كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الرابعة**

المادة : كيمياء البلورات

المحاضرة : الاولى/نظري/د . ميرنا صالح

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

الفصل الأول

مفاهيم أساسية في علم البلورات

1-1- تطور علم البلورات:

يدرس علم البلورات الحالات الخاصة والأساسية للأجسام الصلبة، ويدخل في دراسته العلوم الرياضية، والفيزيائية، والكيميائية، والفيزيائية الكيميائية، ويقسم علم البلورات إلى أربعة أقسام:

1- علم البلورات الهندسي (Geometrical): يدرس هذا العلم الخواص الهندسية للبلورات.

2- علم تشكل البلورات: يدرس آليات تشكل البلورات، ونموها .

3- علم البلورات الفيزيائية (Physical Crystallography): يدرس الخواص الفيزيائية للبلورات، وعلاقتها بالخواص الهندسية .

4- علم البلورات الكيميائية (Chemical Crystallography): يهتم علم البلورات الكيميائية بالدراسات النظرية، والتجريبية للحصول على البلورات، ويدرس العوامل الخارجية التي تؤثر في نمو البلورات. والخواص الأساسية، كتعدد الأشكال البلورية للمركب الواحد (Pylemorphuthem)، وتماثل الأشكال البلورية (Isomorphuthem)، وتشكل المحاليل الصلبة، لأهميتها في مجالات التعدين، والإلكترونيات، والتقنيات المتعددة.

لم يكن الإنسان على تماس مباشر ومعروف مع البلورات التي تتوضع على سطح الكرة الأرضية بشكل كبير جداً. حيث تشكل البلورات نسبة كبيرة من القشرة الأرضية تصل إلى حوالي 95% من وزنها. وتعد الجبال بطبيعتها كتلاً هائلة من البلورات. و هناك بعض البلورات المشهورة في الطبيعة والمعروفة مثل (الجليد ،والسكر والأملاح المختلفة التركيب والمتعددة والمتنوعة).

يمكن الحصول على البلورات المعدنية من الجبال، ويملك هذا النوع من البلورات بنى بلورية مختلفة ولها أهميتها الكبيرة حيث تشكل أساساً في الصناعات التقنية.

وفي السنوات الأخيرة وبعد تطور العلوم التقنية تمّ الحصول على بلورات نقية، ووحيدة (monogrystall) وذلك لأهميّة هذه البلورات في الصناعات المعدنية والالكترونية والتكنولوجية المختلفة.

ويهتم الجيولوجيون أيضاً بدراسة علم البلورات، لأن علم الجيولوجيا يدرس المعادن والصخور ويهتم بدراسة الكيمياء الجيولوجية،وبحقول الخامات المعدنية، ويستخدم في هذه الدراسات طرق التحليل الحديثة مثل جهاز(انعراج الأشعة السينية)، وهذا الجهاز مهم وضروري لكل من يهتم بدراسة علم البلورات.

عرف الإنسان منذ زمن بعيد تشكل الأملاح من محاليلها، ولكن وقف حائراً أمام عملية تبلور هذه الأملاح، ولم يستطع سابقاً أن يفسر ظاهرة ازدياد حجم الجليد عند تبلوره من الماء، أو تبلور أي ملح من محلوله، وبقيت كثيرٌ من الظواهر غامضة على الإنسان في تشكل البلورات لم يستطع تفسيرها، ولكن بعد تطور العلم، ونشوء الثورة العلمية استطاع الإنسان أن يفسر جميع هذه الظواهر،وأن يدرس الخواص المختلفة للبلورات التي سنذكرها بالتفصيل لاحقاً.

1-2- الجملة الكيميائية:

1- **تُعرّف الجملة الكيميائية** بأنها مجموعة من المركبات، أو المواد الكيميائية الموجودة في حالة توازن طورية معينة، والمعزولة عن الوسط الذي يحيط بها. وتوصف الجمل الكيميائية بمعادلات تفاعل، كما هو موضح بمعادلة التفاعل الآتية:

$$H_2O\ (\text{ماء}) = H_2O\ (\text{جليد})$$

أي أن معادلة الجملة الكيميائية للماء هي معادلة انصهار الجليد نفسها. أي أن الجليد، والماء يشكلان المادة نفسها وهي (H_2O) الواقعة في حالتين طوريتين

مختلفتين. وفي الشروط الحقيقة يمكن أن نجد هاتين الحالتين للماء معاً في وعاء واحد في حالة توازن، مع وجود الهواء، وبخار الماء فوقهما. أي عند انصهار الجليد تتضمن الجملة إضافة إلى الماء طوراً جديداً يكون في حالات توازن مع الأطوار الأخرى، هو بخار الماء. وتختلف الأطوار من جملة إلى أخرى.

2- تعريف المركبات الكيميائية: هي المركبات التي تشكل الجمل الكيميائية، فمثلاً في الجملة الكيميائية الآتية:

$$H_2O \text{ (بخار)} = H_2O \text{ (سائل)} = H_2O \text{ (جليد)}$$

إذاً المركب الكيميائي في هذه الحالة هو الماء (H_2O) الذي ينتقل من حالة طورية إلى حالة طورية أخرى. ونسمي الجملة في مثل هذه الحالة بالجملة وحيدة المركب.

1-3- الأطوار في الجملة الكيميائية:

يمكن أن تكون الجملة الكيميائية متجانسة، أو غير متجانسة:

الجملة الكيميائية المتجانسة: هي الجملة التي تكون فيها الخصائص الفيزيائية لعناصرها متماثلة ولو كانت مختلفة في تراكيبها الكيميائية، فمثلاً: الهواء يتألف من مزيج غازي من الأوكسجين،والآزوت،و يكون محلولهما في الماء محلولاً متجانساً، ويشكلان جملة كيميائية وحيدة الطور، أي أن كل جملة وحيدة الطور هي جملة متجانسة.

الجملة الكيميائية غير المتجانسة: هي الجملة التي تكون فيها الخصائص الفيزيائية لعناصرها مختلفة، فمثلاً محلول مشبع لملح الطعام في الماء. إذاً الجملة في هذه الحالة تتألف من طورين: (طور صلب هو الملح، وطور سائل هو الماء) وتُسمى هذه الجملة بثنائية الطور. أي إذا احتوت الجملة على أكثر من طور تكون جملة غير متجانسة.

1-4- حالات المادة:

توجد المادة في أربع حالات ،هي: الصلبة، و السائلة، والغازية، و البلاسما. وقد عُرفت الحالات الثلاث الأولى، ودُرست بشكل مفصل. أما الحالة الرابعة (البلاسما) فلم تكن معروفة مثل بقية الحالات.

تتميز الحالة الصلبة بأنها تحافظ على شكلها، وحجمها، ولا يمكن تغييرهما إلا بصعوبة، وبشكل قليل جداً. أما الحالة السائلة فتحافظ على حجمها فقط، ولا يمكن تغييره إلا بصعوبة، ويمكن تغيير شكلها بشكل واضح وكبير. أما الحالة الغازية فمن السهل تغيير حجمها وشكلها.

وتبقى الذرات مصونة بشكل أساسي في الحالات الثلاث السابقة، أما في حالة البلاسما فتتفكك الذرات إلى أقسام، أو أجزاء متعددة ،وكثيرة بتأثير درجات الحرارة العالية، وتفقد خصائصها الكيميائية الأساسية.

تنتمي البلورات إلى الحالة الصلبة التي تستقر مكوناتها بشكل منتظم وثابت عند شروطٍ ترموديناميكية معينة من ضغط ودرجة حرارة.

1-5- التفاعلات في الأجسام الصلبة:

تقسم الأجسام الصلبة إلى نوعين:

1-أجسام صلبة بلورية.

2-أجسام صلبة لا بلورية (الزجاج).

1- الأجسام الصلبة البلورية:

هي الأجسام التي تكون محددة بعواملها الخارجية من مستويات وأضلاع وزوايا وتستقر مكوناتها في بنية بلورية منتظمة. وتحافظ البلورات على كثير من أشكال المواد التي تدخل، في تركيبها وهذا يسهل دراستها عند معرفة خواص التركيب الداخلي للمواد التي تدخل في تركيبها، وسلوكه.

2- الأجسام اللابلورية:

هي الأجسام التي لا تملك بنية بلورية منتظمة، وتستقر مكوناتها بشكل عشوائي. وفي كلتا الحالتين يتطلب تشكلهما درجات حرارة مرتفعة كي تحدث التفاعلات الكيميائية بين المواد الداخلة في تركيبهما، ولذا تعد التفاعلات في الأجسام الصلبة من أصعب التفاعلات الكيميائية، وأعقدها، لأن التفاعلات في الأجسام الصلبة هي عملية التبلور ذاتها، أو بشكل أدق هي إعادة التبلور. ولأن عملية التبلور تعني تحطيم الخواص الفيزيائية، والفيزيائية الكيميائية، والهندسية للمادة الصلبة، وإعادة تشكيلها.

تجري التفاعلات بين مختلف المواد الصلبة التي تشكل البلورات على الأجزاء العلوية للأطوار الصلبة، وتحدد هذه التفاعلات حركة الإلكترونات في المواد التي تدخل في التفاعل، وتزداد حركة الإلكترونات بزيادة درجة الحرارة، ولكي تحدث هذه التفاعلات يجب أن تكون مكوناتها على تماس مباشر بعضها ببعض حتى تكون قوى التجاذب بينها في حدها الأعظمي،و يجب أن تتداخل حقولها الكهربائية بشكل كاف كي تتبادل الإلكترونات فيما بينها.

بدأت دراسة التفاعلات في الأجسام الصلبة في أوائل القرن العشرين حيث خلص كل من العالمين (خيدفال – تامان) إلى النتائج الآتية المتضمنة العمليات الميكانيكية للتفاعلات بين الأجسام الصلبة، وهي:

1-تحدث التفاعلات بين المواد الصلبة عند درجات حرارة مرتفعة على حساب التفاعلات بين مكوناتها.

2-تتميز التفاعلات بين الأجسام الصلبة بأنها ناشرة للحرارة ،وتتم على حساب الطاقة الاحتياطية في الجملة البلورية.

3- تُستهلك حرارة التسخين للمواد الصلبة المتفاعلة بحيث تصبح في حدها الأدنى كي تتشكل بنية بلورية جديدة.

4- تبدأ التفاعلات الكيميائية في الأجسام الصلبة عند درجات الحرارة الدنيا، وتكون أعظمية عند نقطة التحول من بنية بلورية إلى أخرى في البلورات التي لها بنى بلورية متعددة. و تعتمد التفاعلات بين الأجسام الصلبة على آلية انتشار الجسيمات في الشبكة البلورية لأن هذه الجسيمات (جزيئات – ذرات – شوارد) تختلف

بالحجم والسرعة من مادة إلى أخرى، وهذا يجعل عملية انتشارها ضمن الشبكة البلورية تختلف بعضها عن بعض. تتميز الشوارد بأن حركتها أكبر من حركة بقية الجسيمات الأخرى، وحركة الشوارد السالبة تكون أقل من حركة الشوارد الموجبة، ولهذا السبب تحدث عملية الانتشار للشوارد ضمن الشبكة البلورية على حساب الشوارد الموجبة. ولكي تحدث التفاعلات في الأجسام الصلبة من الضروري أن يكون للجسيمات قدرة على أن تحل بعضها محل بعض في الشبكة البلورية، وتختلف آلية انتقال الجسيمات فيما بينها، وتتحدد هذه الآليات وفق الآتي:

1-الانتقال بشكل دائري: أي تستطيع هذه الجسيمات أن تنتقل إلى أكثر من ذرة على شكل دائرة مغلقة الشكل (1-1).

2-الانتقال إلى العقد الشاغرة في الشبكة البلورية: ويكون الانتقال في هذه الحالة أكثر سهولة، وأقل ضياعاً في الطاقة ،ويتعلق هذا النوع من الانتقال بكثافة الجسيمات في الشبكة البلورية، وبآلية انتقالها، الشكل (1-2).

3-الانتقال بين العقد في الشبكة البلورية: يحدث هذا النوع من الانتقال خللاً في الشبكة البلورية، ويسمى خلل (فرينكل)، وهناك شكلان للانتقال من هذا النوع الشكل(1-3).

الشكل الأول: هو انتقال الذرات من بين العقد إلى ما بين العقد الشكل(1-3-a).

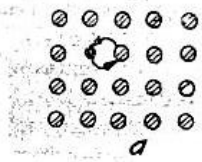
الشكل الثاني: هو انتقال الذرات من العقد إلى مكان آخر بين العقد الشكل(1-3-B)

1-5-1- العوامل التي تؤثر في التفاعلات في الأجسام الصلبة:

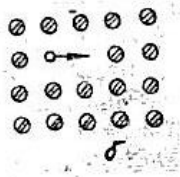
أثبتت التجارب أنه عند تسخين المواد الأولية الصلبة التي تشكل الأجسام البلورية الصلبة إلى درجة حرارة أقل من درجة حرارة الانصهار تتشكل مركبات صلبة جديدة، كما هو موضح بالمثال الآتي:

ليكن لدينا المادتان الصلبتان الآتيتان (A و B) لهما بنيتان بلوريتان منتظمتان ،وبتسخينهما إلى درجة حرارة معينة، عند بداية التفاعل ستتحطم أولاً الشبكات البلورية للمركبين (A و B) ويحدث خلل فيها، ويتشكل المركب الجديد AB وفق الآتي:

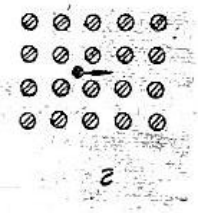
$$A+B \xrightarrow{T\,^{\circ}C} AB$$



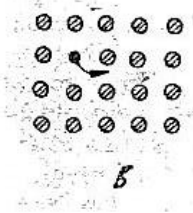
الشكل(1-1-a) الانتقال الدائري



الشكل(1-2-α) الانتقال إلى العقد الشاغرة



الشكل(1-3-γ) الانتقال من العقد إلى مكان آخر بين العقد



الشكل(1-3-β)الانتقال من العقد إلى ما بين العقد

أي يتشكل مركب صلب جديد (مركب بلوري جديد) ويؤثر في تشكله مجموعة من العوامل، وهي:

1- درجة الحرارة، كما ذكرنا سابقاً.

2- الزمن: أي كلما كان الزمن كبيراً وكافياً جرى التفاعل حتى النهاية، أي يتم استهلاك جميع المواد الأولية الداخلة في التفاعل.

3- الثخانة: تتعلق بحجم المواد الأولية الداخلة في التفاعل، أي كلما زادت الثخانة قلت سرعة التفاعل، وكلما قلت الثخانة زادت سرعة التفاعل.

4-الكثافة: يتم تحضير الخليط المتفاعل على شكل أقراص قبل عملية التسخين.

5-طبيعة المواد الأولية: تتعلق طبيعة المواد الأولية بدرجة نقاوتها، وبنيتها البلورية الكاملة غير المشوهة التي لا يوجد خلل فيها. لأن عملية الانتشار للجسيمات في الأجسام الصلبة تحدث في الشبكات البلورية.

6-عملية الخلط: إذا كانت الشروط التقنية ملائمة تتم عملية تسخين العينات بشكل مناسب وعندئذ تلعب عملية الخلط دوراً مهماً ففي هذه الحالة ستتحرر بشكل مستمر طبقات بلورية ناتجة عن التفاعل، وتسهل عملية التماس بين الجسيمات المتفاعلة حدوث التفاعلات فيما بينها.

أي إذا جرى التفاعل بين مركبين صلبين يمكن أن يتشكل منهما مركب جديد أو أكثر، وهذا لا يتعلق بنسبتهما في الجملة فحسب، فبداية يمكن أن يتشكل مركب معين، وباستمرار عملية التسخين يتحول هذا المركب إلى مركب آخر يحتوي في تركيبه على المواد الأولية الداخلة في التفاعل.

ففي الجملة البلورية $MgO.SiO_2$ يتم التفاعل بين المركبين MgO، وSiO_2 بنسبة 1:1 وفق المخطط الآتي:

-1

MgO	SiO_2

-2

MgO	Mg_2S	SiO_2

-3

MgO	Mg_2S	SiO_2

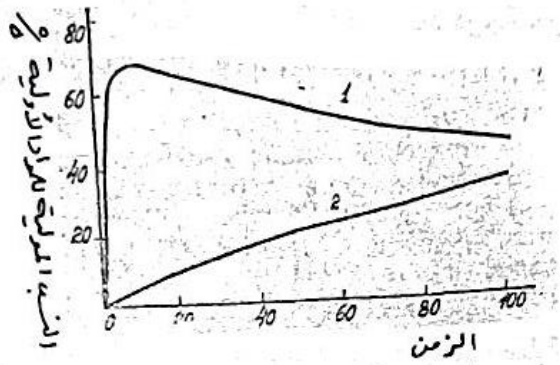
-4

Mg_2S	MgS	SiO_2

أي MgS اختصار للتركيب $Mg.SiO_2$ و Mg_2Sاختصار للتركيب $2MgO.SiO_2$

أي لا يتعلق التفاعل في هذه الحالة بنسبة المواد الأولية الداخلة فيه، بينما يتعلق بالطور الصلب الأولي الذي يتشكل في البداية، وهو في هذه الحالة $2MgO.SiO_2$ الذي يتحول بزيادة التسخين إلى المركب $Mg.SiO_2$ عند الدرجة $1770^{0}c$ الشكل(1-4).

$$2MgO.SiO_2 \xrightarrow{1770^{0}c} MgO.SiO_2$$



الشكل (1-4) الدراسة الحركية للتفاعل بين SiO_2, MgO

يتضح من المخطط أن أورتا السيليكات تتشكل بشكل حاد مقارنة بتشكل ميتا السيليكات، و بما أن التفاعلات في الأجسام الصلبة صعبة ومعقدة كان لا بد من دراسة ما يسمى بمفهوم الحركية في الأجسام الصلبة.

1-6- الصفات الخارجية للبلورات:

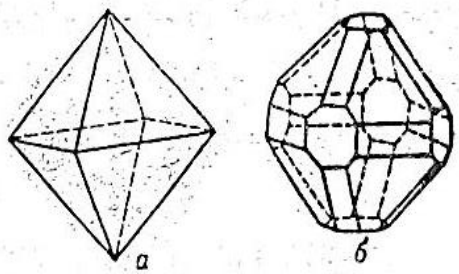
هي الصفات التي تحدد المظهر الخارجي للبلورات، والتي تكسبها الشكل الهندسي العام ، ومن خلالها يمكن **وصف البلورة**: بأنها جسم صلب له شكل هندسي معين، ويتحدد هذا الشكل بسطوح معينة تدعى الوجوه، وتتقاطع الوجوه بعضها مع البعض بمستقيمات تدعى الأضلاع، وتتقاطع الأضلاع مع بعضها برؤوس مشكلة فيما بينها زوايا. فالبلورات تحافظ على أشكالها الهندسية المتعددة الوجوه، ولا يعدّ كل جسم صلب له وجوه متعددة جسماً بلورياً، فمثلاً إذا أخذنا قطعة من الزجاج، وأكسبناها شكلاً ذا وجوه عديدة، فليس معنى ذلك أن قطعة الزجاج أصبحت بلورة. بل تبقى البلورات محافظة على صفاتها الهندسية، ووجوهها حتى إذا ما قُسمت إلى أجزاء عدة يعكس قطعة الزجاج.

1-7- الصفات الأساسية للبلورات:

هي الصفات التي ترتبط بالبنية العامة للبلورات، كالصفات الفيزيائية ،والفيزيائية الكيميائية، والهندسية المورفولوجية وبشكل أدق هي الصفات التي ترتبط بالتركيب الكيميائي والبنية الفراغية للبلورة. من أهم هذه الصفات.

1-7-1- قدرة البلورة على التغلف:

تتميز البلورات بقدرتها على التغلف، وذلك في المختبر أو في الطبيعة، وتتعلق قدرة البلورة على التغلف بالشروط الخارجية التي تؤثر فيها. فمثلاً بلورة كبريتات البوتاسيوم والألمنيوم المائية $KAl(SO_4).12H_2O$ يمكن أن يتغير شكلها عند تغير تركيز المحلول الذي تشكلت فيه كما هو موضح بالشكل (1-7). حيث تأخذ البلورة شكلاً أكثر انتظاماً وتحديداً في المحلول المشبع.



الشكل (1-7) أشكال بلورة $KAl(SO_4).12H_2O$

a) شكل البلورة المتشكلة في محلول تركيزه كبير b) شكل البلورة المتشكلة في محلول تركيزه قليل

ولكي تكتمل أضلاع البلورة، ووجوهها يجب توافر الشروط الخارجية المناسبة، واللازمة.

وتنمو البلورات في كثير من الأحيان دون أن يكتمل شكلها الخارجي ،ويوجد في الطبيعة كثير من البلورات غير مكتملة الشكل، والتحديد، والتغليف.

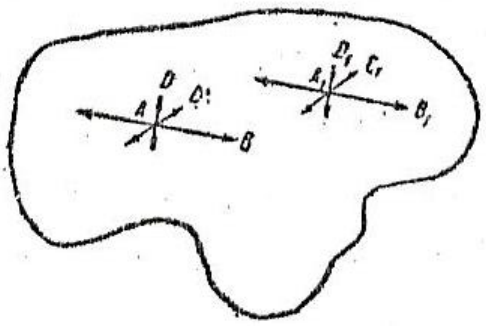
1-7-2- التجانس في البلورات:

إن خواص البلورات تكون متماثلة ومتطابقة في اتجاه واحد، فمثلاً إذا تم فصل قطعة من بلورة ما، وتمت دراسة خواصها البصرية، فإنها ستبقى محتفظة بالخاصة نفسها قبل انفصالها في الاتجاه نفسه إذاً صفة التجانس تعني أن الصفات متماثلة في جميع أجزاء البلورة، أي تكون متماثلة في الخواص الفيزيائية، والبصرية، والإلكترونية، والمغناطيسية وغيرها. أما في السوائل، والغازات على الرغم من التوزع العشوائي لجزيئاتها، فإن التوزع المتماثل لها في الأجزاء المختلفة، هو الوسطي الذي نحصل عليه نتيجة القياسات العديدة لتوزع الجزئيات في فترات زمنية مختلفة، ولذا يدعى هذا التجانس، بالتجانس الإحصائي على عكس ما هو في البلورات التي تتميز بتوزع منتظم لجسيماتها، ولذا فهي تملك مفهومها الخاص بالتجانس، ويمكن تعريفه بشكل آخر: فهو التوزع المنتظم لجميع الجسيمات بعضها بالنسبة لبعض في جميع البلورات المتماثلة.

1-7-3- عدم تماثل الخواص (اختلاف الخواص باختلاف المحور) An isotropic:

تختلف خواص البلورات باختلاف جهة المحور الذي تتوضع وفقه البلورة، وذلك بسبب توضع الجسيمات في شبكات فراغية منتظمة، وتكون المسافات متساوية فيما بينها في الصفوف المتوازية، وصفاتها متماثلة، بينما تكون الصفات مختلفة في الصفوف غير المتوازية.

مثلاً: إذا كان معامل الناقلية الحرارية في بلورة ما وفق الاتجاهAB هو المقدار AB ووفق الاتجاهات الأخرى مقادير مختلفة هي AB, AC, AD، أي وفق خاصة عدم تماثل الخواص، فإن $AB \neq AC \neq AD$ كما هو موضح بالشكل (1-8)، وأيضاً $A_1B_1 \neq A_1C_1 \neq A_1D_1$.



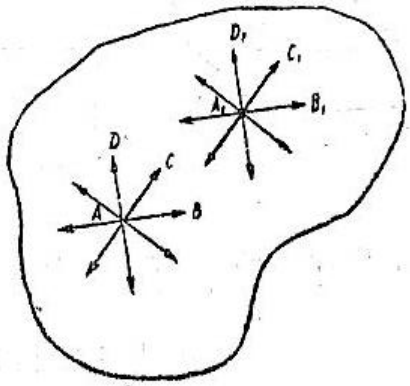
الشكل (1-8) اختلاف الخواص باختلاف المحور

ولكن في أجزاء أخرى من الجسم البلوري يأخذ معامل الناقلية الحراري مقادير متساوية وفق الاتجاهات الموازية للاتجاهات السابقة أي:

$$AB = A_1B_1, AD = A_1D_1, AC = A_1C_1$$

يكون للمقادير المتوازية والمتساوية خواص متشابهه، وللمقادير المختلفة بالاتجاه خواص غير متشابهة.

أما في الأجسام اللابلورية، كما في الزجاج، فتكون خاصة التماثل موجودة، وتُسمى ايزوتروبية (Isotropic) أي تكون خواص الجسيمات متشابهة في جميع الاتجاهات، و تتصف السوائل، والغازات بخاصة التماثل مثل الأجسام اللابلورية، كما هو موضح بالشكل (1–9).



الشكل (1–9) جسم متماثل الخواص، والصفات فيه متشابهة، ومتماثلة في جميع الاتجاهات.

يوضح الشكل (1–9) المقادير المختلفة الاتجاهات المتساوية و المتشابهة:

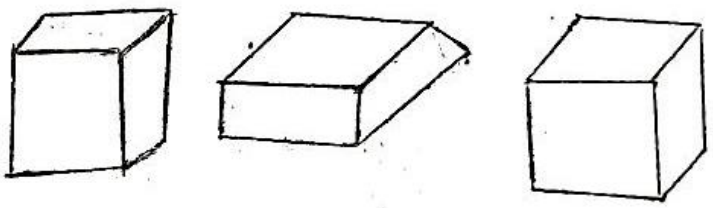
$$AB = AC = AD = A'B' = A'C' = A'D'$$

وتعد خاصة الأنيزوتروبية (عدم تماثل الخواص) من أهم الصفات التي تميز الأجسام البلورية عن بقية الأجسام في الحالات الأخرى (اللابلورية، والسائلة، والغازية).

1-7-4- قدرة البلورات على الالتئام:

تتميز البلورات عن سواها بقدرتها على التوضع وفق مستويات معينة ،ومحددة، وهذه الخاصة متعلقة بخاصتي التجانس، وعدم التماثل، وتتمتع بها جميع البلورات، فإذا ما أخذنا بلورة ما مثل *Nacl* وقسمناها إلى عدة أقسام بأحجام مختلفة الموضحة بالشكل (1-10) تبدو جميع الأقسام مجسمات متوازية السطوح (مستطيلات زواياها قائمة).

وتختلف خاصة الالتئام من بلورة إلى أخرى، وذلك باختلاف البنية البلورية، ووفقاً لذلك تختلف المستويات البلورية فيها.



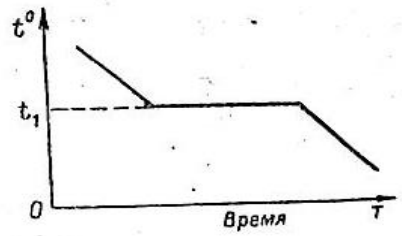
الشكل (1-10) مستويات الالتئام في بلورة *Nacl*

1-7-5- الطاقة الداخلية الدنيا:

تتميز المواد التي تشكل البلورات بطاقة دنيا على خلاف المركبات الصلبة اللابلورية (الزجاج)، أو في الحالتين السائلة والغازية.

حيث تتخلى الجسيمات التي تشكل البلورات عن طاقتها عند عملية التبلور ،أي عند اتحادها بعضها ببعض ولذا تكون عملية التبلور عملية ناشرة للحرارة. أما عملية تحطيم البلورات فهي عملية عكسية تماماً و تحتاج إلى طاقة كبيرة، وعندئذ تكون هذه العملية ماصة للحرارة، لأن قطع الروابط بين الجسيمات يحتاج إلى طاقة لتشكيل المركب البلوري. يوضح الشكل (1-11) تغير درجة الحرارة،و انخفاضها مع الزمن عند التبريد البطيء للمحاليل الصلبة للمعادن حيث تنخفض درجة الحرارة حتى درجة حرارة معينة، وتثبت مع زيادة الزمن ريثما تنتهي عملية التبلور للمحاليل الصلبة، أي

ريثما تنتشر كل الحرارة اللازمة لعملية التبلور، وبعدئذ تنخفض مرة أخرى، ويتشكل المركب البلوري.



الشكل (1-11) تغير درجة حرارة المعادن عند التبريد

من الشكل (1 -11) وإذا عكسنا جهة التفاعل مع الزمن تبدأ العملية العكسية، و يبدأ المعدن بالانصهار أولاً، وترتفع درجة الحرارة حتى بداية الانصهار، وتثبت بعدئذ عند الدرجة t_1 ريثما تنتهي عملية الانصهار، أي يكون المعدن قد اكتسب جميع الحرارة اللازمة لانصهاره،ثمّ ترتفع درجة الحرارة حتى نحصل على مصهور المعدن بكامله. و للبلورات خواص أخرى منها: 6- التناظر وأشكاله ،7- قانون ثبات الزوايا، 8- قانون الأعداد الصحيحة، 9- قانون النطاقات (الأحزمة). سيتم تناولها وعرضها بالتفصيل في فصولٍ لاحقة.

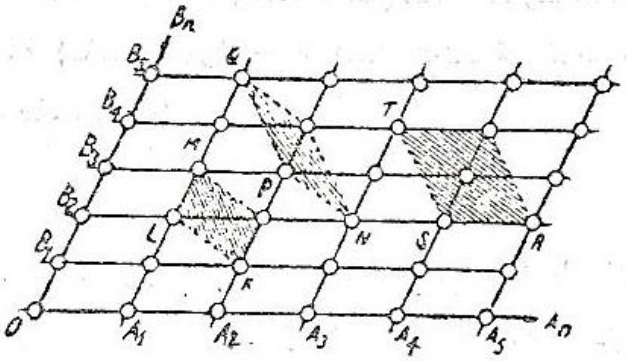
نستنتج:

مما سبق لقد توصلت الدراسات المتتالية في علم البلورات إلى ما يأتي: تتألف البلورات من جسيمات دقيقة (جزيئات- ذرات- شوارد) تتوضع في بنية بلورية منتظمة تشكل شبكة فراغية ذات امتدادات لا نهائية في جميع الاتجاهات في الفراغ، وتتألف الشبكة من عقد تتوضع فيها الجسيمات التي تشكل البلورات، و تتوزع هذه العقد إلى صفوف مستقيمة تدعى مجموعة النقاط الواقعة على خط مستقيم واحد صفّ الشبكة الفراغية. ولكل صف في الشبكة الفراغية مجموعة صفوف موازية له، وتدعى المسافة بين عقدتين متتاليتين في كل صف المسافة العقدية، وتكون المسافات في الصفوف المتوازية متساوية، وتكون مختلفة، وغير متساوية في الصفوف غير المتوازية، كما هو واضح في الشكل(1-14)، ولا تتوزع نقاط الشبكة الفراغية وفق خطوط مستقيمة فحسب بل أيضا وفق مستويات ،مثلاً المستويات المارة من الصفوف $(OC_n, OA_n), (OB_n, OA_n)$ ....

ويدعى المستوي المار من نقاط الشبكة الفراغية الشبكة المستوية، ويمكن تقسيم كل

شبكة مستوية بوساطة مجموعتين من الصفوف المتوازية إلى مجموعة من متوازيات الأضلاع التي تكون غالباً معينيه أو مستطيلة أو مربعة كل اثنين متجاورين منها يشتركان بضلع، أو بصف واحد، ورؤوس كل منها مشغولة بعقد الشبكة الفراغية. وتتحدد الشبكة المستوية بثلاث نقاط غير موجودة على خط مستقيم واحد كما هو موضح بالشكل (1-14).

إن كثافة توزع العقد في الشبكة الفراغية تتعلق بالمسافات الفاصلة بينها في كل شبكة فراغية وتدعى كمية العقديات، أو النقاط الموجودة في وحدة السطح لشبكة مستوية الكثافة العقدية، أو الكثافة الشبكية، وتكون الكثافة العقدية متساوية في الشبكات المتوازية، وغير متساوية في الشبكات غير المتوازية، إلا إذا كانت متناظرة.



الشكل (1-14) شبكة مستوية لبنية فراغية بلورية

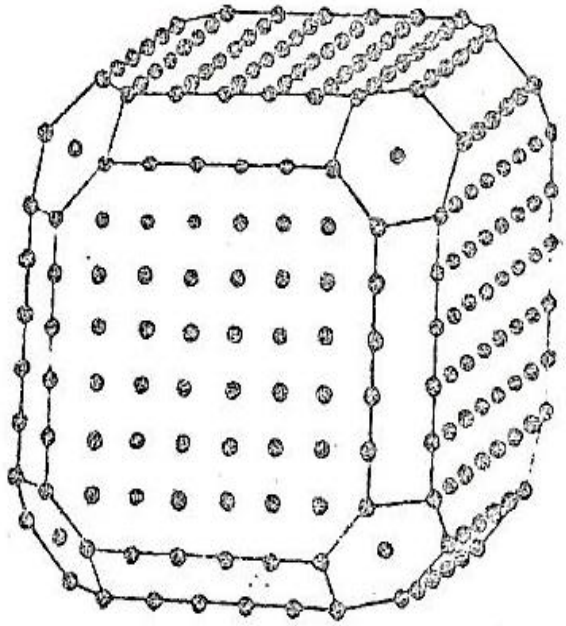
تتقيد الجسيمات التي تشكل البلورات والتي تتوضع في بنية بلورية منتظمة بحركة اهتزازية حول مجموعة الجسيمات التي تحيط بها، و لا يمكنها أن تتحرك، أو تحل بعضها محل بعض بشكل حر، كما هو الحال في الحالتين الغازية، والسائلة، وهذه الصفة تتميز بها البلورات عن بقية الحالات الأخرى للمادة ،وتسمى هذه الصفة باسم الحالة الستاتية، أو الساكنة للبلورات.

وبالنتيجة: إن الصفات العامة والأساسية في البلورات يحددها التركيب الكيميائي، وبناؤها البلوري كما ذكرنا سابقاً. ويحدد البناء البلوري لكل مركب القوى الموجودة بين الجسيمات في الشبكة البلورية (قوى التدافع، أو التجاذب بين الجسيمات). وهذه

القوى هي من نتاج العلاقات بين الإلكترونات في الغمامات الإلكترونية للجسيمات في الشبكة البلورية. إذاً لكل بنية بلورية مجموعة من العناصر، هي الأضلاع، والوجوه، والرؤوس، والزوايا، وترتبط هذه العناصر ببعضها بالعلاقة الآتية:

عدد الوجوه + عدد الرؤوس = عدد الأضلاع + 2

وتكون الوجوه في البلورات بمنزلة شبكات مستوية، والأضلاع هي صفوف الشبكة الفراغية كما هو واضح بالشكل (1-15).



الشكل (1-15) وجوه البلورات عبارة عن شبكات، والأضلاع عبارة عن صفوف في الشبكة الفراغية

مكتبة A to Z