



جامعة دمشق
المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته
الدراسات العليا

البلورات السائلة

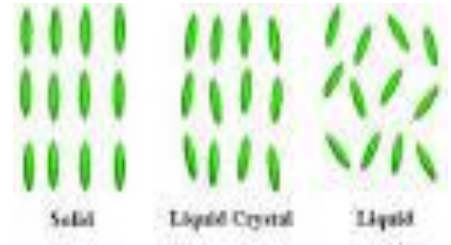
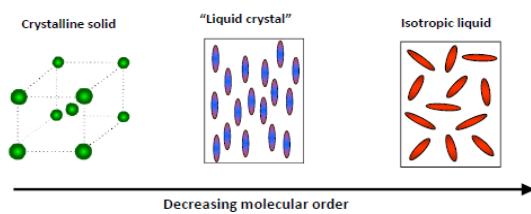
Liquid Crystal

إشراف: د. نزار شعبان
إعداد: م. مضر حمود

البلورات السائلة (Liquid Crystal):

تمتاز الجزيئات الموجودة في السوائل بعدم الانتظام والانسيابية ، أما الجزيئات المتواجدة في المادة الصلبة تبدو منتظمة وثابتة في مكانها ، أي غير انسيابية .
يصادف في طور السائل للمادة حال انتظام لتوضع الجسيمات بعيدة, أطلق عليها اسم حالة (ميزومورفيك Meso morphic – حالة الطور الصلب والسائل) .
أي أن المادة تملك خصائص ومواصفات كلتا هاتين الحالتين ضمن شروط خاصة (لدرجات الحرارة ، الضغط) أعلى بقليل من درجة حرارة انصهارها ، لذلك سميت بالبلورة السائلة (فهي مائعة- (Liquid Crystal)) ، إلا أن جزيئاتها مرتبة بأسلوب منتظم للغاية في اتجاه معين .

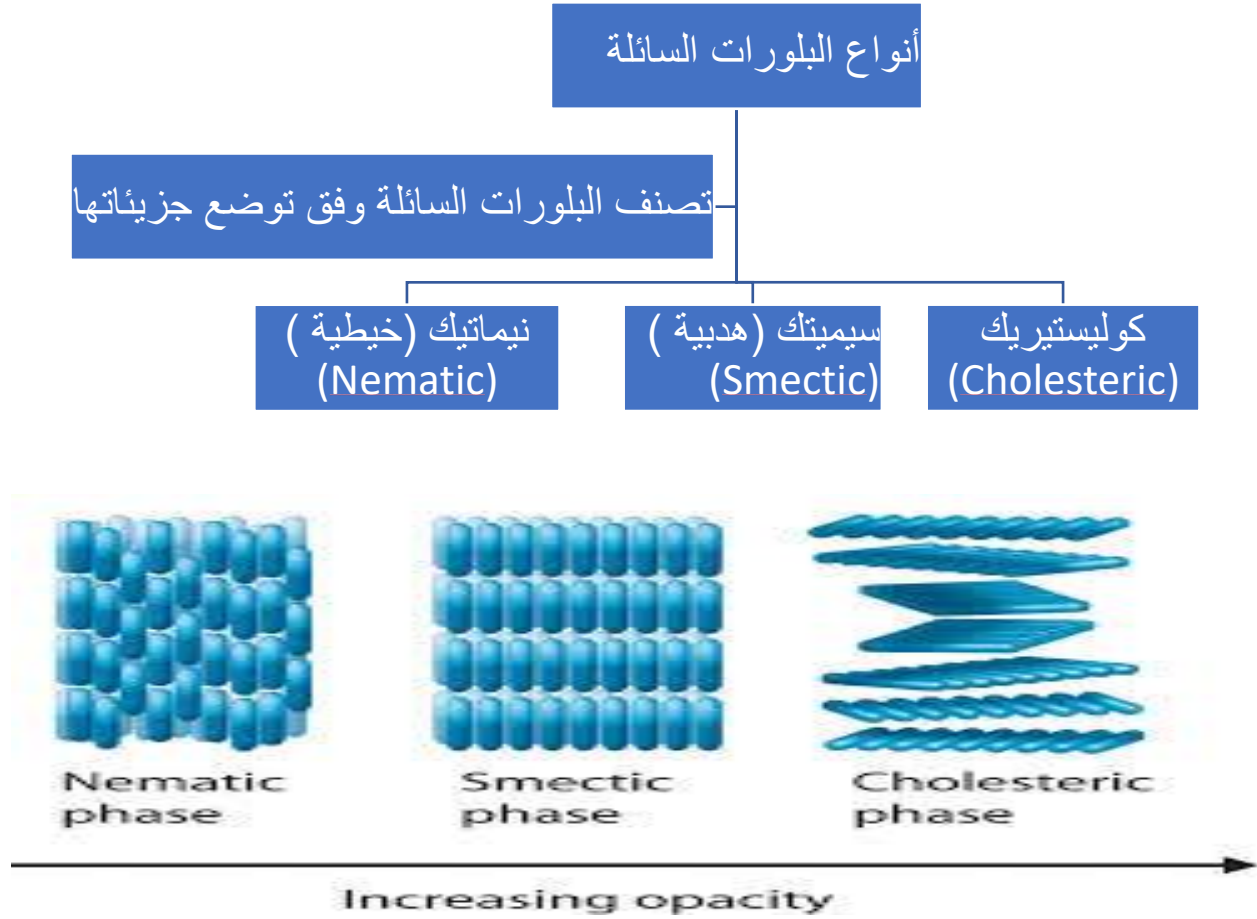
تعريف البلورات السائلة : هي طور وسط بين الحالة الصلبة المنتظمة والحالة السائلة العادية غير المنتظمة ، فهي تسيل في بعض الاتجاهات مثل السوائل ولكن تملك بنيتها بعض الانتظام المميز للبلورات .
وبالتالي يمكن القول بأن البلورات السائلة هي مواد لها خاصية انسيابية كالسوائل وترابط وتنظيم لجزيئاتها عند درجة حرارة أكبر بقليل من درجة ذوبانها ، ولذلك سميت بالبلورة السائلة ، حيث أنه عند درجات حرارة أعلى من ذلك ، تفقد الجزيئات خاصة الانتظام وتتحول البلورة السائلة إلى سائل عادي ..



- تملك البلورات السائلة بعضاً من مواصفات السائل والبلورة معاً:
- بشكل مماثل للسائل العادي ، تملك البلورة السائلة خاصة السيولة وتأخذ شكل الوعاء الموجودة فيه.
- تملك مواصفات البلورة –انتظام جزيئاتها في الفراغ البلوري .
- لا تملك بنية بلورية محددة –شبكة بلورية.

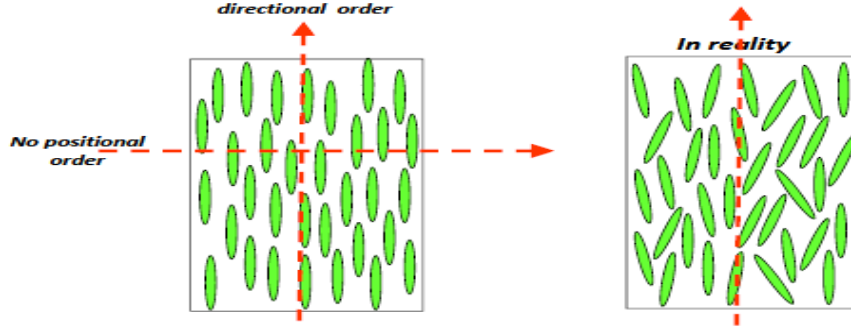
- وجود انتظام في التوجه الفراغي للجزيئات .
- يوجد انتظام موجه للجزيئات أكثر تعقيداً من البلورات .

أنواع البلورات السائلة:



1-البلورات السائلة نيماتيكية (الخيطة) (nematic):

تتوضع الجزيئات بحيث تكون محاورها الطولانية متوازية ولكنها غير منفصلة في طبقات ، تسلك سلوك عيدان تنظيف الأسنان في علبتها ، فهي تستمر في توجيهها وتكون حرة الحركة في أي اتجاه .
يجعل التهييج الحراري الجزيئات تهتز حول اتجاه وسطي لمحورها . يتغير توزيع الجزيئات الخيطية عند تعرضها لحقل كهربائي أو مغناطيسي ، فينتج خواص مميزة (مثلاً – تتحول من سائل صاف إلى عكر) تفيد في تطبيقات تقنية عديدة وخاصة في أجهزة عرض الصور .



2- البلورات السائلة سميكتيكية (الهدبية) (Smectic):

وهي تتألف من طبقات مسطحة من جزيئات لها شكل (السيجار) ومحاورها الطولانية متوازية ، وسمك الطبقة يساوي طول جزيء واحد أو جزيئين (أي من مرتبة عشرات الأنجستروم) . والجزيئات في الطبقة الواحدة قد تكون مرتبة بشكل منتظم أو عشوائية بحسب طبيعة المادة. تنزلق الطبقات فوق بعضها البعض بحرية ولكن الجزيئات في الطبقة الواحدة تبقى موجهة ولا تتحرك داخلها. وقد اشتق اسمها من الأصل اليوناني Smectos وتعني الصابون.

تكون الجزيئات عمودية على مستوي الطبقات. وهذه أكثر الحالات شيوعاً في الطور الهدبي من النوع A أما في الطور الهدبي من النوع C فإن الجزيئات تكون مائلة على الطبقات . وتنتقل بعض المواد بين الطورين A و C . ويتم الانتقال من طور لآخر عند درجة حرارة انتقالية محددة جداً .

3- البلورات السائلة الكوليستيريكية (Cholesteric):

تظهر هذه الحالة عند رفع درجة الحرارة ، إما من الطور البلوري ، وإما من الطور الهدبي (سميكتيكية) ولكن ليس من الطور الخيطي. يمكن مقارنة اللزوجة الضعيفة وانتشار الضوء في هذا الطور مع ما يماثلها في الطور الخيطي. وتتألف هذه البلورات من طبقات رقيقة سماكتها تساوي طول جزيء واحد. وتترتب الجزيئات لتكون محاورها الطولانية في مستوى الطبقة، وتكون هذه المحاور متوازية بعضها مع بعض في الطبقة الواحدة. أي لها بنية خيطية ذات بعدين في الطبقة الواحدة مع بعض الاختلافات الطفيفة في الاتجاهات من طبقة إلى أخرى . وينزاح فيها توجه المحور بانتظام لدى الانتقال من طبقة إلى أخرى ، كما هو مبين في الشكل . وتكون المسافة المقاسة عمودياً على الطبقات التي ينزاح عبرها اتجاه الصفوف بمقدار 360 درجة من مرتبة أطوال الضوء المرئي .

هذا يعني أن الضوء المنعكس عن الطور الكوليستيريك يعتمد على عدد الدورانات في طور معين (بنفس الطريقة التي يتحكم فيها بعدد الخطوط الطيفية في شبكة الإنعراج) ، ويطلق على هذا النوع من البلورات السائلة اسم الأطوار اللولبية الخيطية . ويكون لهذا النوع من البلورات ألوان قوس قزح الزاهية ، حيث تتعلق شدة الفتل (الدوران) واللون بدرجة الحرارة، ولهذا أصبحت البلورات السائلة تستخدم لقياس درجة حرارة السطوح والبشرة والشرابين ، وتأتي تسمية الكوليستيريكية من حقيقة أن كثيراً من مشتقات الكوليستيرول هي من هذا النوع من البلورات السائلة .

الخواص الفيزيائية :

تتعلق الخواص الفيزيائية للبلورات السائلة باتجاه محور توجه جزيئاتها ، الذي بدوره يتأثر بالعوامل الخارجية (ضوء ، حرارة ، حقول كهربائية ومغناطيسية ، ضغوط ميكانيكية) وهذا ما يجعلها مثيرة للاهتمام .

تختلف قرينة الانكسار لبعض المواد باختلاف ترتيب ذراتها وجزيئاتها. بين الفرنسي شارك موغان سنة 1911 الفعل الموجه للحقل المغناطيسي، بوضعه مادة نيماتيكية (خيطية) تحت تأثير مغناطيس كهربائي ، فأصبح السائل العكر صافياً ويسلك الضوء سلوك بلورة أحادية المحور يتجه فيها المحور الضوئي باتجاه الحقل . أما فعل الحقل الكهربائي فهو أكثر تعقيداً ، إذ أنه يرتبط بتبيان خواص ثابت العزل الكهربائي الساكن وبقريئة الانكسار وباتجاه استطالة الجزيء.

تطبيقات البلورات السائلة :

تستخدم البلورات السائلة في تطبيقات متعددة ومتنوعة تعتمد على خواصها الميكانيكية والحرارية والكهربائية والضوئية .

* - فالصابونيات (أو خافضات التوتر السطحي) تستخدم في مجال استخراج النفط : فعند النضوب الجزئي لبئر النفط ، فإن القسم الأعظم المتبقي في الصخور المسامية يمكن دفعه بضخ كميات كبيرة من مزيج خافض للتوتر السطحي بالماء إلى البئر .

*- في المجال الطبي : تستخدم لتغليف العقاقير التي يمكن أن تخربها الأنزيمات أثناء مرورها في الجهاز الهضمي عندما تؤخذ عن طريق الفم ، وعند وصول العقار المغلف إلى المكان اللازم عبر الجسم تتحل المادة البلورية السائلة فيه محررة العقار .

*- أما أكثر التطبيقات أهمية فهي تركز إلى شدة اللاتناحي الضوئي (يتراوح الفرق Dn بين قرينتي الانكسار وفق اتجاهين مختلفين ما بين 0.05 و 0.25) ويتم الترتيب في هذه البلورات على أساس من التوازن القلق للقوى بين الجزيئات أو تغيير اتجاهها (لتصبح بجهة الحقل مثلاً) مما يسبب تغيراً كبيراً في الانكسار المضاعف والامتصاص والانعكاس والتبعثر الضوئي .
من هذه التطبيقات شاشات الأجهزة التلفزيونية وشاشات الحواسيب والآلات الحاسبة الجيبية المتميزة برقتها وصغر حجمها.



حيث استعويض عن أنبوب الأشعة المهبطية في التلفزيون ببطيئة رقيقة من بلورة سائلة موضوعة بين طبقتين لهما مسريان الكترونيان مهمتهما صف جزيئات البلورة السائلة ، مما أدى لأختصار حجم التلفزيون بشكل كبير ، إضافة إلى تخفيض جهود الاستطاعة العالية .



*-إضافة لذلك هناك تطبيقات أخرى كبيرة ، فمثلاً الكفلر Kevlar (هو بلورة بوليميرية في طورها الصلب) ينافس الفولاذ في استخدامات شتى منها تدريع العربات وصناعة الكبلات وغيرها . إن فهم البلورات السائلة سيسهم في الدراسات البيولوجية لأن بعض أطوارها (مثل الطور الكوليستيريل) يدخل في تركيب بعض مكونات المادة الحية (مثل DNA في الطحالب) .