# El maravilloso mundo de los Cristales Líquidos

#### Sergio Diez Berart Grup de Caracterització de Materials

# Grup de Caracterització de Materials (GCM)



# Contenido

- Aplicaciones de los CL
- Breve historia
- Moléculas de CL
- Mesofases
- Técnicas experimentales
- Tipos de CL
- Nanoconfinamiento

### Pantallas CL



#### Microdispositivos





# Investigación actual





#### Armamento





Consumo





#### Electrónica



#### Biotecnología

#### Historia

1888. F. Reinitzer (botánico austríaco). 2 puntos de fusión en derivados del colesterol



#### Friedrich Reinitzer(1857 – 1927)

1889. O. Lehmann (cristalógrafo alemán). Cristal líquido

1<sup>er</sup> tercio siglo XX. Olvidados por diversos prejuicios 1911. C. Mauguin describe estructura y propiedades

2° tercio siglo XX. Eclipsados por otros avances
1936. 1ª aplicación: LC Light Valve

Principio años 60. Dispositivos electrónicos. Se necesita nexo entre lo microscópico y lo macroscópico: CL

### **Cristales Líquidos**

Mesofase: Estado intermedio entre el sólido cristalino y el líquido isótropo Mesógeno: Material que presenta una o varias mesofases

- Termótropos: Cambios de fase con la temperatura
- Liótropos: Cambios de fase con la concentración





### Moléculas termótropas

#### Núcleo rígido (uniaxialidad) y cadenas terminales (fluidez)

C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O

Calamítica

Discótica

•

 $\boldsymbol{\mu}_{t}$ 

#### Mesofases calamíticas

• Dirección preferente: director molecular n



## Mesofases quirales

- Moléculas quirales: estructura helicoidal
- SmC\*: polarización espontánea





SmC\*

Colestérica (N\*)

### Mesofase SmC\*

Polarización espontáneaFerrolectricidadBiestabilidad







#### Microscopía óptica de polarización



Microscopio Kyowa Microlux-12Platina Linkam



# Calorimetría diferencial de barrido modulada (MDSC)





Analizadores de impedancia:Alplha (Novocontrol)HP 4192 AAgilent 4291 A







Modos dieléctricos (ω<sub>2</sub>)



Modos dieléctricos (ω<sub>2</sub>)



## Modos dieléctricos ( $\omega_3$ )



## Modos dieléctricos ( $\omega_3$ )



# Modos dieléctricos ( $\omega_4$ )



### Modos dieléctricos ( $\omega_4$ )



#### Medida de la polarización espontánea



#### Histéresis ferroeléctrica









#### **CL** Cianobifeniles

nCB







Años 60 Moléculas sencillas Estudios fundamentales: Transiciones de fase Dinámica molecular etc...

## Mezclas binarias de Cianobifeniles



M. B. Sied et al. J. Phys. Chem. B, 107, 7820 (2003)



#### Dímeros



D. A. Dunmur et al. *J.Chem.Phys.*, **115**, 8681 (2000) S. Diez, et al. *Liq. Cryst.*, **30**, 1021 (2003)



#### 1 unidad rígida en forma de V + 2 cadenas terminales





Displays electroópticos

•Dinámica más lenta que en CL ferroeléctricos convencionales



#### Displays electroópticos

Dinámica más lenta que en CL ferroeléctricos convencionales

### Bananas: Fase B<sub>2</sub>

Fase esméctica helicoidalAntiferroelectricidad





 $\boldsymbol{E}$ 

 $\bigotimes$ 

Displays electroópticos

•Dinámica más lenta que en CL ferroeléctricos convencionales

### Bananas: Fase B<sub>2</sub>

Fase esméctica helicoidalAntiferroelectricidad





E

=0

Displays electroópticos

•Dinámica más lenta que en CL ferroeléctricos convencionales

### Confinamiento de CL

- Antecedentes:
  - Cristales fotónicos
     SiO<sub>2</sub> con huecos en FCC



- Aplicaciones:
  - Láseres, conmutadores electroópticos, memorias ópticas...
- Confinamiento:
  - Estructura dieléctrica desordenada + CL
    - Elección estructura
    - Tratamiento
    - Elección CL

## Estructuras pseudo-ordenadas

Anopore, Nucleopore

 $\emptyset = 0.2 \,\mu m = 200 \,nm$ 







60 µm

#### Estructuras desordenadas

#### Membranas





 $\emptyset = 0.01 \,\mu m = 10 \,nm$ 

#### Partículas dispersantes



#### Aerogel, Vycor, CPG

Dendrímeros

#### **Estructuras mixtas**

#### Zeolitas





#### $\emptyset = 0.001 \,\mu m = 1 \, nm$

Doble confinamiento:

•Orden dentro de las membranas

•Desorden fuera de las membranas (dispersión)

#### **70CB: Calor específico**



S. Diez, et al. J. Phys. Chem. B, 109, 23209 (2005)

## 70CB: Permitividad estática



S. Diez, et al. J. Phys. Chem. B, 109, 23209 (2005)

#### Capa nemática inducida



•Dentro de la capa: Moléculas inmóviles

•Fuera de la capa Dinámica idéntica al bulk

¿Guías ópticas?

# Gracies per la vostra atenció