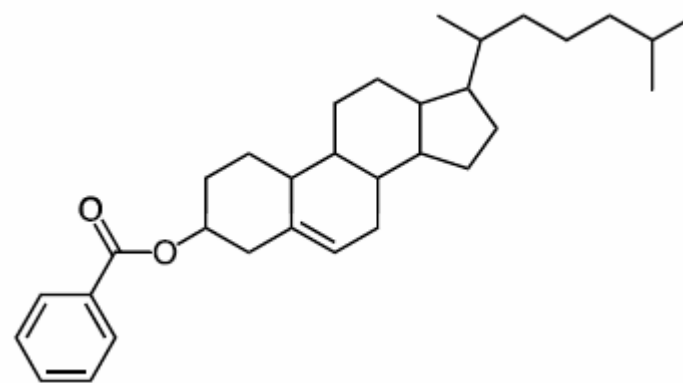


Materiałoznawstwo optyczne

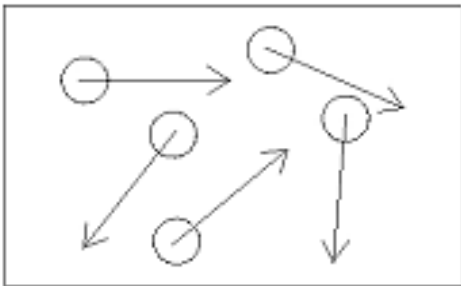
CIEKŁE KRYSTAŁY

•

- ciekłe kryształy to częściowo uporządkowane ciecze (ciecze anizotropowe) tworzone przez anizometryczne molekuły
- znanych jest ponad 100000 organicznych i organometalicznych związków chemicznych, które wykazują właściwości ciekłokrystaliczne
- około 1% tych związków ma zastosowanie w technologiach wyświetlaczy i jest podstawą wielomiliardowego przemysłu LCD
- 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.

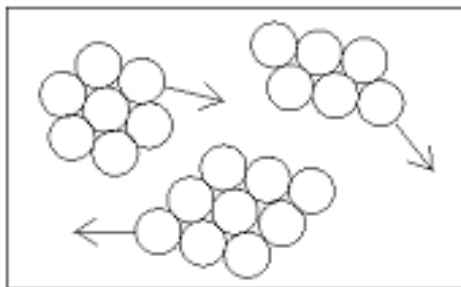


- stan przejściowy pomiędzy ciałem stałym a cieczą izotropową
- zdolność do płynięcia (cecha cieczy) połączona z daleko zasięgowym uporządkowaniem struktury (cecha kryształu)
- faza ciekłokrystaliczna –mezofaza

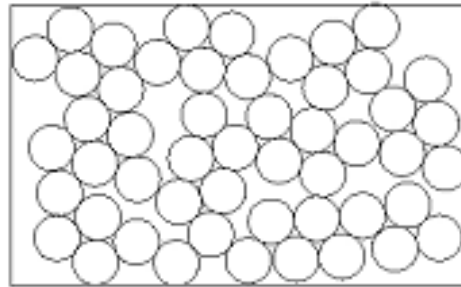


Gazy

Fazy skondensowane

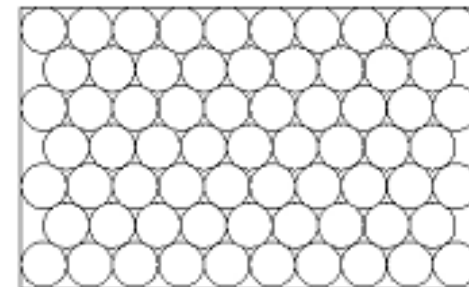


Ciecz



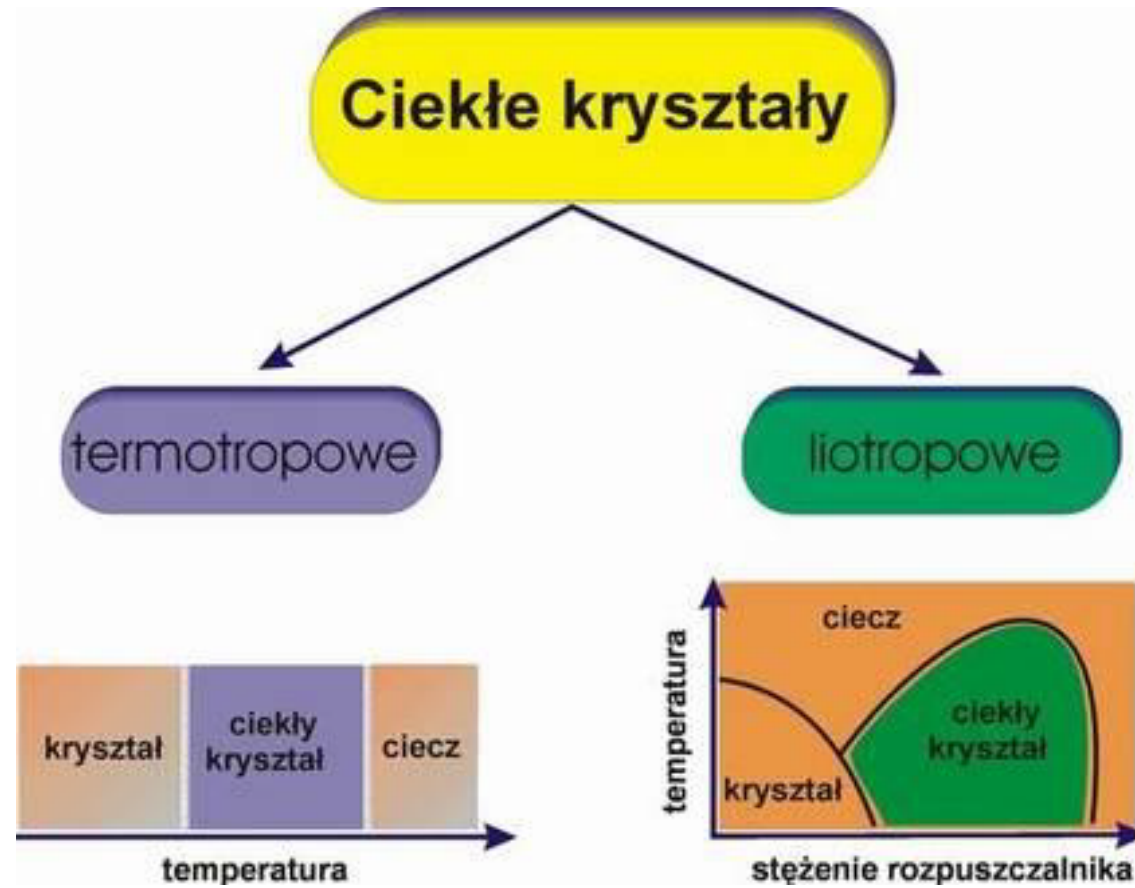
Ciekłe kryształy

Szkło



Kryształ

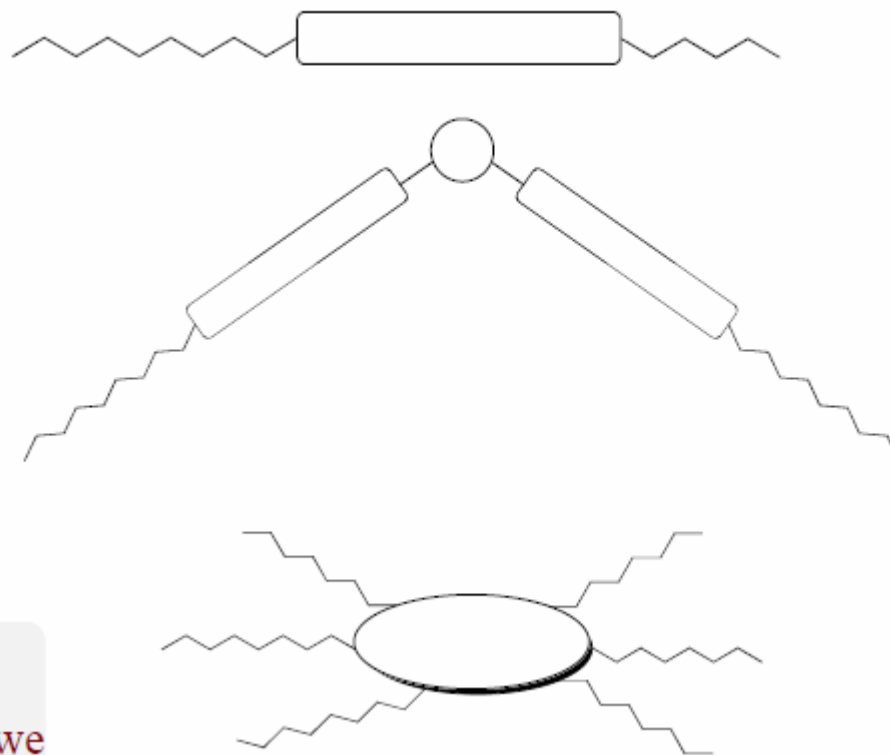
Podział ciekłych kryształów



Pręto-podobne
nematyki i smektyki

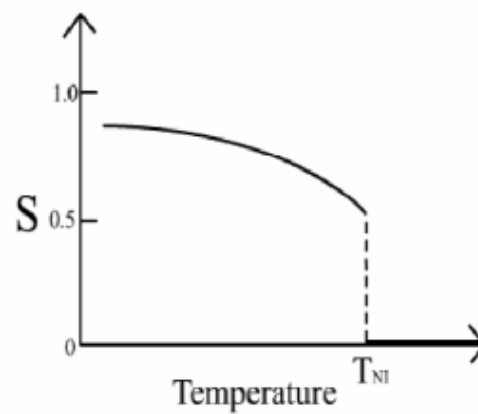
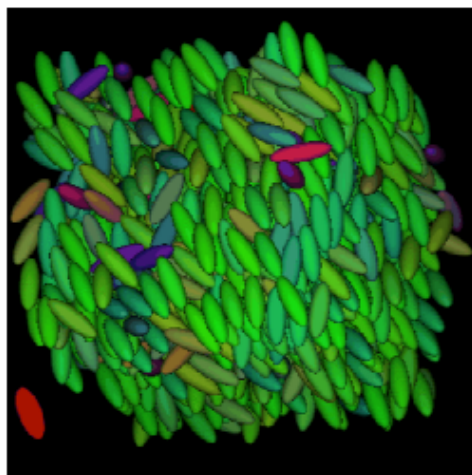
Zgięto-rdzeniowe
fazy bananowe

Dysko-podobne
fazy nematyczne i kolumnowe



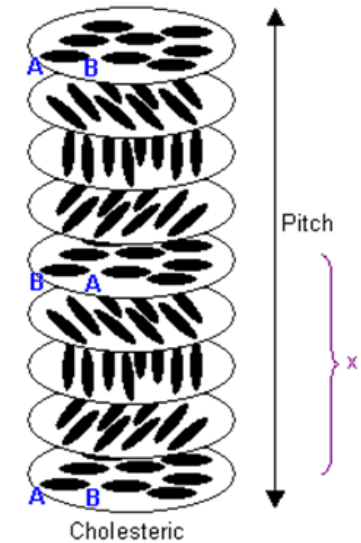
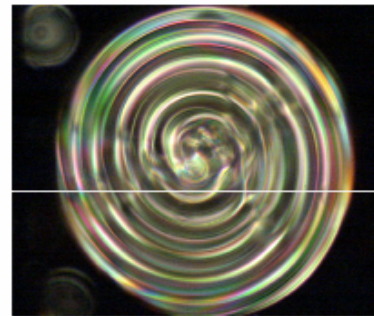
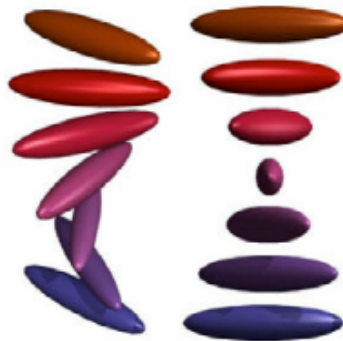
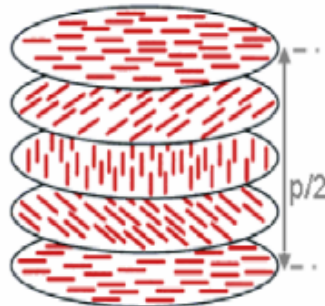
Fazy termotropowe N

-nematyczna N: wszystkie molekuly są w przybliżeniu wzajemnie równoległe. Nematyk jest optycznie jednoosiowy, dodatni



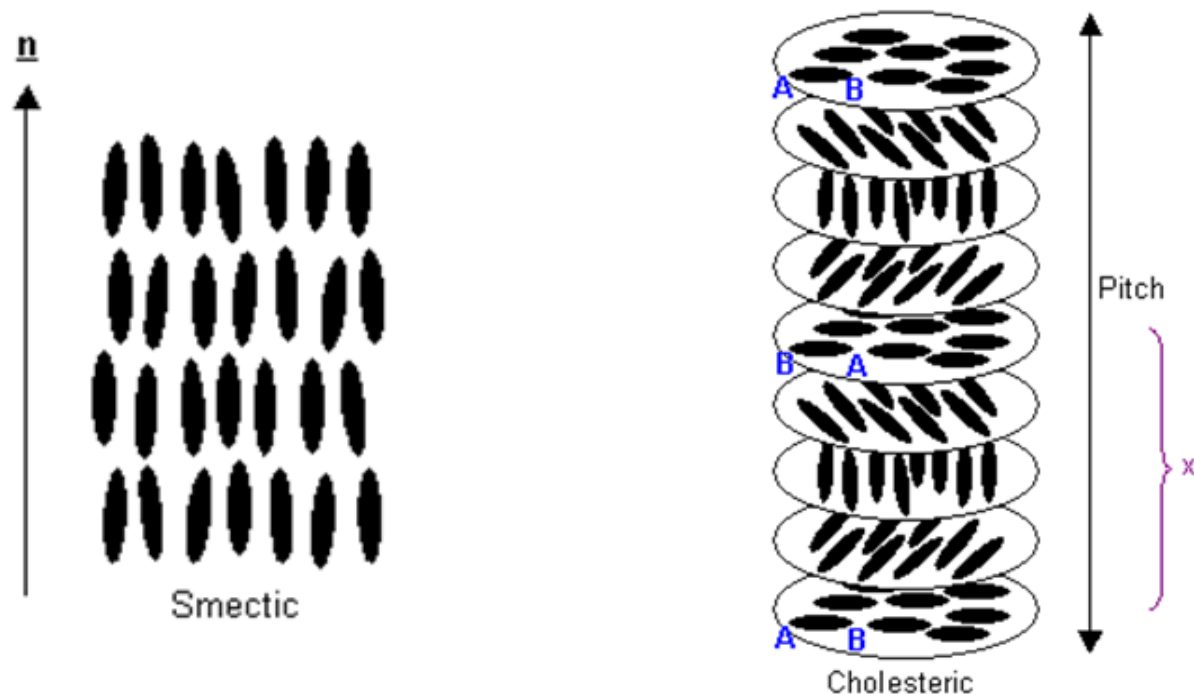
Fazy termotropowe N

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



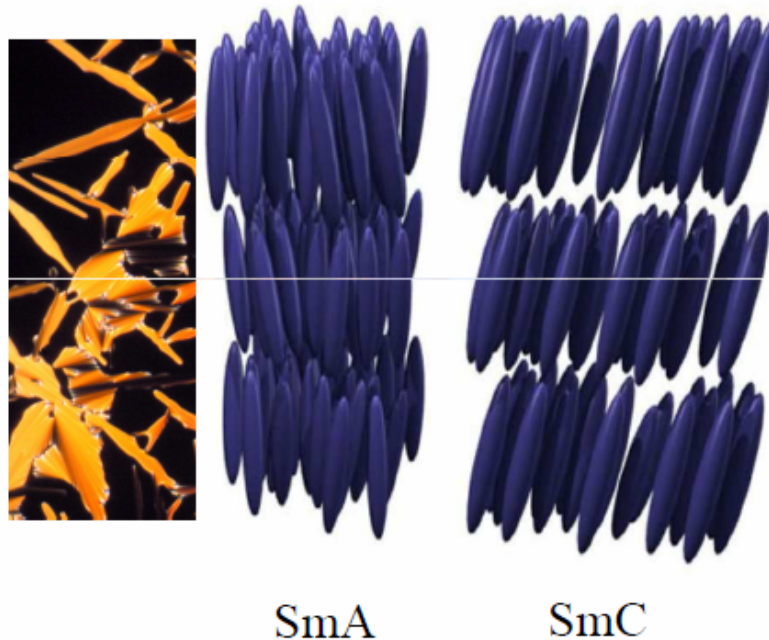
Fazy termotropowe S

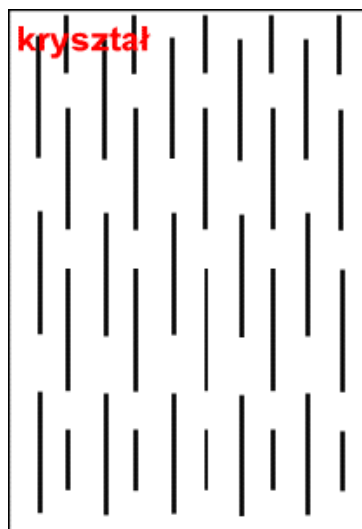
- fazy smektyczne S: molekuly są ułożone w warstwy, a oś molekuł tworzą z normalną do warstwy kąt $< 90^\circ$
- smektyk S_A i S_A^* : molekuly są ułożone w warstwy, równoległe do siebie i do normalnej do powierzchni warstw. Smektyk S_A jest jednoosiowy dodatni, a smektyk S_A^* jest jednoosiowy i optycznie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



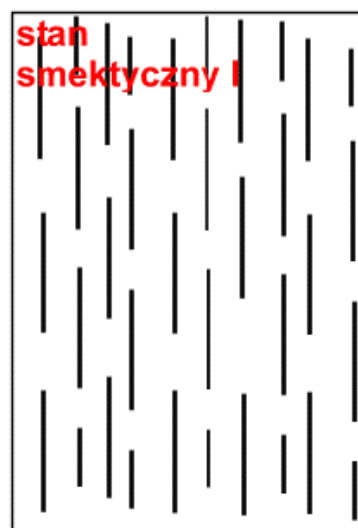
Fazy termotropowe S

- smektyk S_B i S_B^* : jak wyżej, z tym, że molekuly 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 wersor kierunkowy molekuł obraca się w kolejnych warstwach wokół normalnej o stały kąt
- pozostałe z indeksami od D do I różnią się symetrią uporządkowania

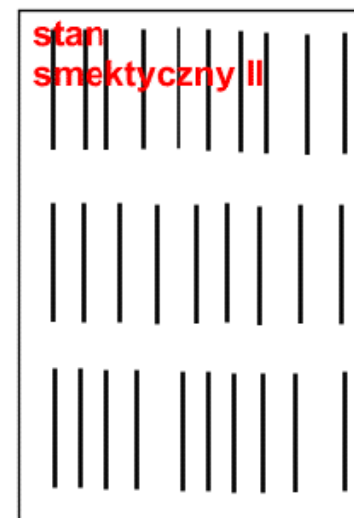




$T_1 \Rightarrow$



$T_2 \Rightarrow$



T_3

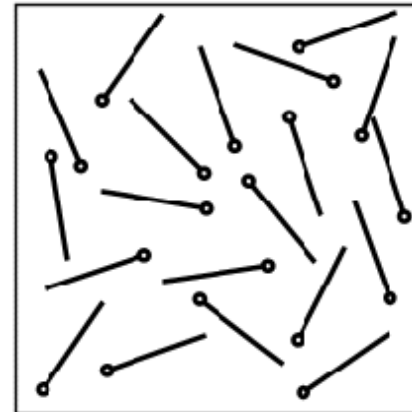
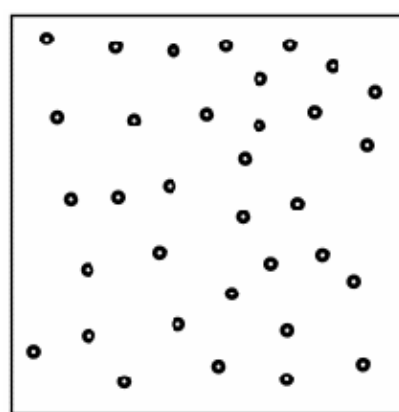
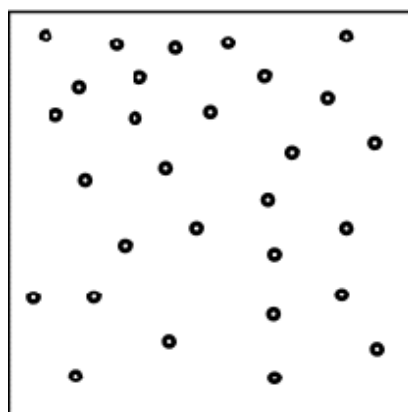
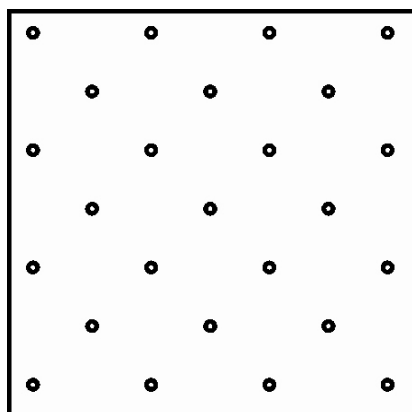
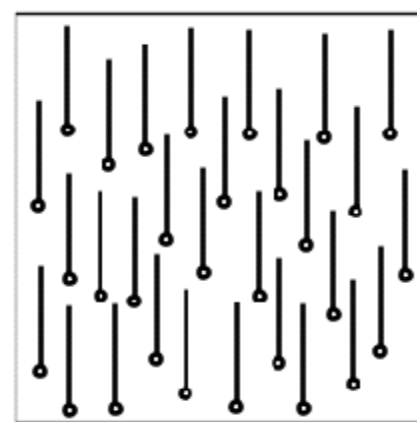
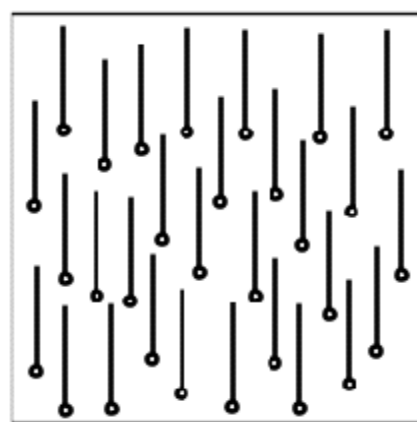
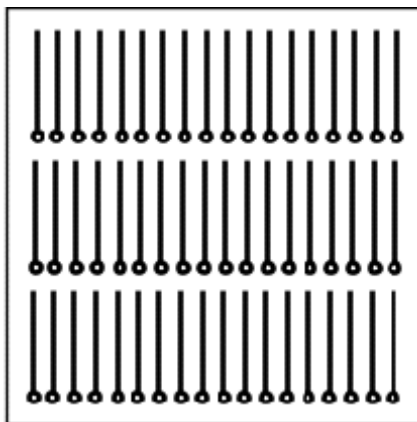
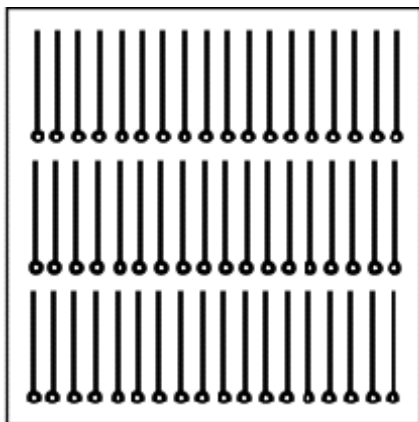


T_{topn}



$T_4 \Leftrightarrow$





krystaliczny

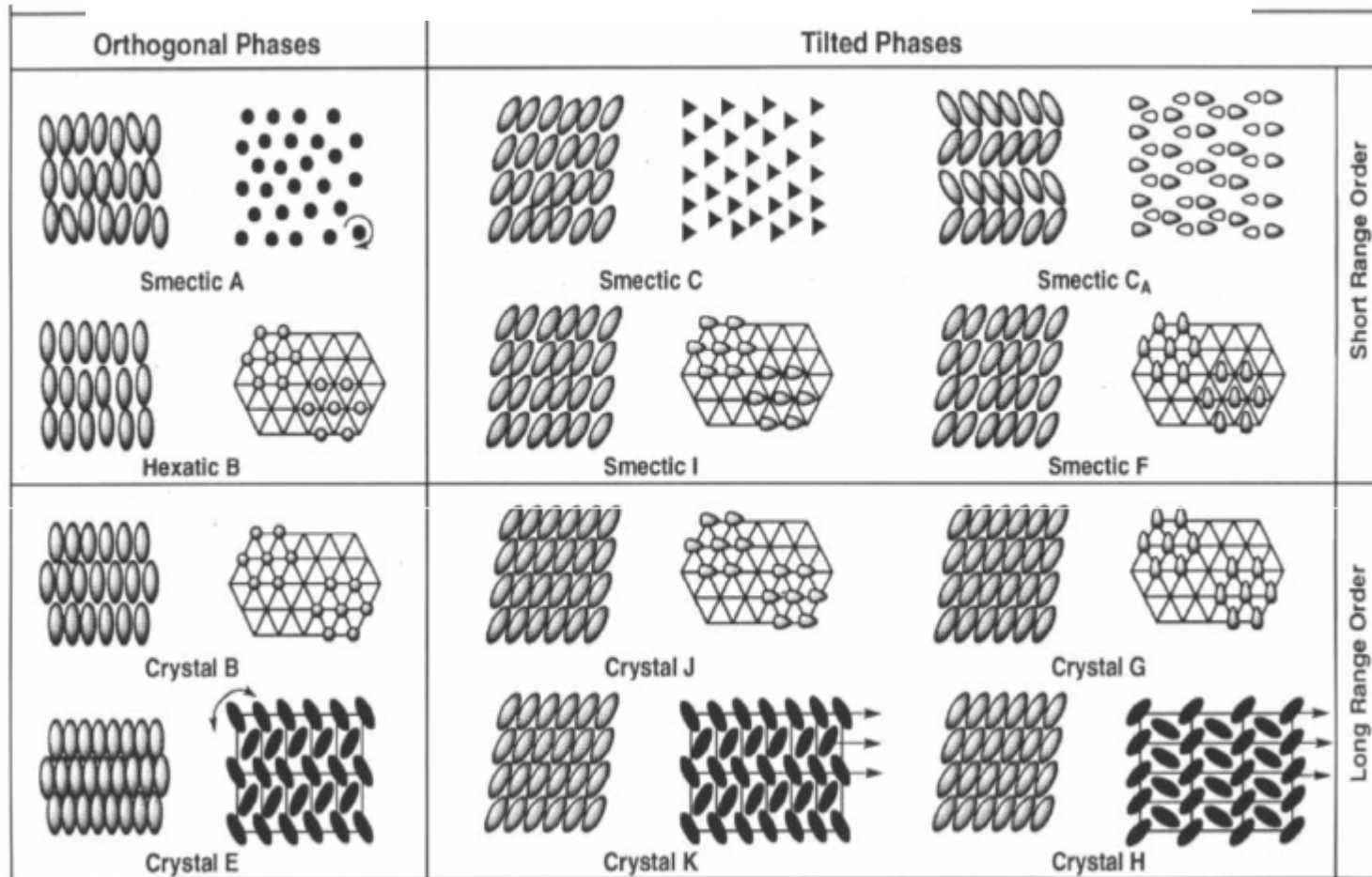
smektyczny

nametyczny

ciekły

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**



Iso $\rightarrow$ N $\rightarrow$ SmA $\rightarrow$ SmC $\rightarrow$ SmB $\rightarrow$ SmI $\rightarrow$ SmF $\rightarrow$ B $\rightarrow$ J $\rightarrow$ G $\rightarrow$ E $\rightarrow$ K $\rightarrow$ H $\rightarrow$ Cr

Fazy dyskotyczne



nematyczna N_D



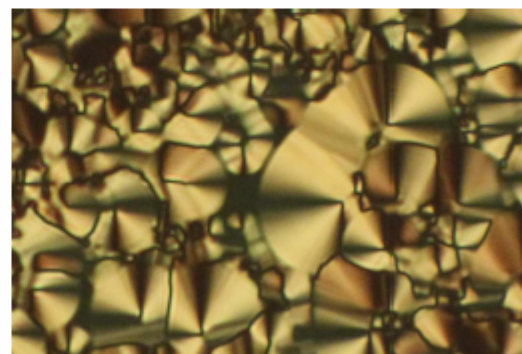
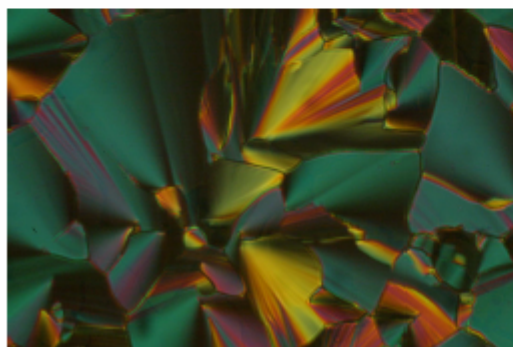
kolumnowa
nematyczna Col_N



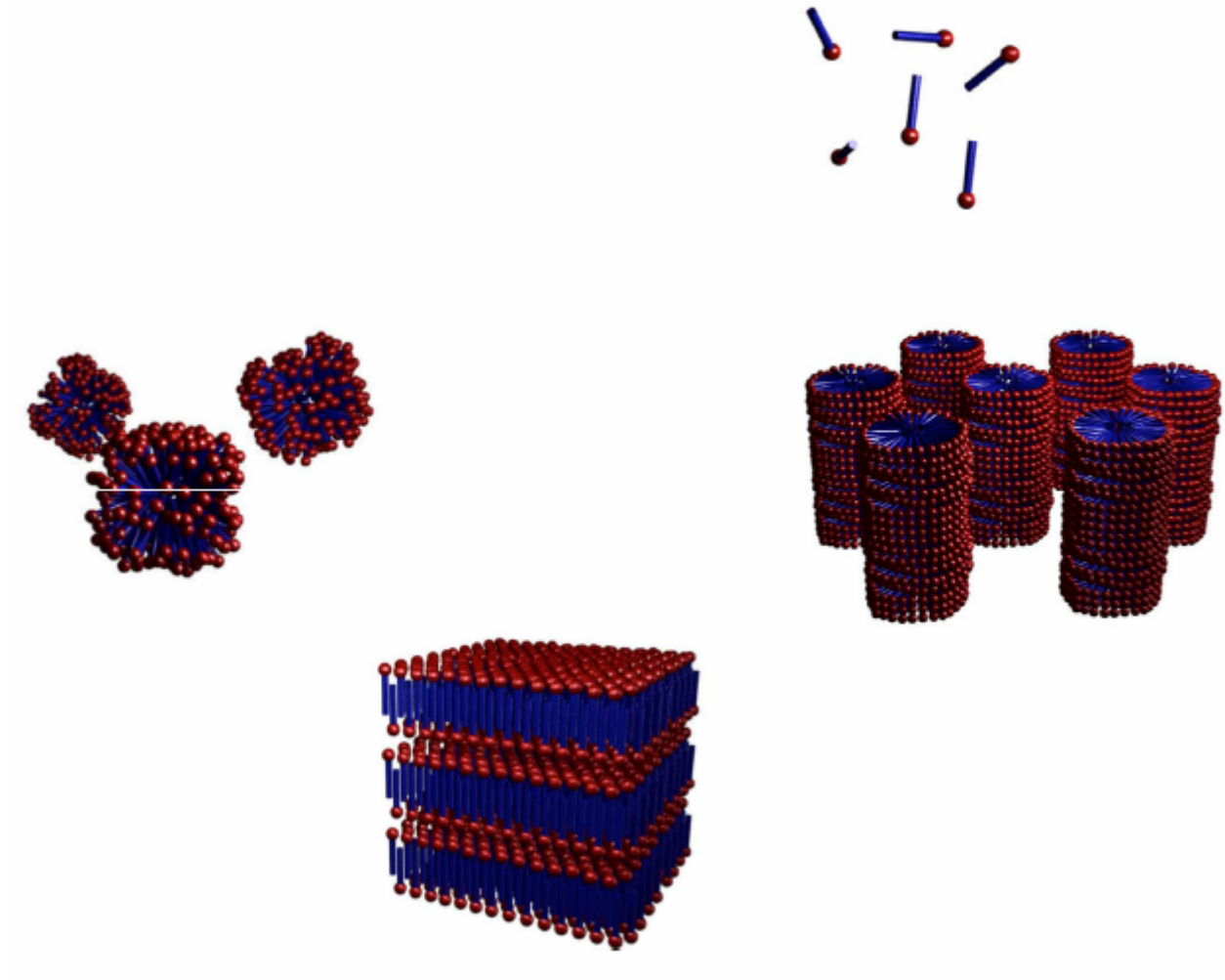
kolumnowa
hexagonalna Col_h

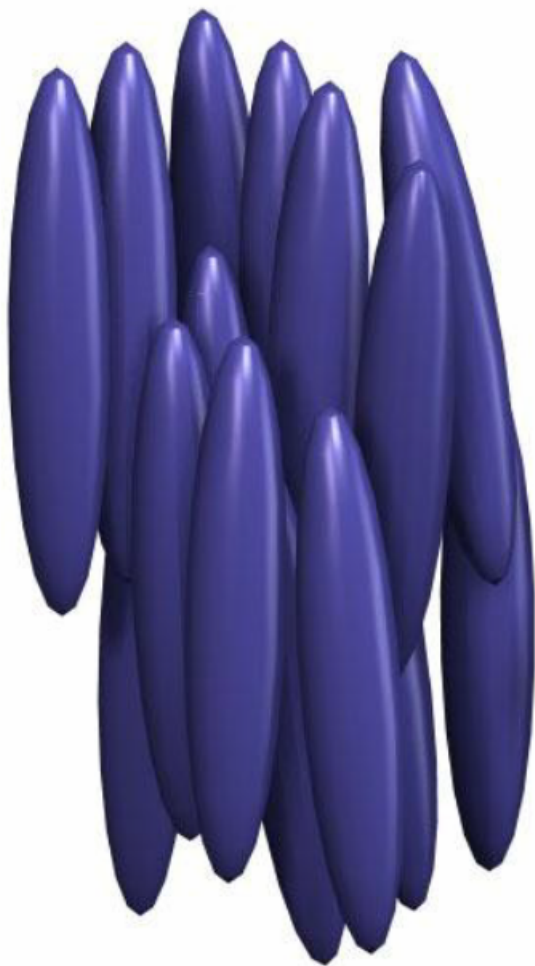


kolumnowa
rektangularna Col_r



Fazy liotropowe





Nematyk



Smektyk A



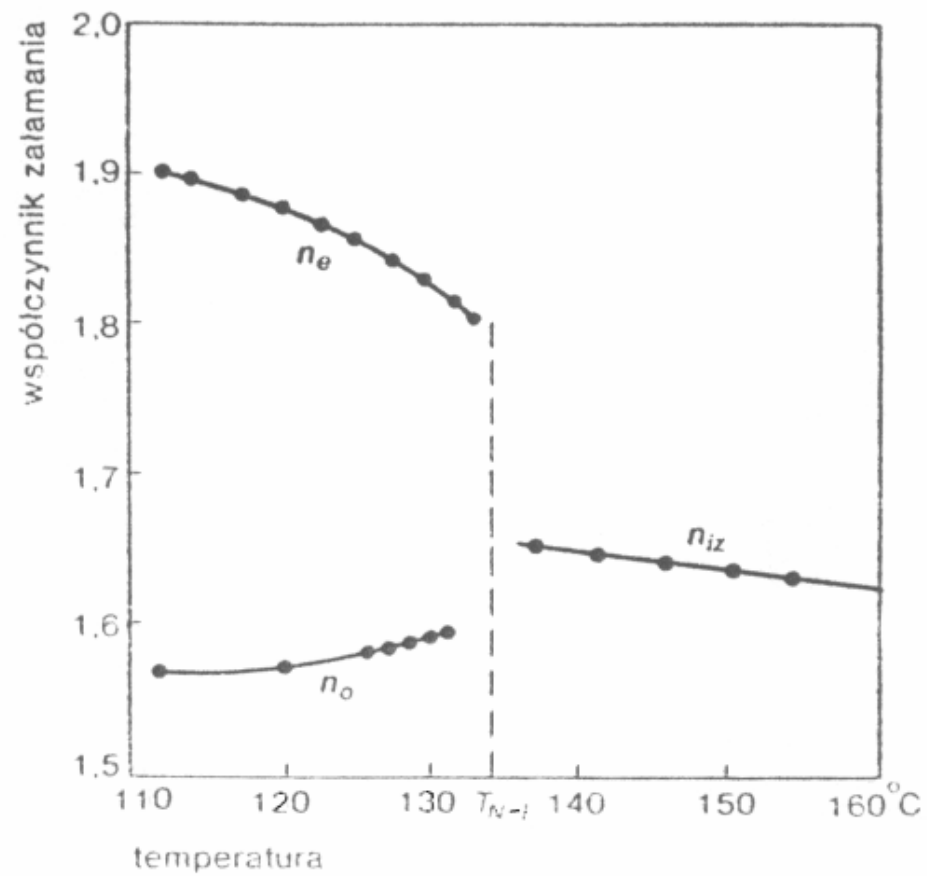
Smektyk C



Ciekły kryształ chiralny

Właściwości optyczne

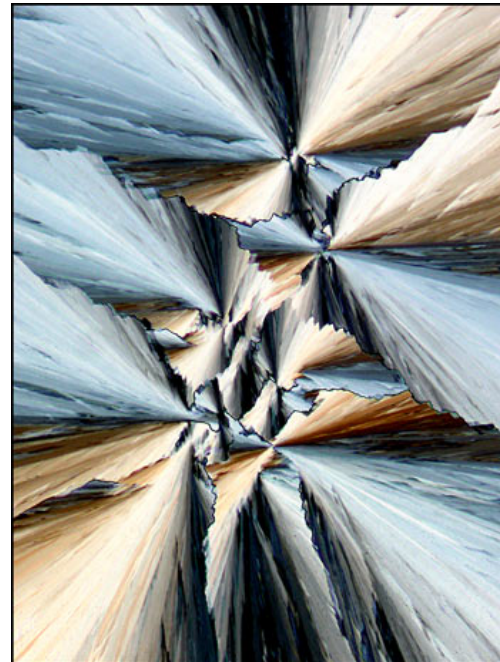
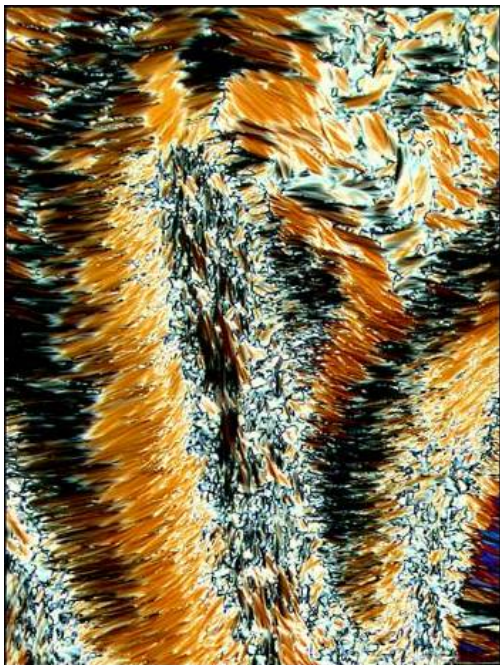
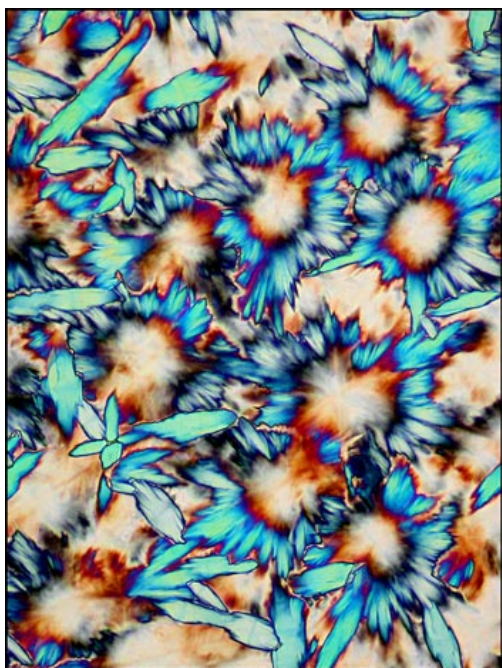
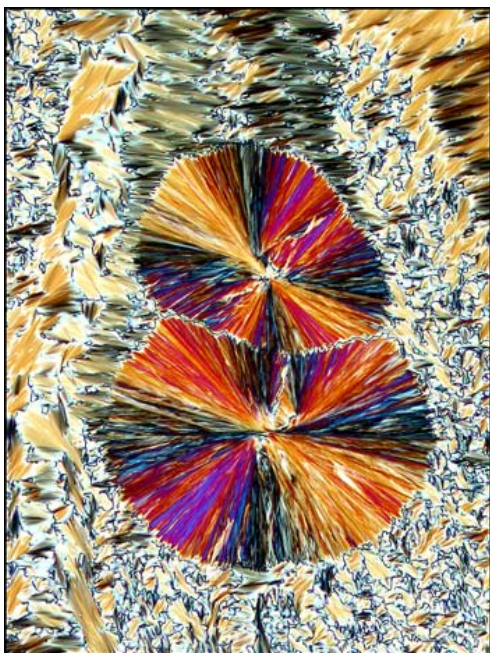
- bardzo duża dwójłomność, zarówno naturalna jak i wymuszana !!!



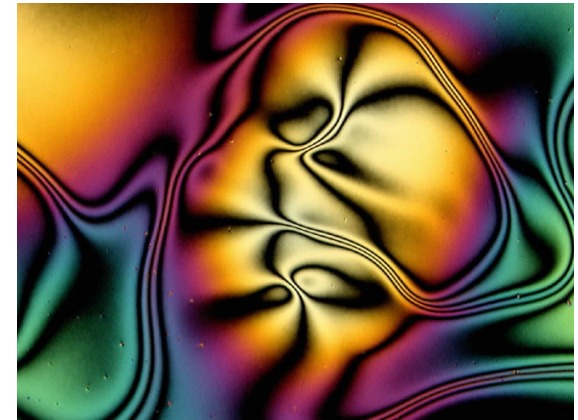
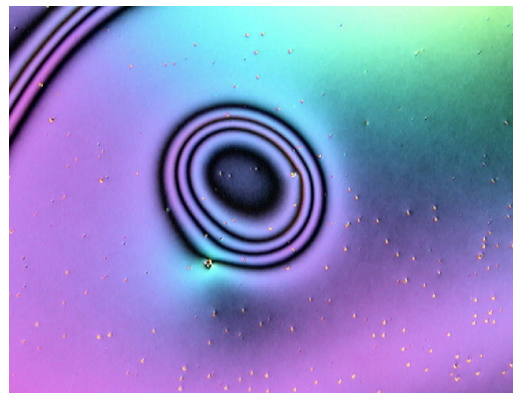
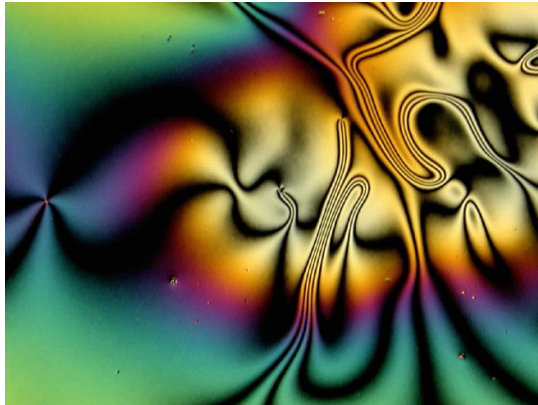
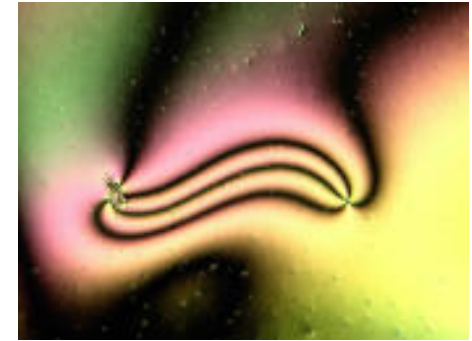
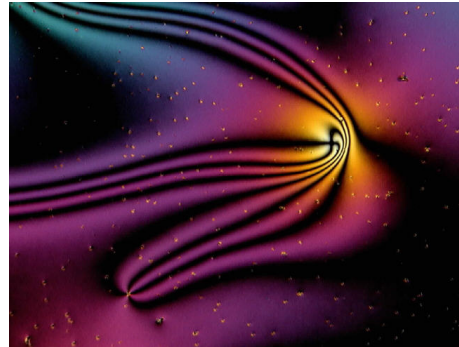
Właściwości optyczne

- 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

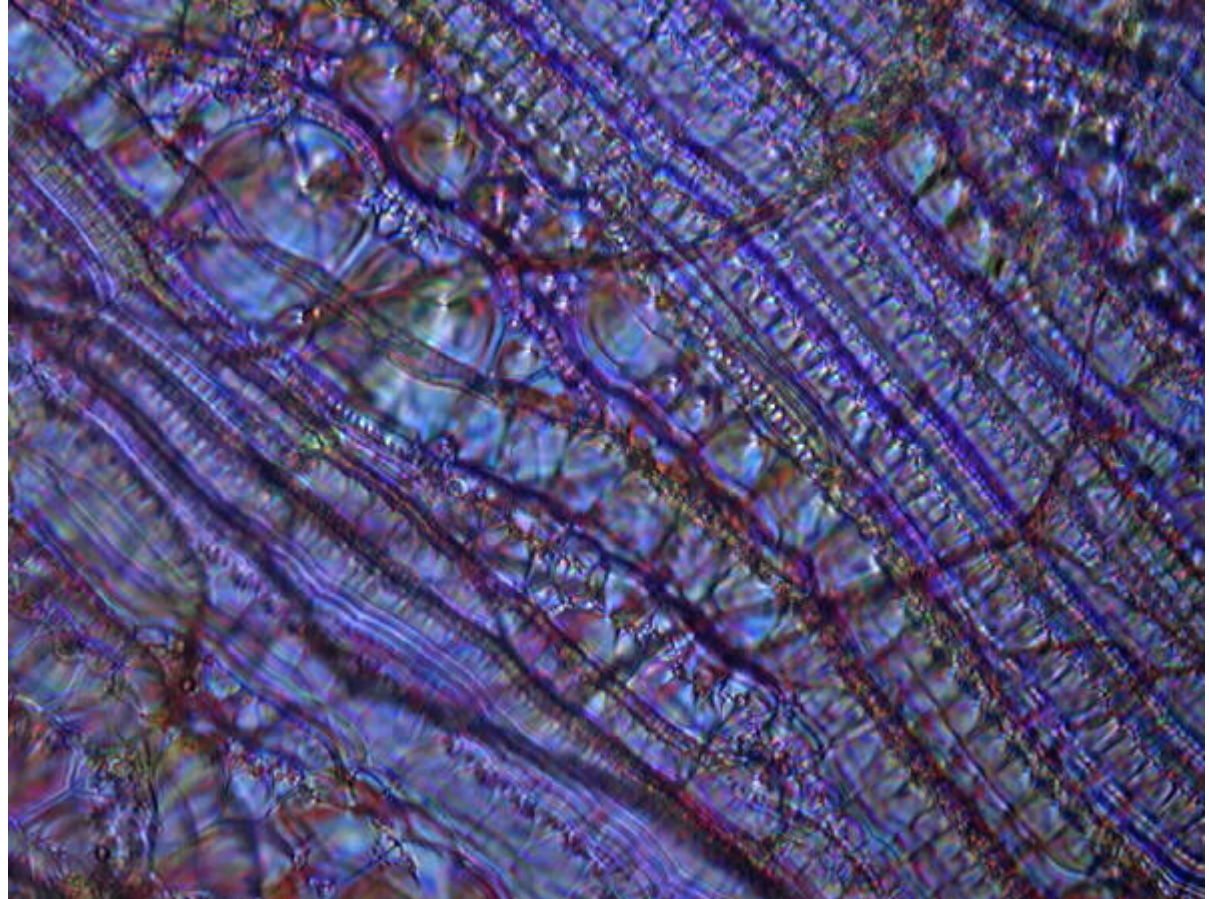
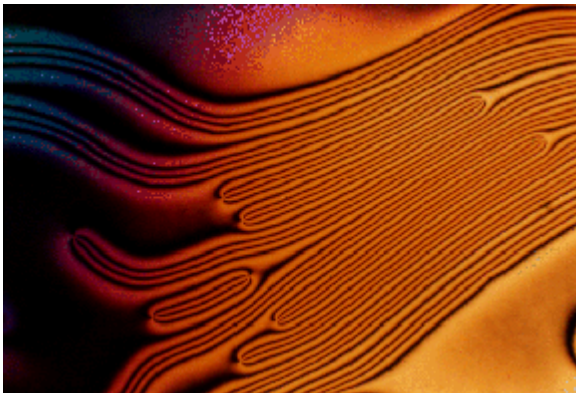
- regularne lub nieregularne rozmieszczenie domen kryształów w materiałach, które są częściowo krystaliczne i częściowo amorficzne (ma ona duży wpływ na ich właściwości fizyczne). Swoiste tekstury występują też w ciekłych kryształach, umożliwiając rozróżnienie różnych ich typów



Tekstury



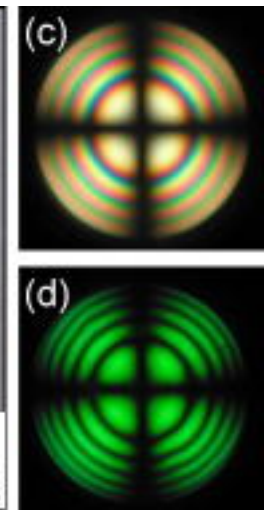
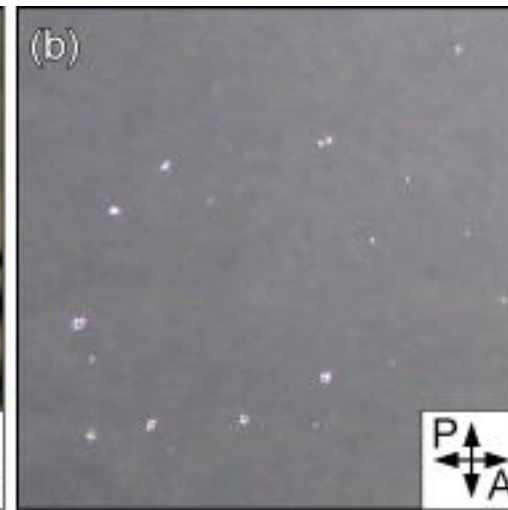
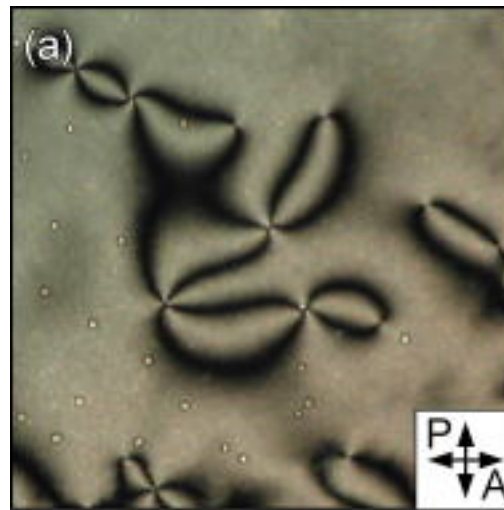
Tekstury



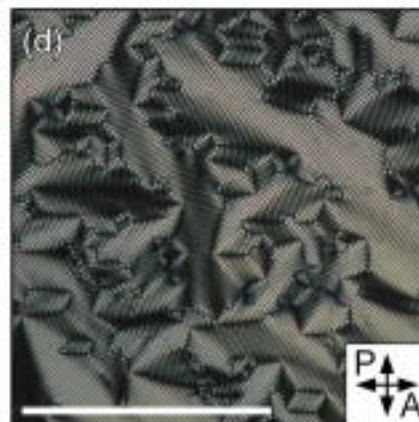
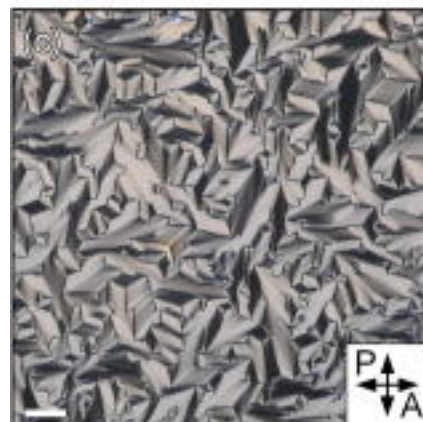
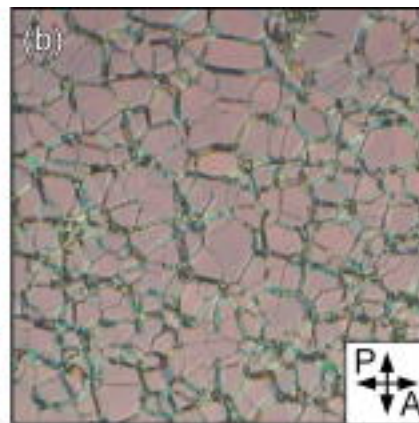
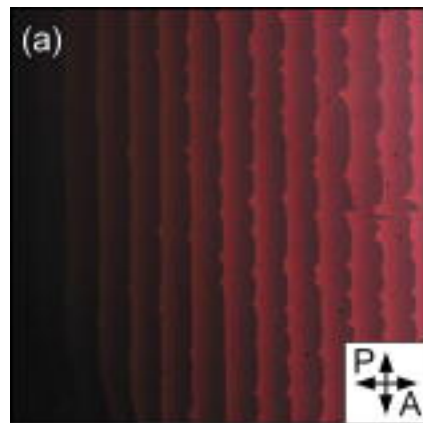
Tekstury

- 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 węzłowa: w cienkich próbkach widoczne punktowe defekty uporządkowania
- tekstura konfokalna
- tekstura poligonalna
- tekstura wachlarzowata
- tekstura „odcisków palców”

Cholesteryk

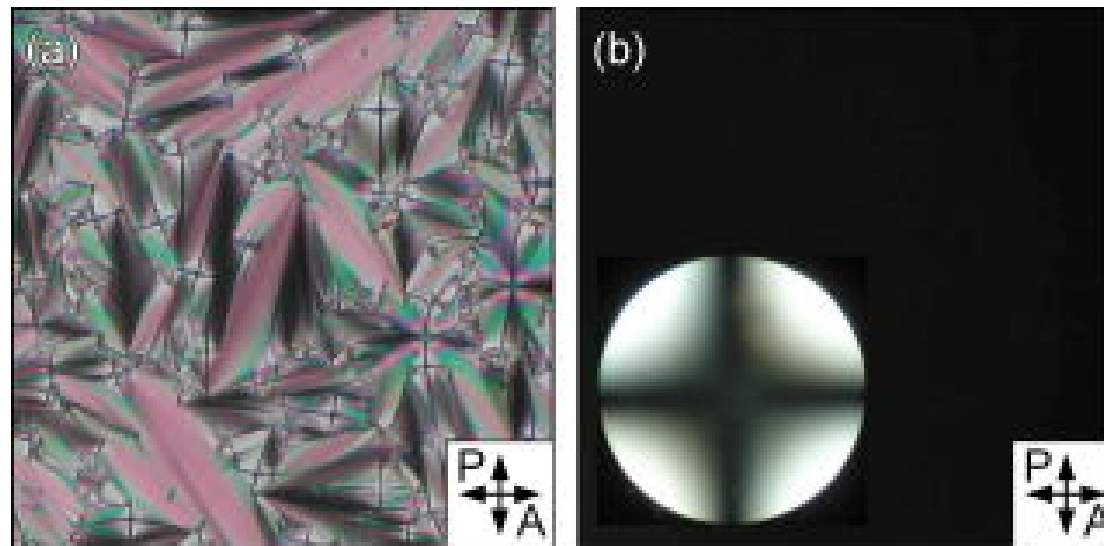


Nematyk



Tekstury

Tekstury

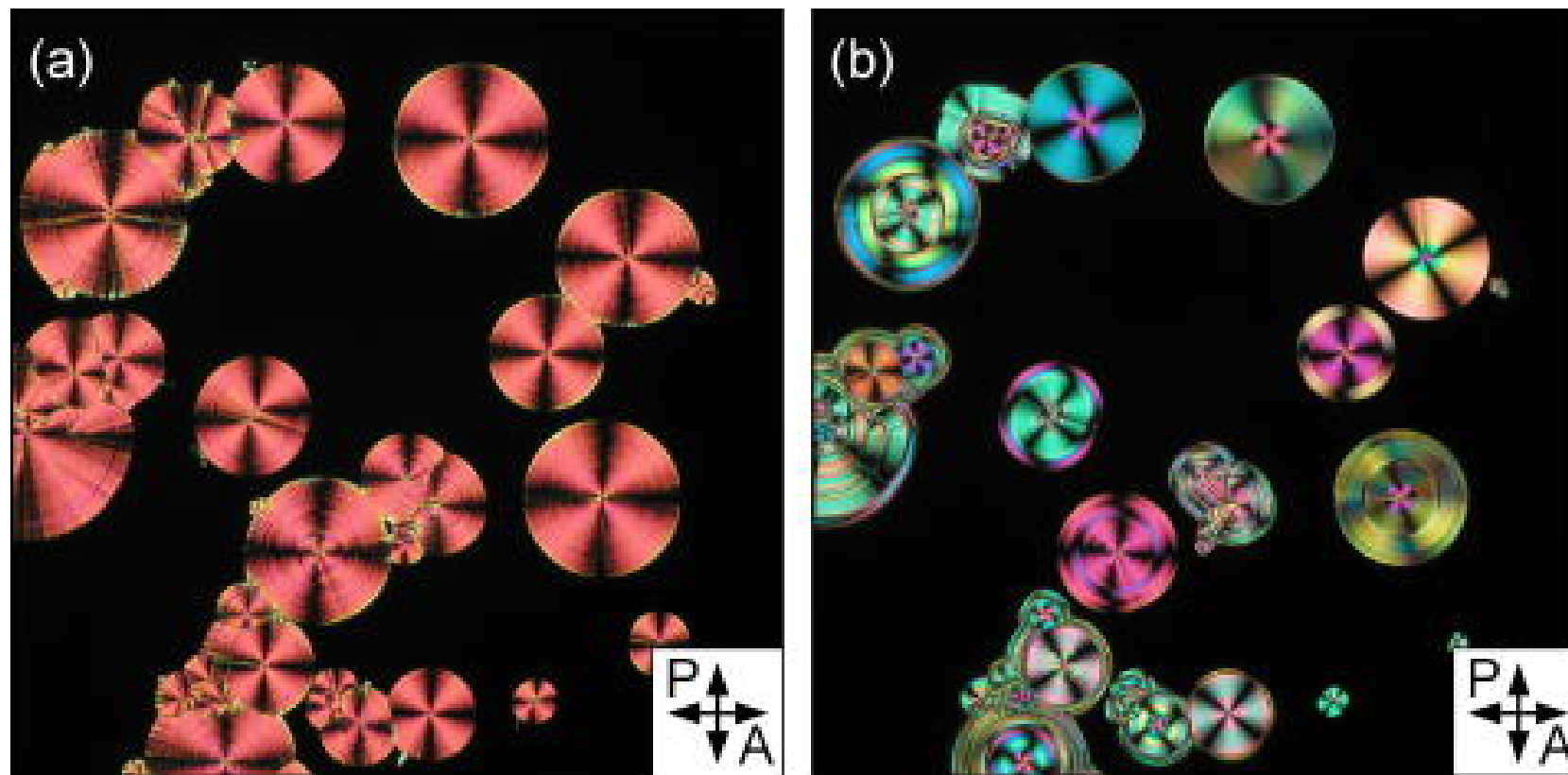


Smektyk A



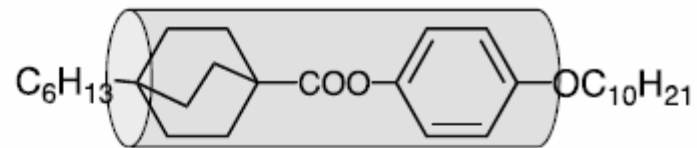
Smektyk C

Tekstury

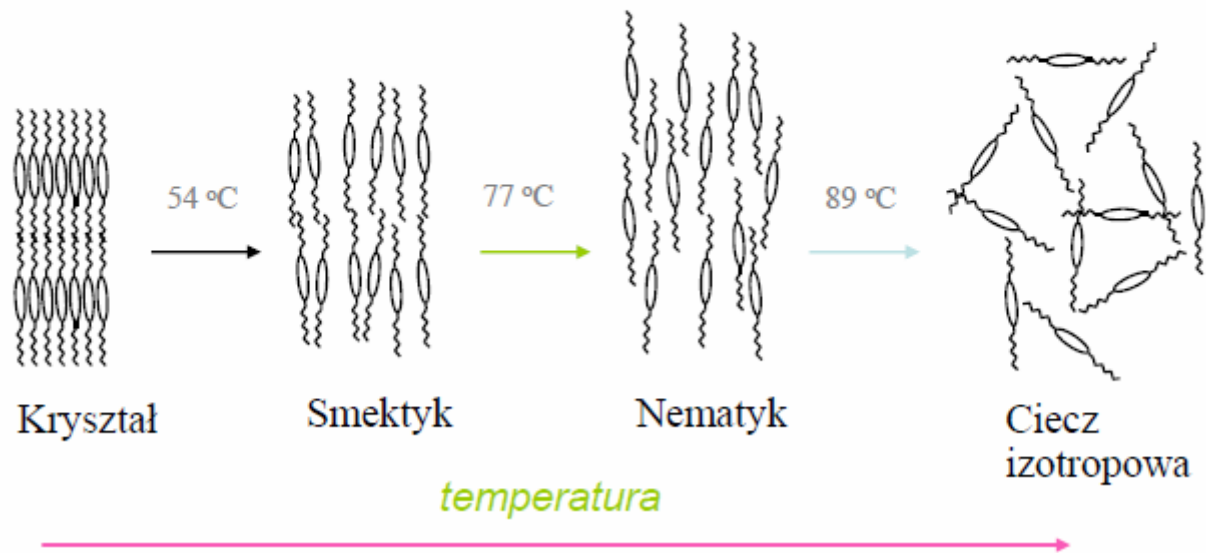


Smektyk AP i CP

Przykład ciekłego kryształu

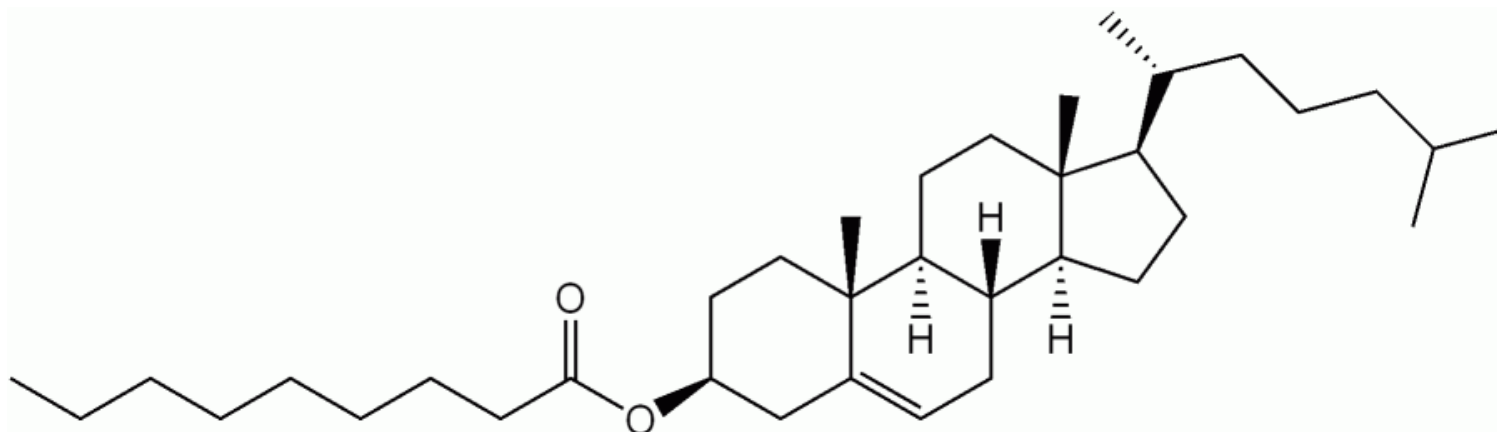


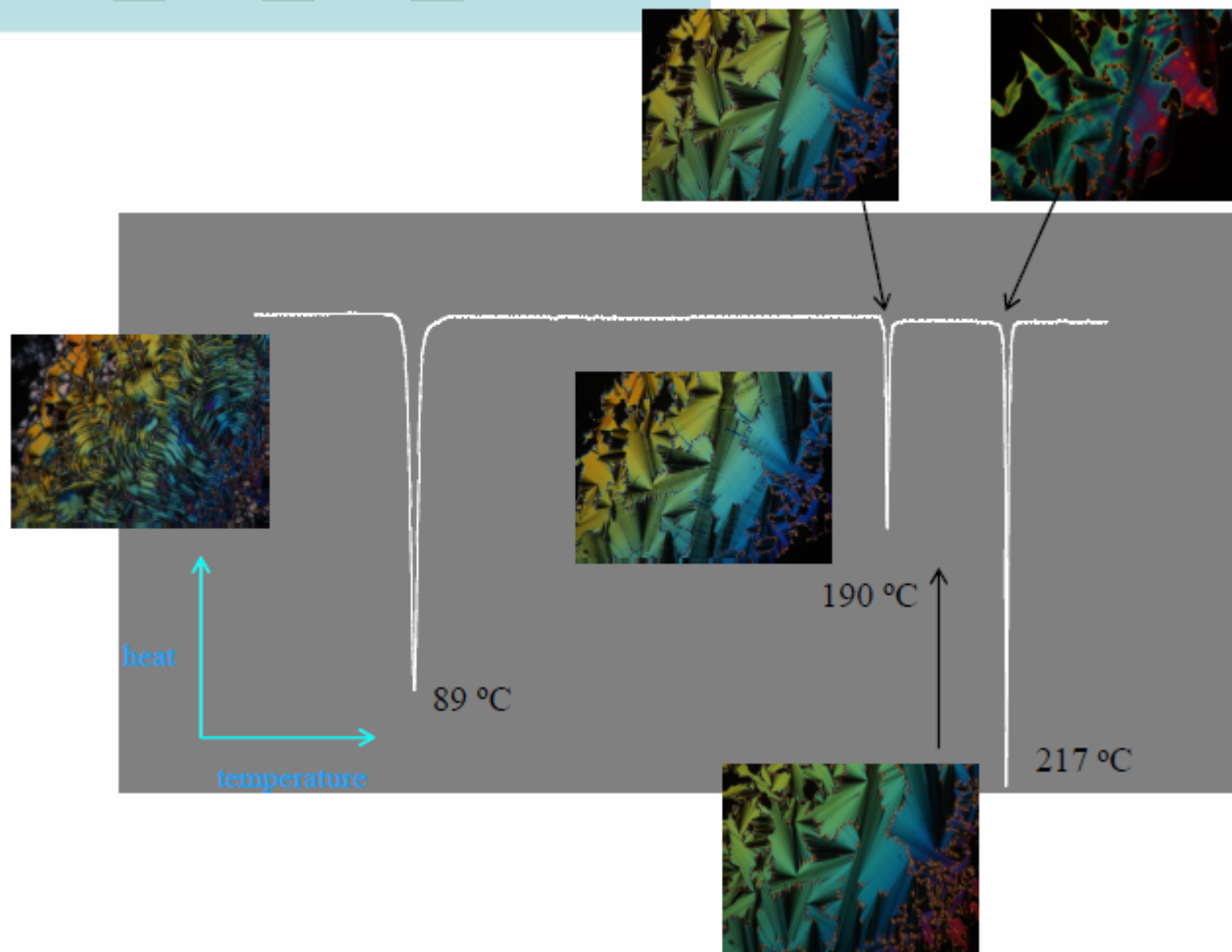
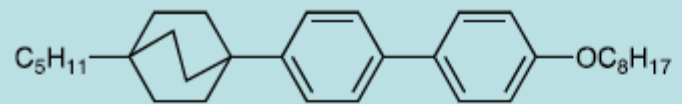
Cr 54 SmA 77 N 89 I



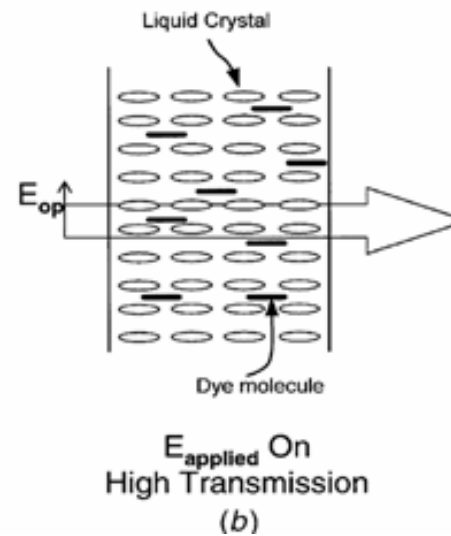
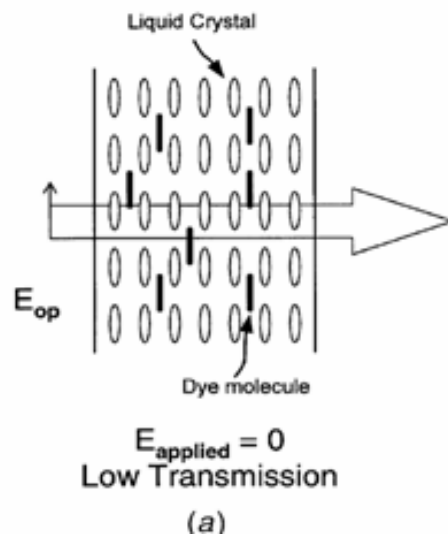
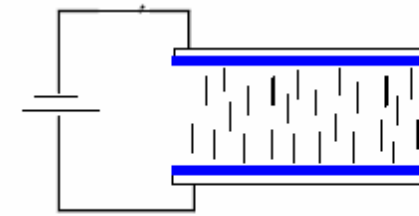
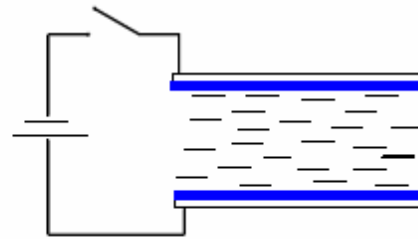
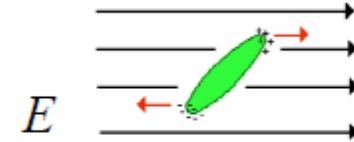
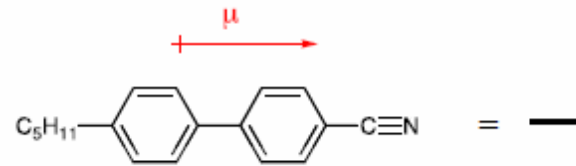
Polargonian cholesterylu

- 3 β -cholest-5-en-3-ol nonaoate lub cholest-5-ene-3- β -yl nonanoate
- C₃₆H₆₂O₂
- chiralny nematyk
- topi się w temperaturze 80,5°C, stan cieczy izotropowej osiągając w temperaturze 90°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



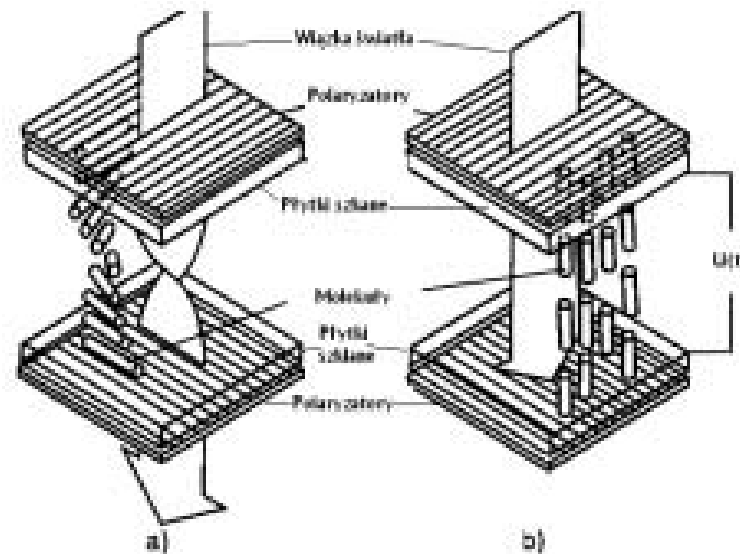


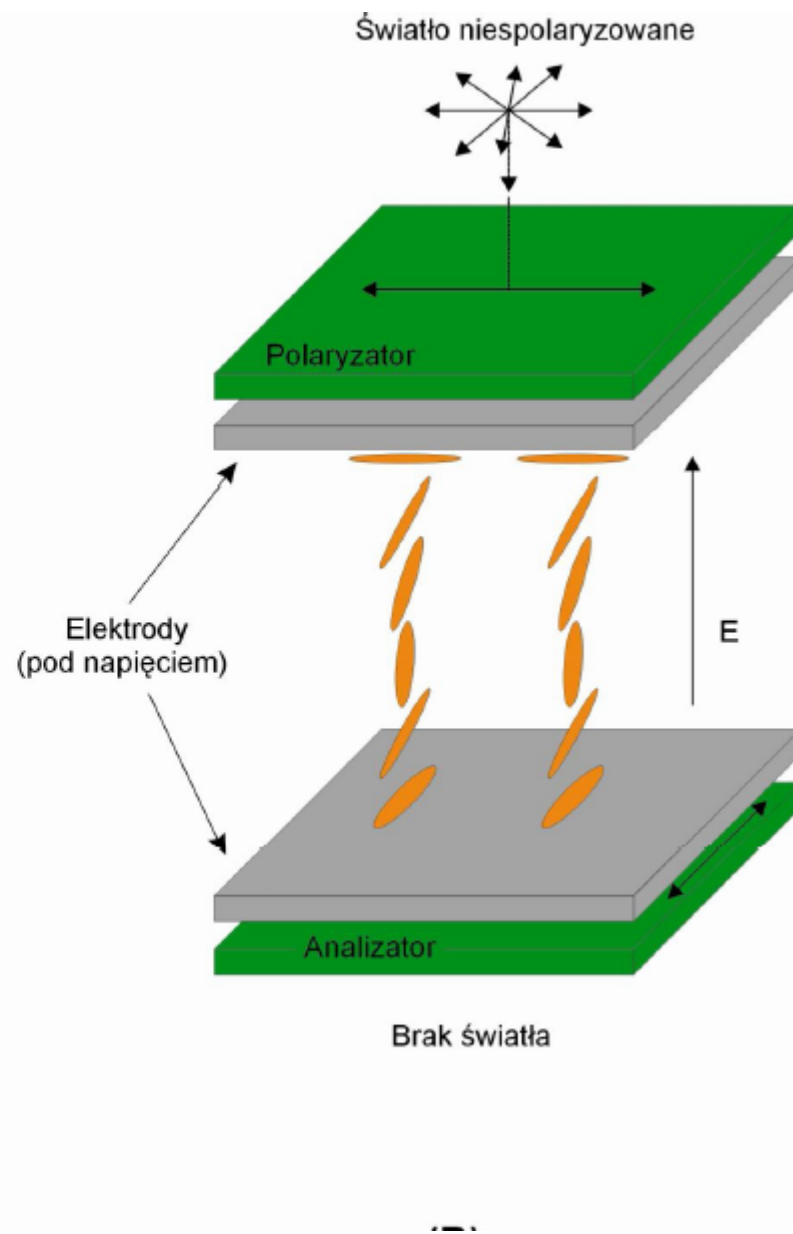
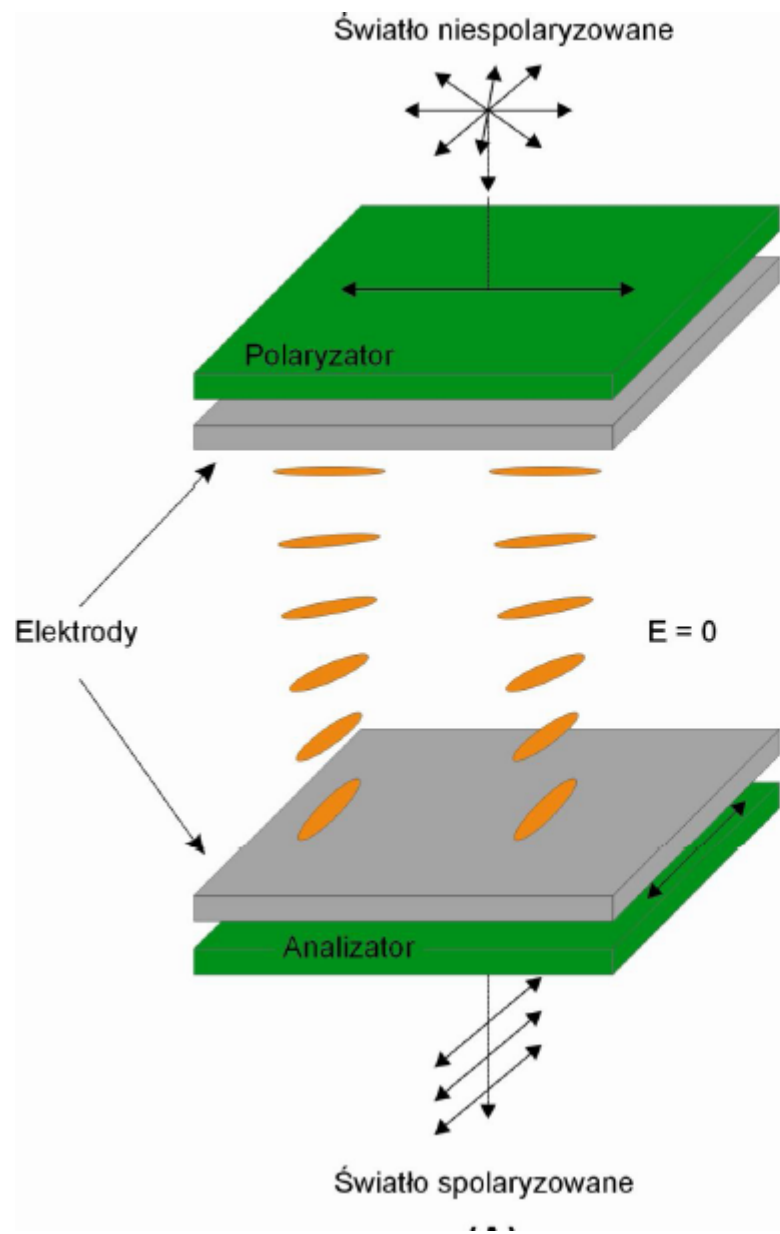
Od tekstury do komórki LC



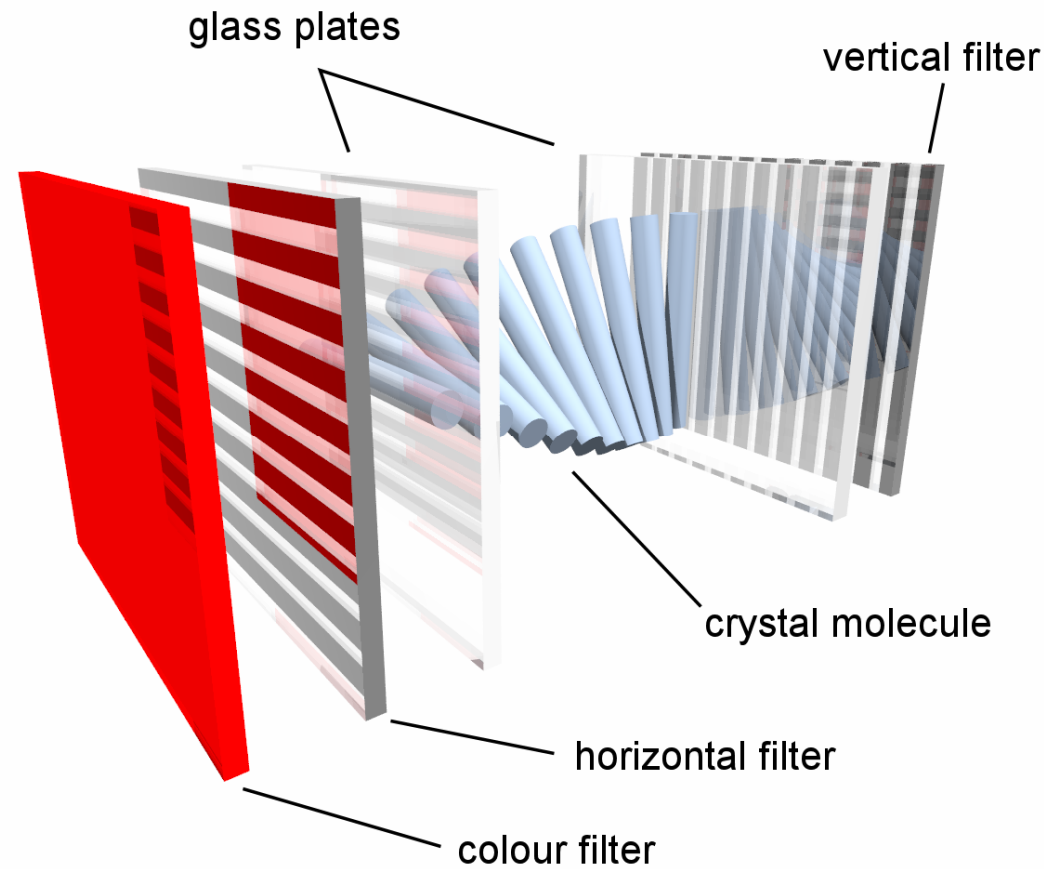
Od tekstury do komórki LC

- Jak przejść od struktury domenowej do uporządkowanej powierzchniowo?
- Budowa komórki LC: para cienkich płytek (z jednej strony elektrod), między którymi znajduje się ciekły kryształ

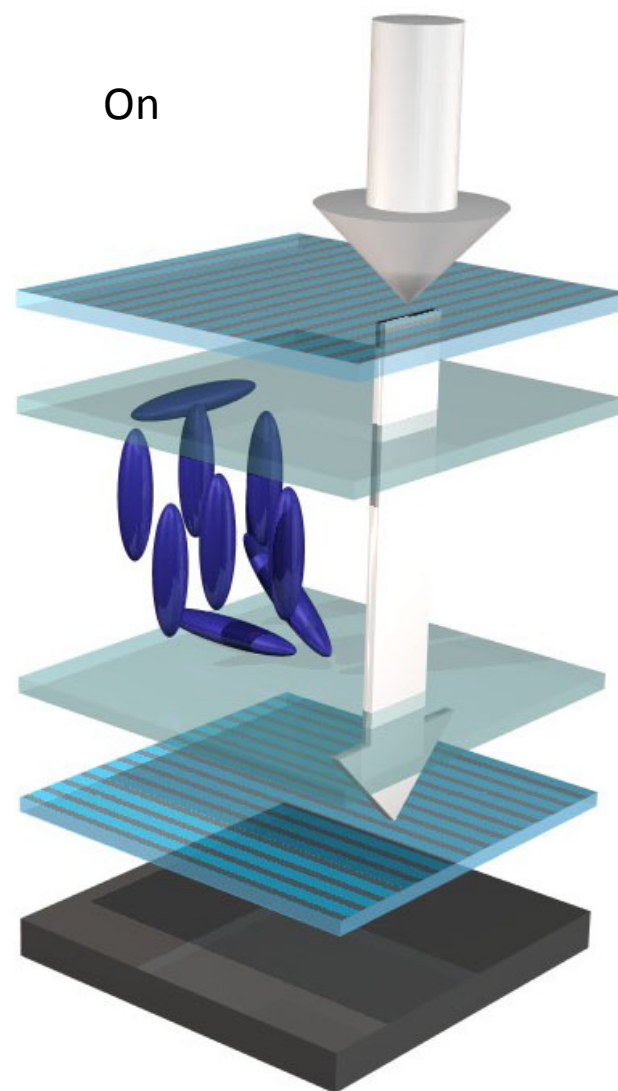
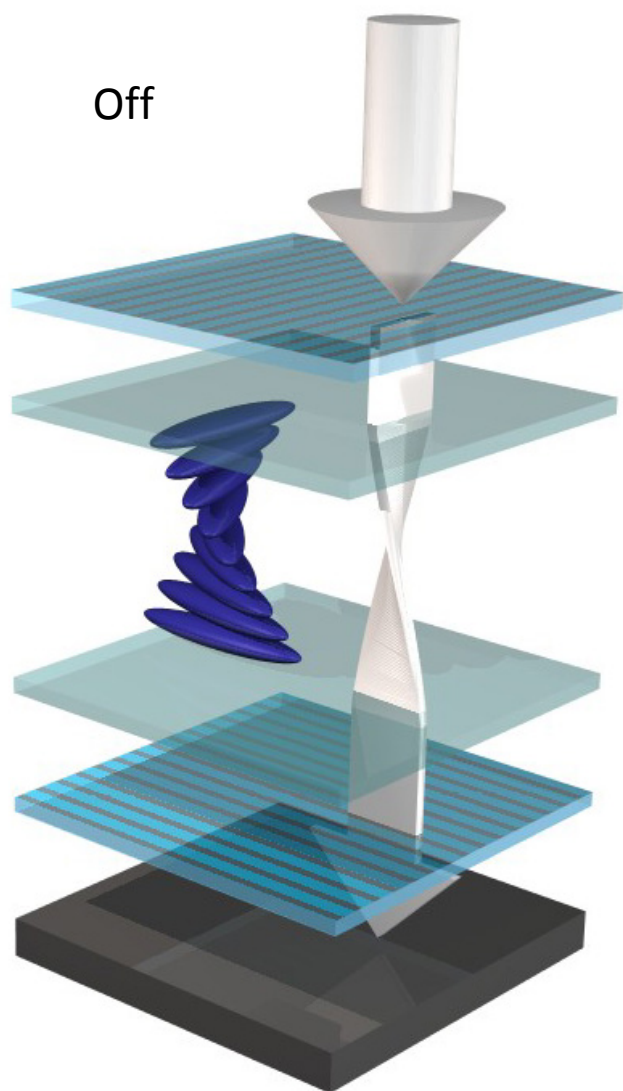




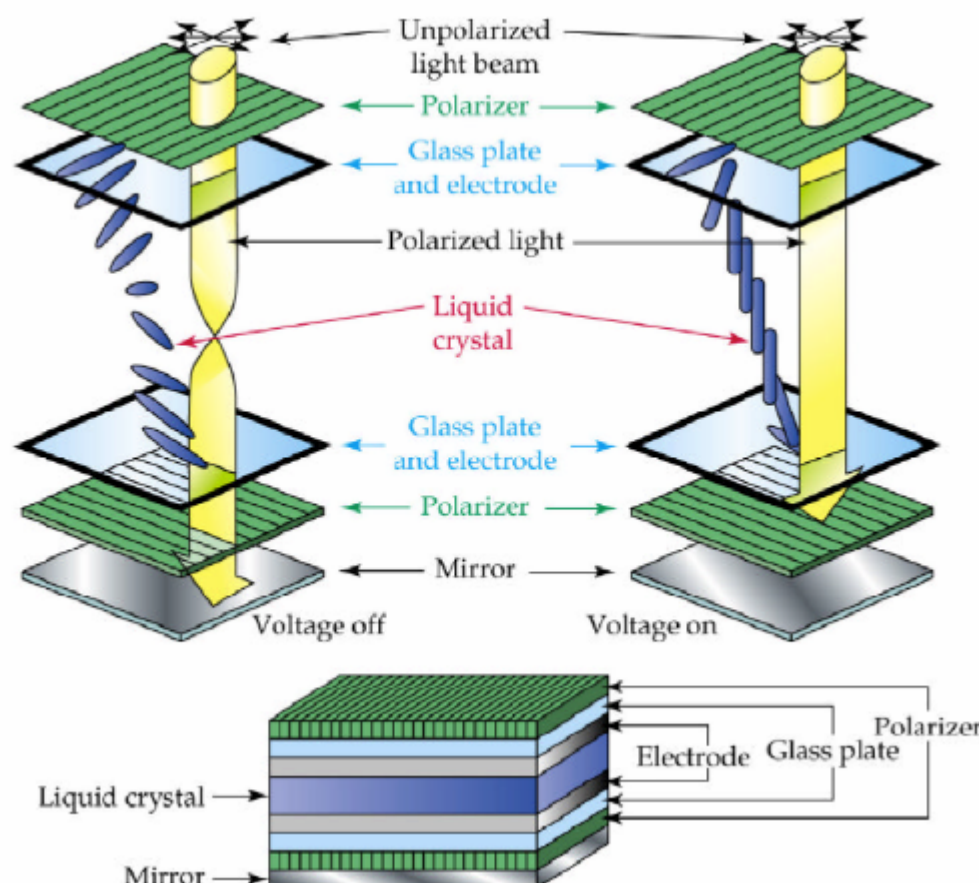
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



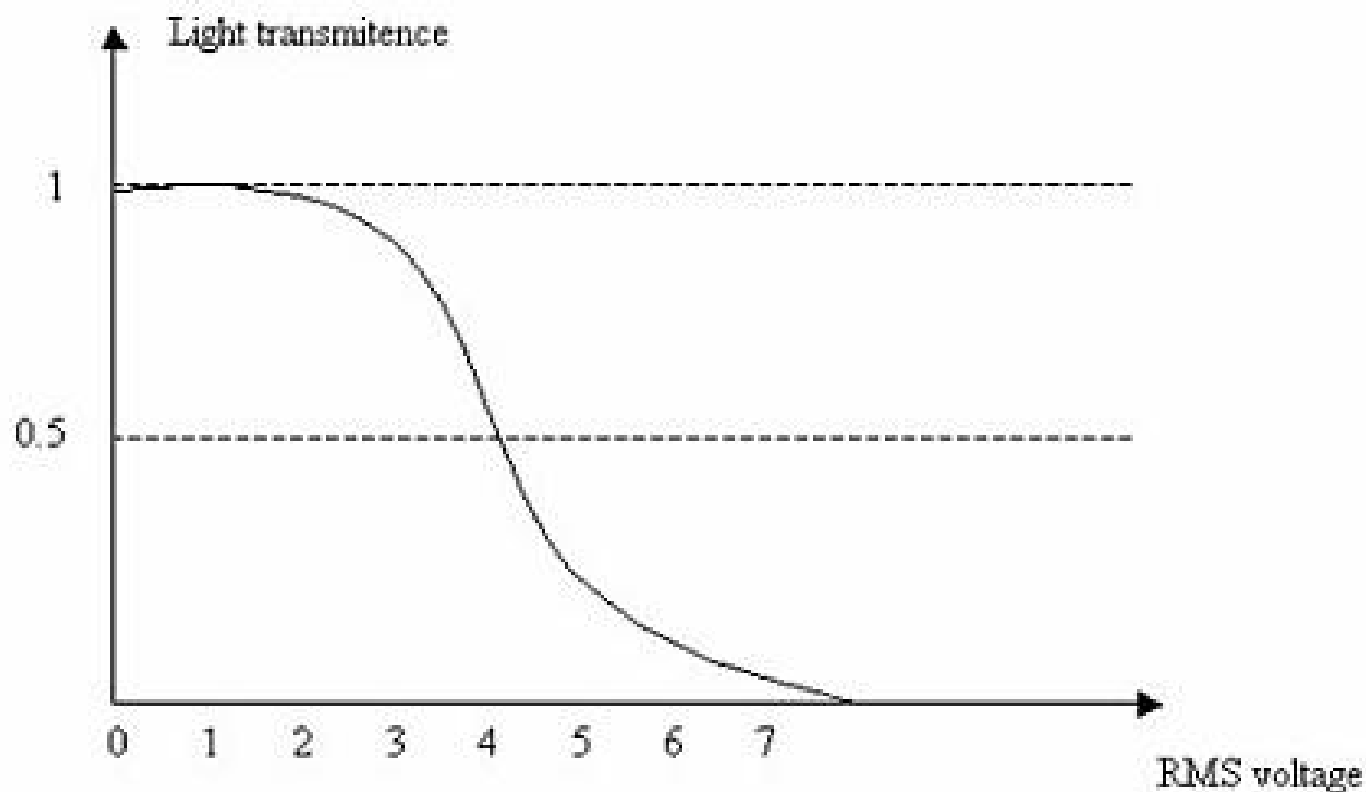
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



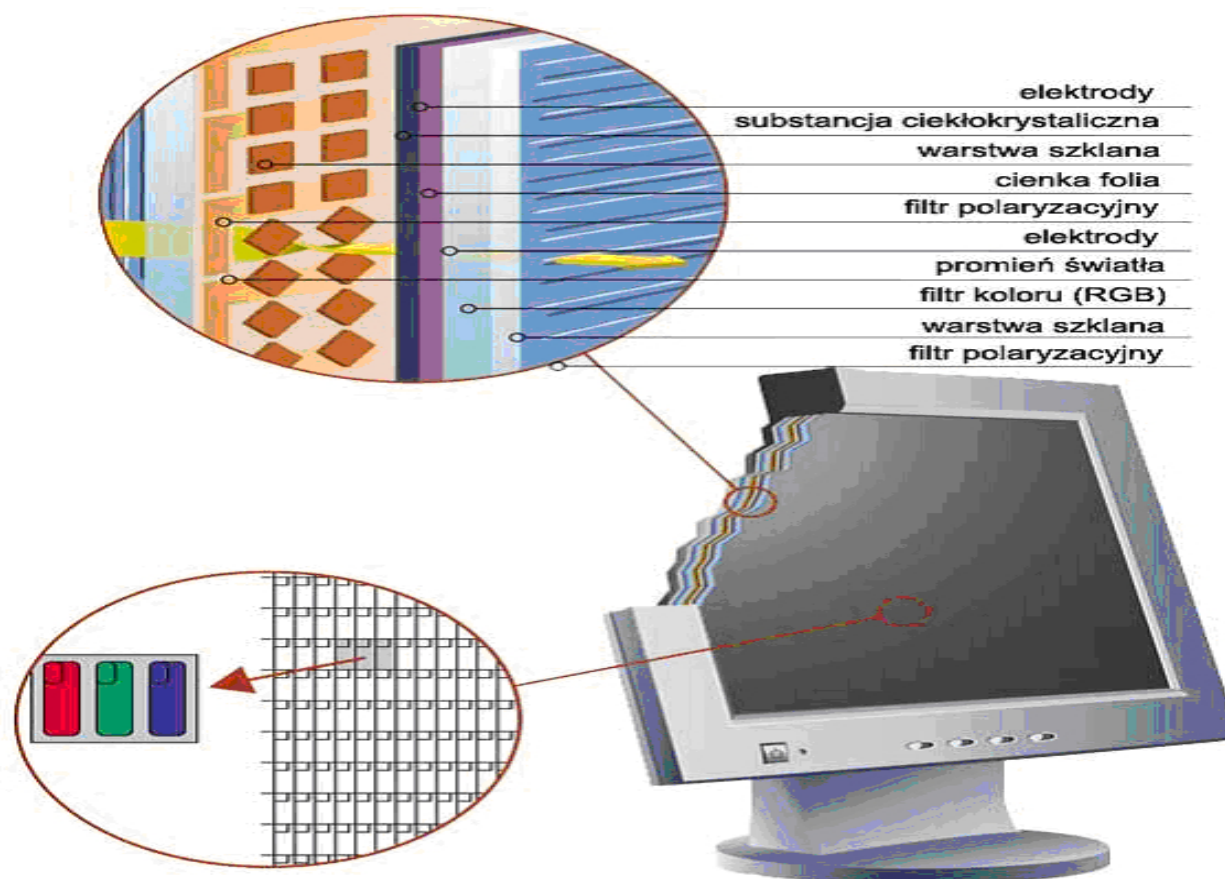
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



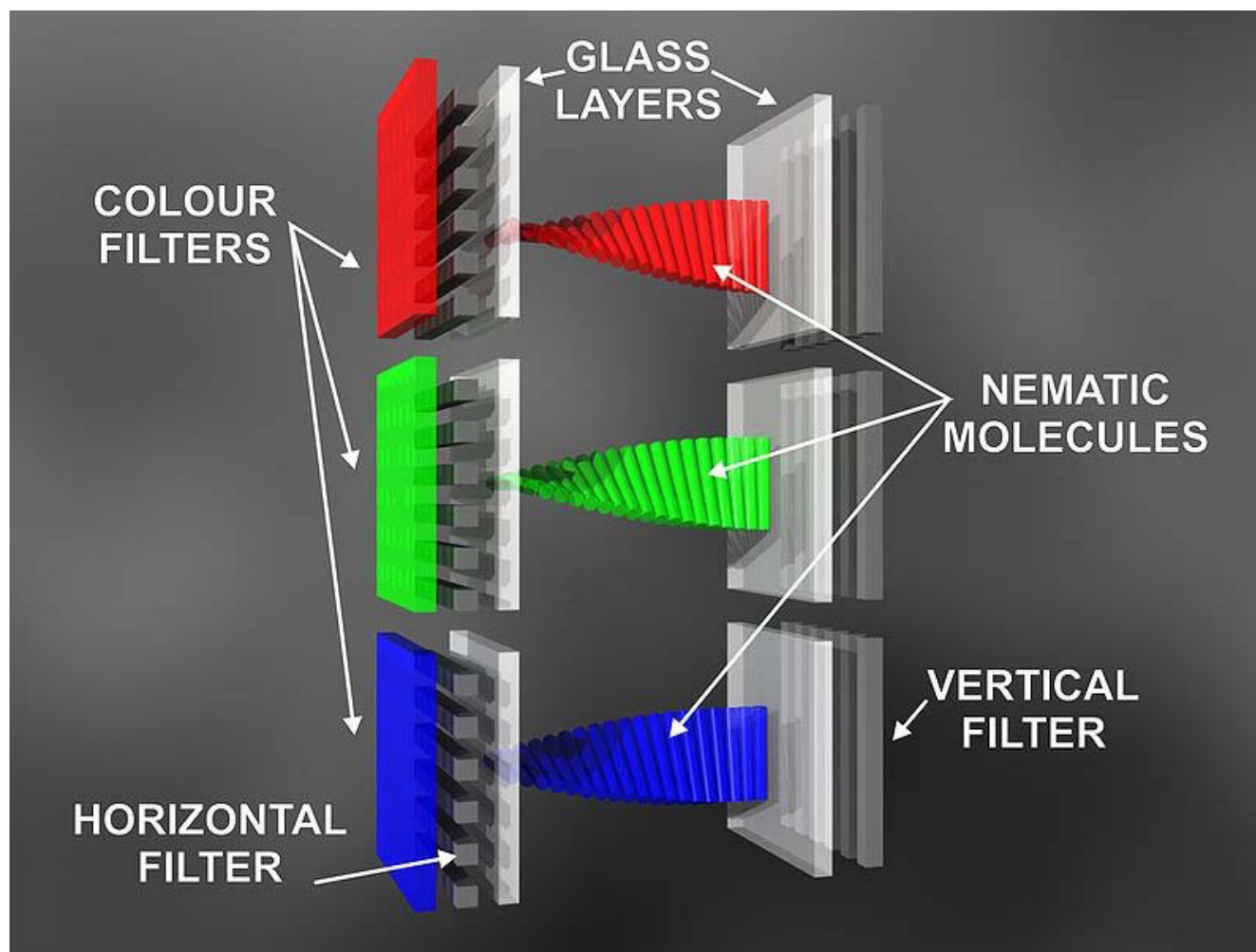
Wyświetlacze ciekłokrystaliczne



Wyświetlacze ciekłokrystaliczne

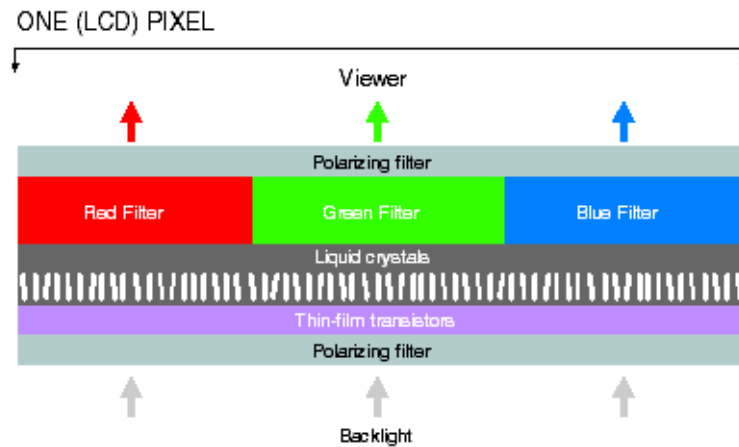


Wyświetlacze ciekłokrystaliczne

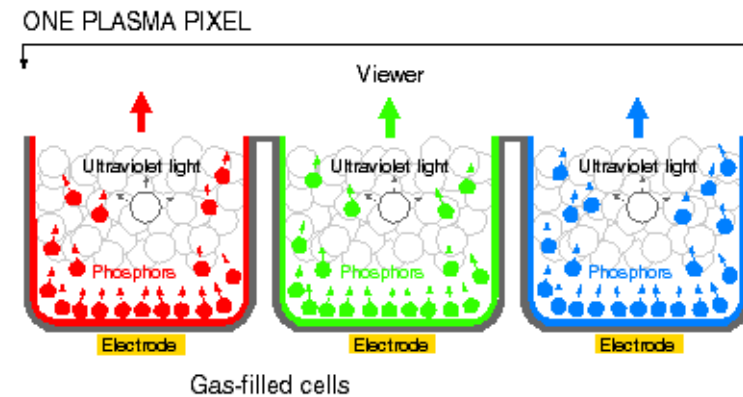


Pixele plazmowe i LCD

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

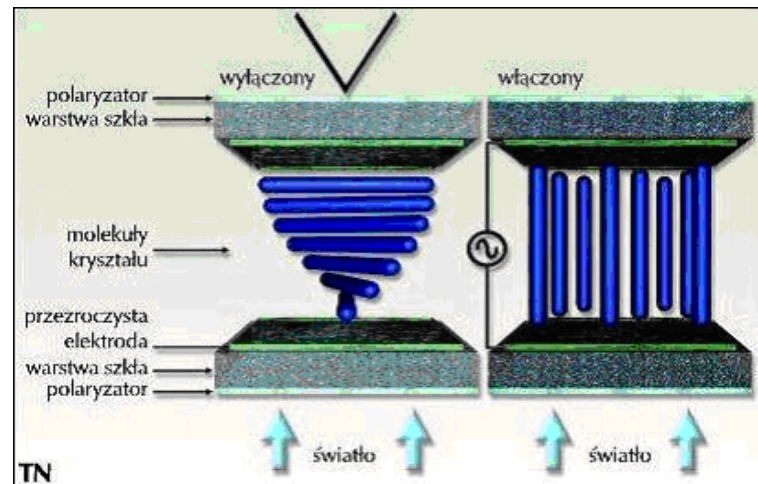


From Computer Desktop Encyclopedia
© 2004 The Computer Language Co. Inc.

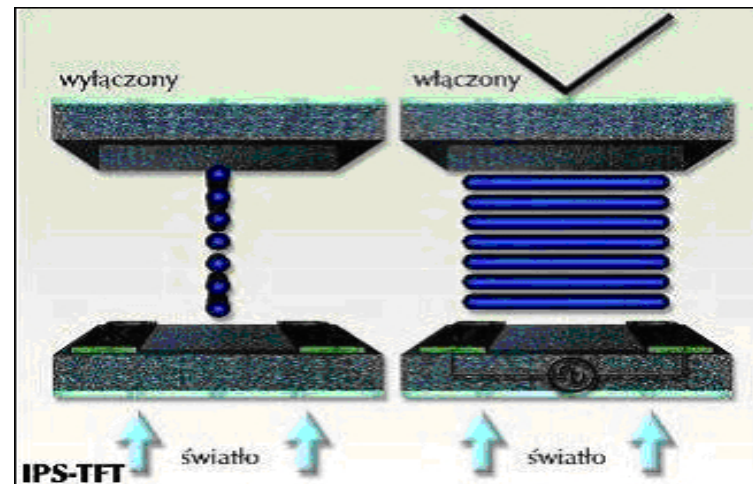


Wyświetlacze ciekłokrystaliczne

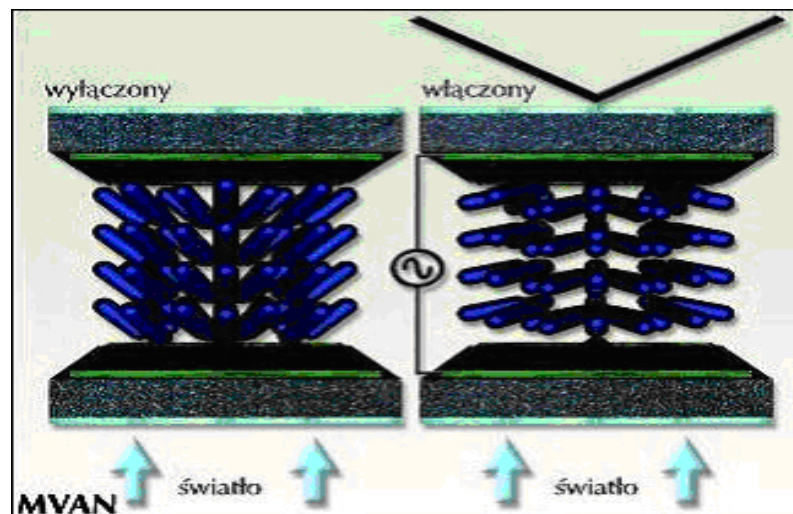
Twisted nametic



In Plane Sweatching



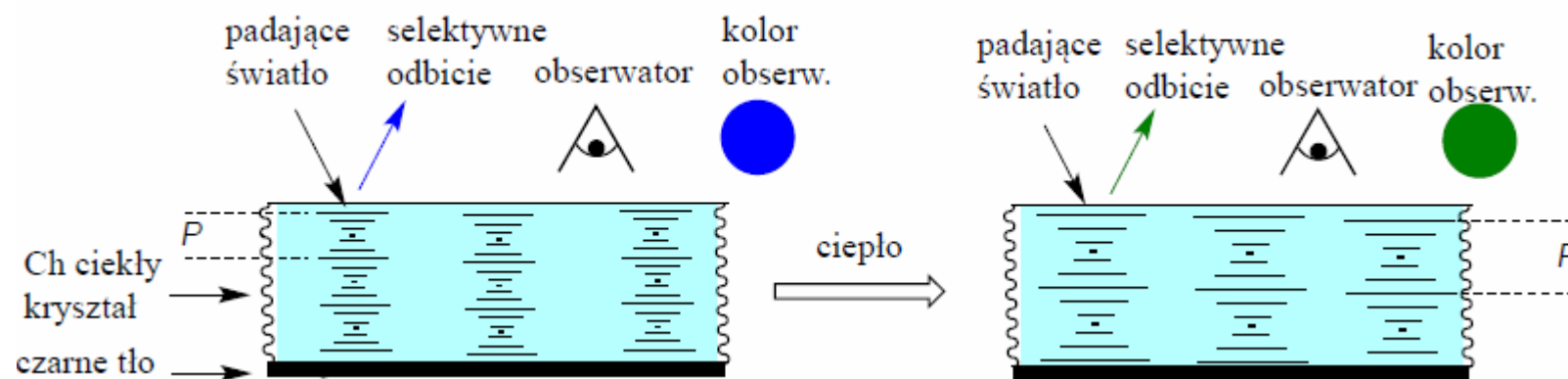
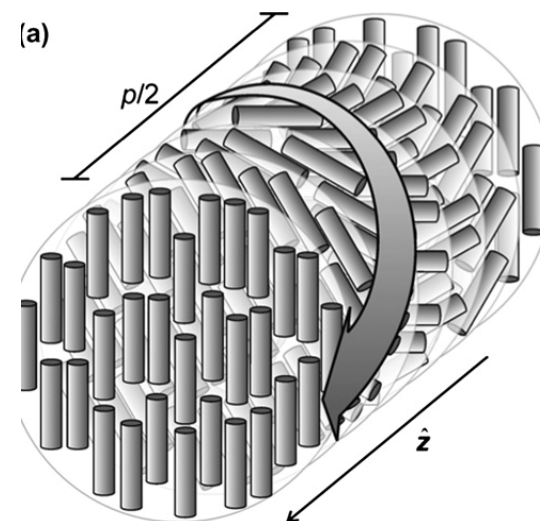
Vertically Aligned Nametic



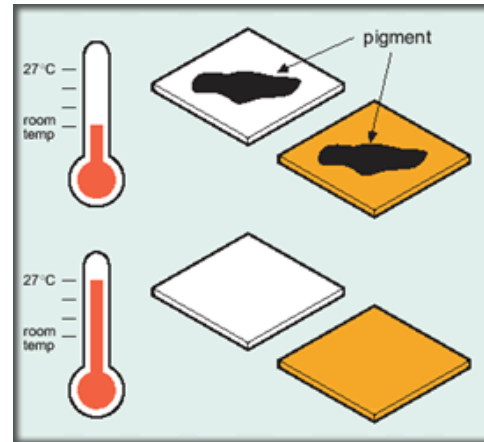
Inne zastosowania

- pamięci komputerowe
- optoelektronika
- Termografia
 - medycyna
 - Ciepłownictwo
 - Termometry bezręczowe
 - Indykatory temperatury
 - Dodatki do farb i emulsji
- żaluzje ciekłokrystaliczne
- Wykrywanie skażeń powietrza

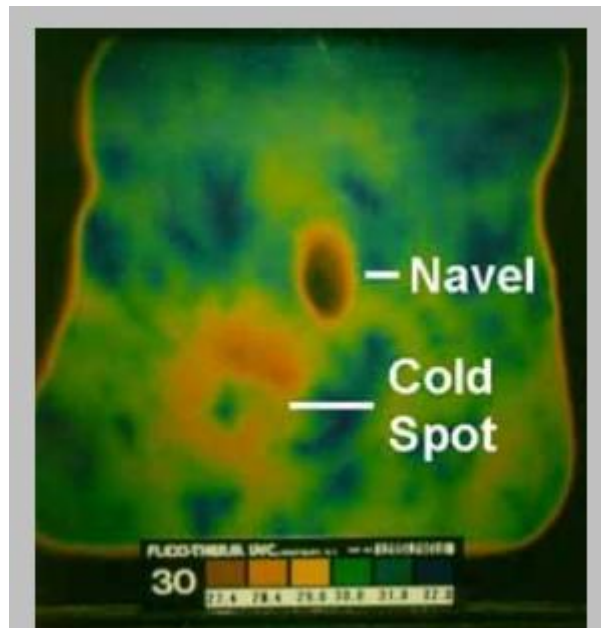
Selektywne odbicie i czujniki temperatury



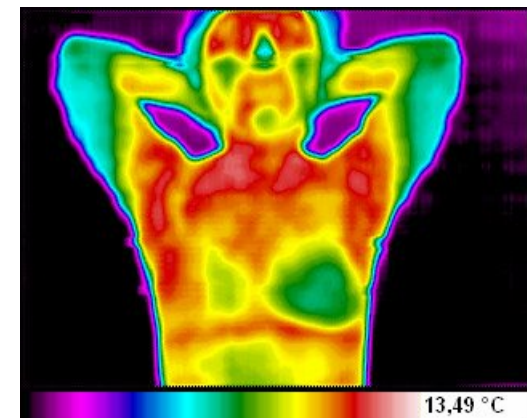
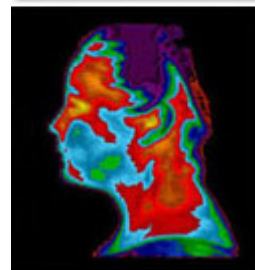
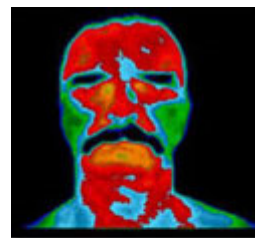
Termografia



Termografia



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



Termografia

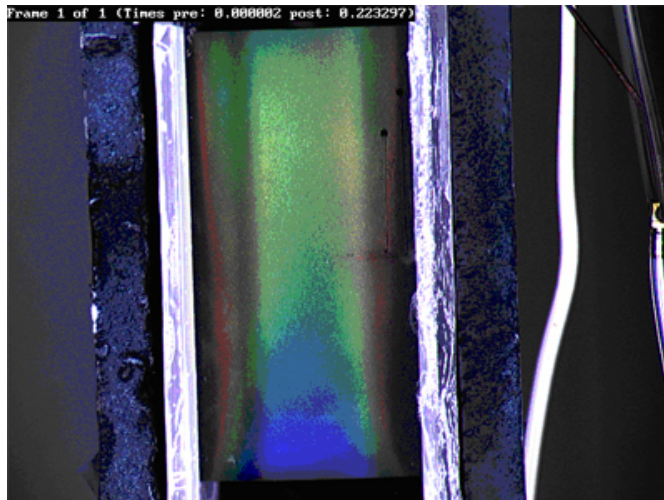
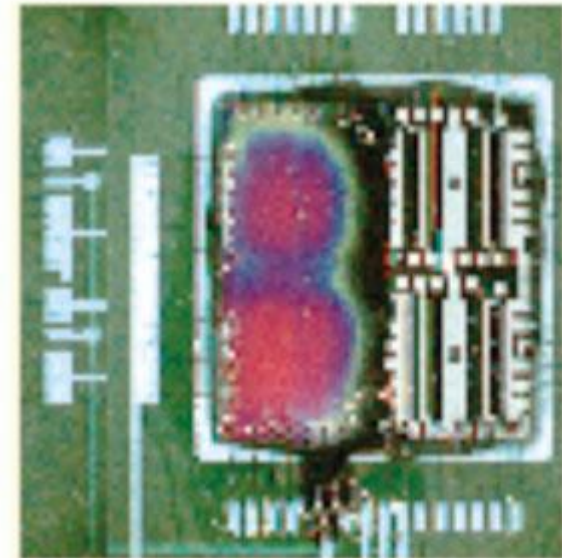
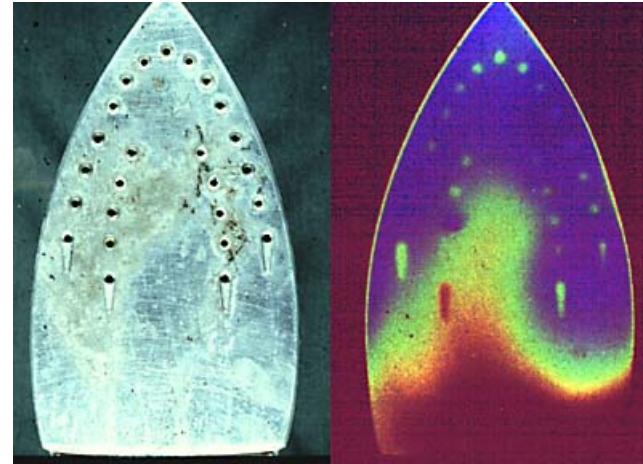
Ręka palacza



blue (warm) fingers for normal blood flow



green (cooler) fingers from nicotine in cigarettes that restricts flow to extremities



Inne

- SCREEN GLASS®

