

MATERIALS NANOESTRUCTURATS

àmbit 5, IN²UB

Enric Bertran

Joan Esteve

José María Gutiérrez

Jordi Ignés

Guillermo Muller

Elisa Vallés

Punts generals de l'àmbit

- o Objectiu
- o Línies de recerca de l'àmbit
- o Grups de recerca
- o Investigadors
- o Equipament
- o Línies de recerca
- o Contactes

Objectiu

“Preparació i caracterització de materials nanoestructurats funcionals ”

Aquest objectiu abasta:

- a) El desenvolupament de materials amb propietats millorades resultants de la seva estructura nanomètrica.
- b) La seva caracterització física, química i funcional.
- c) Les possibles aplicacions dels materials nanoestructurats als diferents àmbits de la Ciència i la Tecnologia

Línies de recerca de l'àmbit

Àmbit 5è, Materials nanoestructurats

- 5.1. Síntesi, nanofabricació i nanomanipulació.
- 5.2. Capes primes, multicapes nanoestructurades i recobriments.
- 5.3. Nanopartícules, gels, nanofibres, nanofils i nanotubs.
- 5.4. Òxids metàl·lics nanoestructurats.
- 5.5. Materials nanocompostos.
- 5.6. Materials mesoporosos i nanopatrons.

Grups de recerca

- CH: *Catàlisi Homogènia*
Guillermo Muller → guillermo.muller@qi.ub.es
- ESC: *Enginyeria de Sistemes Col·loïdals*
José María Gutiérrez → josemaria.gutierrez@ub.edu
- FEMAN: *Física i Enginyeria de Materials Amorfs i Nanoestructurats*
Enric Bertran → ebertran@ub.edu
- GECPN: *Grup d'Electrodeposició de Capes Primes i Nanoestructures*
Elisa Vallès → e.valles@ub.edu
- SEG: *Surface Engineering Group*
Joan Esteve → joan.esteve@ub.edu
- SOC & SAM: *Self Organized Complexity and Self Assembled Materials*
Jordi Ignés → jignes@ub.edu

Equipament

Tècniques de preparació

Nanofabricació (bottom-up):

- Transferència Langmuir-Blodgett.
- Tècniques electroquímiques de nanofabricació
- Mètodes químics de nanofabricació
- Mètodes mecànics de preparació de nanopartícules
- Preparació compostos organo-metàl·lics
- Depòsit químic en fase vapor, CVD:
 - CVD tèrmic
 - PECVD RF i DC-polsat
 - MOCVD
- Depòsit físic en fase vapor, PVD:
 - Evaporació amb canó d'electrons
 - Polvorització catòdica magnetró DC, RF i DC-polsat (*sputtering*)
 - Arc catòdic

Nanomanipulació

- Control de monocapes de Langmuir (balances de Langmuir).
- Spincoater
- Nanolitografia de feix d'electrons.
- Gravat iònic (IBE, RIE)

Tractaments

- Tractaments tèrmics en condicions de buit
- Tractaments electroquímics
- Tractaments amb plasma i bombardeig iònic

Available equipment other than routine instruments

- High-pressure reactors
 - Berghof: Units of 100 cm³ (2) and 250 cm³ (1) with magnetic stirring and electric heating jacket. Max. operating pressure 100 (2) and 150 (1) Bar.
 - 1 Grignard type reactor of 100 cm³ capacity with magnetic stirring and thermostatic jacket. Max. operating pressure 60 Bar.
 - Autoclave Engineers: 1 unit of 50 cm³, magnedrive stirring system. Max. operating pressure 200 Bar. Mass flow and pressure control available.
- Analytical tools: GC and HPLC equipped with chiral columns

Equipament

Tècniques de caracterització

Estructura i morfologia (CCiT-UB)

- SEM, TEM, HRTEM, SAED
- XRD, LAXRD
- Superfície específica BET

Visualització

- Microscopis d'angle Brewster (BAM).
- Equipament de digitalització i tractament d'imatges
- Visualització de dipòsits mitjançant cristalls líquids.

Nanomètriques

- Perfilometria (CCiT-UB)
- Microscòpia de rastreig AFM/STM.
- Interferometria (CCiT-UB)
- Granulometria (CCiT-UB)

Propietats òptiques

- Espectrofotometria UV-VIS (CCiT-UB)
- Polarimetria UV-VIS-FTIR de fase modulada i de dispersió
- Turbiscan: Aparell per a la mesura de l'estabilitat de sistemes dispersos

Propietats químiques

- Tècniques electroquímiques de caracterització/anàlisi de làmines primes

Espectroscòpiques i d'anàlisi

- Perfil de composició: SIMS, GDOES.
- Anàlisi SCT-UB (EELS, EDX, ESCA, SAM, EA),
- Espectroscòpiques (FTIR, Raman, XRF)

Diagnosi de plasma

- Sondes elèctriques: Langmuir, sonda Z
- QMS
- OES, el·lipsometria

Propietats mecàniques i tribològiques

- Reòmetres i viscosímetres: diversos aparells cobrint un ampli rang de mesura
- Tensiòmetre: mesures de tensions, superficials i interfacials, d'angle de contacte i d'angle de lliscament
- Tribologia: fricció, desgast, angle de contacte
- Nanoindentador (duresa, mòdul elàstic))
- Perfilometria 1-2D, stress

Línies de recerca específiques dels grups

CH: línies 5.2 i 5.3

- Catàlisi Homogènia

ESC: línies 5.4 i 5.6

- Optimització i escalat en la preparació de nanoemulsions, nanopartícules i materials nanoestructurats Formulació i preparació de recobriments autorentables

FEMAN: línies 5.2, 5.3 i 5.4

- Materials nanoestructurats: electrodes de potència, sensors, dispositius de llum dispersada, partícules core@shell.
- Superfícies nanoestructurades: noves propietats de superfície.

GECPN: línies 5.2 i 5.5

- Preparació electroquímica de recobriments nanoestructurats (làmines heterogènies, *composites*, multicapes, *templates* d'alúmina)
- Electrodeposició de microestructures metàl·liques amb propietats conductores, magnètiques o magnetoresistives per la seva implementació en dispositius

SEG: línia 5.2

- Obtention of coating materials with high wear and corrosion resistance and improved tribological properties.
- Research on extreme hard materials with nanometric structure

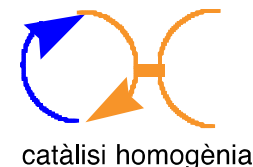
SOC & SAM: línies 5.1 i 5.2

- Monocapes de materials fotosensibles: preparació de capes primes monodisperses constituïdes per dominis homòquinals amb propietats òptiques no-lineals.
- Capes primes de nanopartícules: fabricació de materials fotònics



**Montserrat Gómez
Guillermo Muller**

....



Catàlisi Homogènia (CH) Departament de Química Inorgànica

Research interest:

Synthesis of chiral ligands P- and N- donors.

Preparation of organometallic compounds of Pd, Rh and Ru.

Organometallic Complexes and metal nanoparticles in Homogeneous Catalysis:

C-C bond formation and hydrogenation

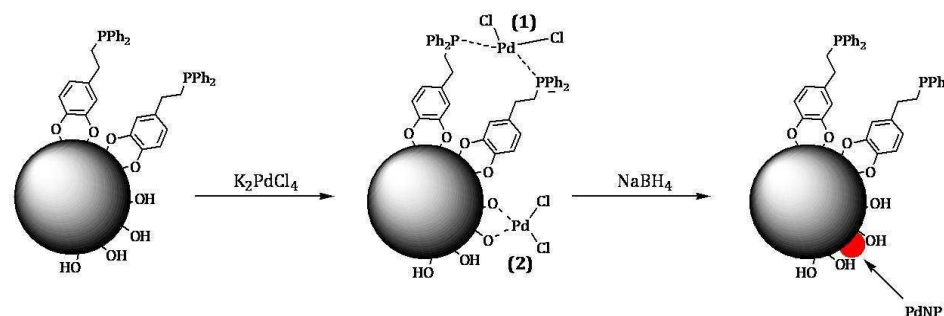
Singular reactivity of metallic nanoparticles

Catalyst separation of the reaction medium

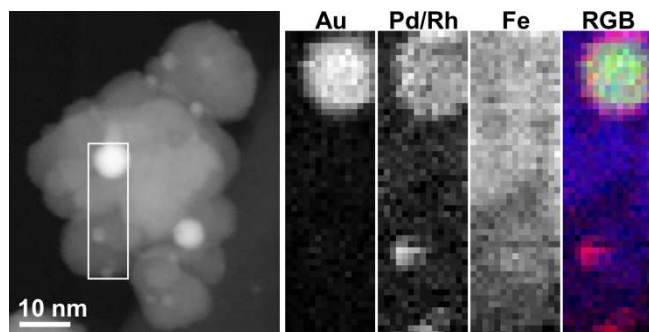
The **current activity** of the Homogeneous Catalysis Group in the area of nanoscience is focused on the development of new systems based on nanoparticles (NPs) of two types: metallic nanoparticles of Pd or Ru whose surface has been functionalised with ligands and Fe_3O_4 nanoparticles containing several metals such as Pd, Rh or Au deposited on their surface.

The aim is the exploration of the potential of these NPs as reusable catalysts in organic synthesis to be used in sequential reactions like Suzuki C-C cross-coupling reactions or hydrogenation.

An example of the **synthetic methodology** used to prepare such systems is depicted in the Figure. (Chem. Eur. J., 2013, 19, 11963 – 11974).

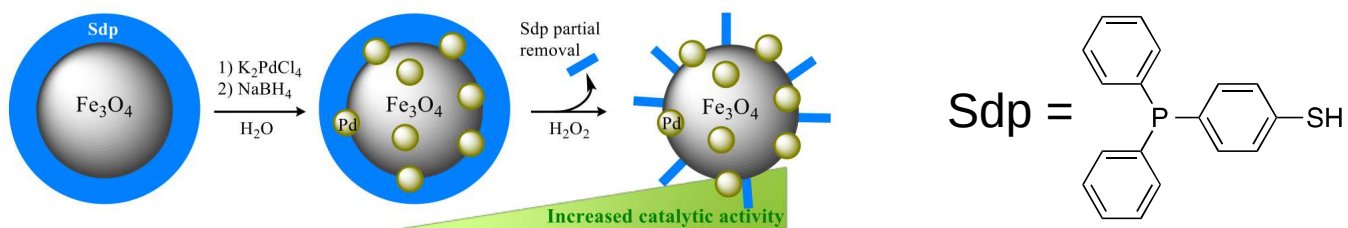


In this way is possible to **load the Fe_3O_4 particle with different metals** as shown in the Figure

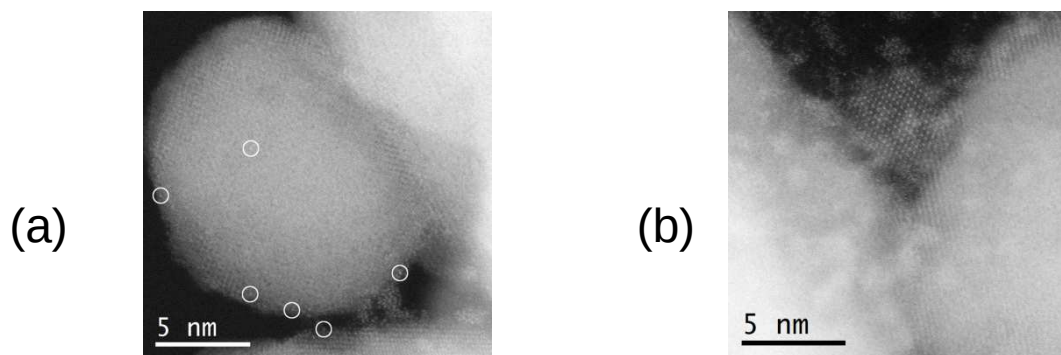


HAADF-STEM image of $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{dopPPh}_2@\text{Pd}/\text{Au}/\text{Rh}$ and elemental maps calculated from the EDX image obtained from the area outlined with a white rectangle. The RGB map is generated using red for Pd/Rh, green for Au, and blue for Fe.

Other example is the **Palladium immobilization on magnetite nanoparticles** achieved using a mercapto phosphine linker. The partial removal of this linker makes this system one of the best efficient catalysts for Suzuki and hydrogenation reactions. (RSC Advances, 2015, 5, 91340 – 91348).



HAADF-STEM images of $[\text{Fe}_3\text{O}_4\text{Sdp@Pd}]_{\text{ox}}$. (a) Palladium single atoms (white circles) on the magnetite support. (b) Pd nanoparticles are seen with enhanced contrast on the magnetite surface.



Miembros del Grupo

- María Isabel Capdevila Gallardo
- Carmen González Azón
- José María Gutiérrez González
- Alicia Maestro Garriga
- Anna May Masnou
- Esther Santamaría Hernández

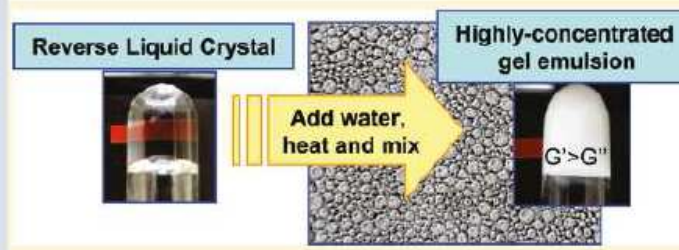
Líneas de investigación

- Preparación y aplicación de materiales meso-macroporosos
- Aplicación de sistemas coloidales en cosmética y alimentación
- Encapsulación de ingredientes funcionales
- Reología de sistemas coloidales
- Escalado industrial en la preparación de sistemas coloidales

Proyectos

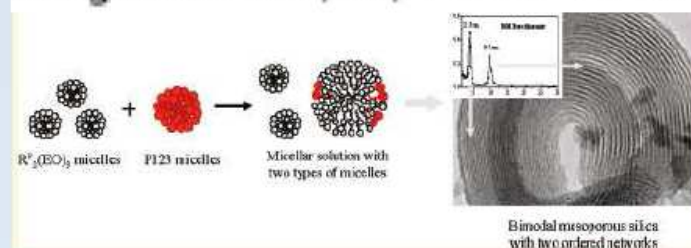
- CTQ2011-29336-C03-02-Tecnologías de Autoagregación de Compuestos Anfífilos para Aplicaciones en Alimentos Funcionales y Cosmética
- IPT-20111008-Characterización de CBA's y Tecnología de Alimentos. INCOMES
- CTQ2008-06892-C03-03/PPQ Obtención de estructuras Meso/Macroporosas a partir de Emulsiones Altamente Concentradas: Escalado y Aplicación en Tecnología de Alimentos

Langmuir 2011, 27, 2286–2298



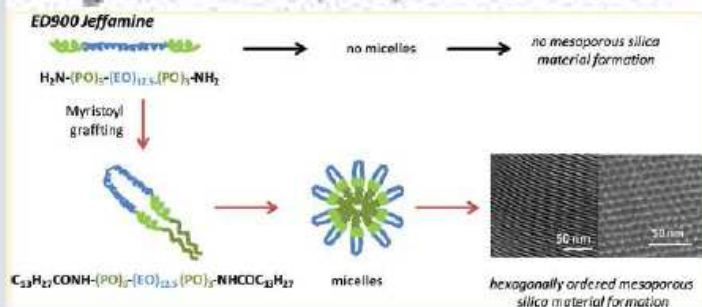
Phase Behavior and Rheological Analysis of Reverse Liquid Crystals and W/12 and W/12 Gel Emulsions Using an Amphiphilic Block Copolymer

Langmuir 2011, 27, 14000–14004



Coexistence of Two Kinds of Fluorinated Hydrogenated Micelles as Building Blocks for the Design of Bimodal Mesoporous Silica with Two Ordered Mesopore Networks

Langmuir 2012, 28, 9816–9824



Tailored Jeffamine Molecular Tools for Ordering Mesoporous Silica

J Porous Mater (2014) 21:263–274

266

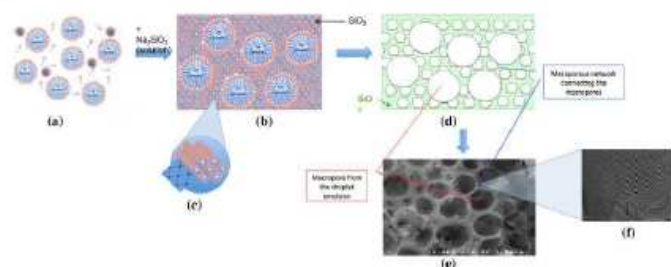


Fig. 1 Co-templating approach combining a cooperative templating mechanism: a Emulsion formation; b Self-assembly of the free molecules of surfactant; c Polymerization of the silica precursor in the hydrophilic region; d Elimination of the disperse phase and the surfactant template; e SEM images of the macropores of the material; f Ordered net of macropores that links the net of macropores

Preparation of structured meso–macroporous silica materials: influence of composition variables on material characteristics

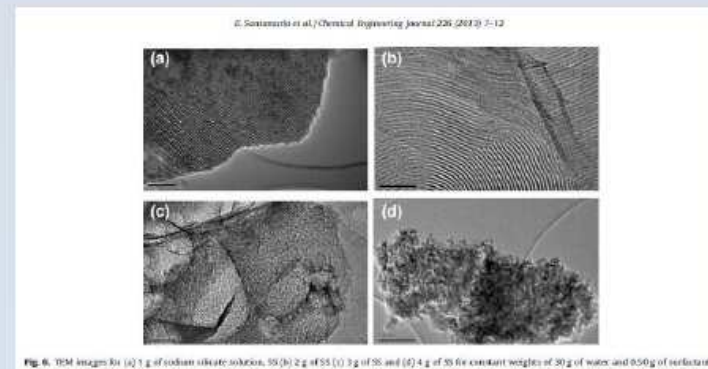
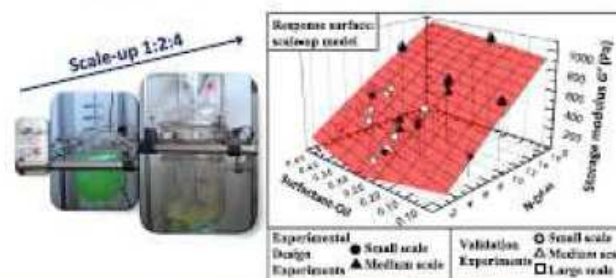


Fig. 6 TEM images for (a) 1 g of sodium silicate solution, (b) 2 g of SS, (c) 3 g of SS and (d) 4 g of SS for constant weights of 30 g of water and 0.50 g of surfactant

A novel approach to the industrial preparation of mesostructured silica: Use of ion exchange resin and study of the effect of composition variables

Chemical Engineering Science 111 (2014) 410–420



Scale-up model obtained from the rheological analysis of highly concentrated emulsions prepared at three scales

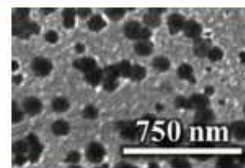
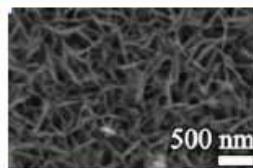
Dr. Elisa Vallés (e.valles@ub.edu)

Dr. Elvira Gómez

Albert Serra

Joan Vilana

Dpt. Química Física



làmines contínues, poroses, multicapa, oxidades, **composites...**

Mat. Lett. 159 (2015) 154, *Electrochem. Commun.* 46(2014)79, *J. Electroanal. Chem.* 720(2014)101

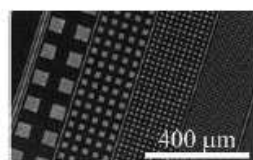
Què?

Preparació electroquímica micro/nanoestructures

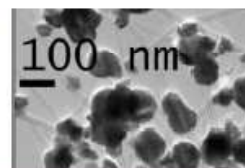
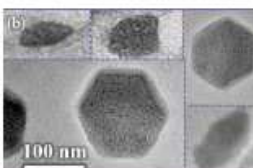
De?

metalls (Co, Ni, Cu, Pt...)

i aliatges (CoPt, CoNi, CoNiPt, CuNi, CoNiMo...)



dipòsits sobre fotolito



NPs sobre substrats, CNTs ...

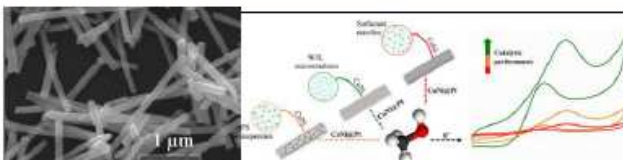
Electrochim. Acta 164(2015)187, *RSC Adv.* 4(2014)34281, *ACS Nano* 8(2014)4630, *Mat. Lett.* 124(2014)8

En?

-dissolucions aquoses

-microemulsions

-líquids iònics



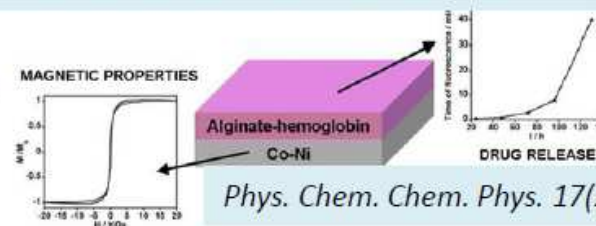
NWs compactes i mesoporosos

Electrochim. Acta 174 (2015) 630, *Int. J. Hyd. Energy* 40 (2015) 8062, 39(2014)6705, *J. Alloy Comp.* 646 (2015) 669, *Nanomaterials* 4(2014)189,

Per?

Aplicacions

magnètiques
magnetoresistives
catalitzadors, piles combustibles
sensing (glucosa, urea...)
bio

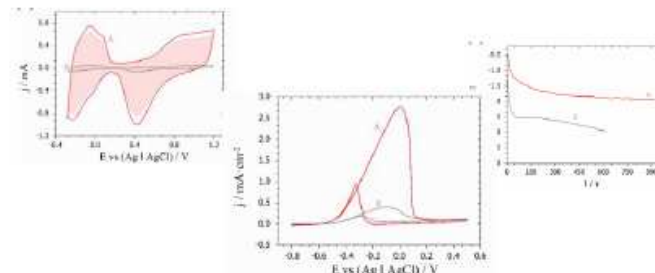


Micro/nanoestructures biocompatibles

Phys. Chem. Chem. Phys. 17(2015)1630,

Experteses/equipaments

- Tècniques **electroquímiques** preparació i caracterització
- Tests **electrocàtlisi**
- Tests **corrosió**
- Caracterització: **conductivitat, viscositat, XRF, OM, UV...**



Projectes i Contractes vius

- Contracte amb Solvay Specialty Polymers Italy: metalització, utilitzant solucions de líquids iònics, de determinades superfícies
- CTQ2014-61914-EXP (amb U. Burgos): Membranes conductores "Janus" de NPs metàl·liques sobre pel·lícules de SWCNTs sense suport físic
- TEC2014-51940-C2-2-R (amb M. Lluïsa Pérez, Farmàcia): (Bio)funcionalització de micro-nanoèines en suspensió per aplicacions en cèl·lules vives

Darreres Tesis

- Electrodeposició de capes metal·liques per a la seva incorporació en sensors i actuadors. Meritxell Cortés. 2012
- Electrochemical preparation of Co-Ag nanostructured materials for GMR applications. José Manuel García. 2010



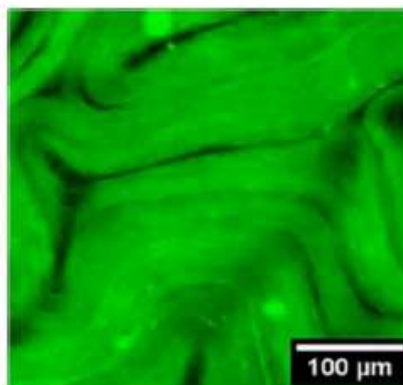
Departament de Química Física
Universitat de Barcelona

www.ub.edu/socsam

Permanent Group Members: Rosa Albalat, Josep Claret, Joan Anton Farrera, Jordi Ignés, Ramon Reigada,
Francesc Sagués (PI)

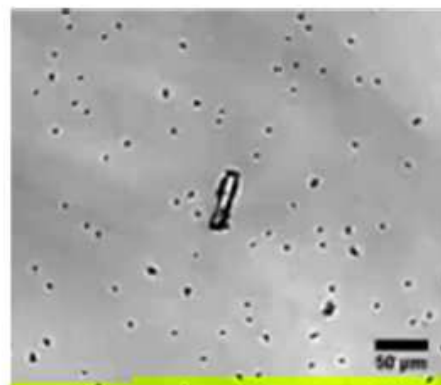
Current Research Projects

Active biomaterials



Gels formed by biofilaments crosslinked by cytoskeleton motor proteins result in biomaterials that exert mechanical work through consumption of environment chemical energy.

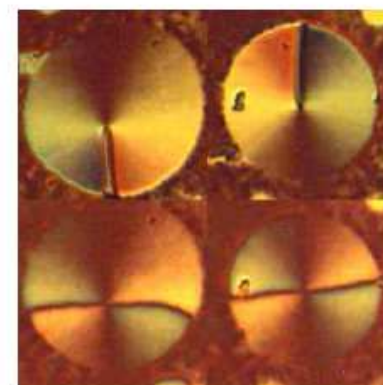
Colloidal transport in complex fluids



We explore phoretic mechanisms to drive solid or liquid colloidal inclusions in lab-on-a-chip environments.

Soft Matter, 2014
Ang. Chem. Int. Ed., 2015

Functional Langmuir-Blodgett films

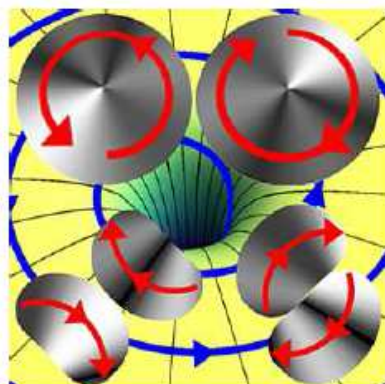


Surfactant or nanoparticle films are assembled at the air/water interface and transferred on solid surface for device applications.

Phys. Rev. Lett., 2011
Soft Matter, 2014

Additional expertise and capabilities

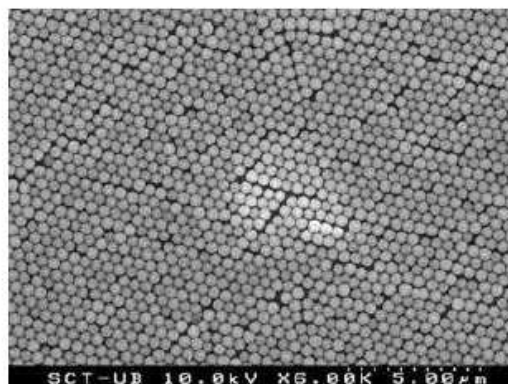
Control of surfactant films



Using **Brewster angle microscopy** we can characterize the self-assembly of surfactant molecules at the air/water interface

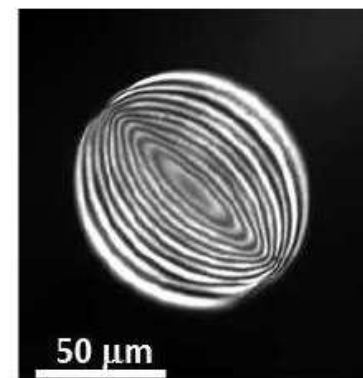
Phys. Rev. Lett., 2009
Nat. Commun., 2012

2d colloidal crystals



Taking advantage of our instruments to study surfactant films, we can prepare ordered colloidal crystals in two dimensions using nanoparticles with the correct surface chemistry.

Liquid crystals



We have ample expertise in the study of phase transitions and structures in thermotropic and lyotropic liquid crystals, and their control using electromagnetic fields.

Funding sources: MINECO, DURSI, EU (FET-OPEN)



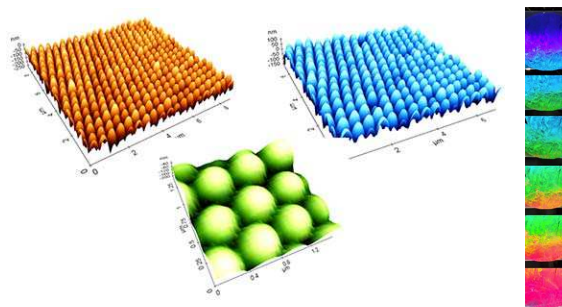
Roger Amade
Oriol Arteaga
Jose Luis Andújar
Enric Bertran
Adolf Canillas
Esther Pascual

Edgar-Julian Cabrera
Stefanos Chaitoglou
Shahzad Hussain
Arevik Musheghyan
Luis-Fernando Pantoja
Mohammad Reza Sanae

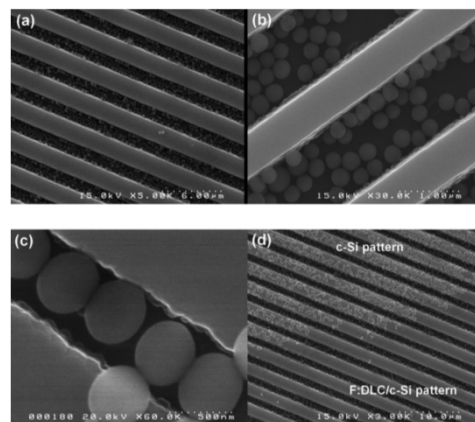
Departament de Física Aplicada i Òptica
Universitat de Barcelona

<http://www.ub.edu/feman/>

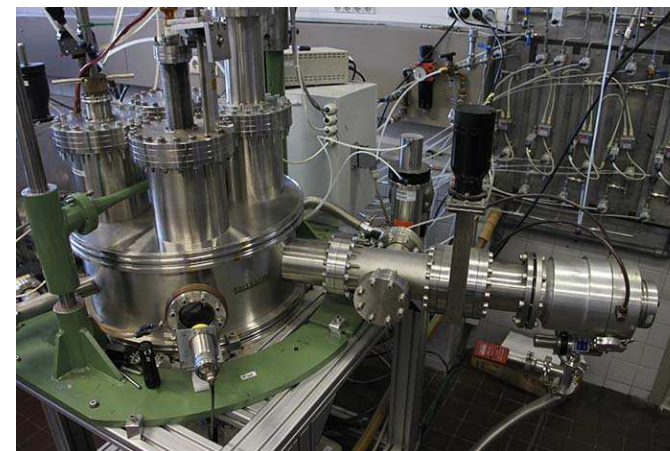
Preparació de materials nanoestructurats



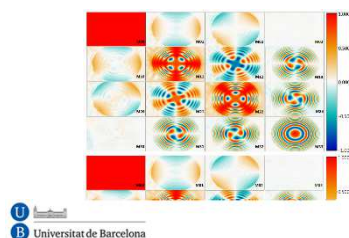
Self-assembled colloidal 2D photonic crystals



Self-assembling processes



PVD-PECVD-CVD-annealing reactor



Universitat de Barcelona

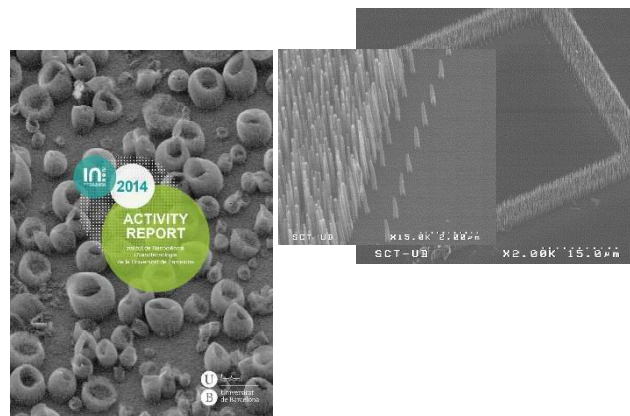
Tutorial session:



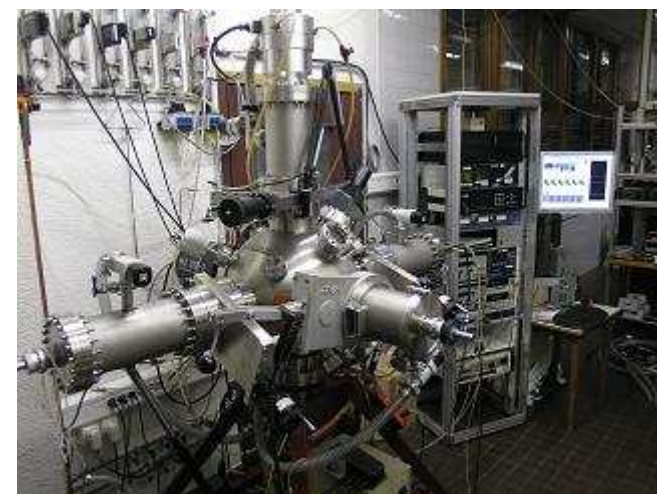
Mueller Matrix Ellipsometry

Oriol Arteaga
Dep. Applied Physics and Optics
University of Barcelona

9TH WORKSHOP ELLIPSOMETRY @ UTWENTE



Nanostructured CNTs electrodes



PVD-PECVD-RIE reactor



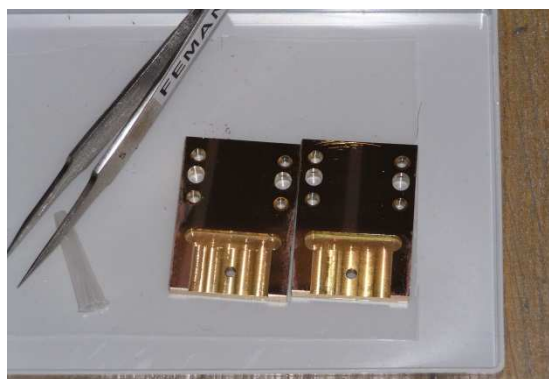
Workshop IN²UB

18 Novembre 2015, Sala Graus "Eduard Fontseré", Facultat de Física, Universitat de Barcelona





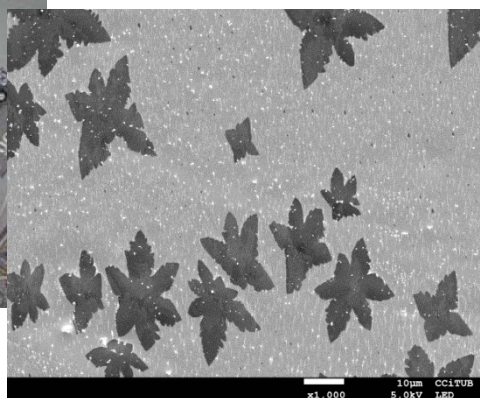
Departament de Física Aplicada i Òptica
Universitat de Barcelona
<http://www.ub.edu/feman/>



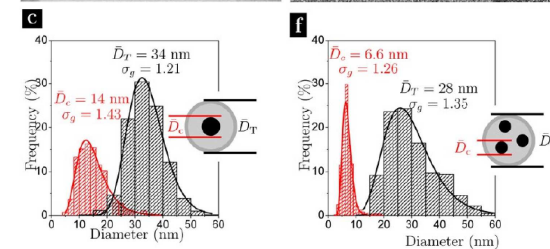
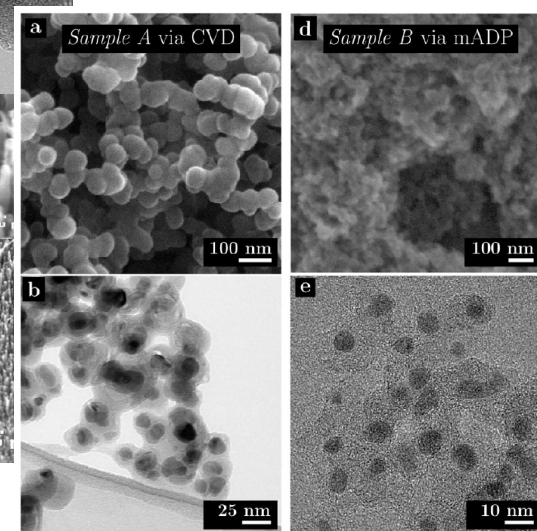
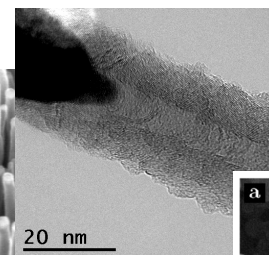
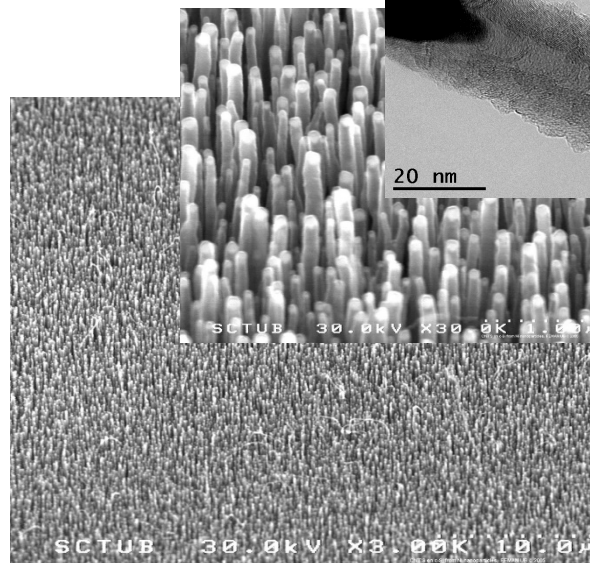
Electrodes per a diode
làser d'alta potència



Síntesi de grafè amb CVD

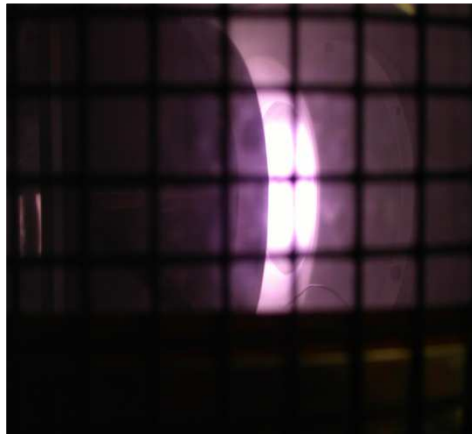


Carbon nanotubes for
Supercapacitor applications



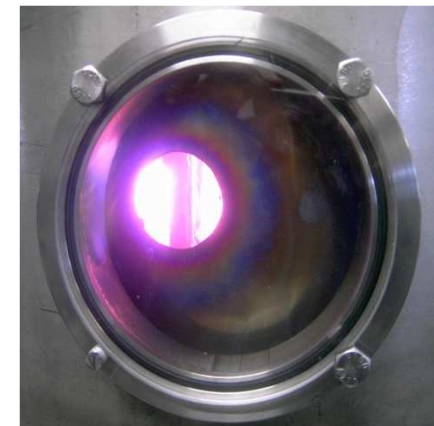
core@shell, Fe@fullerene nanoparticles

- Obtenció de materials en capa prima amb condicions de fort bombardeig iònic controlat (**SEG**)



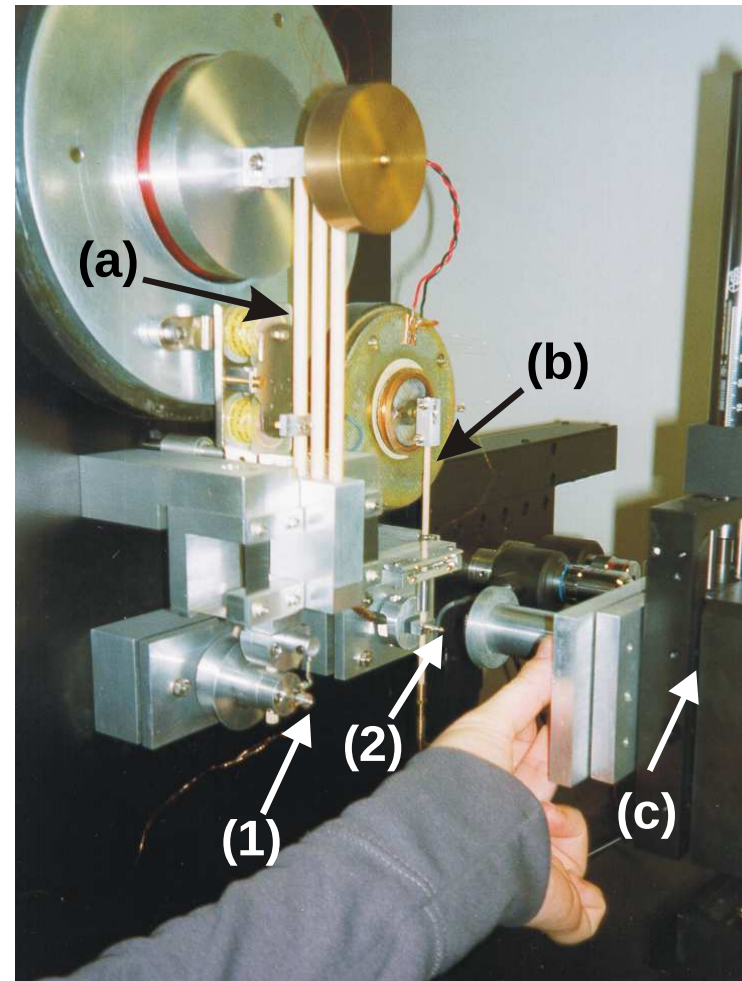
Magnetron Sputtering

Cathodic Arc



- Caracterització de propietats mecàniques (duresa, stress) i tribològiques (desgast, fricció) (**SEG**)

Nanoindentador



Contactes

- **CH:** *Catàlisi Homogènia*
Guillermo Muller → guillermo.muller@qi.ub.es
Tel 93 4039140
- **ESC:** *Enginyeria de Sistemes Col·loïdals*
José María Gutiérrez → josemaria.gutierrez@ub.edu
Tel 93 4021292
- **FEMAN:** *Física i Enginyeria de Materials Amorfs i Nanoestructures*
Enric Bertran → ebertran@ub.edu
Tel 93 4021135
- **GECPN:** *Grup d'Electrodeposició de Capes Primes i Nanoestructures*
Elisa Vallès → e.valles@ub.edu
Tel 934039238
- **SEG:** *Surface Engineering Group*
Joan Esteve → joan.esteve@ub.edu
Tel 93 4039220
- **SOC & SAM:** *Self Organized Complexity and Self Assembled Materials*
Jordi Ignés → jignes@ub.edu
Tel 93 4039290