الحالة البلورية للجوامد

مقدمة:

تتكون المادة في حالاتها الثلاث المعروفة، الغازية والسائلة والصلبة، من ذرات أو جزيئات دائمة الحركة .ويعزي وجود المادة في إحدى هذه الحالات إلى طبيعة وحدود التأثيرات المتبادلة بين ذراتها وجزيئاتها. ويمكن تمييز كل حالة عن الأخرى فيزيائيا بالنظر في خاصية السريان أو التدفق تكون المادة في حالتيها الغازية والسائلة قابلة للانسياب والتشكل بشكل الإناء الذي توضع فيه، بينما تفقد المادة الغازية أو السائلة قدرتها على التدفق عندما تتحول إلى الحالة الصلبة بعد تبريدها، وتتخذ شكلاً وحجماً ثابتين.

ويمكن تصنيف الجوامد إلى نوعين رئيسيين هما:

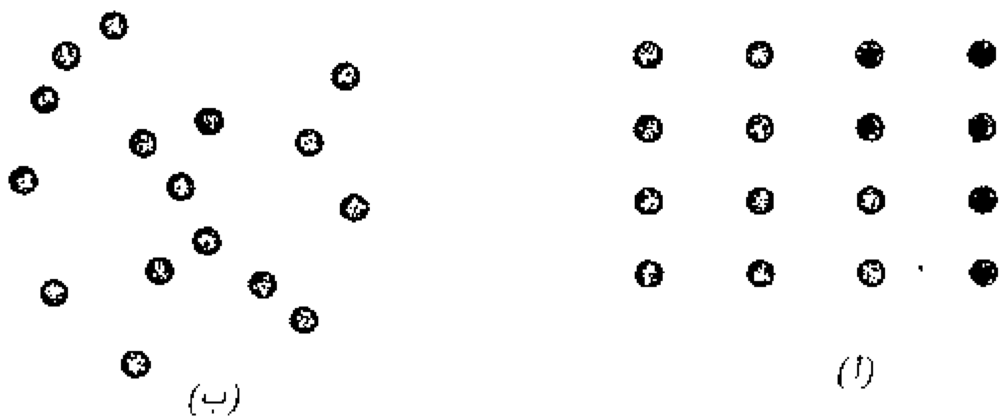
أ)**الجوامد البلورية**

وفيها ينتظم ترتيب الذرات في الفراغ بحيث تشكل نمطاً هندسياً دورياً .وعندما ينتشر هذا النمط ليشغل كل أجزاء المادة، فإن هذا يعني أن لدينا" بلورة وحيدة أما إذا توقف أطراد دورية النمط الهندسي عندما يسمى بتخوم، أو حدود فإن المادة حينئذ تكون" متعددة الحسيبات أي تتكون من مجموعات صغيرة جداً من البلورات الحبيبات، أو البلورات الأحادية الصغيرة في اتجاهات مختلفة.

وتضم المواد الصلبة

ب)**الجوامد غير البلورية**

التي تتخذ ذراتها أو جزيئاتها توزيعاً عشوائياً، حيثما يتسنى لها، عندما تتحول من الحالة المائعة الغازية أو السائلة إلى الحالة الصلبة وتوصف هذه لجوامد اللابلورية أيضاً بأنها "**لا شكلية** أو"**أمورفية** "بمعنى أنها لا تتخذ شكلاً مميزاً كما توصف بأنها **زجاجية** نظراً لأنها تتشابه مع الزجاج في عشوائية ترتيب الذرات.



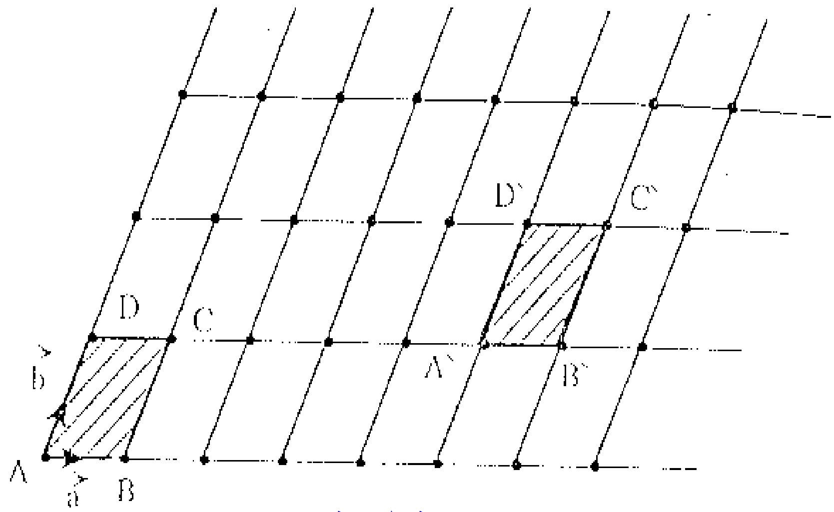
ترتيب الذرات في مادة(أ)بلورية و(ب)مورفية

I –ثوابت وحدة الخلية

لنعتبر الآن جزءاً من شبيكة بلورية في بعدين كما في الشكل أ حيث تكون النقاط D, C, B, A رءوس متوازي الأضلاع و يتضح من الرسم أن نقاط الشبيكة ABCD يؤدي

انتقاله المتكرر باستعمال المتجهين a و b إلى تكوين النموذج الكلي للشبيكة البلورية ويطلق عليه "خلية الوحدة.

. وتعرف وحدة الخلية بستة احداثيات : أطوال الأضلاع للوحدة وهي c ، b، a تسمي ثوابت الشبكة البلورية و الزوايا بين الأضلاع وهم α ، γ، β وتحتوي وحد الخلية على جميع عناصر التناظر التي تميز البلورة . يمكن أن تشغل كل زاوية ذرة واحدة ، وبذلك يتم جسم البناء البلوري.

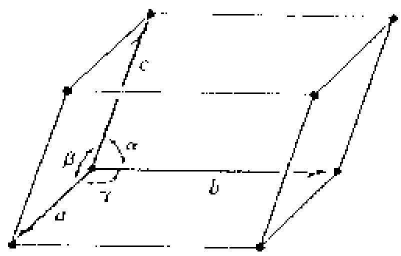


جزء من شبيكة بلورية في بعدين

المتجه الانتقالي $\vec{T} = 5\vec{a} + \vec{b}$ يربط بين أي نقطة شبيكية في خلية الوحدة ABCD والنقطة المكافئة لها في خلية أخرى A'B'C'D'.

وفي حالة البلورات الحقيقية تكون الشبيكة ثلاثية الأبعاد و بالتالي **وحدة الخلية** في علم البلورات هي أصغر خلية ، وبواسطة نقلها على ثلاثة محاور دون أي تدوير يتكون منها البناء البلوري.

تعرف وحدة الخلية بستة احداثيات : أطوال الأضلاع للوحدة وهي c ، b، a و(تسمي ثوابت الشبكة البلورية) و الزوايا بين الأضلاع وهم α ، γ، β وتحتوي وحد الخلية على جميع عناصر التناظر التي تميز البلورة . يمكن أن تشغل كل زاوية ذرة واحدة ، وبذلك يتم جسم البناء البلوري.



ثوابت خلية الوحدة في شبيكة فراغية

لقد أمكن تصنيف البلورات على أساس الأشكال المحتملة لوحدة الخلية:

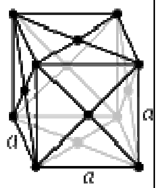
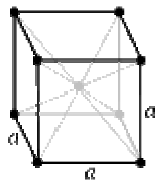
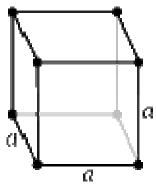
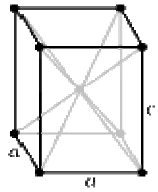
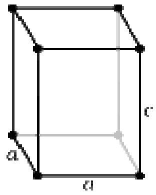
II-النظم البلورية وشبيكات برافية

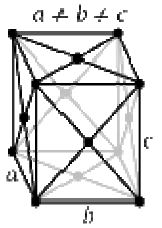
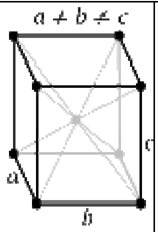
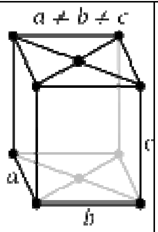
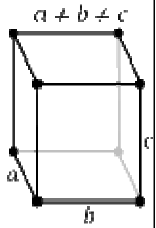
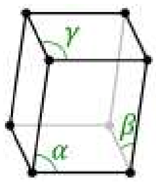
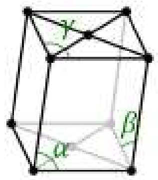
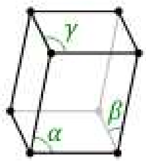
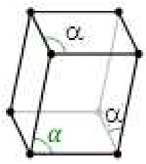
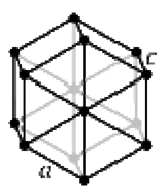
تصنيف الشبيكات Bravais ينسب إلى عالم البلورات أوغست برافيه، الفرنسي الجنسية ولد بآنوناي في ٢٣ أغسطس ١٨١١ وتوفي في هيسناي، قرب فرساي يوم ٣٠ مارس ١٨٦٣، هو عالم فلك وفيزياء و جيولوجيا و أشتهر بأعماله الأساسية في البلورات. البلورية إلى أربع عشرة شبيكة موزعة على سبعة أنظمة بلورية.

عدد شبيكات برافية هو أربع عشرة والنظم البلورية السبعة محدود بعدد الطرق الممكنة لترتيب النقاط الشبيكية بحيث تكون البيئة المحيطة بأي نقطة منها مماثلة تماماً للبيئة المحيطة بأية نقطة أخرى .وتكون" شبيكة برافية "بسيطة إذا كانت نقاطها عند الأركان فقط ويرمز لها

بالحرف P وعندما تشتمل على نقاط إضافية في مواضع خاصة فإنها تكون ممركزة الأوجه (F) أو ممركزة الجسم (I) أو ممركزة القاعدة (C).

<u>شبيكات برافية</u>

الأنظمة البلورية	شبيكات برافية				الخصائص	أمثلة
مكعب (cubic)	وجه ممركز F 	ممركز جسم I 		بسيط P 	ثلاثة محاور بزاوية قائمة، كلها متساوية و $a=b=c$ $\alpha=\beta=\gamma=90°$	النحاس (cu),الفضة (Ag)و كلوريد الصوديوم (NaCl)
رباعي (Tetragonal)		جسم ممركز 		بسيط 	ثلاثة زاويا قائمة و محاوران متساويان و $a=b\neq c$ $\alpha=\beta=\gamma=90°$	القصدير الأبيض (Si), ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2)
معيني مستقيم (orthorhombic)	بسيط	قاعد مركزة	جسم ممركز	وجه ممركز	ثلاثة زاويا قائمة و ثلاثة محاور مختلفة و $a\neq b\neq c$	الغاليوم(Ga)

	   	$\alpha=\beta=\gamma=90°$	
أحادي الميلان (monoclinic)	بسيط  قاعد مركزة 	ثلاثة محاور مختلفة زاوية غير قائمة. $a\neq b\neq c$ و , $\alpha=\beta=90°\neq\gamma$	جبس $(CaSO_4)$
ثلاثي الميلان (triclinic)	بسيط 	ثلاثة محاور مختلفة و ثلاثة زاويا مختلفة $a\neq b\neq c$ و , $\alpha\neq\beta\neq\gamma$	كرومات البوتاسيوم $(K_2Cr_2O_4)$
ثلاثي (trigonal)	بسيط 	ثلاثة محاور متساوية $a=b=c$ و ثلاثة زاويا متساوية و غير قائمة $\alpha=\beta=\gamma\neq 90°$	الكالسيت $(CaCO_3)$ زرنيخ (As) البسموث(Bi)
سداسي (hexagonal)	عادي متمركز 	أضلع القاعدة متساوية و مخالفة للارتفاع و $\alpha=\beta=90°$, $\gamma\neq 120°$	زنك (Zn) كادميوم (Cd) كوارتز(SiO_2)

III-بعض التراكيب البلورية البسيطة .

1- تركيب التعبئة المتلاصق

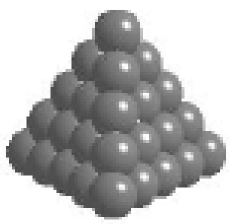
بفرض أن ذرات المادة تشبه كرات والسؤال الذي يطرح نفسه كيف يمكن ترتيب هذه الكرات فضائيا بحيث يكون الفراغ بينها أقل ما يمكن.

تشير الدراسات أن هناك طريقتين لترتيب الذرات:

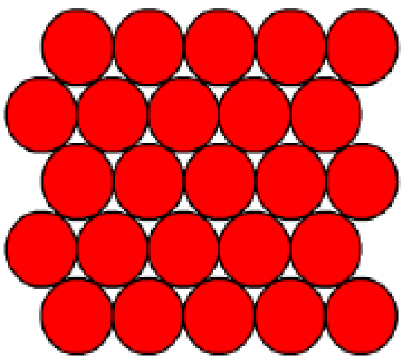
الطريقة الأولى:تؤدي إلى تركيب ذو بنية مكعبية تسمى بنية المكعب متلاصق الرص.

الطريقة الثانية: تؤدي إلى تركيب ذو بنية سداسية تسمى التركيب السداسي متلاصق الرص.

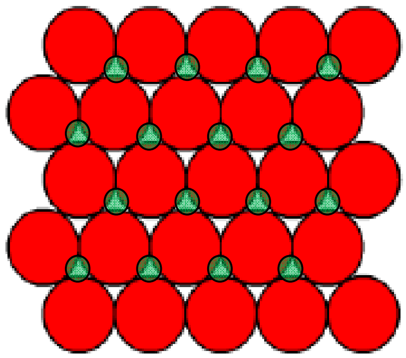
يبين الشكل التالي بنية الرص المتلاسق :



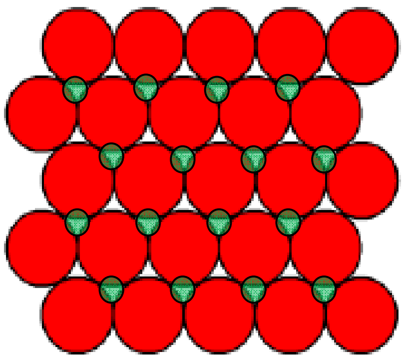
و تقام هذه التركيبة بوضع الكرات بشكل متلاصق بحيث تحقق أصغر طاقة وضع كما في الشكل التالي:



بعد تشكيل الطبقة الأولى تظهر فجوات مثلثة الشكل و بالتالي يوجد طريقتين لوضع كرات الطبقة الثانية فيكون إما بوضع الكرات في الفجوات الموجهة لأعلى و إما في الفجوات والموجهة لأسفل.

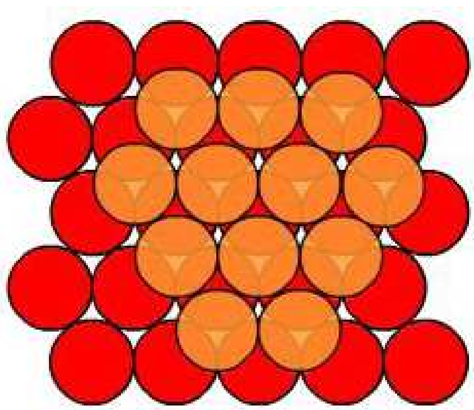


كرات الطبقة الثانية في الفجوات الموجهة لأعلى.

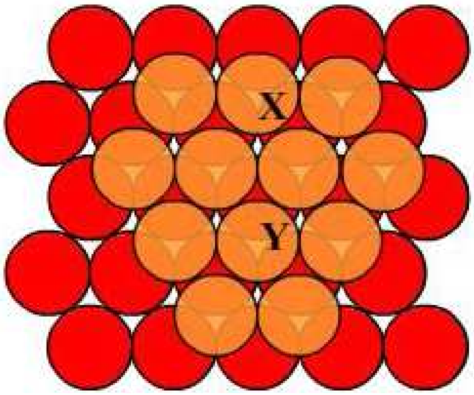


كرات الطبقة الثانية في الفجوات الموجهة لأسفل.

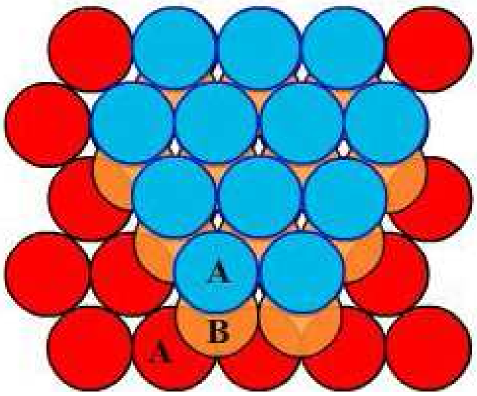
بفرض أن الطبقة السفلى لها الرمز A (كرات اللون الأحمر) فتكون الطبقة الثانية B (كرات اللون البرتقالي) كما في الشكل.



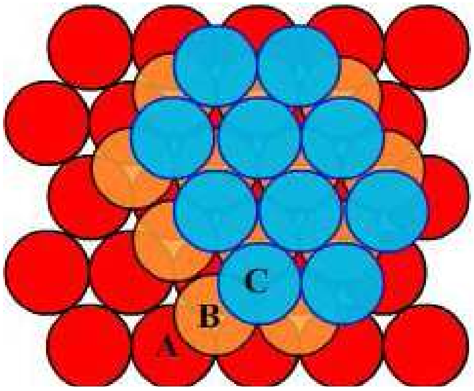
عند وضع الطبقة الثالثة سنجد أيضا خيارين كما في السابق ويتم وضعها إما في المكان X أو في المكان Y كما في الشكل التالي:



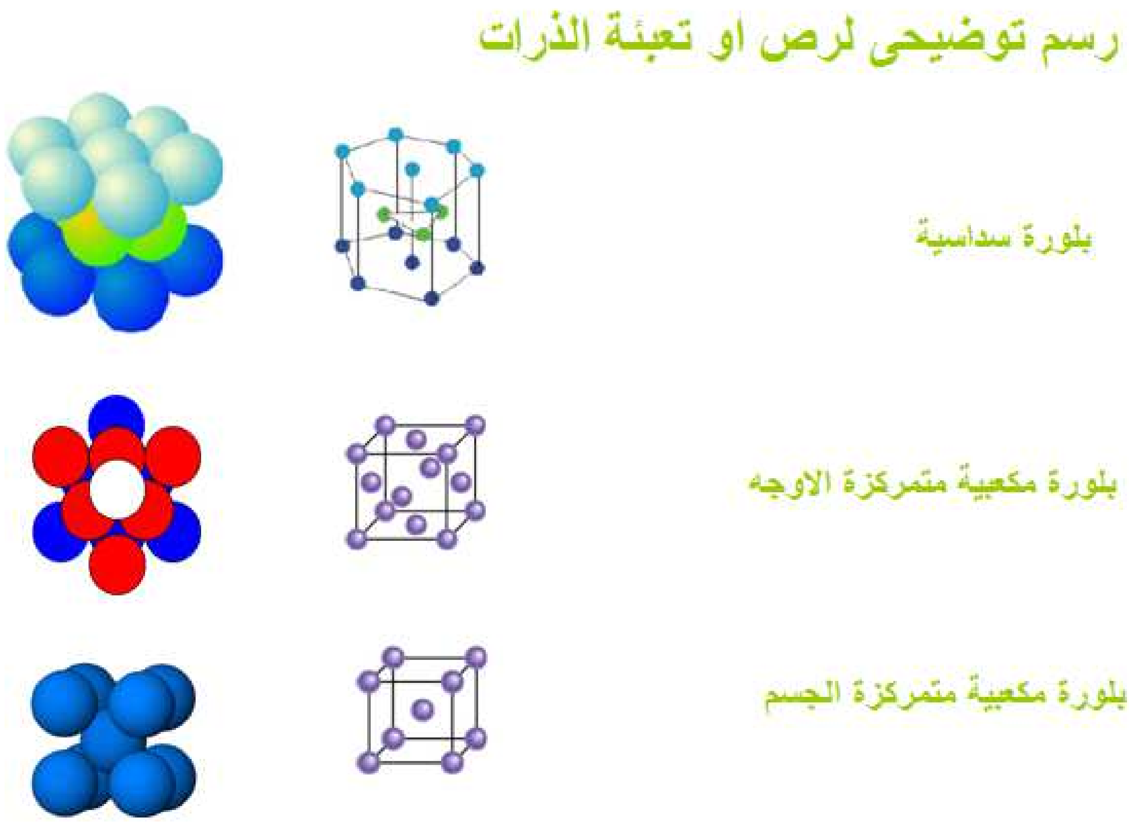
إذا وضعنا الطبقة الثالثة في X سنجد ان الكرات في الطبقة A ستقع مباشرة تحت كرات الطبقة الثالثة وبالتالي فان الكرات في المواضع X في الطبقات التالية سيكون لها نفس رمز الطبقة السفلى وبالتالي سيكون تعاقب الطبقات ABA....ABA... كما في التالي :



و يسمى هذا النموذج الرص المتلاصق السداسي.
و إذا وضعت الطبقة الثالثة في المواضع Y سنحصل على طبقة جديدة نرمز لها بالرمز C في حين أن الطبقة الرابعة ستوضع فوق كما في الشكل:



الطبقة الرابعة المتوضعة فوق الثالثة ستكون مباشرة فوق A وبالتالي سيكون الترتيب الجديد هو CBA...CBA... والبنية المتشكلة هنا هي بنية مكعب متمركز الأوجه.



2 - عامل التعبئة:

يعرف معامل الرص او التعبئه (F) بانه اكبر نسبة من الحجم الذى يمكن ان تشغله الذرات الموجودة فى خلية الوحدة.

وللخلية المكعبية يمكن حسابه كالتالى:

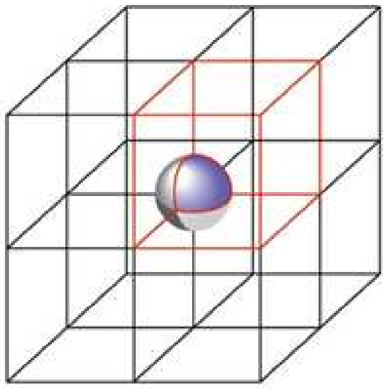
إذا كان عدد ذرات وحدة الخلية يساوي n و حجم كل ذرةV و بما أن الحجم الكلي للخلية a^3 فإن :

$$\boxed{F = \frac{nV}{a^3}}$$

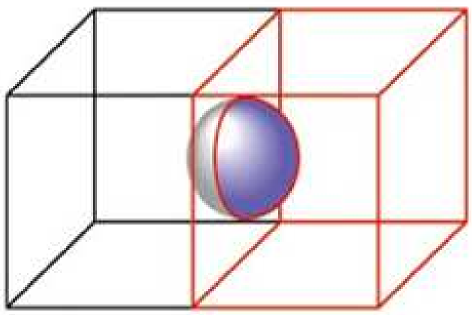
حيث n عدد الذرات فى خلية الوحدة ; r نصف قطر الذرة و a طول حرف خلية الوحدة.

لإحتساب n يجب أخذ فى الإعتبار أن كل ذرة يمكن أن تنتمي إلى أكثر من خلية:

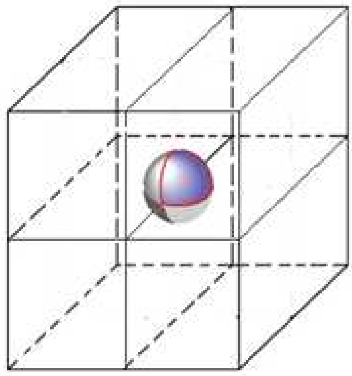
الذرات في الزواية تنتمي إلى 8 خلايا و بالتالي يتم إحتسابها بنسبة 1/8 لكل وحدة خلية:



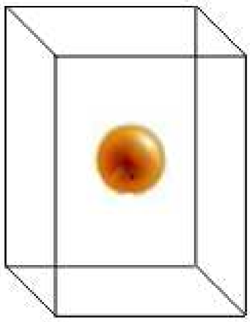
الذرة في الوجـه تنتمي إلى خليتين و بالتالي يتم إحتسابها بنسبة 1/2 لكل وحدة خلية:



الذرة على الضلع تنتمي إلى 4 خلايا و بالتالي يتم إحتسابها بنسبة 1/4 لكل وحدة خلية:



الذرة في المركز يتم احتسابها بنسبة 1 لكل وحدة خلية.



هذا الجدول يبين العدد لبعض أشكال الخلايا:

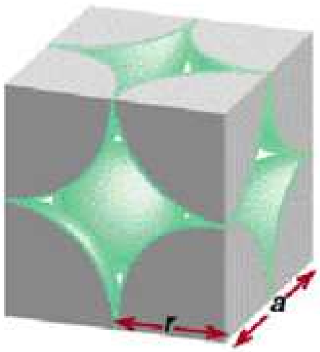
الخاصية	المكعب البسيط	المكعب ممركز الجسم	المكعب ممركز الأوجه	السداسي
عدد الذرات بالخلية	1	2	4	6

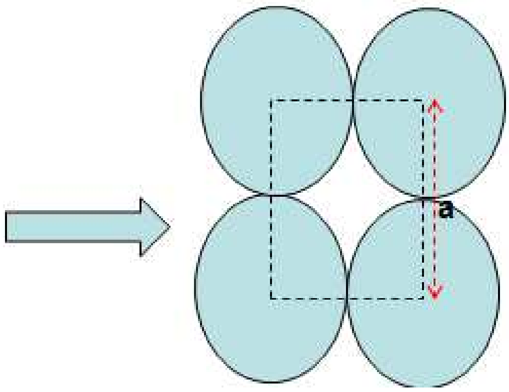
وإذا إعتبرنا أن الذرة كروية الشكل يكون حجمها $v = \frac{4}{3}\pi r^3$ بالتالي يمكن كتابة F كالتالى:

$$F=\frac{nv}{a^3}=\frac{4}{3}n\ \pi\left(\frac{r}{a}\right)^3$$

و بعدها يجب إيجاد العلاقة بين r و a حتى نتمكن من إحتساب F .

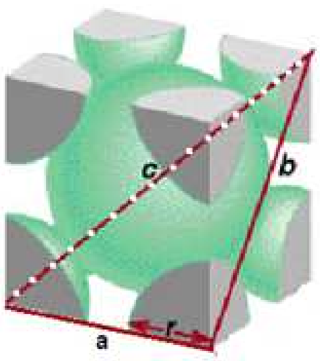
بالنسبة **للمكعب البسيط** تكون الكرات متماسة عند الضلع

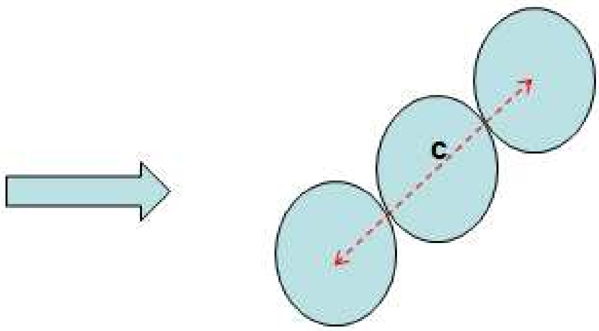




مما يؤدي لإيجاد $a=2r$ و بعد التعويض يمكن أن نجد : **F=0.52**.

بالنسبة **للمكعب متمركز الجسم** تكون الكرات متماسة عند القطر الكبير;

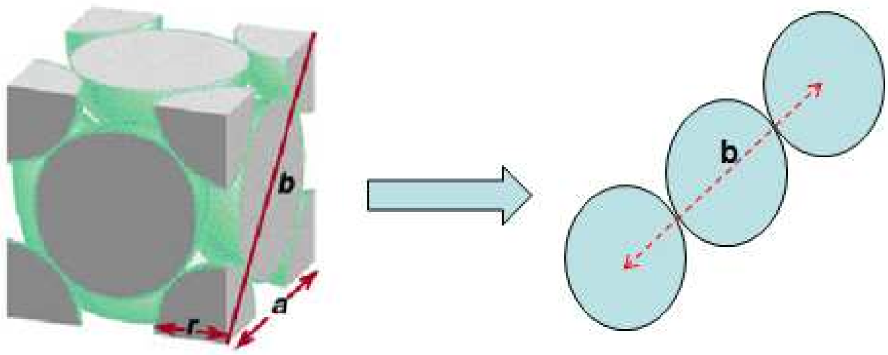




و عنه يمكن أن نكتب $b^2=a^2+a^2=2a^2$ و $c^2=a^2+b^2=3a^2$ و كذلك $c^2=(4r)^2$ مما يؤدي

إلى $a=\frac{4r}{\sqrt{3}}$ و بعد التعويض يمكن أن نجد : F=0.68.

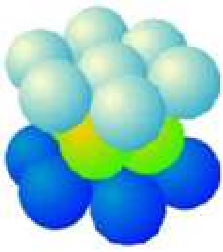
بالنسبة **للمكعب متمركز الاوجه** تكون الكرات متماسة عند قطر الوجه;

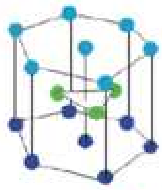


و عنه يمكن أن نكتب $b^2=a^2+a^2=2a^2$ و $b^2=(4r)^2$ مما يؤدي إلى $a=2\sqrt{2}\,r$ و بعد التعويض يمكن أن نجد : F=0.74.

3-**عدد الجوار المباشر أو عدد التناسق:** وهو عدد الذرات المحيطة الأقرب لكل ذرة **أو عدد الجوار المباشر**.

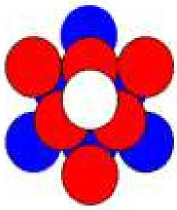
بلورة سداسية

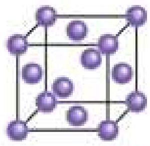




كل كرة محيطة ب 12

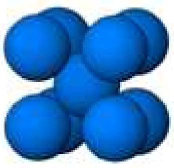
بلورة مكعبية متمركزة الاوجه

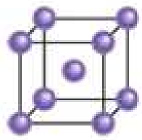




كل كرة محيطة ب 12

بلورة مكعبية متمركزة الجسم





كل كرة محيطة ب 8

يتبع