

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

Codi	44420
Nom	Tècniques físiques de nanofabricació
Cicle	Màster
Crèdits ECTS	3.0
Curs acadèmic	2021 - 2022

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
2208 - M.U. en Nanociència i Nanotecnologia Molecular	Facultat de Química	1	Primer quadrimestre

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
2208 - M.U. en Nanociència i Nanotecnologia Molecular	4 - Tècniques físiques de nanofabricació	Obligatòria

Coordinació

Nom	Departament
CORONADO MIRALLES, EUGENIO	320 - Química Inorgànica

RESUM

Es pretén que els alumnes adquireixen aquells coneixements bàsics relacionats amb l'aproximació ascendent per a la nanofabricació, en particular les possibilitats i els límits de les tècniques litogràfiques com a ferramenta per a la nanofabricació.

CONEIXEMENTS PREVIS**Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació**

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.



Altres tipus de requisits

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis

COMPETÈNCIES

2208 - M.U. en Nanociència i Nanotecnologia Molecular

- Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seua capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seua àrea d'estudi.
- Que els estudiants siguen capaços d'integrar coneixements i afrontar la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, incloga reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.
- Que els estudiants posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.
- Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.
- Que els estudiants hagen adquirit els coneixements i habilitats necessàries per a seguir futurs estudis de doctorat en Nanociència i Nanotecnologia.
- Que els estudiants d'una àrea de coneixement (p.e. física) siguen capaços de comunicar-se i interaccionar científicament amb col·legues d'altres àrees de coneixement (p.e. química en la resolució de problemes plantejats per la Nanociència i la Nanotecnologia Molecular.
- Conèixer les aproximacions metodològiques utilitzades en Nanociència.
- Conèixer les principals tècniques de nanofabricació de sistemes moleculars.

RESULTATS DE L'APRENENTATGE

Es pretén que els alumnes adquirisquen aquells coneixements bàsics relacionats amb l'aproximació ascendent per a la nanofabricació, en particular les possibilitats i els límits de les tècniques litogràfiques com a ferramenta per a la nanofabricació.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Tècniques físiques de nanofabricació.

1) Introducció: Tècniques litogràfiques en el context de tècniques de nanofabricació.

2) Litografia òptica.

2.1. Processos bàsics i lift-off.

2.2. Deposició de pel·lícules primes de foto-resina per mitjà de spin-coating.

2.3. Exposició de la foto-resina a través d'una màscara: mètodes i resolució; tècniques per a millorar la resolució; Foto-resines: tipus, exemples, paràmetres d'avaluació, foto-resines amplificades



químicament.

2.4. Límits i futur de la tècnica.

3) Tècniques d'atac.

3.1 Tècniques d'atac humit.

3.2 Tècniques d'atac sec: atac iònic reactiu (RIE) i variants, sputtering, ablació làser, etc.

3.3 Sales netes.

4) Nanolitografia mitjançant de nanoimpressió i microcontacte.

4.1. Impressió per microcontacte.

4.2. Litografia de nanoimpressió (NIL) i variants: NIL tèrmic, NIL a temperatura ambient, NIL assistit per dissolvents, step i flaix NIL, etc

4.3. Emmotllament de plàstics: hot embossing, injecció, etc..

5) Litografia per feix d'electrons

5.1 El microscopi electrònic d'agranat (SEM).

5.2 Interaccions entre els electrons i la matèria.

5.3 Litografia per feix d'electrons.

5.4 Aplicacions i alguns exemples.

6) Litografia per sonda d'agranat (SPL).

6.1 El microscopi de forces.

6.2 La varietat de litografies per sonda d'agranat.

6.3 SPL oxidatiu.

6.4 SPL tèrmic.

6.5 Aplicacions: Transistors de nanofilis de Silici; sensors bimoleculars; arquitectures moleculars.

7) El microscopi de forces atòmiques (AFM) en biologia i en ciència de materials.

7.1 Principis d'operació.

7.2 Modes AFM.

7.3 Forces i resolució especial.

7.4 Imatges d'alta resolució de matèria blana.

7.5 Espectroscòpies de forces nanomecàniques i de molècules aïllades.

8) Litografia per feix d'ions focalitzat (FIB) i altres mètodes directes de gravat.

8.1 Introducció als mètodes de gravat directe.

8.2 Litografia per feix làser.

8.3 Gravats assistits per feix d'electrons.

8.4 Litografia per feix d'ions focalitzat.

**VOLUM DE TREBALL**

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	15,00	100
Tutories reglades	5,00	100
Seminaris	4,00	100
Altres activitats	2,00	100
Preparació d'activitats d'avaluació	39,00	0
Preparació de classes de teoria	10,00	0
TOTAL	75,00	

METODOLOGIA DOCENT

- Classes teòriques; lecció magistral participativa.
- Discussió d'articles.
- Debat o discussió dirigida.
- Discussió de casos pràctics o problemes en seminari.
- Seminaris.
- Problemes.
- Pràctiques i demostracions de laboratori i visites a instal·lacions.
- Conferències d'experts.
- Assistència a cursos, conferències o taules redones.

AVALUACIÓ

Examen escrit sobre continguts bàsics de la matèria	70-90%
Assistència i participació activa als seminaris.	0-10%



Resolució de qüestions.

10-20%

REFERÈNCIES

Bàsiques

- From Instrumentation to Nanotechnology, J.W. Gardner, H.T. Hingle, Gordon & Breach Publishing Group, 1999.
- Micromachines & Nanotechnology: The Amazing New World of the Ultrasmall, David Darling, Silver Burdett Press, 1995.
- Zheng Cui (Author) Micro-Nanofabrication: Technologies and Applications; Higher Education Press; Springer; 2005.
- E. Menard et al. Micro- and Nanopatterning Techniques for Organic Electronic an optoelectronic system; Chem. Rev. 107, 1117, 2007.
- P. Rai-Choudhury (Ed) Handbook of Microlithography, Micromachining and Microfabrication, Vol. 1, SPIE Optical Engineering Press, Bellingham, WA, 1997
- Kazuaki Suzuki & Bruce W. Smith (Eds.) Microlithography: Science & Technology, 2nd Ed. (Optical Sci. and Eng.); CRC Press, 2007
- D. Xia, Z. Ku, S.C. Lee, and S.R.J. Brueck, Nanostructures and Functional Materials Fabricated by Interferometric Lithography, Adv. Mater. 23, 147 179 (2011).

Complementàries

- Fundamentals of microfabrication and nanotechnology. M.J. Madou, CRC Press (2011)
- Amplitude modulation AFM, R. Garcia, Wiley-VCH (2010)
- Scanning Probe Microscopy: The lab on a tip, E. Meyer, H. Hug, R. Bennewitz, Springer (2004)
- Advanced scanning probe lithography, R.. Garcia, A.W. Knoll, E. Riedo, Nature Nanotechnology 9, 577-587 (2014)

ADDENDA COVID-19

Aquesta addenda només s'activarà si la situació sanitària ho requereix i previ acord del Consell de Govern

1. 1. Contenido /Contingut/ Content

Contents initially included in the teaching guide are maintained.

**2. Volum de treball i planificació temporal de la docència****2. Volumen de trabajo y planificación temporal de la docencia****2. Workload and teaching time planning****3. Metodología docente / Metodología docente/ Teaching Methodology**

The workload of different teaching activities (theory classes, seminars and tutorials) is maintained.

The **theory classes**, which should have been taught intensively in Valencia during two weeks, are being recorded as a slide show with narration. This material will be available to students in a e-learning platform (Master Intranet, Moodle (Aula Virtual) or MSTeams) two weeks before the online lessons. Students will be informed how to access these classes.

All these lessons have a **seminar** part, which is planned to be given online by each professor using the common videoconference programs available in the participating universities (Blackboard collaborate, Teams, Zoom, etc.). This seminar part includes solving practical problems, questions and student doubts related to the subject. The attendance to these online videoconferences will be compulsory for all master students and will be recorded and uploaded in the e-learning platform. This part will be tentatively scheduled in the same period as in-person lectures.

Finally, person to person **tutorials** to answer questions / doubts will be available as in previous years through telephone, E-mail and, additionally, through chats in the e-learning platform.

4. Avaluació/Evaluación/ Evaluation

Given that this exam will be carried out by small groups of students in each university (maximum of 14 students in the University of Valencia) and they have been delayed to July, it will be attempted to do it "in person". If the face-to-face examination would not be possible, it will be carried out on-line using the e-learning platform videoconference.

'Questions answering' and 'Attendance and active participation in seminars' will be evaluated during the online seminars.

Students will be informed with at least 10 days in advance if the exams will be done in-



person or on-line.

5. Bibliografia/Bibliografía/Bibliography

Some of the recommended bibliography is available online. In case a student wants more detailed information on a specific topic, professors will provide it through scientific articles (to which the Universities are subscribed or published with open-access), doctoral PhD theses in public repositories, etc.