



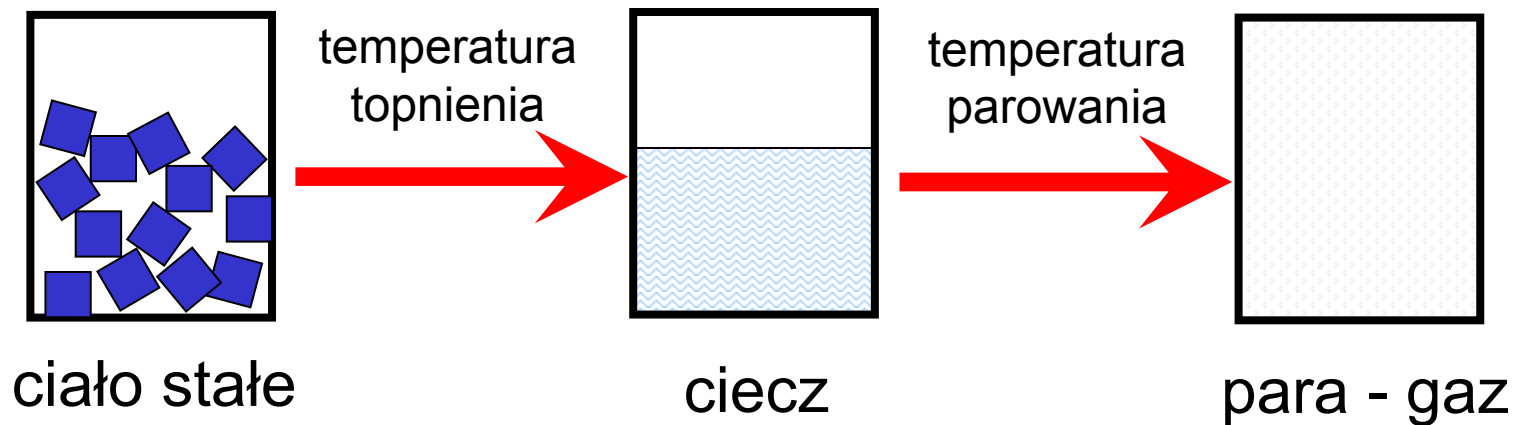
Ciekłe kryształy

Wykład dla liceów 26.04.2006

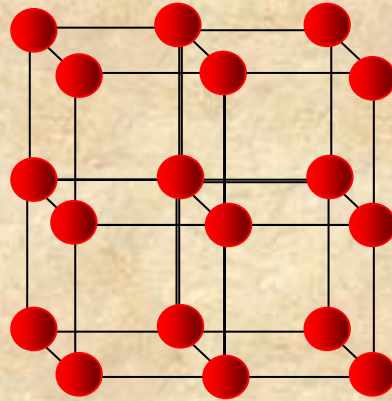
Joanna Janik

Uniwersytet Jagielloński

Zmiany stanu skupienia czyli przejścia fazowe

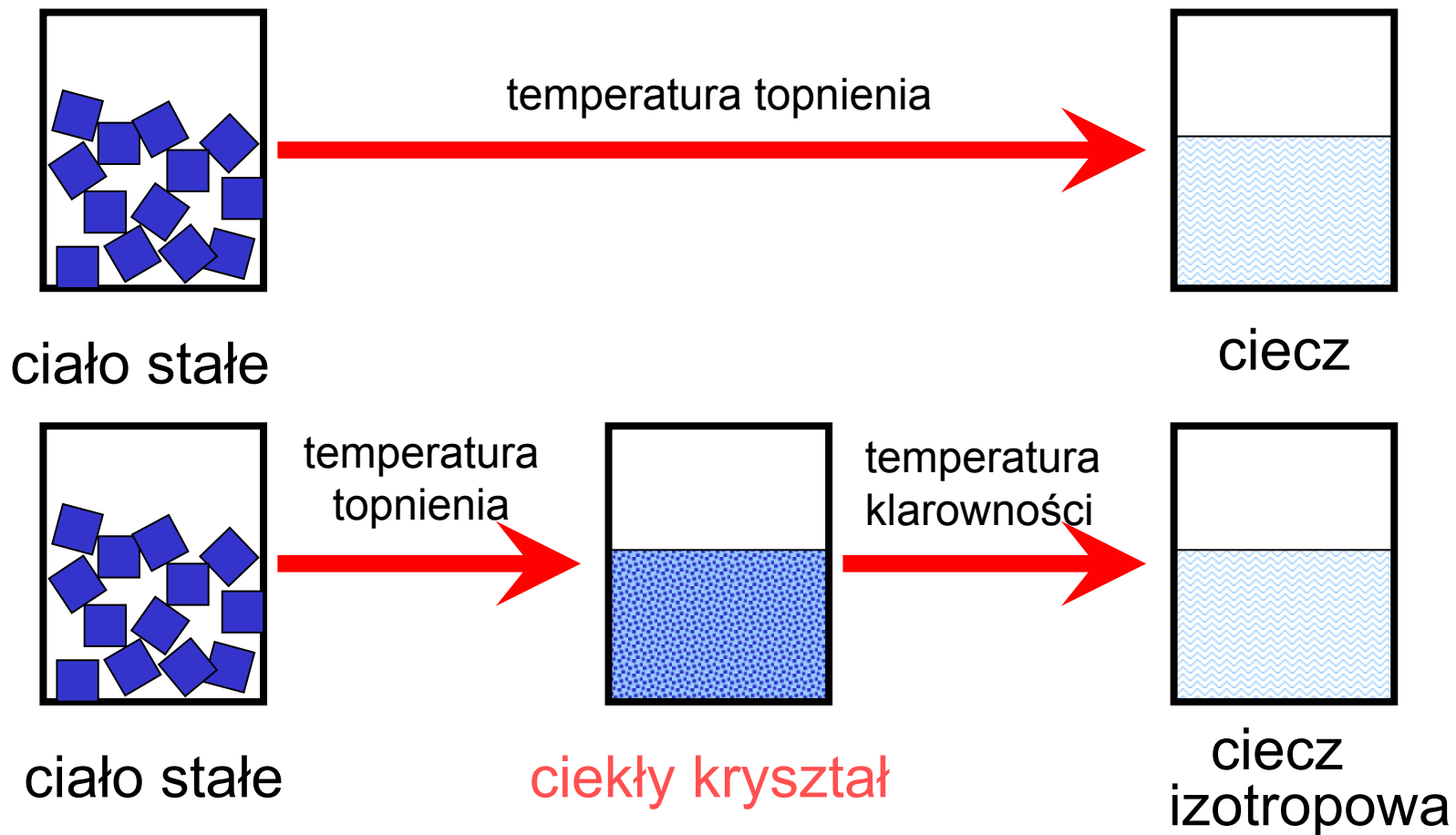


Co się dzieje przy topnieniu?



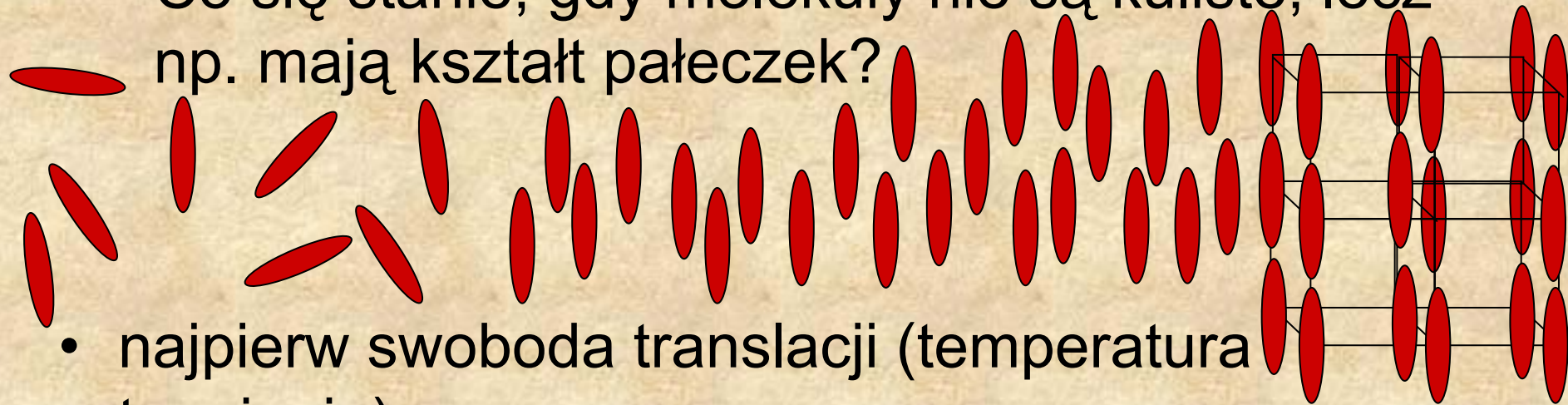
- molekuly mogą się przesuwać względem siebie – swoboda translacji
- molekuly mogą się obracać – swoboda rotacji

Zmiany stanu skupienia czyli przejścia fazowe



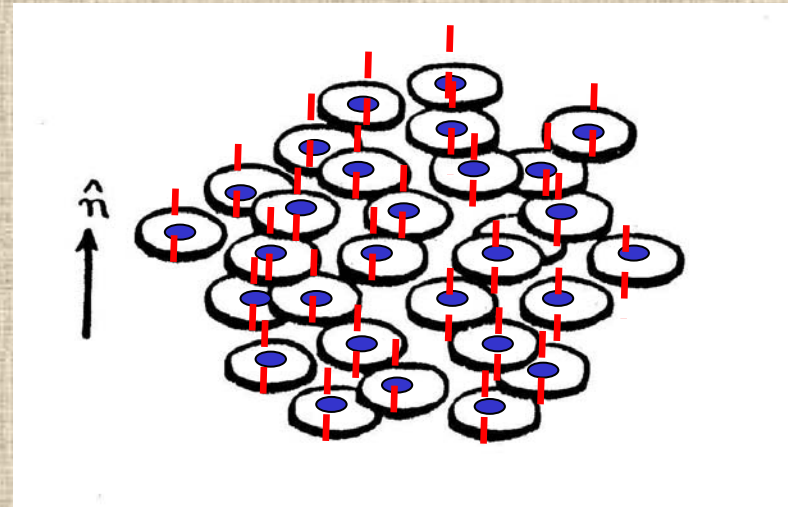
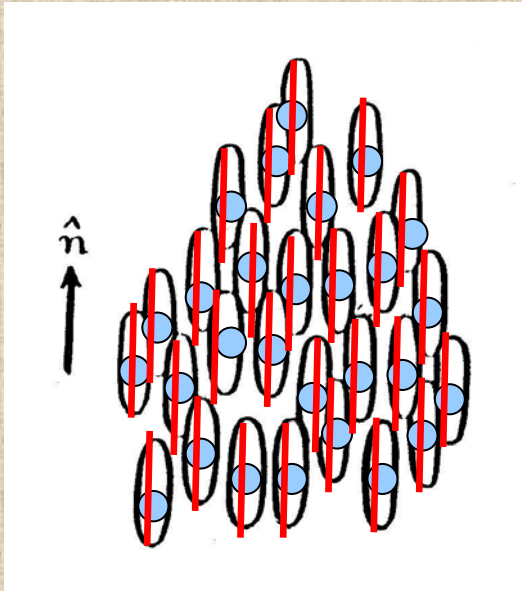
Dlaczego niektóre substancje topią się tak jak lód, a inne nie?

- Przy topnieniu molekuly zyskują swobodę rotacji i translacji.
- Co się stanie, gdy molekuly nie są kuliste, lecz np. mają kształt pałeczek?



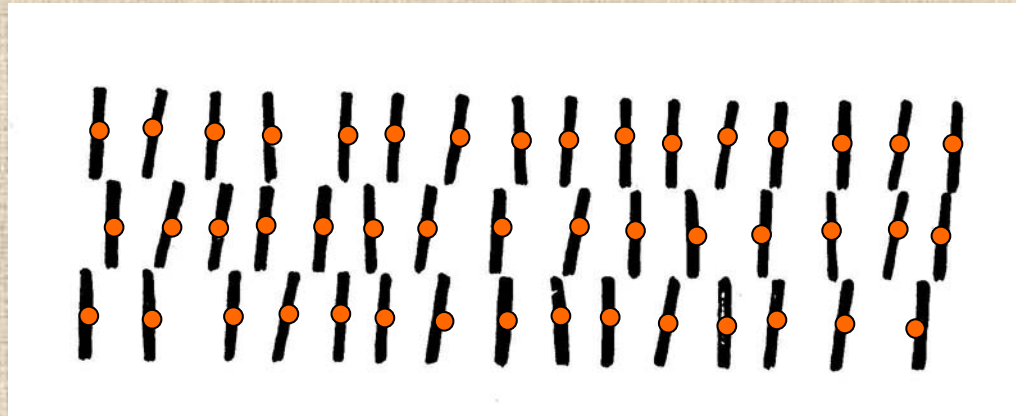
- najpierw swoboda translacji (temperatura topnienia)
- swoboda rotacji dopiero w temperaturze klarowności

Nematyki



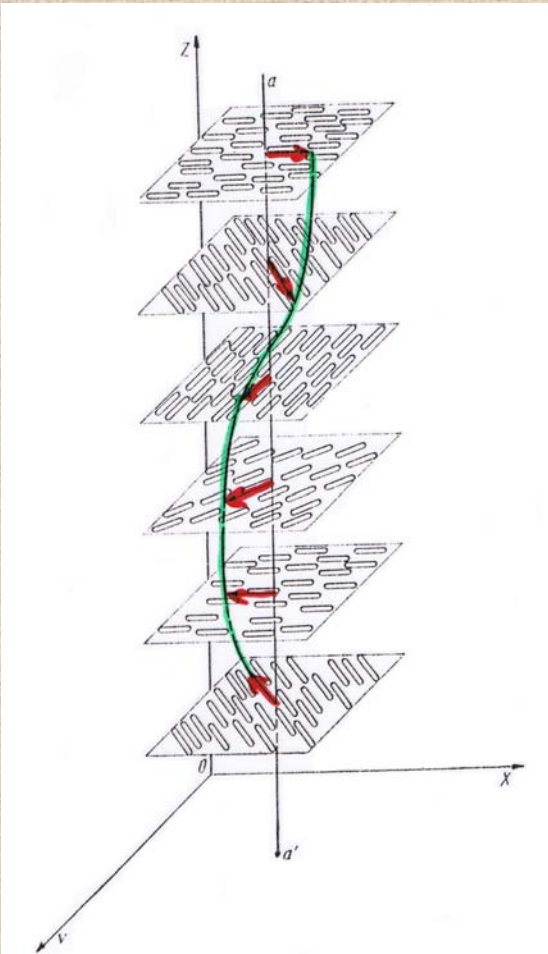
- cząsteczki o silnie anizotropowym kształcie (prętopodobne lub dyskopodobne)
- brak uporządkowania środków ciężkości molekuł
- cząsteczki równoległe do wyróżnionego kierunku (direktora)

Smektyki



- cząsteczki równoległe do direktora
- środki ciężkości molekuł tworzą warstwy

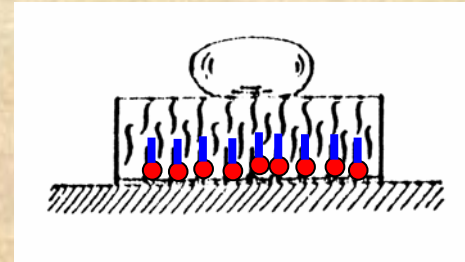
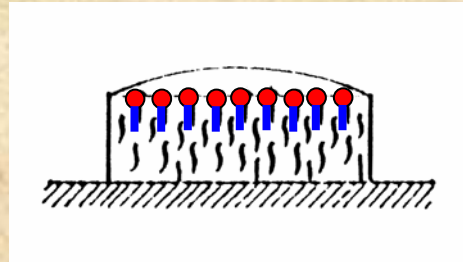
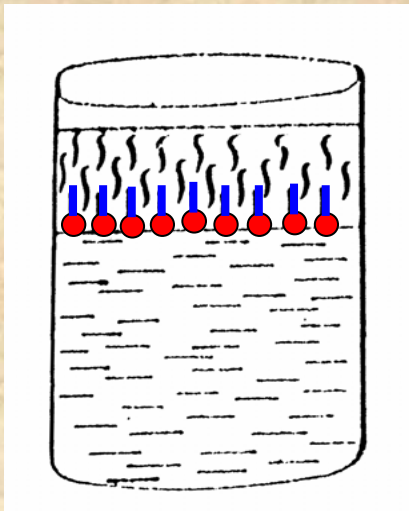
Cholesteryki (skręcone nematyki)



- środki ciężkości nieuporządkowane
- kierunek direktora zmienia się

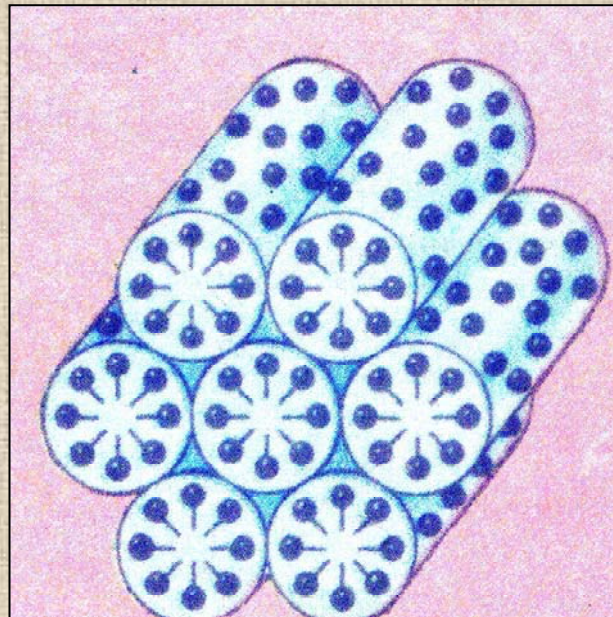
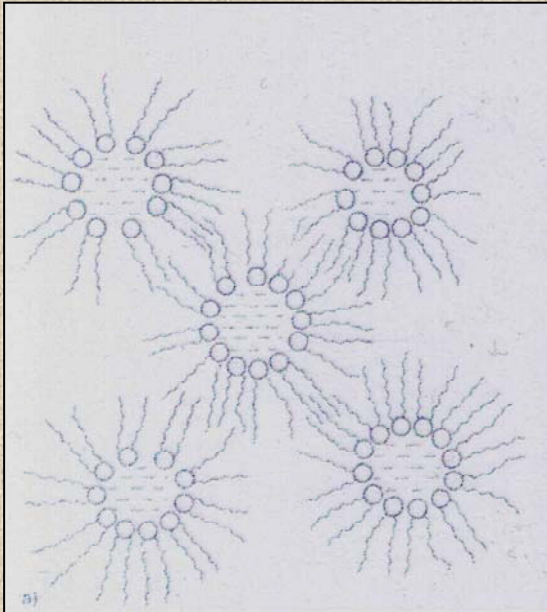
Jak inaczej można otrzymać fazy ciekłokrystaliczne?

- Molekuły amfifilowe



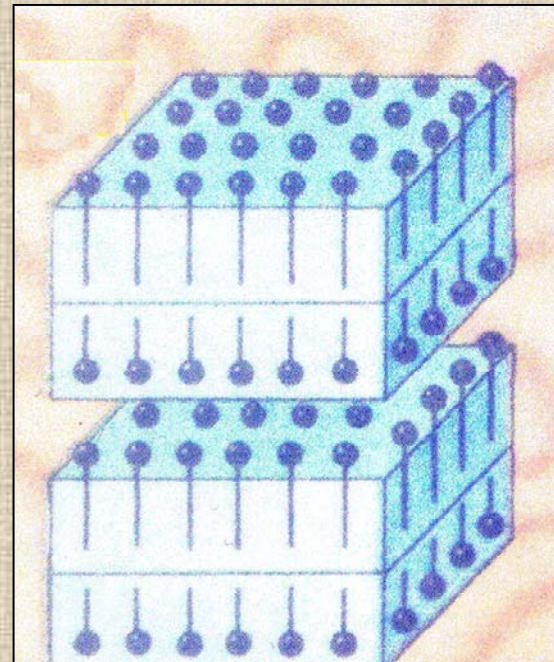
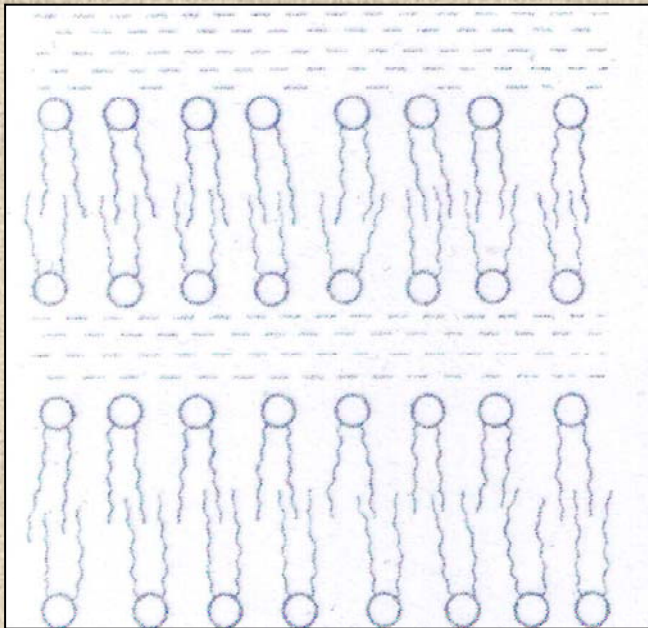
Liotropowe ciekłe kryształy

Micele:

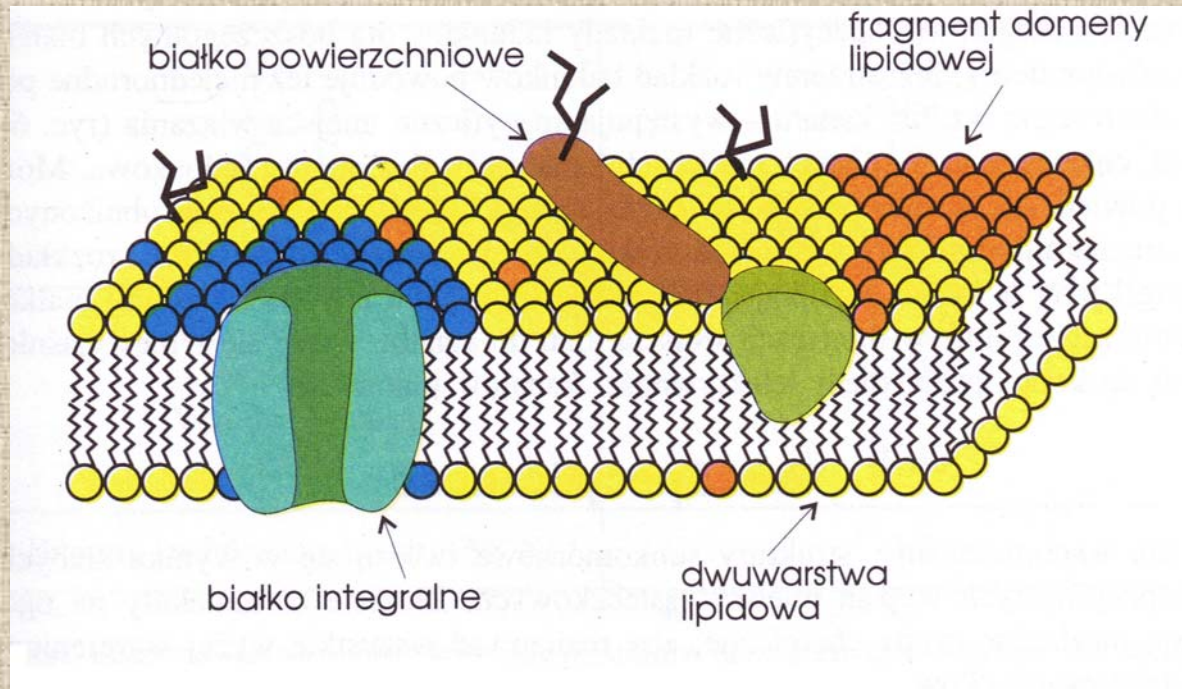


Liotropowe ciekłe kryształy

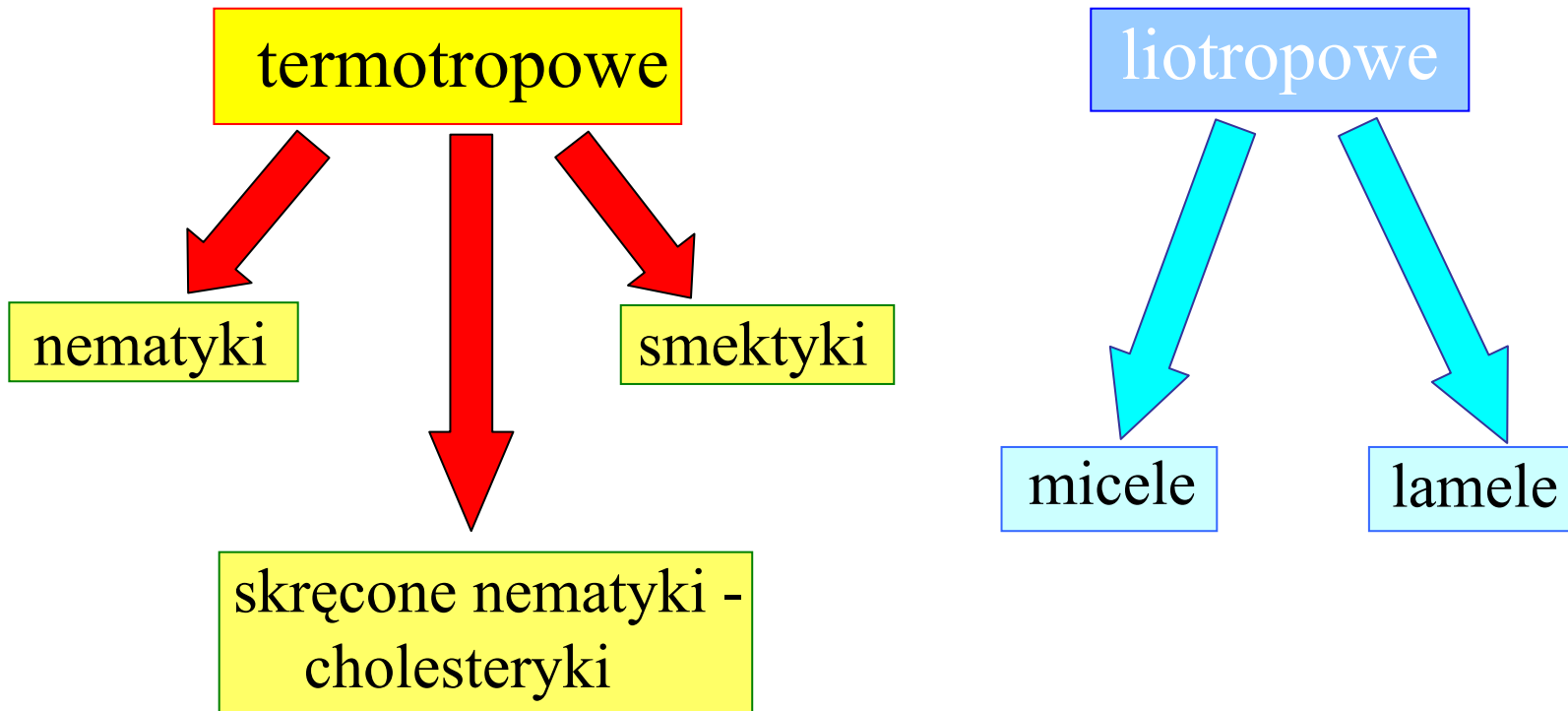
Lamele:



Błona biologiczna

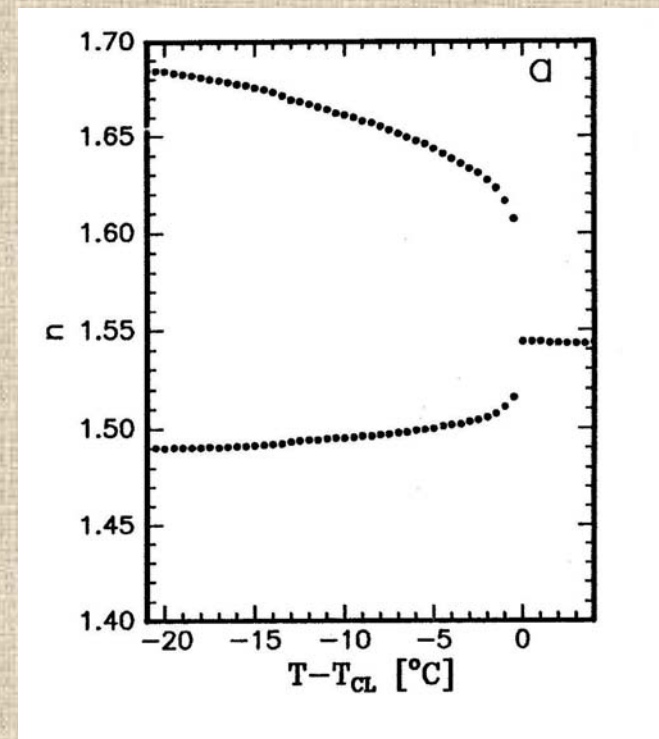
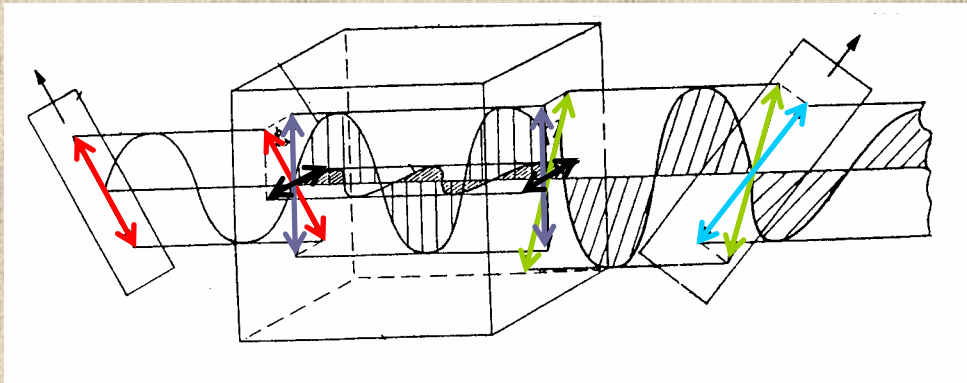
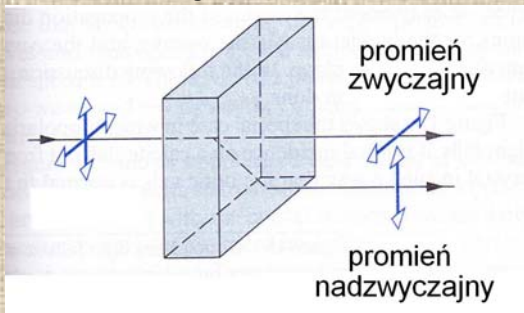


Rodzaje faz ciekłokrystalicznych

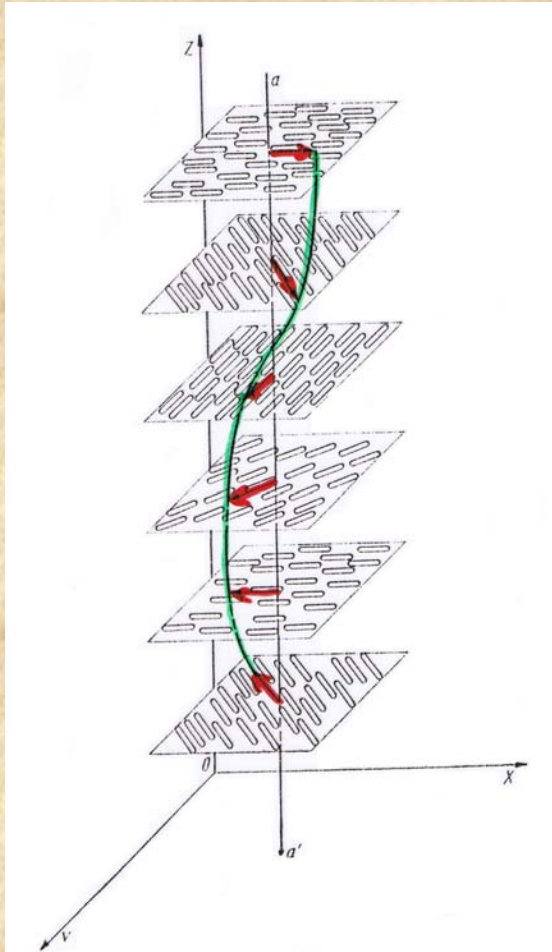


Konsekwencje uporządkowania, czyli niezwykle własności ciekłych kryształów

- dwójłomność optyczna



Selektywne rozpraszanie światła

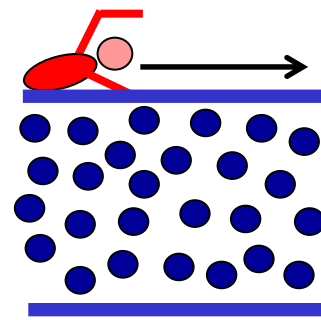
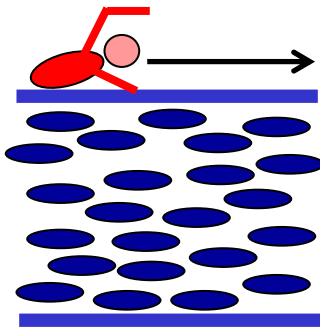
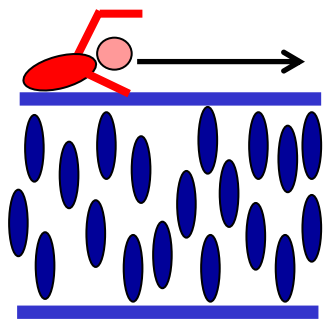


- długość spirali cholesterolowego ciekłego kryształu porównywalna z długością światła
- długość spirali może się zmienić pod wpływem czynników fizycznych np. temperatury

Termografia

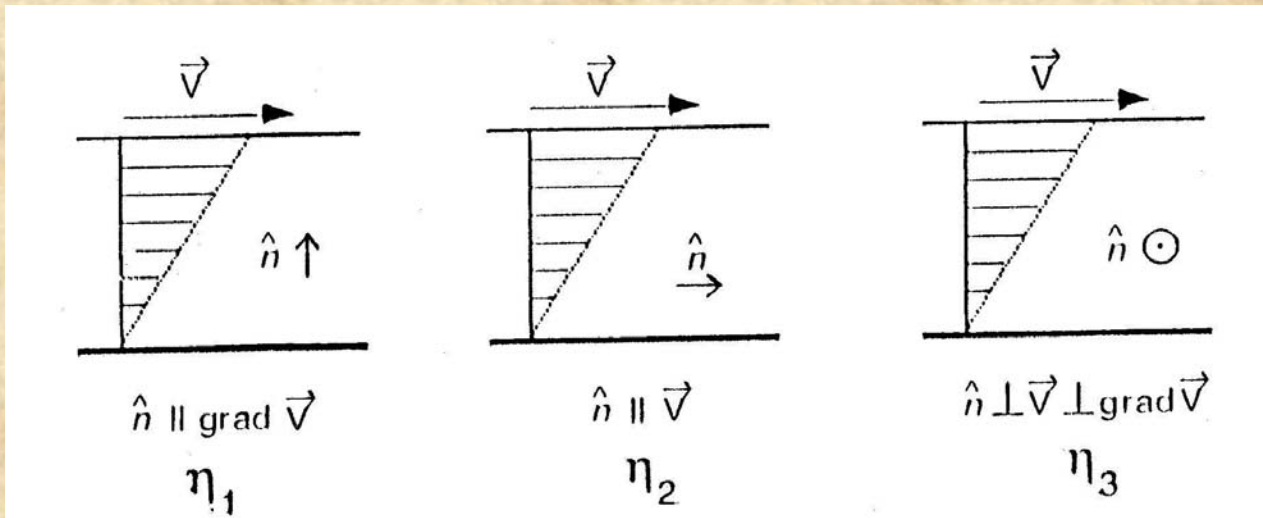
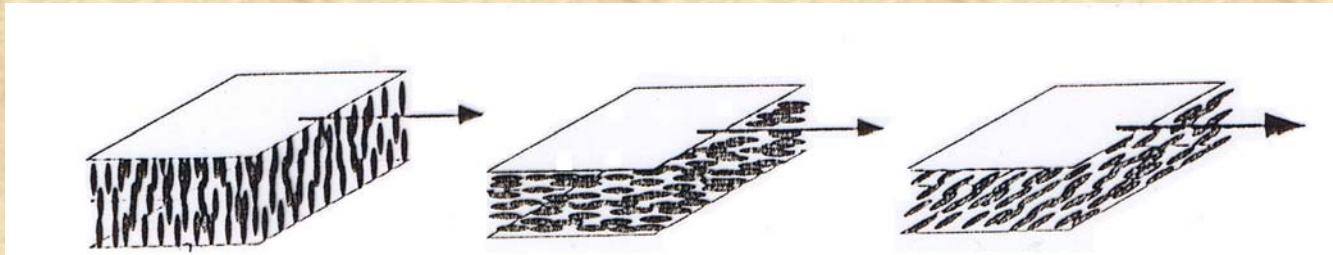


O niebezpieczeństwie pływania w basenie wypełnionym ciekłym kryształem



O niebezpieczeństwie pływania w basenie wypełnionym ciekłym kryształem

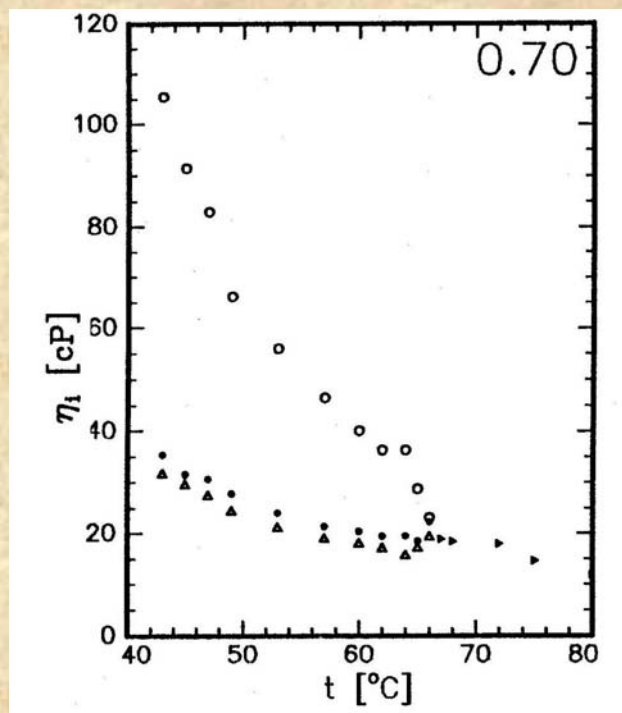
- Współczynniki lepkości Mięśowicza



O niebezpieczeństwie pływania w basenie wypełnionym ciekłym kryształem

- Współczynniki lepkości Mięśowicza dla ciekłych kryształów, które mają wyłącznie fazę nematyczną:

$$\eta_1 > \eta_3 > \eta_2$$



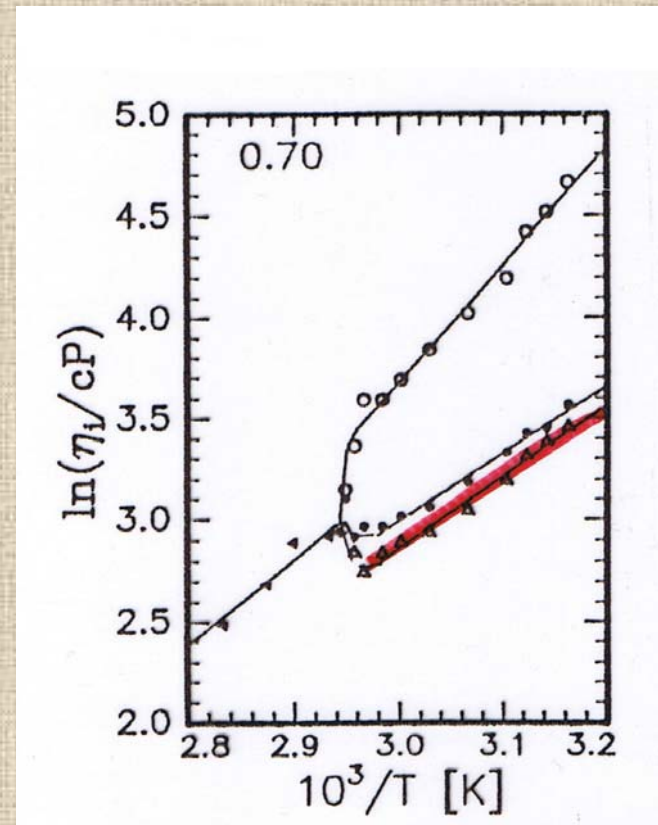
Dlaczego tak trudno było odkryć anizotropię współczynnika lepkości?

- pierwsze nieudane pomiary – Neufeld, 1913
- wykazanie istnienia anizotropii współczynnika lepkości – **M. Mięśowicz, 1935**
- porządkowanie molekuł przez przepływ

Jak współczynniki lepkości Mięśowicza zależą od temperatury?

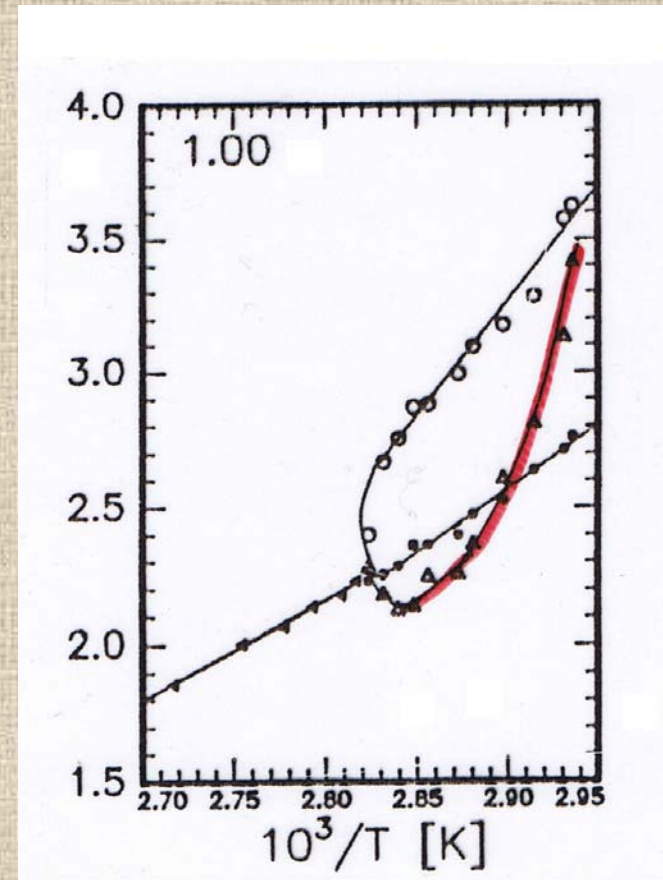
$$\eta = \eta_o \exp(E_a / kT)$$

$$\ln(\eta) = f\left(\frac{1}{T}\right)$$

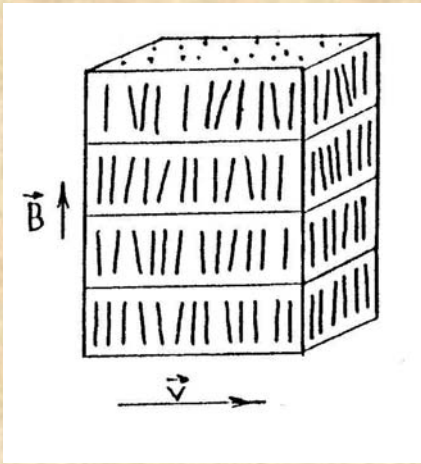


Jak współczynniki lepkości Mięśowicza zależą od temperatury?

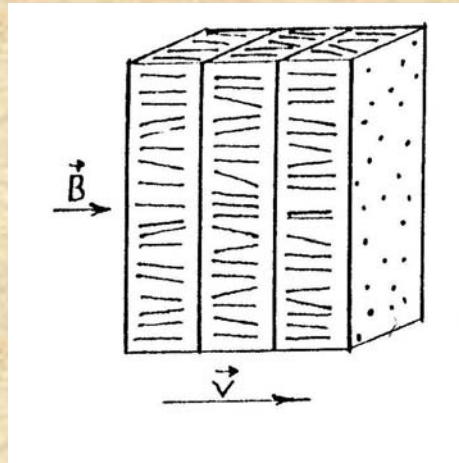
- w fazie smektycznej η_2 jest nieskończone
- już w fazie nematycznej istnieją obszary o uporządkowaniu smektycznym



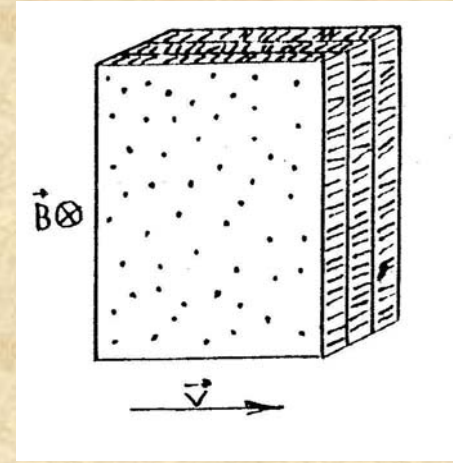
Dlaczego współczynnik lepkości η_2 jest nieskończony w fazie smektycznej?



η_1



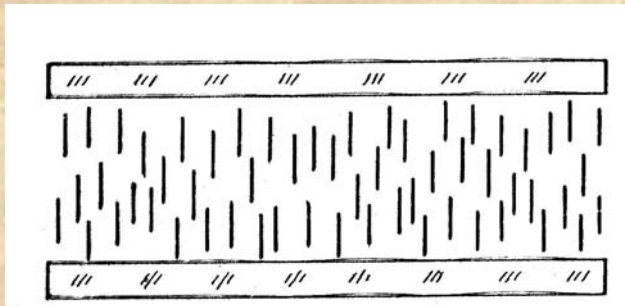
η_2



η_3

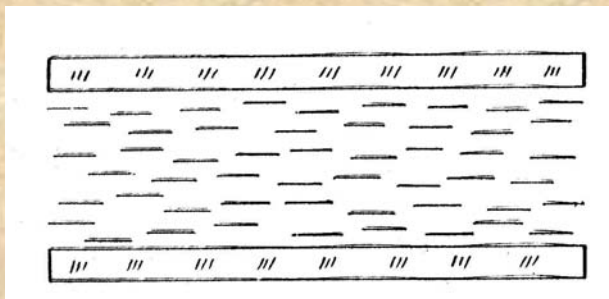
Jak działa komórka elektrooptyczna?

Jak mogą być uporządkowane molekuly ciekłego kryształu pomiędzy dwiema płytkami?



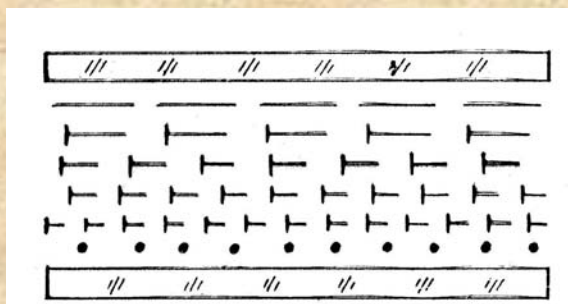
uporządkowanie homeotropowe

- jeden współczynnik załamania światła
- kierunek drgań światła się nie zmienia



uporządkowanie planarne

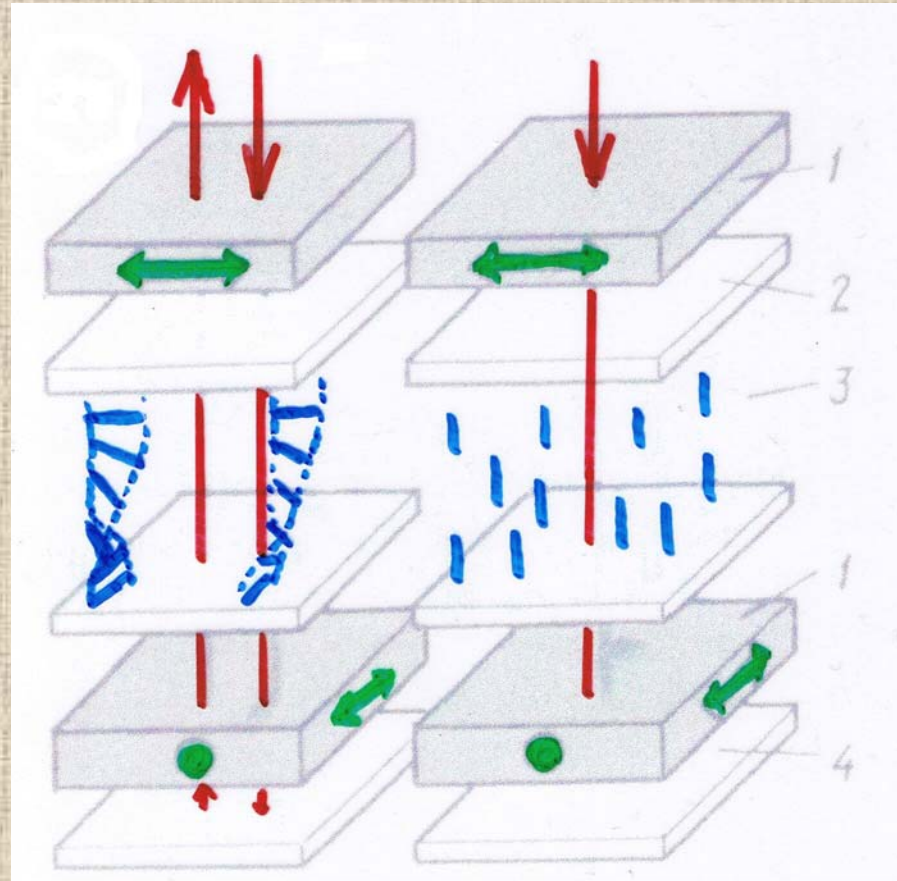
- dwa współczynniki załamania światła
- zmiana płaszczyzny drgań fali świetlnej
- rozjaśnienie



skręcony nematyk

- kierunek drgań światła się zmienia
- całkowicie jasne pole widzenia

Jak działa komórka elektrooptyczna?




Co warto zapamiętać

- faza stała, ciekła i gazowa – to nie wszystko!!!
- faza ciekłokrystaliczna – niektóre własności takie jak cieczy, inne charakterystyczne dla ciała stałego
- temperatura lub zmiana stężenia powodują przejście w stan ciekłokrystaliczny (dla substancji o odpowiednich własnościach molekuł)


Co warto zapamiętać

- konsekwencją uporządkowania – anizotropia własności fizycznych
- anizotropia współczynnika lepkości - współczynniki lepkości Mięśowicza
- zastosowania: wyświetlacze ciekłokrystaliczne
- odkrycie 1888 – zastosowanie ok. 1970



„Liquid crystals are beautiful and mysterious.
I am fond of them for both the reasons”

P. G. de Gennes



„Ciekłe kryształy są piękne i tajemnicze.
Fascynują mnie z obu tych powodów”

P. G. de Gennes

