التركيب البلوري **Crystal Structures**

تصنف المواد الصلبة وبضمنها المواد شبه الموصلة إلى نوعين رئيسيين هما:

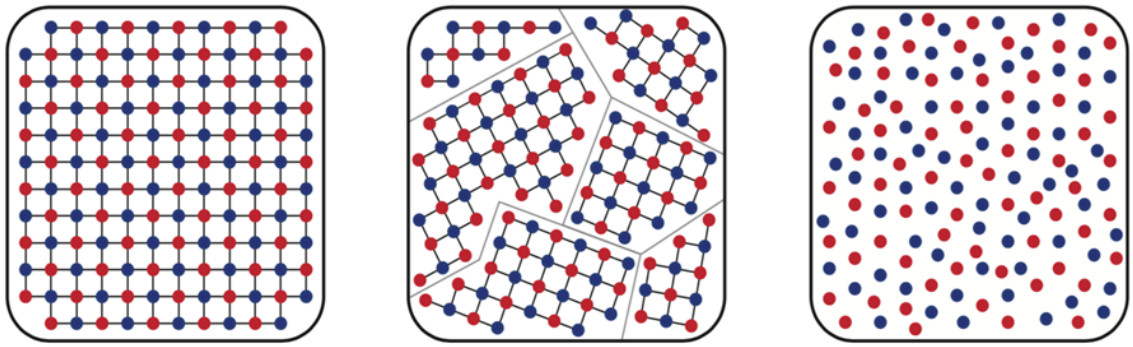
1. **المواد المتبلورة Crystalline**

هي المواد التي تكون ذراتها مرتبة في الفراغ بشكل هندسي دوري بحيث تكون مواقعها حدودية في هذا الشكل وتكون هذه الدورية بترتيب طويل المدى long range order أما في بعدين للشبائك ثنائية 2D-lattice الابعاد او ثلاثة أبعاد للشبائك ثلاثية الابعاد 3D-lattice. ان المواد المتبلورة تحوي صفوفا من الذرات المتجمعة والمرتبة بشكل دوري وتمتلك نوعا من التماثل Symmetry، ويمكن اعتبار تركيبها تكرارا لأية وحدة خلية ومن هذه المواد هي الحديد والذهب وكلوريد الصوديوم وغيرها.

وتبعا لمدى تكرار الشكل البلوري، يمكن تصنيف المواد المتبلورة إلى نوعين:

A. **المواد أحادية التبلور Single Crystal** تتكون المواد أحادية التبلور من مجموعة من الذرات المرتبة بشكل دوري على المدى الطويل، اي تمتد الشبيكة البلورية خلال البلورة بأكملها مكونة بلورة كبيرة منتظمة.

B. **المواد متعددة التبلور polycrystalline** تتكون من حبيبات بلورية كثيرة لها أحجام مختلفة وعشوائية التوزيع. حيث لا تمتد دورية الشبيكة خلال البلورة بأكملها وانما تمتد داخل الحبيبة لتنتهي عند حدود الحبيبة Grain boundaries. يمكن عن طريق ضبط عملية التبلور التوصل إلى تقليل عشوائية التوزيع بحيث تنتظم البنية البلورية ونحصل على ما يسمى بلورة أحادية.



ترتيب الذرات في المواد أحادية التبلور ومتعدد التبلور والعشوائية

2. المواد الغير المتبلورة Non-Crystalline

وتضم المواد الصلبة التي تترتب ذراتها بشكل عشوائي random وبترتيب المدى القصير short range order، بمعنى أنها غير منتظمة على المدى البعيد ولهذا تسمى لا بلورية أو عشوائية Amorphous. مثل هذه المواد الزجاج.

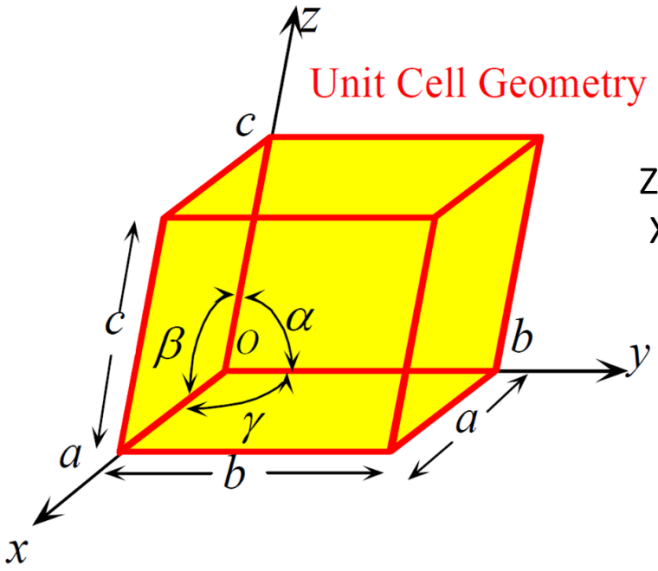
ولغرض فهم اشكال تبلور الذرات والشبائك البلورية وانواعها، هنالك بعض المفاهيم الأساسية في علم البلورات يجب فهمها كما موضح ادناه.

البلورة crystal

جسم صلب يتكون من مجموعة من الذرات مرتبة بشكل هندسي، معين تتألف من وحدات صغيرة تتكرر بانتظام في الابعاد الثلاثة وتسمى بوحدة الخلية unit cell

وحدة الخلية unit cell

هي أصغر وحدة حجم في الشبيكة الفضائية هي وعبارة عن صندوق يحتوي على ذرة واحدة أو أكثر ويحدد الترتيب المكاني للذرات. عندما تتكرر وحدات الخلايا، والتي بتكرارها في الاتجاهات الثلاثة يتم تحديد ترتيب ذرات البلورة.



علما ان الزاوية α تقع بين المحورين Y و Z
و ان الزاوية β تقع بين المحورين Z و X
و ان الزاوية γ تقع بين المحورين Y و X

من أهم خصائص البلورة هو أبعاد وحدة الخلية، التي تسمى a ، b ، c والزوايا بين هذه الأبعاد وتسمى ألفا α، بيتا β، غاما γ. وتلك الستة إحداثيات تسمى إحداثيات الشبيكة البلورية crystal lattice coordinates. تلعب البنية البلورية دوراً هاماً في تحديد خصائص البلورة مثل التوصيل الكهربائي electrical conduction حزم الطاقة energy bands خصائص بصرية optical properties وخصائص مغناطيسية magnetic properties. فهناك عدد من الخيارات الممكنة لوصف وحدة الخلية للبنية البلورية. أحد الخيارات لتحديد أطوال الخلايا وزواياها هو تعريف نقطة الاصل للشبيكة البرافيزية* **Bravais** الأساسية عند النقطة الخلفية اليسرى السفلية لوحدة الخلية. تتم محاذاة محاور الإحداثيات **x-y-z** بشكل موازي للأضلاع **a** ، **b** ، **c** ، على التوالي.

حجم خلية الوحدة ثلاثية الابعاد ويعطى بالعلاقة

$V = \vec{a} \times \vec{b}.\vec{c}$ او $V = \vec{a}.\vec{b} \times \vec{c}$

الشبكة البلورية crystal lattice

تمثل مجموعة من النقاط مرتبة بنظام معين دوري لانهائي لنقاط هندسية مرتبة في الفضاء، وكل نقطة تكون محاطة بمجموعة من النقاط.

البنية البلورية crystal structure

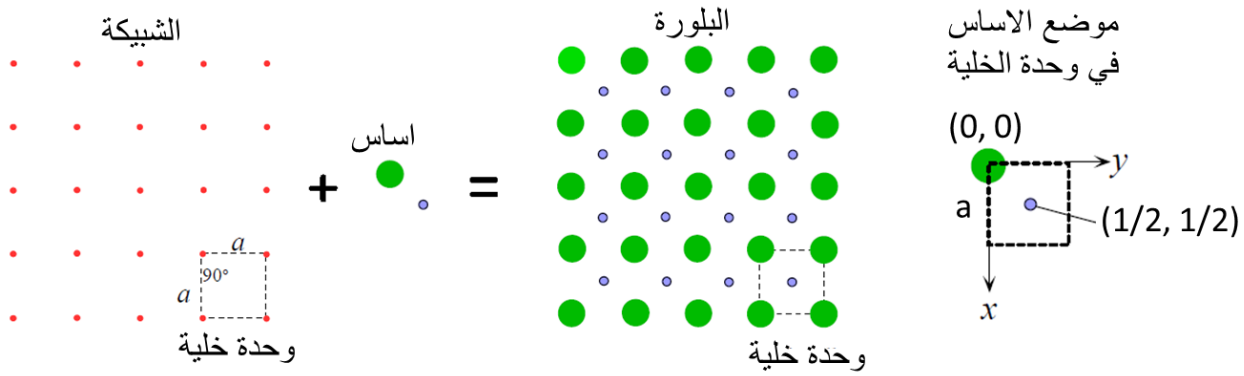
هي الترتيب الفريد للذرات في البلورة. تتكون البنية البلورية من مجموعة من الذرات مرتبة بطريقة معينة في الشبكة البلورية.

القاعدة او الاساس Basis

وهي ذرة او ايون او جزيئة او المجموعة المتطابقة من الذرات أو الجزيئات المتواجدة عند نفس المواضع بالنسبة لكل نقطة شبيكة وترتبط كل نقطة مع النقاط الاخرى لتشكيل هيئة معينة ويجب ان يمتاز الاساس المرافق لكل نقطة بان يكون:

1. متماثل الاجزاء من حيث التركيب والترتيب والتوجيه.
2. عدد الذرات في وحدة الخلية الاولية مساوٍ لعدد ذرات الاساس.

الشبيكة Lattice + أساس أو قاعدة base = البنية البلورية crystal structure



يبين الشكل اعلاه:

(a) شبيكة بسيطة مربعة لها وحدة خلية مربعة مع ضلع طوله a.

(b) أساس مكون من ذرتان.

(c) بلورة اي التركيب البلوري = شبيكة + قاعدة

(d) وحدة خلية عبارة عن مربع بسيط مكونة من ذرتان أحدهما في الموقع (0, 0) والاخرى في الموقع (1/2, 1/2).

توجد سبع أنظمة بلورية. تصف هذه الأنظمة جميع الطرق الممكنة لترتيب ثلاث مجموعات من المستويات التي تقسم الفضاء إلى وحدات خلايا دورية بأشكال مختلفة. هذه الأنظمة هي مكعب cubic، رباعي الزوايا tetragonal، معيني orthorhombic، سداسي hexagonal، معيني السطوح rhombohedral (يسمى أيضًا ثلاثي الزوايا trigonal) ، أحادي الميل monoclinic، وثلاثي الميل triclinic .