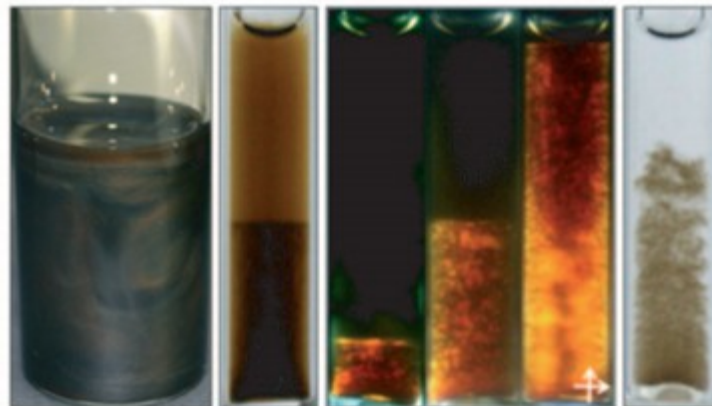


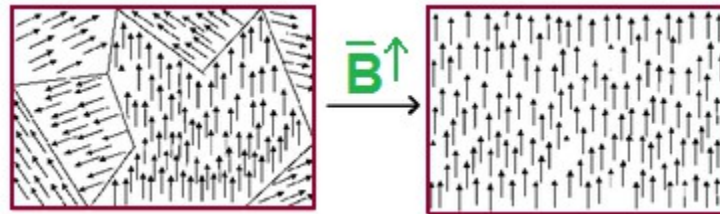
CRISTALES LÍQUIDOS FERROMAGNÉTICOS



El ferromagnetismo

Ordenamiento de todos los momentos magnéticos de una muestra, en la misma dirección y sentido.

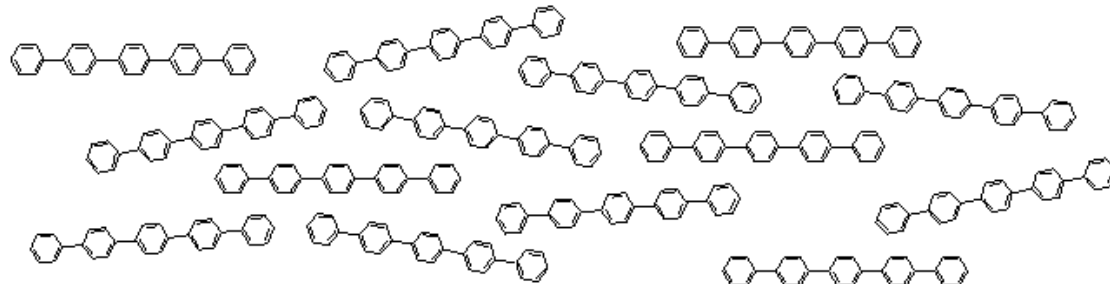
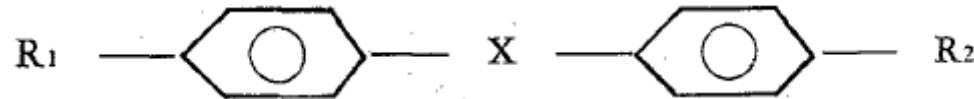
Ferromagnéticos están divididos en dominios magnéticos



Cristal Líquido

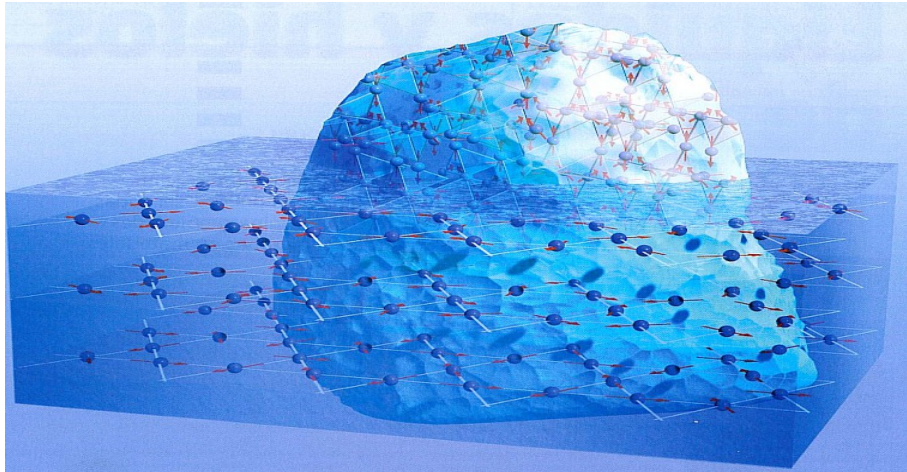
Agregación de la materia que tiene propiedades de las fases líquida y la sólida.

Las moléculas son simples y prácticamente esféricas, muy alargadas en forma de barra o aplanadas en forma de disco.



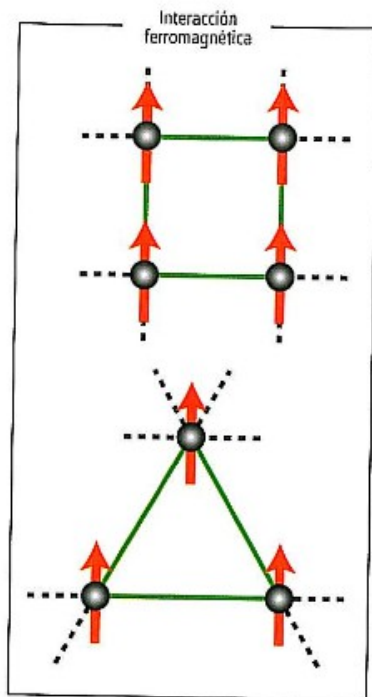
Redes Cristalinas

- Las propiedades magnéticas de la materia resultan de las propiedades de sus elementos constituyentes (átomos y moléculas)
- Cada electrón posee un momento cinético intrínseco, el espín, que confiere un momento magnético total.

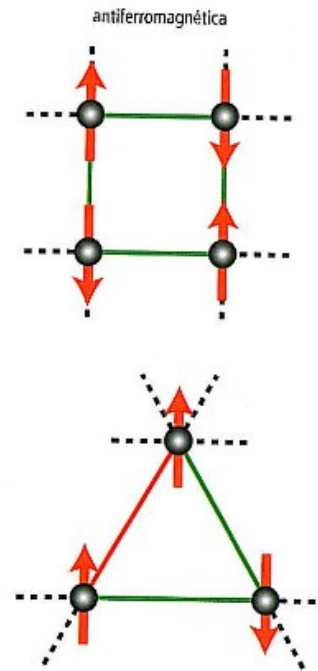


Espines: Paralelos y Anti-paralelos

○ Interacción Ferromagnética



○ Interacción Anti-Ferromagnética



Propiedades Magnéticas

- La estructura de las moléculas de un cristal líquido determina su respuesta a un campo magnético aplicado.
- Las propiedades magnéticas netas de las moléculas de un cristal líquido están determinadas por su estructura electrónica. Caracterizado por su susceptibilidad magnética
- Macroscópicamente esta susceptibilidad magnética induce una magnetización neta M , cuando es aplicado un campo magnético B :

$$M_a = \mu_0^{-1} \chi_{a\beta}^{\text{mag}} B_\beta$$



Respuesta ante un campo H

- Los dipolos magnéticos inducidos son responsables de la reorientación de las moléculas de los cristales líquidos con un campo H .

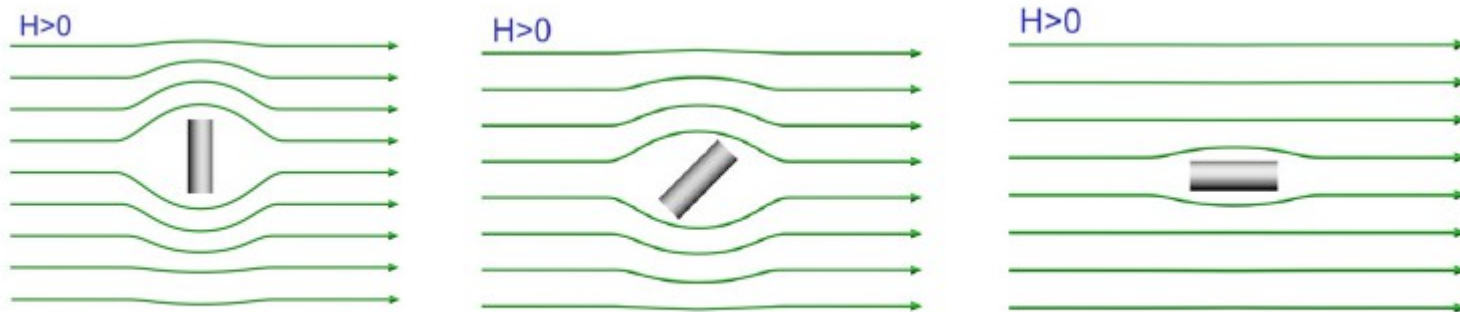


Figura 13 – La molécula tenderá a alinearse paralela al campo magnético.



Interacciones con campo externos

- Relación con la Energía Libre:

$$f = -\frac{1}{2}\mu_0^{-1}X_a(\hat{n} \cdot \mathbf{B})^2$$

- Si en el exterior se le aplica un campo magnético el cristal cambiará gradualmente su estructura:



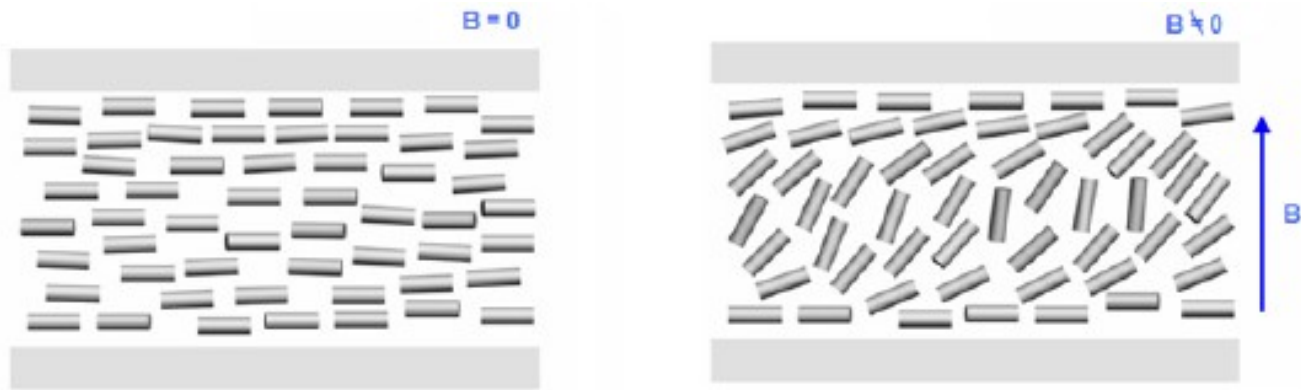


Figura 14 – Cambio de orientación por aplicación de campos magnéticos.

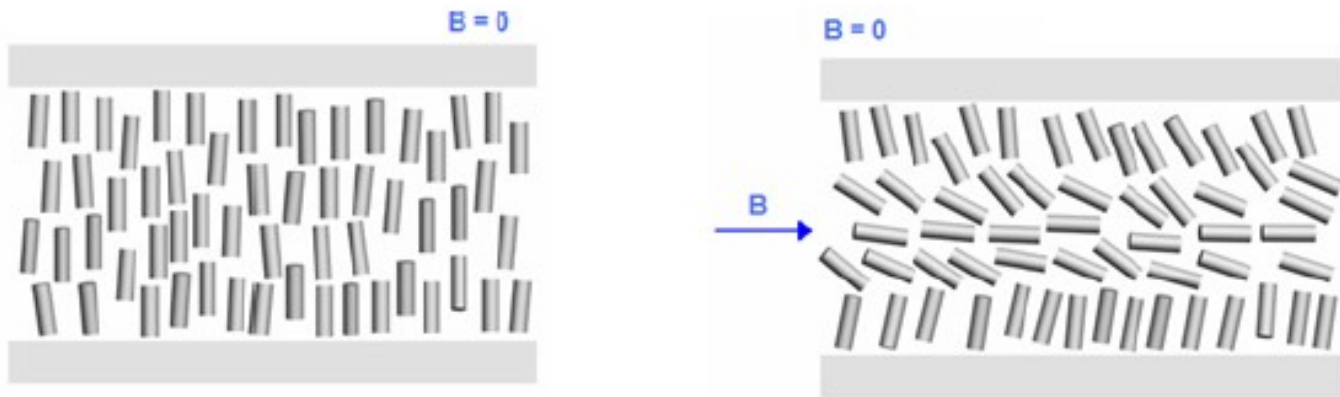


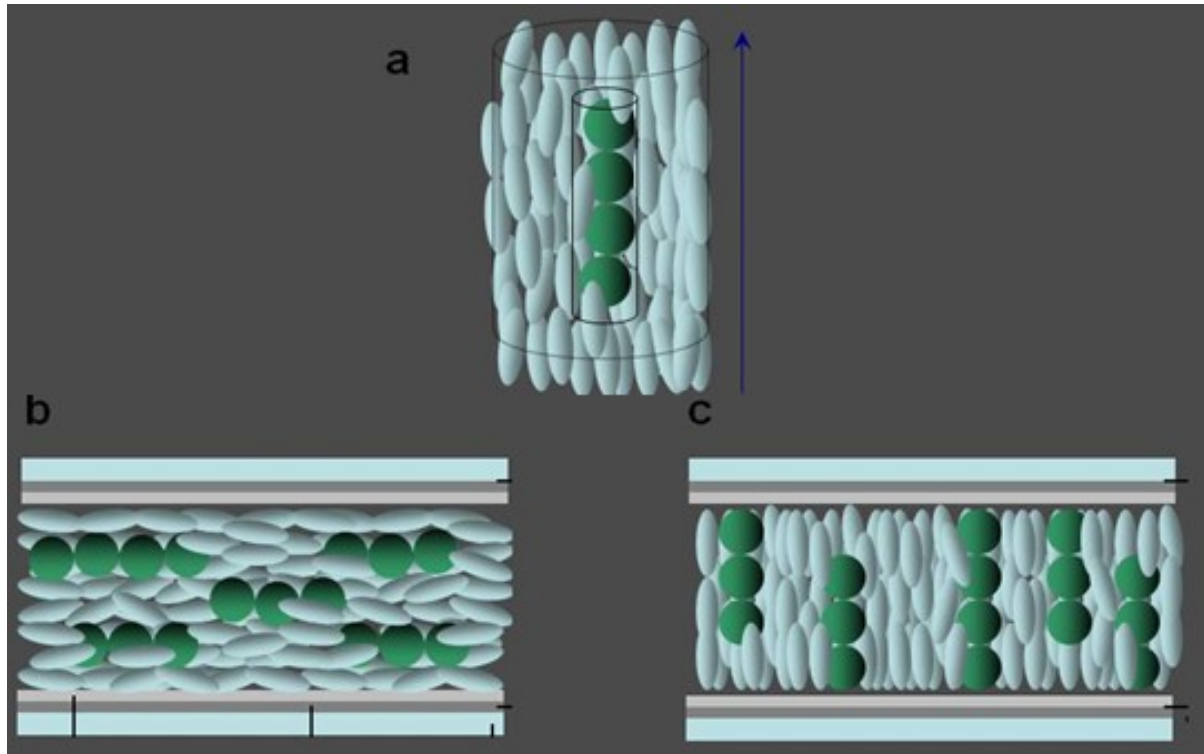
Figura 15 – Deformaciones básicas en cristales nemáticos.



Sensibilidad a los campos magnéticos

magnéticos

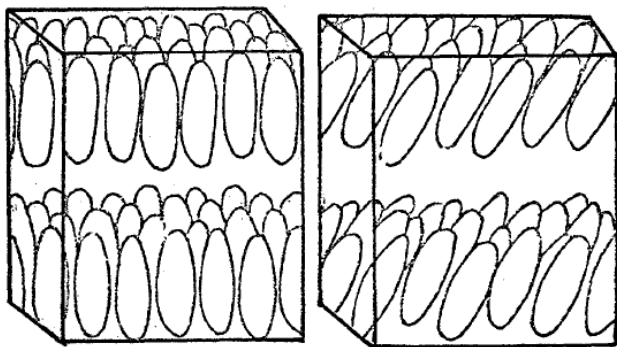
- Cristales líquidos nemáticos son sustancias coloidales con nanopartículas ferromagnéticas. Dopado



Aplicación sobre nemáticos y colestéricos

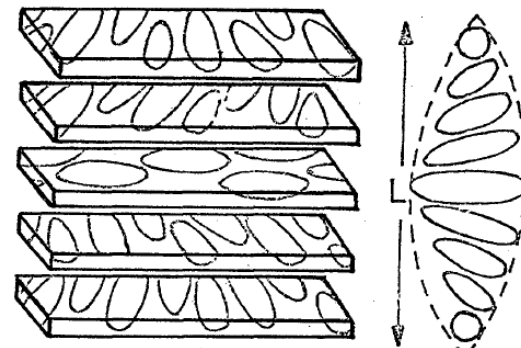
- Nemáticos:

- Perturbará la orientación.



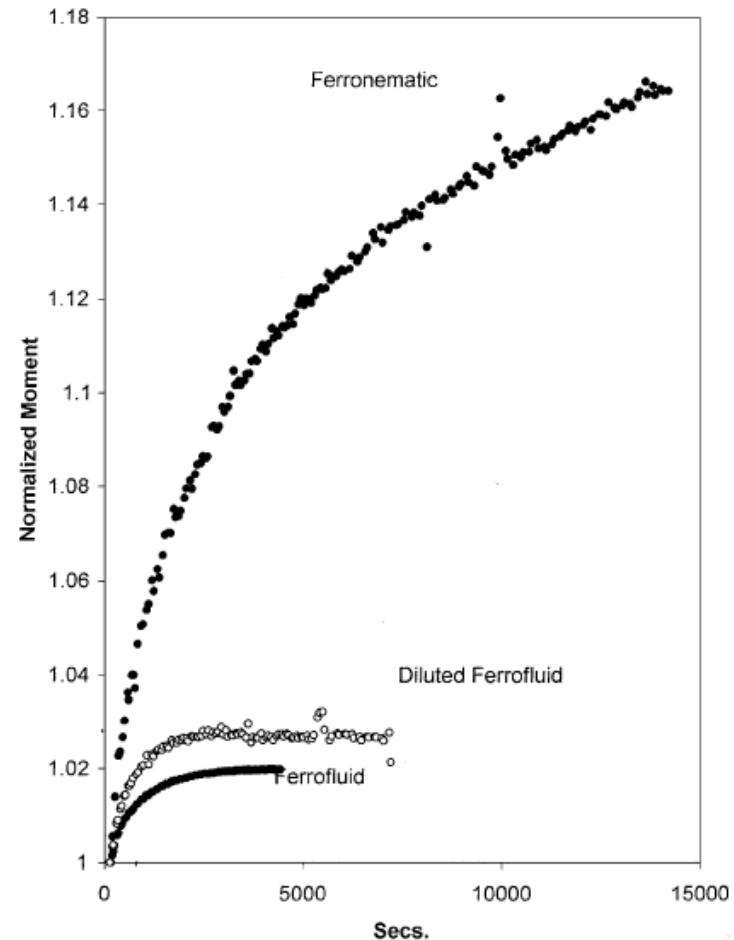
- Colestéricos:

- La aplicación de campos magnéticos pueden “desenrollar” la hélice, lo que amplía la gama de posibilidades



Bloqueo Magnético

- Tiempo de relajación. Las interacciones mecánicas entre el fluido y los granos, en el cristal líquido produce que estos granos se desplacen, generando un aumento de temperatura que bloquea la magnetización.



Tiempo de estabilidad del momento del ferromagnético puro y ferrofluidos (puro y mezcla)

Producción

- Consisten en añadir a los líquidos anisótropos partículas ferromagnéticas.
- Tamaño de tales partículas están entre 10 y 500 nanómetros.
- Los procesos actuales conocidos, son costosos.
- Las propiedades mecánicas y ópticas del material compuesto puede estudiarse bajo la amplia gama de diferentes concentraciones de nanopartículas



Problemas

- Sin dopaje se necesita 1 T , con dopaje 0.01T
- Cuando hay nanopartículas la reacción al campo B es mayor, pero el arrastre de las mismas hace que aumente la temperatura y haya un bloqueo, ralentizando el progreso.
- Acumulos por la gravedad



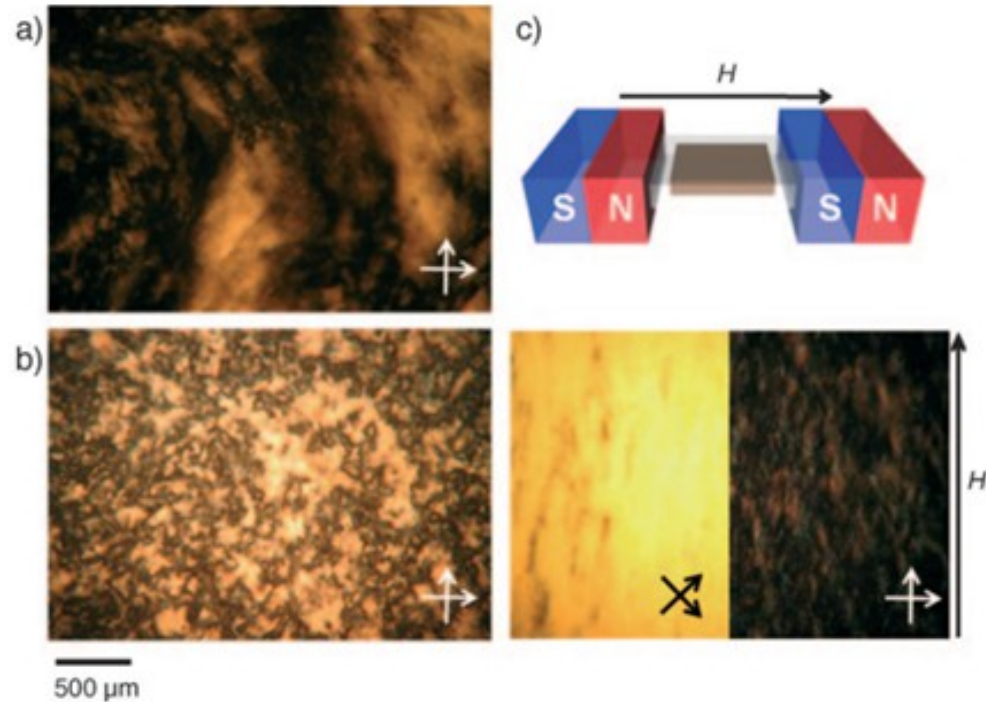
Aplicaciones

- Se pueden aumentar la birrefringencia óptica y la anisotropía magnética.
- Efecto de memoria.
- Pueden usarse a temperaturas ambiente.
- Frustración magnética refrigerante. (Diferente energía libre).
- La fluidez con la anisotropía óptica y dieléctrica se pueden formar materiales, “displays”.
- Dispositivos que necesiten otras longitudes de onda, como puede ser en el infrarrojo
- Se puede introducir métodos para la manipulación y organización de los nanocables ferromagnéticos



Óxido de Grafeno

- El añadirle carbono a los cristales líquidos representa un importante material para el funcionamiento de procesos con nanotubos de carbono.



El campo magnético inducido produce el alineamiento del óxido de grafeno



Las regiones de distorsión se expanden con el aumento del campo magnético y alcanzan el tamaño máximo de varios micrómetros

