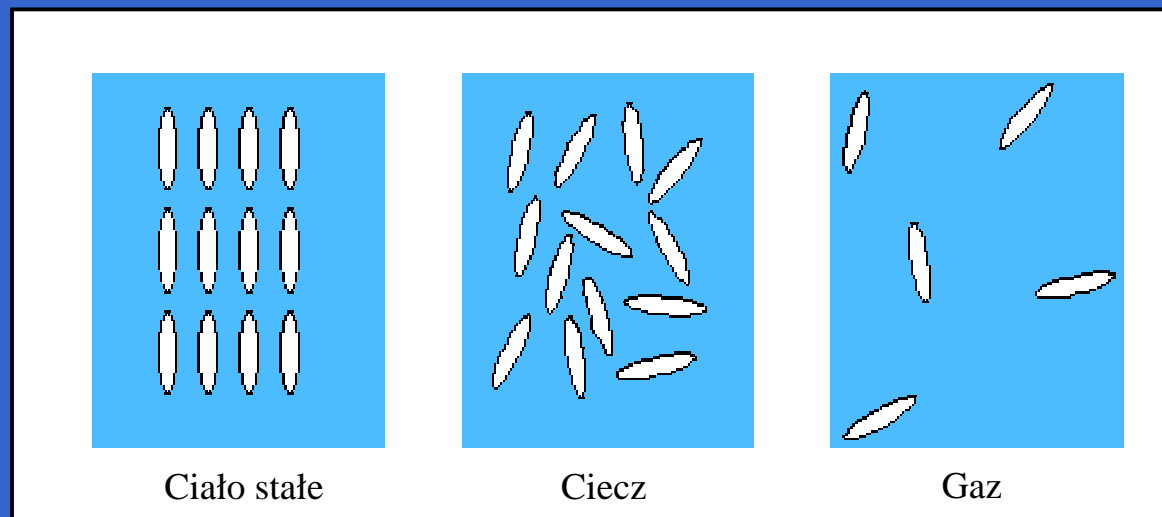




Jak działa wyświetlacz  
ciekłokrystaliczny?



# Trzy stany skupienia materii



**TO NIE WSZYSTKO!!!**

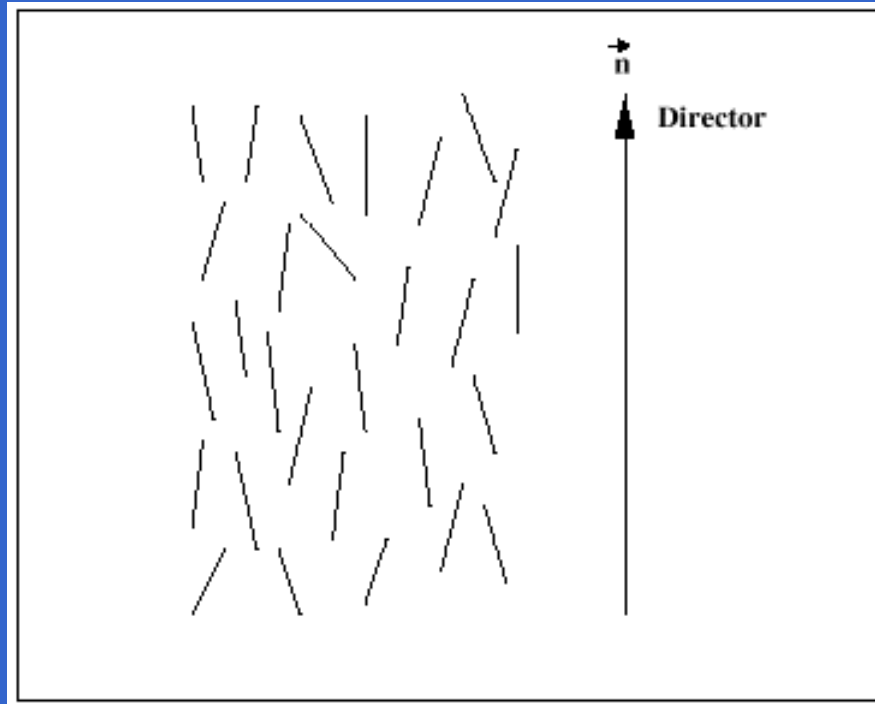
# Faza ciekłokrystaliczna

- 1888 – Friedrich Reinitzer prowadził badania nad benzoesanem cholesterolu
  - 145°C – ulega stopieniu przechodząc w mętną ciecz
  - 179°C – przechodzi w przezroczystą ciecz
- 1889 – Otto Lehmann opublikował wyniki swoich badań – niektóre własności wskazywały na ciecz, a inne na ciało stałe; wymyślił nazwę „ciekły kryształ”
- Lata 60-te XX wieku – odkrycie własności optyczno-elektrycznych, zastosowanie praktyczne ciekłych kryształów

# Faza ciekłokrystaliczna

- Faza pośrednia między ciałem stałym a cieczą
- Brak lub ograniczone uporządkowanie cząsteczek w przestrzeni, swoboda ruchu
- Uporządkowanie orientacyjne
- Cząstki substancji posiadających fazę ciekłokrystaliczną są anizotropowe (np. podłużne lub w kształcie dysku)

# Faza ciekłokrystaliczna



Uporządkowanie orientacyjne,  
brak uporządkowania  
przestrzennego

Ciekłe kryształy

Termotropowe

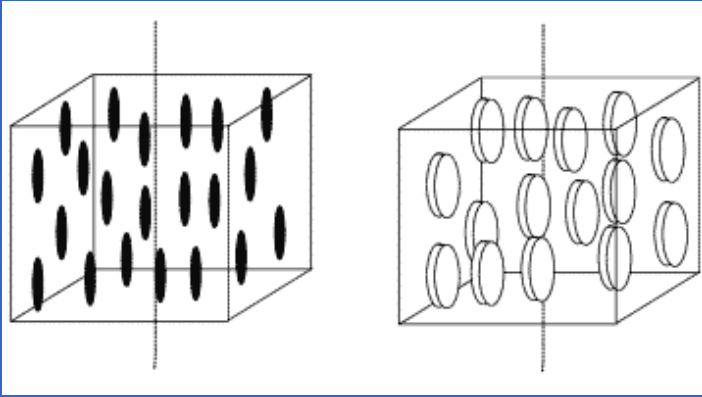
Liotropowe

Ciekłe kryształy

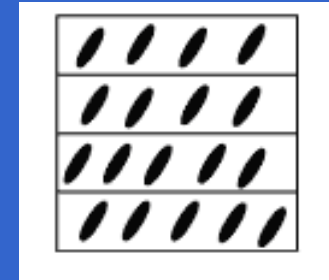
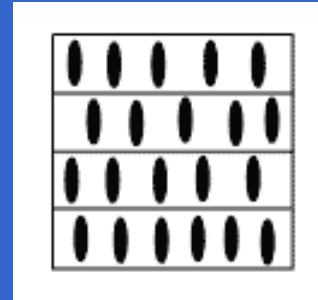
Nematyki

Smektyki

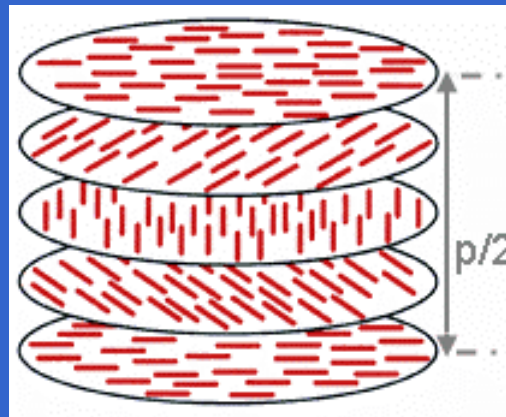
Cholesteryki



Nematyki

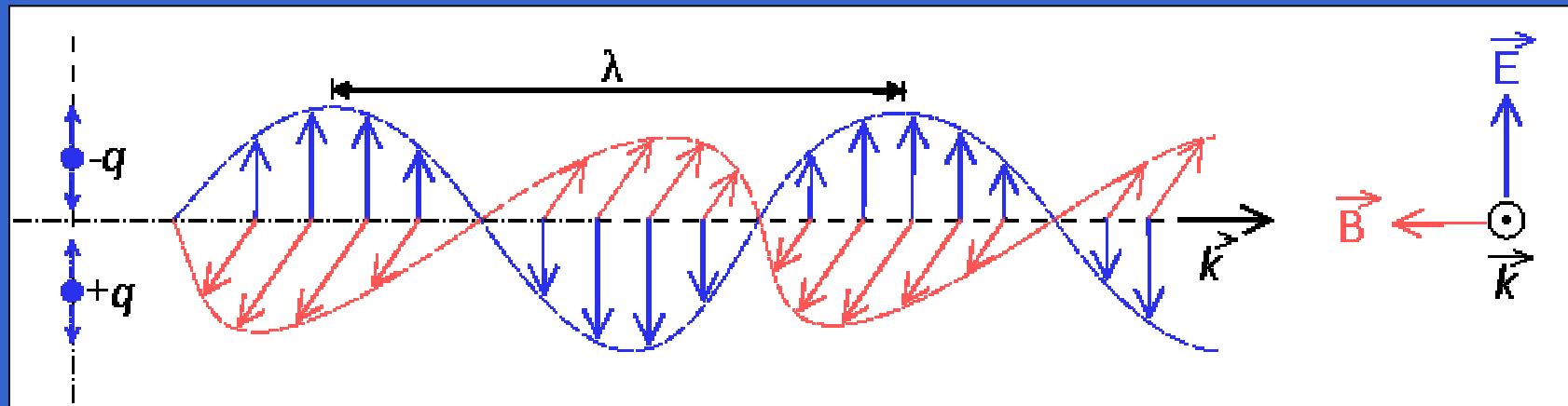


Smektyki



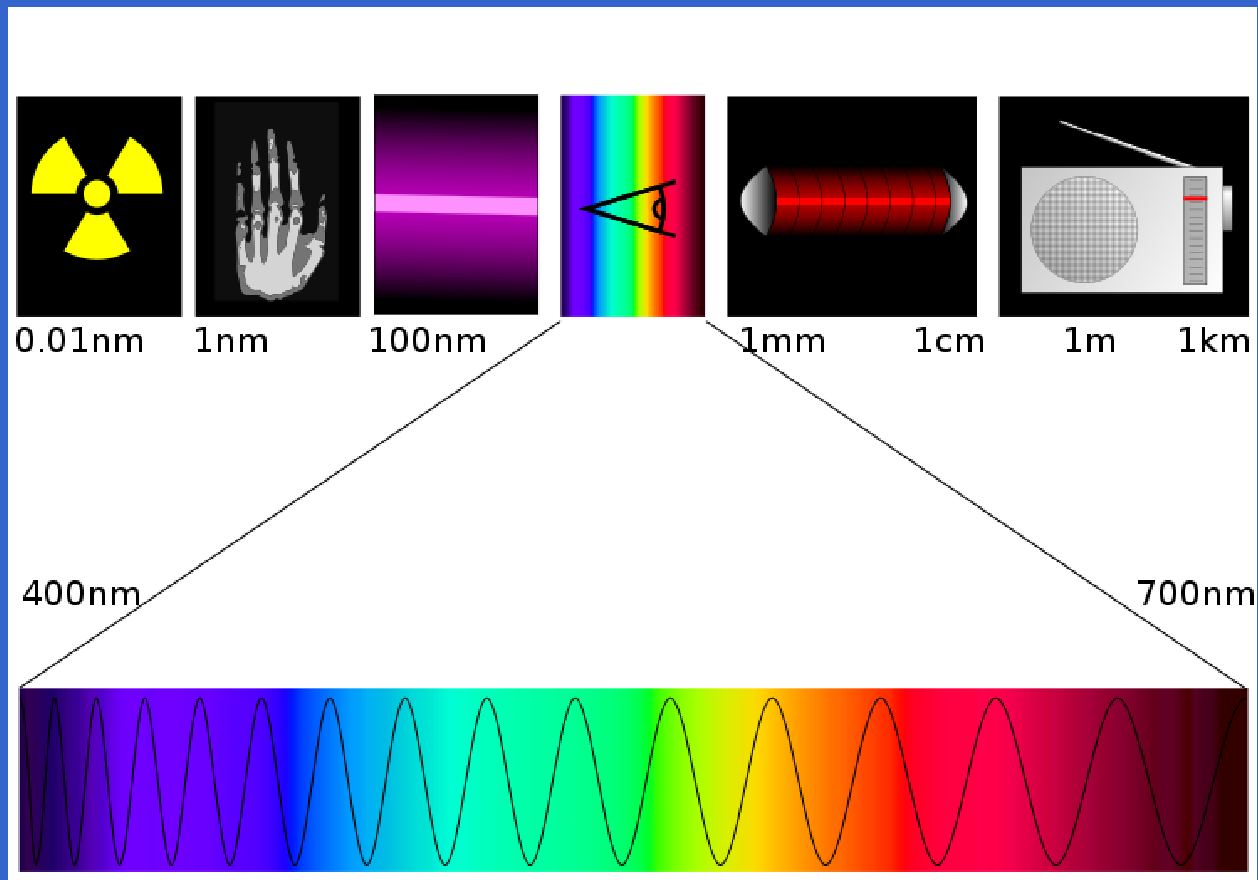
Cholesteryki

# Falowa natura światła



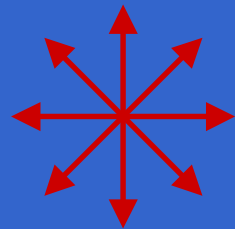
Fala elektromagnetyczna – rozchodzące się w przestrzeni  
zaburzenie pola elektromagnetycznego

# Falowa natura światła



# Polaryzacja światła

Kierunek drgań pola elektrycznego (lub magnetycznego)

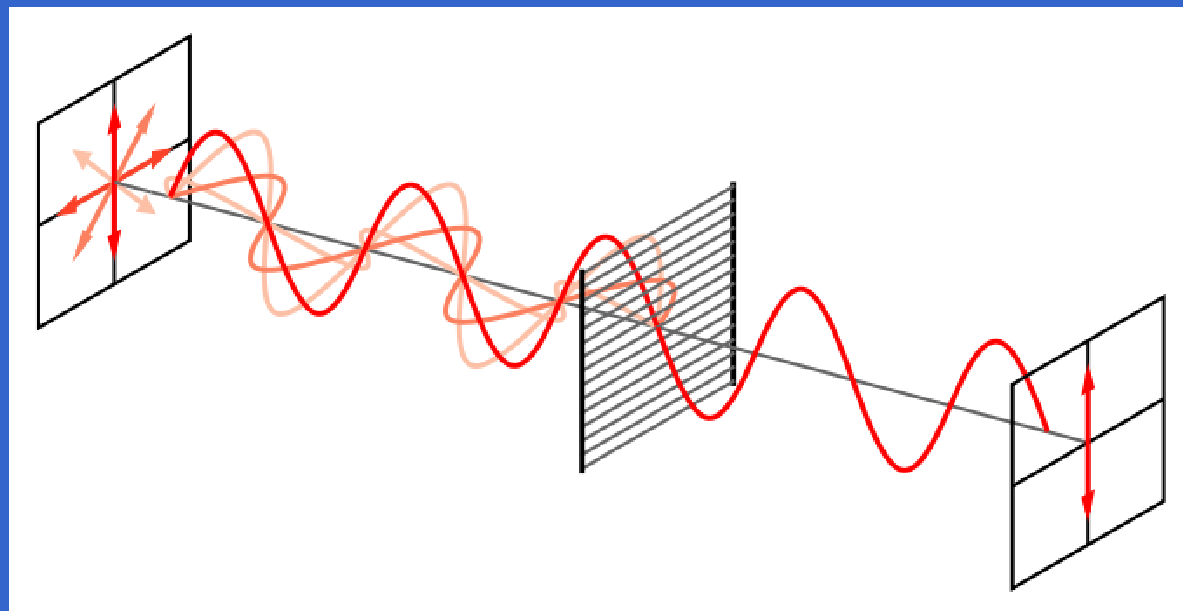


Światło  
niespolaryzowane

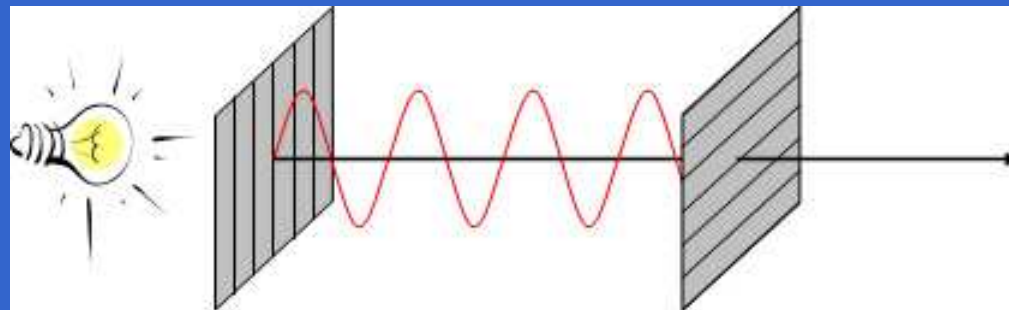
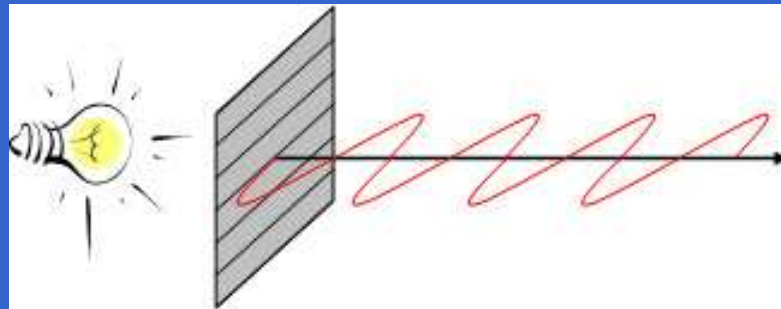
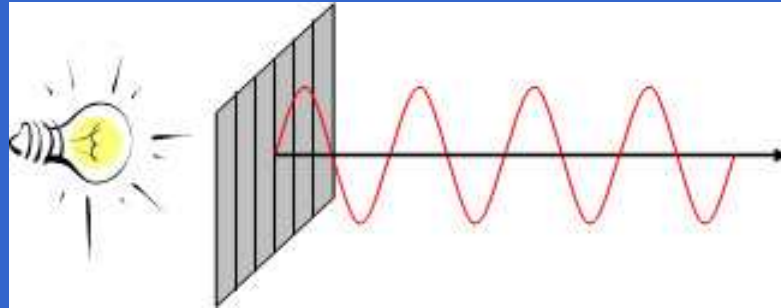


Światło  
spolaryzowane

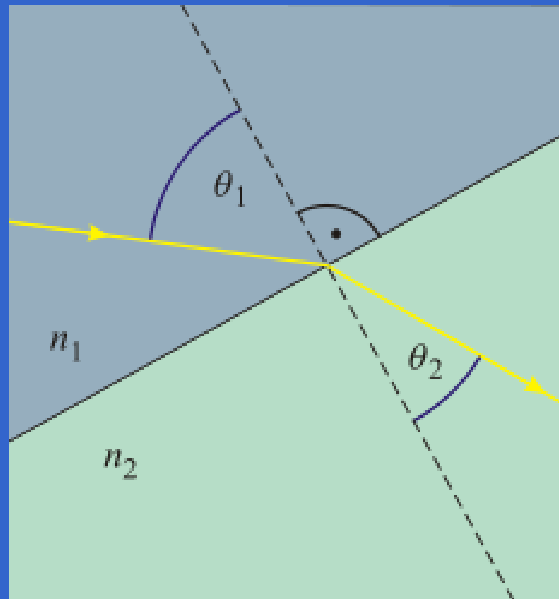
# Polaryzacja światła



# Polaryzacja światła

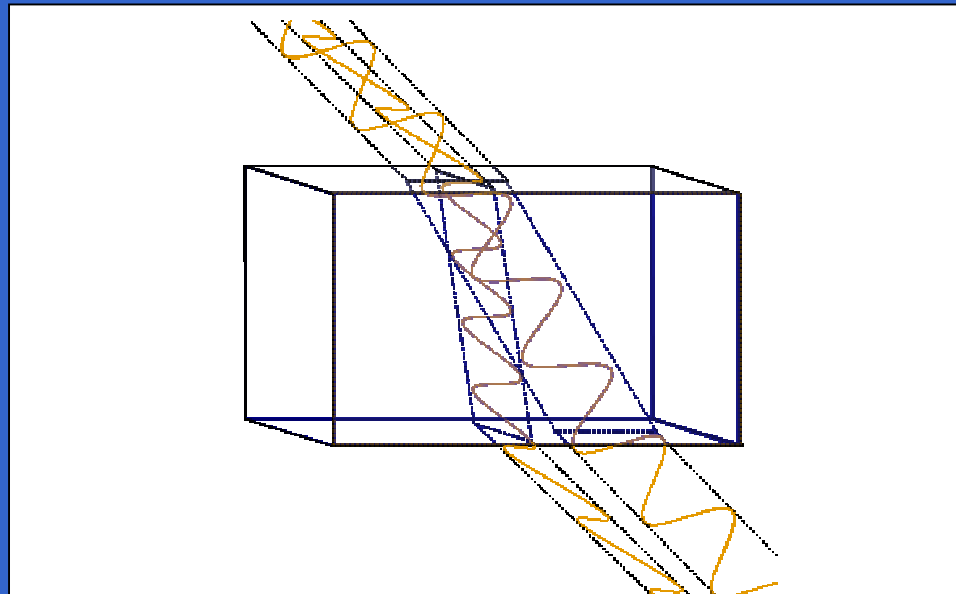


# Załamanie światła

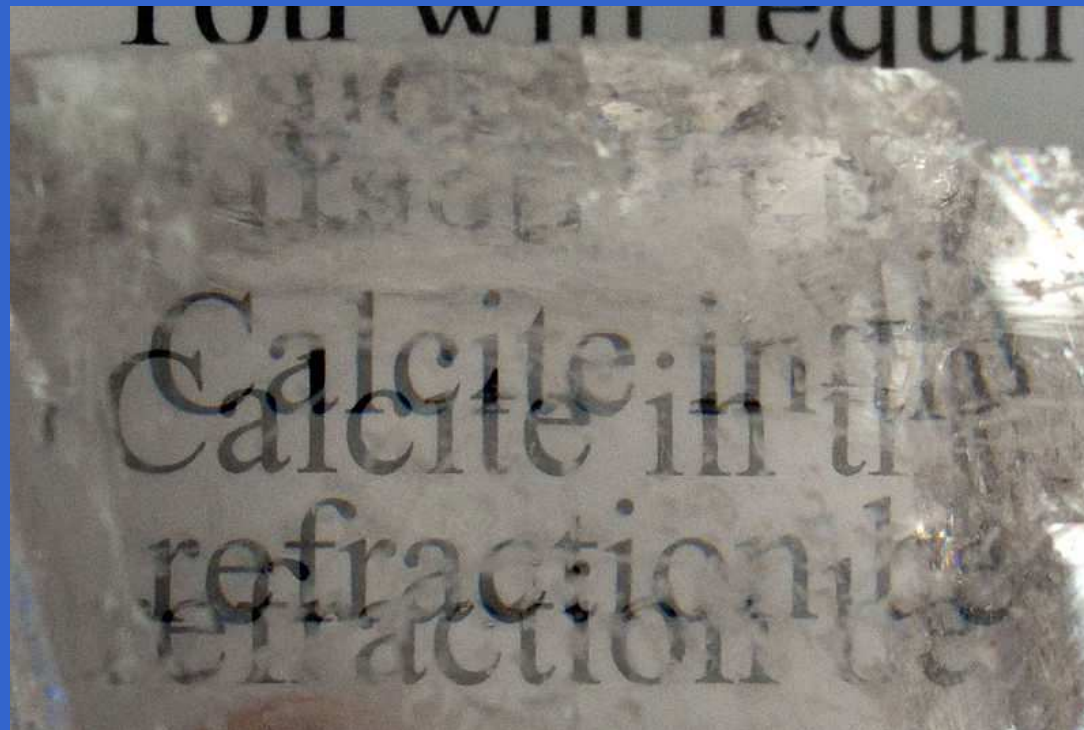


# Dwójłomność

- Występowanie dwóch współczynników załamania światła – zależnie od polaryzacji
- Własność materiałów anizotropowych

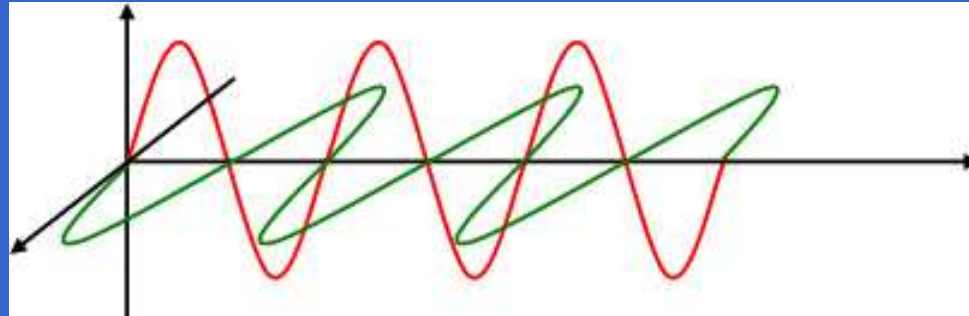


# Dwójłomność

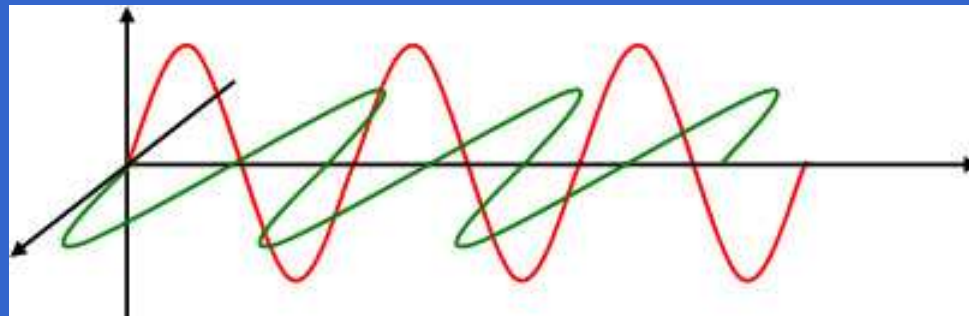


Papier obserwowany przez kryształ kalcytu

# Dwójłomność



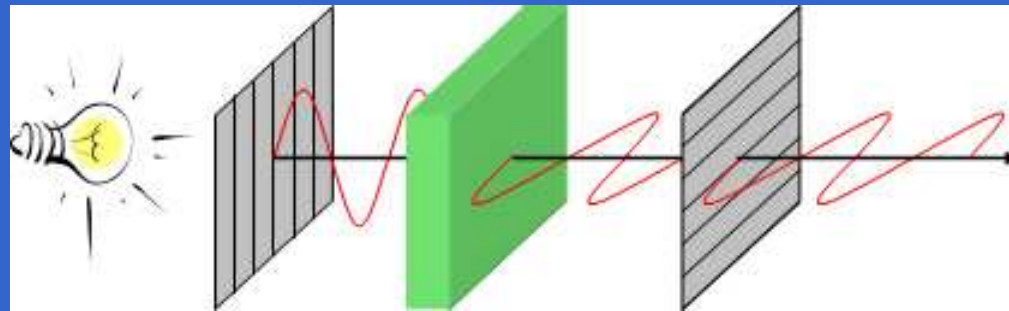
Materiał izotropowy optycznie

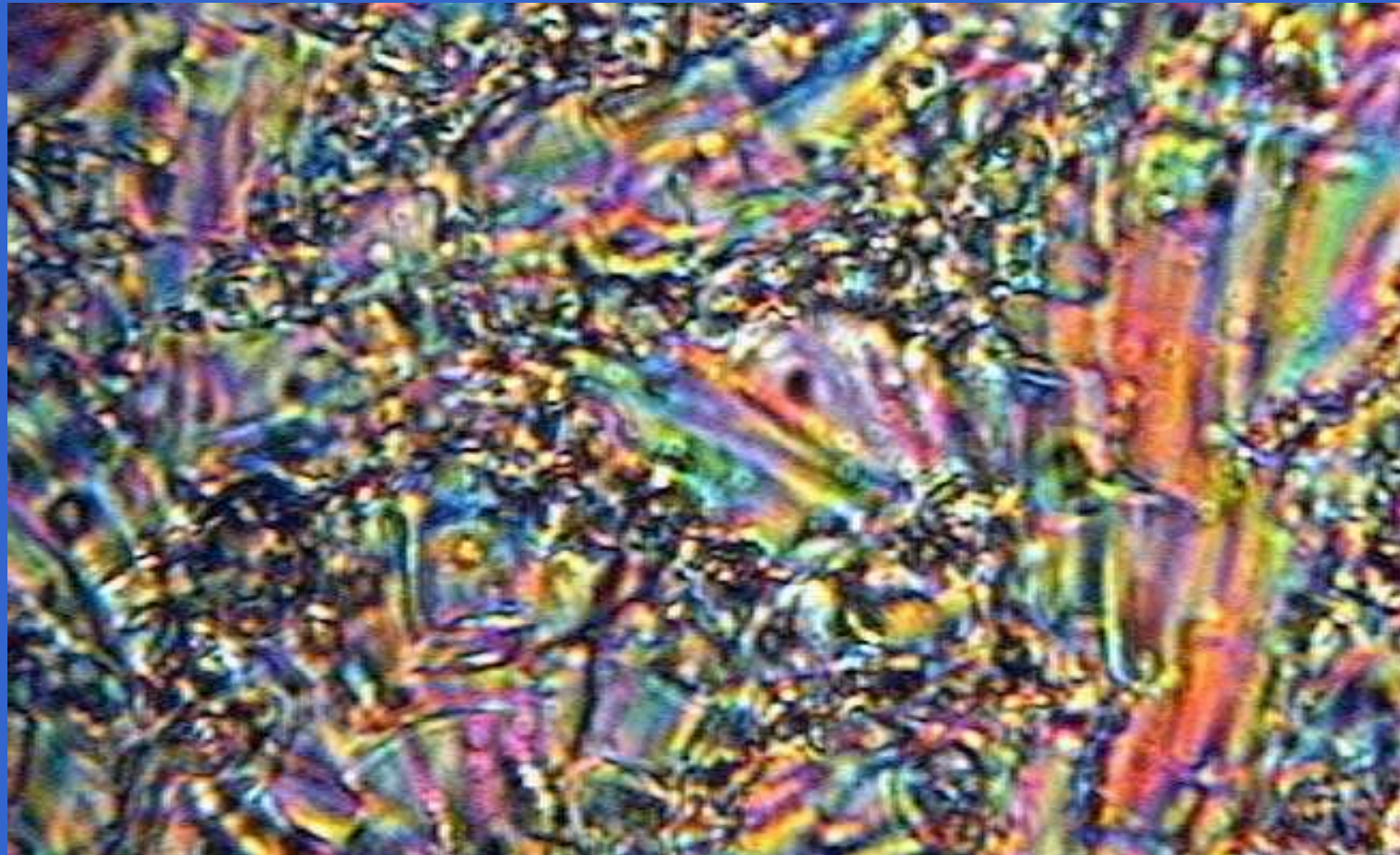


Materiał dwójłomny

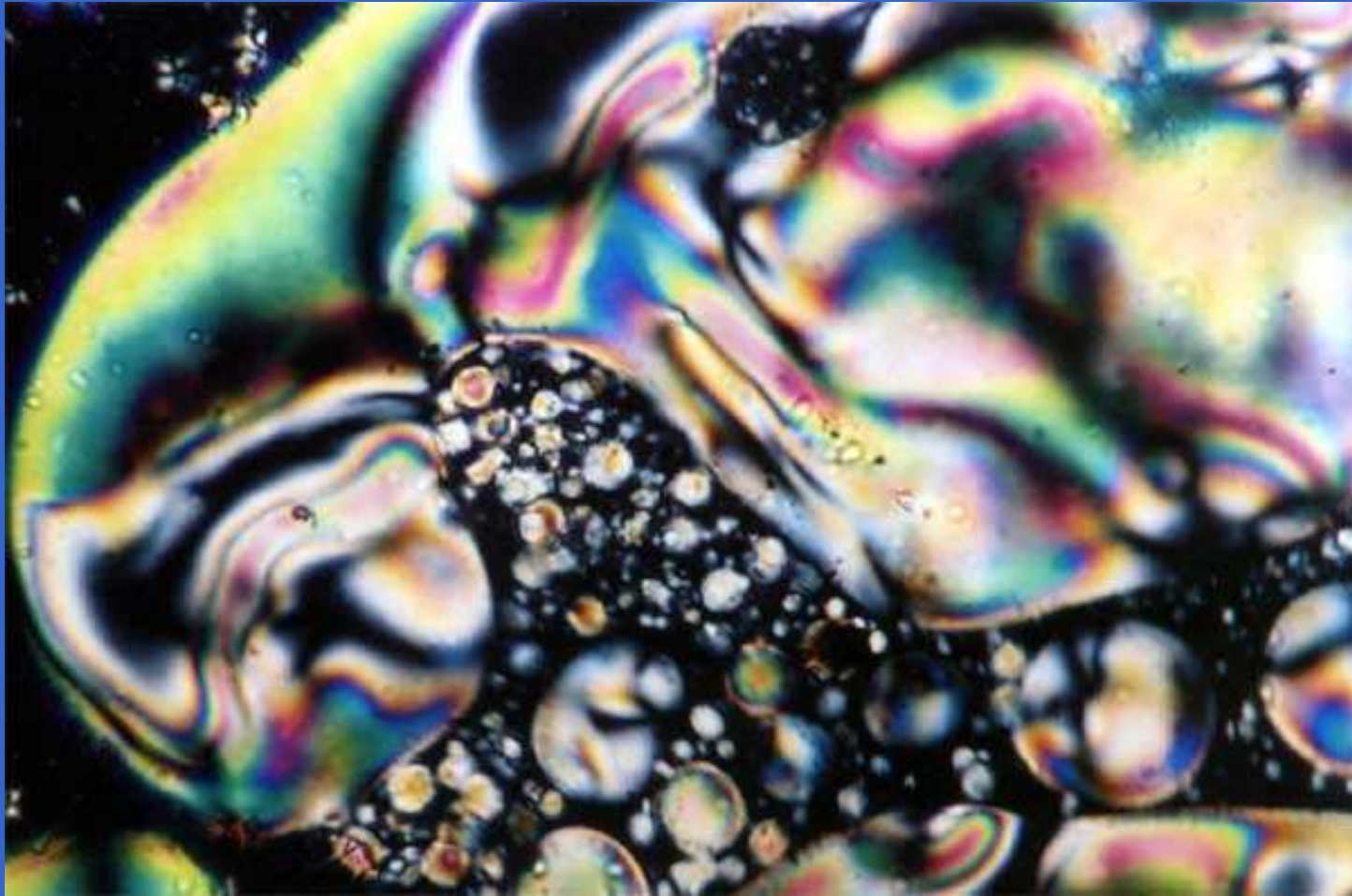
Światło przechodząc przez materiał dwójłomny  
zmienia polaryzację.

# Aktywność optyczna









# Wyświetlacze LCD

- Światło można spolaryzować
- Ciekły kryształ może skręcać płaszczyznę polaryzacji
- Pole elektryczne zmienia orientację cząsteczek ciekłego kryształu

# Efekt skręconego nematyka

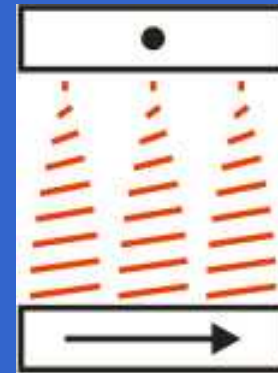
Konfiguracje cząstek w ciekłym kryształach:



Planarna

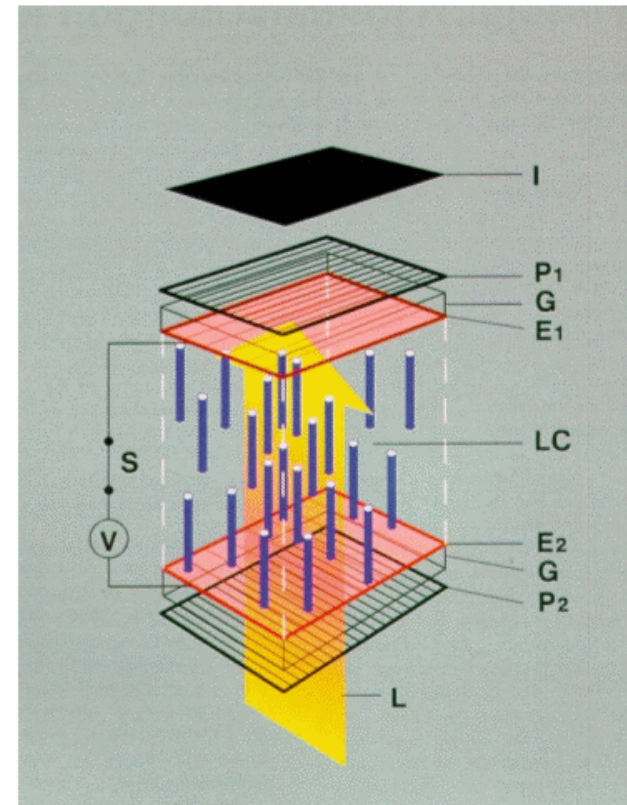
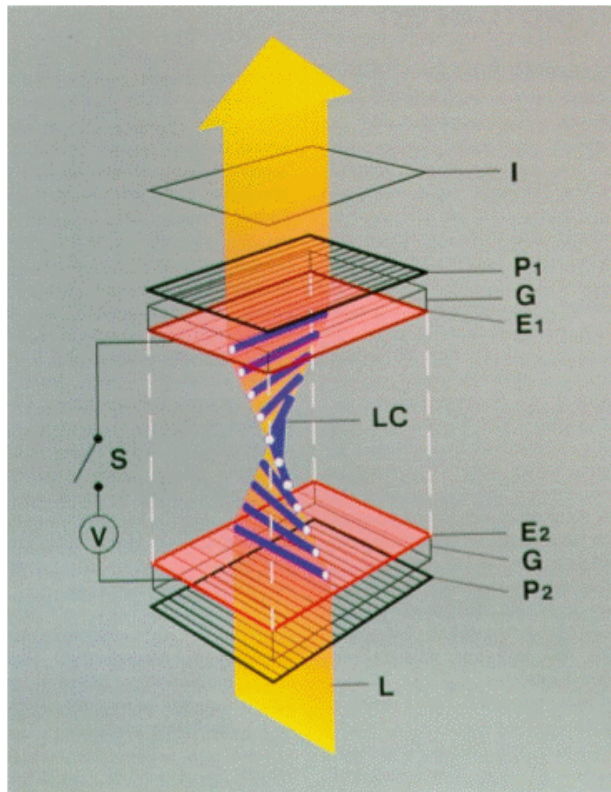


Homeotropowa



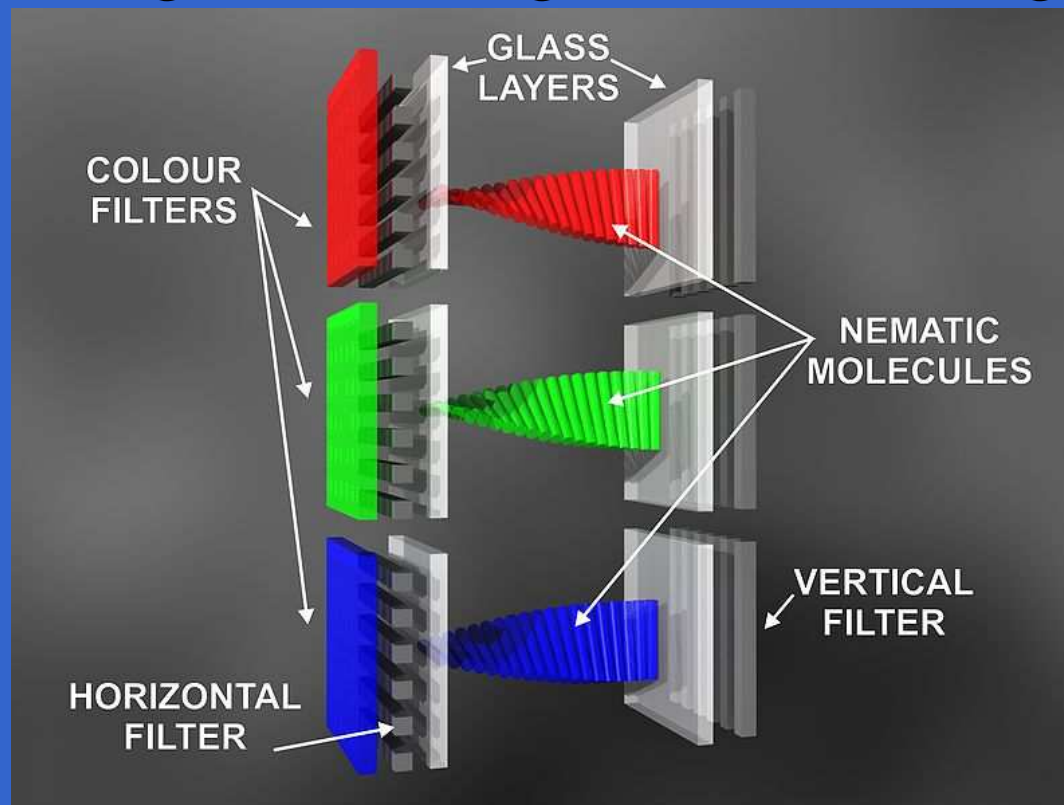
Skręconego  
nematyka

# Efekt skręconego nematyka



# Wyświetlacze kolorowe

- Każdy piksel składa się z trzech podpikseli: czerwonego, zielonego i niebieskiego



# Sposoby adresowania

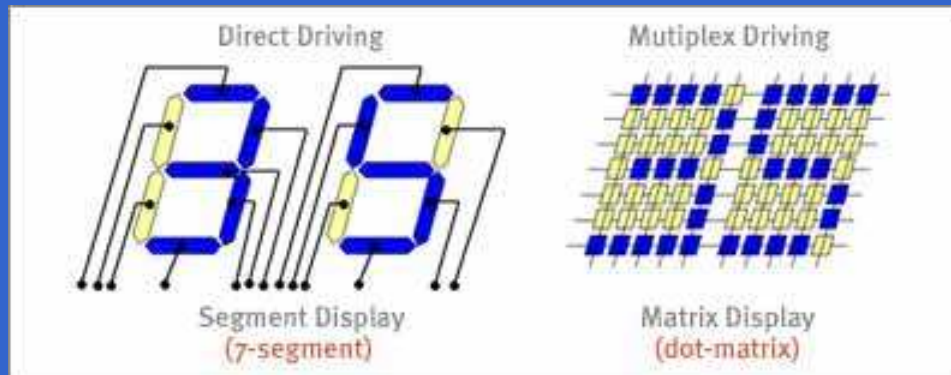
- Bezpośrednie
- Przy pomocy matrycy:
  - pasywnej
  - aktywnej

# Adresowanie bezpośrednie

- Każdy segment w wyświetlaczu ma swój własny obwód
- Stosowane w przypadku małej liczby segmentów
- Przykład: wyświetlacze 7-segmentowe



# Adresowanie za pomocą matrycy



Każdy wiersz i każda kolumna ma swój własny obwód.

# Matryca pasywna

- Piksel jest adresowany poprzez doprowadzenie napięcia do odpowiadającej mu kolumny i wiersza
- W ten sposób skanowany jest cały wyświetlacz
- Wady: długi czas odświeżania, słaby kontrast

# Matryca aktywna

- Wyposażenie każdego piksela w cienkowsarstwowy tranzystor (TFT)
- Tranzystor podtrzymuje napięcie na pikselu podczas skanowania reszty wyświetlacza

# Podsumowanie

- Wyświetlacze LCD wyparły w wielu zastosowaniach wyświetlacze kineskopowe
- Zalety: małe rozmiary, mały ciężar, oszczędność energii, brak migotania
- Wady: niedokładne odwzorowanie kolorów, ograniczony kąt widzenia

# Źródła ilustracji

- <http://www.ugent.be/>
- <http://plc.cwru.edu/>
- <http://www.wikipedia.org/>
- <http://www.chalmers.se/mc2>