

مقدمة في علم البلورات

*Introduction to  
Crystallography*



## 11-1 مقدمة Introduction:

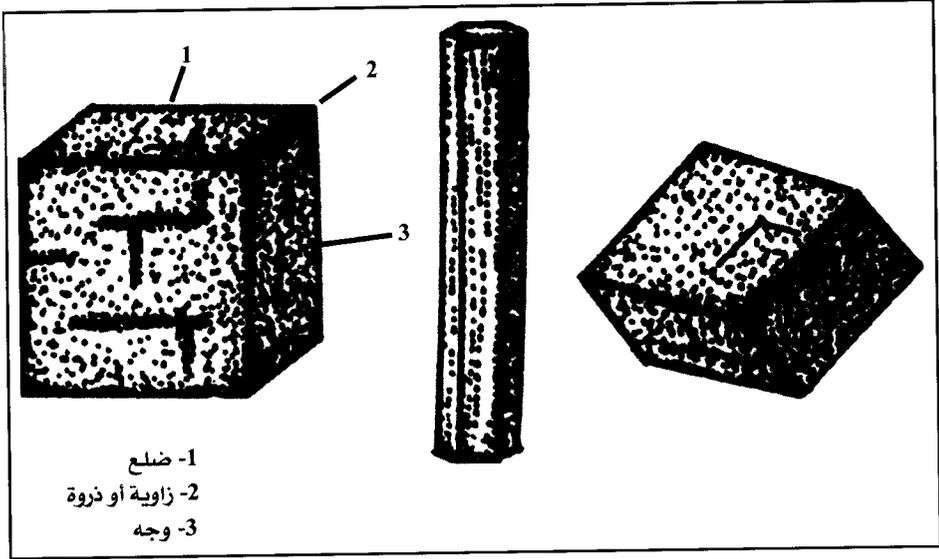
ان دراستنا لتركيب البلورات *crystal structure* تدفعنا بالضرورة لمعرفة انواعها وطرق تشكلها وانحلالها، وأخيراً تحديد العلاقة بين بنيتها الداخلية وصفاتها الاساسية، فالبلورات *crystals* في ايسط تعريف لها هي عبارة عن اجسام صلبة توجد دائماً باشكال هندسية معينة. فلو توقفنا قليلاً عند هذا التعريف فإننا نستطيع ابراز جوانبه الهامه التالية:

أ- يستثني هذا التعريف (بشرط الصلابة) كلاً من الغازات *gass*، والسوائل *fluids* من امتلاك البنية البلورية. وكما سنرى فيما بعد تتكون هذه المواد من عناصر تتوزع بشكل فوضوي *random*، ولكنه متجانس من الناحية الاحصائية.

ب- إن شرط الصلابة ليس شرطاً مطلقاً، لان جميع المركبات الصلبة لا تمتلك بالضرورة بنية بلورية. فالزجاج المتشكل اثناء التبريد السريع الذي لا يسمح لجزيئاته بالانتظام في بنية شبكية بلورية معينة هو عبارة عن جسم صلب عديم الشكل *amorphous*، ويعتبر البلاستيك *plastic* ايضاً مثال آخر على هذه الاجسام. أما التالي وبالرغم من طراوته فهو مثال للبلورات غير الصلبة.

ج- تأخذ شكل البلورات أشكالاً هندسية متعددة *many crystal pattern* ومتنوعة سنفرد لها فيما بعد مكاناً خاصاً، ويمكن اها على سبيل المثال أن تكون مكعبة أو موشورية أو معينة أو متعددة الوجوه (شكل 1-11)، ويتحدد الشكل الهندسي للبلورة بثلاثة عناصر هي: السطوح التي تحيط بالبلورة، والأضلاع الناتجة عن تقاطع هذه الوجوه، وأخيراً الزوايا (أو الذرا) الناجمة عن تقاطع الاضلاع في نقاط معينة. ان الشكل الخارجي المتعدد الوجوه للبلورة يرتبط ارتباطاً وثيقاً بعوامل داخلية (أي بنية الشبكة البلورية) وهو ليس الا تعبيراً عنها. لذلك فإن كسر البلورة

جزئياً لا يلغي هذه الصفات، كما لا يلغي خصائصها الداخلية. وهذا ما يفسر لنا اسباب نموها نرة أخرى واخذها لاشكالها الطبيعية المتعددة الوجوه عندما توضع في شروط ملائمة.



الشكل (11-1) بعض نماذج البلورات

## 11-2 اشكال البلورات *Crystalline Forms* :

يمكننا وضع جميع الترتيبات الممكنة للشبكة البلورية *crystal lattice* في سبع مجموعات نموذجية من الجمل البلورية. ويعتمد هذا التصنيف على الخواص - التناظرية *symmetric*، وعلى بعض صفات وابعاد الوحدات البلورية *primitive crystal dimension*.

1- المجموعة الأولى: مكعبات (شكل 11-2)، مثالها بلورة ملح الطعام ( $NaCl$ ) وتتمتع بالخصائص التالية:

اضلاعها:  $A = B = C$

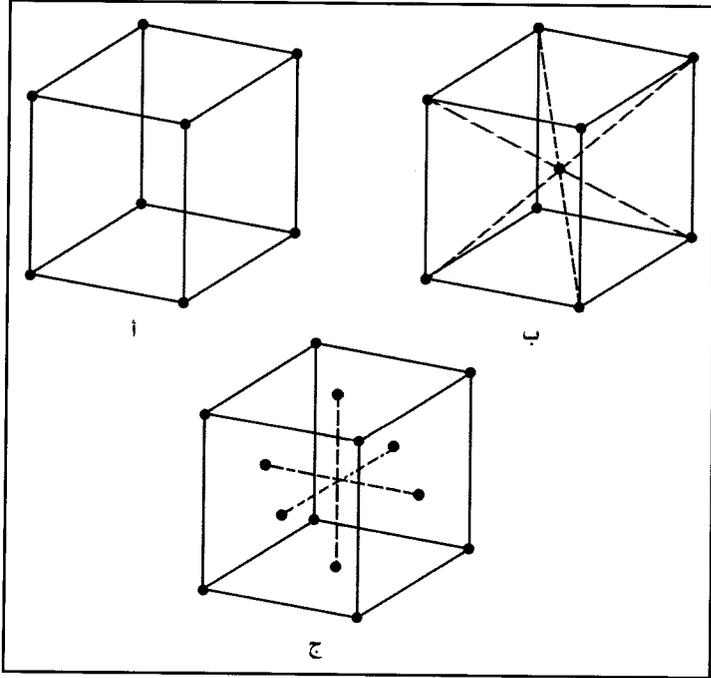
زواياها:  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

ويمكن لهذه الفئة المكعبة أن تكون:

مكعبة بسيطة: (شكل أ 11-2) مثال: بلورة كلور الصوديوم.

مكعبة مركزية الجسم: (شكل ب 11-2) مثال: بلورة كلور السيزيوم.

مكعبة مركزية الوجوه: (شكل ج 11-2) مثال: بلورة النحاس.



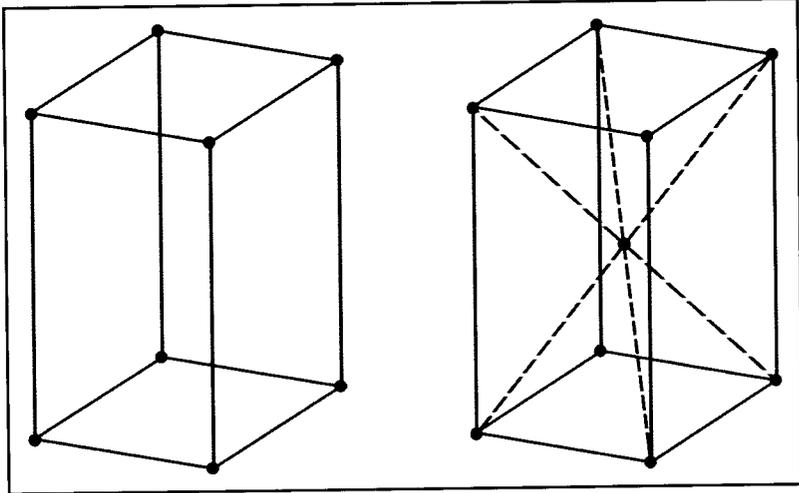
الشكل (11-2) نموذج الفئة المكعبة

2- المجموعة الثانية: رباعية الأضلاع (شكل 11-3) ومثالها القصدير الأبيض وأوكسيد التيتان ( $TiO_2$ ) وتتمتع بالخصائص التالية:

اضلاعها :  $A = b \neq C$

زواياها :  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

ويمكن لهذه أن تكون بسيطة أو مركزية الجسم.



الشكل (11-3) نموذج الفئة رباعية الاضلاع

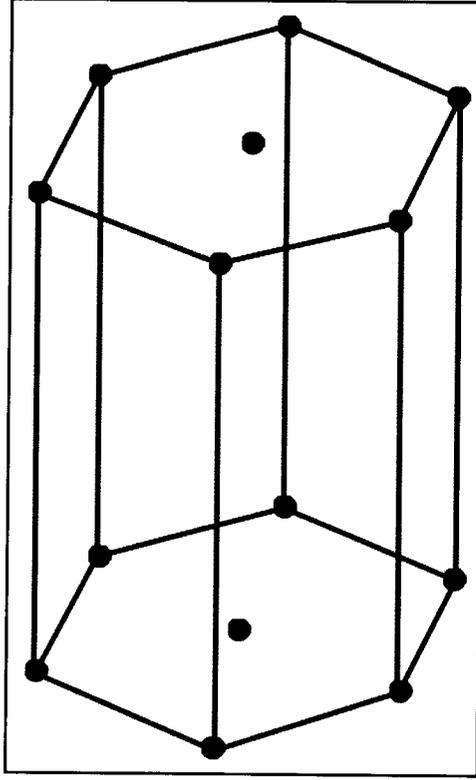
3- المجموعة الثالثة: سداسية (شكل 11-4). ومثالها الغرافيت والاباتيت

واوكسيد السيليسيوم ( $SiO_2$ ) وتتمتع بالخواص التالية:

الاضلاع :  $A = B \neq C$

الزوايا :  $\alpha = \beta = 90^\circ$

$\gamma = 120^\circ$



الشكل (11-4) نموذج الفئة السداسية

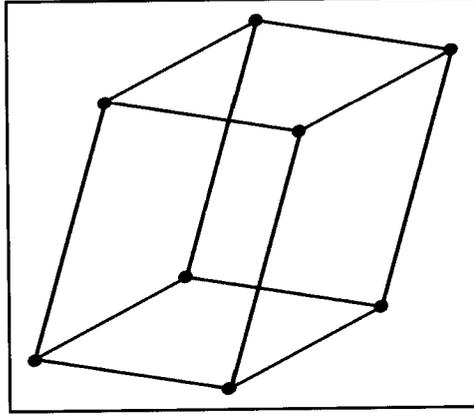
4- المجموعة الرابعة: معينية (الشكل 11-5)، وتدعى هذه المجموعة أيضاً: ثلاثية الميل. مثالها بلورة الكالسيت (كربونات الكالسيوم)، ونترات الصوديوم. خصائصها العامة:

$$A = B = C$$

اضلاعها:

$$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$$

زواياها:



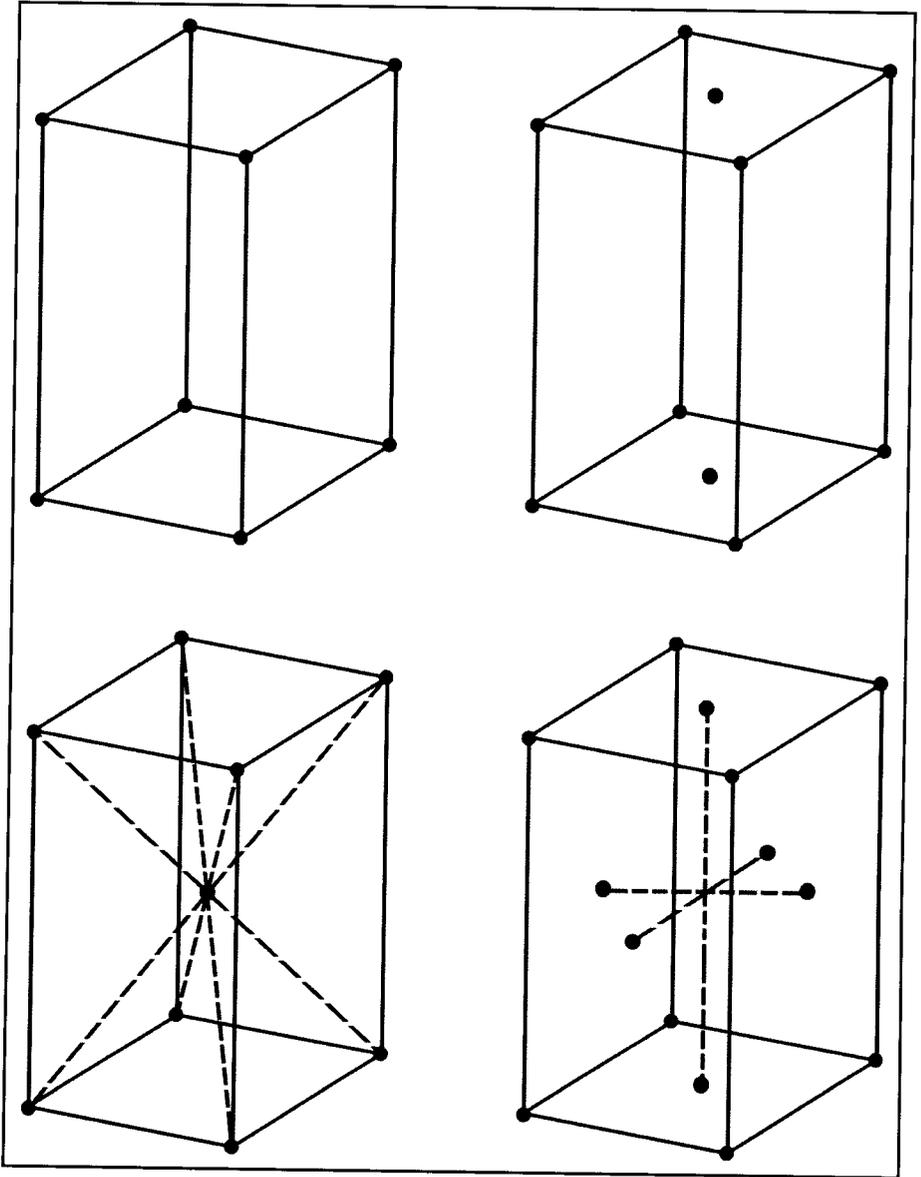
الشكل (11-5) نموذج الفئة المعينية

5- المجموعة الخامسة: معينية مستقيمة (شكل 11-6)، مثالها الكبريت المعيني و نترات البوتاسيوم، وكبريت الباريوم، خصائصها العامة:

اضلاعها:  $A \neq B \neq C$

زواياها:  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

يمكن لهذه الفئة أن تكون: مركزية الطرفين، مركزية الوجوه، مركزية الجسم، بسيطة.



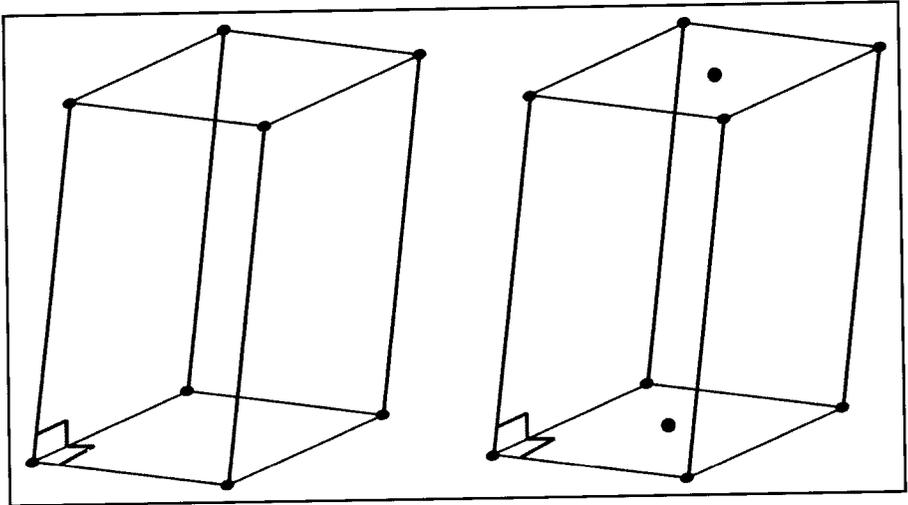
الشكل (11-6) نموذج الوحدة المعينية المستقيمة

6- المجموعة السادسة: احادية الميل (شكل 11-7)، مثالها الكبريت الموشوري، وكبريت الكالسيوم ثنائية الماء البلوري ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) تتمتع بالخصائص التالية:

اضلاعها:  $a \neq b \neq c$

زواياها:  $\alpha = \gamma = 90^\circ$

$\beta \neq 90^\circ$

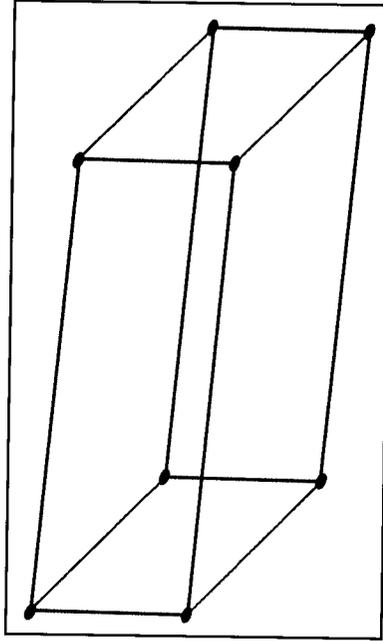


الشكل (11-7) نموذج الفئة احادية الميل

7- المجموعة السابعة: ثلاثية الميل (شكل 11-8) مثالها كبريتات النحاس خماسية الماء البلوري ( $CaSO_4 \cdot 5H_2O$ ) وتتمتع بالخواص التالية:

اضلاعها:  $a \neq b \neq c$

زواياها:  $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

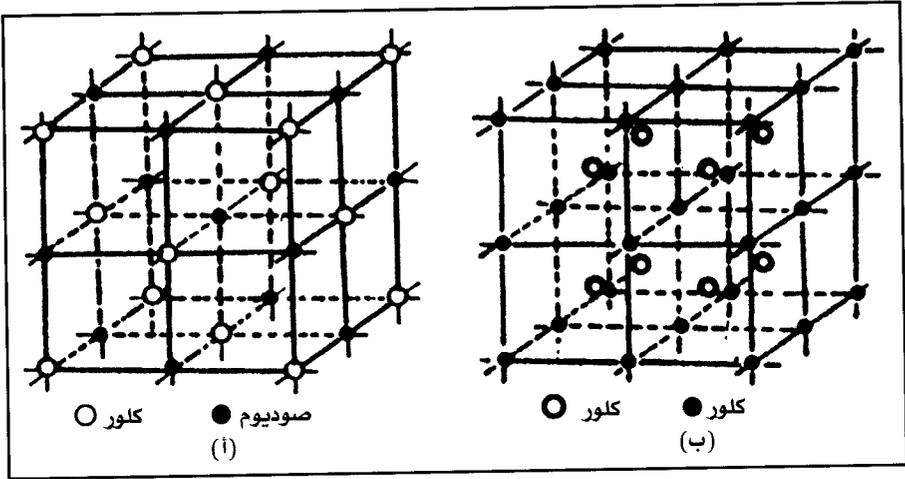


الشكل (11-8) نموذج الفئة ثلاثية الميل

### 11-3 البنية الشبكية للبلورات *Crystale lattice structure* :

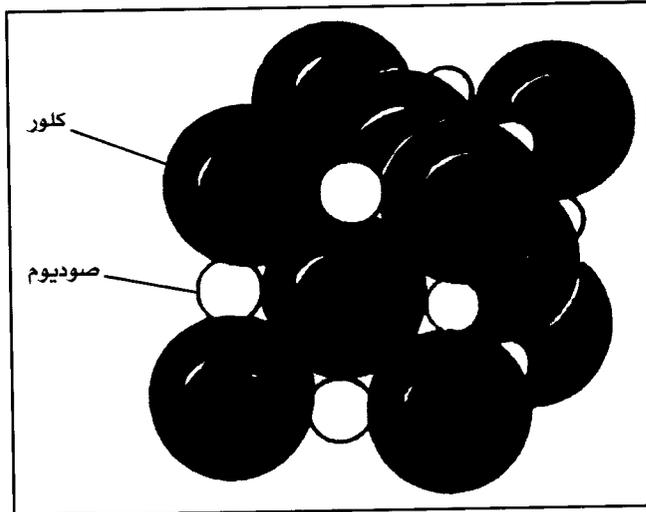
يمكننا التوصل الى فهم البنية الشبكية الفراغية للبلورات من خلال استعراضنا التدريجي لبعض الامثلة البسيطة:

فانتظام شوارد الصوديوم، والكلور في بلورة ملح الطعام المكعبة البسيطة يتم باحتلال هاتين الشاردين لذا المكعب بشكل متناوب (شكل أ 11-9)، اما في بلورة السيزيوم المكعبة مركزية الجسم فأن شوارد السيزيوم وحدها هي التي تشغل ذرات المكعب في حين تحتل شاردة الكلور مركزه (شكل ب 11-9).



الشكل (9-11) البنية الشبكية الفراغية لبلورات كلور الصوديوم (أ)  
وكلور السيزيوم (ب)

أن البنية الشبكية المثلة في الشكل السابق ليست دقيقة لأنها لاتراعي ابعاد الشوارد الموجبة والسالبة. لذلك فأنا نستطيع ان نعبر عن البنية البلورية الحقيقية لملح الطعام (الشكل 10-11).



الشكل (10-11) البنية البلورية الحقيقية لملح الطعام

تمكننا هذه الاشكال للبنى البلورية من استنتاج الخواص المشتركة التالية:

أ- انتظام المقييدات (ذرات، شوارد، جزيئات) أو العناصر المكونة للشبكة على شكل صفوف.

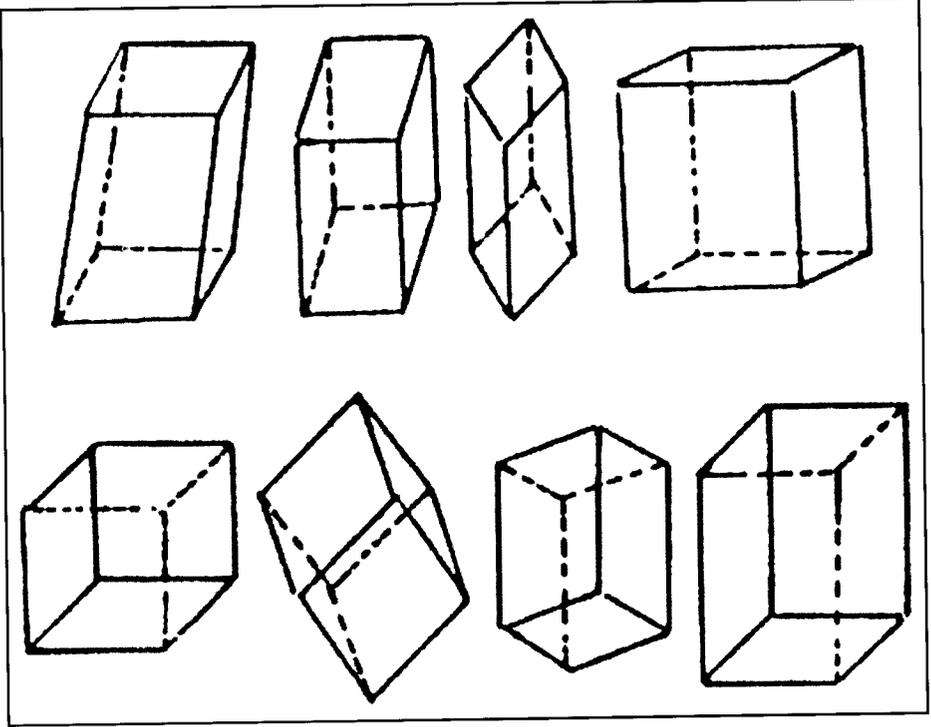
ب- تساوي المسافات الفاصلة بين العقيدات المتماثلة عندما نسير في نفس الاتجاه.

ج- توزع العقيدات المتماثلة بشكل متكرر ودوري في البلورة.

د- ينتج عن ربط العقيدات المتماثلة مع بعضها البعض بصورة متوازية مجموعة من متوازيات السطوح المتجاورة، يشترك كل اثنين منها في وجه واحد، وتحتل ذراها عقيدات متماثلة، وتدعى هذه المجموعة بالشبكة الفراغية البسيطة. هذا وتختلف انواع متوازيات السطوح باختلاف الشبكات البلورية ونجد في (الشكل 11-11) اكثر نماذجها انتشاراً.

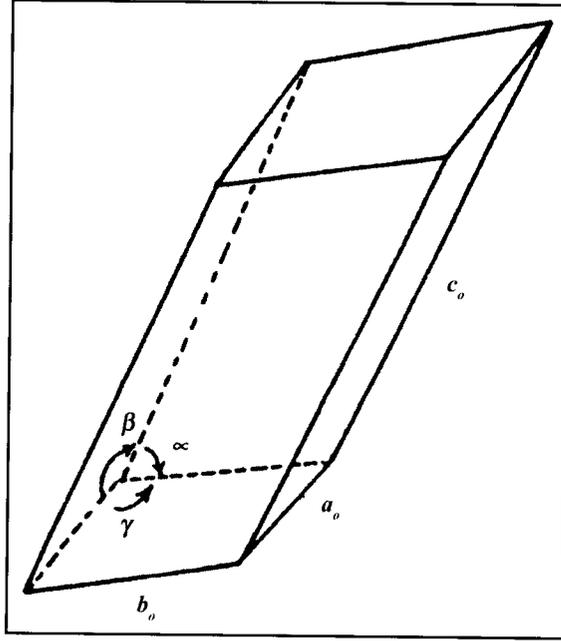
يتكون متوازي السطوح من ستة سطوح (كل اثنين منها متوازيان متساويان) ومن (12) ضلع ( كل اربعة منها متساوية ومتوازية)، ومن ثمانية رؤوس. وترتبط هذه العناصر ببعضها بالعلاقة التالية:

$$\text{عدد الوجوه} + \text{عدد الرؤوس} = \text{عدد الاضلاع} + 2$$



الشكل (11-11) بعض نماذج متوازيات السطوح

ويتعين شكل، وكبير متوازي السطوح بالزوايا ( $\alpha, \beta, \gamma$ ) المحصورة بين ثلاثة اضلاع منه غير متوازية، ومتقاطعة في نقطة واحدة ( ويندر أن تكون هذه الزوايا قائمة). وبالاضلاع ( $a_0, b_0, c_0$ ) التي يرجح عدم تساويها في معظم الحالات (شكل 11-12).



الشكل (11-12) متوازي سطوح حددت عليه الزوايا  
( $a_0, b_0, c_0$ ) والاضلاع ( $\alpha, \beta, \gamma$ )

عند اجتماع شبكتين بلورتين بسيطتين (مثل شبكة الكلور، وشبكة الصوديوم كل على حدة في بلورة الطعام) أو أكثر ضمن بعضهما البعض نحصل على ما يسمى بالشبكة البلورية المعقدة (مثل شبكتي الكلور و الصوديوم معاً في بلورة ملح الطعام).

تعود بدايات نظرية البنية البلورية الى العالم خيوجنسن (في القرن السابع عشر)، الا أن الفضل في تأسيسها وارساء قواعدها يعود للعالم براهة (في منتصف القرن التاسع عشر) وبعد التحقق من صحة هذه النظرية تمت صياغتها في قانون يسمى: قانون البنية الشبكية البلورية.

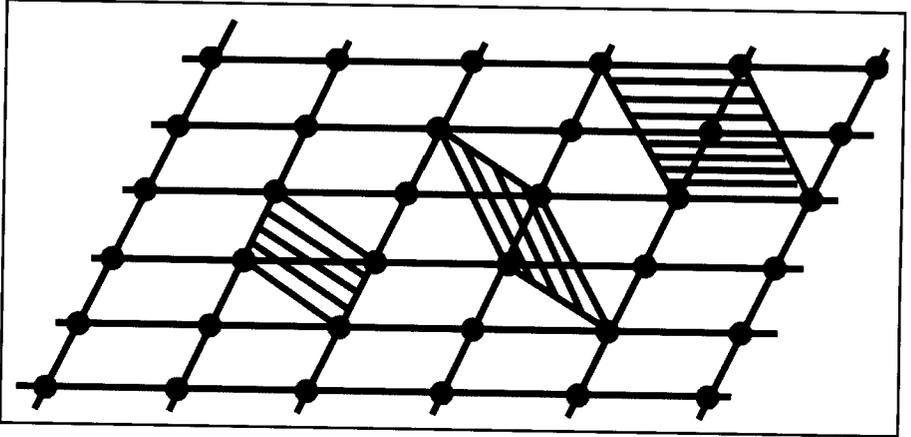
يمكننا بالاعتماد على علم الهندسة الفراغية الحصول على (14) شكلاً مختلفاً من الشبكات البلورية الفراغية البسيطة تسمى شبكات براهه. وهذا يعني وجود اربعة عشرة امكانية تستطيع بموجبها النقاط المتشابهة التوزع بشكل منتظم ثلاثي الابعاد .

#### 4-11 خصائص البنية الشبكية الفراغية للبلورات

تقع جميع نقاط الشبكة الفراغية على خطوط مستقيمة يدعى كل واحد منها صف الشبكة الفراغية. ولكل صف في الشبكة مجموعة صفوف موازية له. وتكون المسافات بين كل عقدتين متماثلتين متساوية في الصف الواحد، وفي الصفوف المتوازية، ومختلفة في الصفوف غير المتوازية (تتساوى أيضاً في الصفوف المتناظرة).

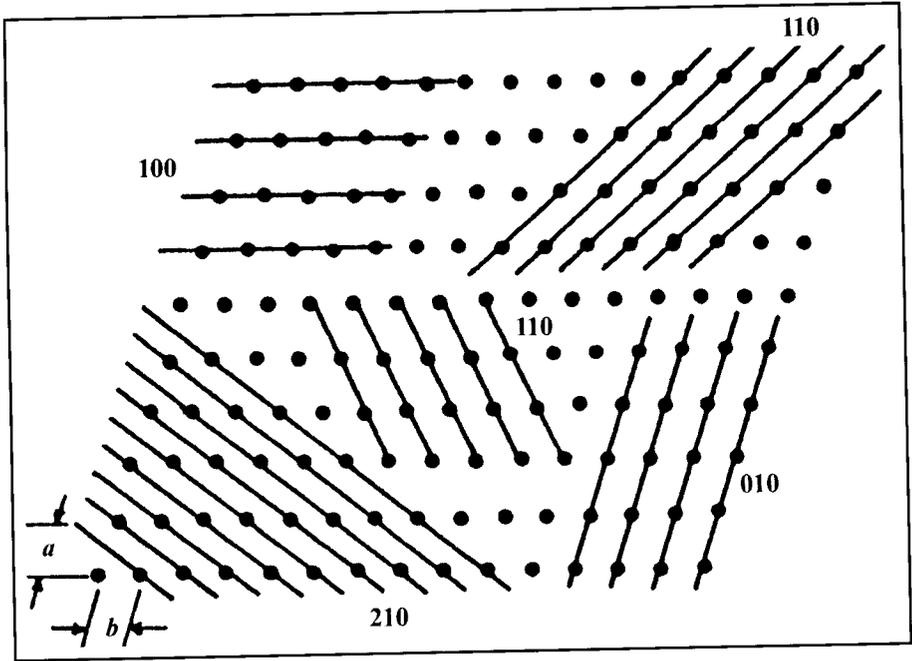
لا تتوزع نقاط الشبكة الفراغية حسب خطوط مستقيمة فقط، وانما حسب مستويات، ويدعى المستوى المار من نقاط الشبكة الفراغية بالشبكة المستوية. وتحدد الشبكة المستوية بثلاث نقاط لاتقع على خط مستقيم واحد .

يمكن تقسيم كل شبكة مستوية بواسطة مجموعتين من الصفوف المتوازية الى عدد من متوازيات الاضلاع (مستطيلة، مربعة، معينة) المتجاورة التي يشترك كل اثنين منها بضلع أو صف واحد، (الشكل 11-13).



الشكل (11-13) شبكة مستوية مع عدد من متوازيات الاضلاع

يمكننا رسم العديد من المستويات التي تمر في نقاط الشبكة البلورية المستوية (شكل 11-14)، ويحتمل أن يكون كل واحد منها وجهاً للبلور فيمكن تمييزه باعداد ثلاثية تعرف بدلائل ميلر. ونحصل على دلائل أي مستوى بعد المستويات التي نمر بها بين نقطة من الشبكة البلورية ونقاط أخرى عندما نسير بالاتجاهات  $(a, b, c)$  بالترتيب. فاسم مجموعة المستويات الواقعة الى يسار واسفل (الشكل 11-14) يدل على أن علينا أن نمر في مستويين بين نقطتين من الشبكة في اتجاه المحور  $(a)$  وان نمر في مستوى واحد فقط من الشبكة باتجاه المحور  $(b)$ . ولا نمر في أي نقطة باتجاه المحور  $(c)$ ، ولهذا تتميز هذه المجموعة من المستويات بالدلائل  $(210)$ . أما الدلائل التي ترمز الى المجموعة الواقعة في الزاوية العلوية اليمنى من الشكل فهي  $(110)$ . تدل الاشارة السالبة على أننا اذا تجاوزنا مستويًا عند سيرنا بالاتجاه الموجب ل  $(a)$  من الضروري أن نسير بالاتجاه السلب ل  $(b)$  حتى نستطيع المرور في ذات المستوى وهكذا. ولما كان من الممكن أن نميز كل وجه من البلورات بثلاثية دلائل يرمز لها ب  $(HKL)$ .



الشكل (11-14) متوازي سطوح حددت عليه الزوايا

- تتوقف كثافة توزيع النقاط (العقيدات) في الشبكة الفراغية على المسافات الفاصلة بينها في كل شبكة مستوية. وتدعى كمية العقيدات في واحدة السطوح في الشبكة المستوية: الكثافة العقدية، أو الكثافة الشبكية. بحيث تتساوى الكثافة العقدية في الشبكات المستوية المتوازية، ولا تتساوى في الشبكات المستوية غير المتوازية (عدا حالات التناظر).

### 11-5 الصفات الأساسية والثانوية للبلورات

ترتبط صفات الاجسام البلورية بتركيبها الكيميائي. أي بصفات العقيدات المادية (عناصر، شوارد، ذرات، جزيئات) المركبة لها. وتتغير هذه الصفات تغيراً تدريجياً على شكل قفزات نتيجة لتشكل بنى بلورية جديدة للمادة نفسها.

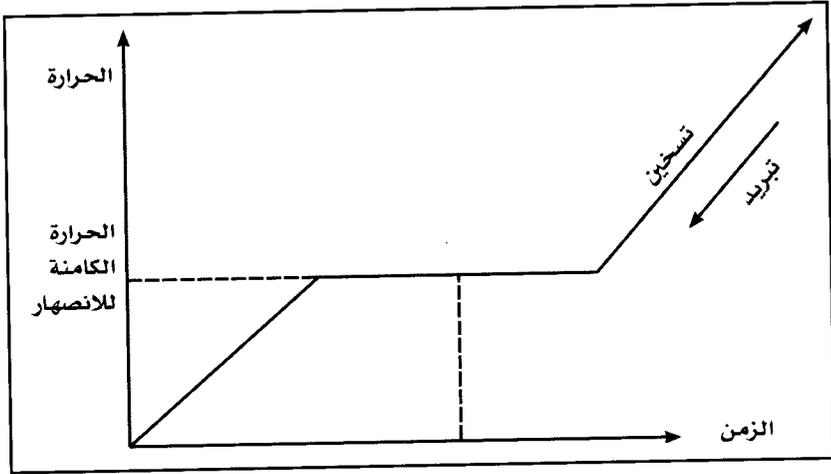
## الفصل الحادي عشر: مقدمة في علم البلورات

الصفات الأساسية: ترتبط بنظم البنية الشبكية العامة وأهمها: القدرة الكامنة الدنيا للبلورات، ثبات واستقرار البلورات. تجانس البلورات، عدم تماثل الخواص في البلورات...

الصفات الثانوية: لا ترتبط بنظام البنية العامة، بل بالنواحي التفصيلية فيها وأهمها: قدرة البلورات على الانقسام وفقاً لسطوح معينة تدعى سطوح الانقسام. وقدرة البلورات على اكتساب شحنات كهربائية مختلفة على الأطراف عند تعرضها للشد أو عند تغير درجة الحرارة. سوف نتعرض الآن لبعض الصفات الأساسية للبلورات:

### 11-5-1 القدرة الكامنة الدنيا للبلورات:

تنتقل العقدات المكونة للمادة عند التبلور من حالة التوزع الفوضوي الى حالة الانتظام المتناسق في بنية بلورية فراغية معينة. و يترافق هذا الانتقال بانتشار للحرارة. ويحصل العكس عند انصهار جسم بلوري وانتقاله الى الحالة السائلة (أي أنه يقوم بامتصاص الطاقة). وتعمل حرارة التسخين على تهديم البنية الشبكية البلورية بتثيبتها للحركة التذبذبية الحرارية للعقيدات مما يؤدي لاختلاط عناصرها. وتدعى الحرارة المنتشرة عند التبلور، والامتصة عند الانصهار بالحرارة الكامنة للانصهار (شكل 11-15).



الشكل (11-15) منحنى تسخين جسم بلوري

تتصف المواد البلورية باملاكها طاقة داخلية منخفضة بالمقارنة مع الطاقة الكامنة لنفس المواد عندما تكون بحالة عديمة الشكل (غير بلورية). وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن انصهار الاجسام المتبلورة يتم دائماً وأبداً في نفس الدرجة من الحرارة في حين تنصهر المواد عديمة الشكل (كالشموع، حموض دسمة...) ضمن مجال حراري تبدأ فيه بحالة طراوة عجينية ثم تتحول بعدها إلى حالة الشفوفية بالانصهار الكلي.

## 11-5-2 ثبات واستقرار البلورات

عندما نقوم بمقارنة الروابط القائمة بين جزيئات المادة في حالاتها الثلاثة (الغازية، والسائلة، والصلبة) فأنتنا نتبين الوقائع التالية:

- 1- في الغازات: تكون الروابط بين الجزيئات ضعيفة. أما سلوكيتها الحركية فتتم وفقاً لخطوط مستقيمة تتغير اتجاهاتها عند الاصطدام فقط.

2- في السوائل: تصبح الروابط بين الجزيئات أقوى بحيث لا تسمح بانفصال الجزيئات عن بعضها البعض تحت تأثير القوى الحركية الذاتية (الحركة التذبذبية حول وضع التوازن، والحركة الانزياحية بالنسبة لبعضها البعض).

3- في الاجسام الصلبة البلورية: يكون ارتباط الجزيئات ببعضها البعض ضمن الشبكة البلورية قوياً الى الحد الذي يمنع حدوث حركات اهتزازية فقط. وتختلف الاجسام البلورية عن الاجسام عديمة الشكل بانتظام جزيئات المادة في بنية شبكية بلورية فقط.

يتضح مما سبق تمتع البنى الشبكية بالثبات والاستقرار الكبير، الذي يبقى مستتراً ما لم تتعرض هذه البنى لقوى قاهرة تتغلب على الروابط التي توحد بين جزيئاتها، فتعمل على انعتاقها من النظام البلوري.

### 3-5-11 تجانس البلورات:

نستطيع التمييز بين تجانس الاجسام البلورية، وتجانس الاجسام عديمة الشكل من خلال التعاريف الثلاثة التالية:

أ- تعريف التجانس بصورة عامة: ندعو جسماً من الاجسام بأنه متجانس عندما تتساوى الصفات في جميع اجزائه. ويعود هذا التماثل في الخواص الى توزيع المواد المركبة للاجسام (ذرات، شوارد، جزيئات) فيها توزيعاً متجانساً اضافة لقبولنا المسبق باعتبار الشوارد أو الذرات أو الجزيئات وحدات متجانسة.

ب- التجانس البلوري: وهو احدى الصفات الخاصة المميزة للاجسام البلورية، والتي تنتج عن توزيع للعقدات تكون بموجبه جميع الجزيئات المتماثلة موزعة بالنسبة لأية واحدة منها، توزيعاً متماثلاً. (ينطبق هذا التعريف على المناطق

العميقة من البلورة فقط نظراً لتراص الجزيئات على السطوح البلورية). ولهذا التعريف علاقة بعدم تماثل خواص الاجسام البلورية في جميع الاتجاهات الذي سيمر معنا في الفقرة اللاحقة.

ج- التجانس الاحصائي: ويدل على التوزع الوسطي لجزيئات غاز، أو سائل، أو مادة عديمة الشكل في وحدات حجم معينة، وفي فترات زمنية معينة. يتأثر التجانس البلوري بعدد من العوامل مثل:

1- كون المنطقة البلورية سطحية أو عميقة (تقارب العقد في المناطق السطحية).

2- وجود شوائب في المحلول، اندمجت مع البلورة اثناء تشكلها.

3- تشوه البنية الشبكية نتيجة لظروف التبلور.

#### 4-5-11 عدم تماثل الخواص في البلورات:

تتماثل خواص الاجسام الموجودة في الطبيعة وتتساوى في جميع الاتجاهات. فمهامل النقل الحراري لجسم متماثل الخواص مثلاً يكون واحداً في جميع اتجاهات المادة. ويعود ذلك الى التوزع الفوضوي للجزيئات الذي يتحقق في كل من الغازات والسوائل والاجسام عديمة الشكل.

أما في البلورات التي تسمى أجساماً غير متمالة الخواص فان الامر مختلف، ويعود ذلك الى توزع الجزيئات المتماثلة في الشبكات الفراغية على مسافات تتساوى في الصفوف المتوازية فقط (ينتج عنها تماثل الصفات) وتختلف في الصفوف غير المتوازية (فتولد عدم تماثل الخواص، عدا حالات التناظر) وهذا يعني ان قيمة المعامل المدروس كعامل التمدد الحراري، وقرينة الانكسار... يتعلق بالاتجاه الذي يقاس به.

## الفصل الحادي عشر: مقدمة في علم البلورات

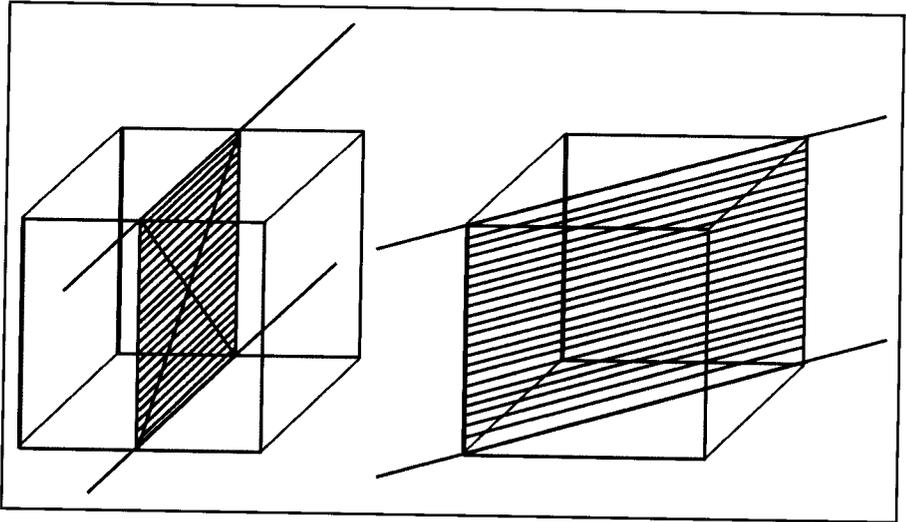
يمكن للأجسام متماثلة الخواص أن تصبح غير متماثلة الخواص في ظل ظروف معينة. فالزجاج عديم الشكل يتحول عند تعريضه للضغط، أو تحت تأثير درجة الحرارة إلى بنية بلورية غير متماثلة الخواص.

أن عدم تساوي قوى التماسك في البلورات بالاتجاهات المختلفة يؤدي إلى تشقق البلورات وانفصالها وفق سطوح معينة في البنية البلورية الفراغية. وتدعى قدرة البلورات على الانفصام وفقاً لهذه السطوح، بالانصام كما تدعى سطوحه بسطوح الانفصام.

### 11-5-5 بعض الصفات الأساسية الأخرى

#### 11-5-5-1 صفة التناظر:

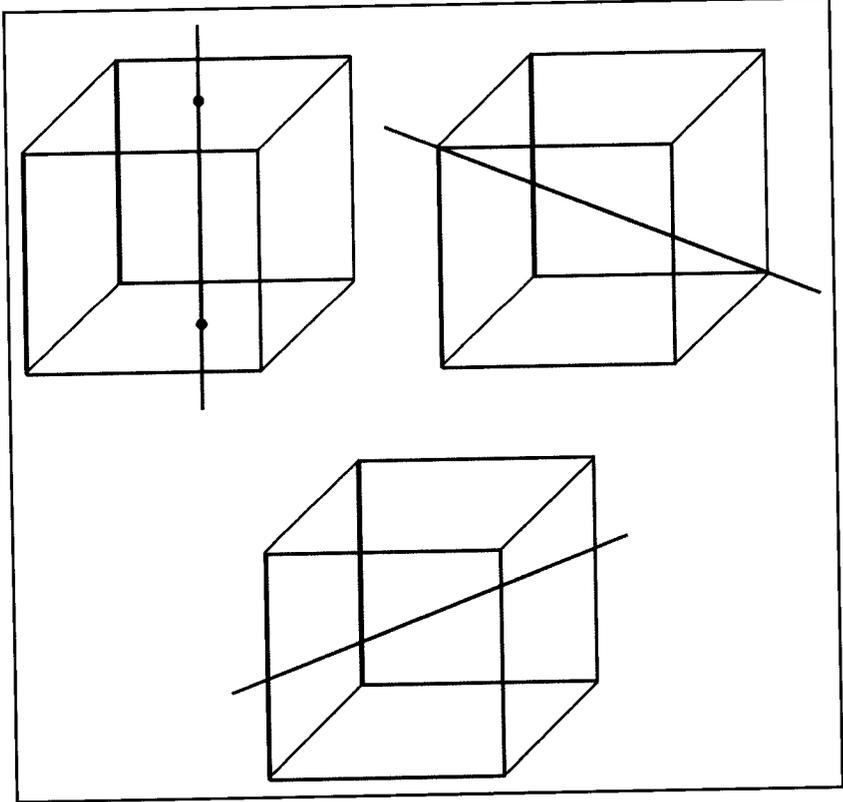
لا تقتصر هذه الصفة على البلورات فقط، بل تشمل أيضاً عالمي النبات والحيوان. سنتعرض فقط لثلاثة عناصر من عناصر التناظر.



الشكل (11-16) بعض سطوح التناظر في البلورات

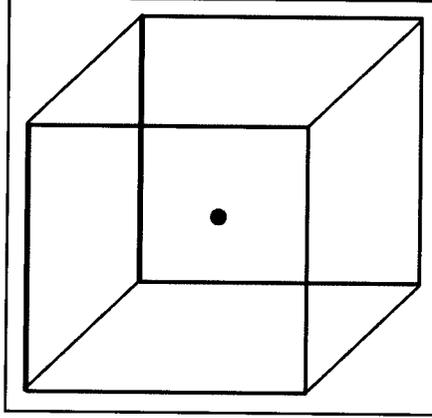
1- سطح التناظر: يعتبر للبلورة سطح تناظري اذا أعطت عند شطرها بمستو تخيلي قسمين متشابهين تمام التشبه أحدهما خيال الآخر في المرآة (شكل 11-16).

2- محور التناظر: هو الخط الذي تستطيع البلورة عند دورانها حوله أن تعطي شكلها الاصيلي اكثر من مرة. فإذا ظهر شكلها بعد دورانها ( $180^\circ$ ) دعي المحور ثنائياً، وإذا تكرر الظهور بعد ( $120^\circ$ ) كان المحور ثلاثياً وبعد ( $90^\circ$ ) رباعياً، وبعد ( $60^\circ$ ) سداسياً، (شكل 11-17).



الشكل (11-17) بعض محاور التناظر في البلورات

3- مركز التناظر: هو النقطة التي إذا مر بها أي خط قسم سطح البلورة بمسافات متساوية في جميع الاتجاهات، (شكل 11-18).

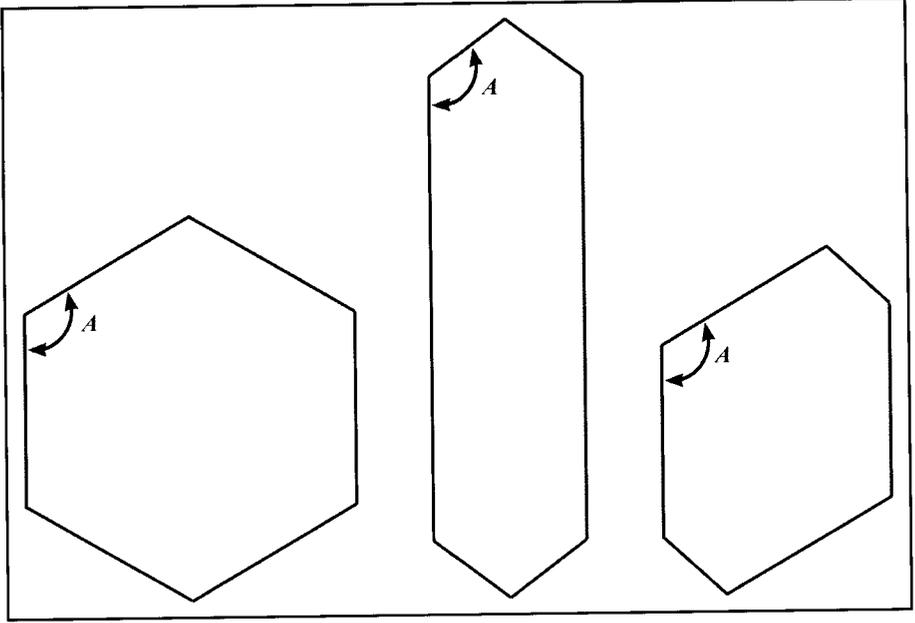


الشكل (11-18) مركز التناظر في البلورة

يمكن للبلورة أن تمتلك أكثر من سطح أو محور تناظري، ويعتمد عدد عناصر التناظر الموجودة على طبيعة الجسم والمادة المتبلورة. ففي حين تمتلك بلورة كلور الصوديوم (23) عنصراً تناظرياً نجد أن بلورة كبريتات النحاس، خماسية الماء البلوري ليس لها أي عنصر تناظري.

## 2-5-5-11 ثبات الزوايا:

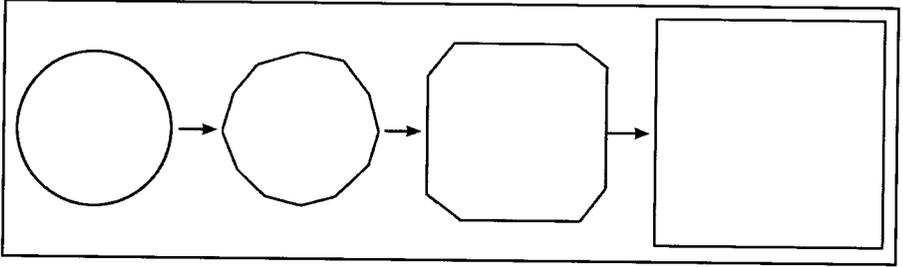
يمكن لشكل البلورة النهائي أن يختلف بحسب شروط التبلور، أما الزوايا الحاصلة بين سطوح وجوه التبلور فتبقى دائماً وابتداءً ثابتة، يوضح (الشكل 11-19) هذه الناحية حيث نرى أن الزاوية ( $A$ ) الموجودة بين وجهين من وجوه التبلور تبقى واحدة لا تتغير مهما اختلف الشكل العم للبلورة.



الشكل (11-19) ثبات الزوايا رغم اختلاف الشكل العام للبلورة

### 11-5-5-3 قدرة البلورات على التحدد أو التغلف الذاتي:

تتضمن هذه الخاصة قدرة البلورة على التغلف بوجوه مستوية عند نموها الحر، ويرتبط ذلك بالبنية الشبكية لها. فعند وضع جزء من بلورة منحوتة بشكل كروي في محلول فوق مشبع لمادة البلورة نفسها فإننا نلاحظ بدء نمو البلورة وفق سطوح متباينة السرعة مما يؤدي للانتقال من الشكل الكروي إلى الشكل متعدد الوجوه يتفق مع خواص البنية الشبكية الداخلية للبلورة، (الشكل 11-20).



الشكل (11-20) مراحل استعادة بلورة كلور الصوديوم المنحوتة بشكل كروي لشكلها الطبيعي عند وضعها في الشروط الملائمة لنموها

#### 4-5-5-11 صفات أخرى:

يُعبّر عنها بقوانين هندسية بلورية مثل قانون الاعداد الصحيحة، وقانون النطاقات، و....

#### 6-11 التحديد النهائي لمفهوم البلورة:

بعد معرفتنا لكل ما سبق من خواص مميزة للبلورات، يمكننا استبدال التعريف الاولي للبلورة الذي بدأنا به البحث، بمفهوم نهائي، علمي، دقيق يأخذ بعين الاعتبار، البنية الشبكية، وقدرة التغلف الذاتي، والقوانين الهندسية البلورية. هذه الصفات ترتبط جميعها بالبنية الداخلية للبلورة ويعبر عنها بقانون الشبكة الفراغية.

تعريف البلورات: هي عبارة عن أجسام ذات بني منتظمة، تتوزع فيها العقيدات تبعاً لقانون الشبكة الفراغية.

#### 7-11 تشكل البلورات:

يمكننا الحصول على الاجسام البلورية، إنطلاقاً من الغازات، والسوائل والاجسام عديمة الشكل.

أ- من الغازات: يكون ذلك بتسخين كمية من اليود في انبوب اختبار، فنلاحظ تشكل بلورات اليود على جدران الانبوب الباردة بعد مرور السائل بالحالة البخارية (الغازية). ويمكن الحصول أيضاً على بلورات المغنيزيوم بالاسلوب السابق نفسه.

ب- من السوائل: سواء كانت بشكل محاليل أو مصاهير. ونفهم شروط التشكل لأبد من الوقوف على بعض التعاريف:

● تعريف المحلول المشبع: هو المحلول الذي تعجز مادته الحالة عن حل أي كمية اضافية من المادة المنحلة فيه وذلك في شروط الضغط والحجم، والحرارة نفسها.

● تعريف المحلول غير المشبع: هو المحلول القادر على حل كمية إضافية من المادة الصلبة في شروط الضغط والحجم والحرارة نفسها.

بعد هذه التعاريف نستطيع أن نقول أن نمو ونشؤ البلورات يتم على حساب الفائض من المادة المنحلة فقط. وبالتالي فإن التبلور لا يتم إلا في المحاليل فوق المشبعة. أما في المحاليل غير المشبعة فيحدث انحلال للبلورات بدلاً من نشوئها، ولا يحصل نمو ولا انحلال للبلورات في المحاليل المشبعة.

ج- من الاجسام عديمة الشكل: كما في تحول الزجاج الصناعي عديم الشكل مع مرور الزمن الى الحالة البلورية.

يترافق انتقال المواد من الحالات الثلاثة (الغازية، السائلة، الصلبة عديمة الشكل) إلى الحالة البلورية بتحرير للطاقة يظهر على شكل حرارة وهذا يعني أن الانتقال إلى الحالة البلورية يعني الانتقال إلى الحالة التي تحتفظ به المواد بأدنى قدر من الطاقة.

يمكن للبلورات أن تنمو في الشروط الملائمة فتعطي اشكالاً بلورية، وتدعى

## الفصل الحادي عشر: مقدمة في علم البلورات

هذه الظواهر بالافتراس البلوري وبترافق ذلك بتناقص السطح بالنسبة للحجم ويتاقتص السوية العامة للطاقة. أما ابعاد البلورات فيمكن أن تقدر:

1- بالامتار كما في بلورة الفلدسبات التي تزن (100) طن وبلورة الكوارتز التي تزن (10) طن، وبلورة الميكا التي تعادل سطحها (7م<sup>2</sup>).

2- بالسنتيمترات كما في الغرانيت (1-3 سم).

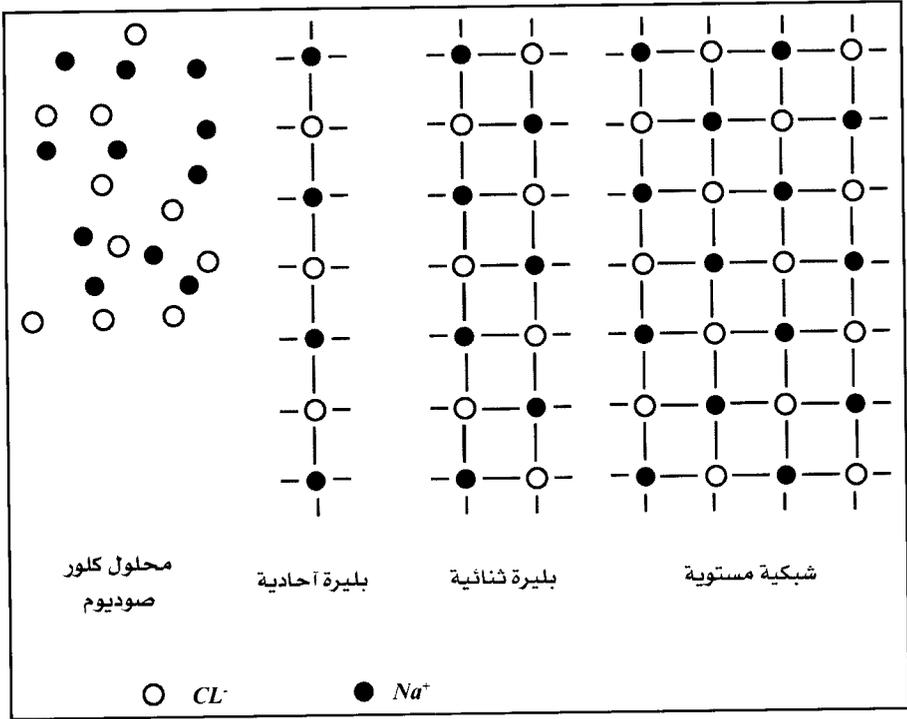
3- بالمليمترات كما في الصخور الرسوبية والاندفاعية.

4- باستخدام ادوات مجهرية كما في ابعاد بلورات المعادن والمركبات الكيميائية.

### 11-8 ظهور مراكز التبلور؛

عند تبريد محلول كلور الصوديوم، تتناقص الطاقة الحركية (التذبذبية والانتقالية) لشوارده، وتسيطر قوى التجاذب بينها، مما يؤدي إلى تشكل سلاسل مفردة قصيرة من اعداد قليلة من الشوارد الموجبة والسالبة تدعى البلورات وحيدة البعد. تتقارب البلورات وحيدة البعد بحيث تتقابل فيها الشوارد المتعاكسة بالشحنة فيتشكل نتيجة لذلك بليرات ثنائية الابعاد ثم شبكات بلورية أولية تعطي في نهاية الامر البنية الشبكية النهائية (الشكل 11-21).

يطلق على الاشكال البلورية الصغيرة اسم مراكز التبلور، ولا يقتصر ظهور هذه المراكز على المحاليل فوق المشبعة فقط، بل تظهر أيضاً في المحاليل المشبعة. ولكن نظراً لعدم وجود فائض كبير من المادة المنحلة في المحاليل المشبعة فإن هذه المراكز لا تلبث أن تتحل مرة أخرى.



الشكل (11-21)

يمكن للعديد من العوامل أن تساعد على بدء وتسريع عملية التبلور مثل:

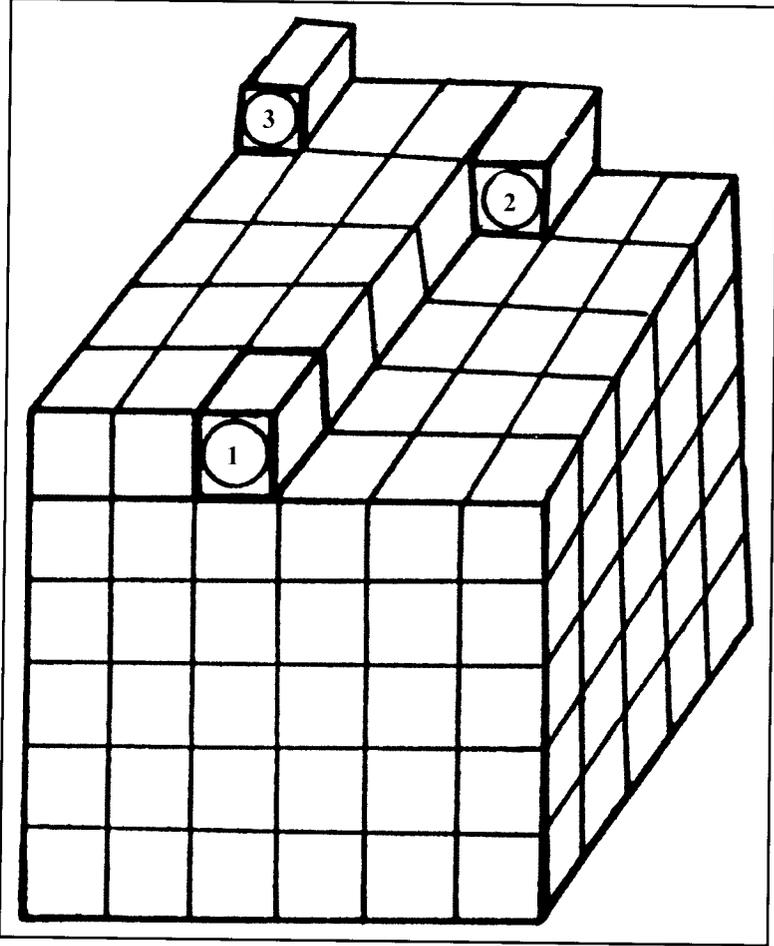
- سقوط بلورات من المادة المنحلة في المحلول المشبع.
- خلط المحلول وخضه.
- سقوط غيبرات مجهرية أو فوق مجهرية في المحلول.

### 11-9 نظرية نمو البلورات؛

تفسر هذه النظرية كيفية تتابع توضع الجزيئات على وجوه البلورات الأخذة في النمو. وبحسب هذه النظرية فإنه عند نمو وجه من الوجوه البلورية لا يمكن

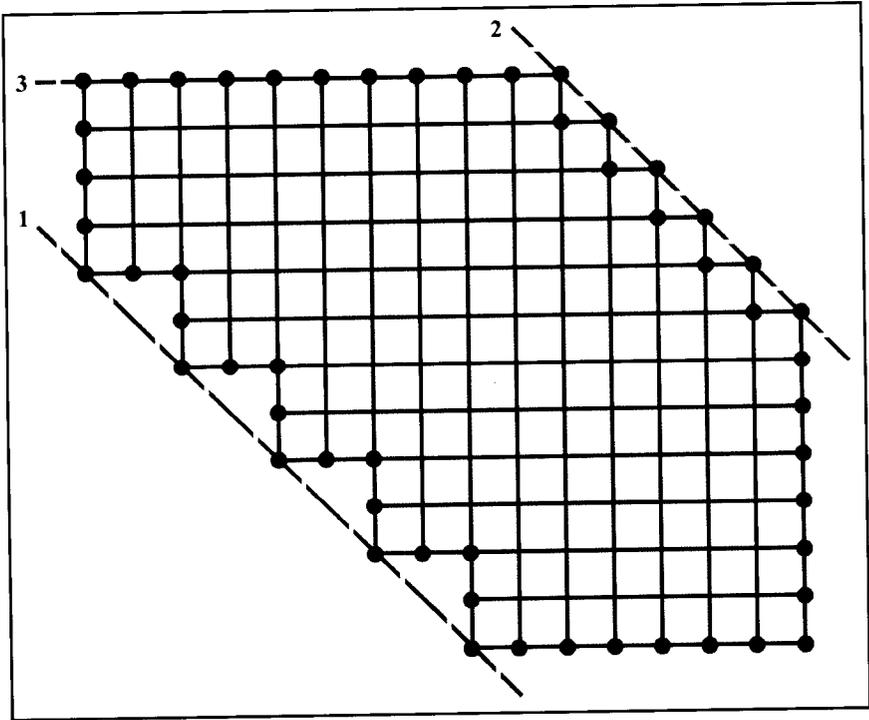
## الفصل الحادي عشر: مقدمة في علم البلورات

البدء في بناء صف جديد قبل الانتهاء من الصف السابق تماماً. كما لا يمكن البدء بتشكيل طبقة جديدة قبل اكتمال بناء الطبقة السابقة (الشكل 11-22). ويعود ذلك إلى مقدار قوى الجذب المطبقة على العناصر المستخدمة في بناء الصفوف والطبقات...



الشكل (11-22) افضليات توضح الجزيئات على وجوه البلورات  
الآخذة في النمو

أما سرعة نمو وجوه البلورة فتكون مختلفة وتتعلق بالكثافة العقدية لنهايتها الشبكية أو قانون برافهالذي ينص على أن الوجوه ذات الكثافة العقدية الكبيرة تنمو بسرعة أقل من الوجوه ذات الكثافة العقدية الصغيرة (أي أن البلورات تتغلف في نهاية الامر بوجوه ذات كثافة عقدية أعظمية). وهذا يؤدي إلى تناقص الوجوه ذات النمو السريع في البلورة لصالح الوجوه ذات النمو البطئ (الشكل 11-23). وبالظروف السائدة أثناء التبلور.



الشكل (11-23) سرعة نمو الوجوه المختلفة تبعاً لكثافتها العقدية

## 11-10 تأثير العوامل الخارجية على نمو البلورات:

### 11-10-1 تأثير وضعية البلورة، وعدم تجانس المحلول:

عندما تتوضع البلورات في قعر الاناء الذي يحتوي المحلول فإن الوجوه التي تمس الاناء تحرم من النمو الطبيعي.

أن عملية نمو البلورات تترافق بأحداث تغيرات في المحلول الذي تنمو فيه وخاصة في المنطقة القريبة من الجسم البلوري حيث نلاحظ تشكل حيز تتناقص فيه درجة اشباع المحلول يدعى ساحة التبلور كما نلاحظ ارتفاع درجة حرارة محلول التبلور. وتؤدي هاتان الظاهرتان الى أعلى ليحل تناقص كثافة ساحة التبلور وتحرك محلول هذه المنطقة إلى أعلى ليحل محله محلول أكثر كثافة. وتتم هذه الحركة الانزياحية على شكل تيارات تدعى: تيارات التركيز تعمل تيارات التركيز على عدم تجانس المحلول الملامس لسطوح البلورة الآخذة بالنمو وبذلك فهي تؤثر على سرعة نموها.

عندما تقترب البلورات النامية كثيراً من بعضها البعض فإنها تؤدي أيضاً لتشوه الشكل البلوري النظامي.

### 11-10-2 تأثير درجة تركيز محاليل النمو:

تتبلور مادة  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  بأشكال مختلفة تبعاً لتركيز محلول النمو.

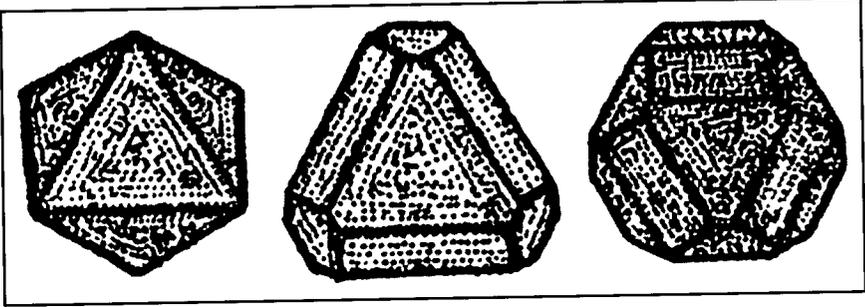
أ- فتعطي المحاليل شديدة فوق الاشباع: بلورات ثمانية الوجوه.

ب- وتعطي المحاليل متوسطة فوق الاشباع: بلورات تحتوي على وجوه ثالثة

للزوايا والاضلاع.

ج- وتعطي المحاليل قليلة فوق الاشباع: بلورات ذات أشكال قريبة من الكروية،

(الشكل 11-24).



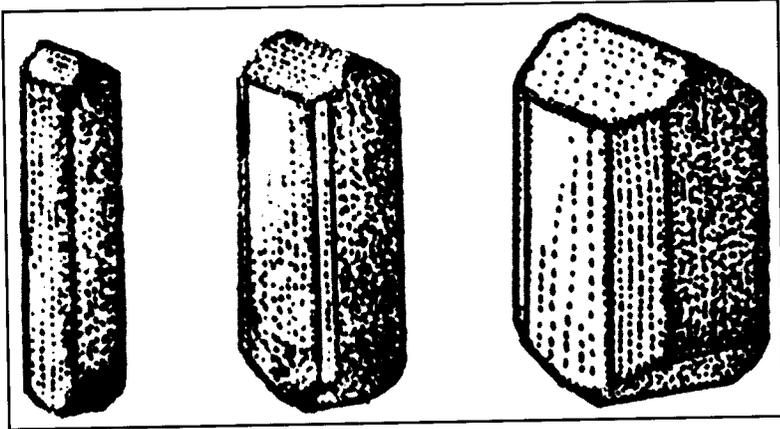
الشكل (11-24) تأثير درجة تتركز محلول النمو على شكل بلورة مركب  
 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

11-10-3 تأثير اختلاف درجة حرارة المحاليل:

يبدو تأثير الحرارة واضحاً في المثال التالي:

تزداد ثخانة بلورة مادة ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) بزيادة درجة حرارة المحلول (مع

ثبات التركيز) نتيجة لنمو الوجوه الجانبية الطويلة (شكل 11-25).

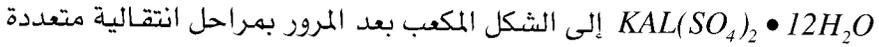


الشكل (11-25) تأثير درجة حرارة المحلول على شكل

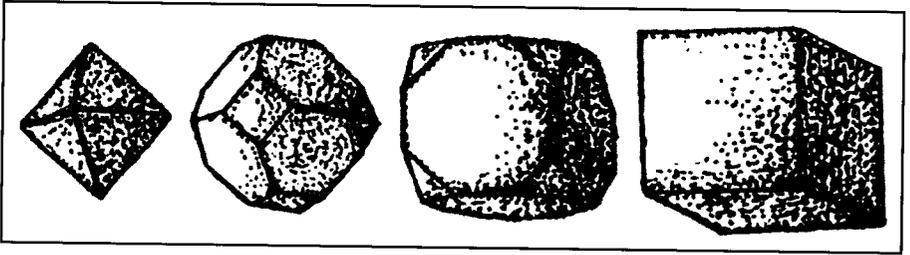


#### 11-10-4 تأثير الشوائب في المحلول:

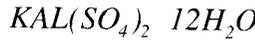
يؤدي وجود شوائب في المحلول إلى تغير السرعة النسبية لنمو الوجوه البلورية، ومثال ذلك تحول الشكل البلوري ثماني الوجوه لمادة:



وذلك عند وجود اليود في المحلول بتركيز متزايدة، (شكل 11-26).



الشكل (11-26) تأثير شوائب المحلول على سرعة نمو الوجوه البلورية



بعد أن أستعرضنا أثر العوامل الخارجية على تشكل ونمو البلورات نستطيع أن نؤكد اقتصار هذا لاثر على سرعة نمو الوجوه فقط. دون أن يخل، بتركيز وبنية الشبكة الفراغية.

#### 11-11 انحلال البلورات

تتحل البلورات في المحاليل غير المشبعة، وفي السوائل النظيفة، وبعملية الانصهار. يبدأ الانحلال بالرؤوس الزاوية، والاضلاع البارزة نظراً لتماسها مع المحلول غير المشبع، وتأخذ تتحل البلورات الصغيرة نهائياً.

ترتبط اشكال الانحلال البلوري ارتباطاً كبيراً بتجانسها، ويمكن للانحلال أن يأخذ اشكالاً متعددة في حالة عدم التجانس.

يحدث الانصهار عند رفع درجة الحرارة الى ما فوق درجة انصهار البلورة، ويبدأ بالذرا والاضلاع لان عُقيداتها اضعف ارتباطاً بجسم البلورة من عقيدات الوجوه. وهذا يؤدي الى تكور البلورات قبل انحلالها التام.

## المراجع

### المراجع العربية *The Arabic Reference* :

- 1- الفيزياء النظرية الأساسية.  
الرياض، د. مروان أحمد الفهاد، 2004.
- 2- الفيزياء التجريبية الأساسية.  
الرياض، د. مروان أحمد الفهاد 2000.
- 3- أمراض القلب والأوعية  
دمشق، د. محمد بسام الحلبي، 1993.
- 4- الفيزياء الطبية (2)  
جامعة حلب، د. منير الحامض، د. طارق زعروري، د. عبدالغني قرم. 1991.
- 5- الفيزياء الحيوية  
جامعة دمشق، د. حسين ابوحامد، 1982.
- 6- الفيزياء الطبيعية  
جامعة تشرين، د. علي بدور، 1989.
- 7- الوجيه في أمراض الدم  
جامعة حلب، د. محمد بديع بازرباشي، 1986.

8- خواص المادة والصوت

جامعة الإسكندرية، د. ابراهيم ابراهيم شريف، 1972.

9- الفيزياء الطبية

جامعة دمشق، د. سهام طرابيشي، 1995.

10- الفيزياء الطبية (1)

جامعة حلب، د. عبدالغني قرم، د. سهيل أباطة، د. فياض حسين، 1992.

11- الأعراض والتشخيص

جامعة دمشق، مجموعة من أعضاء الهيئة التدريسية، 1991.

**المراجع الإنجليزية والفرنسية *The English and French Reference* :**

1- "Ce qu'il faut savoir en physique"

Boulogne, Atlani. R, 1985.

2- "Physique appliquée"

Paris, Beiser. A, 1985.

3- "Optique"

Paris, Bruhat. M, 1942.

4- "Medical Physics"

NewYork, Cameron. J.R, Skofronick. J. G, 1978.

5- "*Physics terminale D*"

*Paris. Degurse. A.M, Gozard. F, Soulié. L, 1989.*

6- "*Medical Physics, volume (3)*"

*NewYork, Damask. A.C, Swenberg. C. E, 1984.*

7- "*Medical Physics, volume (2)*"

*NewYork, Damask. A.C, 1981.*

8- "*Biophysique (2)*"

*Paris, David. R, Henry.F, 1981.*

9- "*Biophysique (1)*"

*Paris, David. R, 1979.*

10- "*Medical Physics, volume (1)*"

*NewYork, Damask. A.C, 1978.*

11- "*Physique et Bio Physique*"

*Paris, Dutrix. G, Desgrez. A, Bok. B, Chevalier. C, 1973.*

12- "*Optique*"

*Paris, Hecht. E, 1985.*

13- "*Biophysique Medicale, Tome (2)*"

*Montpellier, Llory. J, Callis. A, Mathieu. J. C, 1987.*

14- “*Biophysique Medicale, Tome (1)*”

*Montpellier, Llory. J, Callis. A, Mathieu. J. C, 1986.*

15- “*Phénomènes Vibratoires*”

*Paris, Maury. J. P, 1970.*

## معجم المصطلحات الأجنبية

الانجليزية	الفرنسية	العربية
	(A)	
<i>abdomen</i>	<i>abdomen</i>	بطن
<i>absorbent</i>	<i>absorbant</i>	ماص
<i>absorption</i>	<i>absorption</i>	امتصاص
<i>accomodation</i>	<i>accomodation</i>	تكثيف، مطابقة
<i>prone</i>	<i>accroupie</i>	القرفصاء
<i>accumulation</i>	<i>accumulation</i>	تراكم
<i>acid</i>	<i>acide</i>	حمض
<i>amino a.</i>	<i>a. aminé</i>	حمض أميني
<i>acquisition</i>	<i>acquisition</i>	اكتساب، اقتناء
<i>activimeter</i>	<i>activimétre</i>	مقياس الفاعلية
<i>activity</i>	<i>activité</i>	فاعلية
<i>specific a.</i>	<i>a. spécifique</i>	فاعلية نوعية
<i>acuity</i>	<i>acuité</i>	حدة

العربية	الفرنسية	الانجليزية
حدة البصر	<i>a. visuelle</i>	<i>a. of vision</i>
مُلتئم، لؤمة	<i>adaptateur</i>	<i>adapter</i>
تراكم، تجمع	<i>agglomeration</i>	<i>agglomeration</i>
تحوّل كظوم	<i>adiabatique</i>	<i>adiabatic</i>
تكّس	<i>aggregation</i>	<i>aggregation</i>
حادّ (صوت)	<i>aigu</i>	<i>acute</i>
زلال (ألبومين)	<i>albumine</i>	<i>albumin</i>
معلقات زلالية	<i>macroaggregates d'a</i>	<i>a. macroaggregates</i>
قلوية ترابية (معادن)	<i>alcaline-terreux</i>	<i>alkaline terra</i>
مقرنية (خلية)	<i>amacine</i>	<i>amacine=amakrine</i>
سيرية (طريقة تشخيص)	<i>ambulatoire</i>	<i>ambulatory</i>
اتساع، مطال	<i>amplitude</i>	<i>amplitude</i>
سلوى	<i>aminotique</i>	<i>aminotic</i>
مضخم	<i>amplificateur</i>	<i>amplifier</i>
مضخم السطوع	<i>a. de brillancs</i>	
صورة ضوئية مضخمة	<i>ampliphotographie</i>	<i>ampliphotography</i>
مثليّة، مشابهة	<i>analogie</i>	<i>analogy</i>

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>analysis</i>	<i>analyse</i>	تحليل
<i>analyzer</i>	<i>analyseur</i>	محلّل
<i>anatomy</i>	<i>anatomie</i>	التشريح
<i>morbid a.</i>	<i>a. pathologique</i>	التشريح المرضي
<i>aneroid</i>	<i>anéroïd</i>	لا سائلي (مقياس ضغط)
<i>aneurysm</i>	<i>anévrisme</i>	ام الدم (الابهرية)
<i>angiocardiology</i>	<i>angiocardiographie</i>	تصوير القلب والأوعية
<i>angiography</i>	<i>angiographie</i>	تصوير الأوعية
<i>cardiac a.</i>	<i>a. cardiaque</i>	تصوير أوعية القلب
<i>cerebral a.</i>	<i>a. cérébral</i>	تصوير أوعية الدماغ
<i>angioneurology</i>	<i>angioneurologie</i>	مبحث الأوعية والأعصاب
<i>angioma</i>	<i>angiome</i>	وعاؤوم (ورم وعائي)
<i>angioplasty</i>	<i>angioplastie</i>	رأب الأوعية
<i>annihilation</i>	<i>annihilation</i>	تفاني
<i>anode</i>	<i>anode</i>	مصعد
	<i>a. biconique</i>	مصعد ثنائي الحزمة
	<i>a. tournante</i>	مصعد دوّار

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>antagonist</i>	<i>antagoniste</i>	مضاد وظيفي
<i>antibody</i>	<i>anticorps</i>	الضد
	<i>a. monoclonaux</i>	الأضداد وحيدة النسيلة
<i>antigen</i>	<i>antigène</i>	المسضد
<i>aorta</i>	<i>aorta (aorte)</i>	الأبهر
<i>apnea</i>	<i>apnée</i>	انقطاع النفس
	<i>apyrogénicité</i>	منع ارتفاع الحرارة
<i>artery</i>	<i>artère</i>	شريان
	<i>artérioles</i>	شريانات
<i>deafe</i>	<i>assourdissement</i>	تخافت
<i>asymmetry</i>	<i>asymétrie</i>	لاتناظر
<i>atheroma</i>	<i>athérome</i>	عصيدة
<i>artsumatic</i>	<i>artsumatique</i>	لا رضّي
<i>attenuatuon</i>	<i>attenuatuon</i>	تخامد، توهين
<i>audiometry</i>	<i>audiométrie</i>	قياس السمع
<i>audition</i>	<i>audition</i>	الاستماع
<i>auscultatory</i>	<i>auscultatorie</i>	تسمعى (طريقة)

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>autocorrelation</i>	<i>autocorrélation</i>	الربط الذاتي (تابع)
<i>autoradiography</i>	<i>autoradiographie</i>	تصوير الإشعاع الذاتي
<i>axillary</i>	<i>axillarie</i>	إبطي (عقدة)
<i>axon</i>	<i>axone</i>	محوار (الخلية)

(B)

<i>scanning</i>	<i>balayage</i>	مسح (الشاشة)
<i>circular s.</i>	<i>b. circulaire</i>	مسح دائري
<i>linear s.</i>	<i>b. linéaire</i>	مسح خطي
<i>band</i>	<i>bande</i>	شريط
<i>magnetic b.</i>	<i>b. magnétique</i>	شريط مغناطيسي
<i>basilar</i>	<i>basilaire</i>	قاعدى (غشاء)
<i>rod</i>	<i>bàtonnet</i>	عصى (عصيّ)
<i>biceps</i>	<i>biceps</i>	ذات الرأسين (العضلة)
<i>bilminar</i>	<i>bilminair</i>	رقائقي مضاعف
<i>binary</i>	<i>binaire</i>	ثنائي
<i>binotic</i>	<i>binarale</i>	بالأذنين (استماع)

العربية	الفرنسية	الانجليزية
بالعينين (إبصار)	<i>binoculaire</i>	<i>binocular</i>
ثنائي الاسم	<i>binôme</i>	<i>binomial</i>
كهربحيوي	<i>bioélectrique</i>	<i>bioelectric</i>
خزعة	<i>biopsie</i>	<i>biopsy</i>
ذو قطبين	<i>bipolaire</i>	<i>bipolar</i>
عروة، حلقة	<i>boucle</i>	<i>loop</i>
طنين الأذن	<i>bourdonnement</i>	<i>singing</i>
اللُجم (عينية)	<i>brides</i>	<i>bridle</i>
سطوع، بريق، لمعان	<i>brillance</i>	<i>brillance</i>
ضجيج	<i>bruit</i>	<i>noise</i>
كلمة (في الملوميات)	<i>byte</i>	<i>byte</i>
نبضة	<i>pulse</i>	<i>beat</i>
(C)		
كاميرا	<i>caméra</i>	<i>cammera</i>
كاميرا غاماوية	<i>c. gamma</i>	<i>gamma c.</i>
كاميرا موزترونية	<i>c. à positrons</i>	<i>positrons c.</i>

## المراجع

---

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>cancer</i>	<i>cancer</i>	سرطان
<i>collector</i>	<i>capteur</i>	كاشف
<i>capillarity</i>	<i>capillarité</i>	الخاصة الشعرية
<i>capture</i>	<i>capture</i>	أسر
<i>electronic c.</i>	<i>c. électronique</i>	أسر إلكتروني
<i>cardiogenic</i>	<i>cardiogène</i>	قلبي المنشأ
<i>cardiovascular</i>	<i>cardiovasculaire</i>	قلبي وعائي
<i>carotid</i>	<i>carotide</i>	السباتي (الشريان)
<i>caries</i>	<i>carie</i>	نخر، تسوس
<i>cassette</i>	<i>cassette</i>	عُليّة، حافظَة (فلم)
<i>cataract</i>	<i>cataracte</i>	الماء الأزرق (عينية)
<i>catheterization</i>	<i>cathétérization</i>	قثطرة
<i>cathode</i>	<i>cathode</i>	مهبط
<i>cava</i>	<i>cava</i>	اجوف
	<i>c. inférieure</i>	
<i>cells</i>	<i>cellules</i>	خلايا
<i>bristle c's</i>	<i>c. ciliées</i>	خلايا مهدبة

العربية	الفرنسية	الانجليزية
تمركز	<i>centrage</i>	<i>centering</i>
نايذ	<i>centrifuge</i>	<i>centrifugal</i>
رقبي، عنقي	<i>cervical</i>	<i>cervical</i>
تصوير الأوعية الصفراوية	<i>cholangiographie</i>	<i>cholangiography</i>
قناة الصفراء	<i>cholédoqus</i>	<i>choledochus</i>
المشيمية	<i>choroide</i>	<i>choroid</i>
حامل اللون	<i>chromophore</i>	<i>chromophore</i>
حركية	<i>cinétique</i>	<i>cinetic</i>
دارات	<i>circuits</i>	<i>circuits</i>
دارات مدموجة	<i>c: intégrés</i>	<i>integrated c.</i>
صورة صهريجية	<i>cinsternographie</i>	<i>cinsternography</i>
سريري	<i>clinique</i>	<i>clinic</i>
تخثر	<i>coagulation</i>	<i>coagulation</i>
قوقعة (أذنية)	<i>cochlée</i>	<i>cochlea</i>
ترميز	<i>code</i>	<i>code</i>
القلب	<i>coeur</i>	<i>coeur</i>
استعراف	<i>cognition</i>	<i>cognition</i>

العربية	الفرنسية	الانجليزية
مفراء، كولاجين	<i>collagène</i>	<i>collagen</i>
مسدد	<i>collimateur</i>	<i>collimator</i>
تسديد	<i>collimation</i>	<i>collimation</i>
تنظير المهبل	<i>colposcopie</i>	<i>colposcopy</i>
استبدال، تعويض	<i>commuter</i>	<i>commutate</i>
قابلية الأنضغاط	<i>compressibilité</i>	<i>compressibility</i>
عداد	<i>computer</i>	<i>counter</i>
عداد تناسبى	<i>c. proportionnel</i>	<i>proportional c.</i>
تركيز	<i>concentration</i>	<i>concentration</i>
مرافق	<i>concomitant</i>	<i>concomitant</i>
مجرى السمع	<i>conduit auditif</i>	<i>auditive conduit</i>
الجذع الشريانى	<i>cônes arteriel</i>	<i>arterial cone</i>
مخروط، مخاريط	<i>cônes</i>	<i>cones</i>
صامتة (حروف)	<i>consonnes</i>	<i>consonant</i>
تضييق	<i>constriction</i>	<i>constriction</i>
المستمرة (أطياف)	<i>continus</i>	<i>continued</i>
قابل للتقلص	<i>contractile</i>	<i>contratible</i>

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>contraint</i>	<i>contrainte</i>	تشوه
<i>contrast</i>	<i>contraste</i>	تباين
<i>convection</i>	<i>convection</i>	حركة الحمل
<i>converter</i>	<i>convertisseur</i>	محوّل
<i>convolution</i>	<i>convolution</i>	تلفيف
<i>cornea</i>	<i>cornée</i>	القرنية
<i>cornary</i>	<i>cornaire</i>	إكليلي
<i>humor</i>	<i>corps</i>	جسم، جسيم
<i>vitreous h.</i>	<i>c. vitré</i>	الجسم الزجاجي
<i>corpuscular</i>	<i>corpusculaire</i>	جسيمي
<i>corpusculum,</i>	<i>corpuscule</i>	جسيم
<i>corpuscle</i>		
<i>corti</i>	<i>corti</i>	كورتني (عضو)
<i>cortical</i>	<i>cortical</i>	قشري
<i>section</i>	<i>coupe</i>	قطع
<i>cranium</i>	<i>crane</i>	قحف
<i>cryotherapy</i>	<i>cryothérapie</i>	معالجة قريّة (بالبرودة)

الانجليزية	الفرنسية	العربية
	<b>(D)</b>	
<i>flow</i>	<i>débits</i>	تصريفات
<i>cerebral f.</i>	<i>d. cérébraux</i>	تصريفات دماغية
<i>blood f.</i>	<i>d. sanguins</i>	تصريفات دموية
<i>decodage</i>	<i>décodage</i>	استنطاق
<i>detachment</i>	<i>decollement</i>	انفصال (الشبكية)
<i>movement</i>	<i>défilement</i>	تحريك
<i>demodulation</i>	<i>démodulation</i>	إزالة التضمين
<i>damping</i>		تخامد
<i>density</i>	<i>densité</i>	كثافة
<i>d. of the tissue</i>	<i>d. tissulaire</i>	
<i>deoxyglucose</i>	<i>déoxyglucose</i>	ديوكسي غلوكوز
<i>depletion</i>	<i>déplétion</i>	نفاذ، إقفار
<i>large d.</i>	<i>d. massive</i>	إقفار شديد
<i>drift</i>	<i>dérive</i>	إنحراف
<i>detector</i>	<i>détecteur</i>	كاشف، مكشاف
<i>d. of brilliance</i>	<i>d. de brilliance</i>	كاشف السطوع

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>diagnosis</i>	<i>diagnostic</i>	تشخيص
<i>diastole</i>	<i>diastole</i>	انبساط
<i>diastolic</i>	<i>diastolique</i>	انبساطي (انضغاطي)
<i>deferred</i>	<i>différé</i>	مرجأ (زمن)
<i>diffraction</i>	<i>diffraction</i>	انعراج
<i>diffusion</i>	<i>diffusion</i>	انتثار، انتشار، تبعثر
<i>diffuse</i>	<i>diffus</i>	منتثر، منشر (سرطانات)
<i>diffuser</i>	<i>diffusant</i>	مبدد
<i>dilation</i>	<i>dilatation</i>	توسع، توسيع
<i>dioptry</i>	<i>dioptrie</i>	كسيرة (بصريات)
<i>dipolar</i>	<i>dipolaire</i>	
<i>directivity</i>	<i>directivité</i>	توجيهية (حزمة اللازر)
<i>discontinuous</i>	<i>discontinus</i>	متقطعة (أطياف)
<i>disparity</i>	<i>disparité</i>	تغاير
<i>disc</i>	<i>disque</i>	قرص
<i>magnetic d.</i>	<i>d. magnétique</i>	قرص مغناطيسي
<i>dissemination</i>	<i>dissémination</i>	انتثار خلايا الورم

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>dose</i>	<i>dose</i>	جرعة (دواء، إشعاع)
<i>dosimetry</i>	<i>dosimétrie</i>	قياس الجرعة
<i>holding</i>	<i>dossier</i>	مسند
<i>dynamic</i>	<i>dynamique</i>	ديناميكية
<i>dynode</i>	<i>dynode</i>	مصعد ثانوي
<i>multipling d.</i>	<i>d. multiplicqtrice</i>	مصعد ثانوي مضاعف
<i>dysplasia</i>	<i>dysplasia</i>	تَدَن، خلل التسج
<i>dysplastic</i>	<i>dysplastique</i>	مشدون، مختل التسج
<b>(E)</b>		
<i>divergence</i>	<i>écqrt</i>	تباعد
	<i>e. qngulqire</i>	تباعد زاوي
<i>degree</i>	<i>échelon</i>	درجة
<i>echography</i>	<i>échographie</i>	تصوير الصدى
<i>ultrasonic e.</i>	<i>e. ultrasonore</i>	تصوير الصدى بالأمواج فوق الصوتية
<i>echoscopy</i>	<i>échoscopie</i>	تنظير الصدى

العربية	الفرنسية	الانجليزية
صدى السبين	<i>écho de spin</i>	<i>spincho</i>
تصوير الصدى المقطعي	<i>échetomographie</i>	<i>echotomography</i>
دريئة، شاشة	<i>scrans</i>	<i>screen</i>
المرونة	<i>élasticité</i>	<i>elasticity</i>
دريئة تنظير	<i>e. de rquioscopie</i>	<i>r. protector</i>
دريئة واقية	<i>é. protecteur</i>	<i>proector</i>
دريئة داعمة	<i>é. renforçateur</i>	<i>reinforcing. p</i>
التخطيط الكهربائي للقلب	<i>électrocardiographie</i>	<i>electrocardiography</i>
التخطيط الكهربائي للدماغ	<i>électroencéphalographie</i>	<i>electroencephalography</i>
كهرطيسي (إشعاع)	<i>électromagnétique</i>	<i>electromagnetic</i>
التخطيط الكهربائي للعضلات	<i>électromyographie</i>	<i>electomyography</i>
العلاج الكهربائي	<i>électothérapie</i>	<i>electotherapy</i>
صبة (ج: صمّات)	<i>embolie</i>	<i>embolus</i>
انصمام	<i>embolie</i>	<i>embolism</i>
بث، إصدار، خروج	<i>émission</i>	<i>emission</i>
إصدارية	<i>émissivité</i>	<i>emissivity</i>

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>endolymph</i>	<i>endolymph</i>	اللمف الداخلي
<i>endoscope</i>	<i>endoscope</i>	منظار داخلي، مجواف
<i>stamina</i>	<i>endurance</i>	احتمال (العضلات)
<i>registration</i>	<i>enregistrment</i>	تسجيل
<i>enzymic</i>	<i>enzymiatique</i>	انزيمي
	<i>épannage</i>	نشر (رياضيات)
<i>epilepsy</i>	<i>épilepsie</i>	صرع
<i>test</i>	<i>épreuve</i>	اختبار
<i>effort. t</i>	<i>e. d'effort</i>	اختبار الجهد
<i>gauging</i>	<i>étalonnage</i>	معايرة
<i>excimer</i>	<i>excimère</i>	ليزر الإكزيمر
<i>excretory</i>	<i>excretrices</i>	مجاري الطرح
<i>exporation</i>	<i>exporation</i>	استقصاء
<i>exposure</i>	<i>exposition</i>	تعرض
<i>extinction</i>	<i>extinction</i>	انطفاء
<i>extrinsic</i>	<i>extrinsèque</i>	لا صميمي

العربية	الفرنسية	الانجليزية
<b>(F)</b>		
رجفان	<i>fibrillation</i>	<i>fibrillation</i>
رجفان أذيني	<i>f. auriculaire</i>	<i>auricular f.</i>
فلم	<i>fasceau</i>	<i>pencil</i>
حزمة	<i>film</i>	<i>film</i>
فلم الأشعة	<i>f. radiologique</i>	<i>X-ray f.</i>
ترشيح	<i>filtration</i>	<i>filtration</i>
انشطار	<i>fission</i>	<i>fission</i>
مرن	<i>flexible</i>	<i>flexible, flexile</i>
تموج، تذبذب	<i>fluctuation</i>	<i>fluctuation</i>
فلورة، تآلق	<i>fluorescence</i>	<i>fluorescence</i>
تصوير التآلق	<i>fluorographie</i>	<i>fluorography</i>
تنظير التآلق	<i>fluoroscopie</i>	<i>fluoroscopy</i>
تدفق (دموي، مغنطيسي)	<i>flux</i>	<i>flux</i>
محرق، بؤري	<i>focal</i>	<i>focal</i>
مبئرة (عدسة)	<i>focussée</i>	<i>focussed</i>

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>functional</i>	<i>fonctionnel</i>	وظيفي
<i>fundamental</i>	<i>fundamental</i>	أساسي
<i>focus</i>	<i>foyer</i>	بؤرة
<i>optic f.</i>	<i>f. optique</i>	بؤرة ضوئية
<i>thermic f.</i>	<i>f. thermique</i>	بؤرة حرارية
<i>frequency</i>	<i>fréquence</i>	تواتر، تردد

(G)

<i>gamma</i>	<i>gamma</i>	غاما (أشعة)
<i>camera g.</i>	<i>g. caméra</i>	
<i>ganglionic</i>	<i>ganglionnaire</i>	عقدية (خلية)
<i>glioma</i>	<i>gliôme</i>	ورم دبق، دبقوم
<i>grave</i>	<i>grave</i>	غليظ (صوت)
<i>grid</i>	<i>grille</i>	شبكة

(H)

<i>harmonics</i>	<i>harmoniques</i>	المتوافقيات
<i>red blood corpuscle</i>	<i>hématie</i>	كريات الدم

العربية	الفرنسية	الانجليزية
مبحث الدم	<i>hématologie</i>	<i>hematology</i>
ورم دموي	<i>hématome</i>	<i>hematoma</i>
ديناميكية الدم	<i>hémodynamique</i>	<i>hemodynamic</i>
إرقاء	<i>hémostase</i>	<i>hemostasis</i>
كبدى	<i>hépatique</i>	<i>hepatic</i>
نقىر	<i>hile</i>	<i>hilus</i>
مطرقة		<i>hammer</i>
نقىر الكبد	<i>h. du foie</i>	<i>h. hepatis</i>
هيبورات	<i>hippurate</i>	<i>hippurate</i>
تجانس، تناسق	<i>homogénéité</i>	<i>homogeneity</i>
	<i>holographie</i>	<i>holography</i>
أفقية (خلية)	<i>horizontale</i>	<i>horizontal</i>
عضدى (شريان)	<i>humérale</i>	<i>humeral</i>
خلط	<i>humeur</i>	<i>humor</i>
الخلط المائى	<i>h. aqueuse</i>	<i>aqueous h.</i>
الخلط الزجاجى	<i>h. vitré</i>	<i>vitreous h.</i>
التوازن الهيدروستاتيكي	<i>hydrostatique</i>	<i>hydrostatic</i>

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>hyperfrequency</i>	<i>hyperfréquence</i>	فرط التواترات
<i>hydrodynamic</i>	<i>hydrodynamique</i>	فرط الديناميكي
<i>hydrophile</i>	<i>hydrophile</i>	محب للماء
<i>hydrophobe</i>	<i>hydrophobe</i>	كاره للماء
(I)		
<i>ictometer</i>	<i>ictométer</i>	معداد
<i>iliac</i>	<i>iliaque</i>	حرقفي
<i>image</i>	<i>image</i>	صورة
<i>impedance</i>	<i>impédance</i>	معاوضقة (صوتية، كهربائية)
<i>lack of precision</i>	<i>imprécision</i>	شك، ارتياب
<i>inclusion</i>	<i>inclusion</i>	اشتمال، تغفل
<i>induction</i>	<i>induction</i>	تحريض، إثارة
<i>infarct</i>	<i>infarctus</i>	احتشاء
<i>informatics</i>	<i>informatique</i>	معلوماتيات
<i>infrared</i>	<i>infrarouge</i>	تحت احمرء
<i>inhalation</i>	<i>inhalation</i>	استنشاق

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>injection</i>	<i>injection</i>	زرق، حقن
<i>in- situ</i>	<i>in- situ</i>	في موضعه (سرطان)
<i>insuflation</i>	<i>insuflation</i>	النفخ
<i>untimely</i>	<i>intempestif</i>	طارئ، غير متوقع
<i>intensity</i>	<i>intensité</i>	شدة
<i>integrator</i>	<i>integrateur</i>	مكامل
<i>interference</i>	<i>interférence</i>	تداخل
<i>intra-luminal</i>	<i>intra-luminale</i>	داخل الشريان
<i>intra-nucleus</i>	<i>intra-nucléaire</i>	داخل النواة
<i>intravenous</i>	<i>intra-veineuse</i>	داخل الوريد
<i>invariant</i>	<i>invariant</i>	ثابت
<i>in vitro</i>	<i>in-vitro</i>	في الزجاج
<i>in vivo</i>	<i>in-vivo</i>	في الجسم الحي
<i>iris</i>	<i>iris</i>	القرنية
<i>irradiation</i>	<i>irradiation</i>	تشعيع
<i>ischemic</i>	<i>isch2miaue</i>	إقفارية
<i>isobar</i>	<i>isobare</i>	تساوي الضغط

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>isomeric</i>	<i>isomère</i>	مماكب
<i>isotope</i>	<i>isotope</i>	نظير
<i>isotrope</i>	<i>isotrope</i>	متماثل المناحي
<b>(J)</b>		
	<i>jumeaux</i>	التوامية (العضلة)
<b>(K)</b>		
<i>kymography</i>	<i>kymographie</i>	تخطيط التموج
<i>cyste</i>	<i>kyste</i>	جراب
<b>(L)</b>		
<i>labyrinthine</i>	<i>labyrinthique</i>	التيهية (سوائل الأذن)
<i>laminar</i>	<i>laminair</i>	رقائقي
<i>laser</i>	<i>laser</i>	ليزر
<i>latent</i>	<i>latente</i>	كامنة (صورة)
<i>lens</i>	<i>lentille</i>	عدسة
<i>contact l.</i>	<i>l. de contact</i>	عدسة لاصقة
<i>lesion</i>	<i>lésion</i>	إصابة، آفة

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>smoothing</i>	<i>lissage</i>	تتعيم
<i>lithotrite</i>	<i>lithotriteur</i>	مفتت الحصى
<i>longitudinal</i>	<i>longitudinale</i>	طولانية (مركبة المغنطة)
<i>wavelegth</i>	<i>longueur d'onde</i>	الطول الموجي
<i>lens, mangnifying glass</i>	<i>loupe</i>	مكبرة
<i>electronic. l</i>	<i>l-électronique</i>	مكبرة إلكترونية
<i>luminance</i>	<i>luminance</i>	لمعان
<i>lymphography</i>	<i>lymphographie</i>	التصوير اللمفي
<i>lyophilised</i>	<i>lyophilisé</i>	المجفد (المجفف بالتجميد)
<b>(M)</b>		
<i>jaw</i>	<i>màchoire</i>	الفك
<i>macroscopy</i>	<i>macroscopique</i>	الجهرية (الفيزياء)
<i>magnetoencephalo- graphy</i>	<i>magnétoencéphalo- graphie</i>	تصوير مغنطيسية الدماغ
<i>magnetometer</i>	<i>magnétomètre</i>	مقياس المغنطيسية
<i>magnetoscope</i>	<i>magnétoscope</i>	منظار المغنطيسية

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>magnocellular</i>	<i>magnocellulaire</i>	منطقة الخلايا الكبيرة
<i>marked</i>	<i>marqué</i>	موسوم
<i>atomic mass</i>	<i>mass atomique</i>	الكتلة الذرية
	<i>mastosique</i>	المتورمة (أثداء)
<i>matrix</i>	<i>matrice</i>	مصفوفة
<i>nuclear medicine</i>	<i>médecine nucléaire</i>	الطب النووي
<i>mediator</i>	<i>médiateur</i>	وسيط
<i>medicament</i>	<i>médicaments</i>	أدوية
<i>melanotic</i>	<i>mélanique</i>	مُلاني
<i>membrane</i>	<i>membrane</i>	الغشاء
	<i>membranule</i>	السادّ التالي (عينية)
<i>meningiome</i>	<i>méningiome</i>	ورم سحائي
<i>menopausic</i>	<i>ménopausique</i>	إياسية (أثداء)
<i>mesure</i>	<i>mesure</i>	قياس
<i>metabolism</i>	<i>métabolisme</i>	استقلاب
<i>metastable</i>	<i>métastable</i>	شبه مستقر
<i>metastasis</i>	<i>métastase</i>	نقلية

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>microphonia</i>	<i>microphonie</i>	صفف الصوت
<i>microprocessor</i>	<i>microprocesseur</i>	معالج مكروي
<i>microspheres</i>	<i>microspères</i>	كريات مكروية
<i>mitral valve</i>	<i>valvule mitrale</i>	الصمام التاجي
<i>mitochondrions</i>	<i>mitochondries</i>	المتقدّرات
<i>modulation</i>	<i>modulation</i>	تضمين
<i>monitor</i>	<i>moniteur</i>	جهاز مراقبة
<i>monoecho</i>	<i>monoécho</i>	وحيّد الصد
<i>monophoton</i>	<i>monophotonque</i>	وحيّد الفوتون
<i>morphology</i>	<i>morphologie</i>	الشكلياء
<i>word</i>	<i>mot</i>	كلمة
<i>motor</i>	<i>motrices ( unités )</i>	وحدات محرّكة
<i>multisection</i>	<i>multicoupes</i>	متعدد المقاطع
<i>multidetector</i>	<i>multidétecteur</i>	متعدد الكواشف
<i>multiecho</i>	<i>multiécho</i>	متعدد الاصداء
<i>myocardium</i>	<i>myocarde</i>	العضلة القلبية

العربية	الفرنسية	الانجليزية
	(N)	
ضبابي	<i>nébuleuse</i>	<i>nebula</i>
فتح الجثة	<i>nécropsie</i>	<i>necropsy</i>
نخر	<i>nécrose</i>	<i>necrosis</i>
ناخر	<i>nécrosique</i>	<i>necrotizing</i>
منظار الصور الشعاعية	<i>négatoscope</i>	<i>negatoscope</i>
مقياس المغنطيسية العصبية	<i>neuromagnétomètre</i>	<i>neuromagnetometer</i>
عصبونات	<i>neurones</i>	<i>neurons</i>
عصبونات هرمية	<i>n. pyramidaux</i>	<i>triquetrum n.</i>
العصبية الشعاعية	<i>neuroradiologie</i>	<i>neuroadiology</i>
تسوية	<i>nivellement</i>	<i>levelling</i>
نواة	<i>noyau</i>	<i>nucleus</i>
نووي	<i>nucléaire</i>	<i>neuclear</i>
نكليون	<i>nucléon</i>	<i>nucleon</i>
رقمي	<i>numérique</i>	<i>digital</i>
ترقيم	<i>numérisation</i>	<i>digitalisation</i>

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<b>(O)</b>		
<i>obsterics</i>	<i>obstétrique</i>	توليد
<i>occlusive</i>	<i>occlusive</i>	مففل (حرف)
<i>oculomotor</i>	<i>oculo-moteur</i>	محرك المقلة
<i>shock wave</i>	<i>opacifiants</i>	المظلمات
<i>opacifier</i>	<i>o. de choc</i>	موجة الصدم
<i>wave</i>	<i>onde</i>	موجة
<i>optics</i>	<i>optique</i>	بصريات
	<i>optode</i>	حساس ضوئي
<i>organ</i>	<i>organe</i>	عضو
<i>otorhinolaryngology</i>	<i>otorhinolaryngologie</i>	مبحث الأنف والأذن والحنجرة
<i>coded aperture</i>	<i>ouverture codée</i>	فتحة مرمرّة
<i>oxydase</i>	<i>oxydase</i>	اكسيداز
<b>(P)</b>		
<i>palpatory</i>	<i>palpatoire</i>	جسيّة (طريقة)

العربية	الفرنسية	الانجليزية
البكرياس (المعكلة)	<i>panceréas</i>	<i>pancreas</i>
راسم الصدى الشامل	<i>pantographe</i>	<i>pantograph</i>
برنشيم، متن	<i>parenchyme</i>	<i>parenchyma</i>
منطقة الخلايا الصغيرة	<i>parvocéllulaire</i>	<i>parvocellar</i>
مبحث الامراض	<i>pathologie</i>	<i>pathology</i>
إدراك	<i>perception</i>	<i>perception</i>
قابلية التحسس	<i>perceptilité</i>	<i>perceptility</i>
تروية	<i>perfusion</i>	<i>perfusion</i>
اللمف المحيطي	<i>perilymphe</i>	<i>perilymph</i>
الدور الفيزيائي	<i>périod physique</i>	<i>period</i>
الدور البعدي	<i>périod spaciele</i>	<i>spacial p.</i>
تمعّجي	<i>péristaltique</i>	<i>peristalsis</i>
حول الحشوي	<i>périviscerale</i>	<i>perivisceral</i>
الفقدان، الخسارة، نرف	<i>peries</i>	<i>floodin</i>
مهبط ضوئي	<i>photocathode</i>	<i>photocathode</i>
فوتو كيميائي	<i>photochemique</i>	<i>photochemical</i>
تخثر ضوئي	<i>photocoagulation</i>	<i>photocoagulation</i>

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>photodynamic</i>	<i>photodynamique</i>	فوتودينميكي
<i>photoelectric</i>	<i>photoélectrique</i>	كهروضوئي
<i>photomultiplier</i>	<i>photomultiplicateur</i>	مضاعف فوتوكهربائي
<i>photoreceptor</i>	<i>photoreceptor</i>	مستقبلات ضوئية
<i>physiology</i>	<i>physiologie</i>	الفيزيولوجيا
<i>piezoelectric</i>	<i>piézoélectrique</i>	كهروضغطي
<i>pion</i>	<i>pion</i>	بيون (الذرة)
<i>pivot</i>	<i>pivot</i>	محور، مرتكز (صائر)
<i>pixel</i>	<i>pixel</i>	عنصر صورة
<i>focal plane</i>	<i>plan focal</i>	المستوى المحرقى
<i>plexiglass</i>	<i>plexiglass</i>	بليغسفلاس
<i>plumbicon</i>	<i>plumbicon</i>	رصاصي
<i>polychromatic</i>	<i>polychromatique</i>	متعدد الالوان
<i>polyp</i>	<i>polype</i>	سليلة مخاطية
	<i>polytôme</i>	متعدد حدود
<i>positron</i>	<i>positron</i>	بوزترون
<i>pulse</i>	<i>pulse</i>	النبض

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>lung</i>	<i>poumon</i>	الرئة
<i>precession</i>	<i>précession</i>	حركة المبادرة
<i>previous deduction</i>	<i>précompte</i>	عدد النقاط المتقدم
<i>precursor</i>	<i>précurseurs</i>	طلائع (الدنا)
<i>acoustic pressure</i>	<i>pression acoustique</i>	الضغط الصوتي
<i>hydrostatic p.</i>	<i>p. hydrostatique</i>	الضغط المائي الساكن
<i>arterial p.</i>	<i>p. artérielle</i>	الضغط الشرياني
	<i>prétemps</i>	الزمن المتقدم
<i>processor</i>	<i>processeur</i>	معالج
<i>contrast product</i>	<i>produit de contraste</i>	مستحضر تباين
<i>projection</i>	<i>projection</i>	إسقاط، مسقط
<i>proliferation</i>	<i>prolifération</i>	اقتسام خلوي
<i>prototypes</i>	<i>prototypes</i>	نماذج بديئة
<i>pseudotomographic</i>	<i>pseudotomographique</i>	تصوير مقطعي كاذب
<i>psoriasis</i>	<i>psoriasis</i>	الصداف
<i>pupil</i>	<i>pupille</i>	حدقة العين
<i>surface power</i>	<i>puissance surfacique</i>	استطاعة سطحية

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<b>(Q)</b>		
<i>quality</i>	<i>qualité</i>	الجودة
<i>quantification</i>	<i>quantification</i>	تكمية
<i>quantic</i>	<i>quantiqne</i>	كمومي
<i>quantitative</i>	<i>quantitative</i>	كمّي
<i>quantum</i>	<i>quantum</i>	كم
<i>q. of magnetic flux</i>	<i>q. de flux magnétique</i>	كم التدفق المغناطيسي
<b>(R)</b>		
<i>spine</i>	<i>rachis</i>	السيشاء
<i>radial</i>	<i>radiale</i>	كعبري، شعاعي
<i>radiant</i>	<i>radiant</i>	مشع
<i>radioactive</i>	<i>radioactive</i>	فعال إشعاعياً، مشع
<i>radioactivity</i>	<i>radioactivité</i>	فاعلية إشعاعية
<i>radioafferent</i>	<i>radioafférent</i>	الجملة الواردة الشعاعية
<i>radioelement</i>	<i>radioélément</i>	عنصر إشعاعي
<i>radiogenic</i>	<i>radiogéne</i>	مولّد الأشعة

العربية	الفرنسية	الانجليزية
صورة شعاعية	<i>radiographie</i>	<i>radiography</i>
دراسات المناعة الإشعاعية	<i>radio-immunologie</i>	<i>radio immunology</i>
الراديوولوجيا	<i>radiologie</i>	<i>radiology</i>
نظير المشع	<i>radioisotope</i>	<i>radioisotope</i>
التصوير الضوئي الشعاعي	<i>radiophotographie</i>	<i>radiophotography</i>
الوقاية الإشعاعية	<i>radioprotection</i>	<i>radioprotection</i>
تنظير شعاعي	<i>radioscopie</i>	<i>radioscopy</i>
قياس الحرارة الإشعاعية	<i>radiothermométrie</i>	<i>radiothermometry</i>
عناصر التقفي الإشعاعي	<i>radiotraceurs</i>	<i>radiotracer</i>
رام (ذاكرة)	<i>RAM</i>	<i>RAM</i>
إشعاع	<i>rayonnement</i>	<i>rays</i>
اشعة سينية	<i>rayons-X</i>	<i>X-ray</i>
مستقبل	<i>récepteur</i>	<i>receptor</i>
معيد البناء	<i>reconstruteur</i>	<i>reconstrutor</i>
ترميمية (جراحة)	<i>reconstructive</i>	<i>reconstructive</i>
انعكاس	<i>réflexion</i>	<i>reflection</i>
انكسار	<i>réfraction</i>	<i>refraction</i>

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>regulator</i>	<i>regulate</i>	منظم
<i>relaxation</i>	<i>relaxation</i>	استرجاء
	<i>renouvellement</i>	تجديد (الخلايا)
	<i>repérage</i>	ترشيد
<i>reproduction</i>	<i>reproduction</i>	نسخ، تمثيل، إظهار
<i>resolution</i>	<i>résolution</i>	المقدرة الفاصلة
<i>axial r.</i>	<i>r. axial</i>	المقدرة الفاصلة المحورية
<i>spacial r.</i>	<i>r: spaciale</i>	المقدرة الفاصلة المكانية
<i>transversal r.</i>	<i>r. transversale</i>	المقدرة الفاصلة العرضانية
<i>resonance</i>	<i>résonance</i>	تجاوب
<i>N.M.R</i>	<i>r. magnétique nucléaire</i>	التجاوب المغنطيسي النووي
<i>resonator</i>	<i>resonateur</i>	مجاوب
<i>retina</i>	<i>rétine</i>	الشبكية
<i>retinotopic</i>	<i>rétinotopique</i>	مسقط الشبكية على القشرة
<i>retroaction</i>	<i>retroaction</i>	فعل منعكس
<i>retroprojector</i>	<i>retroprojecteur</i>	جهاز إسقاط خلفي
<i>rheology</i>	<i>rheologie</i>	الانسيابية

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>robotic</i>	<i>robotique</i>	إنسان آلي
<i>robustness</i>	<i>robustesse</i>	صلابة، شدة
<i>ROM</i>	<i>ROM</i>	روم (ذاكرة)
<i>rotation-translation</i>	<i>rotation-translation</i>	دوران- انسحاب
(S)		
<i>scanner</i>	<i>scanner</i>	مفراس، ماسح
<i>scanography</i>	<i>scanographie</i>	تصوير تفرسي
<i>scintigraphy</i>	<i>scintigraphie</i>	تصوير ومضاني
	<i>scintillateur</i>	وامض
<i>scintillation</i>	<i>scintillation</i>	ومضان
<i>scintiscanner</i>	<i>scintiscanner</i>	مفراس ومضاني
<i>- scope</i>	<i>- scope</i>	منظار
<i>- scopy</i>	<i>- scopie</i>	تنظير
<i>sensibility</i>	<i>sensibilité</i>	الحساسية
<i>sensory</i>	<i>sensorielle</i>	حسي
<i>sequestration</i>	<i>sequestration</i>	التوشط

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>furrow</i>	<i>sillons</i>	أثلام
<i>sites</i>	<i>sites récepteurs</i>	مراكز الاستقبال
<i>soleus</i>	<i>soléaris</i>	النعلية (العضلة)
<i>somatization</i>	<i>somatisation</i>	تجسيد
<i>pure sound</i>	<i>son pur</i>	صوت نقي
<i>probe</i>	<i>sonde</i>	مجس
<i>probing</i>	<i>sonder</i>	سبر
<i>sonie</i>	<i>sonie</i>	الشدة الصوتية
<i>source</i>	<i>source</i>	مصدر، منبع
<i>digital soustraction</i>	<i>soustraction numérique</i>	الطرح الرقمي
<i>specific</i>	<i>spécifique</i>	نوعي
<i>spectrometer</i>	<i>spectromètre</i>	مقياس الطيف
<i>sphygmomanometer</i>	<i>sphygmomanomètre</i>	مقياس ضغط نبضي
<i>nuclear spin</i>	<i>spin nucléaire</i>	سبين نووي
<i>spinter</i>	<i>spinters</i>	العداء (ج: عدائون)
	<i>squirrhe</i>	الأورام الظاهرية

## المراجع

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>stalagmometry</i>	<i>stalagmométrie</i>	قياس التوتر السطحي بالنقطة الساقطة
<i>stenosis</i>	<i>stenose</i>	تضييق
<i>sterility</i>	<i>stérilité</i>	تعقيم
<i>stereocilia</i>	<i>stéréocils</i>	الأهداب المجسمة
<i>stethoscope</i>	<i>stéthoscope</i>	سماعة الصدر الطبية
<i>stimulation</i>	<i>stimulation</i>	تثبيته
<i>stochastic</i>	<i>stochastique</i>	إحصائي
<i>striae</i>	<i>stries</i>	سطور
<i>structure</i>	<i>structure</i>	
<i>suprafundamental</i>	<i>suprafondamentale</i>	الأساسي الفائق
<i>synapse</i>	<i>synapse</i>	مشبك (ج: مشابك)
<i>synchronous</i>	<i>synchrone</i>	توافقية
<i>synthesis</i>	<i>synthèse</i>	التركيب
<i>systemic</i>	<i>systémique</i>	جهاز جولان للدم
<i>systolic</i>	<i>systolique</i>	الانقباضي

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<b>(T)</b>		
<i>tattooing</i>	<i>tatouge</i>	وشم
<i>tectorial</i>	<i>tectoriale</i>	القفي (الغشاء)
<i>telecommunication</i>	<i>télécommunication</i>	الاتصال عن بعد
<i>telemetry</i>	<i>télémetrie</i>	القياس عن بعد
<i>telethermography</i>	<i>téléthermographie</i>	التصوير الحراري عن بعد
<i>tension</i>	<i>tension</i>	توتر، توتير
<i>thermography</i>	<i>thermographie</i>	التصوير الحرارية
<i>thermovision</i>	<i>thermovision</i>	الرؤية الحرارية
<i>thorax</i>	<i>thorax</i>	الصدر
<i>thrombus</i>	<i>thrombus</i>	حصاد أو خثرة
<i>thyroid</i>	<i>thyroide</i>	الغدة الدرقية
<i>tissue</i>	<i>tissus</i>	نسيج
<i>tomodensitometer</i>	<i>tomodensitomètre</i>	مقياس الكثافة المقطعية
<i>tomodensitometey</i>	<i>tomodensitométrie</i>	قياس الكثافة المقطعية
<i>tomograph</i>	<i>tomographe</i>	راسم مقطعي

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>tomography</i>	<i>tomographie</i>	صورة مقطعية
	<i>t. longitudinale</i>	تصوير مقطعي طولاني
	<i>t. axiale transverse</i>	تصوير مقطعي عرضاني
	<i>t. radioscopique</i>	صورة مقطعية بالتظهير الشعاعي
<i>tomoscopy</i>	<i>tomoscopie</i>	تظهير مقطعي
<i>tomosynthesis</i>	<i>tomosynthèse</i>	التركيب المقطعي
<i>tonie</i>	<i>tonie</i>	ارتفاع (الصوت)
<i>tonotopic</i>	<i>tonotopique</i>	الموقع التواتري
<i>spinning-top</i>	<i>toupie</i>	دوامة، خذرف (بلبل بالعامية)
<i>all or none</i>	<i>tout-ou rien</i>	الكل أو لا شئ
<i>tracer</i>	<i>traceur</i>	عنصر تقفي
<i>treatment</i>	<i>traîtement</i>	معالجة (معلومات)
<i>transducer</i>	<i>transducteur</i>	ترجام (محوّل الطاقة)
<i>transduction</i>	<i>transduction</i>	تحويل الطاقة
<i>trame</i>	<i>trame TV</i>	قاعدة، أطار، هيكل، شبكة
	<i>transformée de fourier</i>	تحويل فوريية
<i>transition</i>	<i>transition</i>	انتقال، تحول

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>traumatic</i>	<i>traumatique</i>	راض
<i>femoral tripod</i>	<i>trépied fémoral</i>	الاثنية الفخذية
<i>tricuspid valve</i>	<i>valvule tricuspide</i>	الصمام الثلاثي الشرف
	<i>troncs supra-aotique</i>	جذوع وق أبهرية
<i>tumor</i>	<i>tumeur</i>	ورم
	<i>turn over</i>	دورة (الادنوسين)
<i>tympanic</i>	<i>tympaniaue</i>	الطبلي
<i>eardrum</i>		غشاء الطبل
<b>(U)</b>		
<i>urethra</i>	<i>uréthre</i>	الإحليل
<i>urography</i>	<i>urographie</i>	تصوير الجهاز البولي
<b>(V)</b>		
<i>vasa</i>	<i>vaisseaux</i>	الأوعية
<i>vaporization</i>	<i>vaporisation</i>	تبخير
<i>vascularization</i>	<i>vascularisation</i>	تلوين الأوعية
<i>vasoconstriction</i>	<i>vasoconstriction</i>	تضييق الأوعية

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>vasodilation</i>	<i>vasodilation</i>	توسّع الأوعية
<i>vasopressor</i>	<i>vasopresseur</i>	متوتر وعائي
<i>vector</i>	<i>vecteur</i>	موجة، محور
<i>vein</i>	<i>vein</i>	الوريد
	<i>veinules</i>	وريدات
	<i>vélocimétrie sanguine</i>	سرعة حركة الدم
<i>ventriculi</i>	<i>ventricules</i>	بطينات (مخية)
<i>viable</i>	<i>viable</i>	عيوش
<i>vibration</i>	<i>vibration</i>	اهتزاز
<i>video</i>	<i>vidéo</i>	صور مرئية
<i>viscra</i>	<i>viscères</i>	أحشاء
<i>viscosity</i>	<i>viscosité</i>	لزوجة
<i>vision</i>	<i>vision</i>	إبصار
<i>bionocular v.</i>	<i>v. bionoculaire</i>	إبصار بالعينين
<i>chromatic v.</i>	<i>v. des couleurs</i>	إبصار الألوان
<i>nocturnal v.</i>	<i>v. nocturne</i>	إبصار ليلي
<i>visualization</i>	<i>visualisation</i>	إظهار

الانجليزية	الفرنسية	العربية
<i>voxel</i>	<i>voxel</i>	عنصر حجمي
<i>vowel</i>	<i>voyelles</i>	حروف المدّ
<i>xerography</i>	<i>xérographie</i>	التصوير الكهراكدي
<i>Yag</i>	<i>Yag</i>	لازر ياغ(عقيق ايتريوم والألمنيوم)