مقارنة بين الانظمة البلورية من حيث خلية الوحدة (عدد الذرات للخلية)	
نوع الشبيكة	**عدد الذرات لكل خلية**
(SC) P (Primitive)	$\left(8_{corners} \times \frac{1}{8}\right) = 1 \ \frac{atom}{unit\ cell}$
I (BCC)	$\left(8_{corners} \times \frac{1}{8} + \ 1_{body\ centered}\right) = 2 \ \frac{atom}{unit\ cell}$
F (FCC)	$\left(8_{corners} \times \frac{1}{8} + \ 6_{face\ centered} \ \times \frac{1}{2}\right) = 4 \ \frac{atom}{unit\ cell}$
C (SCC)	$\left(8_{corners} \times \frac{1}{8} + \ 2_{base\ centered} \ \times \frac{1}{2}\right) = 2 \ \frac{atom}{unit\ cell}$

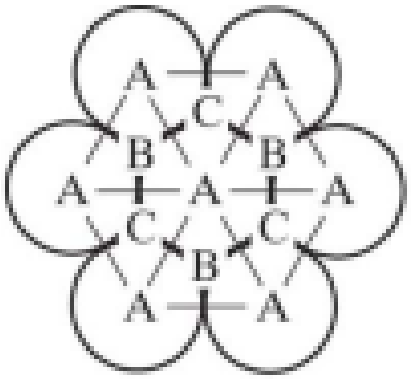
تركيب الربط المحكم/ المتلاصق Closed–Packed Structure:

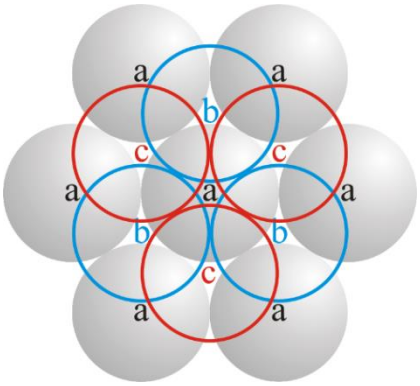
عند وضع كرات مشابهة (لها نصف قطر =r) في وعاء كبير، فأن مراكز هذه الكرات تمثل نقاط فراغية لتكوين الشبيكة. ولكي رص الكرات جيداً يجب ان يكون الفراغ المتروك (الحجم الخالي) بين الكرات اقل مايمكن.

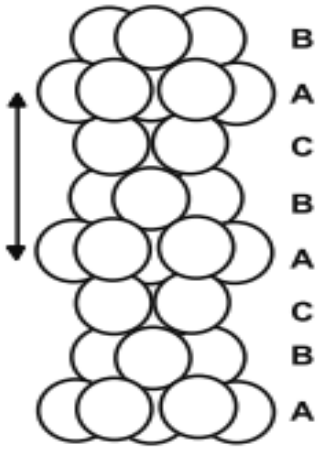
نرتب في البداية مجموعة من الكرات لتكوين طبقة متراصة نسميها الطبقة A، بحيث تتماس كل كرة مع ستة كرات متجاورة. ثم نقوم بتعبئة طبقة ثانية من الكرات (طبقة B) فوق الطبقة الاولى (طبقة A) مع ملاحظة ان كل كرة من الطبقة B ستقع فوق الفراغات بين كرات الطبقة A و تتماس مع ثلاث كرات من كرات A.

عند وضع طبقة ثالثة (طبقة C) فوق كرات الطبقة B، هناك احتمالان لترتيب الطبقة C:

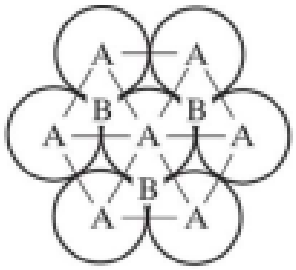
الاول: ان تشغل كرات الطبقة C كل الفراغات المتبقية من الطبقتين A و B. وبالتالي ستقع كرات الطبقة الرابعة فوق كرات الطبقة A تماما. اي اننا بذلك نحصل على ترتيب لطبقات الكرات كالاتي: A B C A B ..... C و الذي يكّون وحدة خلية مكعبة متمركزة الاوجه. وتسمى هذه الخلية بالعبوة المكعبة المتلاصقة التراص. ويسمى بالرص المكعبي المحكم.

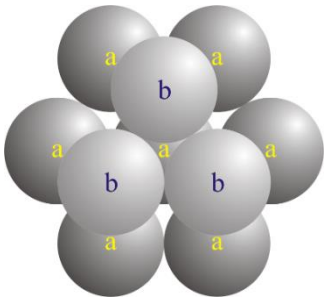


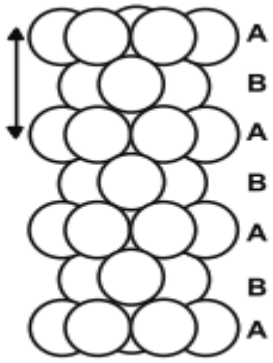




الثاني: ان تقع كرات الطبقة C فوق كرات الطبقة A تماماً وبذلك يمكننا ان نسميها طبقة A مباشرة دون ملأ الفراغات بين الطبقتين الاوليتين. اي اننا بذلك نحصل على ترتيب لطبقات الكرات كالاتي: ..... A B A B و الذي يكّون وحدة خلية سداسية الشكل.







كثافة التراص Packing Density (PD): تعّرف بانها النسبة بين الحجم الفعلي المشغول بالذرات الى حجم الخلية. فمثلاً، في التركيب المكعبي المتمركز الاوجه فان وحدة الخلية تحتوي اربع ذرات و نصف القطر الذري لها هو $r = \frac{\sqrt{2}}{4}\, a$ ، وباعتبار الذرة كروية الشكل و ان حجم الكرة = $\frac{4}{3}\,\pi\, r^3$ ، فأن الحجم الفعلي للذرات الاربعة:

$$4 \times \frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{\sqrt{2}}{4}\, a\right)^3 = 0.74\, a^3$$

و عليه، فأن كثافة الرص في المكعبي المتمركز الاوجه ستكون مساوية الى:

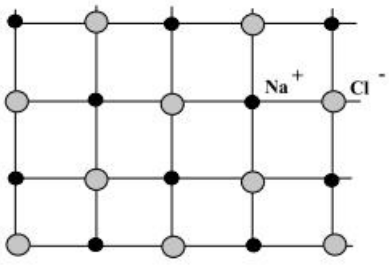
$$PD = \frac{Volume\ filled\ by\ atoms}{Volume\ of\ unit\ cell} = \frac{0.74\, a^3}{a^3} = 0.74 \quad or \quad 74\%$$

تمرين: جد كثافة التراص في حالة: ١- المكعب البسيط SC. ٢- المكعب متمركز الجسم BCC.

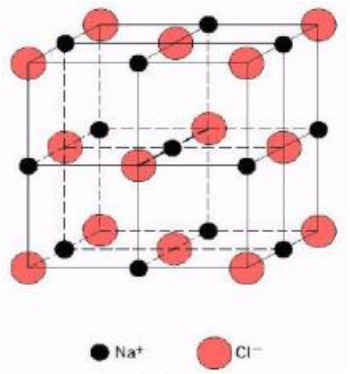
أمثلة على بعض البنى البلورية البسيطة الشائعة الاستخدام:

ان معظم البلورات المعدنية تنتمي الى الشبيكات المكعبة و السداسية. وفيما يلي اكثر البلورات انتشاراً:

١-**بلورة ملح الطعام/ كلوريد الصوديوم (*NaCl*):** ان ايونات الصوديوم Na^+ تشكّل رؤوس المكعب ومراكز وجوهه في حين تشكل ايونات الكلور Cl^- منصفات اضلاع ومركز المكعب او العكس. ويمكن تصور البلورة على انها مؤلفة من شبكتين من النوع *FCC* احدهما شبكة الصوديوم والأخرى شبكة الكلور وكل واحدة منهما مزاحة عن الأخرى بمقدار $\frac{a}{2}$ ويمكن تصور بنية هذا الملح على شكل كرات متراصة من *Cl−* وتحتل كرات *Na+* الفراغات الكائنة بينها.

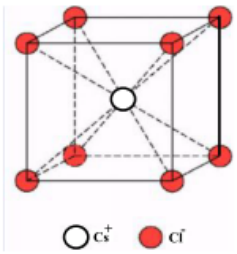


أ- البلورة مرسومة في بعدين

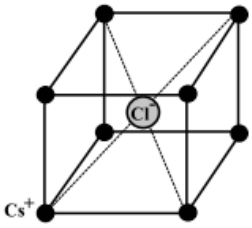


ب- بلورتين متمركزتين الأوجه متداخلتين

٢-**بلورة كلوريد السيزيوم CsCl:** وهو على شكل شبيكة مكعبة متمركزة الجسم *BCC* يحتل ايون الكلور مركز المكعب ويحاط بثمانية ايونات موجبة من السيزيوم ووحدة الخلية تحوي جزيء واحد من *CsCl*. وبلورة كلوريد السيزيوم هي بلورة غير برافيزية تتكون من بلورتين من نوع المكعب البسيط تبعد كل منهما عن الاخرى بمسافة نصف قطر المكعب.

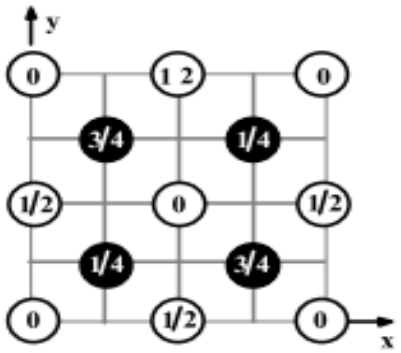


أ- بلورة كلوريد السيزيوم



ب- خلية الوحدة

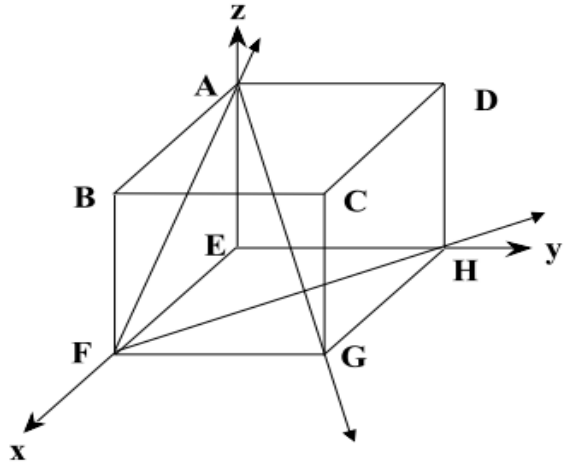
٣-**تركيب الماس *Diamond*** : بنية الماس على شكل شبيكة مكعبة متمركزة الأوجه *FCC* بحيث تشكل ذرات الكاربون رؤوس المكعب ومراكز وجوهه وتقسّمه الى ثمانية مكعبات صغيرة وتحتل اربع ذرات كاربون مراكز أربعة من هذه المكعبات وفي هذه الحالة تحاط كل ذرة كربون بأربع ذرات مجاورة. ويمكن تصور شبيكة الماس المكعبة على انها تتكون من شبيكتين *FCC* متماثلتين ومتداخلتين. تتكون الشبيكة الاولى من الذرات المظللة (في الشكل التالي) و الشبيكة الثانية من الذرات غير المظللة.



احداثيات مساقط الذرات على المستوي الافقي

تمارين:

١-عيّن ادلة ميلر للمتجهات الموضحة بالشكل التالي:



٢-اختر الجواب الصحيح موضحاً السبب: أيٌ من المتجهات الاتية يقع على المستوي (110):

$$[2\bar{1}1], [9\bar{8}\bar{8}], [112], [110], [001]$$

٣-ارسم المستويات والمتجهات التالية في وحدة الخلية المكعبة: $[434], (112), [122], [1\bar{1}2]$.

٤-جد البعد بين المستويات الاتية المتوازية في بلورة الحديد ذات الخلية المكعبة التي طول ضلعها a=0.2886 nm: (111), (212), (201), (423)

٥- اذا كان $a=b=c=8\ A^o$، جد المسافة الفاصلة بين المستويات المتوازية (123).

٦-اذا كان $a=b=7\ A^o$ and $c=9\ A^o$ ، جد المسافة الفاصلة بين المستويات المتوازية (123).

٧-اذا كان طول ضلع وحدة الخلية المكعبة للألمنيوم $4.04\ A^o$ فما قيمة كل من $d_{111}, d_{200}, d_{220}$.

٨-اكتب معاملات ميلر للذرات المتمركز في اوجه المكعب.

٩-اثبت ان كثافة التراص في حالة المكعبي المتمركز الجسم تساوي: $\frac{\sqrt{3}\ \pi}{8}$. (0.68).

١٠- اثبت ان كثافة التراص في حالة المكعبي المتمركز الاوجه تساوي: $\frac{\sqrt{2}\ \pi}{6}$. (0.74).

١١-اذا علمت ان بلورة الحديد من نوع مكعبة متمركزة الاوجه (a=0.29 nm) احسب ما يلي للمستويين (111) و (222) :

١- الكثافة الذرية. ٢- المسافة الفاصلة بين المستويين. ٣- الزاوية المحصورة بينهما.

١٢-ما المقصود بالمصطلحات التالية:

١-خلية الوحدة/وحدة الخلية. ٢- عدد التناسق.

٣-كثافة التراص. ٤- الكثافة الذرية للمستوي البلوري.

٥-الشبيكة البرافيزية. ٦- التماثل.

٧-معاملات ميلر. ٨- نصف القطر الذري.

٩-التركيب المتراص المكعبي المحكم . ١٠-التركيب المتراص السداسي المحكم.