

LIQUID CRYSTALS

مقدمة في البلورات السائلة وتطبيقاتها

اعداد

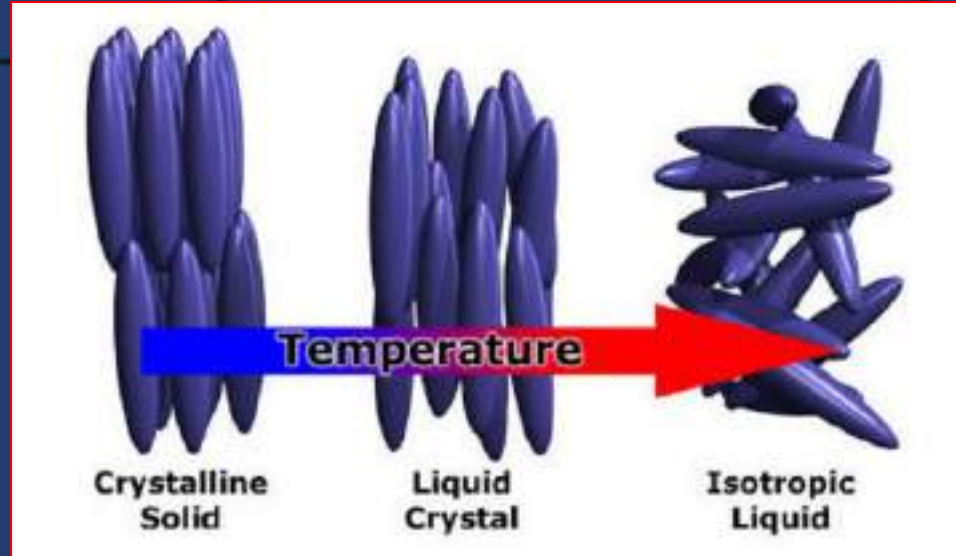
محمد مزهر عفتان

كلية العلوم – قسم الكيمياء

Introduction

البلورات السائلة

- حالة وسطية تظهر ما بين الطور الصلب (*Solid Phase*) الذي تكون فيه حركة الجزيئات مقيدة في الشبكة الثلاثية الأبعاد وذات تنظيم جزيئي متكامل موقعاً واتجاهاً، والطور الايزوتروبي (*Isotropic Phase*) الذي تتحرك الجزيئات فيه بحرية ويعد ذا تنظيم عشوائي كما في



الشكل (1-1)

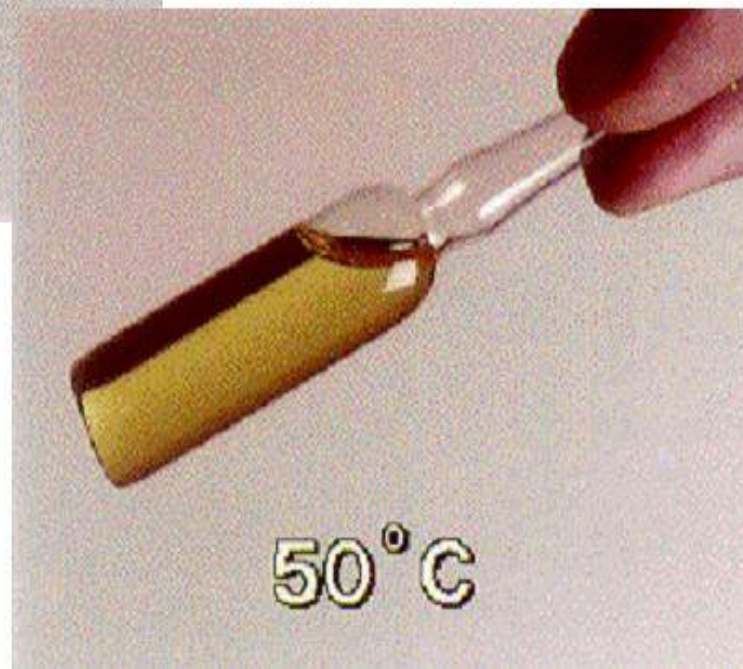
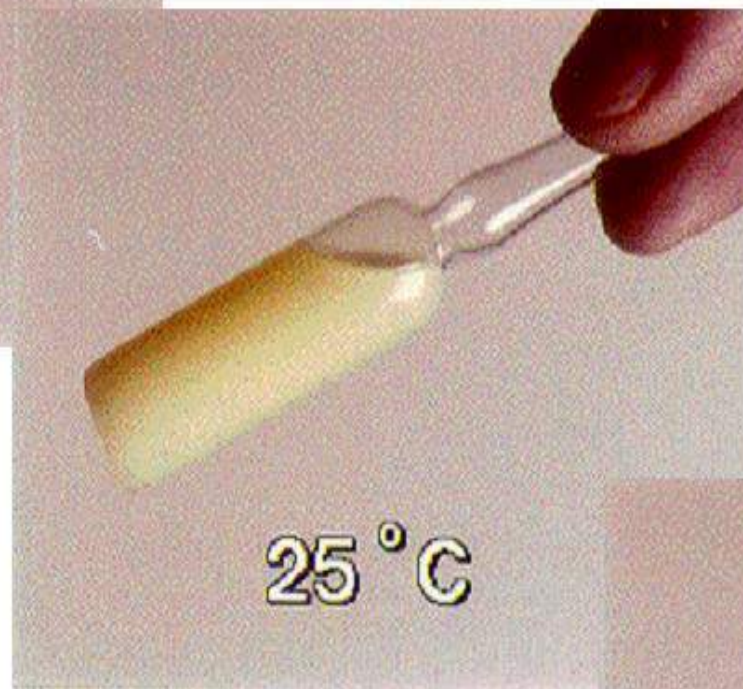
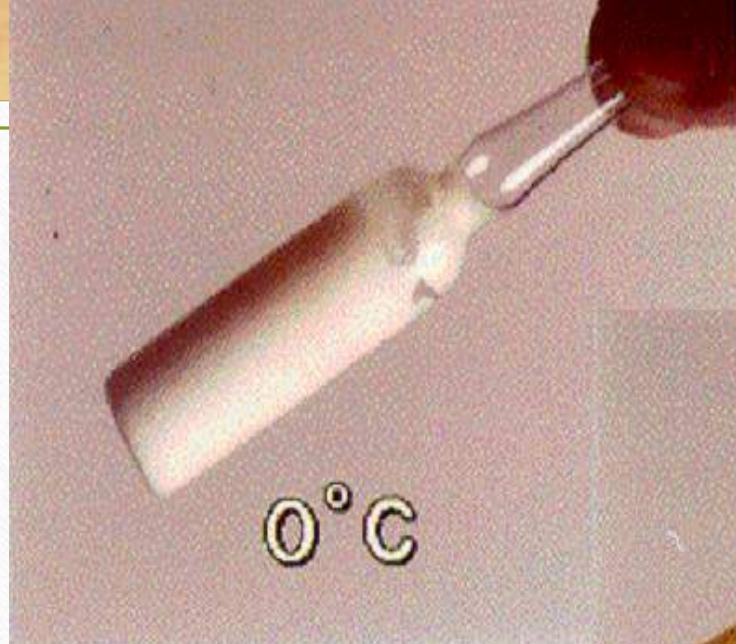
- الشكل (1-1): الانهيار المرحلي للشبكة البلورية في الطور الصلب

ويعد عالم النبات النمساوي (*Friedrich Reinitzer*) عام (1888) أول من لاحظ هذه الحالة عند دراسته لبنزوات الكولسترول، إذ وجد أن هذه المادة تنصهر في درجة حرارة تبلغ (146°C)، ولكنها لا تنصهر بشكل كامل حتى تصل إلى درجة حرارة (179°C) وفي هذه الحالة الوسطية تكون المادة غير شفافة.



في عام (1889) أطلق عليها البلورات السائلة العالم الفيزيائي (*Otto Lehman*). أما (*Freidel*) عام 1922 فهو أول من قام بدراستها مجهرياً وأطلق عليها الحالة المتوسطة (*Mesophase*) إذ تمكن من تمييز ثلاثة أصناف من التراكيب البنائية للأطوار البلورية السائلة واصفاً التركيب البنائي لكل صنف معرّفاً إياه بمصطلح وحسب الانتظام السائد في الشكل الهندسي للطور المعني، وهي التركيب النيماتي، الكوليسترولي والسمكتي





Classification of liquid crystals تصنيف البلورات السائلة

البلورات السائلة الترموتروبية

Calamictic Liquid Crystals

Discotic Liquid Crystals

Bent-core Liquid Crystals (Banana)

البلورات السائلة اللايوتروبية

Lamellar phase

Cubic phase

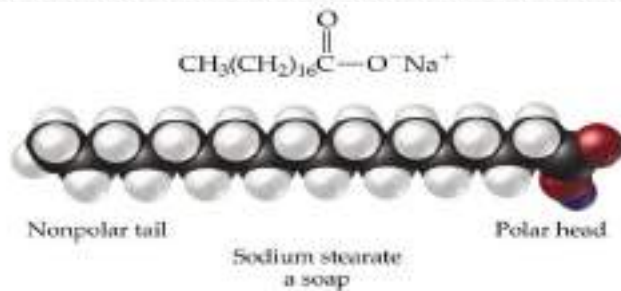
Hexagonal phase

Micelles phase

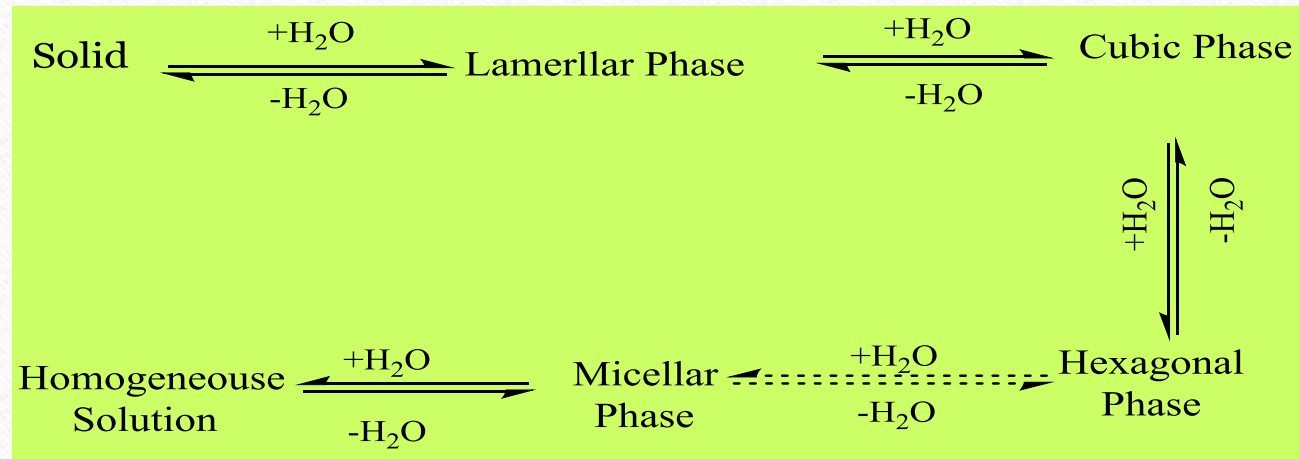
Homogeneous phase

البلورات السائلة اللايوتروبية (Lyotropic Liquid Crystals):

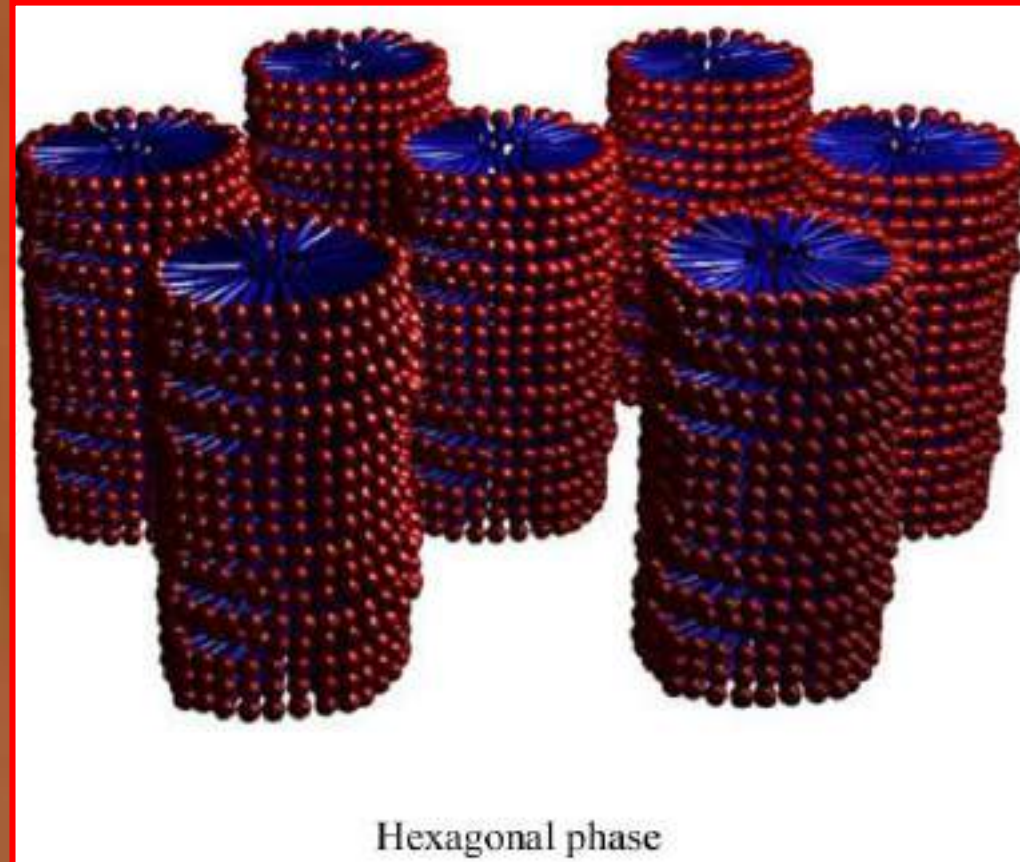
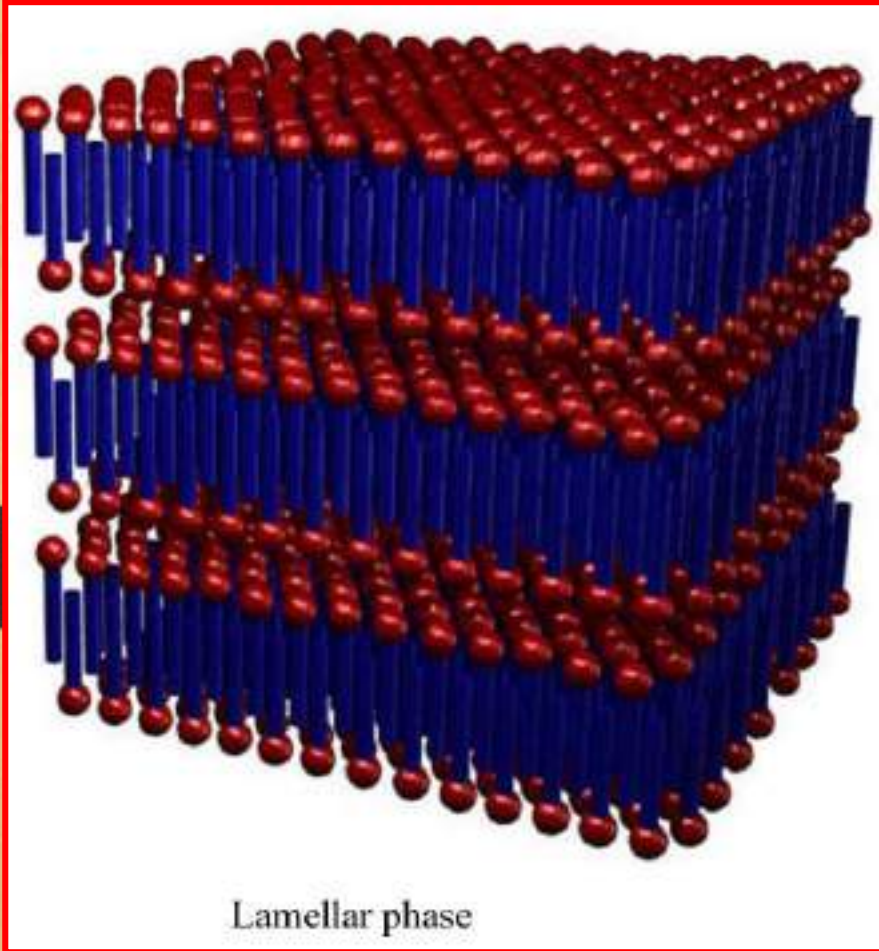
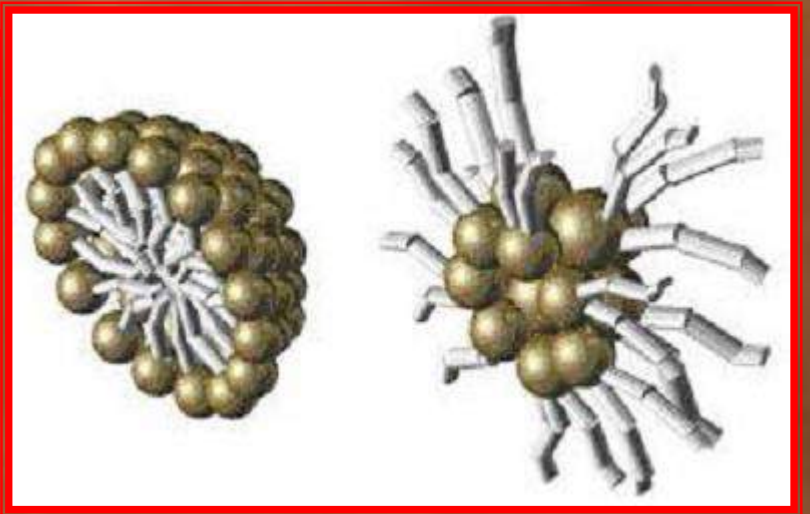
ينشأ هذا الصنف من البلورات السائلة عند إضافة حجوم محددة من مذيب قطبي مثل الماء الكحول إلى كميات محسوبة من مركبات عضوية أمفييلية في درجة حرارة الغرفة أو في درجات حرارة أعلى .



يمكن الحصول على سلسلة من الأطوار الوسطية اللايوتروبية التي ينحصر ظهورها في المدى الواقع ما بين الحالة الصلبة والحالة السائلة وذلك بزيادة تركيز المذيب



Micelles

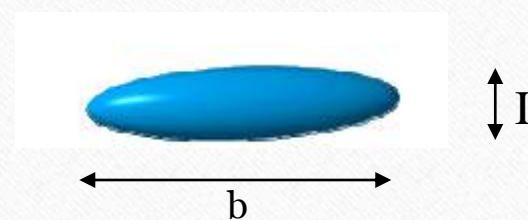
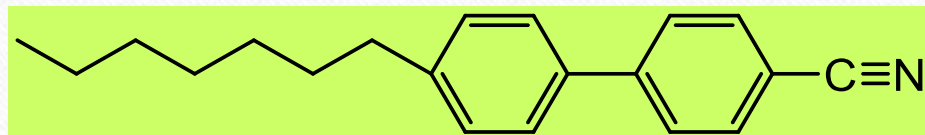


البلورات السائلة الترموتروبية (Thermotropic Liquid Crystals)

يعتمد هذا النوع من البلورات السائلة على درجة الحرارة ومقدار التغير الحاصل فيها لذلك تدعى بالأطوار الوسطية المحفزة بالحرارة ، ويمكن تصنيف البلورات السائلة الترموتروبية الى:

أولاً: البلورات السائلة القضيبية

يملك هذا النوع من الميزوجينات شكل طولي (Elongated Shape) مسؤول عن ظهور الصفات الانزوتروبية Anisotropy (أي التباين في الصفات الفيزيائية) المهمة في الشكل الجزيئي للميزوجينات الترموتروبية، لكي يحصل انصهار حراري مرحلي للميزوجين لابد ان تكون القوى الضمنية الجزيئية متباينة في الصفات الفيزيائية بمقدار مناسب وهذا ناتج من كون طول الجزيئة (b) اكبر بكثير من معدل القطر (I)



أن للبلورات السائلة صفات خاصة تتميز بها عن الحالة السائلة والحالة الصلبة إذ توصف الجزيئات التي تمتلك الخواص البلورية السائلة بأنها ذات شكل اسطواني وأن نسبة طول الجزيئة إلى معدل قطرها يساوي: $(L/d \geq 4.0-6.4)$

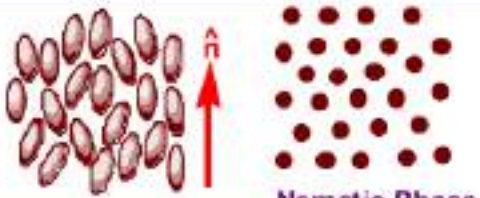
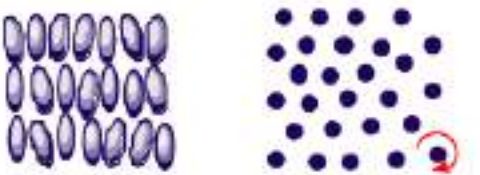
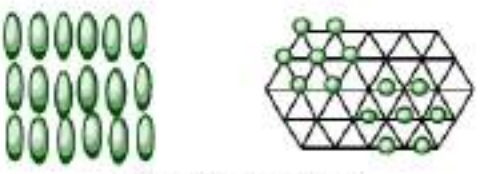
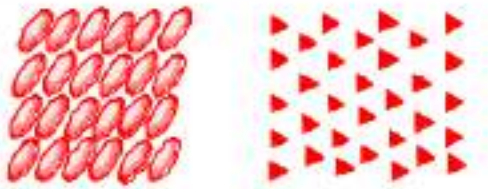
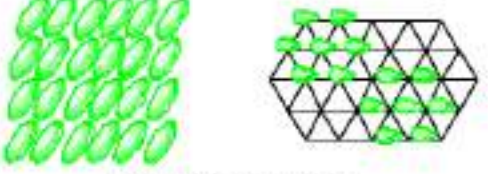
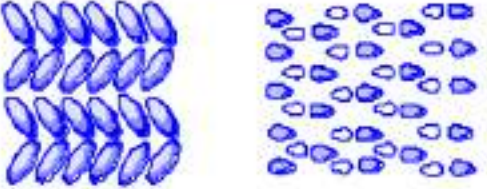
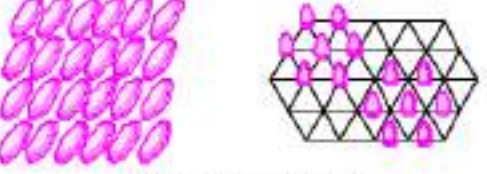
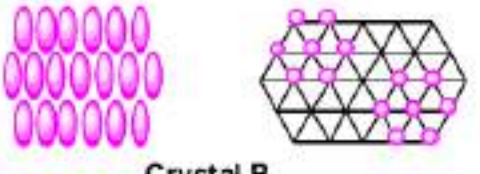
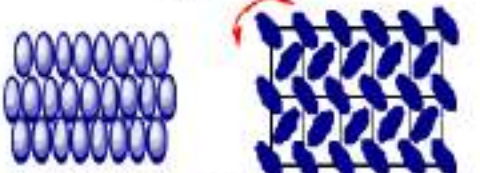
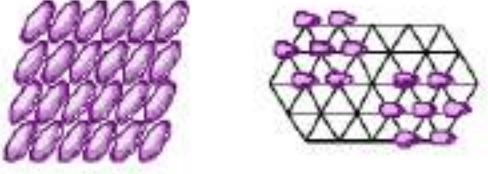

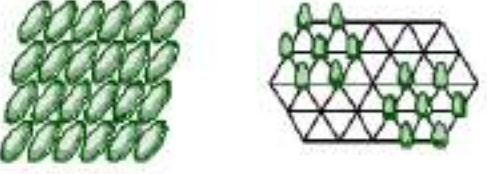

يمكن تصنيف البلورات السائلة الثرموتروبية القضيبيية استنادا إلى انتظامها الجزيئي إلى:

(a) الطور السمكتي (*Smectic Phase*)
(b) الطور النيماتى (*Nematic Phase*).
(c) الطور الكولسترولى (*Cholestrtric Phase*).

(a) الطور السمكتي *Smectic Phase*

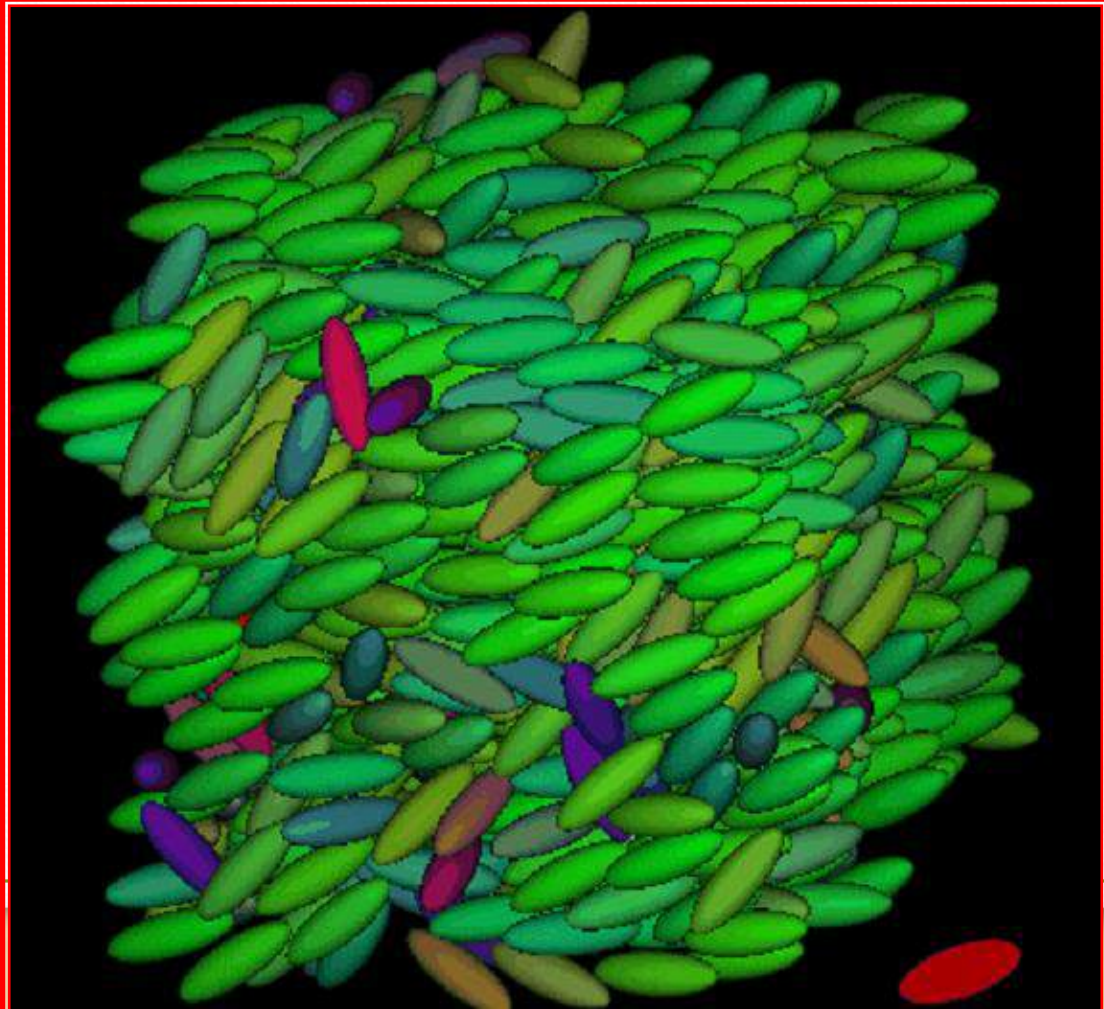
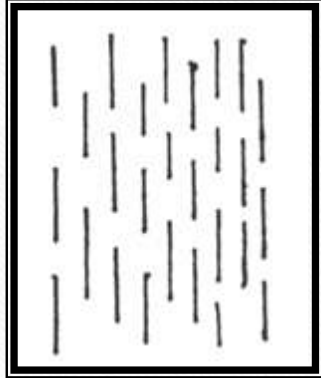
اشتق اسم الطور من الكلمة الاغريقية (*Smectous*) وتعني شبيه الصابون، وفي هذا الطور تكون المحاور الطولية للجزيئات مرتبة بشكل يوازي بعضها بعضا في تركيب طبقي تتحرك في اتجاهين وهي اقل حرية في الحركة من الطور النيماتى، لذلك يكون الطور السمكتي اقرب إلى الحالة الصلبة منه إلى الحالة السائلة. لهذا الطور تسعة تراكيب وصفت في الادبيات، وهي (*SA,SB,SC,SD,SE,SF,SG,SH and SI*). وأن التركيب الأساسي لهذا الطور وصفه *Friedel* ، والتسلسل الأبجدي يعود إلى أسبقية اكتشاف كل نوع، وقد اكتشف حديثاً الأطوار السمكتية (*Sk,SJ*)

وفيما يأتي توضيح لبعض الأطوار السمكتية الأكثر شيوعاً

Structures of Calamitic Nematic and Smectic Liquid Crystal Phases (Plan and Side Views)	
 <p>Nematic Phase</p>	
Orthogonal Phases	Tilted Phases
 <p>Smectic A</p>  <p>Hexatic Smectic B</p>	 <p>Smectic C (<i>synclitic</i>)</p>  <p>Hexatic Smectic I</p>
	 <p>Smectic C_{ah} (<i>anticlitic</i>)</p>  <p>Hexatic Smectic F</p>
 <p>Crystal B</p>  <p>Crystal E</p>	 <p>Crystal J</p>  <p>Crystal K</p>
	 <p>Crystal G</p>  <p>Crystal H</p>
	<p>Short Range Order</p> <p>Long Range Order</p>

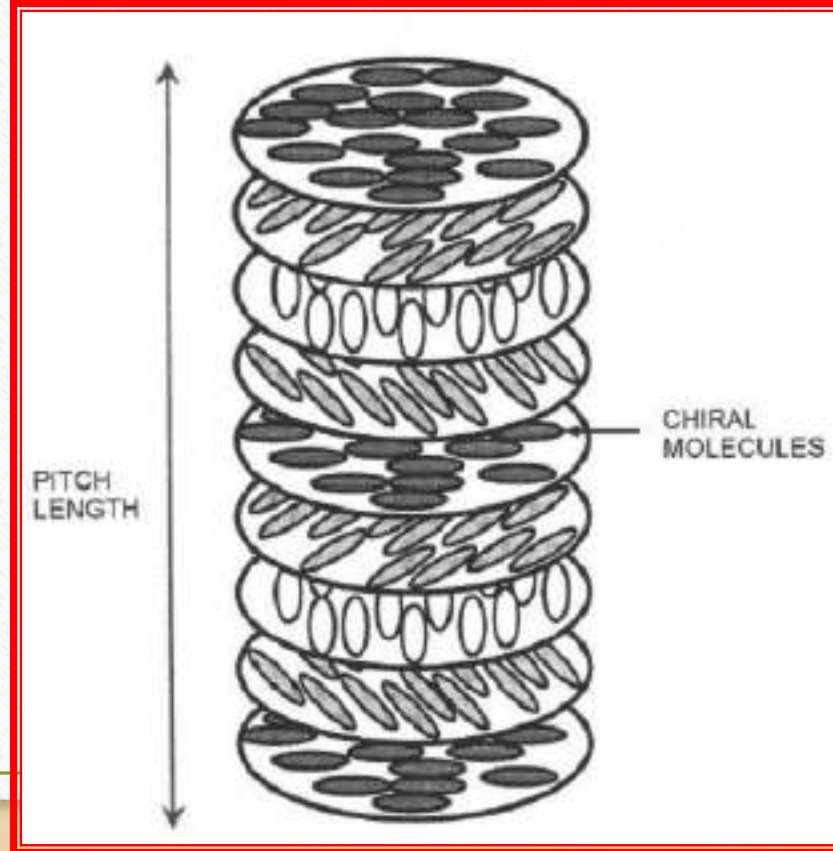
Nematic Phase النيماتى (b)

إسم الطور مشتق من الكلمة الإغريقية (Nematous) التي تعني (خيطي)، وترتيب الجزيئات يكون اقرب إلى العشوائية، إذ تكون المحاور الطولية للجزيئات متوازية عشوائياً، وتتحرك في ثلاث اتجاهات وأقل انتظاماً من الطور السمكتي (Smectic Phase) ، ويعد من أبسط أنواع البلورات السائلة وهو أقرب إلى الطور السائل



الطور الكوليسترولي (Cholestrtric Phase)

لوحظ هذا الطور لأول مرة في (Cholesteryl ester) وأغلب مركبات هذا الصنف هي مشتقات للكوليستروول، حيث أن هذا الطور يظهر في المركبات التي تحوي مركز كيرالية (Chiral Center) يكون ترتيب الجزيئات بشكل طبقات وتكون محاور الجزيئات مرتبة بصورة موازية بعضها البعض ضمن الطبقة الواحدة ولكنها غير متوازية مع الطبقة التي تليها. وأن هذا الطور هو أحد صور الطور النيماتى ويسمى عادةً بالطور النيماتى المبرم (Twisted Nematic Phase).



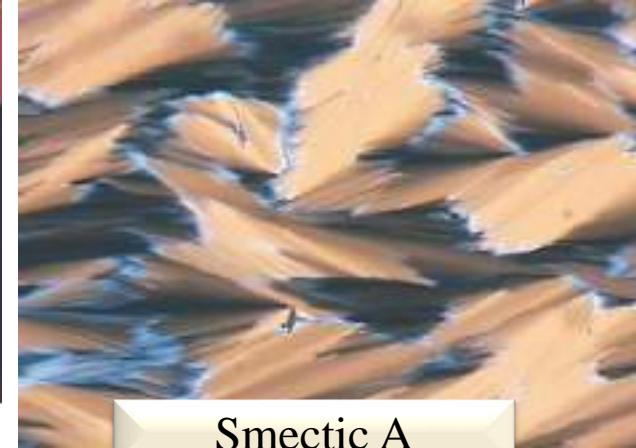
وفيما يلي بعض صور (texture) للبلورات السائلة القضيبيّة



Crystal B Phase



Crystal G Phase



Smectic A



cholesteric



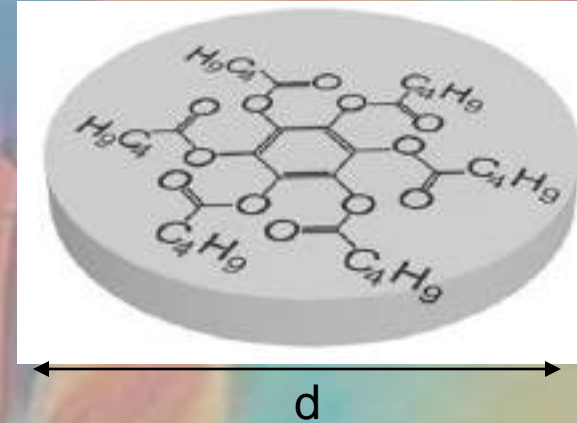
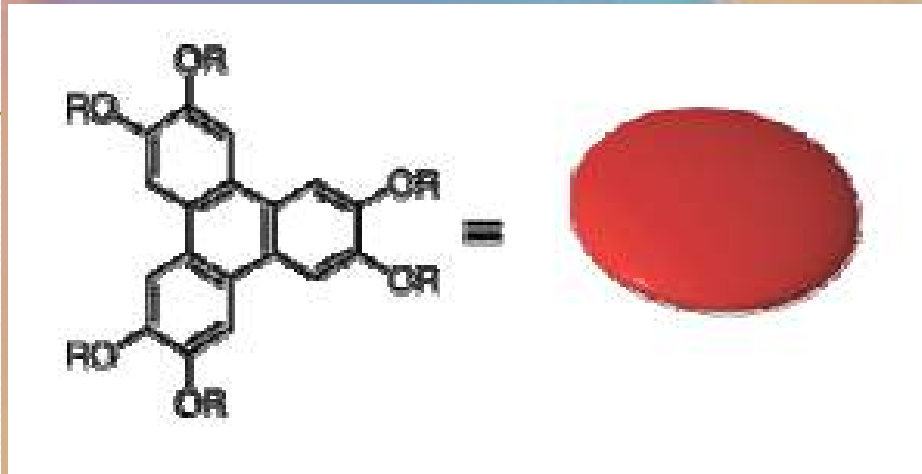
Smectic C



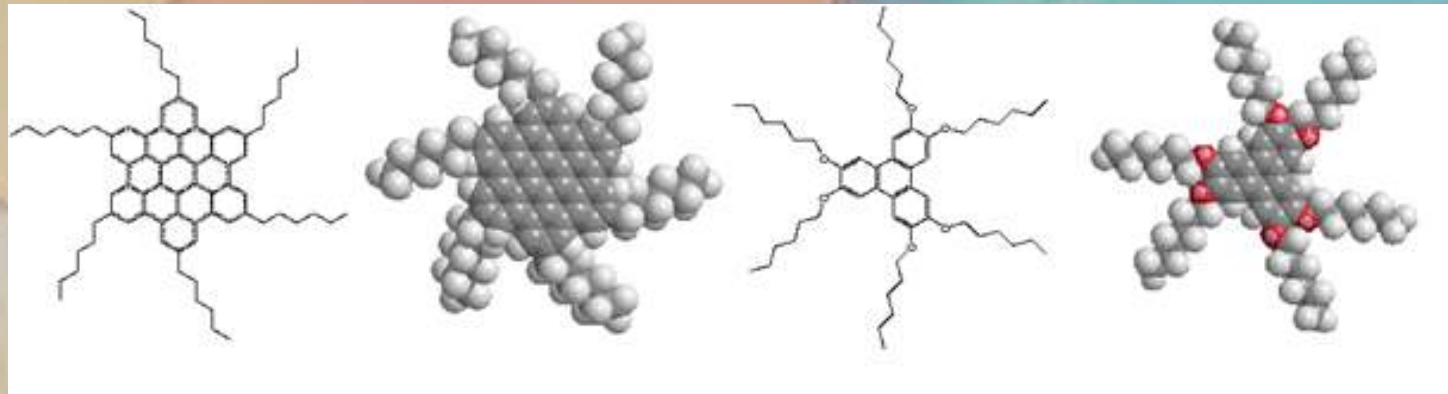
Nematic phase

ثانياً: البلورات السائلة الترموتروبية القرصية Discotic Liquid Crystals

تم اكتشاف هذا النوع من الميزوجينات عام 1977م، تمتاز جزيئات البلورات السائلة القرصية بكون محورها القطري اكبر من المحور الطولي ويمثل الشكل ادناه الرسم العام للبلورات السائلة القرصية، اذ ان (d) تمثل محور الجزيئة القطري، (t) سمك الجزيئة



وفيما يلي بعض الميزوجينات القرصية:



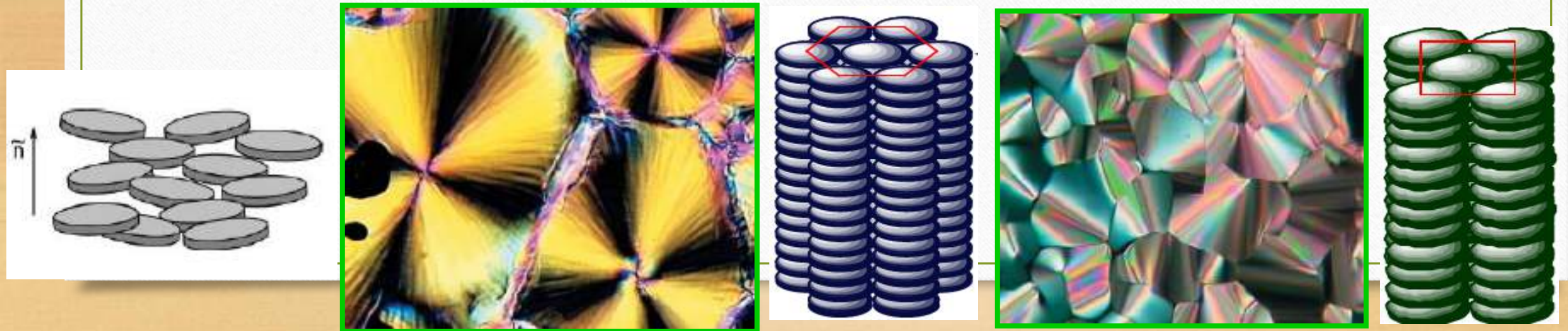
تصنف البلورات السائلة الترموتروبية القرصية الى صنفين أساسيين:

أولاً: الطور القرصي النيماتي Nematic Disconict Phase

يرمز للطور القرصي النيماتي بالرمز (N_D) ويكون هذا الطور الاقل انتظاماً من حيث ترتيب الجزيئات أذ تمتلك الجزيئات اتجاهًا واحد فقط. يمثل الشكل ادناه الطور القرصي النيماتي.

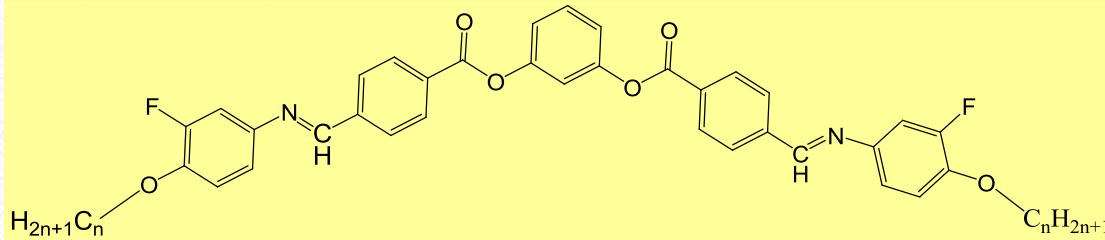
ثانياً: البلورات السائلة العمودية Columnar Liquid Crystals

يرمز لهذا النوع من الميزوجينات بالرمز (Col) ، تكون البلورات السائلة من هذا النوع على هيئة اقراص (Disc-Shaped) له ميل للتكدس بعضها فوق البعض الاخر ينتج بذلك بلورات سائلة على هيئة عمود مرتب بهيئات مختلفة منها الهيئة المستطيلة (Columnar Rectangular) والذي يرمز له بالرمز (Colr) والهيئة السداسية (Columnar Hexagonal) ويرمز له بالرمز (Colh).



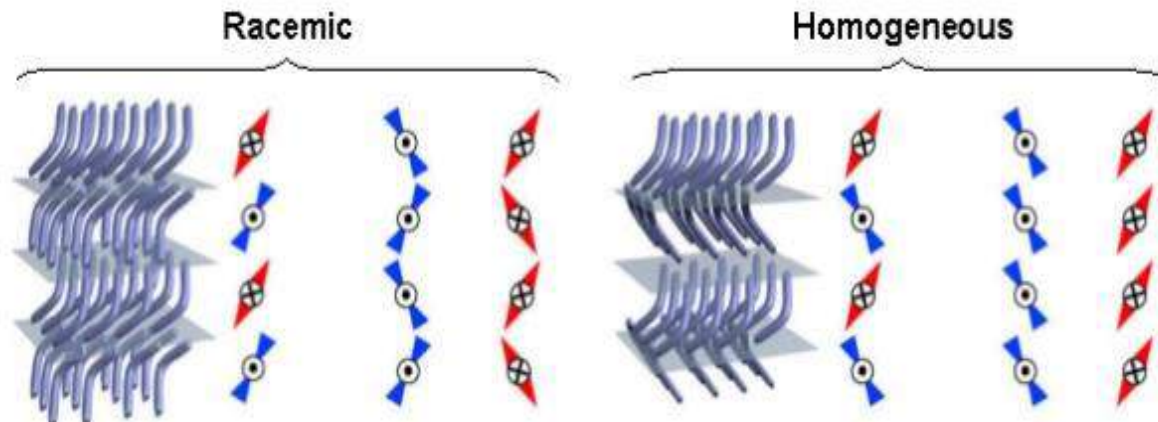
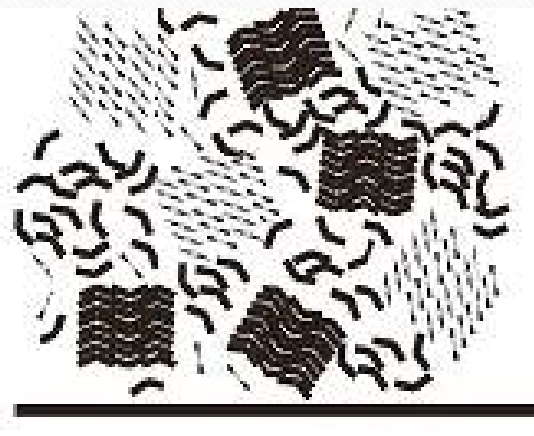
ثالثاً: البلورات السائلة المنحنية (الموزية) (Bent-core Liquid Crystals (Banana))

يرمز للميزوجينات الموزية بالرمز b-LC وقد تم تحضير هذا النوع من البلورات السائلة منذ عام 1930 من قبل العالم Vorlander.

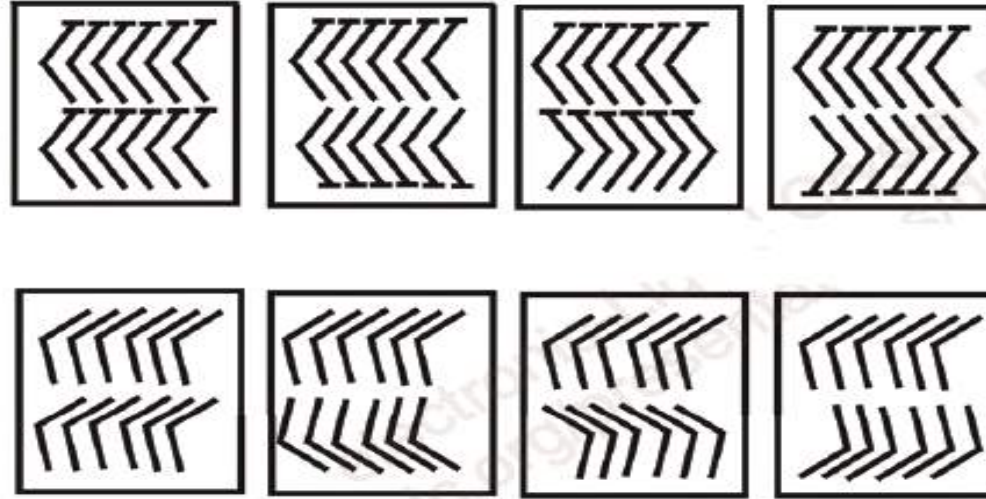


لاحظ انه عند ارتفاع درجة الحرارة تظهر أطوار بلورية سائلة تختلف عن ما هو متعارف عليه في الشكل. تتخذ الميزوجينات الموزية شكل أشبه بالطور السمكتي (Sc) وتكون بشكل طبقات.

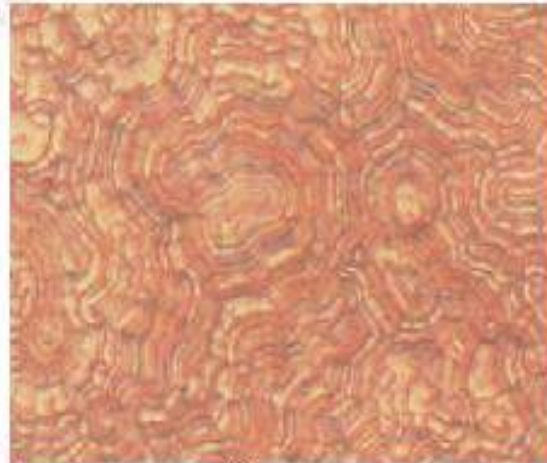
هناك نوعين من الانسجة (Texture) للأطوار الموزية هي الراسيمي (Racemic) والمتجانس (Homogeneous). الشكل ادناه يبين ترتيب الميزوجينات الراسمية والمتجانسة



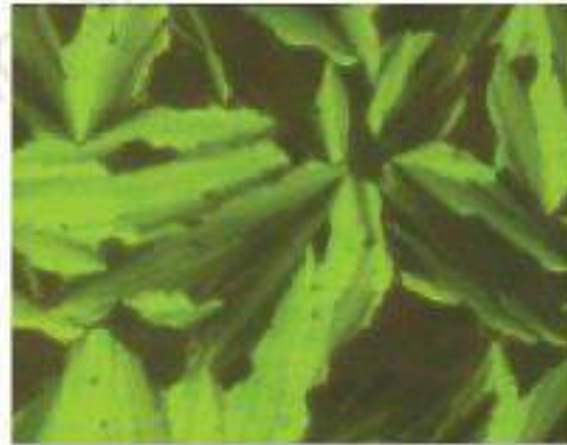
فيما يلي أشكال الأطوار الميزوجينية الموزية والترتيبات التي تظهر بها:



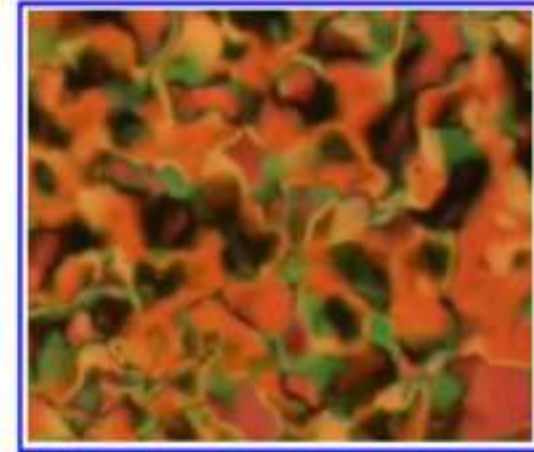
بعض التراكيب النسيجية (Textures)



SmA-B



SmC-B

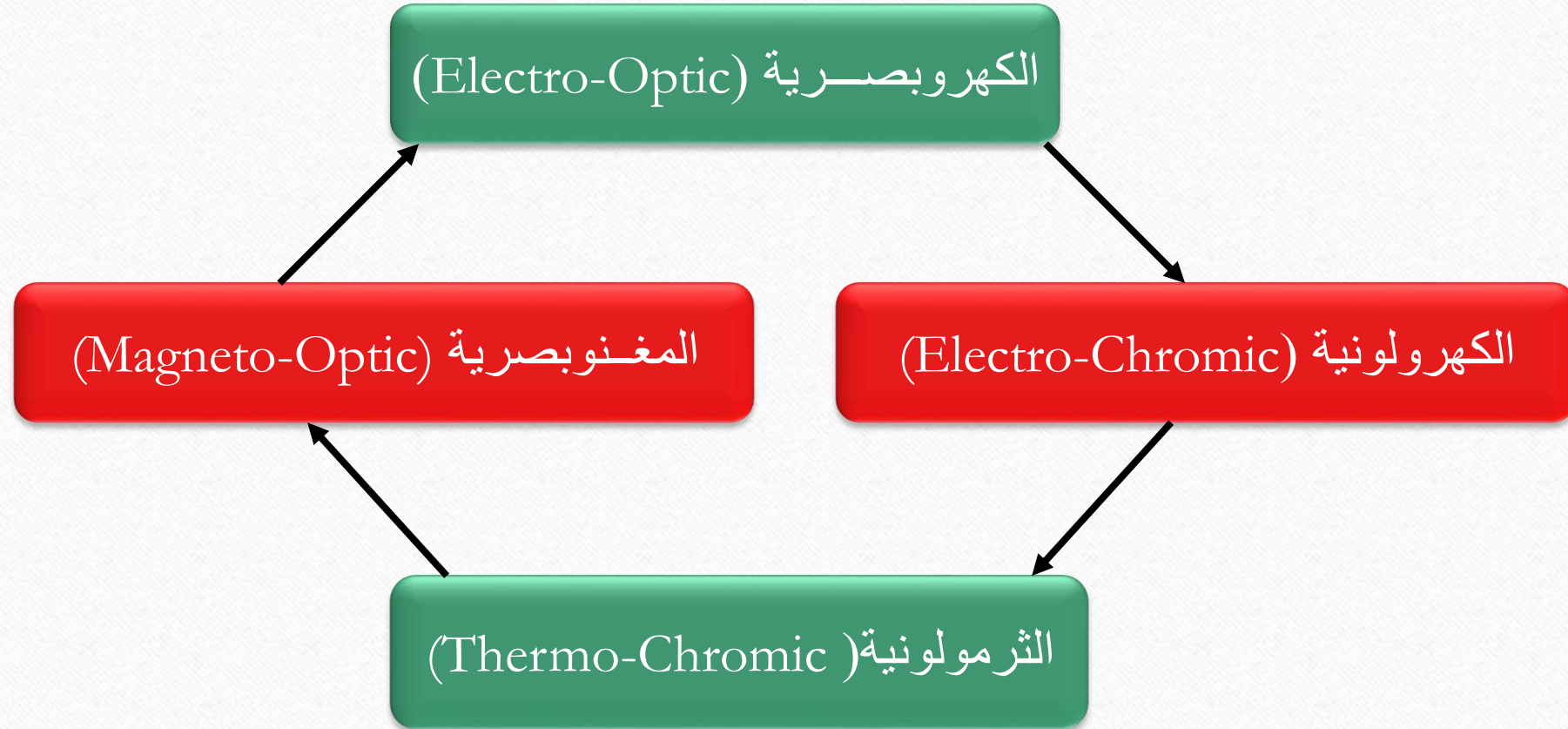


SmF-B



Application of liquid crystal

تعد البلورات السائلة في الوقت الحاضر مادة اساسية ومهمة في العديد من التطبيقات الصناعية والطبية وذلك بفضل وجود بعض الخصائص الفيزيائية المهمة فيها، ومنها:



التطبيقات الصناعية Industrial Applications

تستخدم البلورات السائلة في أجهزة العرض وذلك لما تمتلكه من ميزات مهمة منها:
حجمها الصغير، القابلية العالية للتكيف لتغييرات العرض السريع، استهلاك الطاقة الواطئ والتباين في الصفات الفيزيائية.

يستعمل **الطور النيماتي** الذي يكون أكثر حساسية تجاه المجال الكهربائي، وهذه الخاصية تستخدم للاستفادة في أنظمة العرض المتطورة بسبب كون الطور النيماتي ذي بعد واحد، لذا فإنه يستطيع ان يستجيب مباشرة للمحفز الكهربائي.

اثبتت الأبحاث أن البلورات السائلة السمكتية الكيرالية تمتلك استجابة كهروضوئية عالية لذا تعد إحدى التقنيات الشائعة التي لها مستقبل في تطبيقات وسائل العرض.

ومن التطبيقات الصناعية المهمة للبلورات السائلة استخدامها في النوافذ الذكية، اذ تعمل في النوافذ الذكية على التحكم في كمية الضوء النافذ من خلالها وذلك من خلال تغيير استجابة البلورات السائلة للشحنات الكهربائية،

التطبيقات الصناعية للبلورات السائلة

في البداية استخدمت LCD في تصنيع الحاسبات الرقمية والساعات الرقمية التي كانت تحتوي على مجموعة قليلة من البكسلات ذات الالبيض والاسود اما في الوقت الحاضر ومع تقدم التكنولوجيا اصبحت تستخدم في العديد من التطبيقات مثل شاشات العرض المسطحة لاجهزة الكمبيوتر المحمول والمكتبي وكذلك شاشات التلفاز والهواتف المحمولة واجهزة العرض الاخرى.

تصنيع شاشة من البلورات السائلة

هناك أربعة حقائق يجب أن تتوفر لإنتاج شاشات عرض من البلورات السائلة.

ظاهرة استقطاب الضوء

ان البلورات السائلة تسمح بمرور الضوء وتغير من استقطابه

طبيعة ترتيب البلورات السائلة تتغير بتغير التيار الكهربائي

وجود مواد شفافة موصلة للكهرباء



Liquid Crystal Displays

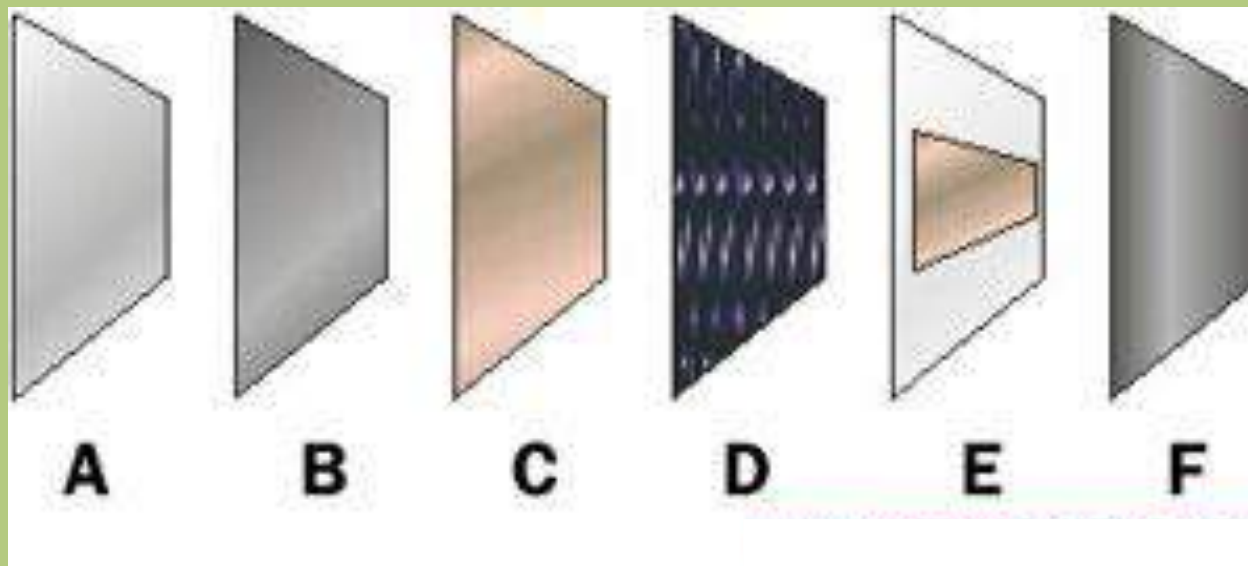


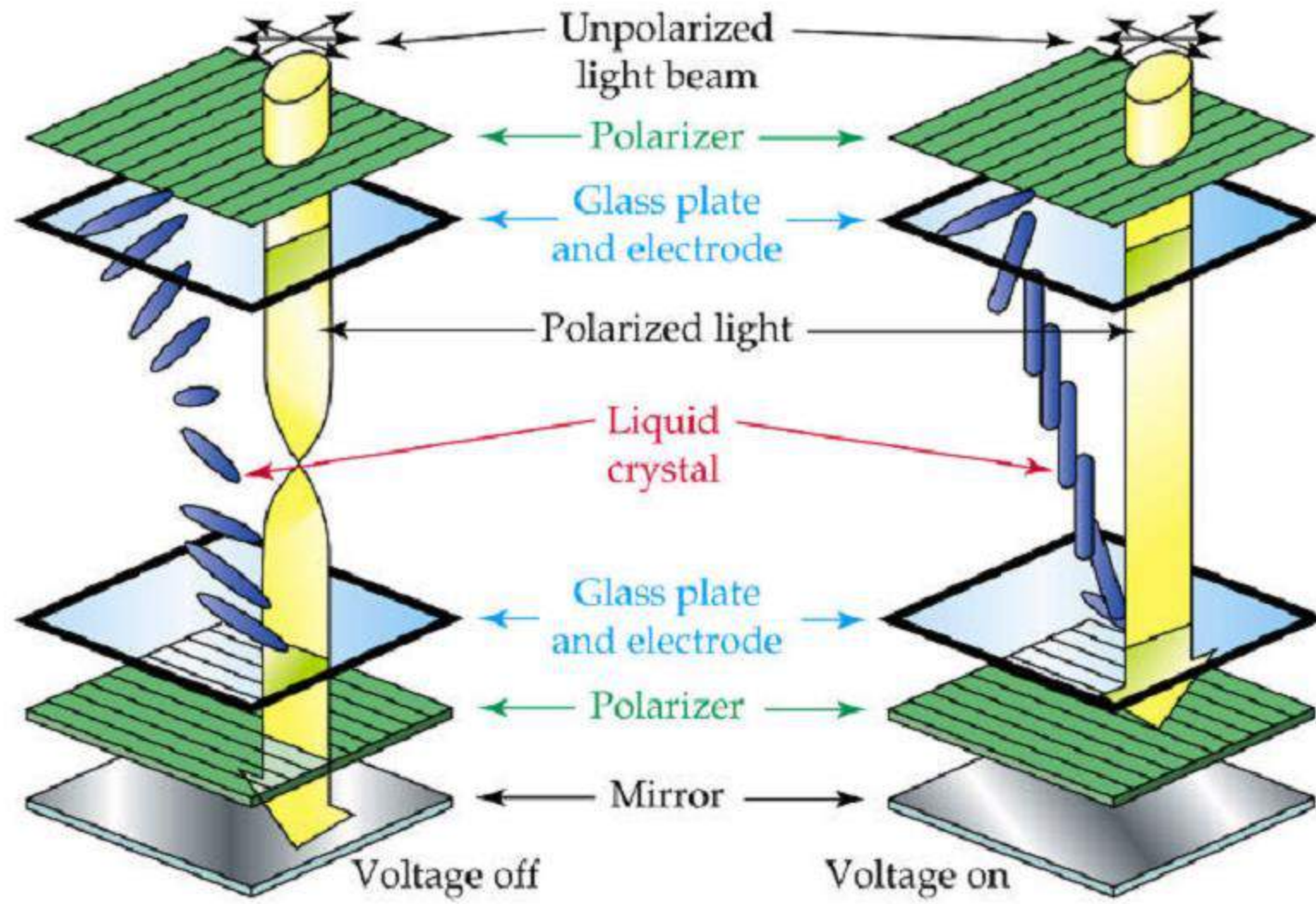
المكونات الرئيسية لأجهزة العرض البلورية السائلة

بلورات سائلة

اقطاب

الواح مستقطبة





تكنولوجيا النوافذ الذكية



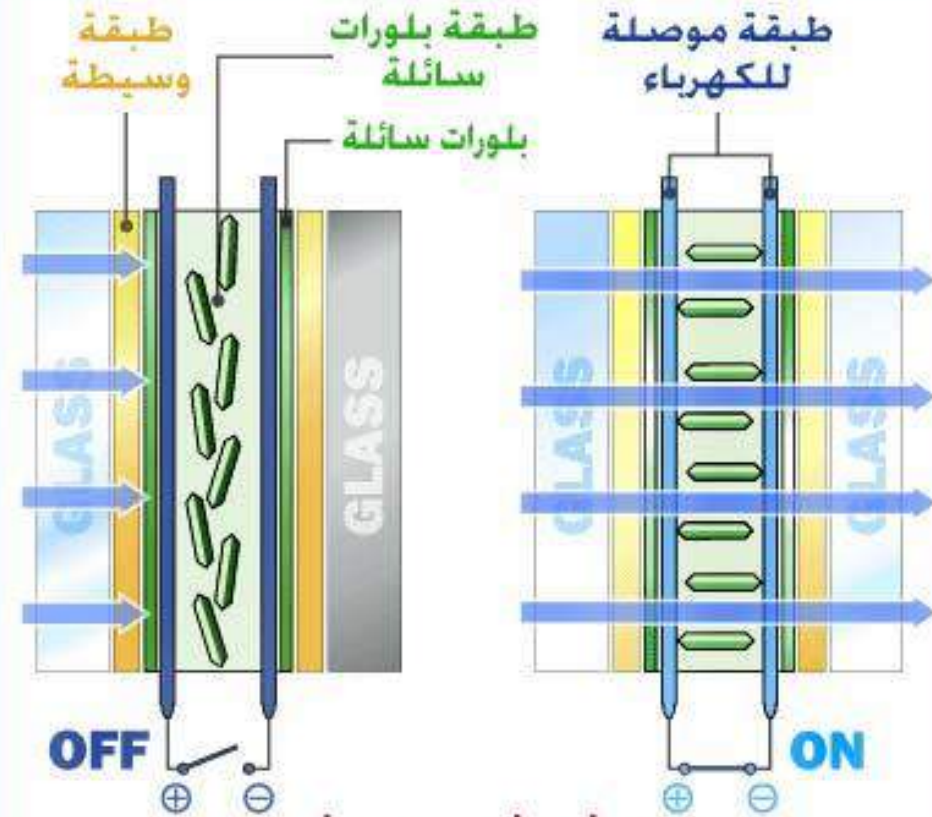
الجسيمات المعلقة



البلورات السائلة

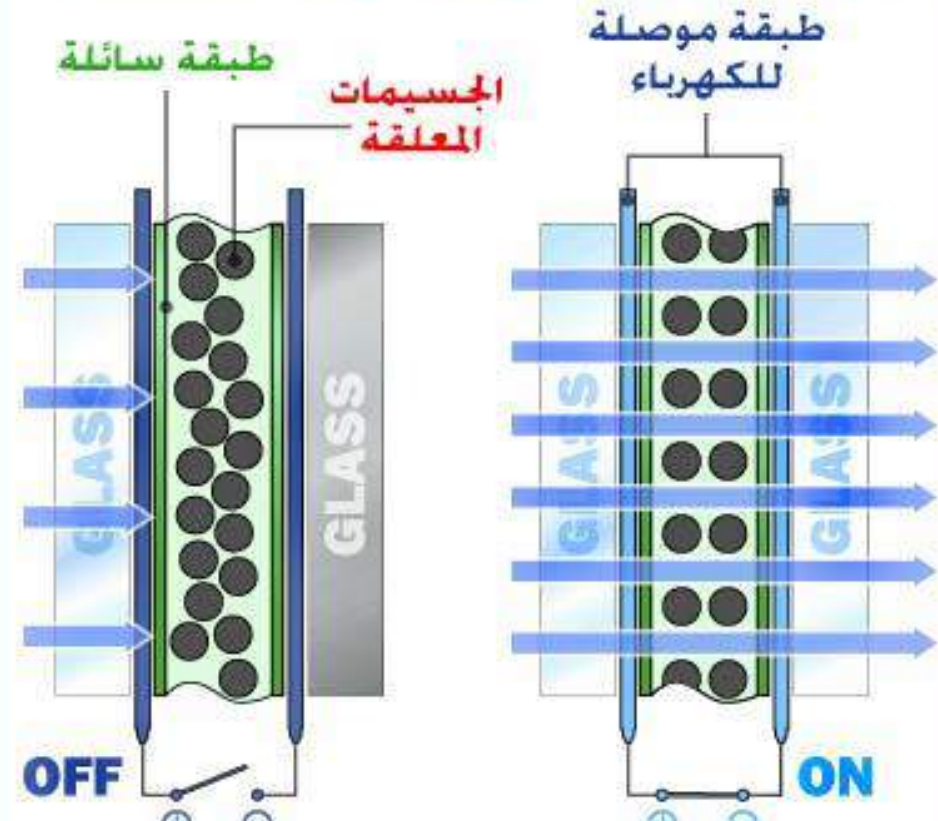
يمكن من خلال النوافذ الذكية التحكم بكمية الضوء المطلوب حسب الحاجة ويمكن أن تعتمد فكرتها على العديد من الطرق والوسائل التكنولوجية التي تعتمد على مواد تتغير خواصها الضوئية من ناحية الامتصاص أو الانعكاس مع تغير فرق الجهد المطبق

نوافذ ذكية بتقنية البلورات السائلة



www.hazemsakeek.com

نوافذ ذكية بتقنية الجسيمات العالقة



www.hazemsakeek.com







التطبيقات الطبية للبلورات السائلة

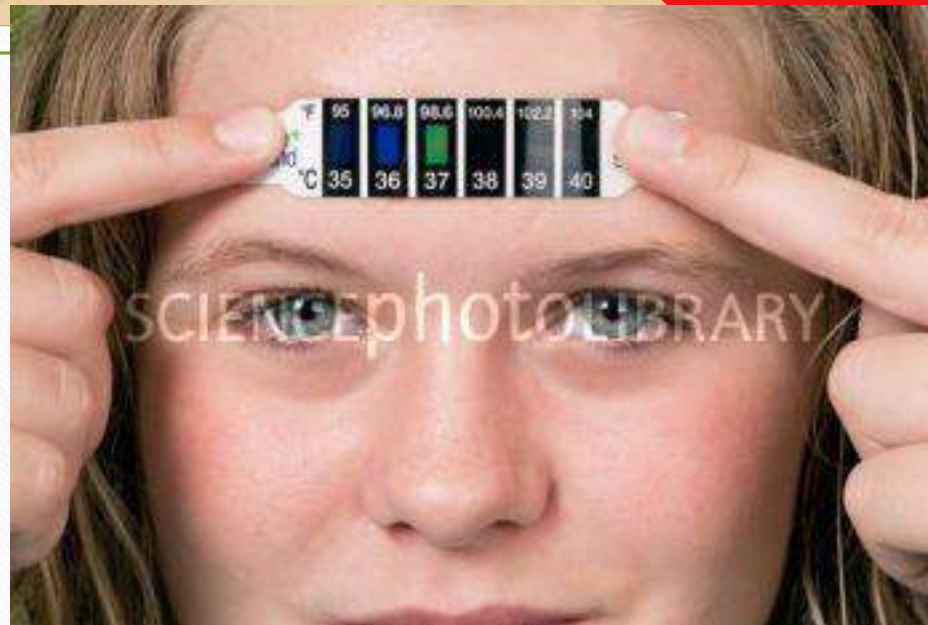


المحرار الطبي

من المعروف ان البلورات السائلة الترموتروبية ذات خصائص ثرمولونية أي يحصل تغير في اللون نتيجة لتغير درجة الحرارة ومن خلال التغيرات اللونية يمكن معرفة التغير الحاصل في درجة حرارة الكائن الحي. ان نوع البلورات السائلة المستخدمة في مجال صنع المحارير الطبية هي البلورات السائلة الكولستروالية اذا تمتاز هذه المحارير باستجابتها الفورية للتغيرات الحاصلة في درجة الحرارة وهذه الخاصية لا توجد في المحارير الزئبقية والكحولية تصل حساسية بعض المواد البلورية السائلة الكولستروالية الى (0.3°C) .

تغليف العقاقير

تستخدم مواد بلورية سائلة لتغليف العقاقير التي يمكن أن تتلفها الأنزيمات في 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



Nipple Thermometer



*Thank you
for attention.*