس انه توجد اربع عشرة طريقة لترتيب النقاط في الفراغ وهذا يعني الذرات والايونات والجزئيات المكونة للبلورات تستطيع ان ترتب نفسها ضمن هذه الطرائق الاربع عشر فقط؛ وهذه البنيات الاربع عشر سميت بنيات برافس نسبة الى مكتشفها ؛ وهذه الاربع عشر بنية تقع ضمن الانظمة البلورية السبعة.

THE 14 BRAVAIS LATTICES



شكل-6

انواع بنيات برافس:

تحدد الانواع الاربعة عشر من بنيات برافس بما يلي:

(1) اي نوع من الشبكات الاساسية الخمس جمعت او زحفت.

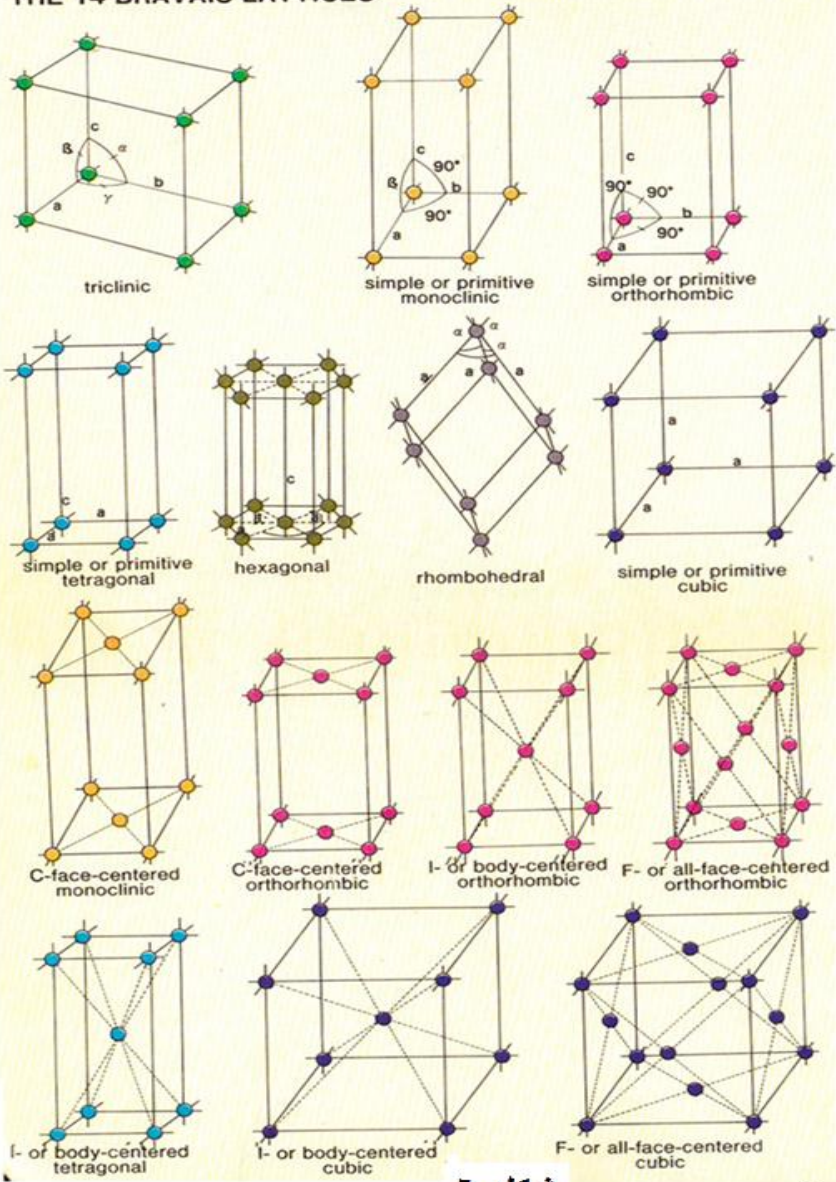
(2) طول متجه الرص والزاوية التي يجمعها مع الشبكة على نسق النقاط في الشبكة.

ذكرنا ان بنيات برافس عددها 14 بنية ضمن الانظمة البلورية لكن من ناحية بناءها وعدد الذرات في خلية كل وحدة فانها تكون من اربع خلايا وحدة فقط وكما يلي:

توزيع خلايا برافس على الانظمة البلورية السبعة: The seven crystal and Bravais
لو تم توزيع الخلايا الاربع التي تم شرحها في الفقرة السابقة على الانظمة البلورية السبعة لكان لدينا
٢٨ بنية فراغية (٧ x ٤) لكن العالم برافس قام بتوزيع هذه الخلايا الاربع على الانظمة البلورية السبعة
واصبح عددها (١٤) بنية فراغية وسميت خلايا برافس نسبة الى مكتشفها.

ت	النظام البلوري	اطوال المحاور	العلاقة الزاوية	انواع خلايا الوحدة	العدد	اسم وحدة الخلية
1	Cubic	$a=b=c$	$\gamma=\beta=\alpha=90^\circ$	P, I, F	3	خلية المكعب
2	Tetragonal	$a=b \neq c$	$\gamma=\beta=\alpha=90^\circ$	P, I	2	خلية الرباعي
3	Orthihorombic	$a \neq b \neq c$	$\gamma=\beta=\alpha=90^\circ$	P, C, I, F	4	خلية المعيني القائم
4	Hexagonal	$a_1=a_2=a_3 \neq c$	$\gamma=\beta=90^\circ. \alpha=120$	P = C	2	الخلية السداسية
5	Trigonal	$a=b=c$	$\gamma \neq \beta \neq \alpha \neq 90^\circ$	P=R	1	خلية الوحدة المعينية
6	Monoclinic	$a \neq b \neq c$	$\gamma=\alpha=90^\circ \neq \beta$	P, C	2	خلية احادي الميل
7	Triclinic	$a \neq b \neq c$	$\gamma \neq \beta \neq \alpha \neq 90^\circ$	P	1	خلية ثلاثي الميل
					14	

THE 14 BRAVAIS LATTICES

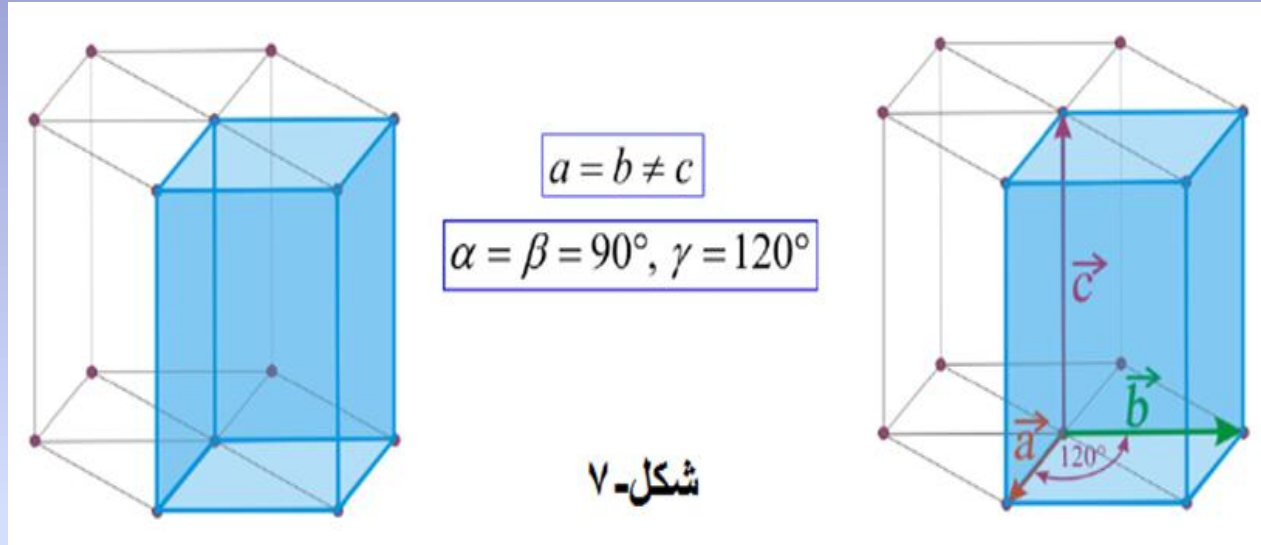


اذا سبعة انظمة بلورية + اربع خلايا وحدة = 14
بنية برافس

شكل - 6

من جدول رقم ١ - في المحاضرة نلاحظ مايلي:
 (١) جميع الانظمة البلورية تحوي على خلية P .

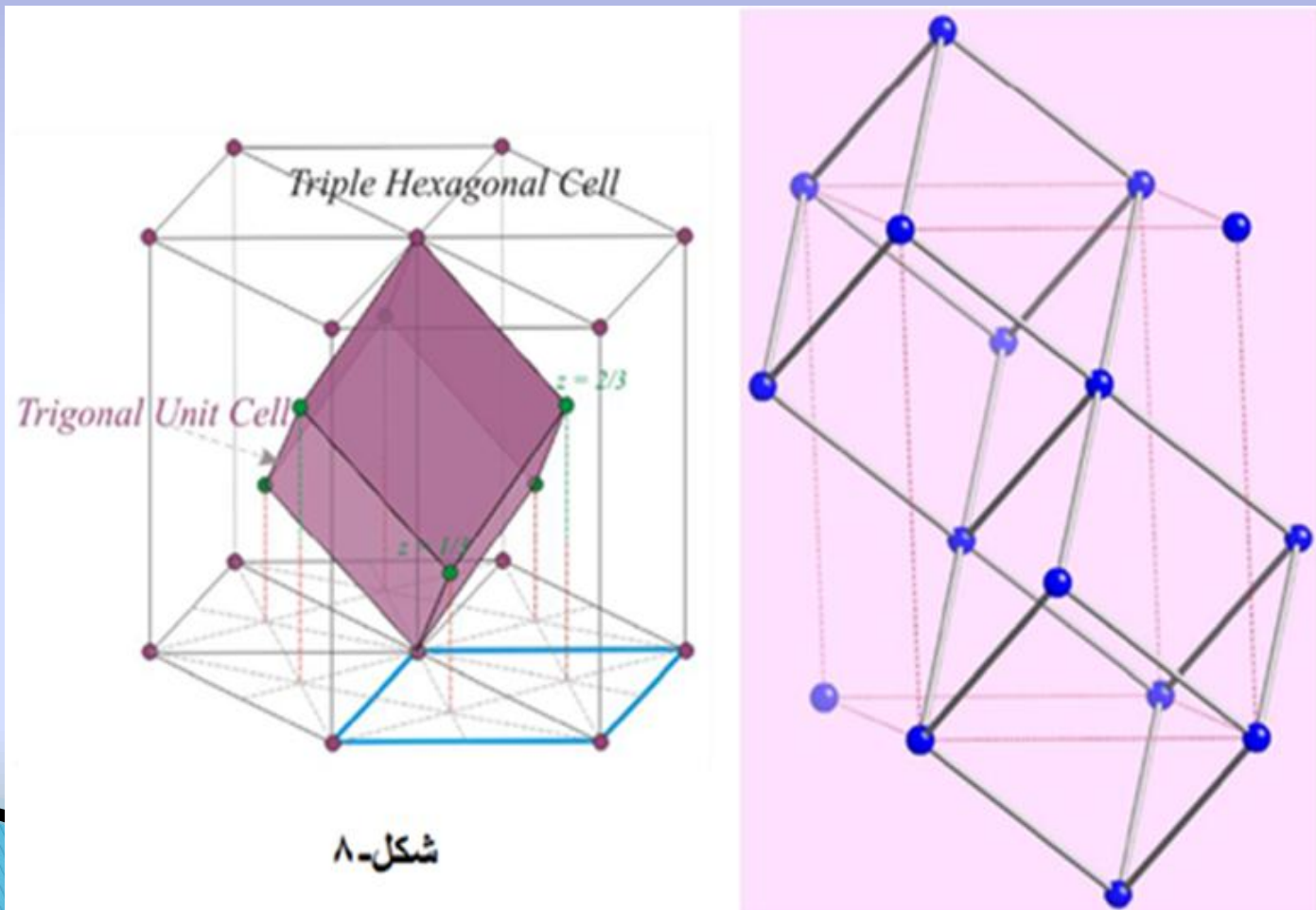
ت	النظام البلوري	اطوال المحاور	العلاقة الزاوية	انواع خلايا الوحدة	العدد	اسم وحدة الخلية
1	Cubic	$a=b=c$	$\gamma=\beta=\alpha=90^\circ$	P, I, F	3	خلية المكعب
2	Tetragonal	$a=b \neq c$	$\gamma=\beta=\alpha=90^\circ$	P, I	2	خلية الرباعي
3	Orthihorombic	$a \neq b \neq c$	$\gamma=\beta=\alpha=90^\circ$	P, C, I, F	4	خلية المعيني القائم
4	Hexagonal	$a_1=a_2=a_3 \neq c$	$\gamma=\beta=90^\circ. \alpha=120$	P = C	2	الخلية السداسية
5	Trigonal	$a=b=c$	$\gamma \neq \beta \neq \alpha \neq 90^\circ$	P=R	1	خلية الوحدة المعينية
6	Monoclinic	$a \neq b \neq c$	$\gamma=\alpha=90^\circ \neq \beta$	P, C	2	خلية احادي الميل
7	Triclnic	$a \neq b \neq c$	$\gamma \neq \beta \neq \alpha \neq 90^\circ$	P	1	خلية ثلاثي الميل
14						



٢) في النظام السداسي خلية الوحدة p تكافئ خلية الوحدة الممركزة الوجهين المتقابلين لاحظ شكل-٧ حيث بلورة النظام السداسي من نوع

اي ممركزة الوجهين المتقابلين ، من الممكن ان تكون بلورة من النوع P اي ($P = C$) والسبب لانه بقى النظام السداسي محافظا على العلاقة الزاوية بين المحاور البلورية ؛ بمعنى اخر تم استخراج خلية نوع P من خلية وحدة نوع C دون تغير في التركيب البلوري لخلية الوحدة او بقيت وحدة الخلية محافظة على شكلها.

٣) في الثلاثي او معيني الواجهه فان الخلية P تكافئ R وذلك لان شكل الخلية عبارة عن معيني الواجهه لاحظ شكل-٨



٤) لا يوجد في النظام الرباعي خلية وحدة من نوع F ونوع C ؛ وذلك كما نلاحظ في الشكل- ٩ من الممكن بناء هذه الخلايا لكنها بالنتيجة نلاحظ ان بنية C تكافئ P وتكون خلية الوحدة اصغر حجما من C. كذلك خلية الوحدة F تكافئ خلية الوحدة I

اذا ($F = I$) وكذلك ($C = P$) شكل ٩-أ؛ب.

