

Ciekłe kryształy

- definicja
- klasyfikacja
- własności
- zastosowania

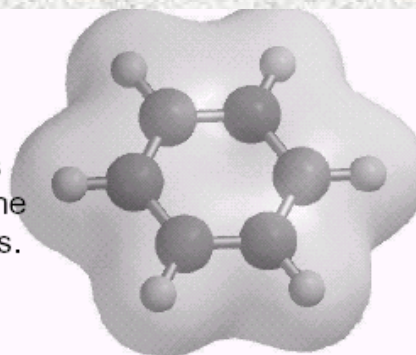
Nota biograficzna:

- Odkrywcą był austriacki botanik F. Reinitzer (1888), który został zaskoczony nienormalnym, 'dwustopniowym' sposobem topienia się nowo zsyntezowanego przez siebie benzoesu cholesterylu: najpierw w ciecz mętną, a przy dalszym jej ogrzewaniu w przezroczystą.

PAA

Liquids *versus* Liquid Crystals

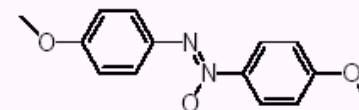
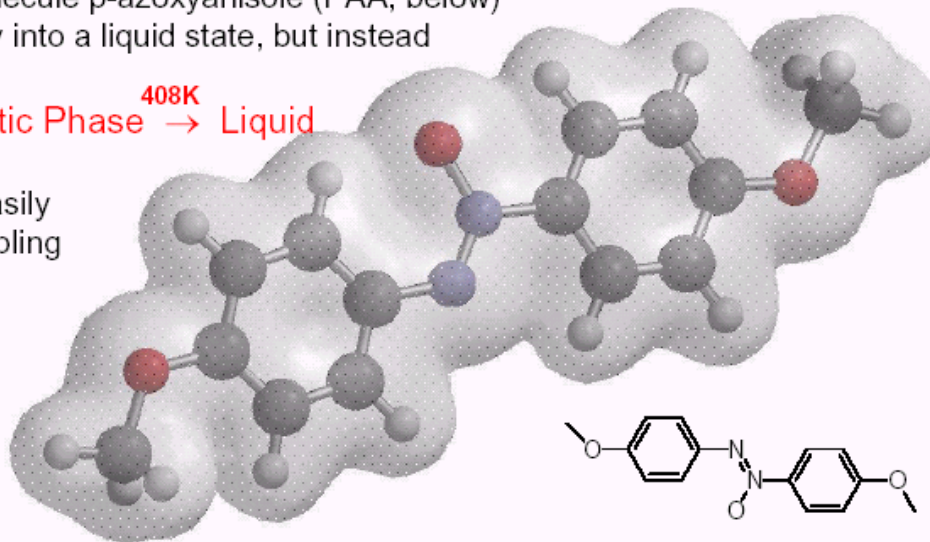
Benzene melts from the crystal into a liquid. Although its aspherical shape allows it to interact with a receptor, in the liquid it adopts an isotropic structure by rotational motions.



However more anisotropic molecules can form *liquid crystals* due to anisotropic interactions with their neighbours. The molecule p-azoxyanisole (PAA, below) does not melt directly into a liquid state, but instead

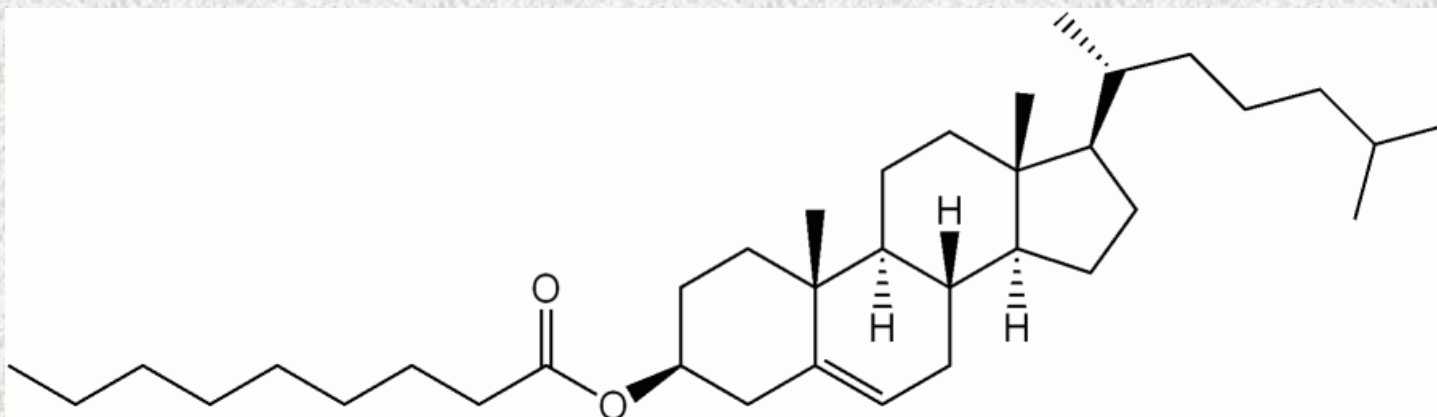
Solid $\xrightarrow{391\text{K}}$ Nematic Phase $\xrightarrow{408\text{K}}$ Liquid

Its shape is not so easily averaged out by tumbling about its long axis.



Pelargonian cholesterylu

- 3 β -cholest-5-en-3-ol nonaoate lub cholest-5-ene-3- β -yl nonanoate
- $C_{36}H_{62}O_2$
- chiralny nematyk
- topi się w temperaturze 80,5 $^{\circ}C$, stan cieczy izotropowej osiągając w temperaturze 90 $^{\circ}C$ (temperatura klarowania). Po obniżeniu temperatury poniżej temperatury klarowania, wykazuje cechy ciekłego kryształu, przechodząc, w miarę obniżania temperatury przez fazę cholesterolową i smektyczną. Łatwo ulega przechłodzeniu, nawet do temperatury pokojowej



Definicje i własności

- stan przejściowy pomiędzy ciałem stałym a cieczą izotropową
- zdolność do płynięcia (cecha cieczy) połączona z daleko zasięgowym uporządkowaniem struktury (cecha kryształu)
- faza ciekłokrystaliczna – mezofaza
- generowanie faz ciekłokrystalicznych
 - termotropowe
 - liotropowe

Podział ciekłych kryształów:



Ciekłe kryształy termotropowe

Kształty cząsteczek
termotropowych ciekłych kryształów



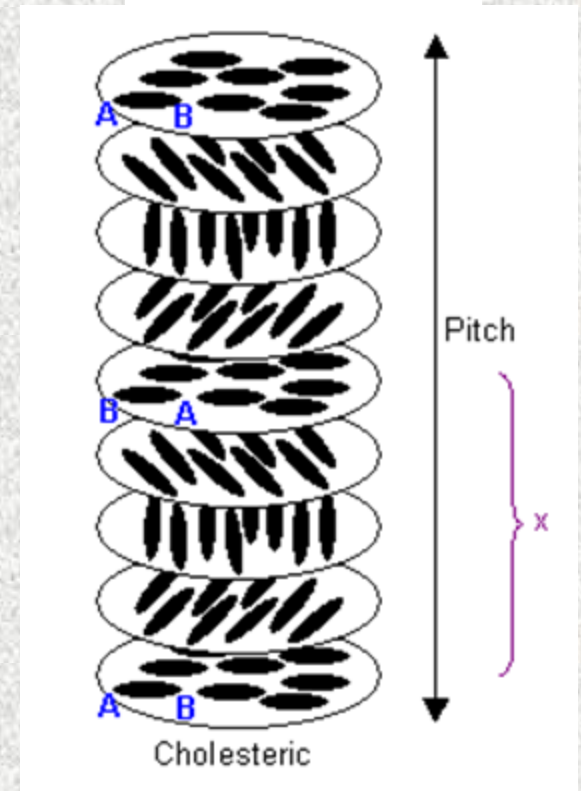
PRĘTOPODOBNE



DYSKOPODOBNE

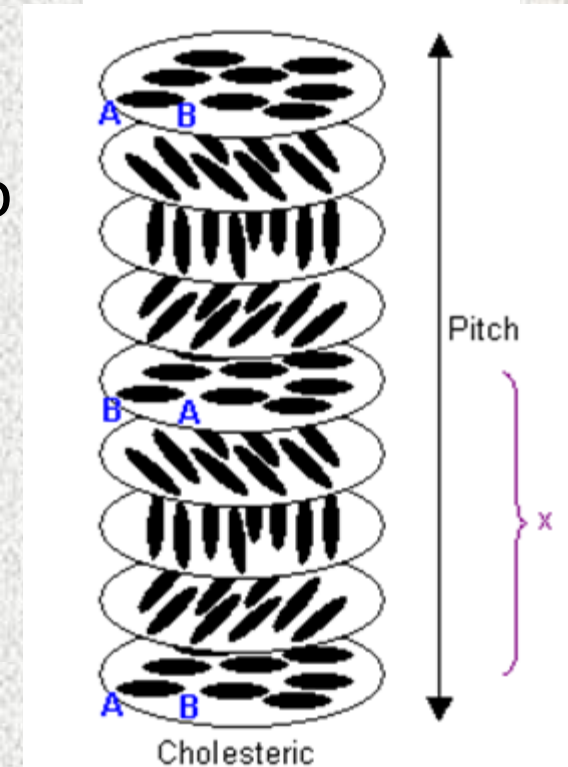
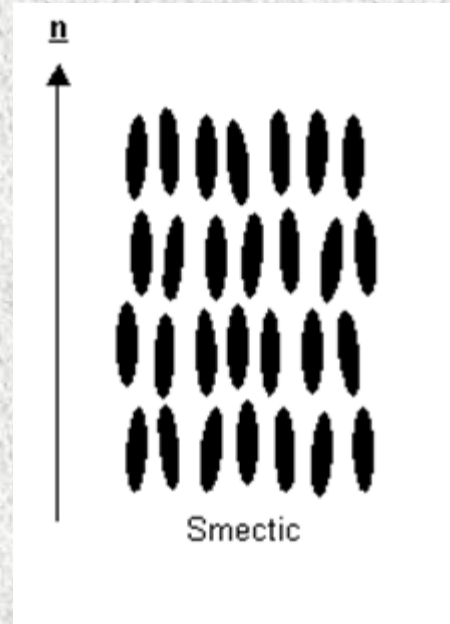
Fazy termotropowe N

- nematyczna N : wszystkie molekuły są w przybliżeniu wzajemnie równoległe. Nematyk jest optycznie jednoosiowy, dodatni
- nematyczna N* (cholesteryk) : molekuły chiralne są ułożone warstwami jak kartki w książce, w każdej warstwie są wzajemnie równoległe a wektor kierunkowy w każdej kolejnej warstwie zmienia kierunek o tę samą wartość. Cholesteryk N* jest jednoosiowy i aktywny optycznie



Fazy termotropowe S

- fazy smektyczne S: molekuły są ułożone w warstwy, a a osie molekuł tworzą z normalną do warstwy kąt $< 90^\circ$
 - smektyk S_A i S_A^* : molekuły są ułożone w warstwy, równoległe do siebie i do normalnej do powierzchni warstw. Smektyk S_A jest jednoosiowy dodatni, a smektyk S_A^* jest jednoosiowy i optycznie aktywny



Fazy termotropowe S

- smektyk S_B i S^*_B : jak wyżej, z tym, że molekuły w warstwie tworzą strukturę heksagonalną
- smektyk S_C : jak w S_A , ale kąt z normalną różny od zera
- smektyk S^*_C : jak S_C , ale wektor kierunkowy molekuł obraca się w kolejnych warstwach wokół normalnej o stały kąt
- pozostałe z indeksami od D do I różnią się symetrią uporządkowania

Polimorfizm

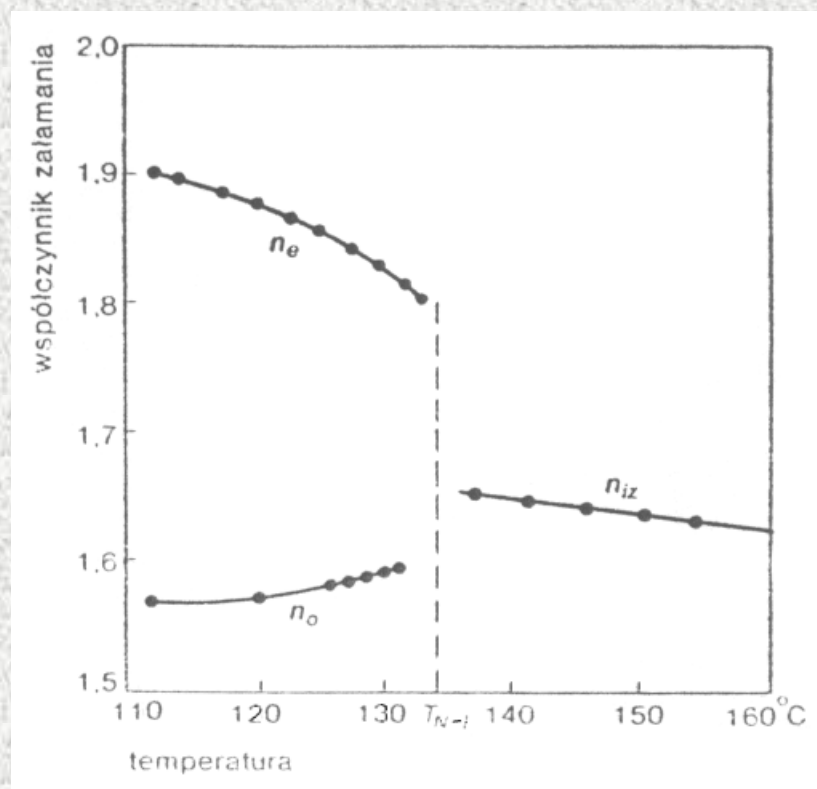
- między fazą stałą a izomorficzną może występować jedna faza kryształu (monomorfizm), dwie (dimorfizm) aż do sześciu (heksamorfizm)
- przykład $S_G-S_F-S_B-S_C-S_A-N$

lub

Solid $\rightarrow$ Smectic C $\rightarrow$ Smectic A $\rightarrow$ Nematic $\rightarrow$ Liquid

Właściwości optyczne

bardzo duża dwójłomność,
zarówno naturalna jak i wymuszana !!!



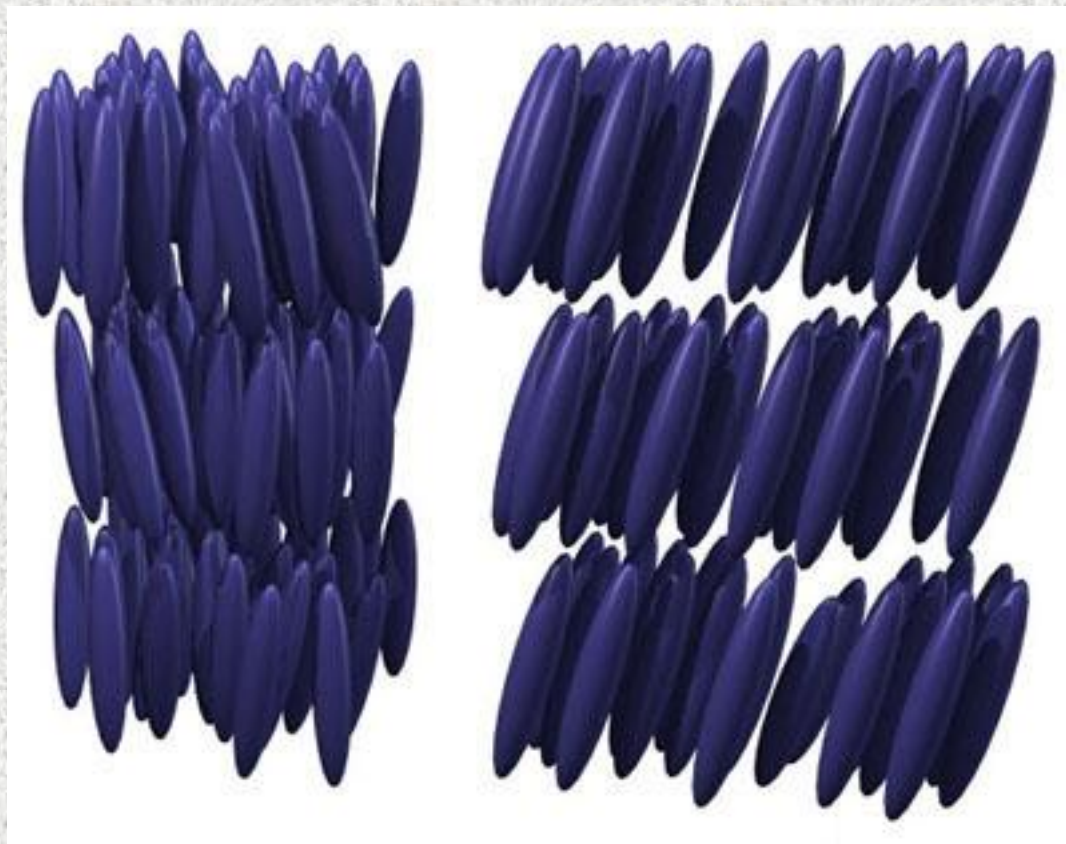
Właściwości optyczne

- aktywność optyczna
- dichroizm liniowy i kołowy
- silne selektywne odbicie światła od struktur i tekstur aktywnych optycznie
- elektrooptyczny efekt Kerra, **100** razy silniejszy niż w nitrobenzenie
 - zmiana skoku helisy, a więc barwy światła odbitego
 - zmiana ośrodka jedno- w dwuosiowy

Klasyfikacja



Nematyk



Smektyk A

Smektyk C

Klasyfikacja



Ciekły kryształ chiralny

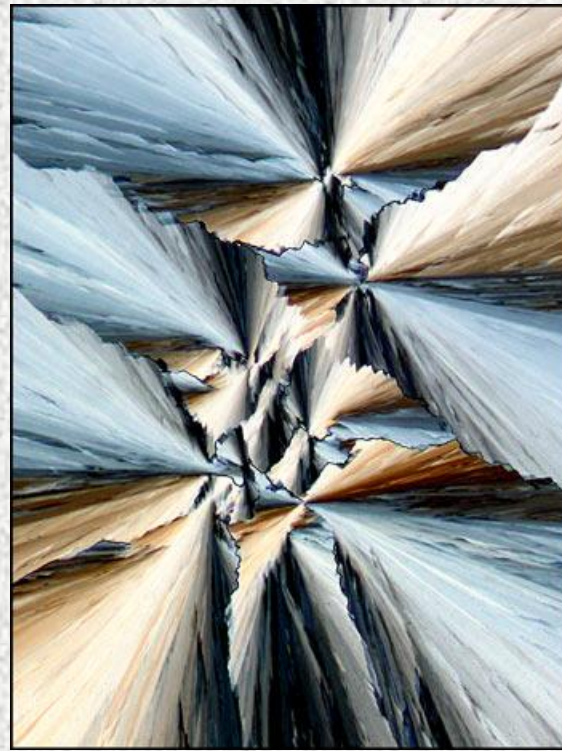
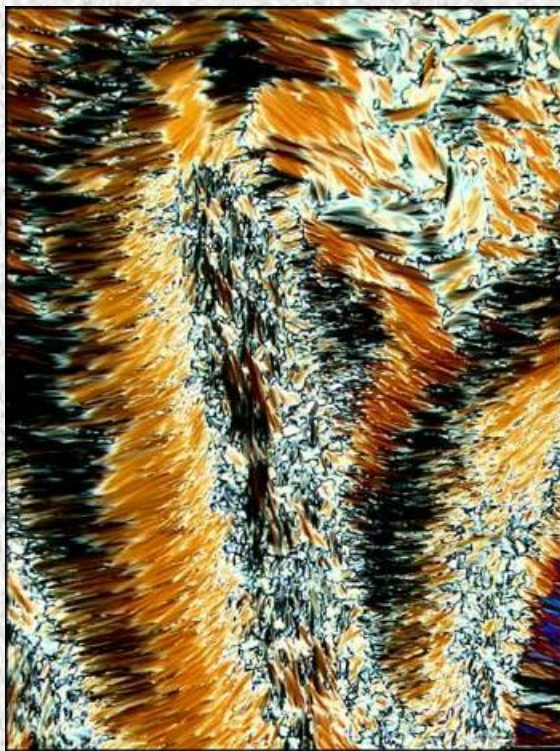
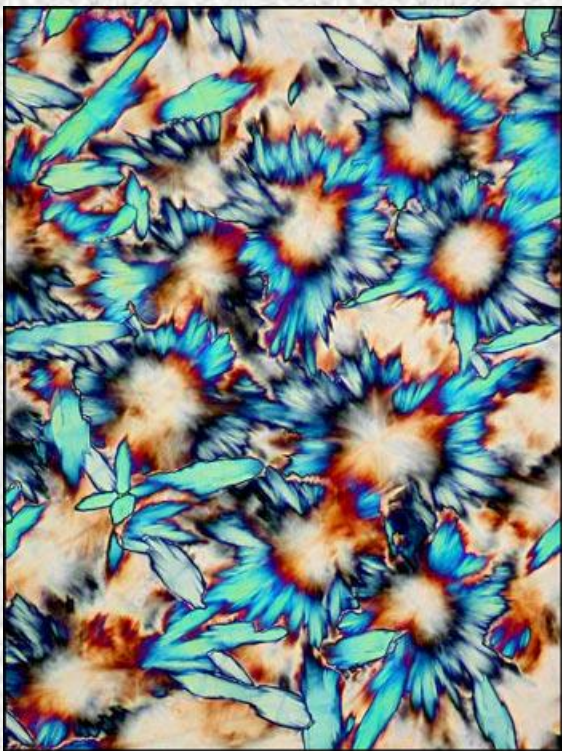
Tekstura

- regularne lub nieregularne rozmieszczenie domen kryształów w materiałach, które są częściowo krystaliczne i częściowo amorficzne (ma ona duży wpływ na ich własności fizyczne). Swoiste tekstury występują też w ciekłych kryształach, umożliwiając rozróżnienie różnych ich typów

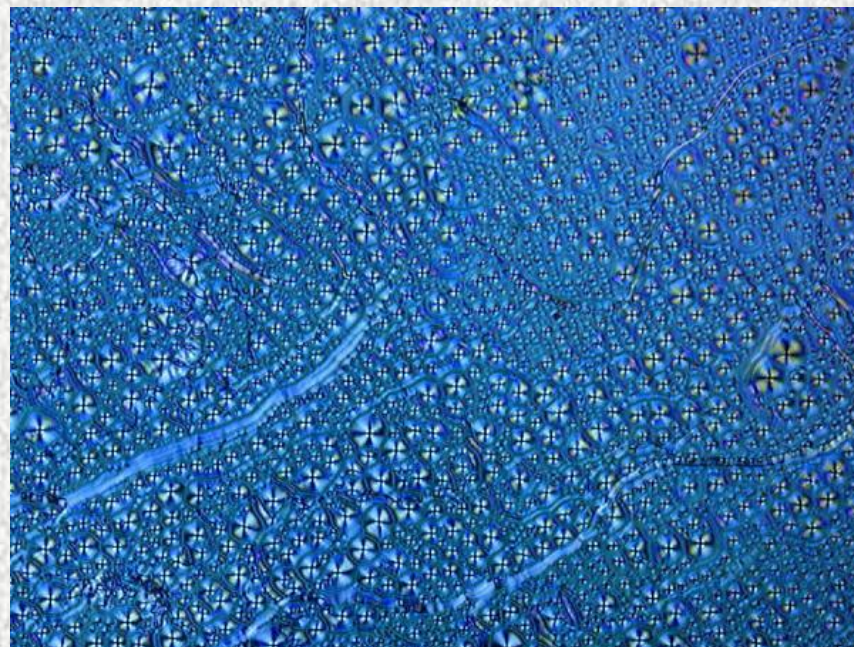
Tekstury



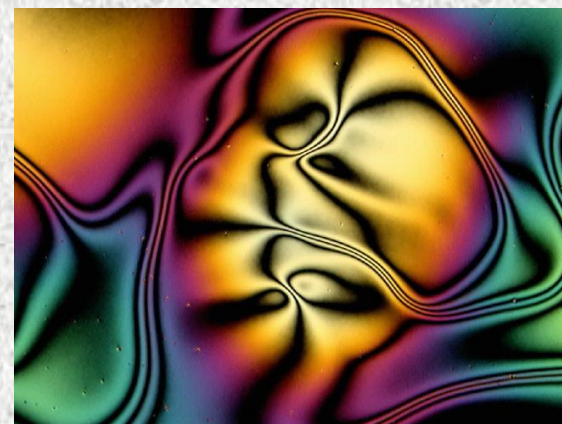
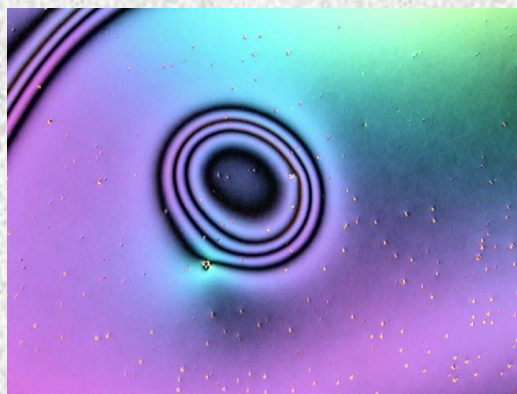
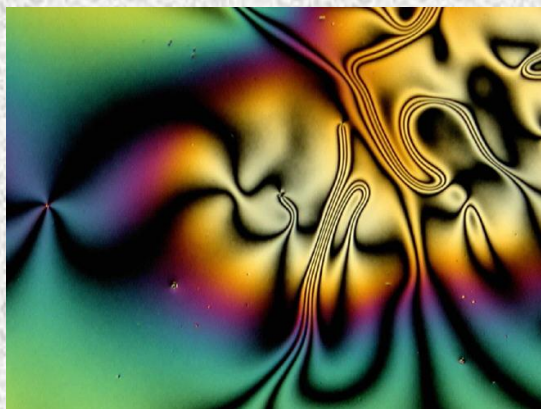
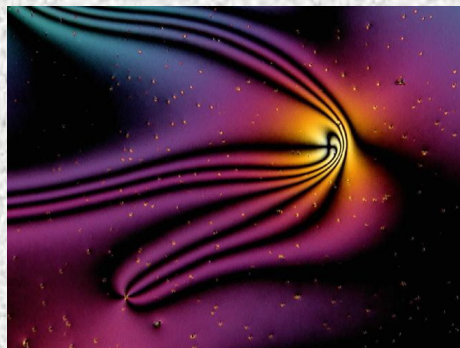
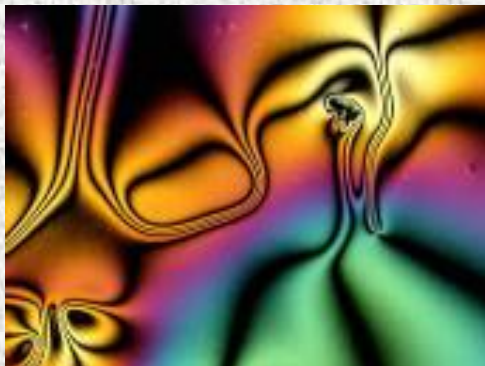
Tekstury



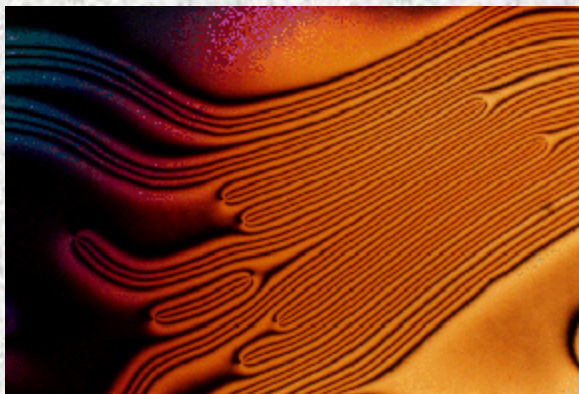
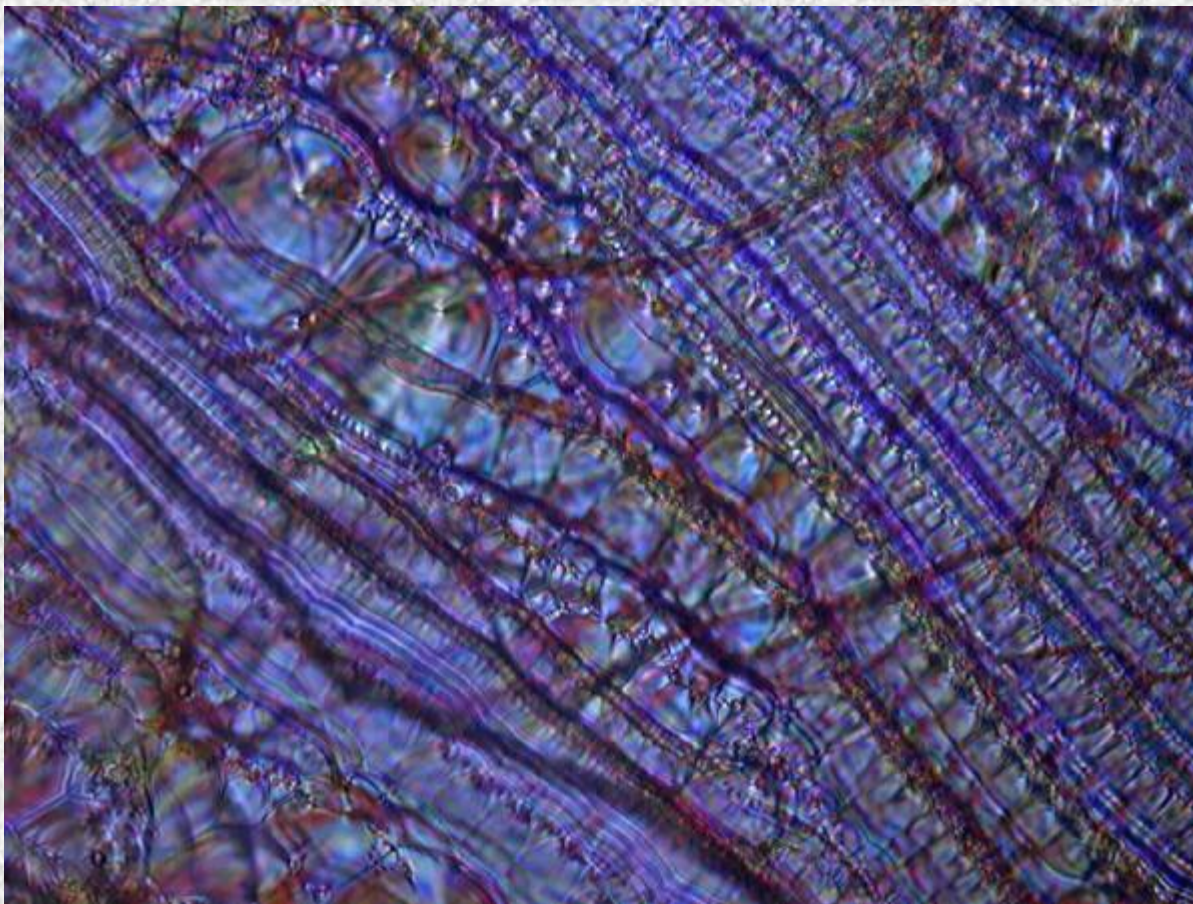
Tekstury



Tekstury

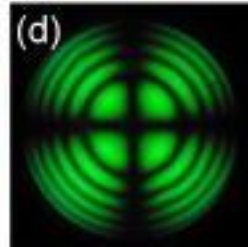
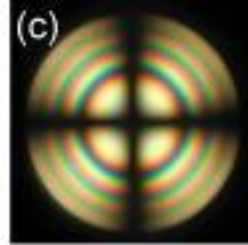
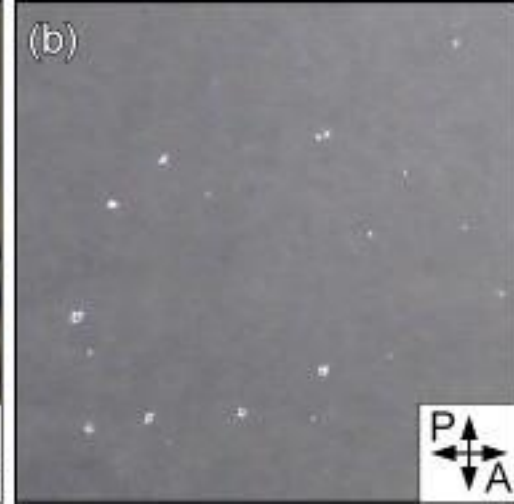
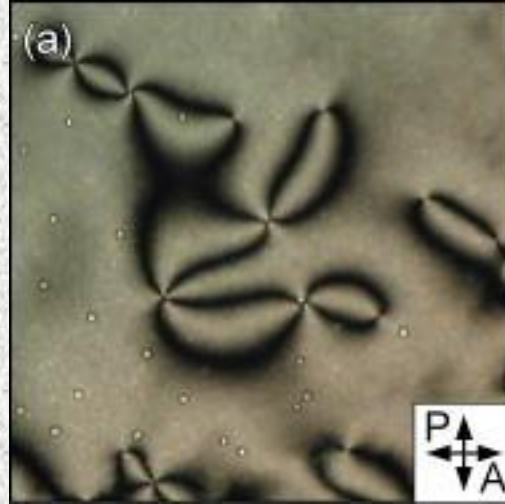


Tekstury



Tekstury

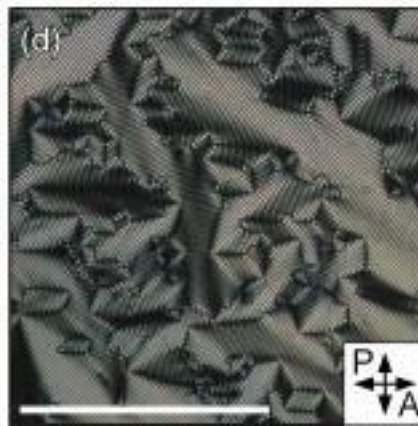
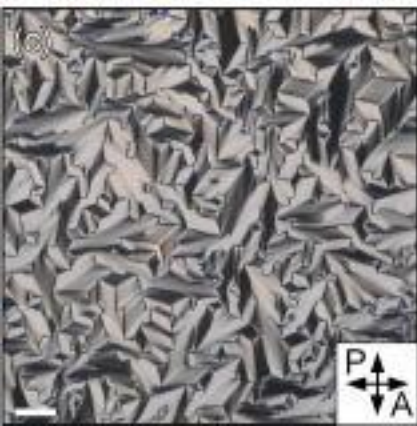
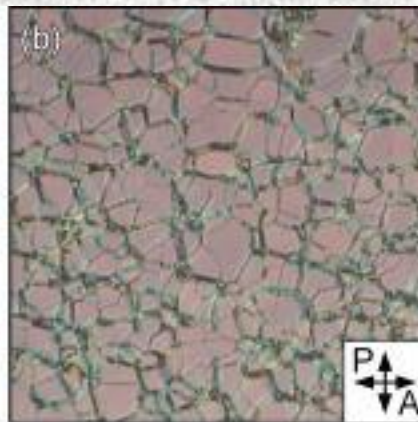
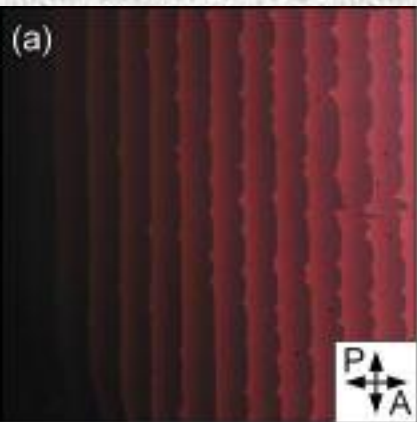
- tekstura homeotropowa: oś optyczna jest równoległa do kierunku obserwacji, wskutek czego pole widzenia (w krzyżu polaryzacyjnym) jest ciemne (od cieczy izotropowej można tę sytuację odróżnić obserwacją w świetle zbieżnym)
- tekstura planarna: oś leży w płaszczyźnie powierzchni cieczy
- tekstura marmurowa: jednorodne, oddzielne obszary, w każdym z których oś może mieć inny kierunek
- tekstura nitkowata: w grubych próbkach na jasnym tle widoczne cienkie linie o nieregularnym kształcie
- tekstura węłowa: w cienkich próbkach widoczne punktowe defekty uporządkowania
- tekstura konfokalna
- tekstura poligonalna
- tekstura wachlarzowata
- tekstura „odcisków palców”



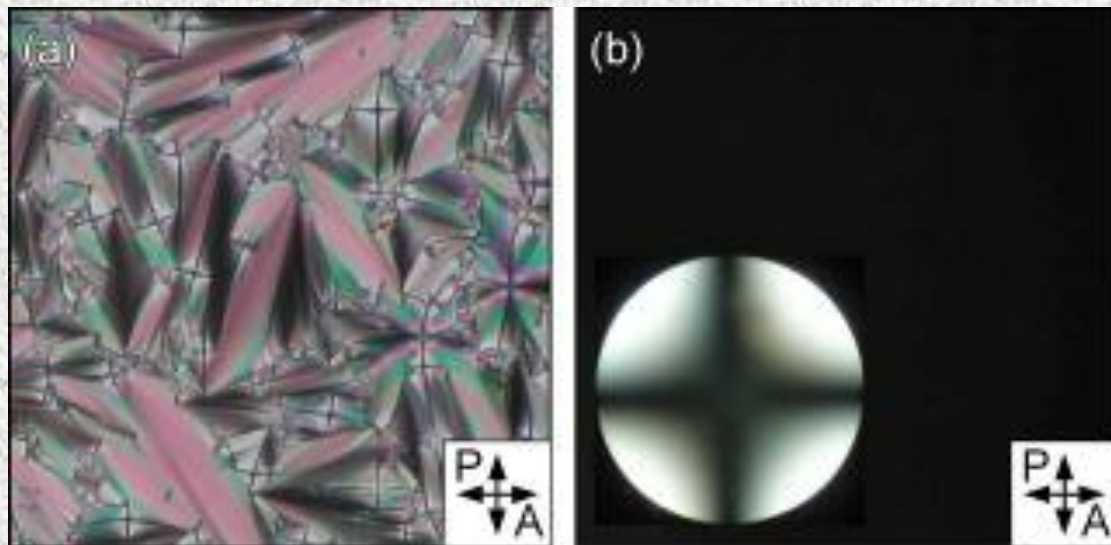
Cholesteryk

Nematyk

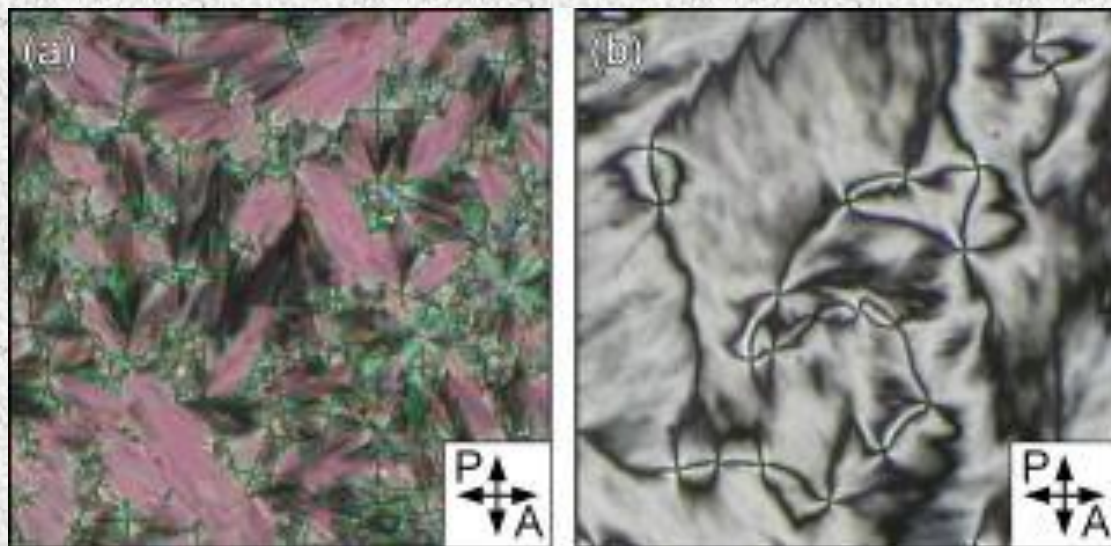
Tekstury



Tekstury

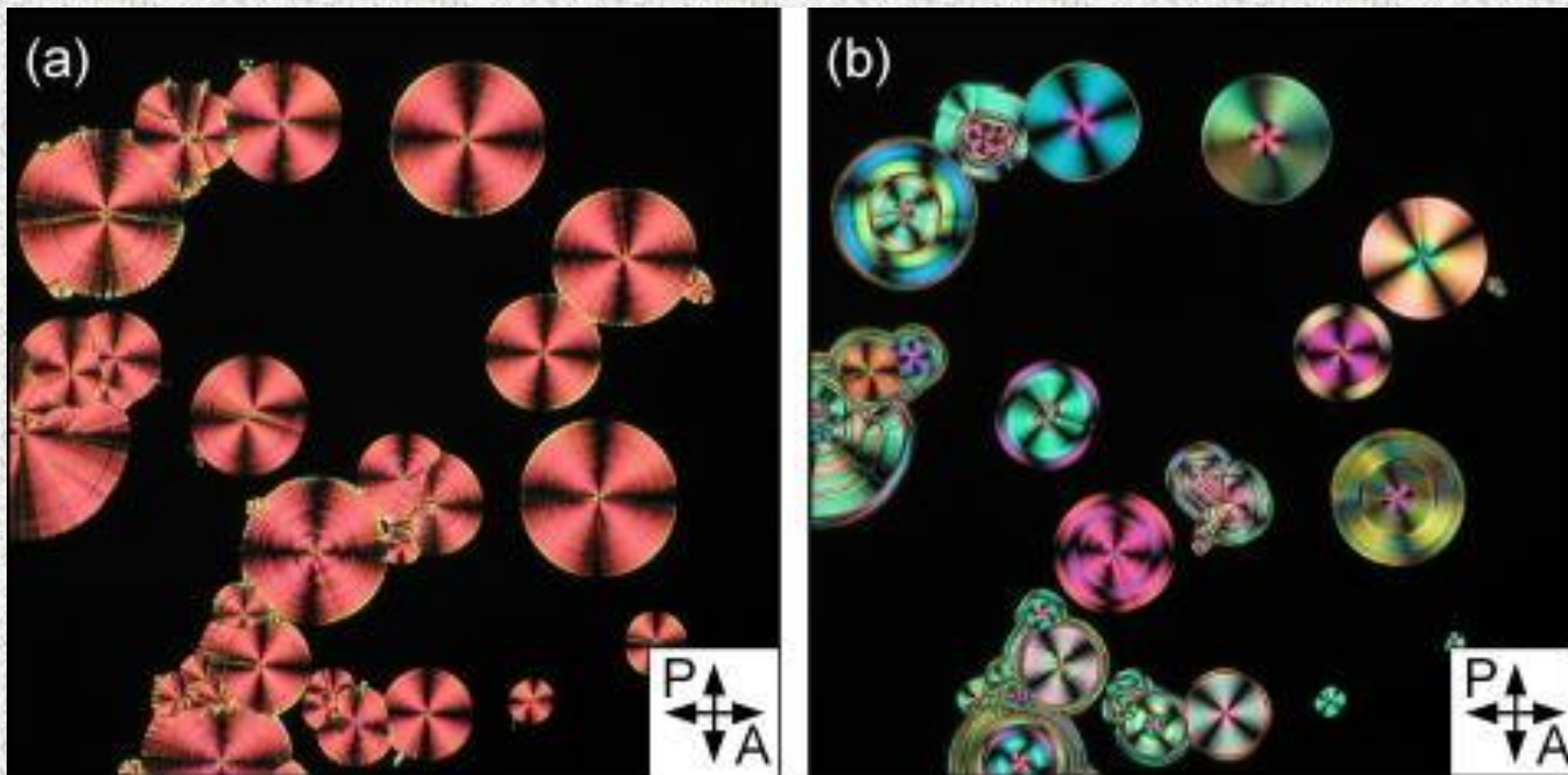


Smektyk A



Smektyk C

Tekstury

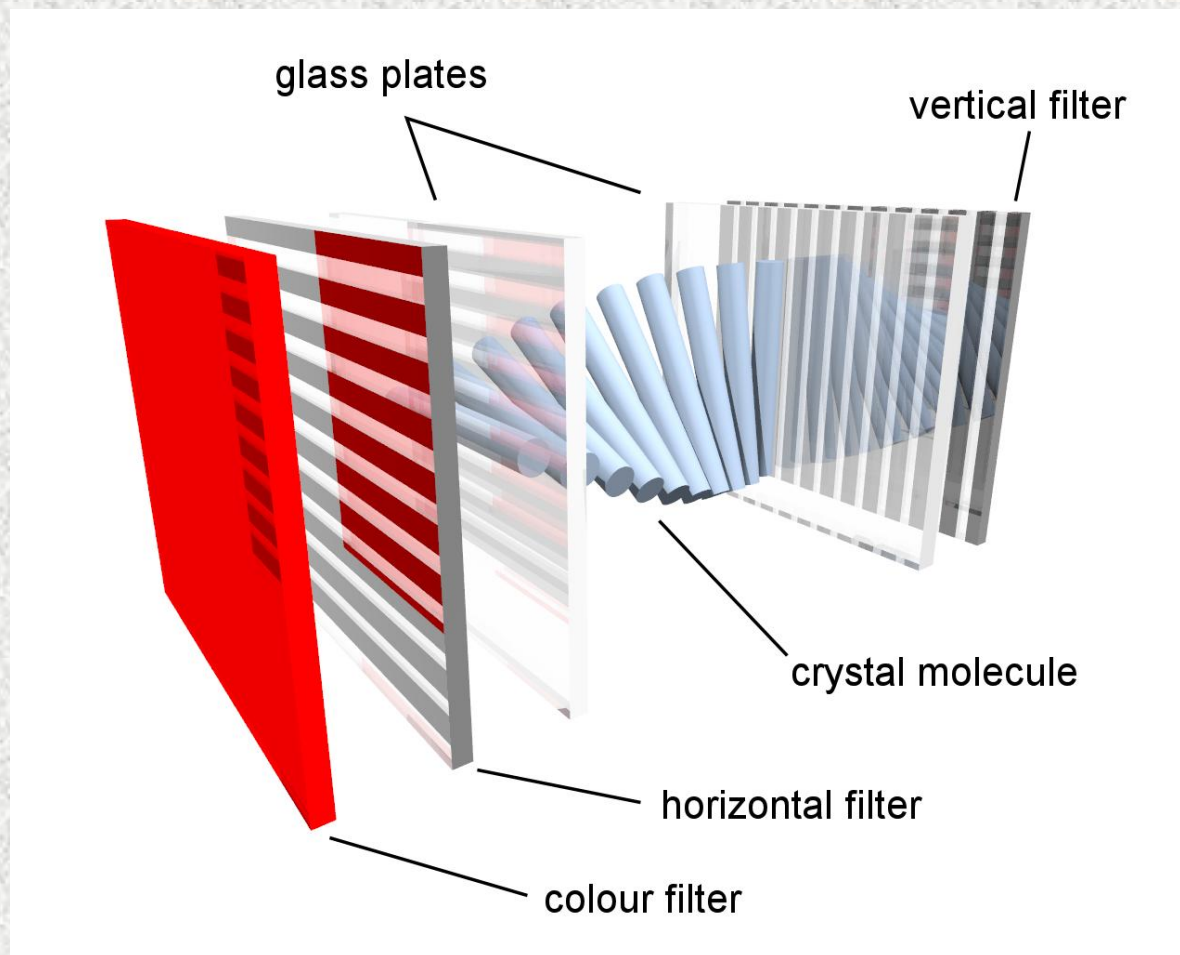


Smektyk AP i CP

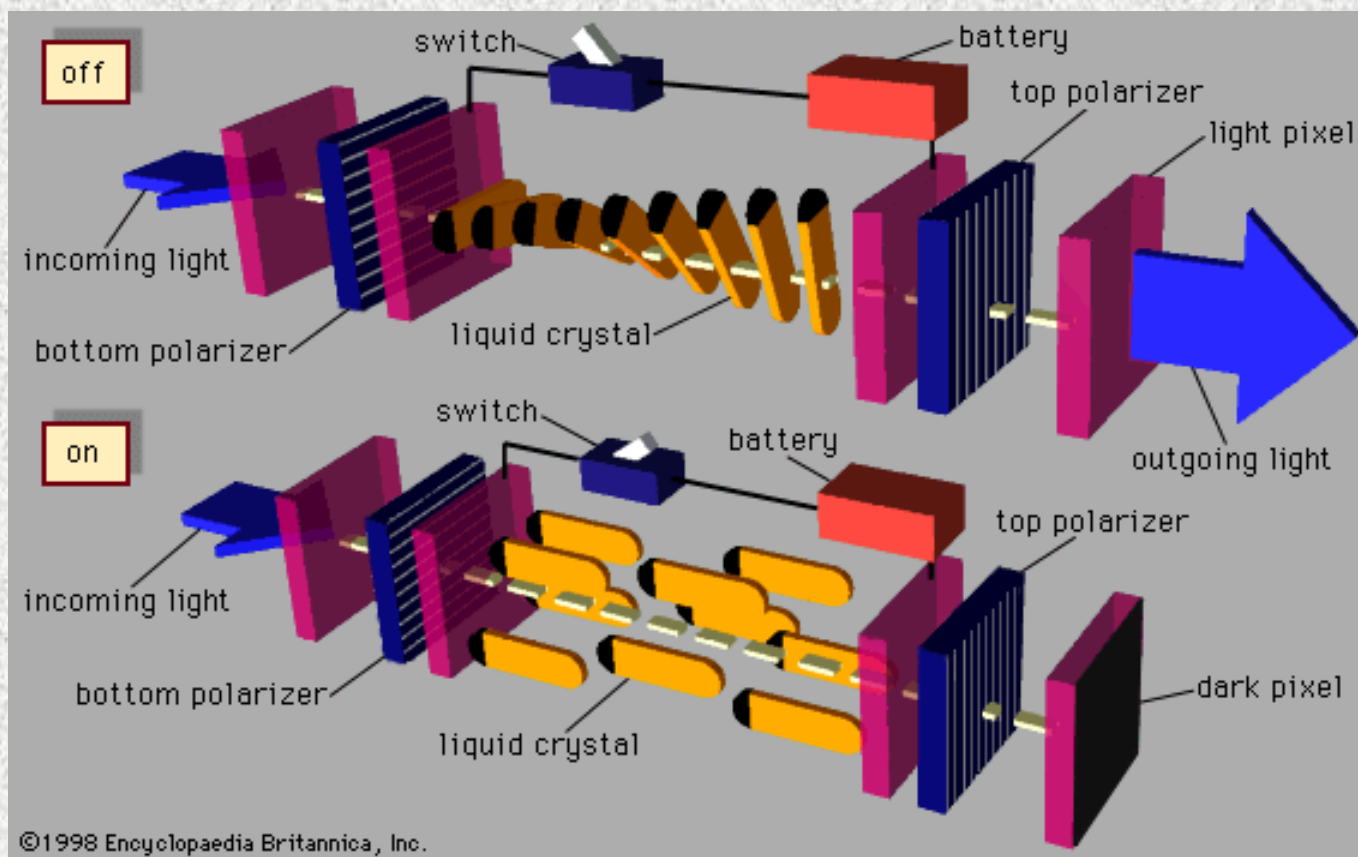
Od tekstury do komórki LC

- Jak przejść od struktury domenowej do uporządkowanej powierzchniowo?
- Budowa komórki LC: para cienkich płytek (z jednej strony elektrod), między którymi znajduje się ciekły kryształ
- Zjawisko zakotwiczenia molekuł ciekłego kryształu na wewnętrznych powierzchniach płytek
- Grzebieniowanie
- Skręcanie wzajemne płytek

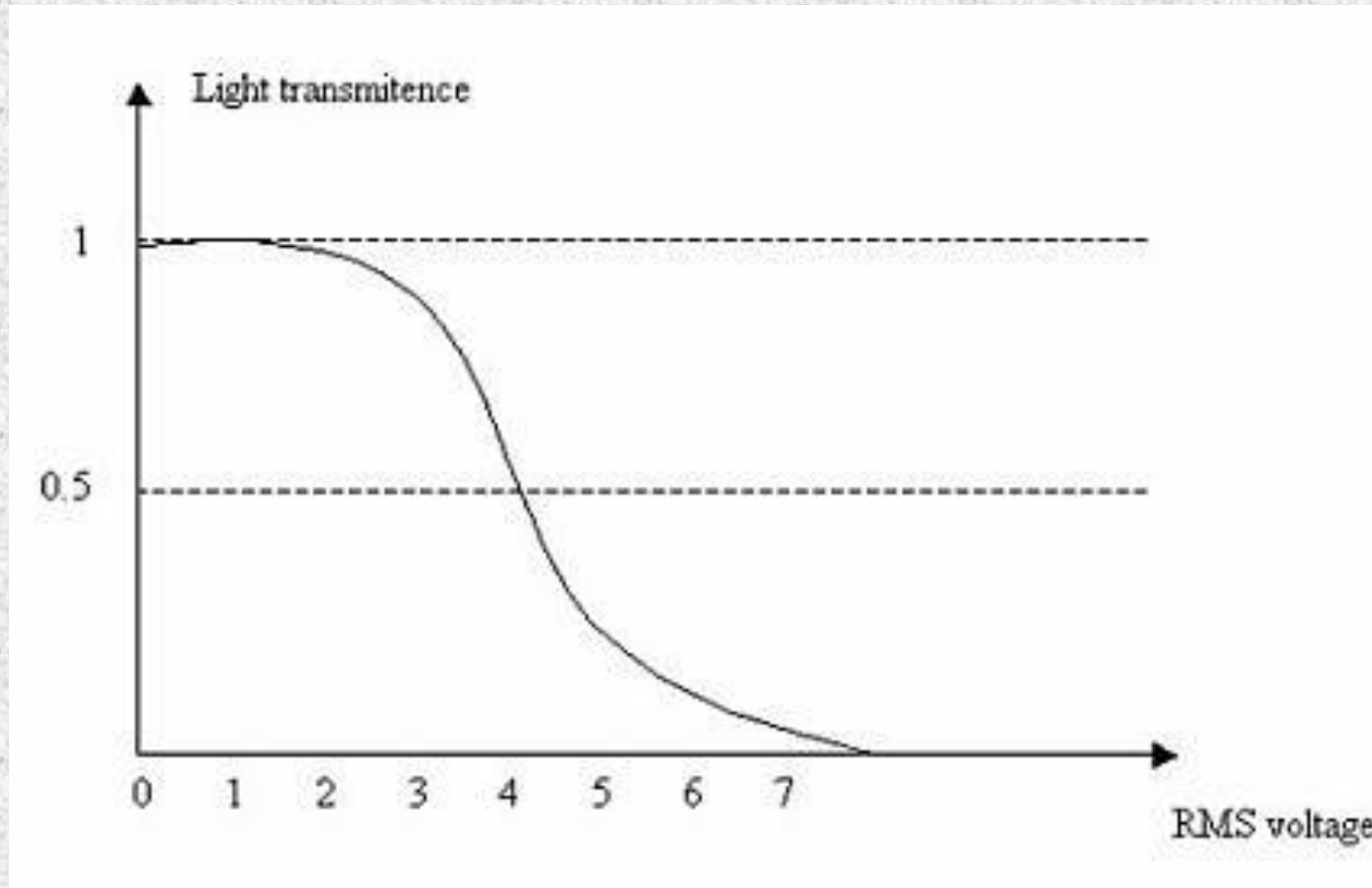
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



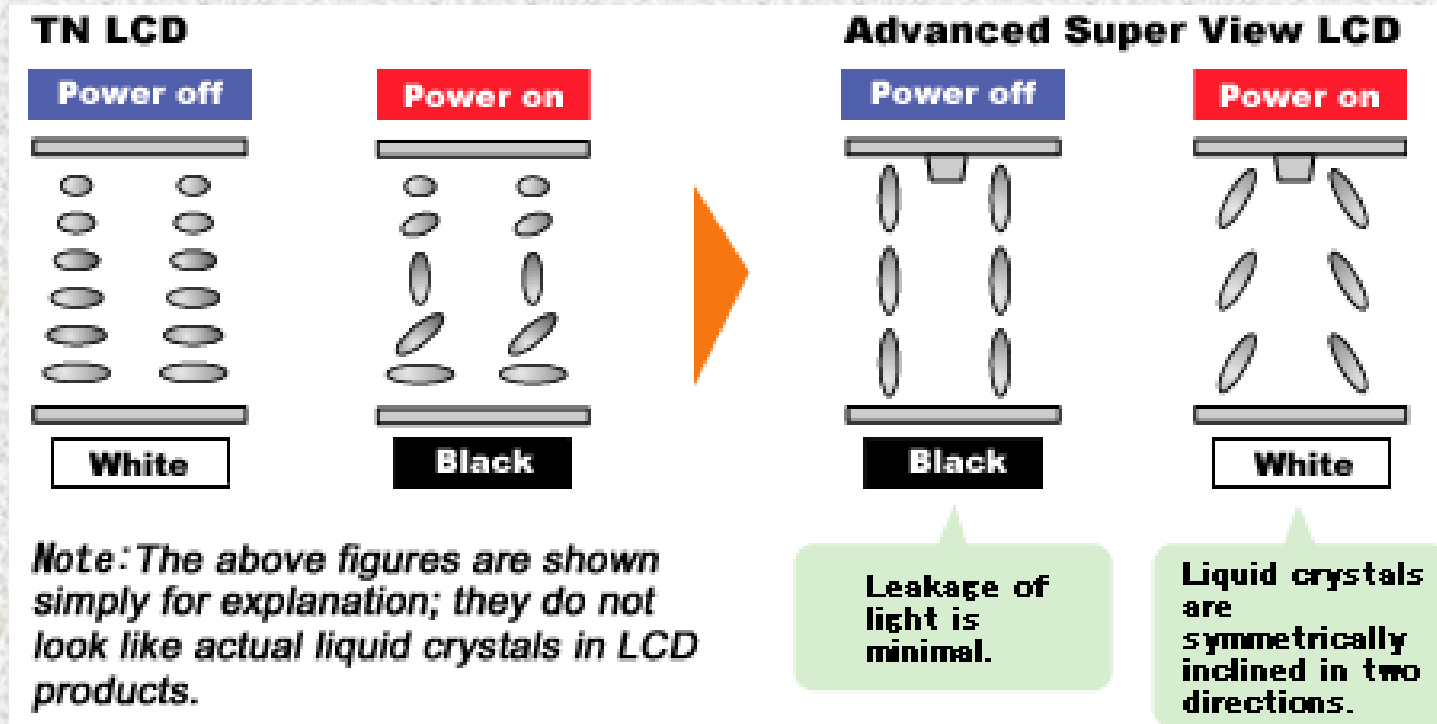
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



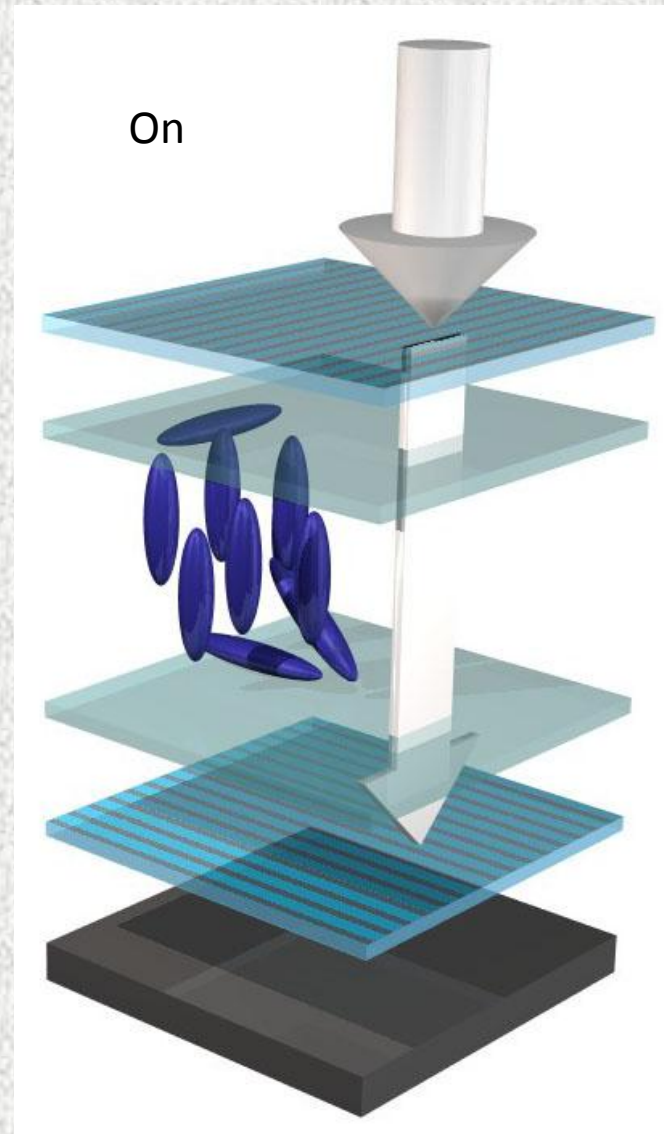
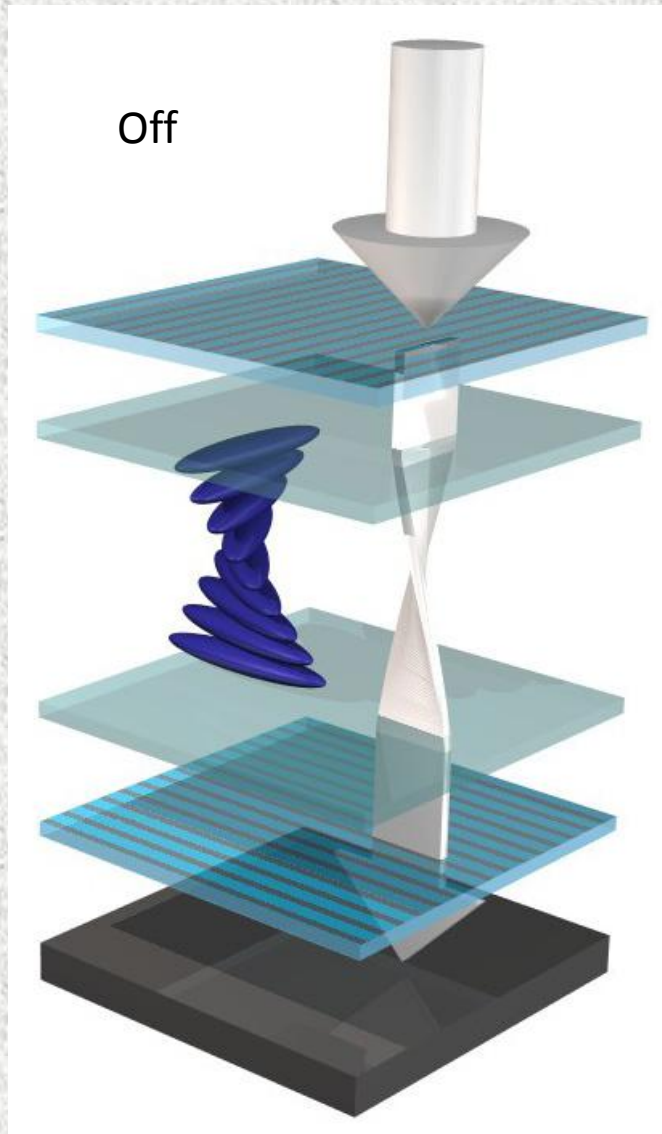
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



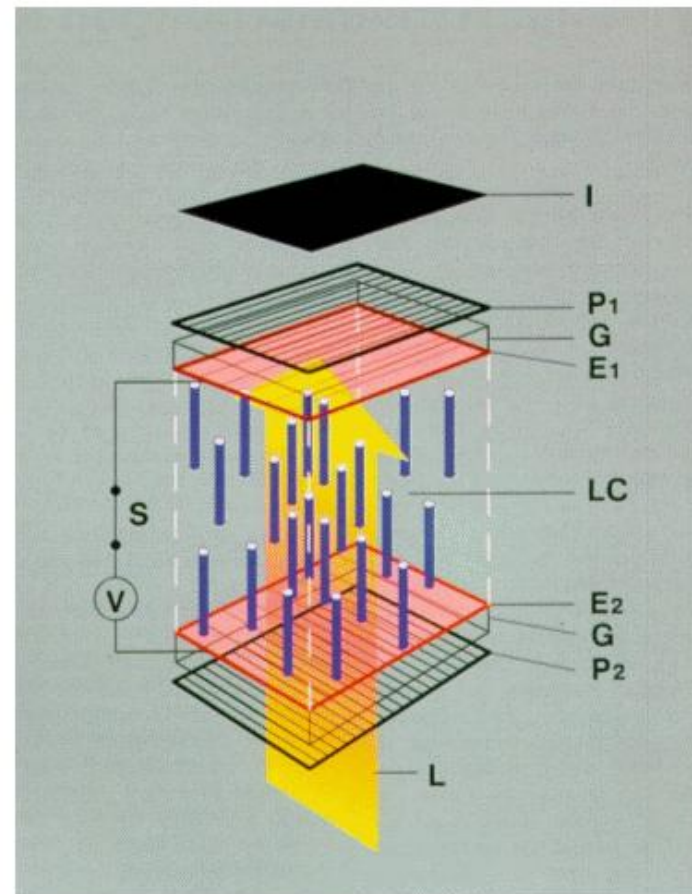
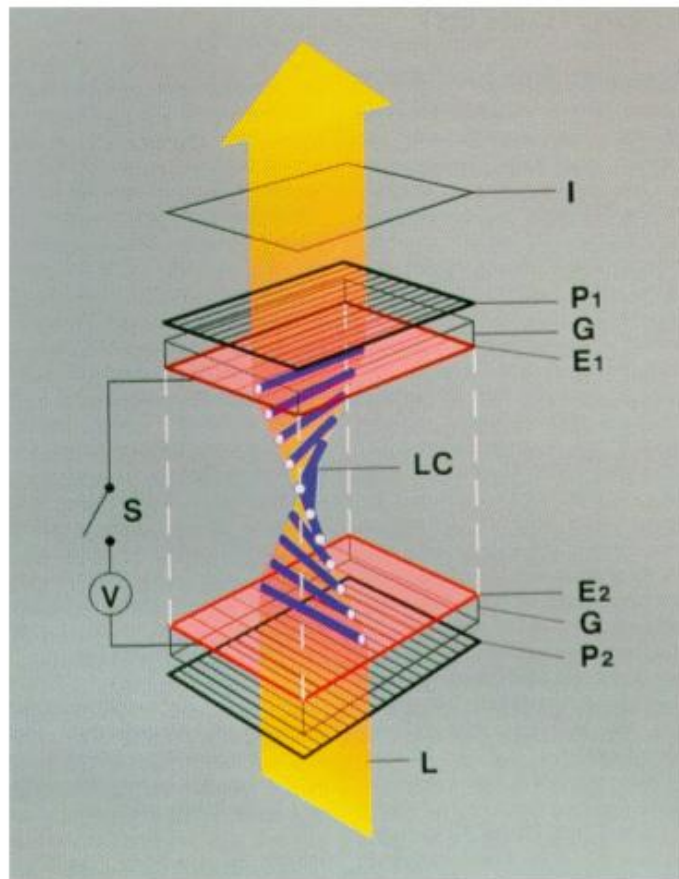
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



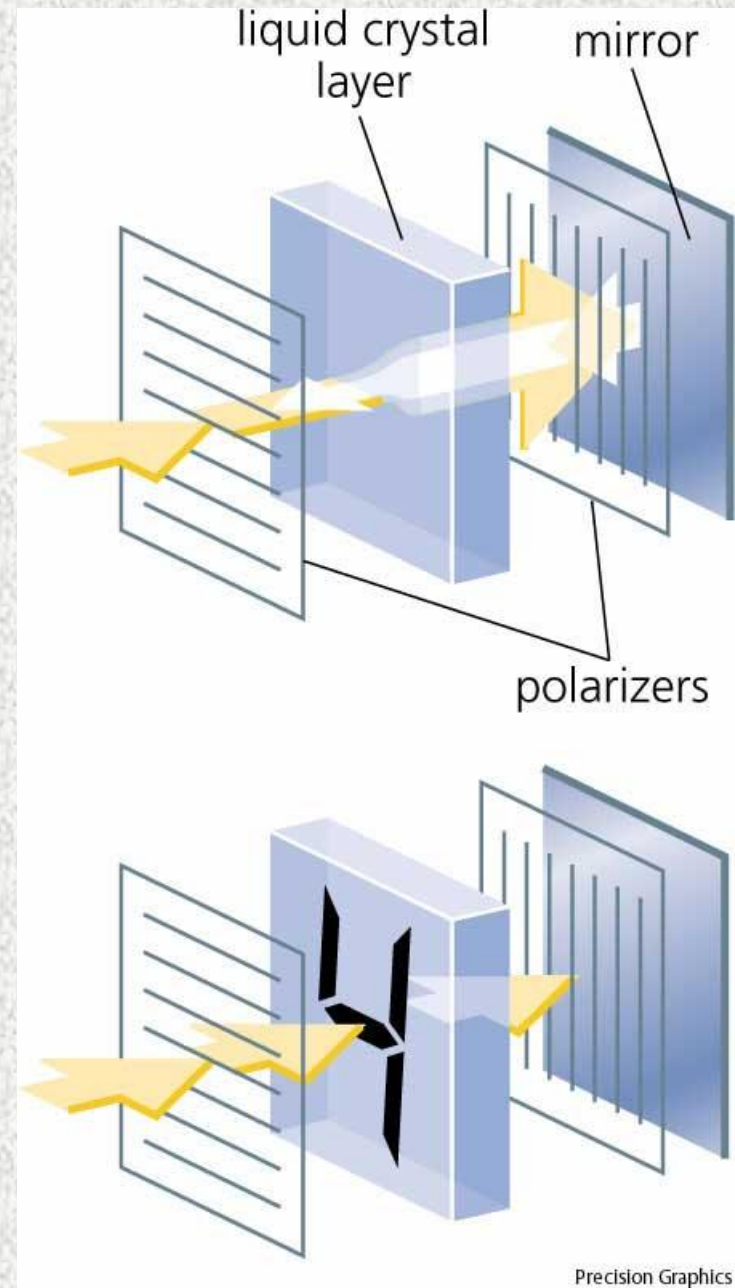
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



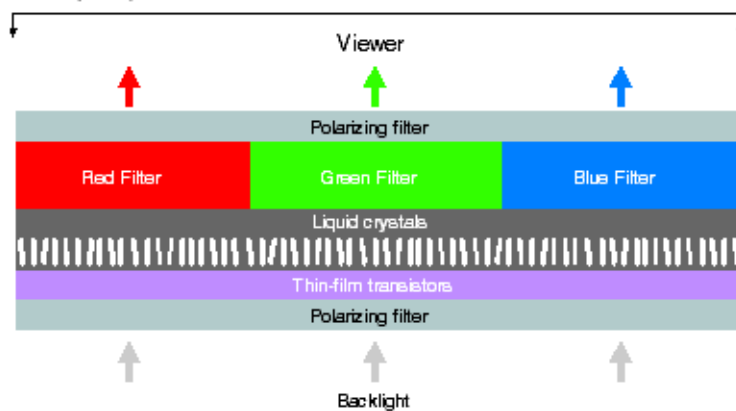
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



Pixełe plazmowe i LCD

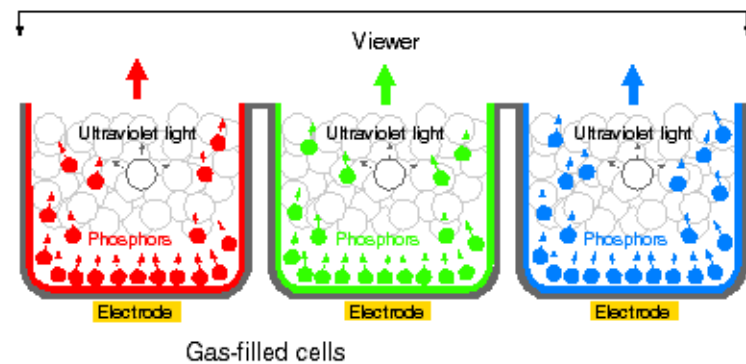
From Computer Desktop Encyclopedia
© 2004 The Computer Language Co., Inc.

ONE (LCD) PIXEL



From Computer Desktop Encyclopedia
© 2004 The Computer Language Co., Inc.

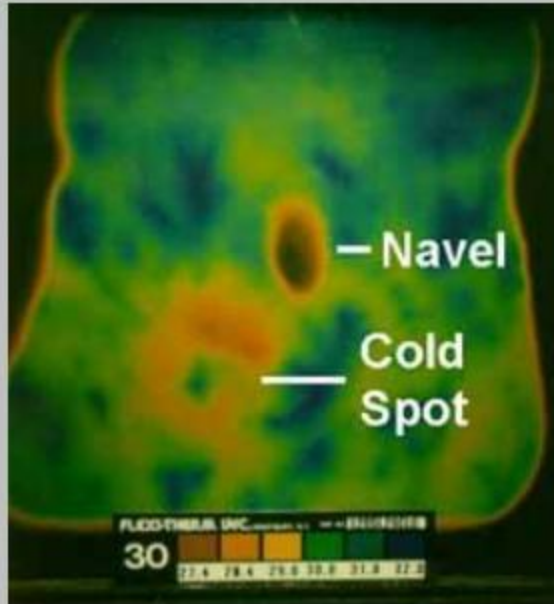
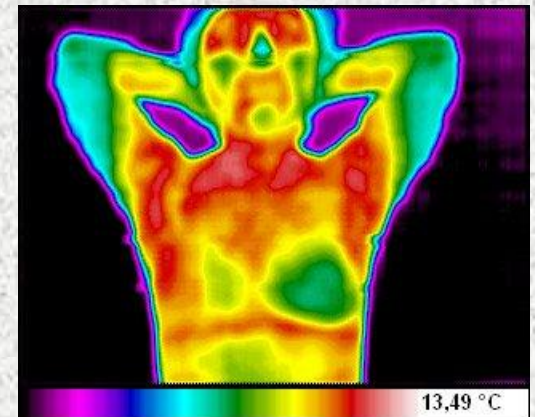
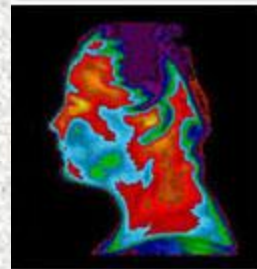
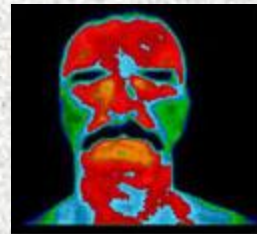
ONE PLASMA PIXEL



Inne zastosowania

- pamięci komputerowe
- termografia
 - medycyna
 - ciepłownictwo
- żaluzje ciekłokrystaliczne
- papier elektroniczny

Termografia



Abdominal liquid crystal thermograph of woman with epilepsy. Note cold spot on right side of abdomen.

Termografia

