

## PROGRAMA DE CURSO

|   |   |                  |                         |                           |
|---|---|------------------|-------------------------|---------------------------|
| Código  | Nombre  |                  |                         |                           |
| FI6029  | Observación de superficies a escala atómica con microscopia de puntas de prueba |                  |                         |                           |
| Nombre en Inglés  |   |                  |                         |                           |
| Surface image at atomic scale by using scanning probe microscopy  |   |                  |                         |                           |
| SCT   | Unidades Docentes   | Horas de Cátedra | Horas Docencia Auxiliar | Horas de Trabajo Personal |
|   | 10  | 1                |                         | 4                         |
| Requisitos  |   |                  | Carácter del Curso      |                           |
| FI3102 Física Moderna   |   |                  | Electivo                |                           |
| Resultados de Aprendizaje   |   |                  |                         |                           |
| <p>Al final del curso el estudiante tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• un conocimiento del microscopio túnel y de fuerza atómica, los principios básicos de funcionamiento y el rango de aplicabilidad.</li> <li>• un conocimiento teórico en la interpretación de imágenes de microscopia, obtención de información estructural y/o electrónica de las muestras bajo estudio.</li> </ul> |   |                  |                         |                           |

|   |   |
|---|---|
| Actividades de Aprendizaje  | Evaluación General  |
| <p>En este curso se quiere introducir a los estudiantes en una de las herramientas de caracterización más poderosas en la ciencia de superficies y nanoestructuras. El curso esta estructurado en cinco semanas, donde se realizaran cinco sesión de cátedra y cinco sesiones de laboratorio.</p> | <p>Las instancias de evaluación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe final escrito.</li> <li>• Presentación final oral.</li> </ul> |

## Unidades Temáticas

| Número  | Nombre de la Unidad  | Duración en Semanas           |
|---|--|-------------------------------|
| 1   | Aspectos teóricos-experimentales de la formación de imágenes por técnicas de puntas de prueba  | 4                             |
| Contenidos  | Resultado de Aprendizaje   | Referencias a la Bibliografía |
| Principios del funcionamiento de un microscopio de punta de prueba: Determinación de la corriente túnel y de la fuerza atómica. Obtención de una imagen por barrido. Ejemplos de las superficies más conocidas. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de las variables que permiten la obtención de una imagen por la técnica de microscopia de punta de prueba.</li> <li>- Determinación de propiedades morfológicas de la superficie.</li> </ul> |                               |

| Número   | Nombre de la Unidad  | Duración en Semanas           |
|--|--|-------------------------------|
| 2  | Mediciones con microscopía de efecto túnel   | 2                             |
| Contenidos   | Resultado de Aprendizaje   | Referencias a la Bibliografía |
| Mediciones sobre superficies conductoras por medio de microscopía de efecto túnel (STM):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Grafito, y</li> <li>- Película de oro.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer las puntas de STM.</li> <li>- Preparar y montar puntas de STM.</li> <li>- Medir en un STM.</li> <li>- Identificación de estructuras superficiales.</li> </ul> |                               |

| Número  | Nombre de la Unidad   | Duración en Semanas           |
|---|---|-------------------------------|
| 3   | Mediciones con microscopía de fuerza atómica  | 2                             |
| Contenidos  | Resultado de Aprendizaje  | Referencias a la Bibliografía |
| Mediciones sobre superficies aisladoras por medio de microscopía de fuerza atómica (AFM) en modo contacto:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Mica, y</li> <li>- Película de plata.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer puntas de AFM.</li> <li>- Montar puntas de AFM.</li> <li>- Medir en un AFM.</li> <li>- Identificación de estructuras superficiales.</li> <li>- Realización de curvas F-d.</li> </ul> |                               |

| Número   | Nombre de la Unidad   | Duración en Semanas           |
|--|---|-------------------------------|
| 4  | Mediciones con microscopía de fuerza atómica  | 2                             |
| Contenidos   | Resultado de Aprendizaje  | Referencias a la Bibliografía |
| Mediciones sobre superficies de óxidos metálicos por medio de AFM conductor:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Película oxidada de Cobre</li> <li>- Película de oxido de vanadio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer puntas de C-AFM.</li> <li>- Montar puntas de C-AFM.</li> <li>- Medir en un AFM conductor.</li> <li>- Identificación de estructuras superficiales.</li> <li>- Realización de curvas I-V.</li> </ul> |                               |

| Bibliografía General  |
|---|
| <p>(1) J.A. Stroscio y W.J. Kaiser (editores), <i>Scanning Tunneling Microscopy</i>, Academic Press, volumen 27, 1993.</p> <p>(2) R. Wiesendanger, <i>Scanning probe microscopy and spectroscopy, methods and applications</i>, Cambridge university press.</p> |

- (3) C. Bai, *Scanning Tunneling Microscopy and its applications*, Springer series in Surface Science, volumen 32, 1995.
- (4) *Conductive Atomic Force Microscopy: Applications in Nanomaterials*. Mario Lanza, Wiley (2017) ISBN: 9783527340910
- (5) *Quantitative Data Processing in Scanning Probe Microscopy SPM Applications for Nanometrology: A volume in Micro and Nano Technologies* Petr Klapetek, Elsevier (2013), ISBN: 978-1-4557-3058-2

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Vigencia desde: | 2019                   |
| Elaborado por:  | Marcos Flores Carrasco |
| Revisado por:   |                        |