

enseñando la ciencia

programa de cinefórum
científico * 2018 *

material de apoyo docente

Cristales líquidos: Los materiales escondidos



Universidad
Zaragoza



Zaragoza
AYUNTAMIENTO

Índice

Sinopsis.....	03
Introducción.....	04
Información básica	05
Vocabulario	09
Ejercicio 1.....	10
Ejercicio 2	11
Crucigrama.....	12
Cuestiones	14
Bibliografía recomendada	15
Ficha técnica del documental	15

Sinopsis

Televisiones, ordenadores portátiles, teléfonos móviles... estamos rodeados de pantallas planas. Material deportivo, cascos de seguridad, chalecos antibalas... suelen contener fibras de altas prestaciones, como el Kevlar. ¿Qué tienen en común estas aplicaciones? El químico, creador de moléculas, da la respuesta a esta pregunta: los cristales líquidos. En el documental “Cristales líquidos: los materiales escondidos” se muestra el fascinante viaje de estos materiales desde el laboratorio a sus aplicaciones.

Cristales líquidos: Los materiales escondidos

Introducción

Introducción

En el grupo de investigación Cristales Líquidos y Polímeros, CLIP, de la Universidad de Zaragoza (UZ) llevamos más de 30 años investigando en la preparación y aplicaciones de cristales líquidos. Sin embargo, y a pesar de estar rodeados de pantallas cristal líquido, todavía no se conoce muy bien qué materiales hay detrás de ese término y por qué son tan útiles en la tecnología actual. Esto nos motivó a apuntarnos al curso de producción de documentales científicos que organiza la Unidad de Cultura Científica de la UZ. Era una buena oportunidad para contar qué son los cristales líquidos, dónde los podemos encontrar y cómo contribuimos los químicos a la expansión de estas tecnologías.

Obviamente no sabíamos absolutamente nada de cómo se produce, edita o realiza un documental. Después de decidir qué se quería contar, contactar con los sitios donde se iba a rodar, solo se dis-

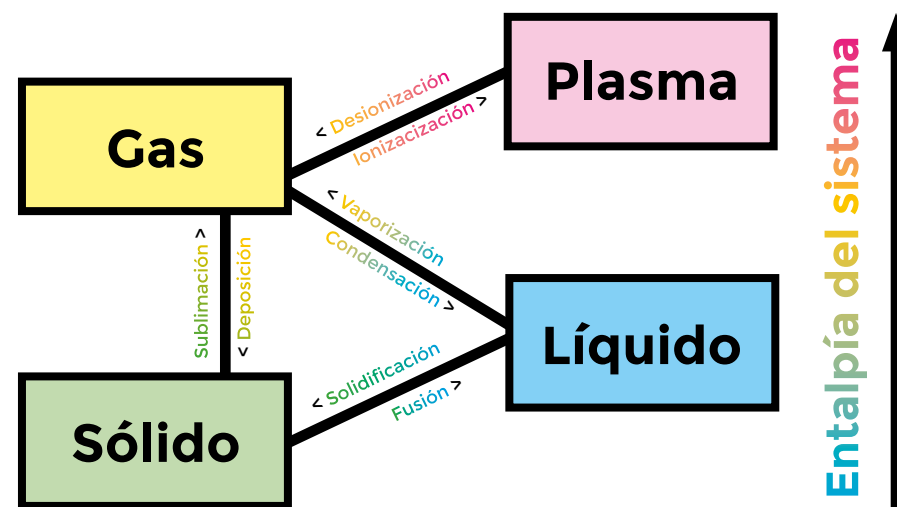
ponía de un día de rodaje, así que tuvimos que ajustar la agenda al máximo para tener suficiente material. La experiencia fue muy enriquecedora y nos ha hecho reflexionar sobre nuestra forma de contar lo que hacemos. Desde luego con el documental podemos estar seguros que hay gente que ha aprendido: nosotros. Esperemos que no seamos los únicos.

La principal anécdota nos la proporcionó el único factor con el que no contábamos: el tiempo. Para ilustrar los estados de agregación de la materia, queríamos comenzar rodando en una fuente. Era nuestra referencia del agua como líquido conocido por todos, que puede pasar a estado sólido cristalino (hielo). Llamamos al ayuntamiento para asegurarnos de si el día de rodaje estaba la fuente de la Plaza del Pilar en marcha y a qué hora... y allí nos fuimos como única toma de exterior. Queríamos agua y la tuvimos: llovía a cántaros.

Información básica

Los Cristales líquidos

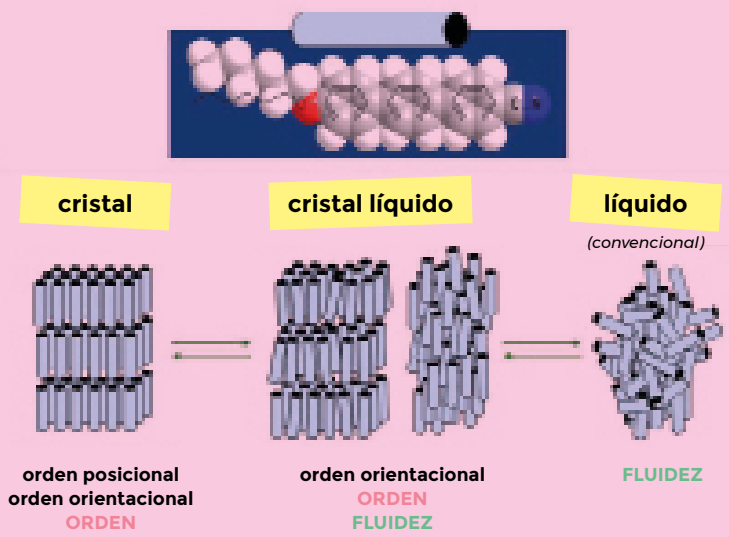
La materia puede existir en diferentes estados de agregación, siendo los estados sólido, líquido y gaseoso los más comunes.



En los líquidos convencionales, como el agua, las moléculas no guardan una ordenación de largo alcance. Es decir, las moléculas de agua se mueven aleatoriamente y no guardan una ordenación entre sí.

Sin embargo, esto no siempre es así. Algunos compuestos, mayoritariamente sustancias moleculares orgánicas, presentan una fase líquida donde las moléculas constituyentes no están desordenadas como en la mayoría de líquidos, sino que guardan entre sí una cierta disposición. Suelen ser moléculas con una geometría definida, por ejemplo cilíndrica o con forma de varilla. Podemos imaginarlas como grandes troncos flotando en la superficie de un río: al moverse

no lo hacen desordenadamente sino que tienden a orientarse en la dirección de la corriente. Pues bien, a esa fase líquida donde las moléculas no están totalmente desordenadas se le denomina fase cristal líquido. O mesofase, porque es una fase intermedia entre un líquido convencional y un sólido cristalino que se caracteriza porque las partículas constituyentes están ordenadas en una estructura cristalina. A los compuestos que presentan fases cristal líquido se les denomina cristales líquidos. Hay muchos descritos, miles... pero solo unos pocos se están aplicando tecnológicamente en muy diversos campos. Sin duda el de las pantallas planas es la aplicación más conocida.



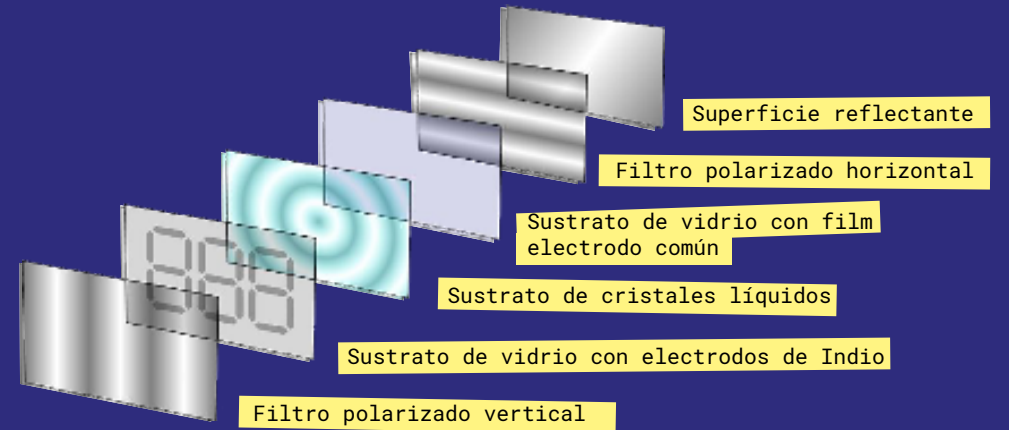
La primera fase cristal líquido se describió para un derivado del colesterol. Durante mucho tiempo los cristales líquidos fueron considerados una mera curiosidad científica. Sin embargo, conforme se iban estudiando y conociendo sus propiedades se empezaron a vislumbrar sus aplicaciones como materiales de interés tecnológico.

Los cristales líquidos se pueden orientar con gran facilidad y su orientación cambia también fácilmente debido a la fluidez de la fase líquida, cuando se aplica un campo eléctrico. Estas propiedades de orientación y respuesta al campo eléctrico se utilizaron en la preparación de pantallas cristal líquido. Estas pantallas se usaron primero en relojes, calculadoras y otros dispositivos no excesivamente sofisticados, que no requerían de pantallas complejas. Bastaba que mostrasen números con un cambio básico de color, es decir números negros sobre un fondo más o menos grisáceo, y trabajaban con luz reflejada: negro donde no se refleja la luz y un aspecto grisáceo donde se refleja. Ese contraste era suficiente para enseñar una información.

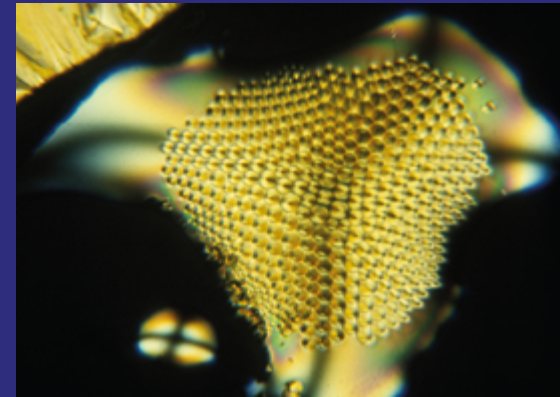


Pero pronto se pensó que eso se podía aplicar a preparar pantallas de mucho mayor tamaño que trabajasen con textos e imágenes y toda una paleta de colores, como pantallas de ordenador y teléfonos móviles o televisiones. Así se popularizaron las pantallas planas de cristal líquido. Más eficientes, más delgadas y más baratas que las anteriores tecnologías de rayos catódicos o de plasma. ¿Pero dónde está escondido el cristal líquido en esas pantallas y qué hace?

Para que funcione una pantalla de cristal líquido lo primero que necesitamos es una luz trasera. Para eso basta una fuente de luz fluorescente o LED. Esta luz se polariza al hacerla pasar por un polarizador. A la salida de la pantalla ponemos otro polarizador que está en perpendicular con el primero. Como consecuencia la luz que deja pasar el primero, la bloquea el segundo. Si no hubiera nada más, no se debería ver nada (o negro). Lo que se hace es colocar entre ambos polarizadores un "sándwich" formado por dos vidrios separados entre sí unas micras y sellados en los bordes que contienen en su interior el cristal líquido (sí, un líquido, por eso al tocar las pantallas se observa que "fluye", aunque no es recomendable hacerlo).



Las moléculas de cristal líquido están todas perfectamente orientadas, y en la parte interna de los vidrios hay electrodos que nos permite aplicar un campo eléctrico en cada uno de los píxeles que formarán la imagen. Qué ocurre al aplicar el campo eléctrico en los píxeles que nos interesan: que los cristales líquidos cambian inmediatamente su orientación.



Con este movimiento conseguimos controlar que la luz pase o no pase a través del segundo polarizador. Si además colocamos filtros de color (azul, verde y rojo) podemos conseguir componer imágenes en función de qué píxeles activemos con el campo eléctrico. Como además el cristal líquido cambia muy rápido su orientación (milisegundos o menos) podemos pasar de una imagen a otra de tal manera que el ojo humano no detecte el cambio. Es la base de todas las televisiones planas de cristal líquido. Apparentemente la función del cristal líquido es sencilla: dejar pasar, o no, la luz. Pero lo hace con una eficiencia y rapidez que justifican el enorme desarrollo que ha tenido esta tecnología.

Pero también en el campo de los polímeros han tenido gran impacto. Hay polímeros que son capaces de formar también fases cristal líquido. Al procesar estas fases se obtienen materiales altamente orientados. Es decir las macromoléculas de polímero, al ser procesadas de una fase líquida orientada (o cristal líquido) mantie-

nen esa orientación en la fibra que se obtiene (imaginemos de nuevo esos troncos que fluyen en la dirección de la corriente de un río y que repentinamente el agua desaparece: todos quedarían bien orientados). Esta es la base de las fibras de Kevlar. Se trata de fibras como las de nylon, pero hechas de polímeros más rígidos y muy bien orientados que son extremadamente resistentes. Con ellas se ha conseguido fabricar chalecos antibalas, cascos ligeros para militares y fuerzas de seguridad o bien materiales compuestos para la fabricación de diverso material deportivo.

No son las únicas aplicaciones tecnológicas de estos materiales. La fabricación de ventanas o cristalerías de privacidad (observen en los trenes AVE las puertas que separan al conductor de los primeros pasajeros) o termómetros basados en el cambio de color según temperatura, son otros ejemplos de aplicaciones cotidianas, si bien se están investigando muchas otras en muy diferentes campos de la Ciencia.



Vocabulario

Aramida: Poliamida que contiene anillos aromáticos.

Calorimetría: Parte de la física encargada de determinar el calor generado o perdido en procesos físicos o químicos. Por extensión se utiliza el término para referirnos a las técnicas que se utilizan para ese fin. En cristales líquidos se emplean para conocer las temperaturas de transición de fase y por lo tanto el intervalo de temperaturas en el que se pueden emplear como tales.

Cristal líquido: Estado de agregación de la materia que presentan algunos compuestos que es similar a un líquido convencional como pueda ser el agua y por lo tanto fluye, pero en el que las partículas constituyentes, generalmente moléculas, no están completamente desordenadas sino que existe una ordenación de las mismas a semejanza de lo que ocurre en los sólidos cristalinos. De ahí su nombre de CRISTAL (por la ordenación de las moléculas) LÍQUIDO (porque fluye igual que cualquier otro líquido). Puede considerarse que es una fase intermedia entre la cristalina y la líquida, que solo presentan algunos compuestos moleculares concretos. CRISTAL LÍQUIDO es una fase o estado de agregación, pero por extensión a los compuestos que presentan esta fase se les llama cristales líquidos.

Esméctica: Fase cristal líquido o mesofase en las que las moléculas están organizadas en capas.

Estado de agregación: Estado o fase en la que se encuentra la materia. Los más comunes son el estado sólido, líquido y gaseoso. Un compuesto cualquiera estará en un estado u otro en función de las fuerzas de unión de las moléculas (o átomos o iones) que formen dicho compuesto.

Gas: Estado de agregación de la materia en el cual, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, las partículas constituyentes interaccionan solo débilmente entre sí adoptando la forma y el volumen del recipiente que las contiene y tendiendo a separarse.

Kevlar: Fibras de una aramida cristal líquido desarrolladas por DuPont y que tienen una resistencia excepcional que las hace útiles para fabricar chalecos antibala, cascos de seguridad, composites para material deportivo, etc.

Líquido: Estado de agregación de la materia en forma de fluido altamente incompresible, con un volumen definido, pero no con forma fija, formado por moléculas, átomos o iones que interaccionan entre sí.

Luz polarizada: La luz visible es una radiación electromagnética. Cuando las ondas de luz se propagan en un único plano decimos que la luz está polarizada (linealmente). Las pantallas de cristal líquido funcionan porque la luz está polarizada. Si queremos comprobarlo basta mirar una pantalla con unas gafas polarizadas. Habrá una posición en la que no se vea nada, porque los planos de polarización están perpendiculares entre sí.

Material: Materia formada a partir de uno o varios compuestos químicos, con una estructura y propiedades de interés, de la que por un adecuado procesamiento se obtienen dispositivos u objetos de interés aplicado.

Mesofase: Fase intermedia entre otras dos. Es un sinónimo de fase cristal líquido.

Nemática: Fase cristal líquido o mesofase en las que las moléculas están preferentemente orientadas en una dirección.

Píxel: Es la menor unidad de la que se compone una imagen digital. Es un acrónimo del inglés (picture element) y significa elemento de imagen.

Polarizador: Material que transmite de forma selectiva la luz que pasa a su través de forma que solo pasa aquella luz que se propaga en un determinado plano (polarizador lineal), y bloquea el resto de planos de polarización. Suele ser una lámina plástica adecuadamente tratada para tal fin.

Poliamida: Polímero con enlaces amida, siendo el nylon el ejemplo más cotidiano de poliamida.

Polímero: Macromolécula o molécula de elevada masa molecular. Comúnmente este término está asociado al plástico.

Sólido: Estado de agregación de la materia que se caracteriza por oponer resistencia a cambios de forma y de volumen en el que las partículas constituyentes interaccionan, presentando una gran cohesión lo que proporciona forma y volumen definidos. Cuando sus partículas constituyentes se disponen correctamente ordenadas, se forman sólidos cristalinos.

Textura: En el campo de cristales líquidos, es el término que se utiliza para referirse a las imágenes que se observa a estudiar una fase cristal líquido.

Ejercicios

01 Sopa de letras

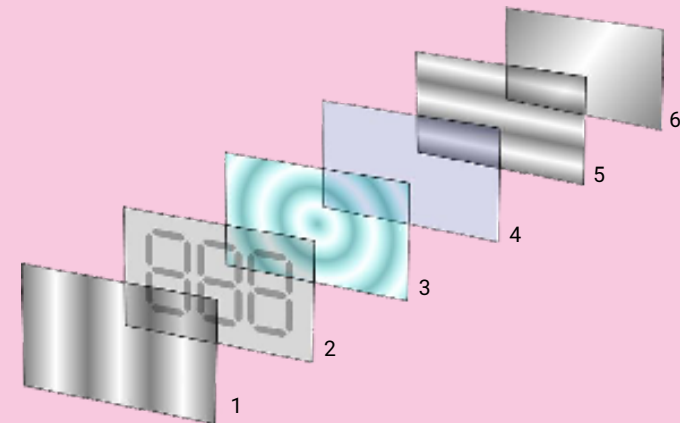


Palabras a buscar en la sopa de letras:

- | | |
|--------------|----------|
| POLARIZADOR | ARAMIDA |
| GAS | POLÍMERO |
| LÍQUIDO | PÍXEL |
| ESMÉCTICA | MESOFASE |
| CALORIMATRÍA | KEVLAR |

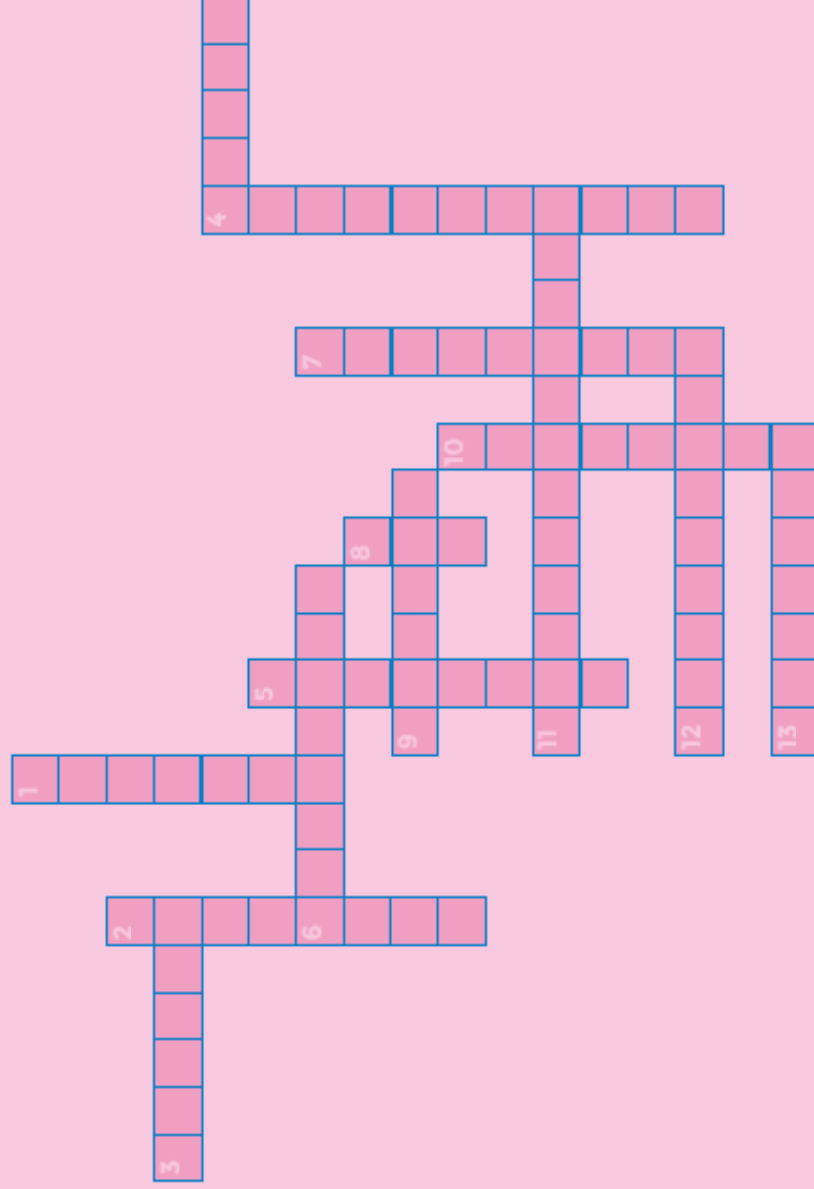
02 Cuestiones para pensar

En el gráfico siguiente pon nombre a las diferentes capas que forman parte de la pantalla de un reloj digital. La estructura es similar en las pantallas de colores de un ordenador, pero hay alguna diferencia. Piensa cuál o cuáles pueden ser y haz una puesta en común con tus compañeros para ver cuáles son esas diferencias.



Respuestas:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____



Horizontales

3. Estado de agregación de la materia que se caracteriza por oponer resistencia a cambios de forma y de volumen. En este estado las moléculas se encuentran juntas y correctamente ordenadas, presentando una gran cohesión y formas definidas.
4. Es la menor unidad de la que se compone una imagen digital. Es un acrónimo del inglés (picture element) y significa elemento de imagen.
5. Materia formada a partir de uno o varios compuestos químicos, con una estructura y propiedades de interés, de la que por un adecuado procesamiento se obtienen dispositivos u objetos de interés aplicado.
6. Fase intermedia entre otras dos. Es un sinónimo de fase cristal líquido.
7. Fase cristal líquido o mesofase en las que las moléculas están organizadas en capas.
8. Estado de agregación de la materia en el cual, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, sus partículas constituyentes interaccionan solo débilmente entre sí, adoptando la forma y el volumen del recipiente que las contiene y tendiendo a separarse.
9. Fibras de una aramida cristal líquido desarrolladas por DuPont y que tienen una resistencia excepcional que las hace útiles para fabricar chalecos antibala, cascos de seguridad, composites para material deportivo, etc.
10. Fase cristal líquido o mesofase en las que las moléculas están preferentemente orientadas en una dirección.
11. Parte de la física encargada de determinar calor generado o perdido en procesos físicos o químicas.
12. Es un polímero con enlaces amida, siendo el nylon el ejemplo más cotidiano de poliamida.
13. Poliamida que contiene anillos aromáticos.

Verticales

1. Estado de agregación de la materia en forma de fluido altamente incompresible, con un volumen definido, pero no con forma fija.
2. Macromolécula o molécula de elevada masa molecular. Comúnmente este término está asociado al plástico.
4. Material que transmite de forma selectiva la luz que pasa a su través de forma que solo pasa aquella luz que se propaga en un determinado plano.

04

Cuestiones para pensar

1 • ¿Por qué son tan baratas las pantallas de cristal líquido a pesar de que se preparan de materiales sintéticos difíciles de obtener en comparación con otros materiales?

2 • Nos hemos preguntado alguna vez cuántos millones de moléculas hay en una pantalla de cristal líquido y cómo conseguimos que estén tan ordenadas. ¿Y que se muevan?

3 • A pesar del bajo precio y de que las pantallas cristal líquido son mucho más eficientes que los antiguos televisores catódicos o los de plasma, se buscan otras tecnologías. ¿Por qué?

4 • El Kevlar es un material fantástico: se puede hilar, hacer tejidos, y tiene unas propiedades que compiten con materiales muy resistentes pero más densos como el acero, por lo que se utiliza por ejemplo en chalecos antibala, cascos de seguridad o en material deportivo ligero y de gran resistencia, pero ¿hay alternativas para el Kevlar?

5 • Se habla de la crisis de la energía, pero ¿es posible una crisis de materiales que ponga en jaque las tecnologías que hemos desarrollado?

Respuestas

Bibliografía recomendada

HALL, N. (ed.), 1999. The Age of the Molecule. (Capítulo “THE WORLD OF LIQUID CRYSTALS” p. 161 y sig.) Royal Society of Chemistry, 2712 p.

<http://www.icma.unizar-csic.es/ICMAportal/cristalesLiquidos.do>

<https://www.britannica.com/science/liquid-crystal>

https://www.nobelprize.org/educational/physics/liquid_crystals/history/index.html

Ficha técnica del documental

Guión y realización:

Raquel Giménez

Luis Oriol

Milagros Piñol

M. Blanca Ros

Teresa Sierra

Duración: 11 min

Fecha producción: 15/06/2016

Género: Documental

Color/BN: Color

Este documental se realizó en el Taller de guion y producción de documental científico organizado por la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Zaragoza, con financiación de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT)

ucc.unizar.es

en colaboración con Luis Oriol Langa.



Universidad
Zaragoza



Zaragoza
AYUNTAMIENTO