



## RESUMEN

### 9<sup>no</sup> A Taller de Física de la Materia Condensada y Molecular.

16-17 de Junio de 2016.

**Cuerpo Académico de Física del Estado Sólido**

Centro de Investigación en Ciencias

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Presidente Comité Organizador: Dr. Luis M. Gaggero Sager

[lgaggero@uaem.mx](mailto:lgaggero@uaem.mx)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



CONTENIDOS.

HORARIOS.

RESUMENES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



## HORARIOS

<b>9<sup>NO</sup> - A. Taller de la Física de la Materia Condensada y Molecular.</b>		
<b>HORARIOS.</b>		
	<b>16 de Junio</b>	<b>17 de junio</b>
Hora	Chairmen: Dr. L.M. Gaggero Dr. M.E. Mora	Chairmen: Dr. R. Pérez Dr. O. Sotolongo
10:00-10:25	<b>Inaugura</b> Dr. Luis M. Gaggero Sager. Presidente del Comité Organizador	Electronic structure of truncated pyramidal GaAs/AlGaAs quantum dots. <b>J.C. Martínez.</b>
10:30-10:55	Dementia and Catastrophes. <b>O. Sotolongo</b>	Dinámica de Redfield en el modelo del spin cuántico esférico. <b>M. Pérez-Maldonado</b>
11:00-11:25	Sobre la Electrodinámica de medios bianisotrópicos en sistemas a capas. <b>R. Pérez.</b>	Ajuste electrostático de bandas prohibidas en películas delgadas compuestas de elastómeros dieléctricos. <b>R. Pernas</b>
11:30-11:55	Phase space characteristics and entropy. <b>Isaac Rodriguez Vargas</b>	Estados electrónicos en un punto cuántico plano elíptico. <b>G.L. Miranda</b>
12:00-12:25	RECESO	RECESO
12:30-12:55	Reserva.	La ley de Leonardo slds <b>L.M. Gaggero.</b>
13:00-13:25	Propiedades efectivas en materiales compuestos fibrosos. <b>J. A. Otero</b>	Celdas solares planas vs celdas solares de luz concentrada. <b>D. Seuret.</b>
13:30-13:55	Superredes gaussianas y su aplicación en celdas solares cuánticas GaAs/GaInNAs. <b>C.I. Cabrera</b>	<b>Clausura.</b> Dr. Rolando Pérez Álvarez, miembro del Comité Organizador



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Sesión de Poster.	
Joint density of states in low dimensional semiconductors .	C. I. Cabrera
Modelo Fragmento-Aspereza aplicado a los sismos de México	Jennifer Cuanalo.
Estudio sistemático de la estructura electrónica de puntos cuánticos tipo core-shell GaAs/Al <sub>x</sub> Ga <sub>1-x</sub> As de dos, tres y cuatro capas	<i>K. A. Rodríguez-Magdaleno</i>
Exciton energy in double zinc blende-GaN/InGaN quantum well taking into account the effective mass mismatch at the interfaces.	J. G. Rojas-Briseño
Bandgap Vs Angle of Incidence in Graphene Superlattices	H. García-Cervantes



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Los resúmenes de los trabajos serán presentados en el orden en que fueron expuestos por sus autores; primero los del día 16 de junio y luego los del día 17 de junio; al finalizar, los posters

Los resúmenes se publican tal y como fueron enviados por los autores.

Recolector de resúmenes: Dr. Diego Seuret Jiménez ([dseuret@uaem.mx](mailto:dseuret@uaem.mx))

## DEMENTIA AND CATASTROPHES

Oscar Sotolongo Costa<sup>1</sup> and Oscar Sotolongo Grau<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CInC, UAEM, 62209, Cuernavaca, Morelos.

<sup>2</sup>Fundació ACE. Institut Català de Neurociències Aplicades. 08029. Barcelona

Dementia affects a large percentage of the elder population and this is reflected in age-associated increasing difficulties performing activities of daily living.

Even when those difficulties are known to be the result of damage to brain cells, there is no physical model that explains the dynamics of this process. Here a simple model based on the law of conservation of the energy modified to explain the dynamics of dementia as a function of the changes in energy consumption is presented. The ability to perform a task is studied as a probabilistic event and is analyzed as the random movement of a particle under a potential. Under this approach, task performance is expressed as the probability of making a network of a given size.

Available behavioral data were fit to the model showing that dementia is related to the extent of brain damage. The model clearly separated success from failure in a bimodal probability function. In addition to these predicted findings, we learned that dementia, as a macroscopic incident, appears as a consequence of random microscopic events, making it difficult to foresee. Second, dementia is irreversible based on the calculated entropy of the system.

Last, and contrary to what is assumed, there is no need of a pathological process in order to reach dementia. Aging process is sufficient by itself to carry out a cognitive or functional decline and eventually provoke dementia.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Sobre la Electrodinámica de medios bianisotrópicos en sistemas a capas

Rolando Pérez Álvarez

Centro de Investigación en Ciencias  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Ave. Universidad 1001, CP 62209, Cuernavaca, Morelos, México  
Correo electrónico: [rpa@uaem.mx](mailto:rpa@uaem.mx)

En la presente comunicación hacemos una introducción didáctica a los medios denominados bianisotrópicos, o sea aquellos que se polarizan y magnetizan cuando se les aplica un campo eléctrico y/o uno magnético. Veremos que esto es compatible con cargas y corrientes asociadas tanto a la polarización como a la magnetización, aunque también se pueden introducir estos efectos por vía simplemente fenomenológica. Aceptadas las relaciones constitutivas bianisotrópicas, las ecuaciones de Maxwell para los potenciales, en el caso en que los parámetros (constante dieléctrica, permeabilidad magnética, tensor electromagneto y tensor magnetoeléctrico) dependen de una sola coordenada cartesiana, toman la forma de un problema de Sturm-Liouville matricial de orden 4, o sea cuatro ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden acopladas donde el término de segundo orden tiene la forma típica que permite identificar la forma lineal continua asociada. Se abre de esta manera una vía matemática de abordaje de estos problemas con las herramientas desarrolladas para el problema de Sturm-Liouville matricial.

## Phase space characteristics and entropy

O. Sotolongo-Costa<sup>1</sup>, L. M. Gaggero-Sager<sup>2</sup> and I. Rodríguez-Vargas<sup>1,3</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*

Entropy is one of the most fascinating, abstract and complex concepts in physics. So much so that several entropies have arisen. Among the most important characteristics of entropy we can mention, that it is an extensive and non-conserved quantity. From a microscopic stand point entropy can be linked to the probabilistic characteristics of the accesible microstates of a system, or in other words to the peculiarities of the corresponding phase space. In non-linear dynamics the evolution of entropy (Kolmogorov-Sinai entropy) is a linear function of time, or equivalently the entropy production rate is constant, and specifically given by the sum of positive Lyapunov exponents (Pesin identity). Even in the onset of chaos, in which the Pesin identity fails, it is possible to find a direct relation between the production rate of the Tsallis entropy and the so called generalized Lyapunov exponents or q-Lyapunov exponents. The aim of the present talk is to show that the time dependence of entropy can be more intricate, more than the linear dependence above mentioned. With the help of fractional calculus and considering a quite general phase space volumen we were able to derive a close expression for the entropy. This expression is quite general, since the equiprobability postulate is no longer assumed, the processes are not necessarily Markovian and the system is not in a steady state at all.



## Electron-acoustic-phonon interaction in core-shell Ge/Si and Si/Ge nanowires

Darío G. Santiago-Pérez<sup>1</sup> and C. Trallero-Giner<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Facultad de Física, Universidad de La Habana, Vedado 10400, La Habana, Cuba

General expressions for the electron- and hole-acoustical-phonon deformation potential Hamiltonian ( $H_{E-DP}$ ) are derived for the case of Ge/Si and Si/Ge core/shell nanowires (NWs) with circular cross section. Basis on the short-range elastic continuum approach and  $\vec{k} \cdot \vec{p}$  perturbation theory, the spatial confined effects on the vector phonon displacement, the phonon dispersion relation and the electron- and hole-phonon scattering amplitudes are analyzed. It is shown that the acoustical vector displacement, phonon frequencies and  $H_{E-DP}$  present mixed torsional, axial, and radial components depending on the angular momentum quantum number and phonon wave-vector under consideration. The treatment shows that bulk group velocity of the constituents materials are renormalized by the spatial confinement and intrinsic strain at the interface. The role of insulating shell on the phonon dispersion and electron-phonon coupling in Ge/Si and Si/Ge NWs are discussed. The obtained results are a basic tool for the evaluation of the electron and hole transport phenomena, Brillouin light scattering and device applications of these one-dimensional Ge/Si and Si/Ge core/shell nanostructures.



Propiedades efectivas en materiales compuestos fibrosos.

Dr. José Antonio Otero Hernández

Profesor-Investigador, Departamento de Física y Matemáticas,  
Escuela de Diseño Ingeniería y Arquitectura,  
Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México,

El estudio de las propiedades efectivas en materiales compuestos es un tema actual para el diseño y construcción de nuevos materiales. En este trabajo se presenta un modelo para calcular las propiedades efectivas de compuestos elásticos formados por fibras de sección transversal variable embebidas en una matriz polimérica. Consideramos en nuestro trabajo la presencia de contacto imperfecto entre las uniones fibra/matriz. Usaremos dos modelos de imperfección: 1) modelo de resorte y 2) modelo de mesofase. Presentamos un conjunto de experimentos numéricos para describir las propiedades efectivas elásticas del compuesto.

## Superredes gaussianas y su aplicación en celdas solares cuánticas GaAs/GaInNAs

C. I. Cabrera Perdomo<sup>1</sup>, L. M. Hernández García<sup>2</sup>, D. A. Contreras Solorio<sup>1</sup>, A. Enciso<sup>1</sup>, J. C. Rimada<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Física de la UAZ, Blvd. Solidaridad Esq. Con Paseo de la Bufa S/N, 98060 Zacatecas, Zac.

<sup>2</sup>Facultad de Física de la Universidad de La Habana, Colina Universitaria. 10400 La Habana, Cuba.

<sup>3</sup>Laboratorio de celdas solares, Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE), Universidad de La Habana, Zapata y G, 10400 La Habana, Cuba.

2015 fue el año más cálido desde que se tienen registros, y anteriormente fue el 2014. El quinquenio 2011-2015 ha sido el más caliente, debido al calentamiento global causado por el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera debido al uso de combustibles fósiles. Es indispensable aumentar el uso de energías alternativas como la solar. El semiconductor más eficiente, por el tamaño de la brecha energética prohibida, para el aprovechamiento del espectro solar en celdas fotovoltaicas, es el GaAs. Una manera de mejorar aún más su eficiencia es introducir estructuras cuánticas en la región intrínseca de una celda GaAs p-i-n, para aprovechar fotones con energías menores a las de su brecha prohibida. A estos dispositivos se les llama celdas solares cuánticas. Una característica de superredes con modulación gaussiana en los anchos o alturas de las barreras (SRG), es que presentan pasabandas con transmisión casi perfecta, separadas por brechas en las que no hay prácticamente transmisión. Y esta característica es persistente aun en la presencia de un campo eléctrico transversal a la SRG. Presentamos un nuevo tipo de celda solar en la cual se inserta en la región intrínseca i de una celda GaAs p-i-n, una SRG GaAs/GaInNAs en el que los anchos de las barreras de GaAs tienen una modulación gaussiana. La aleación de los pozos GaInNAs tiene la particularidad de que se escogen las concentraciones de In y N de tal manera que su brecha prohibida energética es menor que la del GaAs y su constante de red es similar a la del GaAs, evitando de esta manera tensiones en la estructura. Las características de la SRG causan un mejor tunelamiento de los portadores de carga fotogenerados. Se desarrolla un modelo teórico para estudiar el desempeño de la celda. Los resultados muestran que estos dispositivos pueden tener eficiencias significativamente mayores que para una celda simple de GaAs.

## Electronic structure of truncated pyramidal GaAs/AlGaAs quantum dots.

J. C. Martínez-Orozco<sup>a</sup>, K. A. Rodríguez-Magdaleno<sup>a,b</sup>, C. A. Duque<sup>c</sup>, R. L. Restrepo<sup>d</sup>, I. Rodríguez-Vargas<sup>a,b</sup>

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

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

<sup>c</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>d</sup> *Universidad EIA, Envigado, C. P. 055428, Colombia.*

In this talk we reported the electronic structure computation for a pyramidal quantum dot of GaAs in a AlGaAs matrix, with a base length  $b$  and height  $h = b/3$  (from the base to the apex). In this computation we are not considering any wetting layer that is typical in self-assembled InAs/GaAs quantum dots, but here we consider an AlGaAs/GaAs truncated pyramidal quantum dots, in fact we reported here the energy level structure for the pyramid and the truncated pyramid at  $h/3$  and  $2h/3$ . This computation is performed in the effective mass approximation and the conduction band energy levels are computed by a diagonalization procedure that consist in construct the Hamiltonian Matrix elements ( $M_{ij}$ ) in terms of a complete set of functions, in this particular case, given the dimensions of the quantum dot and its symmetry, we use the solution of a rectangular parallelepiped of dimensions  $L_x=L_y$  and  $L_z$ , that in fact are sinusoidal functions. We reported the electronic structure behavior (wave functions and energy levels) as a function of the size of the base of pyramidal quantum dot. We considered quantum dots with base lengths from 10 to 50 nm. We reported the wave function projections in the pane  $x$ - $y$  at  $z = 0$ , showing the squared geometry of the pyramid and the  $x$ - $z$  projection at  $y=0$  for the three cases. In the case of the pyramid there is a well-defined triangular symmetry and for the truncated pyramids we can observe the wave function reflects the correct quantum well geometry. Finally, respect to the energy level behavior it is found that as the quantum dot base length increases the energy levels decreases as expected. The main advantage of the method proposed here is that this permits us to compute the electronic structure of truncated pyramidal quantum wells as well as other more real (experimental) quantum dot geometries.

## Dinámica de Redfield en el modelo del spin cuántico esférico

R. Mulet, M. T. Pérez-Maldonado\*

\*Facultad de Física, Universidad de La Habana. San Lázaro y L, Vedado. CP 10400. La Habana, Cuba

\*mtperez@fisica.uh.cu

La evolución temporal de la matriz densidad reducida de un sistema cuántico abierto puede describirse en una primera aproximación a través de ecuaciones maestras markovianas tales como la ecuación fenomenológica de Lindblad o la ecuación de Redfield. Esta última resulta ventajosa, ya que al incluir parámetros microscópicos, permite considerar diferentes tipos de ruido térmico. Esta ecuación, sin embargo (a diferencia de la ecuación de Lindblad), no garantiza la positividad o incluso la convergencia en la evolución dinámica del sistema. Esta debilidad ha sido ampliamente discutida y aparentemente puede evadirse aplicando correctamente la llamada aproximación secular [1]. En este trabajo se considera el modelo de un spin cuántico esférico acoplado a un baño térmico como ejemplo de un sistema cuántico abierto. La evolución temporal de la matriz densidad reducida del sistema se describe a través de la ecuación de Redfield. Se comparan los resultados con los obtenidos en [2] utilizando la ecuación de Lindblad.

### Referencias.

[1] J. Jeske et al, J. Chem. Phys. 142, 064104 (2015).

[2] S. Wald and M. Henkel, J. Phys. A: Math. Theor. 49, 125001 (2016).

## Ajuste electrostático de bandas prohibidas en películas delgadas compuestas de elastómeros dieléctricos

René Pernas Salomón<sup>1</sup>, and Gal Shmuel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 18 Sur y San Claudio, Edif. 110-A, C.P. 72570, Puebla, México. Email: rpernas@ifuap.buap.mx

<sup>2</sup>Faculty of Mechanical Engineering Technion - Israel Institute of Technology 32000 Haifa, Israel. Email: meshmuel@tx.technion.ac.il

El fenómeno consistente en la aparición de bandas prohibidas en medios heterogéneos ha ganado el interés de la comunidad científica desde que fue observado en estudios de propagación de ondas elásticas en compuestos elásticos periódicos, también conocidos como cristales fonónicos. La aparición de estos rangos de frecuencias en los cuales las ondas elásticas no pueden propagarse, permite aplicaciones tales como sistemas aislantes, supresores de sonidos, filtros, y otros. El interés ha sido extendido a estructuras piezoeléctricas periódicas con el fin de mejorar su implementación en dispositivos a base de estos sistemas. Más aun, la búsqueda de nuevos medios para la transmisión tanto de ondas elásticas como eléctricas, ha dirigido la atención de algunos grupos de trabajo hacia una nueva familia de materiales inteligentes blandos, conocidos como elastómeros dieléctricos (EDs). El interés en estos materiales radica en su bajo costo, baja densidad de masa, respuesta rápida, y a que de forma reversible pueden mantener grandes deformaciones (superiores al 200%) y modificar sus propiedades mecánicas y eléctricas, en respuesta a un estímulo eléctrico. Esto ofrece un terreno poco explorado para la manipulación de ondas electroelásticas, mediante el ajuste de voltajes aplicados.

En los últimos meses hemos estudiado la propagación de ondas de flexión sobre una película delgada compuesta, la cual ha sido sometida a deformaciones finitas causadas por la aplicación de un voltaje en algunas de sus celdas. La película consiste en un arreglo periódico de su celda unidad, la cual está hecha de dos ED diferentes. La idea es simple: debido a que el campo eléctrico induce cambios geométricos significativos y modifica las propiedades electroelásticas del ED, su aplicación en determinadas celdas, introduce alteraciones en la configuración de la película inicialmente periódica.

La ruptura de la periodicidad, debe modificar las características del movimiento de la onda de flexión y con ello debe cambiar también la estructura de bandas (prohibidas y de paso). Para caracterizar la estructura de bandas se calcularon espectros de transmitancia, así como factores de localización.

En los cálculos se aplicó el método de la matriz de dispersión para evadir inestabilidades numéricas.

Se estudiaron diferentes configuraciones, entre ellas la periódica y algunas cuasiperiódicas como la estructura dispuesta en una secuencia de Fibonacci. Hemos observado que la estructura de bandas puede ser ajustada modificando el voltaje aplicado.

## Estados electrónicos en un punto cuántico plano elíptico

Miguel E. Mora-Ramos<sup>a</sup>

Eugenio Giraldo-Tobón<sup>b</sup>

Walter Ospina-Muñoz<sup>b</sup>

Guillermo L. Miranda-Pedraza<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Centro de investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos México

<sup>b</sup> Profesor, Universidad EIA, Envigado, Colombia

\* Corresponding author: guillermo.miranda@eia.edu.co

La solución de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo para un potencial elíptico con condiciones de Dirichlet se puede obtener analíticamente en términos de las llamadas Funciones de Mathieu. Pero, si se adiciona un término lineal al potencial, ya no es tan fácil obtener una solución analítica y se requiere un enfoque alternativo para acercarse a la solución del problema. En este trabajo se calculan la energía de los estados estacionarios electrónicos en un punto cuántico bidimensional elíptico bajo la acción de un campo eléctrico externo. El problema de autovalores resultante se resolvió numéricamente por medio del Método de Elementos Finitos (FEM). Con los resultados obtenidos se permite observar el efecto de la geometría del punto cuántico y del campo eléctrico en los valores de las energías del electrón. Adicionalmente, se obtuvieron los valores del coeficiente de absorción y del cambio relativo del índice de refracción.

### References

- [1] Y. Ducommun, E. Martinet, H. Weman, G. Biasiol, A. Gustafsson, E. Kapon, *Physica E*, **2**, 954, (1998).
- [2] Gerald Weber and Ana M de Paula, *J. Phys.: Condens. Matter*, **14**, 471, (2002).
- [3] E. Sadeghi and R. Khordad, *phys. stat. sol. (b)* **242**, 1628, (2005).
- [4] R. Khordad, S. Kheiryzadeh Khaneghah, M. Masoumi, *Superlattices and Microstructures* **47**, 538, (2010).
- [5] J. C. Gutiérrez-Vega, R. M. Rodríguez-Dagnino, M. A. Meneses-Nava, and S. Chávez-Cerda, *Am. J. Phys.*, **71**, 233 (2003).



## ***Detailed balance limit of efficiency of p-n junction Solar Cells***

Diego Seuret Jiménez

Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

[dseuret@uaem.mx](mailto:dseuret@uaem.mx)

A comparison between silicon solar cells and multijunction is presented. The principle of detailed balance is used to demonstrate because AlGaP/AlGaAs/Ge cells may offer greater efficiency than silicon. Some examples of facilities that work with multijunction cells and two-axis trackers are also reported.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



POSTER.



## JOINT DENSITY OF STATES IN LOW DIMENSIONAL SEMICONDUCTORS

C. I. Cabrera<sup>1</sup>, D. A. Contreras Solorio<sup>1</sup>, A. Enciso<sup>1</sup>, L. Hernández<sup>2</sup>

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

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

We present a different approach to evaluate density of states for quasi-bidimensional systems, which bonds density of states in the confinement direction with in-plane 2D density of states. Applying the convolution operation, we propose an accurately mathematical expression that combines directly the valence band and conduction band density of states functions to generate a joint density of states for direct transitions. When considering low dimensional semiconductors, another expression is found which shows that the density of states for electrons (holes) can be calculated by convolution operations between the confinement direction and in-plane electron (hole) density of states. Using both expressions, we have calculated the quantum well and superlattice absorption coefficient, resulting in positive alignment with experimental data. A more complete description of physical absorption is achieved with this new approach.

## ***“Modelo Fragmento-Aspereza aplicado a los sismos de México”***

Jennifer Cuanalo Vázquez y Oscar Sotolongo Costa.

CInC - UAEM, Morelos

La corteza terrestre está constituida por grandes placas, arrastradas por corrientes de magma del manto y empujadas por la nueva corteza que se forma en ciertas aberturas, principalmente submarinas, las placas se mueven unas con respecto a otras. Estos movimientos relativos son resistidos por fricción cuyo vencimiento suele dar origen a temblores.

Como consecuencia de los deslizamientos entre placas y de los movimientos del magma, aquellas placas se ven sujetas a esfuerzos que pueden llegar a fracturarlas. Tales fracturas son fallas geológicas donde también se producen sismos. La mayor parte de nuestro territorio está afectado por estos fenómenos. El territorio Mexicano se encuentra dividido entre cinco placas tectónicas la placa NORTEAMERICANA, la del PACÍFICO, la del CARIBE, la de COCOS y la de RIVERA

Los Sismos (temblores o terremotos) se producen por el rompimiento de la roca de que se compone la corteza terrestre. La corteza terrestre se comporta como un material Frágil (similar al vidrio) que se resquebraja por la acción de una fuerza externa que sobrepasa la resistencia del material. Cuando dos placas tectónicas o bloques de corteza terrestre están en contacto, se produce Fricción entre ellas, manteniéndolas en contacto hasta que la fuerza que se acumula por el movimiento entre las placas sea mayor que la fuerza de fricción que las mantiene en contacto. En ese momento se produce un temblor al romperse ese contacto. La Energía elástica que se había acumulado en la zona de contacto se libera en forma de calor, deformación de la roca y en energía sísmica que se propaga por el interior de la Tierra. Esta energía sísmica que se propaga como ondas es lo que sentimos bajo los pies cuando ocurre un temblor.

Gran parte de los intentos por construir una teoría física para describir características de los terremotos, no han podido superar el análisis descriptivo empírico y ha sido muy difícil tener en cuenta problemas tan complejos como las propiedades de las fracturas, entre otras cosas. De ahí es donde surge este nuevo enfoque donde se analiza este tipo de fenómenos desde la perspectiva de la física estadística no extensiva, mediante maximización de la entropía de Tsallis. En este caso, se puede relacionar la función de distribución de tamaño de los fragmentos con la distribución de energía de los terremotos. El modelo Fragmento Aspereza suministra una vía simple para construir modelos intuitivos con una imagen más clara, ya que proporciona la misma física en todas las escalas y no contiene suposiciones a priori sobre la forma de los perfiles o los fragmentos.

## Estudio sistemático de la estructura electrónica de puntos cuánticos tipo core-shell $GaAs/Al_xGa_{1-x}As$ de dos, tres y cuatro capas

K. A. Rodríguez-Magdaleno,<sup>1,2\*</sup> R. Pérez-Álvarez<sup>1</sup>, J. C. Martínez-Orozco<sup>2</sup>, R. Pernas-Salomón<sup>3</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.

<sup>3</sup> Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 18 Sur y San Claudio, Edif. 110-A, Ciudad Universitaria, C.P. 72570, Puebla, México.

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

En este trabajo presentamos un estudio detallado de la estructura electrónica de puntos cuánticos compuestos por dos, tres y cuatro capas de los materiales semiconductores  $GaAs/Al_xGa_{1-x}As$ . Las funciones de onda envolventes radiales y los niveles de energía son obtenidos mediante las funciones de Bessel y Neumann imponiendo las condiciones de frontera y empalme en cada interfaz, trabajamos en la aproximación de masa efectiva usando el método de la matriz híbrida. Presentamos las densidades de probabilidad  $r^2|R_{nl}(r)|$  y los niveles de energía como función del ancho de las capas y de la concentración de Aluminio  $x$ . Encontramos que la estructura electrónica de este tipo de sistemas depende fuertemente de los anchos de las capas y que en función de la posición de éstas las densidades de probabilidad de los estados  $s$ ,  $p$  y  $d$  cambian de una región a otra, lo cual puede ser interesante para las propiedades ópticas de los sistemas.

## Exciton energy in double zinc blende-GaN/InGaN quantum well taking into account the effective mass mismatch at the interfaces.

J. G. Rojas-Briseño<sup>1,3</sup>, Guillermo L. Miranda-Pedraza<sup>2</sup>, J. C. Martínez-Orozco<sup>3</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>*Universidad EIA, Envigado, C. P. 055428, Colombia.*

<sup>3</sup>*Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina con Paseo la Bufa S/N, C. P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, México*

The study of zinc blende nitride semiconductor materials have been recently revived due to their interesting properties for electronic devices and for their relative recent experimental realization with thermodynamic stability in the form of thin crystalline layers. On the other hand, the advances in theoretical simulation techniques for modeling the physics problems in more realistic systems permit us to propose the investigation of zinc blende nitride semiconductor heterostructures taking into account the difference between the effective masses of constituents compounds -as functions of the composition-, as well as the variational method in order to calculate the energies of 1s-like exciton states. In particular, we address the problem in the case of a coupled double GaN/InGaN quantum well. We report that the exciton energies obtained considering position-dependent effective mass are localized lower than those calculated with constant effective mass. The interaction with the barrier region and the symmetry break in the system increase the energetic difference in the calculated energies.

## Bandgap Vs Angle of Incidence in Graphene Superlattices

H. García-Cervantes<sup>1</sup>, A. López-Becerra<sup>4</sup>, L. M. Gaggero-Sager<sup>1:2</sup>,  
D. S. Díaz-Guerrero<sup>1</sup>, G. G. Naumis<sup>3</sup> and I. Rodríguez-Vargas<sup>1:4</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>Instituto de Física, Depto. de Física-Química, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Apdo. Postal 20-364, 01000, México D.F., México. And

<sup>4</sup>Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad Esquina Con Paseo La Bufa S/N, 98060 Zacatecas, Zac., México.

The superlattices in different materials have been studied for their properties and technological applications. In graphene is no exception, where also it has been done intense research on this type of system. However, so far there is no report about the dependence of bandgap versus angle of incidence. In this paper, we report the change of the transmission probability as a function of angle of incidence of Dirac electrons using symmetry breaking substrates to generate the superlattice. We obtain the transmission probability through the method of transfer matrix. Our results are very interesting, we show that the angular dependence of the transmission probability is complicated, since for moderated angles the dependence is parabolic, while for large angles an exponential dependence is registered. The probability of transmission can be modulated by changing only the structural parameters of the superlattice. These characteristics open the possibility for an angle-dependent bandgap engineering in graphene.

Keywords: Graphene, superlattices, bandgap, substrates.