

L'ANY INTERNACIONAL DEL VIDRE

DESCOBRINT ELS VIDRES QUE ENS ENVOLTEM

Javier Rodríguez Viejo

Departament de Física, Universitat Autònoma de Barcelona

Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia, ICN2

2022 escollit per Nacions Unides com ANY INTERNACIONAL DEL VIDRE



Desde 1959, la Asamblea General de las Naciones Unidas ha designado años específicos como Años Internacionales de las Naciones Unidas para reconocer campos de la actividad internacional y la importancia de sus contribuciones a la sociedad global

Credit: [International Year of Glass](#)

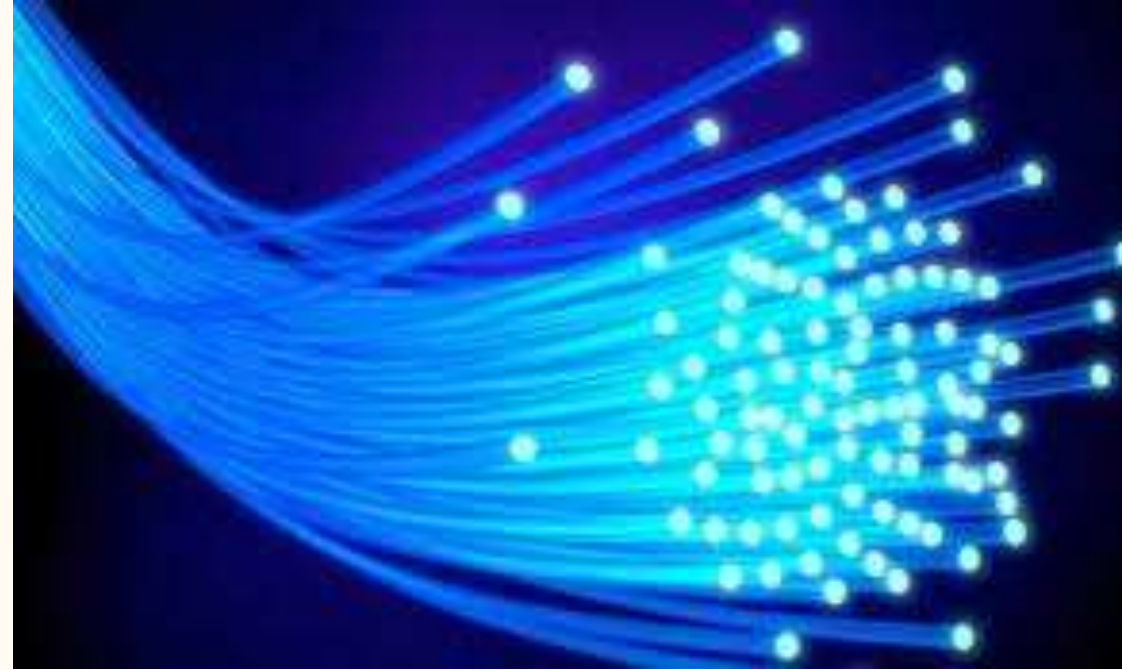


VIDRE: ART, CULTURA, TECNOLOGIA



Vidriera catedral de Girona .. S. XIII

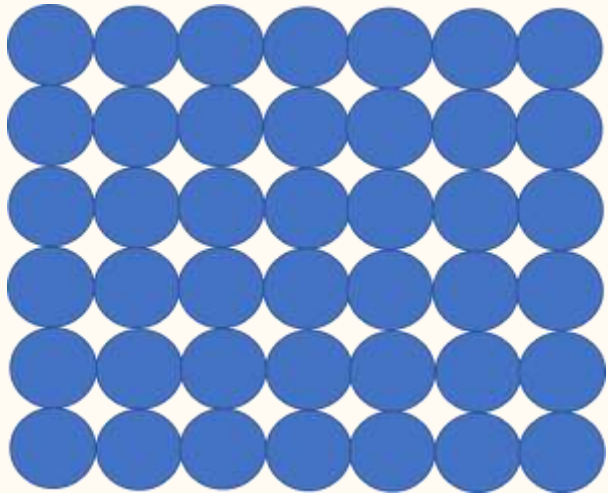
https://elpais.com/ccaa/2019/12/24/catalunya/1577181762_357232.html



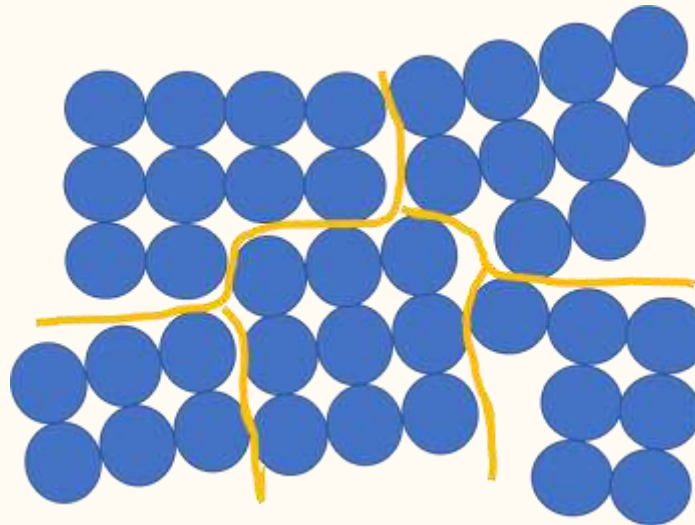
Qué és un vidre?

Concepte molt ampli, sinònim de material desordenat

ORDRE

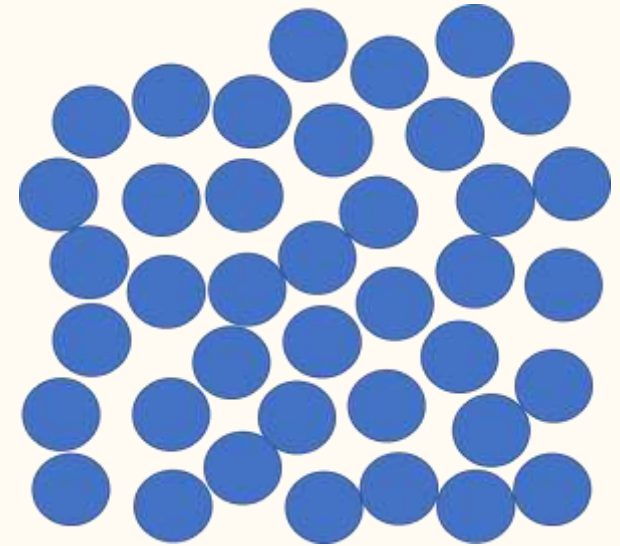


(MONO) CRISTALL



(POLI) CRISTALL

DESORDRE



VIDRE/LÍQUID

TIPUS DE VIDRES

VIDRES D'ÒXIDS



VIDRES METÀL·LICS



VIDRES ORGÀNICS



VIDRES CALCOGENURS



POLÍMERS



ERUPCIÓN VOLCÁNICA LA PALMA >

La lava del volcán de La Palma se convertirá en vidrio bajo el agua

La interacción entre el magma y el mar provoca la vitrificación de la porción de la colada sumergida

3 octubre 2021

Material fos
lava (líquid viscos)



Refredament ràpid



VIDRE

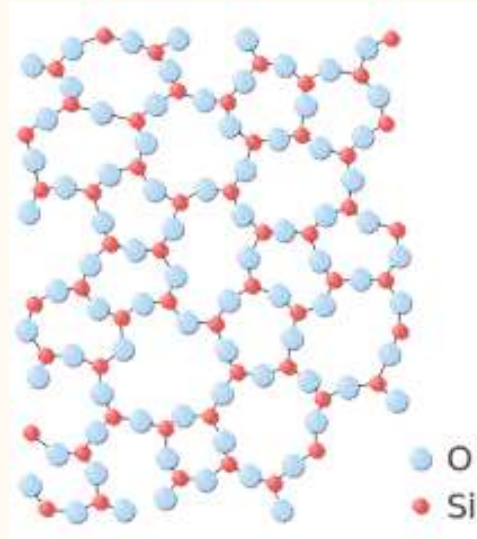


VIDRES -- PERSPECTIVA HISTÒRICA

Obsidiana: formada per **refredament de lava volcànica** amb una composició d'un 70% de sílice i silicats d'alumini



Vidre natural
Ús: Edat de Pedra



DURA i **FRÀGIL**

Fàcil de fracturar deixant 'vores tallants'



Puntes de fletxa



escalpels



ganivets

Vidre fabricat per l'home: Revolució tecnològica

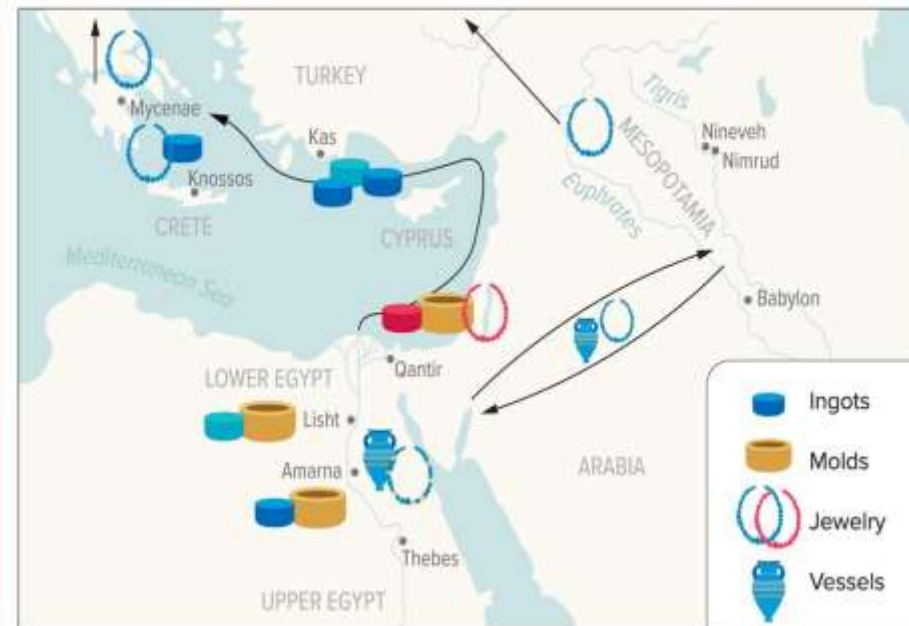
Orígen: Mesopotàmia, antic Egipte 4000 AC.



arena (sílice 70%),
carbonat de sodi,
pedra 'caliza'
Temperatures > 1500°C



Producció de vidre, edat de bronze



La civilització egípcia va fer servir el vidre per usos decoratius i utilitaris



Tumba de Tutankhamon 1350 AC



L'any del Vidre 23- Febrer-2020



Recipient vidre 1400 ac

<https://www.smithsonianmag.com/>

❑ Historia Natural de Plini (S.I dc): primer document en descriure la formació de vidres

❑ ≈ 300 ac apareix la tècnica del soplat (Roma)..... Coneixien la particular viscositat del líquid



S. IV ac



❑ Romans: primeres finestres per aïllar els edificis de les inclemències del temps, amb lluminositat ambiental

❑ A Itàlia els vidriers de Venècia es van concentrar a la illa de Murano.

❑ S.XIII-S. la tecnologia arriba a Bohèmia

❑ Vidres tintats Catedrals



PROBLEMES DE NOMENCLATURA VIDRE --- CRISTALL



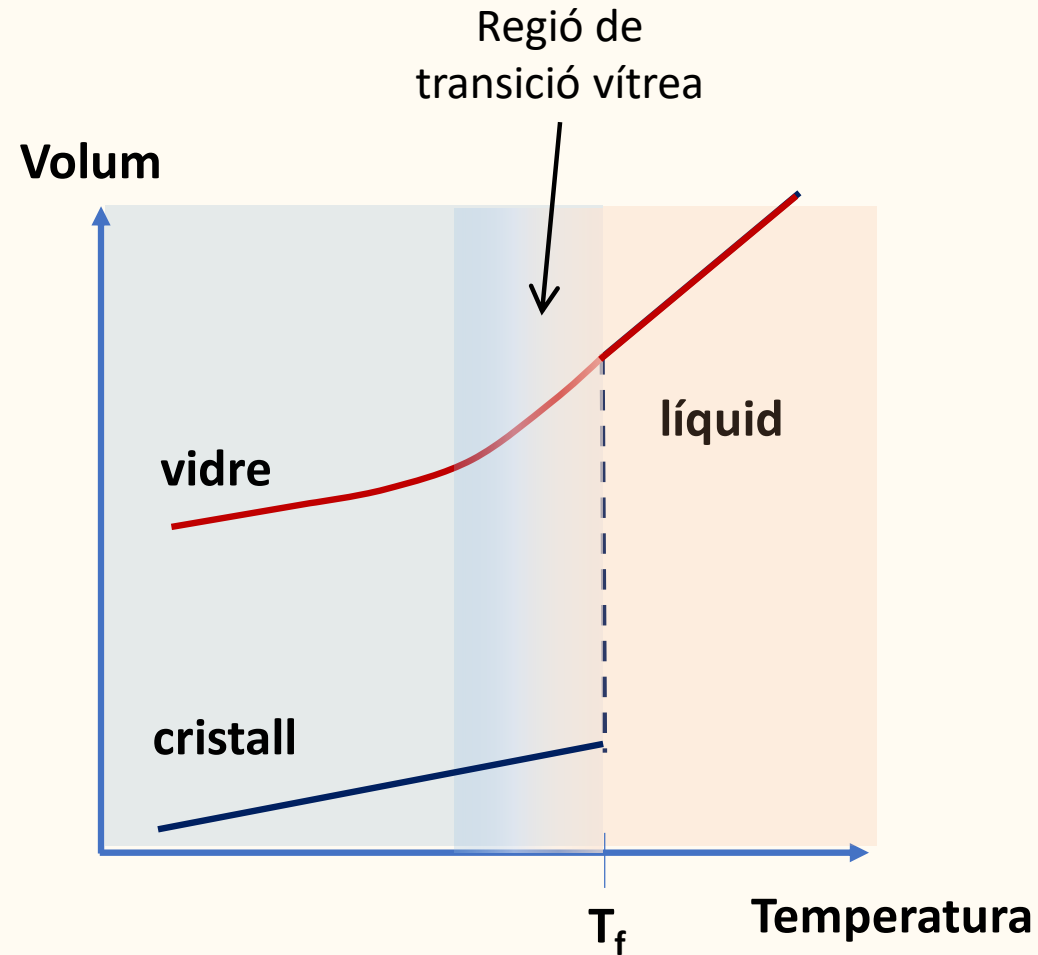
La Cristalera -- Universidad Autónoma de Madrid



Tallers i tendes: cristal·leries

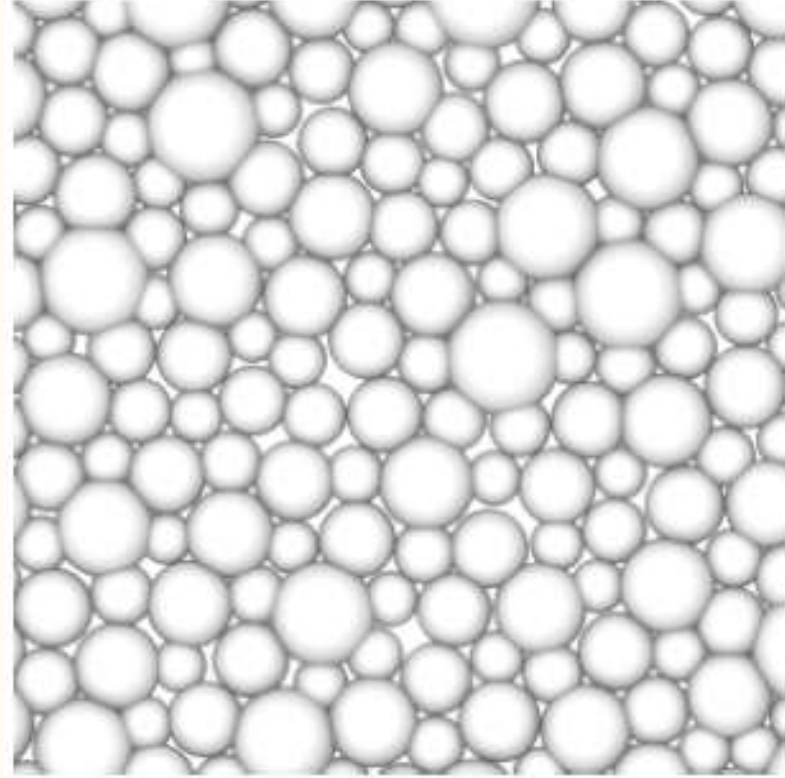
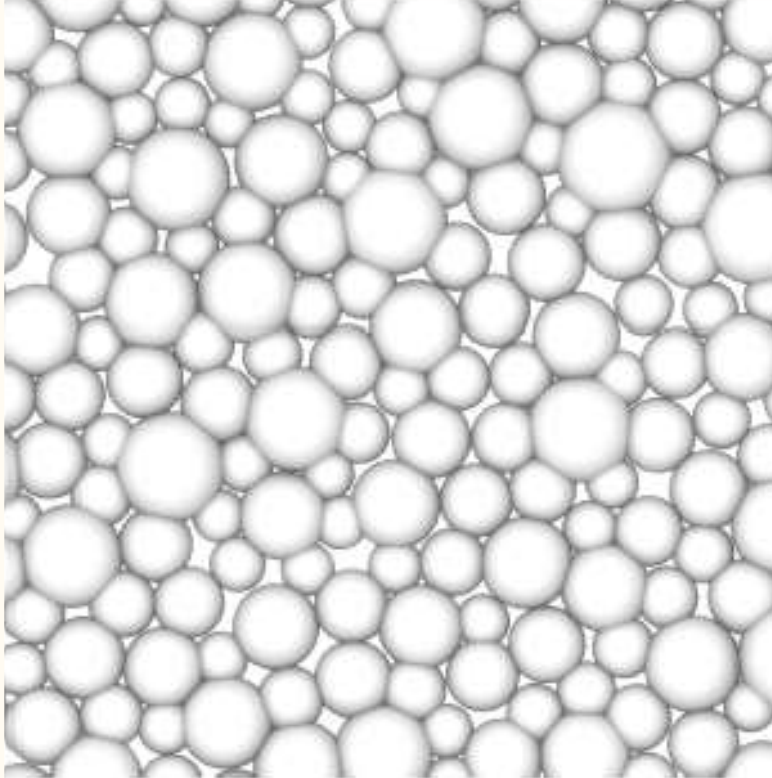


LÍQUID vs CRISTALL/VIDRE





VIDRES: SÒLIDS o LÍQUIDS ?



Imatges: Berthier et al. 2019

La estructura de la dreta flueix 10^{12} vegades més lent que la de la esquerra

Si el moviment atòmic és 1s

moviment atòmic en 10^{12} s \approx 30.000 anys

VIDRES D'ÒXIDS : SILICATS (òxids de silici)

Principal producte és la sílice, SiO_2 : sorra (quars). Temperatura de fusió: 1750°C

Propietats

Químicament inert

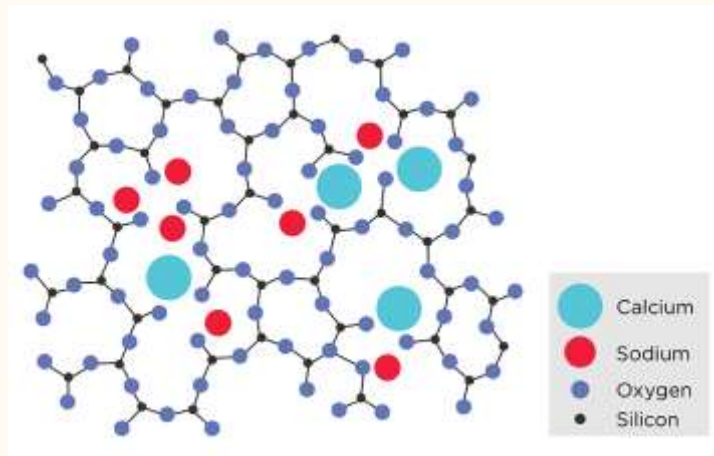
Aïllant elèctric

Mecànicament fràgil

Transparent

Expansió tèrmica reduïda

Vidre comú: 70% sorra, 20 % de òxid de sodi (Na_2O), 10% cal (CaO). $T_f=1500^\circ\text{C}$



Finestres,
envasos,.....

Borosilicat: 80% d'arena, 10-15 % B_2O_3 , 5% sal sòdica

Expansió tèrmica més baixa.

Excel·lent estabilitat química i dimensional.

Vidre per foc (cuina) o vidre de laboratori.....



Silicats de plom: afegint PbO redueix encara més el punt de fusió i la viscositat (100x) del líquid.

Tenen una aparença més brillant i més reflexió especular. Quan la quantitat d'òxid de plom és alta la normativa espanyola permet anomenar aquests vidres: 'cristal de plomo'.

Tabla 2.1. Aditivos de color del vidrio común y efecto conseguido

Sustancia añadida	Color resultante
Óxido de hierro (II)	Verde azulado
Óxido de hierro (II) y cromo	Verde muy intenso
Azufre, junto con sales de hierro y carbono	Ámbar (desde amarillo a prácticamente negro)
Manganeso	En pequeñas cantidades, elimina el tinte verde dado por el hierro; en concentraciones más altas, color violeta
Dióxido de manganeso	Morado oscuro
Cobalto	En pequeñas concentraciones (del 0.025 al 0.1 %), color azul
Óxido de cobre	Del 2 al 3%, color azul turquesa
Níquel	Azul o violeta, e incluso negro
Cromo	Verde oscuro (en concentraciones altas, incluso color negro)
Cromo y óxido de estaño y arsénico	Verde esmeralda
Titanio	Marrón amarillento
Uranio	En concentraciones del 0.1 al 2 %, amarillo o verde estridentes



VIDRES TREMPATS

Un dels problemes dels vidres de silicats és la **FRAGILITAT**

Vidres d'òxids (transparents) reforçats mecànicament per evitar la fractura.

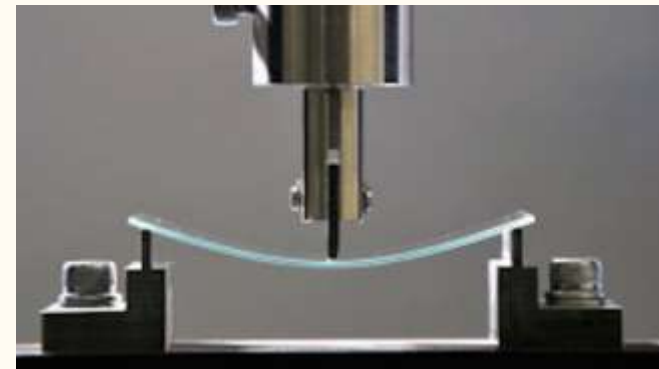
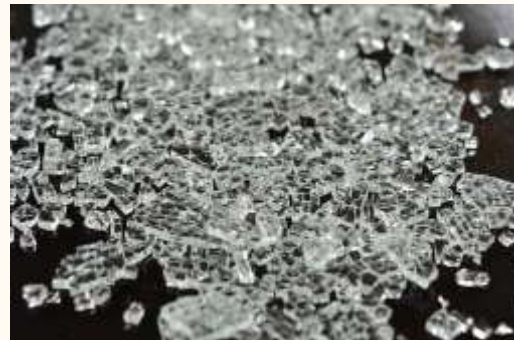
Vidres d'alta resistència a la fractura

Mètode tèrmic. Refredament ràpid i controlat en superfície

Mètode químic. Inclusió d'ions més grans.

✓ Unes 5 vegades més resistents que el vidre comú

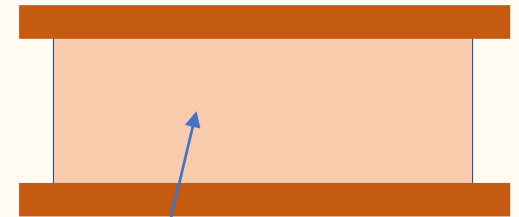
✓ Trenca en trossos petits



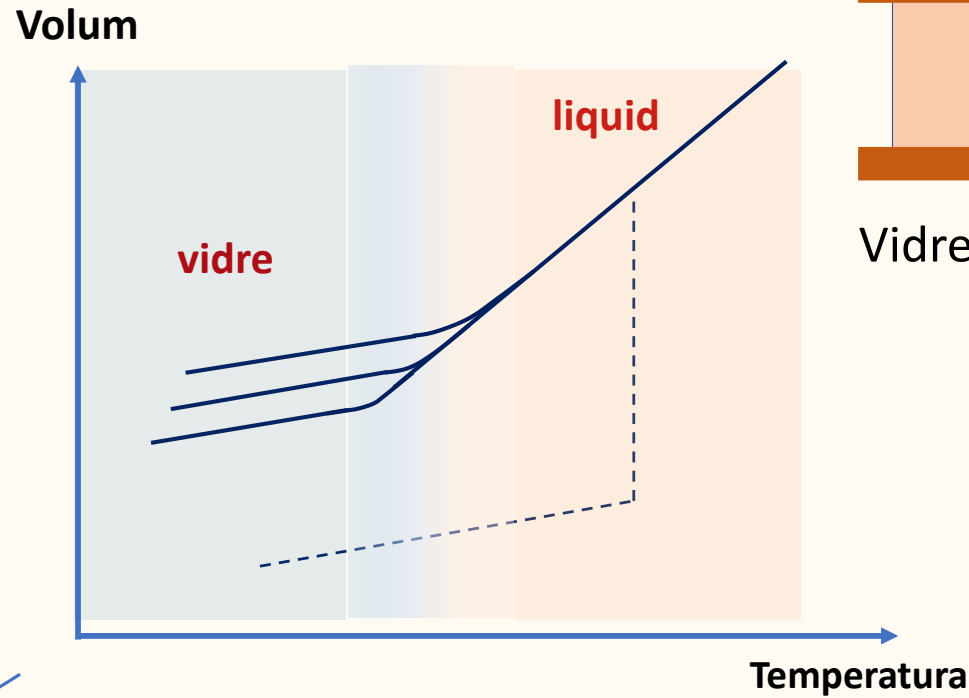
Trempat tèrmicament

vidre T elevada
estat viscós

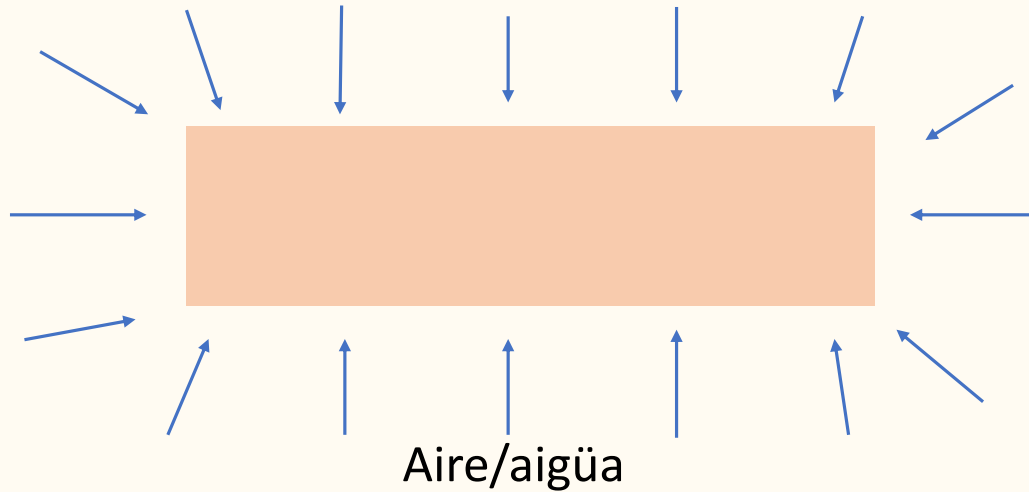
Vidre refredat ràpidament



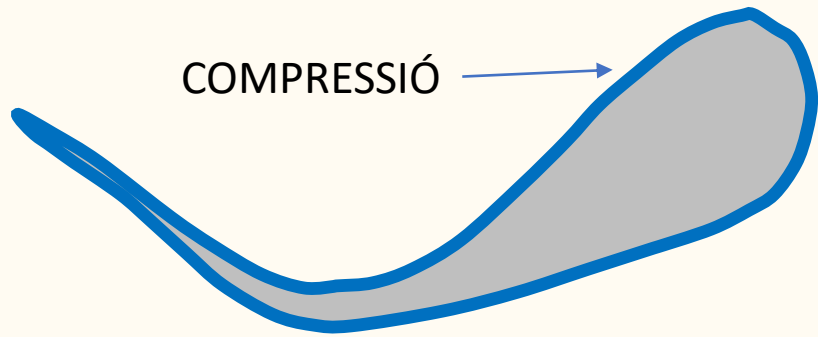
Vidre refredat lentament



Refredament ràpid superficial



FORMACIÓ DE GOTES DEL PRÍNCIP RUPERT

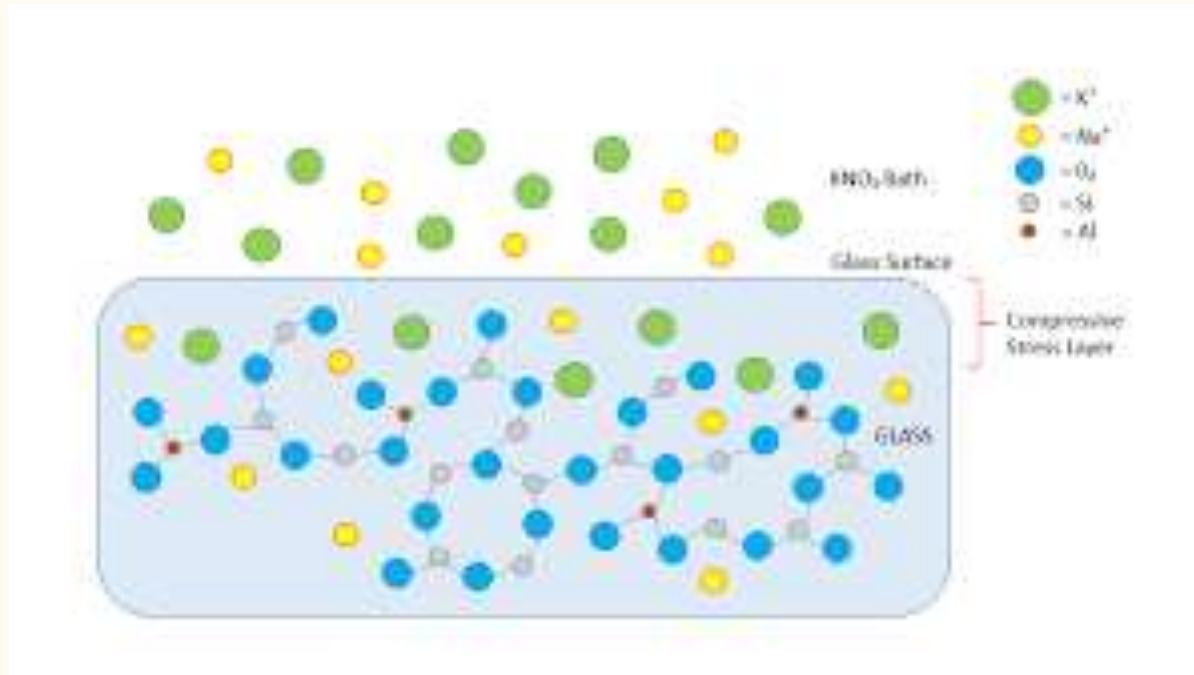


Trempat químic

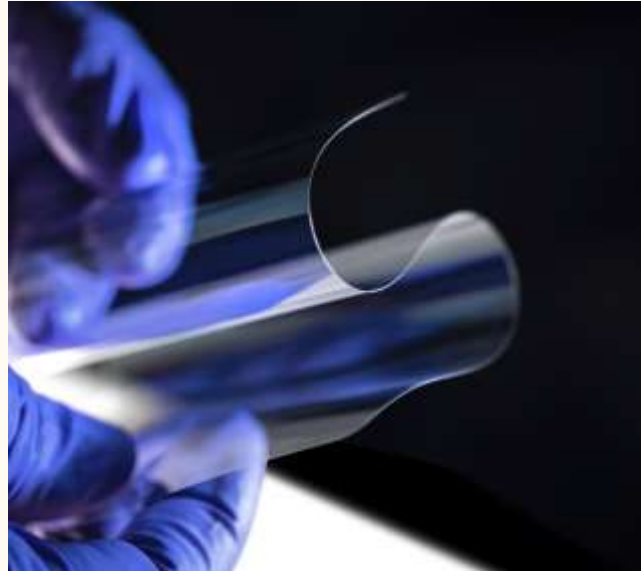
Intercanvi iònic amb ions de K^+ més grans que els de Na^+

Major control del procés

Important per vidres molt prims



Vidres enfortits químicament



Corning vidre plegable

autoinjector epinefrina per xocs
anafilàctics



Vials
per vacunes

Vidres tous



Aïllaments tèrmics i acústics

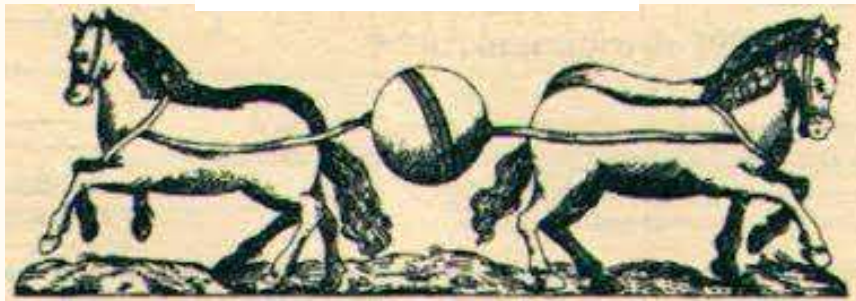
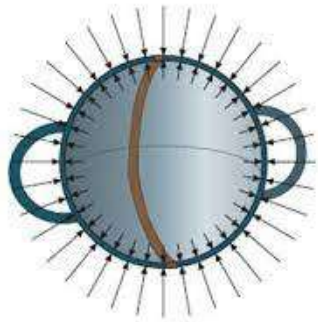
El vidre comú no és un bon conductor tèrmic però és insuficient per garantir la estabilitat tèrmica o una baixa sonoritat en interiors

Vidre de càmera



Gas

Buit?



Hemisferis de Magdeburg --- 1650

Vidre laminat



Polímer adhesiu transparent

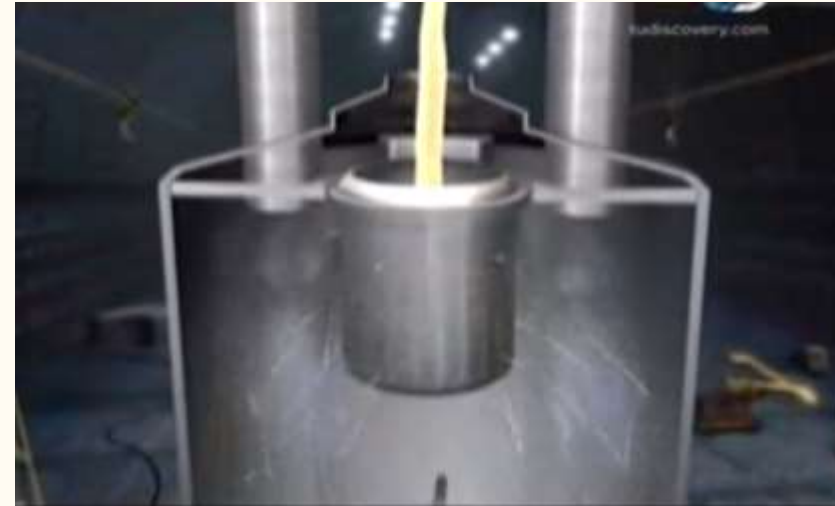
Ús en vidres de seguretat

Mampares, portes,

Lunetes de vehicles

Construcció

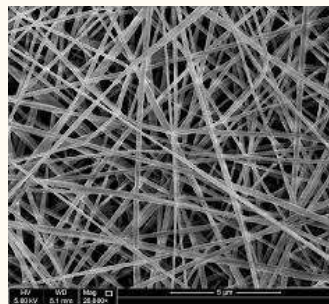
FIBRA DE VIDRE (aïllaments tèrmics i acústics)



Avantatges: durabilitat, lleuger, electricament aïllant, respectuós amb medi ambient, no és inflamable.

Elevada resistència tèrmica (molt baixa conductivitat tèrmica), estalviament energètic.

Control de soroll.



Estructura fibrosa + bolses d'aire



VIDRE EN COMUNICACIONS: FIBRA ÒPTICA

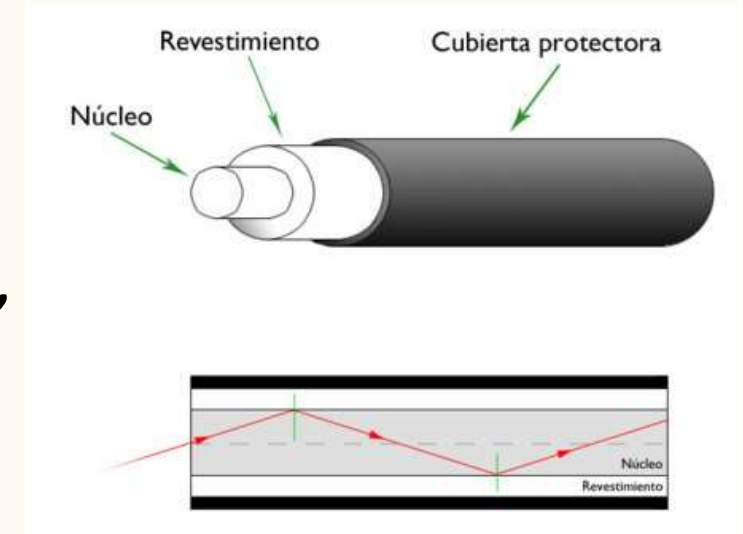
element essencial del desenvolupament tecnològic de la era de la informació en que viu la nostra Societat

Sílice (SiO_2) de gran puresa

La llum es pot **propagar grans distàncies** dintre del vidre sense interferències

La variació d'índex de refracció amb la coberta fa que la **llum** estigui **'atrapada'** en el nucli.

La fabricació de la fibra és basa en la propietat dels **vidres** de **poder ser estirats** durant el seu refredament fins el diàmetre requerit (aprox. 1/8 mm)



VIDRES BIOACTIUS per aplicacions mèdiques

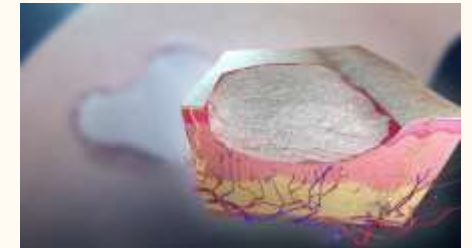
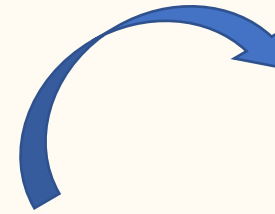
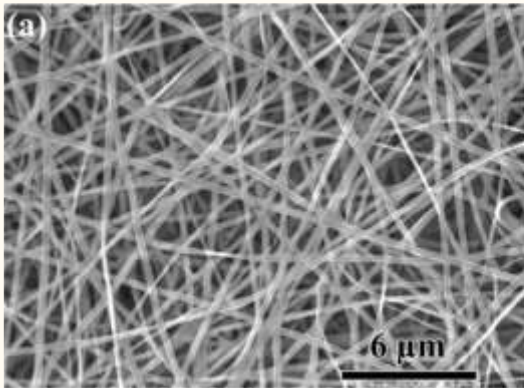
Curació de ferides

Composició base: **Vidres borats** ---- B_2O_3

Apòsits sanitaris amb nanofibres de vidre bioactiu capaços de cicatritzar ferides cròniques

Pacients amb diabetis i altres malalties que dificulten la cicatrització

Fibres de vidre bioactiu



Vidres que es **degraden** molt més **ràpidament** que els de base SiO_2 → **solubles**

Amb afegits de CaO , etc.. i metalls com Ag^+ (**antibacterians**)

VIDRES A L'ESPAI: mirall del telescopi Hubble

Requereix materials d'**expansió tèrmica ultrabaixa** i gran **qualitat superficial** (sense defectes)

Sílice i 10% d'òxid de Titani



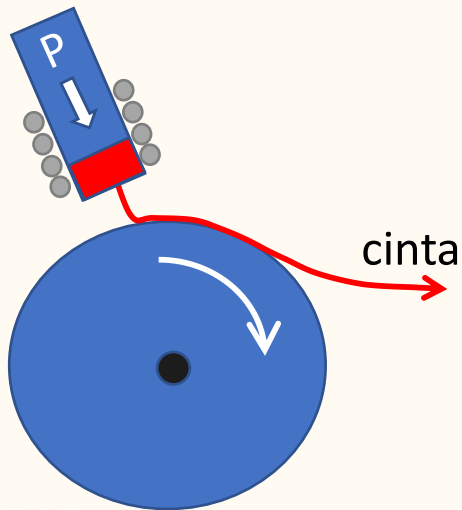
Podem formar vidres amb altres famílies de materials? Per exemple amb metalls?

Problema: els metalls (alumini, or, coure) tenen estructures cristal·lines simples i cristal·litzen molt fàcilment.

Per obtenir Alumini en estat vitri (desordenat): Hauria de fondre el metall a 660°C i refredar-lo a 10^{10} K/s



Solució: Afegir més àtoms metàl·lics per introduir complexitat en la estructura.
La velocitat de refredament baixa a 10^5 - 10^6 K/s. Tecnològicament possible.



VIDRES METÀL·LICS

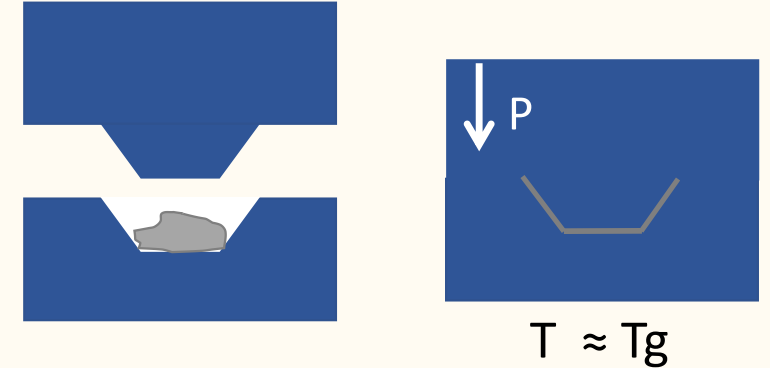
Vidres metàl·lics massius: buscant composicions adients amb més de 3 elements que en refredar més lentament no cristal·litzin.



Fundició directa



Conformació (termoplàstics)



Propietats: (metalls – plàstics)

Homogeneïtat química i estructural

Bons conductors de la calor i la electricitat.

Alt brill metàl·lic. Superfícies sense defectes i molt reflectants

Molt durs i resistents

En l'estat viscós es poden deformar o imprimir per conformar qualsevol forma

Resistència a la corrosió i degradació.

Alguns tenen propietats magnètiques (Fe-, Ni-, Co-)



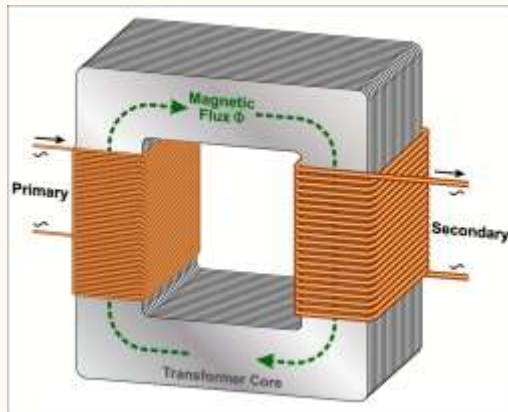
algunes APLICACIONS DE VIDRES METÀL·LICS

Basats en zirconi o titani -- vitreloy

**pals de golf,
raquetes de tenis,
bats beisbol**



Carcases telèfons



V_{alt} a V_{baix}

nuclis de transformadors
(alta potència): reducció de perdues

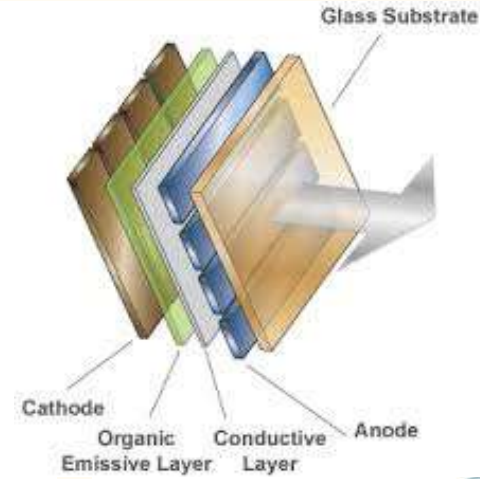
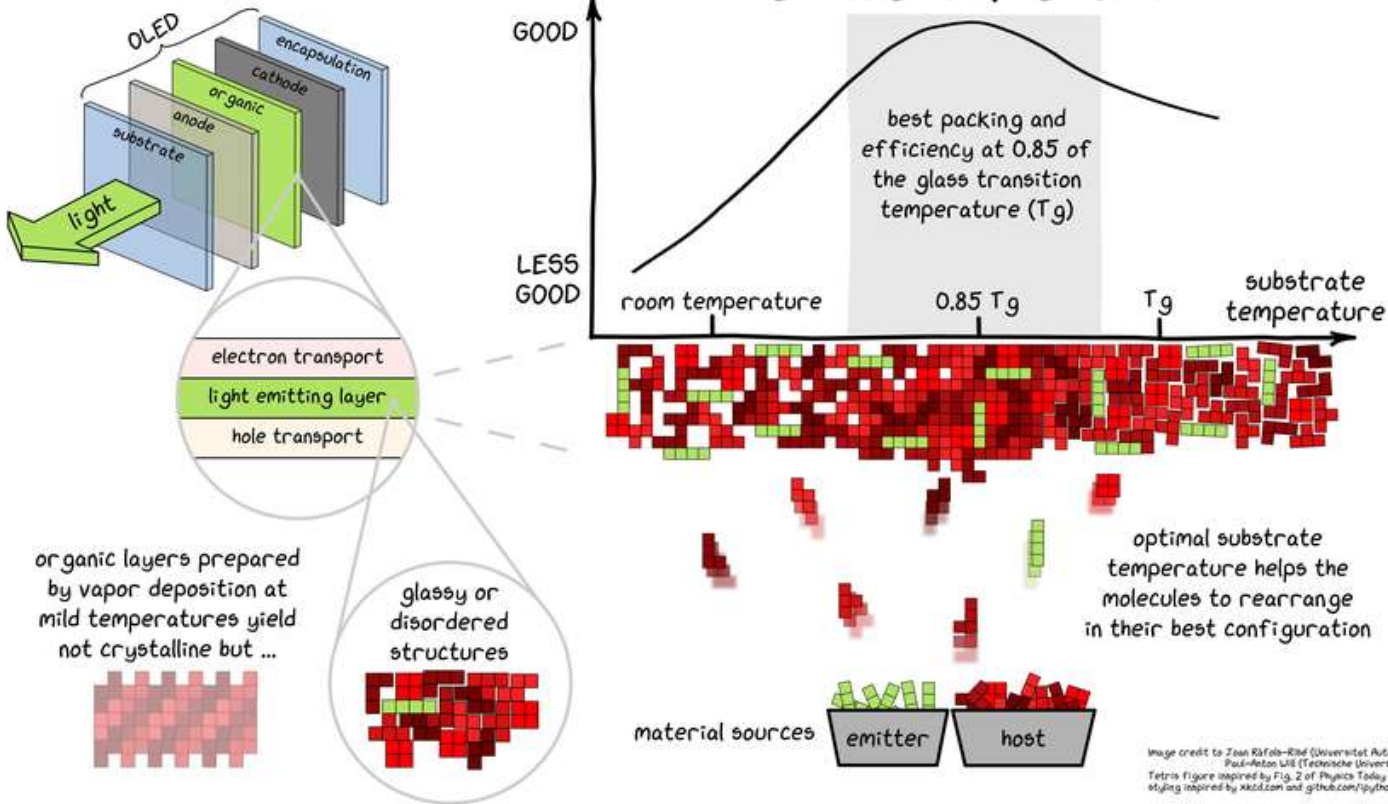


VIDRES ORGÀNICS per DISPOSITIUS ELECTROLUMINISCENTS (LED)

LEDs orgànics (OLEDs): Formats per molècules petites orgàniques i semiconductoros

IMPROVING OLEDs ON THE NANOSCALE

EFFICIENCY/DENSITY



Displays

Image credit to Joan Rífolà-Ribé (Universitat Autònoma de Barcelona) & Paul-Anton Weh (Technische Universität Dresden).
Tetris figure inspired by Fig. 2 of Physics Today 69, 1, 10 (2016) and styling inspired by kkd.com and github.com/pythoo/kkd-fast

RESUM



A bundle of fiber optic cables is shown against a dark grey background. The cables are illuminated from the left, creating a bright, glowing effect. A central circle with a double black border contains the word "GRÀCIES" in a bold, black, sans-serif font.

GRÀCIES