



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD MORELIA



PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN
CIENCIA DE MATERIALES SUSTENTABLES
Programa de la asignatura

Espintrónica

Clave:	Semestre: 6°-8°	Campo de conocimiento: Física	No. Créditos: 7
Carácter: Optativa	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría:	Práctica:	Total de Horas
	12	3	15
Modalidad: Curso		Duración del programa: 4 semanas	

Seriación: No (x) Sí () Obligatoria () Indicativa ()

Asignatura antecedente: Ninguna

Asignatura subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

Describir los elementos básicos de la electrónica basada en el espín de las partículas, es decir, la espintrónica.

Objetivos específicos:

1. Describir las interacciones espín-órbita y de intercambio en los sólidos.
2. Identificar los mecanismos en que se basan los dispositivos espintrónicos para su funcionamiento.
3. Discutir sobre problemas vigentes en la creación y producción de dispositivos espintrónicos.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	3	0
2	Mecánica cuántica del espín	4	1
3	La esfera de Bloch	4	1
4	La matriz de densidad	6	1
5	Interacción espín-órbita	8	2
6	Interacción de intercambio	7	2
7	Dispositivos espintrónicos	6	2
8	Espintrónica híbrida	6	1
9	Nuevos sistemas espintrónicos	4	2
Total de horas:		48	12
Suma total de horas:		60	

Contenido Temático	
Unidad	Temas y subtemas
1	Introducción 1.1. Espín. 1.2. Modelo planetario de Bohr y la cuantización del espacio. 1.3. Experimento de Stern-Gerlach. 1.4. Surgimiento de la espintrónica.
2	Mecánica cuántica del espín 2.1. Matrices de espín de Pauli. 2.2. Ecuación de Pauli y espinores. 2.3. De la ecuación de Pauli a la ecuación de Dirac. 2.4. Ecuación de Dirac independiente del tiempo.
3	La esfera de Bloch 3.1. El espín y el qubit. 3.2. Concepto de la esfera de Bloch. 3.3. Evolución de un espinor hacia la esfera de Bloch. 3.4. La fórmula de Rabi.
4	La matriz de densidad 4.1. Concepto de matriz de densidad. 4.2. Propiedades de la matriz de densidad. 4.3. Estados puros y estados mezclados. 4.4. Evolución en el tiempo de la matriz de densidad.
5	Interacción espín-órbita 5.1. Interacción espín-órbita en un sólido. 5.1.1. Interacción de Rashba. 5.1.2. Interacción de Dresselhaus. 5.2. Subbandas magnetoelectricas en estructuras con confinamiento cuántico en presencia de la interacción espín-órbita. 5.3. Efecto Hall de espín.
6	Interacción de intercambio 6.1. Partículas idénticas y el principio de exclusión de Pauli. 6.2. Aproximación de Hartree-Fock. 6.3. Mecanismo de intercambio en ferromagnetismo. 6.4. Hamiltoniano de Heisenberg.
7	Dispositivos espintrónicos 7.1. Válvula de espín. 7.2. Eficiencia de la inyección de espín. 7.3. Magnetorresistencia gigante. 7.4. Acumulación de espín. 7.5. Inyección de espín a través de una interface ferromagneto/metal. 7.6. Inyección del espín en una válvula de espín.
8	Espintrónica híbrida 8.1. Transistores a base de espín. 8.2. Transistores de efecto de campo de espín (ESPINFET). 8.3. Funcionamiento de los dispositivos ESPINFETs. 8.4. Transistores basados en magnetorresistencia gigante.

9	Nuevos sistemas espintrónicos 9.1. Compuestos medio-metálicos.
---	---

Bibliografía básica: Bandyopadhyay, S. & Cahay, M. (2008). <i>Introduction to spintronics</i> . USA: CRC Press. Shinjo, T. (Ed.). (2009). <i>Nanomagnetism and spintronics</i> . United Kingdom: Elsevier. Lombardi, G. C. & Nianchi, G. E. (Ed.). (2009). <i>Spintronics: materials, applications and devices</i> . New York: Nova Science Publishers. Tsymbal, E.Y. & Zutic, I. (2012). <i>Handbook of spin transport and magnetism</i> . USA: CRC Press.	
Bibliografía complementaria: Dietl, T., Awschalom, D.D., Kaminska, M. & Ohono, H. (2008). <i>Spintronics</i> . USA: Academic Press. Mireles, F. (2008). <i>Ciencia de materiales y nanotecnología</i> . (Vol. 4). México: Fondo Editorial Morevallado. Jianbai, X., Weikun, G. & Kai, C. (2011). <i>Semiconductor spintronics</i> . Singapore: World Scientific Publishers. Nasirpour, F. & Nogaret A. (2011). <i>Nanomagnetism and spintronics</i> . Singapore: World Scientific Publishers.	
Sugerencias didácticas: Exposición oral (x) Exposición audiovisual (x) Ejercicios dentro de clase (x) Ejercicios fuera del aula (x) Seminarios (x) Lecturas obligatorias (x) Trabajo de investigación (x) Prácticas de taller o laboratorio (x) Prácticas de campo () Uso de tecnologías de la información y comunicación (videoconferencias, documentales, entre otros) (x) Otras: Aprendizaje basado en proyectos (x)	Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos: Exámenes parciales (x) Examen final escrito (x) Trabajos y tareas fuera del aula (x) Exposición de seminarios por los alumnos (x) Participación en clase (x) Asistencia (x) Seminario (x) Otras: Bitácora, reporte del trabajo de investigación (x)
Perfil profesiográfico: Licenciado en Física, de preferencia con Doctorado en un área afín. Con experiencia docente.	