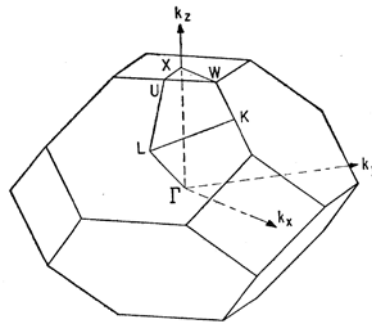




Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas  
Centro de Investigación en Ciencias

# Décimo Primer Taller de Física de la Materia Condensada y Molecular



12-14 Junio 2017



## Índice

Índice .....	3
Instituciones organizadoras y patrocinadoras.....	5
Comité Organizador.....	5
Algunos datos de carácter organizativo .....	5
Programa .....	7
LUNES 12 de junio. Salón 1 del hotel Fiesta Inn .....	7
MARTES 13 de junio. Salón 1 del hotel Fiesta Inn. Presiden la sesión Osvaldo Vigil Galán y Luis Manuel Hernández García .....	8
MARTES 13 de junio. Salón 2 del hotel Fiesta Inn. Presiden la sesión Juan C. Martínez Orozco y Miguel E. Mora Ramos .....	9
MIÉRCOLES 14 de junio. Salón 1 del Fiesta Inn. Presiden la sesión José Antonio Otero Hernández y Oscar Sotolongo Costa.....	10
TÍTULOS Y RESÚMENES DE LAS CONFERENCIAS .....	11
TÍTULOS Y RESÚMENES DE LOS CARTELES .....	43



## Instituciones organizadoras y patrocinadoras

1. CONACyT.
2. Centro Latinoamericano de Física (CLAF)
3. Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)
4. Universidad Autónoma de Zacatecas
5. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México

## Comité Organizador

1. Dr. Rolando Pérez Álvarez (UAEM)
2. Dr. Luis M. Gaggero Sager (UAEM)
3. Dr. Miguel E. Mora Ramos (UAEM)
4. Dr. Juan Carlos Martínez Orozco (UAZ)
5. Dr. Osvaldo Vigil Galán (IPN)
6. Ing. Marco A. Huerta Moncada (UAEM)
7. Dr. Oscar Sotolongo Costa (UAEM)
8. Dr. Diego Seuret Jiménez (UAEM)
9. Dr. José Antonio Otero Hernández (ITESM)
10. C.P Martha Liliana López Alarcón (UAEM)

## Algunos datos de carácter organizativo

1. El *Undécimo Taller de Física de la Materia Condensada y Molecular* tendrá lugar el lunes 12, martes 13 y miércoles 14 de junio de 2017. Sesionaremos en salones del hotel Fiesta Inn, contiguo al hotel ONE de Cuernavaca.
2. Los organizadores hacemos un esfuerzo por crear en el Taller un clima relajado de intercambio de ideas y experiencias por lo que la parte protocolar y de exigencias formales está reducida a lo que el sentido común indica como imprescindible.
3. Los participantes nos han proporcionado el título, autores y resumen de sus trabajos. Estos pueden estar en inglés o español y no hemos puesto exigencias de formato y extensión; los autores pueden guiarse por su sentido común y normas usuales en estos casos. Las exposiciones pueden también ser en cualquiera de estas lenguas. De acuerdo a la experiencia de los Talleres anteriores, muchos expositores optan por hablar en español pero sus presentaciones –de *power point* típicamente– están en inglés.
4. Sugerimos que los autores de carteles los pongan apenas lleguen al Taller; el mismo lunes, de preferencia. De este modo los participantes tendrán más tiempo para verlos.
5. No publicamos los trabajos en extenso. Pero, por iniciativa de algunos participantes, los organizadores del Taller, hemos coordinado la publicación de un libro de monografías con el título "*Some current topics in Condensed Matter Physics*". Estas monografías no tienen que corresponderse necesariamente con los trabajos presentados ni autores participantes en el Taller. Debe entenderse que este es un esfuerzo independiente del Taller. Los autores interesados en que aparezca su trabajo en el Libro que publicaremos posterior al Taller, deben enviarnos el material cuanto antes.
6. Éstas y otras informaciones pueden verse en nuestra página web: <http://www.fc.uaem.mx/~tallerfmcm/>
7. **Exhortamos a todos los participantes a contribuir al cumplimiento del horario.**



## Programa

### LUNES 12 de junio. Salón 1 del hotel Fiesta Inn

<b>Presiden la sesión Luis M. Gaggero Sager y Rolando Pérez Álvarez</b>		
<b>Horario</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
10:00-10:30	Propiedades efectivas en compuestos elásticos formados por nano-inclusiones	J. A. Otero, R. Rodríguez-Ramos
10:30-11:00	Propiedades viscoelásticas efectivas para compuestos con fibras de sección transversal rectangular utilizando el método de homogeneización asintótica	R. Martínez-Rosado, O.L. Cruz-González, R. Rodríguez-Ramos, J. A. Otero
11:00-11:30	Método de Goodman en la solución de problemas de transferencia de calor y masa	Francisco Castillo Aranguren
11:30-12:00	Principio de Conservación de la Masa en el Estudio de la Transición de Fase Líquido-Sólido considerando la Dilatación Térmica	R.D. Santiago, J.A. Otero, E.M. Hernández
12:00-12:30	<b>RECESO</b>	
12:30-13:00	Reglas de escala en transmisión cuántica	Dan Sidney Díaz Guerrero
13:00-13:30	Números Fractales Críticos en Sistemas Bidimensionales de Electrones con Desorden y Acoplamiento Spin Órbita tipo Rashba	E.M. Hernández, J.A. Otero
13:30-14:00	2d-uncoupled holes: from ab initio spin-orbit effects to quantum tunneling	Sara Zapata Marín, J. A. Reyes-Retana, G. Fernández-Anaya, A. Mendoza-Álvarez, J. J. Flores-Godoy, L. Diago-Cisneros
14:00-16:00	<b>COMIDA</b>	
<b>Presiden la sesión Osvaldo Vigil Galán y Diego Seuret Jiménez</b>		
16:00-16:30	Estudio del desempeño de la planta fotovoltaica del consejo zacatecano de ciencia innovación y tecnología	Alonso Díaz Loera, L. M. Hernández García, A. Enciso Muñoz, D. Seuret Jiménez, D. A. Contreras Solorio.
16:30-17:00	Superlattice solar cells	Carlos I. Cabrera, Armando Contreras-Solorio, Agustín Enciso, Carlos Rodríguez Castellanos, Luis Hernández
17:00-17:30	Celda solar de GaAs:Mn crecida por MBE	A. Del Rio-De Santiago, Víctor Hugo Méndez García, Máximo López López
17:30-18:00		

**MARTES 13 de junio. Salón 1 del hotel Fiesta Inn. Presiden la sesión Osvaldo Vigil Galán y Luis Manuel Hernández García**

Horario	Título	Autores
10:00-11:00	Celdas solares semitransparentes: el nuevo reto de la tecnología fotovoltaica	Osvaldo Vigil Galán
11:00-11:30	Procesamiento y caracterización de películas delgadas de Cu <sub>2</sub> ZnGeS <sub>4</sub> depositadas mediante la técnica de evaporación térmica partiendo de los precursores CuS, GeS y ZnS	Maykel Courel, T.G. Sanchez, Y. Kumar, N.R. Mathews, X. Mathew
11:30-12:00	Celdas solares de CZTGSe preparadas mediante la técnica de evaporación térmica secuencial de apilamientos Cu/Sn/Cu/Zn/Ge	F.A. Pulgarín-Agudelo, O. Vigil-Galán, J. A. Andrade-Arvizu, R. González, E. Rodríguez, Y. Sánchez, M. Espíndola-Rodríguez, E. Saucedo
12:00-12:30	RECESO	
12:30-13:00	Efecto del tamaño de poro de la capa de dióxido de titanio en la eficiencia e histéresis de celdas solares híbridas de perovskita	A. N. Corpus-Mendoza, J. García-Cerrillo, P. Moreno-Romero, A. Hernández-Granados, H. Hu
13:00-13:30	Celdas solares de silicio con heterouniones de óxido de molibdeno (MoO <sub>x</sub> )	Guillermo Santana Rodríguez
13:30-14:00	Procesamiento de Celdas Solares Reducidas en Cadmio	M. L. Albor Aguilera, M. A. González Trujillo, C. Hernández Vasquez, U. Galarza Gutiérrez, J.A. Ortega Cárdenas, J.M. Flores Márquez, M. A. Hernández Pérez
14:00-16:00	COMIDA	
16:00-16:30	Síntesis de películas absorbentes de compuestos kesterita (CZTGSe) para su implementación en celdas solares de segunda generación	J. R. González-Castillo, O. Vigil-Galán, F. Pulgarín-Agudelo, E. Rodríguez-González
16:30-17:00	Paneles Híbridos. Fotovoltaico-Térmico.	Diego Seuret Jiménez. Erick O. Castañeda Magadan. Alfredo T. Rivera García. Sandro G. Pérez Grajales
17:00-17:30	Aplicaciones de heteroestructuras de películas delgadas de compuestos semiconductores CdS/CdTe	K. Gutiérrez Z-B, P. G. Zayas-Bazán, A. M. Salomón-Preciado, F. de Moure-Flores, D. Jiménez-Olarte, J. Sastré-Hernández, S. Gallardo-Hernández, J. R. Aguilar-Hernández, C. Mejía-García, M. Tufiño-Velázquez, G. S. Contreras-Puente.
17:30-18:00	Procesamiento del contacto posterior Sb <sub>2</sub> Te <sub>3</sub> + Mo por Sputtering-DC en Celdas Solares de CdTe	R. Mendoza-Pérez, H. A. León-Bonilla, D. Hernández-Pitalúa
18:00-19:00	SESIÓN DE CARTELES	



**MARTES 13 de junio. Salón 2 del hotel Fiesta Inn. Presiden la sesión Juan C. Martínez Orozco y Miguel E. Mora Ramos**

<b>Horario</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
10:00-11:00	Celdas solares semitransparentes: el nuevo reto de la tecnología fotovoltaica	Osvaldo Vigil Galán
11:00-11:30	Topological properties of the Quantum Hall effect and mechanically deformed graphene	Gerardo G. Naumis s-Martínez, A. Lastras-Martínez
11:30-12:00	Espectroscopía de reflectancia anisotrópica como sonda de monitoreo para el crecimiento epitaxial de GaAs	D. Ariza-Flores, J. Ortega-Gallegos, L.E. Guevara-Macías, J.G. Santiago, R. Castro-García, R.E. Balderas-Navarro, L.F. Lastra
12:00-12:30	RECESO	
12:30-13:00	Termoelectricidad de baja dimensión en grafeno	J. Martínez-Rivera, N. E. Moreno-Cabrera, S. Molina-Valdovinos, I. Rodríguez Vargas
13:00-13:30	Descomposición SU(2) de la dinámica de Información Cuántica para Hamiltonianos generalizados de sistemas de dos niveles	Francisco Delgado
13:30-14:00	Levi distributions determine leonardo's rule	Oscar Sotolongo-Costa, Dan S. Díaz, M. Gaggero-Sager
14:00-16:00	COMIDA	
18:00-19:00	SESIÓN DE CARTELES	

**MIÉRCOLES 14 de junio. Salón 1 del Fiesta Inn. Presiden la sesión José Antonio Otero Hernández y Oscar Sotolongo Costa**

<b>Horario</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>
10:00-10:30	Confined electronic states in paraboloidal quantum lens	Carlos A. Duque Echeverri
10:30-11:00	Propiedades Ópticas de Sistemas Multicapas Dieléctrico--Grafeno--Dieléctrico Cuasiregulares	Ileri Aydée Sustaita-Torres, Claudia Sifuentes-Gallardo, Isaac Rodríguez-Vargas, Jesús Madrigal-Melchor
11:00-11:30	Modos plasmónicos TM en un sistema multicapas dieléctrico-grafeno-dieléctrico	J. Madrigal-Melchor, J. S. Pérez-Huerta, J. R. Juárez-López, I. A. Sustaita-Torres, C. Sifuentes-Gallardo
11:30-12:00	Conductividad térmica de la red en nanohilos revestidos a base de Ge y Si	Darío G. Santiago-Pérez
12:00-12:30	RECESO	
12:30-13:00	Análisis de la propagación de la luz en un cristal fotónico unidimensional híbrido de Rudin-Shapiro con capas superconductoras	H. A. Gómez-Urrea, J. Escorcía-García, C. A. Duque, M. E. Mora-Ramos
13:00-13:30	Efecto del campo eléctrico aplicado en las propiedades ópticas de un pozo cuántico doble con modulación de dopado	F. Urgan, J. C. Martínez-Orozco, R. L. Restrepo, M. E. Mora Ramos, C. A. Duque
14:00-16:00	COMIDA	

## TÍTULOS Y RESÚMENES DE LAS CONFERENCIAS



**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**LUNES 12**

CONFERENCIA 01

**Propiedades efectivas en compuestos elásticos formados por nano-inclusiones.**

J. A. Otero <sup>(1)</sup>, R. Rodríguez-Ramos <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> *Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México, filiación, Atizapán, 52926 Edo. México, México*

<sup>(2)</sup> *Facultad de Matemática y Computación, Universidad de la Habana, San Lázaro y L, C.P. 10400 Vedado, La Habana, Cuba.*

Los materiales compuestos se forman con la combinación de dos o más materiales insolubles entre sí y unidos por medio de una mezcla, manteniendo íntegro cada componente. Los mismos constan de algún aglutinante como matriz y otro u otros como reforzantes, de diferentes formas geométricas y con una determinada proporción entre ellos, para obtener características y propiedades deseadas. Si las dimensiones de las inclusiones están en el orden nano, entonces decimos que estamos en presencia de un nano-compuesto. En este trabajo se determinan las propiedades efectivas de nano-compuestos formados por nano-inclusiones embebidas en una matriz polimérica. Se utilizan dos tipos de inclusiones: elipsoidales y fibras cortas de sección transversal circular. Se presenta un modelo semi-analítico [1], [2] el cual combina Métodos de Homogeneización Asintótica y el Método de Elemento Finito para la determinación de las propiedades efectivas elásticas. Se presentan un conjunto de experimentos numéricos para describir las propiedades de los nano-compuestos estudiados.

[1] J.A. Otero, R. Rodríguez-Ramos, J. Bravo-Castillero, R. Guinovart-Díaz, F.J. Sabina, G. Monsivais, *Int. J. Solids Struct.*, 50, 609-622 (2013).

[2] J.A. Otero, R. Rodríguez-Ramos, G. Monsivais, *Math. Method. APPL. SCI.*, DOI: 10.1002/ma.3956 (2016).

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**LUNES 12**

CONFERENCIA 02

**Propiedades viscoelásticas efectivas para compuestos con fibras de sección transversal rectangular utilizando el método de homogeneización asintótica**

R. Martínez-Rosado<sup>(1)</sup>, O.L. Cruz-González<sup>(2)</sup>, R. Rodríguez-Ramos<sup>(3)</sup>, J. A. Otero<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey CEM, Atizapán de Zaragoza, EM C.P. 52926, México.

<sup>(2)</sup> Facultad de Ciencias Técnicas, Departamento de Matemática, Universidad de Matanzas, Varadero, Km. 2 1/2, Matanzas, Cuba.

<sup>(3)</sup> Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, San Lázaro y L, Vedado, La Habana. CP 10400. Cuba.

El trabajo se dedica al cálculo de las propiedades efectivas viscoelásticas para un material compuestos con fibras de sección transversal rectangulares, utilizando el método de homogeneización asintótica (AHM) de dos escalas. En primer lugar, se aplican las técnicas de homogeneización sobre un material heterogéneo con estructura periódica, que presenta un comportamiento viscoelástica lineal. En segundo lugar, como caso particular se obtienen las propiedades efectivas de un medio laminado con isotropía transversal. Se analizan los modelos viscoelásticos con el núcleo de Dischinger y el núcleo de Rabotnov. Finalmente, se resuelve el problema de fibras, utilizando doble homogeneización. En todos los casos, se muestran los resultados numéricos.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**LUNES 12**

CONFERENCIA 03

**Método de Goodman en la solución de problemas de transferencia de calor y masa.**

Francisco Castillo Aranguren

ITESM-CEM

El método de la integral de balance de calor (HBIM) o método de Goodman es empleado en la construcción de soluciones analíticas aproximadas de los problemas de transferencia de masa y calor. Este método reduce la solución de los modelos matemáticos correspondientes en términos de problemas de frontera para ecuaciones en derivadas parciales (EDP) a problemas de valores iniciales para ecuaciones diferenciales ordinarias (EDP). El método destaca por la sencillez de su implementación y relativa eficiencia.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**LUNES 12**

CONFERENCIA 04

**Principio de Conservación de la Masa en el Estudio de la Transición de Fase Líquido-Sólido considerando la Dilatación Térmica**

R.D. Santiago<sup>a+</sup>, J.A. Otero<sup>a</sup>, E.M. Hernández<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México. Km 3.5 Carretera Lago de Guadalupe, Atizapán de Zaragoza. C.P. 52926*

Recientemente se ha introducido un modelo no clásico para explicar los efectos del tamaño finito de la muestra durante una transición de fase de primer orden en 1D, entre un líquido y un sólido. El modelo no clásico introduce el principio de conservación de la masa para resolver algunas inconsistencias que se presentan cuando se compara la solución al modelo clásico, con la posición de la interfaz en el equilibrio termodinámico. Mediante la conservación de la masa, es posible explicar y corregir estas inconsistencias y se obtienen expresiones más generales para la posición de la interfaz en el límite asintótico, así como en el equilibrio termodinámico.

En este trabajo se presenta una generalización más al modelo no clásico al tomar en cuenta la dilatación térmica, así como la dependencia con la temperatura de la conductividad térmica y el calor específico de cada fase. Al considerar la dilatación térmica del líquido y sólido, la conservación de la masa queda naturalmente planteada como una ecuación integral y la ecuación de balance de calor en la interfaz se transforma en una ecuación integro-diferencial como consecuencia de la conservación de la masa y la dilatación térmica en ambas fases. Se obtienen expresiones muy generales en el límite asintótico para los valores de la posición de la interfaz, longitud de la muestra, la masa del líquido y del sólido. Estas expresiones son comparadas con las soluciones numéricas y semi-analíticas obtenidas del modelo no clásico para un sistema con condiciones de frontera isotérmicas y donde las variables termodinámicas dependen de la temperatura. Los errores relativos entre las predicciones en el régimen estacionario y las soluciones al modelo no clásico se ilustran para la transición de fase líquido-sólido en el Aluminio, y se observa que estos errores son menores al 0.1% en este ejemplo.

<sup>+</sup> Autor para la correspondencia: [ruben.dario@itesm.mx](mailto:ruben.dario@itesm.mx)

[1] Ernesto M. Hernández, et. al., Non Parabolic Interface Motion for the One-Dimensional Stefan Problem: Dirichlet Boundary Conditions, Therm. Sci. Online First (2016)

[2] José A. Otero, et. al., Non Parabolic Interface Motion for the One-Dimensional Stefan Problem: Neumann Boundary Conditions, Therm. Sci. Online First (2016)

[3] Rubén D. Santiago, Ernesto M. Hernández and José A. Otero, Constant mass model for the liquid-solid phase transition on a one-dimensional Stefan problem: Transient and steady state regimes. Int. J. Therm. Sci. 118(2017), pp. 40-52.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**LUNES 12**

CONFERENCIA 05

**Reglas de escala en transmisión cuántica**

Dan Sidney Díaz Guerrero.

Los objetos fractales y las estructuras autosimilares son ya parte de la cultura científica del siglo 21. Los objetos fractales se definen como aquellos cuya dimensión de Hausdorff es mayor que la dimensión topológica (dimensión usual). Estos conceptos fueron introducidos y popularizados por Benoit Mandelbrot en el siglo 20, y recayó sobre ellos el convertirse en una fuente de revoluciones conceptuales y científicas. En el 2013 los fractales cumplieron parte de dichas expectativas cuando se reportó el hallazgo de la mariposa de Hofstadter en propiedades físicas de estructuras basadas en grafeno. La mariposa de Hofstadter es uno de los pocos fractales formales en física, es decir, que cumplen con la definición formal.

Por otra parte, desde los años ochenta del siglo pasado se han buscado rasgos de fractalidad o autosimilaridad en propiedades físicas correspondientes a estructuras con estas mismas características. Esta búsqueda ha probado ser una empresa ardua y complicada ya que los resultados no han sido sencillos de analizar e interpretar.

Desde el 2015 se han publicado varios artículos en los que se propusieron nuevas estructuras autoafines en cuyas propiedades físicas se han podido identificar reglas de escala. En esta plática revisaremos las estructuras autoafines que han dado lugar a las reglas de escala en las curvas de transmisión. Analizaremos sus diferencias en busca de las características responsables de dichas reglas de escala y se mencionarán algunas perspectivas a estos trabajos.



CONFERENCIA 06

**Números Fractales Críticos en Sistemas Bidimensionales de Electrones con Desorden y Acoplamiento Spin Órbita tipo Rashba**

E.M. Hernández<sup>a+</sup>, J.A. Otero<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México. Km 3.5 Carretera Lago de Guadalupe, Atizapán de Zaragoza. C.P. 52926*

En este trabajo se presenta un análisis multifractal en sistemas bidimensionales de electrones (2DES) con desorden. Además, se toma en cuenta el acoplamiento tipo Rashba entre el spin del electrón y su movimiento orbital. Previamente, se ha estudiado la transición de fase aislante-metal-aislante en 2DES con desorden, a través de un análisis de los números fractales críticos. Este tipo de sistemas pertenece a la clase universal de Hamiltonianos de un electrón, observados en el Efecto Hall Cuántico Entero. Con el análisis del espectro multifractal de los estados extendidos, se ha caracterizado la transición de fase en estos sistemas. En 2DES formados en pozos cuánticos, la interacción spin-órbita puede ser modulada a través del voltaje en la compuerta. Experimentalmente, se ha medido el acoplamiento spin-órbita, sin embargo no existe evidencia experimental acerca de la naturaleza de la transición.

Se investigaron las características de los estados en este caso y se encuentra que, al agregar el acoplamiento spin-órbita en el Hamiltoniano de un electrón, también se observa una transición entre estados localizados y extendidos. Además se encuentra que los estados extendidos tienen una naturaleza multifractal. Se observó que en el nivel de Landau ( $n=1$ ) con el spin resuelto tiene estados extendidos cerca del centro y que el espectro multifractal de los mismos depende de la intensidad del acoplamiento spin-órbita.

<sup>+</sup> Autor para la correspondencia: emcooper@itesm.mx

[1] J. Schliemann, J. C. Egues and D. Loss, Phys. Rev. Lett. 90, 146801 (2003)

[2] J. Sinova, S. Valenzuela, J. Wunderlich, C.H. Back and T. Jungwirth, Rev. Mod. Phys. 87, 1213 (2015)

[3] B. Huckestein and L. Schweitzer, Phys. Rev. Lett. 72, 713 (1994)

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**LUNES 12**

CONFERENCIA 07

**2D-uncoupled holes: from *ab-initio* spin-orbit effects to quantum tunneling**

Sara Zapata Marín<sup>a</sup>, J. A. Reyes-Retana<sup>a</sup>, G. Fernández-Anaya<sup>a</sup>, A. Mendoza-Álvarez<sup>a</sup>, J. J. Flores-Godoy<sup>b</sup> and L. Diago-Cisneros<sup>ac\*</sup>

a) Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana, CDMX, México  
(leovildo.diago@ibero.mx);

b) Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería y Tecnologías, Universidad Católica del Uruguay, Montevideo, Uruguay;

c) Facultad de Física, Universidad de La Habana, Cuba (ldiago@fisica.uh.cu)

\* autor para la correspondencia

Based on first-principles modelling together with the transfer-scattering matrix formalism, we develop a hybrid theoretical framework, which explores the spin-orbit interaction (SOI) effects on the valence band spectral properties with the density functional theory (DFT) and studies the multichannel-multiband quantum tunneling of holes throughout  $n$ -cell layered heterostructures *via* the polynomial-multicomponent scattering approach (DFT-PMSA) [1]. Standard SOI influence on hole subband splitting as well as charge density, are accurately quoted upon first-principles calculations yielding a SOI-gap estimation with a good agreement with experimental measures in comparison with previous DFT calculations [2,3]. For an uncoupled system of holes, we have demonstrated the validity of the predicted Chebyshev-polynomial scheme [4] and derived closed analytical formulae of the relevant scattering quantities for non-mixed heavy holes ( $hh$ ) and light holes ( $lh$ ), within an unfamiliar design for the standard solid state theory. The DFT-PMSA robustness and stability overcomes several accustomed and long-standing numerical difficulties of prior models and shows better agreement with measured  $hh$ - $lh$  quasi-steady levels in comparison with its primary predecessor [5]. We foretell the earlier arrival of holes and several other patterns followed by the transmission rate, the two-probe Landauer total conductance, and the phase time of uncoupled  $hh$ - $lh$  traversing through  $n \geq 2$  heterostructures, regarding the expected behavior of those quantities for the unit-cell, the Chebyshev-polynomial's zeros and the Kramer's condition. Within the opaque-barrier regime, anomalous events of the phase time such as the Ramsauer-Townsend oscillations and the paradoxical Hartman effect (HE) for  $hh$  and  $lh$  are detailed confirmed, besides we predict other appealing structural-dependent features to be tuned as well. The dubious generalized HE, is not feasible for holes in the uncoupled regime. For a first time, as far as we know, have been focused the important phase tunneling time limit of holes when  $n \rightarrow \infty$ , having figured it out both analytically and numerically for  $hh$  and  $lh$  separately

PACS: first-principles calculations, electronic structure, spin-orbit coupling, quantum interference effects, ballistic transport.

[1] *Phys. Rev. B*, *peer-review* (2017).

[2] Friedhelm Bechsted and Abderrezak Belabbes, *J. Phys.: Cond. Matt.* **25**, 273201 (2013).

[3] Carlos M. O. Bastos, Fernando P. Sabino, Paulo E. Faria Junior, Tiago Campos, Juarez L. F. Da Silva and Guilherme M. Sipahi, *Semicond. Sci. Technol.* **31**, 105002 (2016).

[4] P. Pereyra, E. Castillo, *Phys. Rev. B* **65**, 205120 (2002).

[5] L. Diago-Cisneros, H. Rodríguez-Coppola, R. Pérez-Alvarez and P. Pereyra, *Phys. Rev. B* **74**, 045308 (2006).

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**LUNES 12**

CONFERENCIA 08

**Estudio del desempeño de la planta fotovoltaica del consejo zacatecano de ciencia innovación  
y tecnología**

Alonso Díaz Loera<sup>1</sup>, L. M. Hernández García<sup>2</sup>, A. Enciso Muñoz<sup>1</sup>, D. Seuret Jiménez<sup>3</sup>, D. A.  
Contreras Solorio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas

<sup>2</sup>Facultad de Física de la Universidad de La Habana

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Autónoma del  
Estado de Morelos

Por más de una década el crecimiento global de la energía fotovoltaica ha sido exponencial. En México también ha tenido un gran crecimiento la generación de energía eléctrica solar. Sin embargo, siendo uno de los países más soleados del mundo, el potencial es muchísimo mayor. Zacatecas es uno de los estados con más insolación en nuestro país. Este hecho lo aprovecha la planta solar fotovoltaica instalada en el Consejo Zacatecano de Ciencia, Innovación y Tecnología (COZCyT), el cual es un complejo eléctrico declarado proyecto de éxito por la empresa solar Conermex. Esta planta se inauguró el 20 de septiembre del año 2012, con una capacidad de generación de 180 kWp. La planta permite alimentar de energía a cuatro dependencias gubernamentales: el DIF estatal, el Centro de Comunicación y Divulgación de la Ciencia (Zig-Zag), las oficinas del COZCyT y el Parque Temático La Encantada. El complejo fotovoltaico genera 313 MWh anuales, lo cual permite un ahorro sustancial en el pago de energía a la Comisión Federal de Electricidad. Además, a lo largo de su vida de unos 25 años, se evitará la emisión de 4,140 toneladas de bióxido de carbono al evitar la generación de energía con combustibles fósiles. Usando la base de datos con que cuenta la planta, y con datos del Servicio Meteorológico Nacional, se presenta en este trabajo un estudio de dicha planta en un lapso de un año, que permite analizar la influencia de la irradiación solar y otras condiciones climatológicas sobre la energía generada por la planta, con el objetivo de atestiguar que la planta solar fotovoltaica esté funcionando correctamente y, además, encontrar causas que afecten el desempeño ideal de la planta.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**LUNES 12**

CONFERENCIA 09

**Superlattice solar cells**

*Carlos I. Cabrera<sup>1</sup>, Armando Contreras-Solorio<sup>1</sup>, Agustin Enciso<sup>1</sup>, Carlos Rodríguez Castellanos<sup>2</sup>,  
Luis Hernandez<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Academic Unit of Physics. Autonomous University of Zacatecas. Czada Solidaridad y Paseo La Bufa S/N, 98060 Zacatecas, Zac. México.

<sup>2</sup> Faculty of Physics. University of Havana. Colina Universitaria, 10400, La Habana. Cuba.

The inability of a single-gap solar cell to absorb energies less than the band-gap energy is one of the intrinsic loss mechanisms which limit the conversion efficiency in photovoltaic devices. New approaches to “ultra-high” efficiency solar cells based on artificially engineered materials with designed optoelectronic properties, like semiconductor nanostructures such as multiple quantum wells (MQW) and superlattices (SL) systems in the intrinsic region of a p-i-n cell of wider band-gap energy (barrier or host) semiconductor. These configurations are intended to extend the absorption band beyond the single gap host cell semiconductor.

In this talk we present new types of photovoltaic device where Gaussian superlattice is inserted in the i-region of a GaAs/GaInNAs p-i-n solar cell. A theoretical model is developed to study the performances of these devices. We establish a new criterion to calculate miniband widths in superlattice heterostructures in the presence of electric field. By optimizing miniband width, the spectral response of the cell in the energy region below the absorption edge of host material is significantly enhanced. Our results show that these devices could reach higher conversion efficiencies than the single-gap solar cell.

We are exploring the substitution of superlattices for graphene layers because it has revealed huge promise for future electronics technology besides fundamental physics applications because of its linear energy-momentum dispersion relations that cross at Dirac point. In the present work, we present a graphene-based multilayer device that greatly magnifies the vertical tunneling transport. The tunnel electrical properties of heterostructures formed between multiple n- and p-doped graphene sheets, with the same rotational alignment, are theoretically investigated. Expressions for the voltage dependence of the tunnel current that flows between the two-dimensional graphene electronic states are derived. At a voltage bias such that the Dirac points of the graphene sheets are aligned, a large resonant current peak is observed. We find that the transition strength between states in neighboring layers is greater for states above the Dirac point.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**LUNES 12**

CONFERENCIA 10

**Celda solar de GaAs:Mn crecida por MBE**

A. Del Rio-De Santiago<sup>1</sup>, Víctor Hugo Méndez García<sup>2</sup>, Máximo López López<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas, Ramón López Velarde  
801. C.P. 98000, Zacatecas, Zac., México.

<sup>2</sup>Centro para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología

<sup>3</sup>Departamento de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Los semiconductores de compuestos III-V son materiales prometedores para el desarrollo de una alta fiabilidad y dispositivos optoelectrónicos de alto rendimiento. En comparación con los materiales a base de silicio, estos materiales presentan características superiores al convertir la luz en electricidad o viceversa. En aplicaciones de celdas solares, la eficiencia de conversión de las celdas solares de GaAs, predichos por cálculo teórico y medidas en celdas prototipo, se encuentra que es mayor que la de las celdas solares a base de silicio. Esto se debe a que el GaAs tiene gap directo y al buen acoplamiento de las redes cristalinas en la juntas; por ejemplo, una celda solar P-N de GaAs con un espesor de capa de base de 3.3 micras pueden absorber 97% del espectro solar de iluminación global AM1.5, y los portadores generados con alta movilidad tienen más probabilidad de llegar a la unión antes de ocurrir cualquier proceso de recombinación. En este trabajo se reporta el crecimiento y caracterización de células solares de unión simple de GaAs dopadas con Mn crecidas por medio de Epitaxia por Haces Moleculares (MBE). La espectroscopia de dispersión de energía (EDS) confirmó concentraciones (Mn%) de 0.1, 0.05 y 0.01 en nuestras muestras y la caracterización por Rx muestra la integración del manganeso como material tipo p, es decir como GaMnAs. Para los contactos se utilizó una sucesión de capas de plata y zinc. La celda solar fue expuesta a la iluminación de un simulador solar certificado con radiación AM1 y a un aparato de eficiencia cuántica para determinar en qué región del espectro de luz era mayor su eficiencia. La exposición directa de la celda Mn% = 0.1 a la radiación solar en un día promedio presenta foto voltaje de 185mV. Se realizó la caracterización IV de nuestras celdas solares con una área de 16mm<sup>2</sup>, mediante lo cual se determinó un voltaje en circuito abierto de 159meV y una corriente de corto circuito de 0.11 miliamperes. Este estudio desarrollado en el Laboratorio Nacional CIACyT-UASLP proporciona nuevas ideas para la investigación sobre las células solares ferromagnéticas.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
JUNIO 12-14, 2017  
MARTES 13**

CONFERENCIA 01

**Celdas solares semitransparentes: el nuevo reto de la tecnología fotovoltaica**

Oswaldo Vigil-Galán

Escuela Superior de Física y Matemáticas – Instituto Politécnico Nacional (ESFM – IPN), 07738,  
CDMX, México.

Las celdas solares semitransparentes integradas en la arquitectura de edificios, se considera la solución tecnológica al problema que conlleva el uso de extensas áreas de tierra, derivado del desarrollo exponencial de las instalaciones fotovoltaicas. En particular la tecnología de celdas solares ultra-finas y el rayado láser para crear zonas de transmisión de la luz en celdas convencionales son las dos tendencias actuales para el uso de celdas semitransparente en edificios y automóviles. En el presente trabajo se exponen los avances obtenidos en el procesamiento de celdas solares semitransparentes en la tecnología de películas delgadas haciendo hincapié en la relacionada con el CdTe por ser considerado como una de las mejores alternativas para la aplicación en las celdas solares semitransparentes. Las técnicas de sputtering y CSVT (close space vapor transport) son las de mejores potencialidades. Se presenta los avances y retos a superar en la tecnología de CSVT.

Agradecimientos: Este trabajo es parte del proyecto CeMIE-Sol 207450/P25. El autor agradece el apoyo de EDI y COFAA del IPN

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
JUNIO 12-14, 2017  
MARTES 13**

CONFERENCIA 02

**Topological properties of the Quantum Hall effect and mechanically deformed graphene**

Gerardo G. Naumis

Instituto de Física, UNAM

The Quantum Hall spectrum is a fractal with a highly complex nested set of gaps where each gap represents a state whose quantized conductivity is characterized by topological invariants known as the Chern numbers. We show that such properties can be derived from a projection from a higher dimensional space, resulting in a dynamical map and symbolic sequences. Then we found topological collapses which are associated to Van Hove singularities. We discuss how these features are relevant for the understanding of strained graphene and other two dimensional materials, since we present a mapping of strained graphene into quasiperiodic chains in which a similar fractal appears.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 03

**Espectroscopía de reflectancia anisotrópica como sonda de monitoreo para el crecimiento epitaxial de GaAs**

D. Ariza-Flores<sup>1,2</sup>, J. Ortega-Gallegos<sup>1</sup>, L.E. Guevara-Macías<sup>1</sup>, J.G. Santiago<sup>1</sup>, R. Castro-García<sup>1,2</sup>,  
R.E. Balderas-Navarro, L.F. Lastras-Martínez<sup>1</sup>, and A. Lastras-Martínez<sup>1</sup>

1 Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, UASLP  
2 CONACyT-IICO

La espectroscopía de reflectancia anisotrópica (ERA) es una técnica de caracterización óptica propuesta por Aspnes y Studna en 1985 [1]. Consiste en la medición de la diferencia en reflectividad para dos haces de luz linealmente polarizados TE y TM, que inciden de manera cuasi-normal en la superficie de un material. Si bien las primeras mediciones de ERA se llevaron a cabo con superficies oxidadas expuestas a la presión ambiental, pronto fue claro que esta técnica es sensible a las diferentes reconstrucciones superficiales que se presentan en semiconductores bajo ambientes de ultra alto vacío. Más adelante, Kamiya y colaboradores, demostraron que existe una correlación entre la forma de línea del espectro y la reconstrucción superficial, sin embargo, hasta hoy en día no ha sido posible esclarecer por completo la relación entre la forma de línea de los espectros de reflectancia anisotrópica, con la geometría y los fenómenos físicos superficiales [2]. Recientemente, nuestro grupo de investigación de materiales y dispositivos optoelectrónicos del instituto, desarrolló un espectrómetro rápido de reflectancia anisotrópica, acoplado a un sistema de crecimiento epitaxial por haces moleculares, para el monitoreo del crecimiento de semiconductores III-V. El espectrómetro es capaz de medir espectros en una escala temporal por debajo de los 100 milisegundos con una sensibilidad por arriba de  $10^{-4}$ , cubriendo un rango espectral de 2.25 a 5 eV, el cual abarca las energías de transición  $E_1$  y  $E_1 + \Delta_1$  del GaAs y otros semiconductores III-V tecnológicamente relevantes. Con este instrumento es posible analizar en detalle, en términos de la evolución espectral, los procesos llevados a cabo durante la migración de la reconstrucción superficial entre dos fases estables presentes en el crecimiento homoepitaxial de GaAs, siendo posible cuantificar la dosis de Ga necesaria para convertir media monocapa de GaAs con reconstrucción  $c(4 \times 4)$  a la fase  $(2 \times 4)$  [3].

[1] D.E. Aspnes and A.A. Studna, Phys. Rev. Lett. 54, 1956 (1985).

[2] I. Kamiya, D.E. Aspnes, L.T. Florez and J.P. Harbison, Phys. Rev B 46, 15895 (1992).

[3] D. Ariza-Flores, J. Ortega-Gallegos, O. Núñez-Olvera, R.E. Balderas-Navarro, L.F. Lastras-Martínez, L.E. Guevara-Macías, & A. Lastras-Martínez, Meas. Sci. Tech. 26(11), 115901 (2015).



**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 04

**Termoelectricidad de baja dimensión en grafeno**

J. Martínez-Rivera, N. E. Moreno-Cabrera, S. Molina-Valdovinos, I. Rodríguez Vargas

*Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad Esquina  
con Paseo a la Bufa S/N, 98060 Zacatecas, Zac., México*

El grafeno es un material que ha venido a cambiar el contexto de la materia condensada debido a la gran variedad de efectos exóticos que puede albergar e igualmente al sinnúmero de posibles aplicaciones tecnológicas de las que puede ser objeto. En la presente charla se abordará el fenómeno de la termoelectricidad en grafeno. Se pondrá especial énfasis en cómo es que un material que en principio es un mal termoeléctrico puede llegar a presentar propiedades termoeléctricas sobresalientes. Específicamente se presentarán resultados concretos sobre el coeficiente de Seebeck y el factor de termo-potencia en superredes de grafeno.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 05

**Descomposición SU(2) de la dinámica de Información Cuántica para Hamiltonianos  
generalizados de sistemas de dos niveles**

Francisco Delgado  
Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México.

En la versión de computación cuántica basada en compuertas, el uso de compuertas apropiadas es esencial. No obstante, mientras que las compuertas adoptan formas convenientes para los algoritmos computacionales, basados en gran medida en ideas y conceptos heredados del cómputo clásico, en la práctica, su diseño depende de los sistemas cuánticos e interacciones físicas entre ellos. Los recursos cuánticos y diseño de compuertas están restringidos a propiedades y limitaciones de los propios elementos físicos considerados en la implementación. En añadidura, una manipulación y control deben ser diseñados. En este escenario, los sistemas cuánticos de dos niveles son elementos básicos que conectan la naturaleza binaria del cómputo clásico con el cómputo cuántico. Este trabajo presenta una aproximación general para implementar procedimientos de control mediante la descomposición de la dinámica de  $2d$  sistemas cuánticos de dos niveles en  $4^d$  problemas elementales de dos niveles, al expresar la dinámica sobre una base no local, los estados generalizados de Bell. De esta forma, las operaciones y manipulación binarias sobre la información cuántica y no sobre los sistemas en sí mismos mediante la reconfiguración de la arquitectura del sistema y elementos de control locales que están presentes en el Hamiltoniano. De este modo, el procedimiento ideado permite establecer un proceso de control directo sobre la información cuántica almacenada sobre este tipo de sistemas.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 06

**Levi distributions determine leonardo's rule**

Oscar Sotolongo-Costa, Dan S. Díaz, M. Gaggero-Sager

IICBA, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

The well known rule discovered by Leonardo Da Vinci, asserting that in any ramification the branches of a tree divide such that "...the sum of all widths of the branches in a given generation equals the width of the trunk" recently received some attention.



Leonardo himself justified this rule arguing about the conservation of flux of sap. Others, study this rule with different approaches, and recently (C. Eloy, Phys. Rev. Lett, 107, 258101, (2011)) justifies Leonardo's rule proposing this rule as a consequence of the branch diameter being adjusted to resist wind induced loads.

In our opinion, Da Vinci's explanation is wrong since the flux of sap (viscous fluid) is proportional to the fourth power of the branch diameter. On the other hand, the arguments of Eloy introduce "ad hoc" unjustified hypothesis and there is no comparison with experience.

Here, a model based on a Levi distribution of xilema vessels leads to a very simple model, reproducing in a natural way Leonardo's rule. Our hypothesis is supported by experimental observations.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 02 (Salón 1)

**Procesamiento y caracterización de películas delgadas de  $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$  depositadas mediante la técnica de evaporación térmica partiendo de los precursores CuS, GeS y ZnS**

Maykel Courel, T.G. Sanchez, Y. Kumar, N.R. Mathews, X. Mathew\*

Instituto de Energías Renovables, Universidad nacional Autónoma de México, Temixco, Morelos  
62580, México

\*E-mail: [xm@ier.unam.mx](mailto:xm@ier.unam.mx)

El material kesterita  $\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{Sn,Ge})(\text{S,Se})_4$  ha recibido una gran atención para aplicaciones fotovoltaicas debido a su conductividad tipo p, un alto coeficiente de absorción mayor de  $10^4 \text{ cm}^{-1}$ , así como un ancho de banda prohibida cercano al óptimo requerido, al mismo tiempo de estar compuesto por elementos abundantes y de baja toxicidad en la naturaleza. En particular, compuestos basados en la incorporación de Ge se han hecho más atractivos pues la incorporación de Ge reduce la formación de defectos en el material volumen lo cual contribuye a mejorar el gran déficit de  $V_{oc}$  existente en las celdas kesteritas. Dentro de la familia de la kesterita, el compuesto  $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$  (CZGS) resulta atractivo para aplicaciones en celdas Tandem. Sin embargo, poca información concerniente a las propiedades físicas de este compuesto es encontrada a lo largo de la literatura. En este trabajo se presenta un estudio del depósito del material CZGS partiendo de la técnica de evaporación térmica secuencial. Primeramente se realiza el depósito del apilado CuS/GeS/ZnS, el cual es sometido posteriormente a un tratamiento térmico. Diferentes espesores de películas GeS fueron depositadas a fin de estudiar el papel que juega diferentes concentraciones de Ge en las propiedades estructurales, morfológicas, ópticas y eléctricas en las películas CZGS. Los resultados de difracción de rayos X y Raman demuestran la formación del compuesto CZGS con estructura kesterita y fase tetragonal. Un incremento en el tamaño de la cristalita es observado para muestras ricas en Zn y pobres en Ge. Además, un incremento del ancho de banda prohibida desde 2.0 eV hasta 2.23 eV es observado dependiendo del incremento de la concentración de Ge, lo cual sugiere que las propiedades ópticas de este compuesto pueden ser controladas en función de la incorporación de Ge. Otras caracterizaciones tales como SEM, I-T, 4 puntas, efecto Seebeck y mediciones de fotoconductividad fueron realizadas para obtener información del rol de la incorporación de Ge en las propiedades físicas de películas CZGS.

Agradecimientos: M. Courel agradece a DGAPA-UNAM por la posición posdoctoral. Este trabajo es parte de los proyectos PAPIIT-UNAM, IN 113214, CONACyT 129169, CeMIE-Sol 207450/P28. También este trabajo hizo uso de facilidades experimentales adquiridas de los proyectos PAPIIT-IN107815, y CONACyT 238869.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 03 (Salón 1)

**Celdas solares de CZTGSe preparadas mediante la técnica de evaporación térmica  
secuencial de apilamientos Cu / Sn / Cu / Zn / Ge**

F.A. Pulgarín-Agudelo<sup>1\*</sup>, O. Vigil-Galán<sup>2</sup>, Jacob A. Andrade-Arvizu<sup>4</sup>, R. González<sup>3</sup>, E. Rodríguez<sup>3</sup>, Y. Sánchez<sup>4</sup>, M. Espíndola-Rodríguez<sup>4</sup>, E. Saucedo<sup>4</sup>

1 CONACYT-Escuela Superior de Física y Matemáticas-Instituto Politécnico Nacional (IPN),  
C.P. 07738, CDMX, México

2 Escuela Superior de Física y Matemáticas-Instituto Politécnico Nacional (IPN), C.P. 07738,  
CDMX, México

3 CICATA –IPN. Altamira, Km. 14.5 carretera Tampico-puerto Altamira, Altamira,  
Tamaulipas, C.P. 89600

4 Catalonia Institute for Energy Research (IREC), Jardins de les Dones de Negre 1, 08930  
Sant Adrià del Besòs-Barcelona, Spain

Celdas solares basadas en kesterita  $\text{Cu}_{1.6}\text{Zn}_{1.1}\text{Sn}_{0.9}\text{Se}_4\text{:Ge}$  (CZTGSe) fueron fabricadas sobre sustratos vidrio/Molibdeno por evaporación térmica a través del depósito secuencial de capas Cu / Sn / Cu / Zn / Ge. El proceso de crecimiento de los precursores metálicos se realizó a temperatura ambiente en el sustrato. Posteriormente, con el fin de formar las películas delgadas del absorbedor CZTGSe, se realizó un tratamiento térmico en atmósfera reactiva de Se + Sn empleando una caja de grafito en un horno tubular. Se procesaron celdas solares con una estructura de vidrio/Mo/CZTGSe/CdS/i-ZnO/ITO con una eficiencia del 6,3%, utilizando el apilamiento de Cu (3 nm)/Sn (248 nm)/Cu (105 nm)/Zn (174 nm)/Ge (20 nm). Los resultados se discuten en términos del uso de diferentes espesores de la capa de Cu y en el uso de diferentes valores de la presión en el proceso de selenización de los precursores para el procesamiento de celdas solares de alta eficiencia de CZTGSe.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 04 (Salón1)

**Efecto del tamaño de poro de la capa de dióxido de titanio en la eficiencia e histéresis de celdas solares híbridas de perovskita.**

A. N. Corpus-Mendoza, J. García-Cerrillo, P. Moreno-Romero, A. Hernández-Granados, H. Hu

Instituto de Energías Renovables, UNAM. Priv. Xochicalco S/N Temixco, Morelos 62580 México.

La evaluación de parámetros de una celda solar por el método convencional de corriente–voltaje ( $I$ – $V$ ) es severamente afectada por las condiciones de medición como, dirección de barrido (histéresis), velocidad de barrido voltaje inicial y tiempo previo de iluminación. Esto complica la reproducibilidad de dispositivos y la comparación de resultados entre diferentes organizaciones. En este estudio, reportamos el efecto de espesor y tamaño de poro de la capa de dióxido de titanio mesoporoso ( $mp\text{-TiO}_2$ ) preparada por spin coating, en el desempeño y comportamiento histerético de celdas solares de perovskita. Observamos un incremento simultáneo en el espesor y tamaño de poro de la capa de  $mp\text{-TiO}_2$  conforme la velocidad de deposición es reducida, lo cual es demostrado por medio de perfilometría y microscopía electrónica de barrido. Generalmente, las celdas con capas más espesas de  $mp\text{-TiO}_2$  presentan valores mayores de corriente de corto circuito ( $ISC$ ) a costo de una mayor histéresis en la medición. Atribuimos el mayor comportamiento histerético de las celdas a un menor tamaño de cristal de la capa de perovskita, el cual depende de el tamaño de poro de la capa de  $mp\text{-TiO}_2$ . Además, preparamos capas de perovskita por medio de un método de transferencia de material en estado sólido el cual permite una mayor uniformidad de la superficie de perovskita y un mayor tamaño de cristal, lo cual reduce el comportamiento histerético de la celda. La reducción de este comportamiento es de vital importancia para estandarizar la caracterización eléctrica de celdas solares de perovskita y para reportar eficiencias de celdas más confiables.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 05 (Salón 1)

**Celdas solares de silicio con heterouniones de óxido de molibdeno (MoO<sub>x</sub>)**

Guillermo Santana Rodríguez

Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México. A.P. 70  
360, Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F.

En el presente trabajo, nanoestructuras de MoO<sub>x</sub> se obtuvieron a partir de capas semilla Mo, crecidas mediante la técnica de sputtering. Se realizaron difracción de rayos X (XRD), microscopía de fuerza atómica (AFM), UV-Visible (UV-VIS) con el fin de investigar las propiedades estructurales, morfológicas y ópticas de las muestras. Optimizando las diferentes condiciones de depósito, las películas delgadas de MoO<sub>x</sub> se crecieron de 15 nm a 240 nm. El análisis realizado utilizando la espectroscopía XRD mostró la presencia de matriz MoO<sub>x</sub> (donde x, podría variar de 1 a 3). Especialmente, se observaron muestras con un valor de estado de oxidación (x = 2) antes del tratamiento y que cambia a 3 después del tratamiento. Adicionalmente, se encontraron cambios en la respuesta de fotoconductividad de las películas delgadas debido al tratamiento térmico. Las películas delgadas crecidas en este trabajo fueron usadas para la fabricación de celdas solares sobre substratos tipo n y p.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 06 (Salón 1)

**Procesamiento de Celdas Solares Reducidas en Cadmio**

M. L. Albor Aguilera<sup>1</sup>, M. A. González Trujillo<sup>2</sup>, C. Hernández Vasquez<sup>1</sup>, U. Galarza Gutierrez<sup>1</sup>,  
J.A. Ortega Cárdenas<sup>1</sup>, J.M. Flores Marquez<sup>3</sup>, M. A. Hernández Pérez<sup>3</sup>.

1Instituto Politécnico Nacional - ESFM, Depto. de Física, U.P.A.L.M., Zacatenco, CDMX, 07738, México.

2Instituto Politécnico Nacional - ESCOM, Formación Básica, U.P.A.L.M., Zacatenco, CDMX, 07738, México.

3Instituto Politécnico Nacional - ESIQIE-, Depto. De Ingeniería en Metalurgia y Materiales, U.P.A.L.M., Zacatenco, CDMX, 07738, México.

Dentro del desarrollo de celdas solares fotovoltaicas, hay un gran interés en el desarrollo de nuevos materiales que favorezcan la eficiencia de estos dispositivos. Por otro lado, las celdas solares fabricadas a partir de películas delgadas de distintos materiales semiconductores presentan la ventaja de ser más económicas en términos del costo del material base, con una estabilidad equivalente a la de las celdas fabricadas con silicio cristalino de gran pureza. En este trabajo se presentan materiales libres de cadmio que pueden ser incorporados como material ventana y/o capas buffer que permitan sustituir o disminuir en espesor las películas delgadas de CdS utilizadas como material ventana en el desarrollo de celdas solares del tipo CdTe, CIGS y CZTS.

Este trabajo es sujeto de apoyo de los proyectos Cemie-Sol P25 y SIP 20170141.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 07 (Salón 1)

**Síntesis de películas absorbedoras de compuestos kesterita (cztgse) para su implementación en celdas solares de segunda generación**

J. R. González-Castillo<sup>1</sup>, O. Vigil-Galán<sup>2</sup>, F. Pulgarín-Agudelo<sup>2</sup> E. Rodríguez-González<sup>1</sup>

1Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Altamira – Instituto Politécnico Nacional (CICATA, UA – IPN), 89600, Altamira Tamaulipas, México.

2Escuela Superior de Física y Matemáticas – Instituto Politécnico Nacional (ESFM – IPN), 07738, CDMX, México.

En este trabajo se presentan resultados preliminares de la síntesis de películas delgadas a base de compuestos kesterita del tipo CZTGSe obtenidas mediante la técnica de evaporación térmica secuencial a partir de los elementos primarios Cobre, Estaño, Zinc y Germanio en forma de apilamientos metálicos, los cuales fueron sometidos a un pos-tratamiento térmico reactivo en atmósfera de Selenio para la cristalización del material. La incorporación de Germanio en la estructura de la kesterita tiene como objetivo sustituir parcialmente al Sn y con ello disminuir los efectos de recombinación de portadores asociados a la formación del estado Sn<sup>2+</sup> que afecta la eficiencia final de las celdas solares procesadas con estos materiales. El dopaje con Germanio, en combinación con la mejor estequiometría reportada para las kesteritas, dan como resultado la combinación deseada para este compuesto (Cu<sub>1.6</sub>Zn<sub>1.1</sub>Sn<sub>0.9-x</sub>Ge<sub>x</sub>Se<sub>4</sub>). Las propiedades ópticas, estructurales, morfológicas y eléctricas del compuesto se analizan detalladamente para su uso en el procesamiento de celdas solares del tipo CdS/CZTGSe.



DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
JUNIO 12-14, 2017  
MARTES 13

CONFERENCIA 08 (Salón 1)

**Paneles híbridos. fotovoltaico-termico**

Diego Seuret Jiménez. Erick O. Castañeda Magadan. Alfredo T. Rivera García. Sandro G. Pérez Grajales

CIICAp-UAEM.

Ave. Universidad 1001. Col. Chamilpa. Cuernavaca. Morelos. C.P. 62209  
[dseuret@uaem.mx](mailto:dseuret@uaem.mx), [erick.castanedamag@uaem.edu.mx](mailto:erick.castanedamag@uaem.edu.mx).

Se describe el proceso de simulación para el diseño de un panel híbrido, fotovoltaico-térmico. El panel tiene un intercambiador de calor y en sus caras se colocan celdas solares de silicio y de materiales III-V. La simulación del panel se realiza con Ansys 16.1. Y se analiza fundamentalmente las variaciones del número de Reynolds con distintas geometrías y flujos. Posteriormente las variaciones de temperatura con iluminación fija.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 09 (Salón 1)

**Aplicaciones de heteroestructuras de películas delgadas de compuestos semiconductores  
CdS/CdTe**

K. Gutiérrez Z-B, P. G. Zayas-Bazán, A. M. Salomón-Preciado, F. de Moure-Flores, D. Jiménez-Olarte, J. Sastré-Hernández, S. Gallardo-Hernández, J. R. Aguilar-Hernández, C. Mejía-García, M. Tufiño-Velázquez, G. S. Contreras-Puente.

Escuela Superior de Física y Matemáticas – Instituto Politécnico Nacional

El CdTe es un semiconductor de gap directo entre 1.45-1.5 eV a temperatura ambiente y alto coeficiente de absorción ( $> 5 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ ), lo que significa que una capa de espesor de 1  $\mu\text{m}$  es suficiente para absorber el 90% de los fotones incidentes [1]. Debido a estas propiedades, el CdTe es un material absorbente ideal para obtener celdas solares policristalinas CdS/CdTe de capas gruesas con alta eficiencia y bajos costos. En las celdas solares convencionales de capa gruesa de CdS/CdTe, con espesor de unos pocos  $\mu\text{m}$  de CdTe y décimas de  $\mu\text{m}$  de CdS, se han registrado eficiencias récords de alrededor del 21% [2]. Para aplicaciones como ventanas fotovoltaicas semitransparentes en edificios o en los techos solares de vehículos, las celdas solares de CdS/CdTe sería de capas ultra-delgadas donde los espesores de los semiconductores deben ser reducidos a las décimas de  $\mu\text{m}$  para CdTe e incluso mucho más pequeños para el CdS (aprox. 50 nm). En este trabajo se exponen las potenciales aplicaciones que hemos estado trabajando en nuestro grupo para la heteroestructura de película delgada de CdS/CdTe como celda solar ultra-delgada, como detector de partículas Alfa y neutrones [3].

[1] Handbook of Photovoltaic Science and Engineering (John Wiley & Sons Ltd, England, 2003) pp. 617-662.

[2] J. Appl. Phys. 112 (2012) 113110.

[3] Applied Physics Letters 105, 112107 (2014).

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MARTES 13**

CONFERENCIA 10 (Salón 1)

**Procesamiento del contacto posterior  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  + Mo por Sputtering-DC en Celdas Solares de CdTe**

R. Mendoza-Pérez<sup>1</sup>, H. A. León-Bonilla<sup>2</sup>, D. Hernández-Pitalúa<sup>3</sup>

1 Plantel San Lorenzo Tezonco, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México D.F.,

México, {rogelio.mendoza@uacm.edu.mx }

2 Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Xalapa, México, {hugo.leon@itsx.edu.mx }

3 Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Xalapa, México, {dpitalua@yahoo.com }

En este trabajo se presentan los resultados respecto al depósito y caracterización del material Teluro de Antimonio ( $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ ) empleado como capa p+ y el material Molibdeno (Mo) como metalización utilizados como contacto posterior en una celda solar de película delgada de Teluro de Cadmio (CdTe).

El procesamiento del material Teluro de Antimonio ( $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ ) se dio a partir de una matriz de experimentación, cuyo depósito se llevó a cabo variando parámetros como potencia desde 20 W hasta 60 W, presión desde 5 mTorr hasta 20 mTorr y temperatura del sustrato desde temperatura de referencia hasta los 300°C en tiempos de depósito 100 minutos. Se encontró que los mejores parámetros de depósito ocurren con una potencia de 60 W, con una presión de 10 mTorr, y temperatura de sustrato de 300°C debido a que su morfología y composición presentaron las mejores características.

El procesamiento del Molibdeno se dio a partir de una matriz de experimentación donde el depósito se dio variando parámetros como potencia desde 150 W hasta 250 W, presión desde 10 mTorr hasta 20 mTorr y temperatura del sustrato desde 150°C hasta los 250°C, los tiempos de depósito variaron desde 30 minutos hasta 90 minutos. Con lo anterior se encontró, que los mejores parámetros de depósito ocurren con una potencia de 250 W, con una presión de 10 mTorr, temperatura de sustrato de 200°C y un tiempo de depósito de 60 minutos, registrándose la resistencia con el valor más bajo. Estos resultados se validaron fabricando y caracterizando dos celdas solares experimentales en área de 100cm<sup>2</sup>. El depósito de ambos materiales se llevó a cabo de manera secuencial por medio de la técnica de erosión catódica magneto planar (Sputtering) en modo de corriente directa (DC), manteniendo constante la presión de depósito en 10mTorr y variando la temperatura del sustrato así como la potencia del equipo. Para el  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  de 300°C y 60 W y para el Mo de 200°C y 250W. La celda solar obtenida de CdTe con contacto posterior  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ +Mo, registró respuesta eléctrica a partir de la curva corriente vs voltaje (I vs V), obteniéndose una corriente de corto circuito  $I_{sc} = 3.2 \times 10^{-4}$  A y un voltaje a circuito abierto  $V_{oc} = 0.31$  V, un factor de llenado  $FF = 0.35$  y una eficiencia fotovoltaica de 0.32 %.

*Palabras Clave*—Contacto posterior, Sputtering-DC, Teluro de Antimonio ( $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ ), Molibdeno (Mo), Teluro de Cadmio (CdTe).

DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
JUNIO 12-14, 2017  
MIÉRCOLES 14

CONFERENCIA 01

**Confined electronic states in paraboloidal quantum lens**

Carlos A. Duque Echeverri

Grupo de Materia Condensada, Instituto de Física, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Using the effective mass and parabolic band approximations, we introduce a new analytic solution of a confined electron in paraboloidal quantum lens with infinite confinement potential. Consistent with the axial symmetry, when the separation constant is different of zero the states are twice degenerate.

The method has been applied to investigate the evolution of the gap energies of some alloys versus the dot size. The electron localization has also been investigated by using finite element calculations. The method developed in this work could be useful to investigate more deeply the lens-shaped quantum dot.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MIÉRCOLES 14**

CONFERENCIA 02

**Propiedades Ópticas de Sistemas Multicapas Dieléctrico-Grafeno--Dieléctrico  
Cuasiregulares**

Ileri Aydée Sustaita-Torres<sup>1</sup>, Claudia Sifuentes-Gallardo<sup>1</sup>, Isaac Rodríguez-Vargas<sup>2</sup>, Jesús  
Madrigal-Melchor<sup>2</sup>

1 Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Av. Ramón  
López Velarde 801, Col. Centro, C.P. 98000, México. 2 Unidad Académica de Física, Universidad  
Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad s/n, Col. Hidráulica, C.P. 98060, México.

Recientemente las propiedades ópticas de los sistemas que contienen grafeno han atraído gran interés debido a sus potenciales aplicaciones en diferentes dispositivos optoelectrónicos; aunado a esto el grafeno presenta otras excepcionales propiedades como alta movilidad, transparencia óptica, flexibilidad y dureza, entre otras, que permiten que pueda ser utilizado en diferentes dispositivos como fotodetectores, capas conductoras transparentes, transistores de alta frecuencia, diodos orgánicos emisores de luz, pantallas táctiles entre otras muchas importantes aplicaciones que han dado un gran impulso a su estudio. En este trabajo se realizó un análisis comparativo de las Propiedades Ópticas en dos estructuras multicapas (EM), que siguen un arreglo cuasiregular y superred. Las estructuras se generan intercalando una lámina de grafeno entre dos capas dieléctricas. El método de cálculo implementado está basado en el esquema de matriz de transferencia para la propagación de ondas electromagnéticas en medios multicapas. En ambos sistemas las láminas de grafeno son descritas por medio de su conductividad óptica, considerando las transiciones interbanda e intrabanda, y la región del espectro del infrarojo. En los espectros obtenidos se puede observar cómo se modulan las propiedades ópticas variando los diferentes parámetros de los sistemas como el ángulo de incidencia de la luz, diferentes tipos, espesores y contrastes ópticos de los dieléctricos, además diferentes números de la secuencia de generación de capas, en donde para las EM cuasiregulares se muestra que los espectros rompen la simetría que presentan en la superred;; en consecuencia pierden simetría pero ganan autosimilitud.

Palabras claves: Grafeno, propiedades ópticas, estructura cuasiregular.

Email del autor: ireri.sustaita@uaz.edu.mx

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MIÉRCOLES 14**

CONFERENCIA 03

**Modos plasmónicos TM en un sistema multicapas dieléctrico-grafeno-dieléctrico**

J. Madrigal-Melchor<sup>(1,\*)</sup>, J. S. Pérez-Huerta<sup>(1)</sup>, J. R. Juárez-López<sup>(2)</sup>, I. A. Sustaita-Torres<sup>(2)</sup>, C. Sifuentes-Gallardo<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, 98000, Zacatecas, México.

<sup>(2)</sup> Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, 98060, Zacatecas, México.

(\*) email: jmadrigal.melchor@fisica.uaz.edu.mx

Las propiedades ópticas y electrónicas del grafeno se han estudiado ampliamente en los últimos años debido a sus posibles aplicaciones en nuevos dispositivos optoelectrónicos con alto desempeño [1]. El estudio de los modos plasmónicos es muy importante en el diseño de celdas solares para mejorar su desempeño y eficiencia, es por esta razón que en este trabajo mostramos el estudio de los modos plasmónicos TM generados en un sistema multicapas dieléctrico-grafeno-dieléctrico, calculando los polos de la reflexión, la cual se obtiene a través del método de matriz de transferencia. Observamos que la relación de dispersión plasmónica depende fuertemente de los parámetros del sistema como son los anchos de los dieléctricos, del potencial químico del grafeno, de las permitividades de los medios dieléctricos y del número de capas. Además, es importante resaltar que el número de ramas en la relación de dispersión plasmónica está directamente relacionada con el número de láminas de grafeno en el sistema.

[1] F. Bonaccorso, Z. Sun, T. Hasan, and A. C. Ferrari, "Graphene Photonics and Optoelectronics," *Nat. Photonics*, vol. 4, no. 9, pp. 611–622, 2010.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MIÉRCOLES 14**

CONFERENCIA 04

**Conductividad térmica de la red en nanohilos revestidos a base de Ge y Si**

Darío G. Santiago-Pérez

<sup>1</sup>Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez,” Avenida de los Mártires 360, CP 62100, Sancti Spiritus, Cuba

Se estudia teóricamente la conductividad térmica de la red en nanohilos (NHs) y nanohilos revestidos (NHRs) a base de Si y Ge. Partiendo del modelo de Callaway [Phys. Rev. **113**, 1046 (1959)], teniendo en cuenta los principales procesos dispersivos, se determina la conductividad térmica en nanohilos de sección transversal cilíndrica con frontera libre. En nuestro formalismo se usa el modelo elástico continuo para determinar como el confinamiento, la relación de tamaño entre el NH y el revestimiento y la relación entre las impedancias acústicas de los materiales, modifican la relación de dispersión y la velocidad de grupo en el NHR. Finalmente se reporta como el revestimiento modifica la conductividad térmica del NH puro.

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MIÉRCOLES 14**

CONFERENCIA 05

**Análisis de la propagación de la luz en un cristal fotónico unidimensional híbrido de Rudin-Shapiro con capas superconductoras**

H. A. Gómez-Urrea<sup>1</sup>, J. Escorcia-García<sup>2</sup>, C. A. Duque<sup>3</sup>, M. E. Mora-Ramos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín, Medellín, Colombia

<sup>2</sup>CONACYT-CINVESTAV del IPN, Unidad Saltillo,

Av. Industria Metalúrgica 1062, Parque Industrial, Ramos Arizpe 25900, México

<sup>3</sup>Grupo de Materia Condensada-UdeA, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia

<sup>4</sup>Centro de Investigación en Ciencias, Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, CP 62209 Cuernavaca, Morelos, México

Se analiza el espectro de transmitancia de un cristal fotónico unidimensional híbrido construido a partir de la superposición de una estructura periódica con una estructura cuasiregular de Rudin-Shapiro (RS) [1] que incluye capas de un material superconductor. La estructura de cuatro capas de RS es diseñada con tres capas dieléctricas sin pérdida y una capa de un material superconductor de baja temperatura. La función dieléctrica de la capa superconductora es modelada con la teoría de dos fluidos de Gorter-Casimir [2], y el espectro de transmitancia es calculado mediante el método de la matriz de transferencia [3,4]. Los resultados obtenidos revelan la presencia de una frecuencia de corte  $f_c$  –ancho de banda prohibida para la radiación– que puede ser manipulada cambiando el ancho de la capa superconductora, la temperatura y el orden de la secuencia de RS. Además, se discute la distribución espacial de la amplitud del campo eléctrico para los modos de propagación TM. Se encuentra, que el máximo valor de la intensidad de campo eléctrico localizado, corresponde a valores de frecuencia por encima de  $f_c$ , en la cual, la función dieléctrica efectiva de la celda unitaria híbrida se vuelve cero.

[1] W. Rudin, Some theorems on fourier coefficients. Proc. Am. Math. Soc. 7, 855 (1959).

[2] M. Tinkham, Introduction to superconductivity, McGraw-Hill, New York, 1996.

[3] P. Yeh, A. Yariv, C. Hong, Electromagnetic propagation in periodic stratified media, I. General theory, J. Opt. Soc. Amer. 67, 423 (1977).

[4] M. E. Mora, R. Pérez, Ch. Sommers, Transfer matrix in one-dimensional problems, J. Physique, 46, 1021 (1985).



**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**  
**JUNIO 12-14, 2017**  
**MIÉRCOLES 14**

CONFERENCIA 06

**Efecto del campo eléctrico aplicado en las propiedades ópticas de un pozo cuántico doble con modulación de dopado.**

F. Urgan<sup>1</sup>, J. C. Martínez-Orozco<sup>2</sup>, R. L. Restrepo<sup>3</sup>, M. E. Mora Ramos<sup>4</sup>, C. A. Duque<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Technology, Department of Optical Engineering, Cumhuriyet University, 58140 Sivas, Turkey.

<sup>2</sup>Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina con Paseo la Bufa S/N, C.P. 98060, Zacatecas, Zac. México.

<sup>3</sup>Universidad EIA, CP 055428, Envigado, Colombia.

<sup>4</sup>Centro de Investigación en Ciencias, Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>5</sup>Grupo de Materia Condensada-UdeA, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia

En el presente estudio teórico presentamos el efecto de la concentración de dopaje y el campo eléctrico aplicado en coeficiente de absorción intersubbanda y del cambio relativo del índice de refracción en un pozo doble con modulación de dopaje de GaAs/Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As.

Los niveles de energía y sus funciones de onda se calculan resolviendo de manera autoconsistente las ecuaciones de Schrödinger y Poisson dentro del marco de la aproximación de masa efectiva. Las propiedades ópticas se obtienen usando el formalismo de matriz densidad compacta por medio de un método iterativo. Los resultados numéricos se presentan en este caso para dos densidades distintas de dopaje y varios valores de campo eléctrico. Encontramos que el campo eléctrico afecta de manera importante tanto la posición, como la magnitud del pico de coeficiente de absorción así como los nodos y amplitud del cambio relativo del índice de refracción, y que dependen también de la concentración de dopaje.



## **TÍTULOS Y RESÚMENES DE LOS CARTELES**



POSTER 01

**Absorption coefficient in asymmetric zinc blende InGaN/GaN quantum heterostructures.**

J. G. Rojas-Briseño<sup>1</sup>, J. C. Martínez-Orozco<sup>2</sup>, and M. E. Mora-Ramos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ciencias, Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos México.

<sup>2</sup>Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina con Paseo a la Bufa, S/N, C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, México.

Nonlinear optical properties arise when a high laser intensity interaction with a semiconductor and we can expand until second order the susceptibility. The nonlinear contribution for the absorption coefficient and the refractive index can be obtained experimentally with the z-scan method. Theoretically, in the expressions developed with the two-closed atoms and the density matrix approximations, there is one term related to the asymmetric heterostructure. In nitride semiconductor, they have a considerable different effective mass and lattice constants and appear the mass mismatch and the strain effects in the quantum layer systems. In this work reported the absorption coefficient and the relative refractive index change in asymmetric zinc blende InGaN/GaN quantum wells taking into account the effective mass position and the strain in a step and double quantum wells as a function of the quantum and barrier wider. Certain absorption regions for a double asymmetric quantum well were found as a function of the quantum well width. Due to the asymmetry, we found an increasing value for the difference between dipolar elements ( $|M_{11}-M_{00}|^2$ ). We can be controlled the sifts of the resonant peaks for the absorption coefficient and the refractive index. We conclude that is necessary to take into account the mass mismatch and the strain effects when we work with InGaN/GaN materials.

POSTER 02

**Finite One-dimensional Photonic Crystal: Transmission and Escape**

\*María de la Luz Silba-Vélez, \*\*Rolando Pérez-Álvarez y \*David Armando Contreras-Solorio  
\*Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esq.  
Paseo, La Bufa s/n C.P. 98060 Zacatecas, México.  
\*\*Centro de Investigación en Ciencias, Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad  
Autónoma del Estado de Morelos 62209, Cuernavaca, México.

Cuando se habla de cristales fotónicos nos referimos a sistemas de estructura periódica utilizados para manipular luz. En los años 80's, Yablonovich y Sajeev proponen estructuras artificiales con material dieléctrico para el estudio de sus propiedades electromagnéticas. A lo largo de este trabajo estudiamos sistemas formados por sistemas bicapa con índices de refracción  $n_1$  y  $n_2$  correspondientemente. Estudiamos la transmisión y las frecuencias de escape mediante el formalismo de la Matriz de Transferencia Asociada. Se observa la aparición de bandas de transparencia. Las frecuencias de escape  $\omega = \omega_r - i\Gamma$  están muy cercanas a dichas bandas aunque no es una coincidencia exacta.  $\omega_r$  es la frecuencia y  $\Gamma$  describe el ancho del estado. Asociamos la formación de la banda de transparencia debido al ensanchamiento de los estados.

POSTER 03

### Thermoelectricity and ballistic transport on the ferromagnetic Silicene-based heterostructures: External effect

Outmane Oubram<sup>1\*</sup>, Oracio Navarro<sup>2</sup>, Isaac Rodriguez-Vargas<sup>3</sup>, E. J. Guzmán

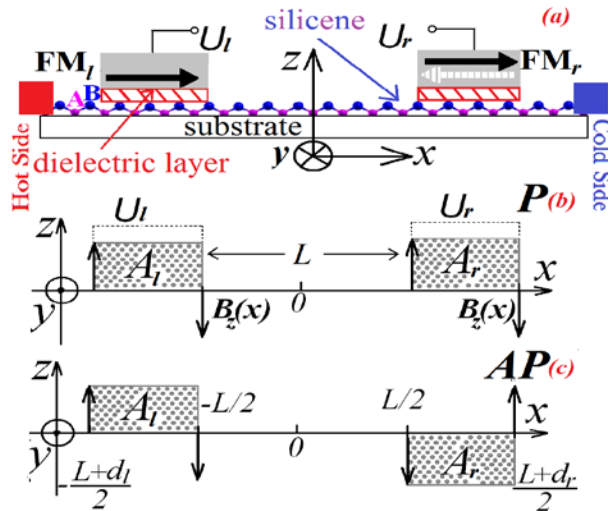
<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, 62209, México.

<sup>2</sup> Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701 Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta, Morelia, 58190, México.

<sup>3</sup> Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad Esquina con Paseo la Bufa S/N, 98060, Zacatecas.

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México.

Thermoelectric phenomena have fascinated scientist for nearly 200 years due to the possibility of generate electricity through heat (Seebeck effect) and to heating or cooling through an electric current (Peltier effect). Here, we are exploring the electrostatic barrier effect on the Seebeck coefficient, in a ferromagnetic heterostructure on a sheet of silicene. It is found that the effect it is dominant for a specific scattering channel and for a specific height of electrostatic barrier.



**Fig. 1.** (a) Cross section of a thermoelectric Ferromagnetic/Normal/Ferromagnetic (F/N/F) junction on the surface of silicene. The magnetization of the left ferromagnetic gate is fixed. Parallel (P) (b) and antiparallel (AP) (c) magnetization alignments on FNF silicene junction are induced by a stray field  $B_z(x)$ .  $A_l$  and  $A_r$  are the corresponding transverse magnetic vector potentials (gray rectangles) for P and AP alignment. Dashed lines in (b) represents the local electrostatic potentials  $U_l$  and  $U_r$  induced by the top gate voltage.

DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
JUNIO 12-14, 2017

POSTER 04

**Magnetoexcitones polaritónicas en una heteroestructura de pozo cuántico dentro de una microcavidad semiconductor**

P. L. Valdés Negrin<sup>1</sup>, M. Toledo Solano<sup>2</sup>, F. Pérez-Rodríguez<sup>1</sup>

1 Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Post. J-48, Puebla, Pue.  
72570, México,

2 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,  
Apartado Postal 1152, Puebla, Pue. 72500, México

E-mail: [pvaldes@ifuap.buap.mx](mailto:pvaldes@ifuap.buap.mx)

Se investiga teóricamente el acoplamiento de luz con magnetoexcitones en un pozo cuántico dentro de una microcavidad formada por espejos de Bragg despreciando el potencial Coulombiano débil existente entre el par electrón hueco y sus cargas imágenes. Este acoplamiento es descrito en la aproximación de Stahl, utilizando el formalismo de la amplitud de onda coherente. Se presenta la solución de un sistema de ecuaciones para la amplitud de onda coherente y los campos electromagnéticos, lo que permite encontrar las amplitudes de los campos en el sistema utilizando el método de la matriz de transferencia y por ende calcular los espectros ópticos de transmisión y reflexión.

1



POSTER 05

**Modelo físico para la caracterización de un colector solar de canal parabólico mediante el método de elementos finitos**

A.J. Cetina-Quiñones<sup>1</sup>, A. Bassam<sup>1</sup>, M. A. Escalante Soberanis<sup>1</sup>, O. Oubram<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Energías Renovables. Facultad de Ingeniería-UADY.

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería eléctrica y electrónica. Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería-UAEM.

\* Autor de correspondencia: baali@correo.uady.mx

La contaminación ambiental por gases de efecto invernadero es un problema que se ha presentado a lo largo de estas últimas décadas. El aumento considerable de estos gases repercute directamente en el cambio climático. Por esta razón, existe una tendencia mundial actual centrada en el uso de fuentes de energía alternativas como medida para mitigar las emisiones de estos gases. La energía solar es una de las fuentes energéticas renovables que atraen más atención debido a su abundancia, la limpieza y el hecho de que no genera ninguna contaminación. Dentro de esta fuente de energía se encuentra la tecnología de los concentradores solares la cual es una de las más desarrolladas actualmente y empleadas para la generación de energía eléctrica. Dentro de éstos se encuentran los Colectores de Canal Parabólico (CCP), los cuales consisten en una lámina de alta reflectividad en forma de parábola y un tubo receptor localizado en la línea focal de dicha parábola, por el que se hace circular un fluido, el cual absorbe toda la energía concentrada y la convierte en calor útil. Este calor útil puede ser utilizado a escala industrial, o para la generación de energía eléctrica. En la literatura se han desarrollado diversos modelos físicos relacionados a la caracterización de los CCP. Estos modelos son de gran importancia, ya que permiten describir y estudiar el comportamiento y los fenómenos presentes de los parámetros involucrados en un sistema bajo diferentes condiciones ambientales, así como de operación.

En este trabajo se desarrolla un modelo físico de un CCP empleando el Método de Elementos Finitos (MEF), el cual fue desarrollado empleando el entorno de programación MATLAB y fue validado con resultados obtenidos a través de una simulación utilizando el software SolidWorks, mediante su herramienta de simulación de fluidos, FlowSimulation.

Para la modelación y la simulación se trabajaron con siete parámetros de entrada, los cuales fueron la irradiancia solar, la velocidad del viento, la temperatura ambiente, el caudal del fluido, la temperatura inicial del fluido, el ángulo de borde del CCP y el diámetro nominal del tubo receptor. Estos parámetros se variaron con el fin de observar el efecto de cada uno de ellos sobre el comportamiento del fluido de trabajo, obteniendo un perfil de la temperatura de dicho fluido a través del tubo receptor. Por otro lado, mediante las ecuaciones de los procesos de transferencia de calor y empleando la primera ley de la termodinámica se estimó la eficiencia térmica del CCP. El error máximo obtenido de la comparación de la modelación con la simulación fue de 7% empleando un caudal de 1 l/min.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos de los errores estadísticos, el método puede predecir eficazmente la temperatura del fluido en caudales altos. El modelo desarrollado puede ser útil como herramienta de diseño, en la optimización del tiempo empleado en las simulaciones

generadas por el software y en la minimización de los costos de manufactura referentes a Colectores Solares de Canal Parabólico.

**Palabras claves:** energía solar, tecnología fototérmica, modelo físico, simulación numérica

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
JUNIO 12-14, 2017**

POSTER 06

**Calculated large intersubband Raman gain in zincblende III-nitride-based step asymmetric quantum wells**

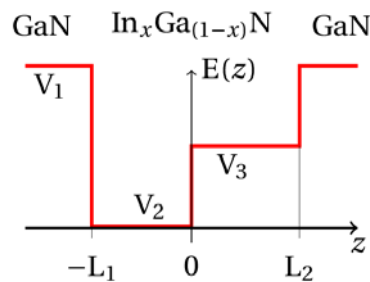
A. Tiutiunnyk<sup>1,2,\*</sup>, C. A. Duque<sup>2</sup>, and M. E. Mora-Ramos<sup>1</sup>

\*Corresponding author ([anton.tiutiunnyk@udea.edu.co](mailto:anton.tiutiunnyk@udea.edu.co))

<sup>1</sup> *Centro de Investigación en Ciencias-IICBA, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, CP 62209 Cuernavaca, Morelos, Mexico*

<sup>2</sup> *Grupo de Materia Condensada-UdeA, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia*

The conduction band states in step-like strained zinc-blende nitride-based quantum wells are investigated and the allowed intersubband transitions are considered as the source of optical response. The theoretical procedure includes the use of the envelope function approximation, taking into account strain effects on the conduction band offset and position-dependent non-parabolic effective masses. Three-level Raman gain is calculated and discussed in terms of the variation of the geometry of the heterostructure. It is shown that under a suitable geometric design and plausible detuning conditions it is possible to achieve values of the intersubband Raman gain above  $1000 \text{ cm}^{-1}$ .



**Figure 1:** Schematic profile of the investigated step-like QW

1. E. Rosencher, P. Bois, J. Nagle, S. Delaitre, *Electron. Lett.* **25**, 1063 (1989).
2. E. Rosencher, P. Bois, *Phys. Rev. B* **44**, 11315 (1991).
3. G. Sun, J. B. Khurgin, L. Friedman, R. A. Soref, *J. Opt. Soc. Am. B* **15**, 648 (1998).
4. G. Sun, J. B. Khurgin, R. A. Soref, *J. Appl. Phys.* **99**, 033103 (2006).
5. D. J. As, C. Mietze, *Phys. Stat. Sol. A* **210**, 474 (2013).
6. M.-C. Tsai, S.-H. Yen, Y.-K. Kuo, *Appl. Phys. A* **104**, 621 (2011).
7. C. G. Van de Walle, *Phys. Rev. B* **39**, 1871 (1989).
8. D. Mourad, *J. Appl. Phys.* **113**, 123705 (2013).

**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
JUNIO 12-14, 2017**

POSTER 07

**Estudio del transporte balístico y la magnetorresistencia gigante en siliceno incluyendo  
asimetría de los campos físicos externos.**

E.J. Guzman<sup>a,b</sup>, O. Oubram<sup>c</sup>, I. Rodríguez-Vargas<sup>d</sup>, O. Navarro<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, 58190 Morelia, Michoacán, México.

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mujica s/n Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México.

<sup>c</sup> Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>d</sup> Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad Esquina con Paseo la Bufa s/n, 98060 Zacatecas, Zacatecas, México.

El siliceno es una estructura bidimensional formada por átomos de silicio, los cuales están distribuidos en una red hexagonal corrugada (low-buckled). En años recientes, este material ha recibido una considerable atención debido sus atractivas propiedades electrónicas similares a las del grafeno, pero con mayores ventajas para las aplicaciones en espintrónica. En este trabajo, investigamos teóricamente las propiedades del transporte balístico en uniones FNF (ferromagnético-normal-ferromagnético) construidas a base de siliceno. Las propiedades tales como la transmisión, la conductancia y la magnetorresistencia de tunelamiento (TMR) fueron calculadas haciendo uso de la técnica de la matriz de transferencia tanto para la configuración paralela como anti-paralela de la magnetización. Igualmente, analizamos como el transporte se ve afectado por la inclusión de la asimetría de los campos físicos externos  $U$ ,  $B$  y  $\Delta$ . En nuestros resultados hemos observado que existe diferencia en el transporte entre los cuatro canales de conducción de espín-valle ( $\sigma$ ,  $\eta$ ), lo cual es importante para la polarización de la corriente. Además, hemos encontrado que en ciertos rangos de energía la conductividad de magnetización paralela supera ampliamente (hasta  $10^7$ ) a la anti-paralela, lo cual conduce a la aparición del efecto de la TMR. Finalmente, observamos que la introducción de la asimetría de los campos mejora considerablemente (hasta  $10^3$ ) la TMR en comparación al caso simétrico.

Palabras Clave: Magnetorresistencia gigante, siliceno, transporte balístico.

Email: jguzman@iim.unam.mx ; eric-gio@hotmail.com

POSTER 08

**Efectos cuánticos en la respuesta óptica de películas metálicas no locales en el infrarrojo**

S. G. Castillo-López<sup>\*1</sup>, N. Makarov<sup>1</sup> y F. Pérez-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apartado postal J-48, Puebla, Pue. 72570, México.

Los efectos de la dispersión espacial en la interacción de una película metálica con la radiación electromagnética son estudiados en el marco de la teoría lineal de Kubo, utilizada en el cálculo de la densidad de corriente cuántica de los electrones de conducción, de cuya expresión puede obtenerse el caso semiclásico para vectores de onda del campo mucho menores que el vector de onda de Fermi. Los resultados son cualitativamente distintos a los obtenidos mediante la ecuación cinética de Boltzmann. En particular, para grosores de la película suficientemente pequeños, el espectro de absorción en el infrarrojo presenta una estructura de resonancias agudas localizadas en la región donde la dispersión espacial del metal es fuerte; mientras que en este mismo intervalo de frecuencias, la teoría cinética de Boltzmann predice oscilaciones suaves de la absorción. Las resonancias de absorción resultan de la cuantización del vector de onda de los electrones en la película metálica. El número de picos aumenta con el incremento del grosor de la placa y eventualmente se combinan hasta convertirse en las oscilaciones semiclásicas.

\*Electronic address: [sgcastil@ifuap.buap.mx](mailto:sgcastil@ifuap.buap.mx)

POSTER 09

**Dispersión de paquetes de onda de huecos pesados en grafeno bajo interacción espín-órbita.**

Eduardo Serna<sup>a</sup>, G. Fernández-Anaya<sup>a</sup>, A. Mendoza-Álvarez<sup>a</sup> y L. Diago-Cisneros<sup>ab\*</sup>

a) Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana, CDMX, México.

b) Facultad de Física, Universidad de La Habana, Cuba.

\*E-mail: Leovildo.diago@ibero.mx

En este reporte se describe un modelo numérico con el cual estudiamos la dinámica de evolución y dispersión cuántica de paquetes de onda de gases bidimensionales de huecos pesados (2DHGWP) para sistemas basados en grafeno monocapa, bajo interacción espín-órbita (SOI). Suponemos el 2DHGWP confinado electrostáticamente a un hilo cuántico (QWR), parcialmente modulado por una barrera de potencial (QB), donde consideraremos la SOI tipo Rashba (SOI-R) [1]. Hacemos dos experimentos teóricos: uno con SOI-R en la QB, y otro que excluye por completo dicho acoplamiento. La ecuación de Dirac la resolvemos con el método de diferencias finitas, mientras que para el operador de evolución temporal, utilizamos la aproximación de Padé hasta segundo orden. Como esperábamos, la línea del tiempo de la evolución del 2DHGWP, muestra claramente su desdoblamiento bajo el efecto SOI-R, para diferentes configuraciones iniciales del *pseudo*-espinor, similares a las reportadas para un 2DHGWP a lo largo de un QWR semiconductor [2]. Hemos encontrado evidencias numéricas del efecto *Zitterbewegung* [3] en la densidad de probabilidades de los huecos pesados.

[1] R. Cuan and L. Diago-Cisneros, *J. Appl. Phys.* **110**, 113705 (2011).

[2] R. Cuan and L. Diago-Cisneros, *Nova Sci.* **5**, 76 (2012).

[3] G. M. Maksimova, V. Ya. Demikhovskii and E. V. Frolova, *Phys. Rev. B* **78**, 235321 (2008).

POSTER 10

### Applications of the Katugampola Fractional Derivative in Quantum Mechanics

Omar Murcio Ruiz<sup>a</sup>, Guillermo Nava Antonio<sup>a</sup>, G. Fernández-Anaya<sup>a</sup>, L. Diago-Cisneros<sup>ab\*</sup> y A. Mendoza-Álvarez<sup>a</sup>

a) Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana, CDMX, México.

b) Facultad de Física, Universidad de La Habana, Cuba.

\*E-mail: leovildo.diago@ibero.mx

Recently, the Katugampola fractional derivative has gained the attention of many researchers mainly because it has simple properties, similar to those of the traditional integer order derivative [1]. Thus, this mathematical tool has been applied in different fields of science and engineering; for instance, in [2] a Hamiltonian built with the Katugampola derivative was proposed. Following the ideas of that article and using a fractional version of the Schrödinger equation introduced in [3], we study three canonical problems of Quantum Physics under the approach of the Katugampola derivative: the step potential, the rectangular barrier potential and the finite potential well.

[1] Khalil, Roshdi, et al, *J. Comput. Appl. Math.* **264**, 65 (2014).

[2] D. R. Anderson and D. J. Ulness, *J. Math. Phys.* **56**, 063502 (2015).

[3] Z. Xiao, W. Chazhen, L. Yingming, L. Maokang, *Ann. Phys.* **350**, 124 (2014).

POSTER 11

**Problema cuadrático de auto-valores: Modelo Kohn-Luttinger extendido.**

Ezequiel Nieva Pérez<sup>a</sup>, G. Fernández-Anaya<sup>a</sup>, L. Diago-Cisneros<sup>ab\*</sup> y A. Mendoza-Álvarez<sup>a</sup>

c) Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana, CDMX, México.

d) Facultad de Física, Universidad de La Habana, Cuba.

\*E-mail: leovildo.diago@ibero.mx

En el presente reporte se muestra el tratamiento del problema cuadrático de auto-valores (QEP), que se deriva de un sistema físico describible por una ecuación Sturm-Liouville matricial de orden  $N$ , dentro del marco de la aproximación de la función envolvente. La fenomenología de interés, involucra a cuasi-partículas acopladas de la banda de valencia, esto es: los huecos pesados ( $hh$ ), ligeros ( $lh$ ) y los desdoblados por espín ( $so$ ) en heteroestructuras a capas de semiconductores III-V, cuyas excitaciones elementales son descritas a través del modelo de Kohn-Luttinger (KL) extendido ( $6 \times 6$ ) [1]. En la solución del QEP --regular y no-singular--, asociado al modelo KL bajo estudio ( $N = 6$ ), asimismo como para las simulaciones numéricas, se han usado herramientas matemáticas no familiares en la Teoría del Estado Sólido, tales como: el teorema de Schur generalizado y la técnica gráfica tipo *Root-Locus*, respectivamente, aplicadas con éxito a los modelos KL con  $N = 2, 4$  [2]. Lo anterior nos ha permitido predecir directamente rasgos fenomenológicos de los modos propagantes y evanescentes de  $hh$ ,  $lh$  y  $so$ , junto a la descripción de los perfiles del potencial dispersor, en función de la mezcla de las subbandas.

[1] J. M. Luttinger and W. Kohn, *Phys. Rev.* **97**, 869 (1995).

[2] J. J. Flores-Godoy, A. Mendoza-Álvarez, L. Diago-Cisneros, and G. Fernández-Anaya, *phys. status solidi (b)* **250**, 1339 (2013).

POSTER 12

**Formación de minibandas en el coeficiente de absorción intrabanda en puntos cuánticos esféricos multi-shell GaAs/Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As**

*K. A. Rodríguez-Magdaleno,<sup>1,2\*</sup> R. Pérez-Álvarez<sup>1</sup>, J. C. Martínez-Orozco<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Ciencias, Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos, México, <sup>2</sup> Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina con Paseo la Bufa S/N, C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas. México

[\\*karelyrod@fisica.uaz.edu.mx](mailto:karelyrod@fisica.uaz.edu.mx)

En este trabajo se presenta el cálculo del coeficiente de absorción intrabanda en puntos cuánticos esféricos compuestos por dos capas de los materiales semiconductores GaAs/ Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As. Se propone una distribución del tamaño de  $r_1$  y  $r_2$ , como un mecanismo para la generación de una minibanda en este coeficiente. La estructura electrónica de este sistema es calculada en la aproximación de masa efectiva mediante el método de la matriz híbrida. En el cálculo del coeficiente de absorción intrabanda se usa la aproximación dipolar, calculando la transición entre los estados  $1s$  y  $1p$  en términos del tamaño de las capas ( $r_1$  y  $r_2$ ) y de la concentración de Aluminio  $x$  del punto cuántico esférico. Encontramos que, en función de los parámetros del sistema, la absorción y la generación de la minibanda experimenta cambios en su magnitud y en su pico de resonancia.



**DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
JUNIO 12-14, 2017**

POSTER 13

**Reglas de escala en propiedades de transporte de estructuras basadas a grafeno**

H. García-Cervantes<sup>1</sup>, L. M. Gaggero-Sager<sup>2</sup> and I. Rodríguez-Vargas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ciencias, IICBA, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col Chamilpa, 62209, Cuernavaca Morelos, México.

<sup>2</sup>CIICAp, IICBA, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col Chamilpa, 62209, Cuernavaca Morelos, México.

<sup>3</sup>Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad Esquina Con Paseo La Bufa S/N, 98060 Zacatecas, Zac., México.

El grafeno ha demostrado ser un sistema ideal para fenómenos de transporte exótico. En este trabajo, vamos a presentar las reglas de escala en la conductancia en el régimen lineal, la cual presenta patrones autosimilares con reglas bien definidas. Por lo que sabemos, este sistema es uno de los pocos en los que las propiedades geométricas se ven reflejadas en las propiedades físicas. Las propiedades en transporte son un promedio de los canales de dispersión, lo que hace bastante sorprendente la existencia de factores de escala. Que la autosimilaridad se manifieste en la conductancia abre una excelente oportunidad para que sea probada experimentalmente, ya que se trata de una propiedad medible.

**Keywords:** Grafeno, auto-similaridad, transporte.

POSTER 14

### **Reglas de Escala en Propiedades de Transporte en Estructuras Basadas a Grafeno**

H. García-Cervantes<sup>1</sup>, L.M. Gaggero-Sager<sup>2</sup>, D. S. Díaz-Guerrero<sup>1</sup>,  
O. Sotolongo-Costa<sup>1</sup> and I. Rodríguez-Vargas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ciencias, IICBA, Universidad Autónoma del Estado de Morelos,  
Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209, Cuernavaca Morelos, México.

<sup>2</sup>CIICAp, IICBA, Universidad Autónoma del Estado de Morelos,  
Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209, Cuernavaca Morelos, México.

<sup>3</sup>Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas,  
Calzada Solidaridad Esquina Con Paseo La Bufa S/N, 98060 Zacatecas, Zac., México

El grafeno ha demostrado ser un sistema ideal para fenómenos de transporte exótico. En este trabajo, vamos a presentar las reglas de escala en la conductancia en el régimen lineal, la cual presenta patrones autosimilares con reglas bien definidas. Por lo que sabemos, este sistema es uno de los pocos en los que las propiedades geométricas se ven reflejadas en las propiedades físicas. Las propiedades en transporte son un promedio de los canales de dispersión, lo que hace bastante sorprendente la existencia de factores de escala. Que la autosimilaridad se manifieste en la conductancia abre una excelente oportunidad para que sea probada experimentalmente, ya que se trata de una propiedad medible.

[1] H. García-Cervantes, L.M. Gaggero-Sager, D. S. Díaz-Guerrero, O. Sotolongo-Costa, and I. Rodríguez-Vargas, *Sci. Rep.* **7**, 617 (2017).

### Sistema de Control de instrumentos, análisis y visualización de datos

Hernandez Medina David Yizhaq<sup>1\*</sup>, Mario Limon Mendoza<sup>1</sup>, Outmane Oubram<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, 62209, México.

El control de instrumentos es un enfoque basado en PC que combina conectividad de hardware y software programable para automatizar adquisición de medidas desde instrumentos modulares. Un sistema de control de instrumentos consiste en instrumentación, hardware de conectividad y una PC con software programable. Comparada con los sistemas de medidas tradicionales, la combinación del software NI LabVIEW, controladores de instrumentos y hardware de conectividad, es el enfoque más productivo y flexible para el análisis y visualización de datos. En este trabajo presentamos algunas aplicaciones de los instrumentos modulares para laboratorio con soporte de NI.



Fig. 1. Sistema de Control de Instrumentos.

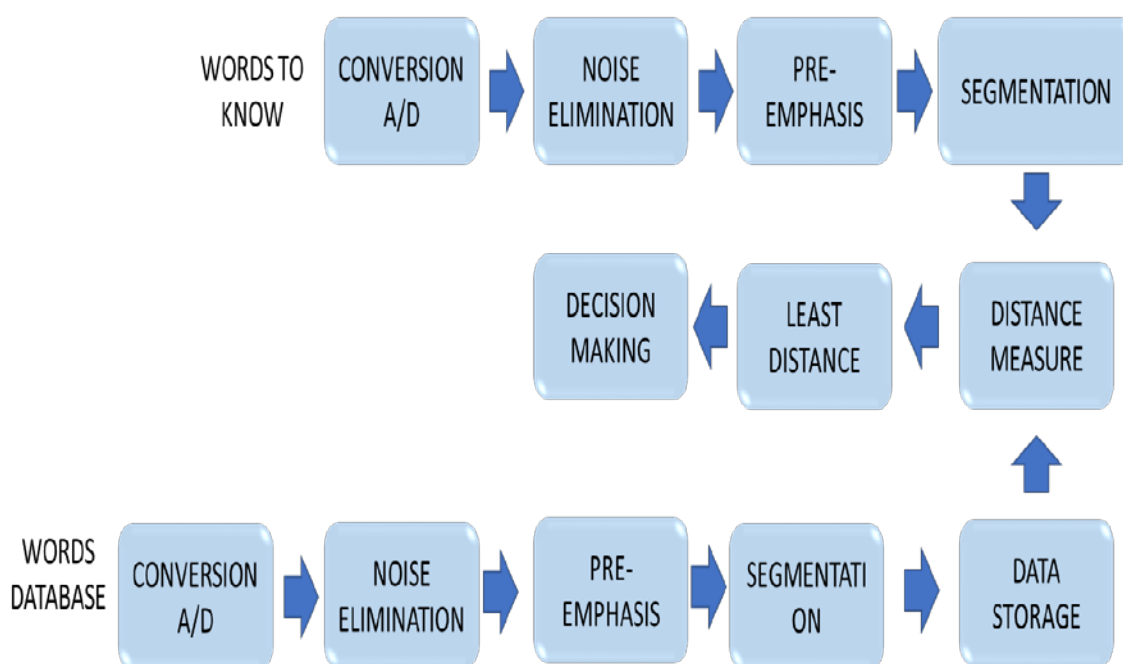
### Speech recognition of isolated words.

Alfaro Ramirez Javier, Outmane Oubram

Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av.  
Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, 62209, México.

Voice recognition nowadays is not something new, the new applications are oriented, this project was born to help people suffering from paraplegia or tetraplegia, which allows greater control in tools or equipment of daily use, recognizing the words that in this case are keywords. The project consists of a database adapted to the needs of the user, the control it makes is a process that consists of: making a recording, performing a filtering, comparing the input audio with the audios of the database and finally taking A decision to perform the action required by the user.

In this project a comparison was made between two methods which were the statistical method and the Euclidean distance method, doing this was obtained as a result in the Euclidean distance method a 60% effectiveness and in the statistical method 80% Of effectiveness, thus applying the statistical method to this project.



**Fig. 1.** The project divided in blocks is shown, each block is a function that makes the voice recognition to obtain adequate decision making.

POSTER 17

**Ecuación Sturm-Liouville Matricial para el cálculo de parámetros efectivos en cristales fotónicos y metamateriales**

René Pernas Salomón<sup>1</sup> y R. Pérez Álvarez<sup>2</sup>

- 1) Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 18 Sur y San Claudio, Edif. 110-A, C.P. 72570, Puebla, México
- 2) Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Ave. Universidad 1001, C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos, México

En este trabajo se presenta un método para el cálculo de parámetros efectivos en cristales fotónicos y metamateriales basado en la Ecuación Sturm-Liouville Matricial (ESLM) que describe la propagación de la excitación electromagnética y en el método de la matriz híbrida. Este algoritmo tiene un punto clave: A partir de la ecuación de movimiento original se obtiene una ESLM realizando la expansión en serie de Fourier (ESF) en una coordenada (dos coordenadas) para sistemas 2D (3D). En consecuencia, las matrices empleadas en el algoritmo son de menor tamaño en comparación con aquellas involucradas en otras técnicas de homogeneización donde la ESF se aplica a dos coordenadas (tres coordenadas) en estructuras periódicas con 2D (3D). Las ventajas del método propuesto son comentadas a partir de la comparación con resultados reportados para otras técnicas de homogeneización.

POSTER 18

### **Diseño, simulación y síntesis de nanotubos de carbono**

Francisco Javier Sánchez Blanco<sup>1</sup>, Emilio Muñoz Sandoval<sup>2</sup>, Florentino López Urías<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad Esquina  
Con Paseo La Bufa S/N, 98060 Zacatecas, Zac., México.

<sup>2</sup>División de Materiales Avanzados,  
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), Camino a la presa San José  
2055, Col. Lomas 4a sección, 78216 San Luis Potosí S.L.P., México.

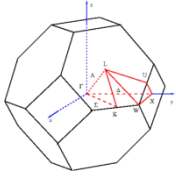
Los nanotubos de carbono son alótopos de este elemento, con una configuración de átomos de carbono a escala nanométrica de forma cilíndrica, tienen varias propiedades dependiendo de su quiralidad y número de capas. Es muy importante el estudio de este material ya que actualmente se tienen varias aplicaciones en distintas áreas. En este experimento se simuló dos tipos de nanotubos de carbono de una sola capa, cada uno con quiralidad distinta y por lo tanto con propiedades distintas por cálculos de primeros principios. También se sintetizaron por medio de CVD utilizando precursores como etanol, ferroceno y con nitrógeno la bencilamina. En la síntesis se liberó presión la cual nos generó resultados interesantes. El producto de la síntesis fueron nanotubos de diferentes diámetros en su mayoría entre 100 y 300 nm. En la microscopía por SEM se muestran con partículas adheridas en la pared de estos. Se extrajeron con mayor facilidad a comparación de otras síntesis realizadas en el mismo tiempo, pero a diferentes presiones. Su temperatura de descomposición fue baja a comparación de otros nanotubos según el análisis de TGA. Los nanotubos de carbono obtenidos presentan formas interesantes, diferentes a los que se obtuvieron sin la liberación de presión.

Correo electrónico: francisco.sanchez@fisica.uaz.edu.mx

### **Interacción de electrones de baja energía con moléculas de interés biológico**

Luis Gerson Pérez Romero

Los electrones secundarios de baja energía que se generan por la radiación ionizante utilizada en distintos tratamientos y toma de imágenes, han demostrado ser una fuente de daños severos para el ADN, tejido humano y otras biomoléculas. Es por esto que se debe hacer un estudio de los procesos inducidos por los electrones fuera del equilibrio y sus interacciones con biomoléculas que constituyen el tejido humano para entender el daño provocado en éste, y así poder mejorar los modelos de dosimetría. En el presente proyecto se pretende medir la velocidad de arrastre electrónica y el coeficiente de ionización de la molécula orgánica llamada tetrahidrofurano (THF,  $C_4H_8O$ ), usando el método pulsado de Townsend. Este método consiste en generar un enjambre de electrones producido por efecto fotoeléctrico electrodo negativo (cátodo) de un par de placas metálicas y paralelas, en las cuales se encuentra el gas bajo estudio. A consecuencia de lo anterior, el enjambre electrónico es acelerado por un campo eléctrico homogéneo y constante entre dichas placas. Algunos electrones chocan contra las moléculas del THF, produciendo ionización, en tanto que muchos otros sólo tienen colisiones elásticas con las moléculas. Se usará THF ya que no es posible usar ADN u otras biomoléculas ya que éstas se encuentran en estado sólido a temperatura ambiente, y los laboratorios no están adaptados para este tipo de estudio. El THF es una molécula que se ha utilizado como un modelo para las interacciones de electrones con la 2-desoxirribosa, un azúcar que une los grupos fosfato en la columna principal del ADN. Una vez obtenido el coeficiente de ionización y la velocidad de arrastre electrónica para el THF se pretende abrir una investigación para poder relacionar estos resultados con materia condensada y, especialmente, estudiar con moléculas biológicas directamente.



# **DÉCIMO PRIMER TALLER DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA Y MOLECULAR**

**Cuernavaca, 12-14 de junio de 2017**