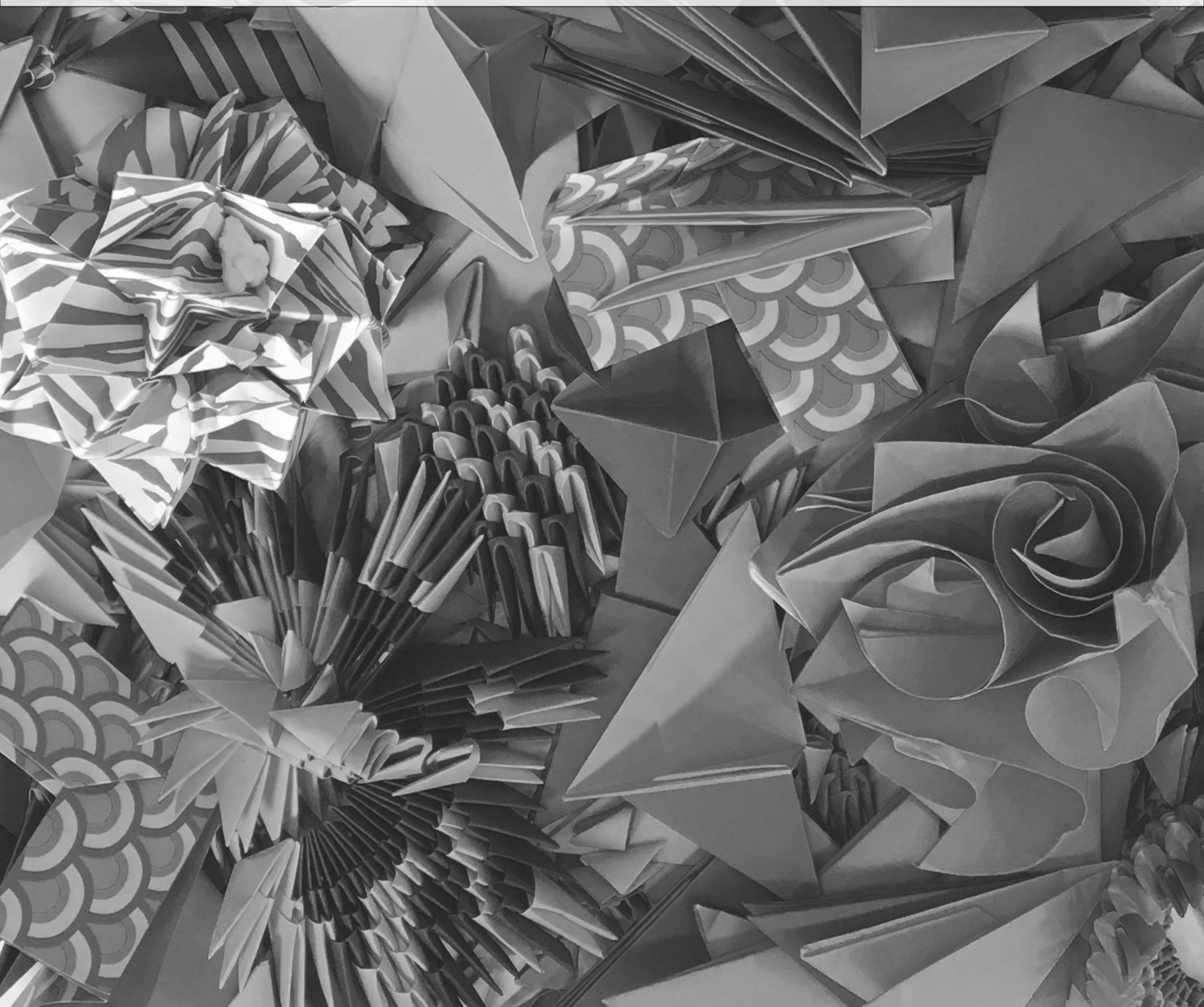


Octava Escuela de Física-Matemática
23 Mayo – 27 Mayo 2016

Random Geometries

Departamento de Matemáticas – Departamento de Física
Universidad de los Andes



Queremos agradecer a los Departamentos de Matemáticas y de Física, a la Facultad de Ciencias, a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Los Andes y a ICETEX por su soporte financiero a esta escuela.

Morning lectures	6
Mark Bowick. <i>The Statistical Mechanics of Membranes, Folding and Graphene Kirigami</i>	6
François David. <i>Introduction to Two-dimensional Quantum Gravity</i>	6
Éric Fusy. <i>Geometric representations of planar graphs</i>	6
Short communications	7
Nicolás Avilán. <i>Induced Gravity in Order to Satisfy Stress-Energy Conditions in $1+1$ Finite Regions</i>	7
Andrei Bernevig. <i>New fermions and cohomology</i>	7
Tristram Bogart. <i>Topology of Random Simplicial Complexes</i>	8
Jean Carlos Cortissoz. <i>El flujo de Ricci en el cilindro</i>	8
Mateo Díaz. <i>Compressed sensing of data with a known distribution</i>	9
Mateo Díaz. <i>A geometrical introduction to origami</i>	9
Yenny Hernández. <i>Shape, edge, stack: The influence of geometry in graphene nanostructures</i>	10
Eduardo Rodríguez. <i>Teorías de Chern-Simons, Gravitación, y Agujeros Negros en $2+1$ dimensiones</i>	11
Posters	12
Arnaldo de la Barrera. <i>Una versión de un Teorema de Paley-Wiener para núcleos definidos positivos a valores escalares</i>	12
Diego Devia. <i>Modelo Transitorio de Plasmas Producido por Arcos en Vacío</i>	12

Nicolás Escobar. <i>Puiseux Expansions and Critical Exponents in Linear Chain Models</i>	13
Paulina Hoyos Restrepo. <i>The Ayón-Beato-García regular black hole and topology change</i>	13
Nicolás Morales Durán. <i>Entanglement and Weak Values: Application to Regularization</i>	14
Edier Pacheco Sarmiento. <i>Estudio de la formulación Euleriana de los fluidos ideales desde las formas diferenciales: Ecuación de continuidad</i>	14
Yacir Ramírez, Daniel Sánchez. <i>Aproximación de autovalores del operador de Dirac</i>	15
Sandra Rosero, Héctor Chaparro. <i>Aportes de Oliver Heaviside a la teoría electromagnética de Maxwell y a su enseñanza</i>	15
Margarita Zuluaga. <i>Estudio de películas delgadas de MoO_3 crecidas por evaporación láser como posible sensor de gases.</i>	15
Schedule	17
Contacts	22
Map	23

Morning Lectures

Mark Bowick (Syracuse University, USA)

The Statistical Mechanics of Membranes, Folding and Graphene Kirigami

I will review the theory of $2D$ elastic membranes, contrasting them to their fluid membrane counterparts. I will introduce folding as a discrete version of bending and then discuss the application of these ideas to graphene. I will show that the mechanical properties of macroscopic sheets of graphene depend on their detailed geometry as well as topology. In this way we may eventually hope to design $2D$ metamaterials with targeted mechanical properties by slicing and dicing pure flat sheets.

François David (CEA-Saclay, Francia)

Introduction to Two-dimensional Quantum Gravity

Two dimensional quantum gravity is an interesting playground for various approaches to quantum gravity, and is related to several areas of theoretical physics and pure mathematics. I will review the relations between discrete models (Planar Maps, Random Matrices) and continuous models (Quantum Liouville Theory, Non-critical Strings and CFT). Some recent developments about the formulation of the theory in terms of probability theory and stochastic processes will be summarized.

Éric Fusy (LIX, École Polytechnique, Palaiseau, Francia)

Geometric representations of planar graphs

We will introduce planar graphs and planar maps (that is, embedded planar graphs) and review a few classical ways to represent them: circle packings, square (or rectangle) tilings, and straight-line drawings (for which two classical procedures are Tutte's spring embedding and Schnyder's face-counting algorithm). If time allows we will also discuss some applications of these representations to investigate properties of (random) planar maps.

Short Communications

Nicolás Avilán

UNIVERSIDAD CENTRAL, BOGOTÁ, COLOMBIA

Induced Gravity in Order to Satisfy Stress-Energy Conditions in $1 + 1$ Finite Regions

This work is part of a study on the physical properties of the Sorkin-Johnston state. That state describes quantum fields in finite regions of curved spacetimes. We construct the stress-energy tensor for a massless field from the Wightman function associated to the Sorkin-Johnston state in finite regions of $1 + 1$ -dimensional spacetime. We obtain a non-conserved stress-energy tensor associated to a Wightman function which does not satisfy the Hadamard condition. When we impose special conditions demanding a well-behaved tensor we also recover the Hadamard behavior for the Wightman function. When the field satisfies Dirichlet boundary conditions in the spatial region, one of the conditions in order to satisfy the stress-energy conservation is an induced gravity. The induced metric tensor is evaluated by a back-reaction analysis.

Andrei Bernevig

DEPARTMENT OF PHYSICS

PRINCETON UNIVERSITY, USA

New fermions and cohomology

Topological Phases of Matter have been one of the most interesting discoveries in condensed matter. These systems, which are bulk insulators but edge metals have remarkable properties such as holographic imprinting of edge states, protection from backscattering, and nontrivial responses upon application of external stimuli - such as electric and magnetic fields. I will review the progress in the field of topological insulators, and show that the future belongs to a new set of systems protected by a special symmetry of the lattice, a so-called "nonsymmorphic symmetry". In parallel, I will review very recent progress on topological semimetals - bulk metals that are protected from gapping by certain topological properties.

These systems have attracted much recent interest, and have realized several species of fermions - Weyl, gapless Dirac - whose existence has been elusive more than 80 years

after their prediction. I will show how other bulk semimetals, some involving line nodes, some involving large degeneracy fermions - unknown to high-energy physics - protected by symmetries can exist in realistic materials

Tristram Bogart

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, BOGOTÁ, COLOMBIA

Topology of Random Simplicial Complexes

The Erdős-Renyi random graphs $G(n, p(n))$ are beautiful and well-studied objects. Among the basic results known about these graphs are the threshold functions for the graph to be connected and for the existence of cycles. In other words, these are the threshold functions for the homology groups H_0 and H_1 to be nontrivial. Much more recently, analogous questions in higher dimensions are being taken up. There are several possible models of random k -dimensional simplicial complexes, each depending on a parameter $p = p(n)$ (or in some cases, on several parameters.) In a given model, natural questions include:

1. Fixing i , for which values of p does the complex have nontrivial i -dimensional homology?
2. Does the answer to (1) depend on the field or ring over which the homology is computed?
3. For which values of p is the fundamental group nontrivial?
4. What may a typical complex look like topologically? May it have many nontrivial homology groups, or only one or two?

All of these questions are more difficult than in the case of graphs, and some are still open. I will present a few representative results. This talk is inspired by Matt Kahle's recent paper *Topology of random simplicial complexes: a survey* (Preprint: [arxiv:1301.7165](https://arxiv.org/abs/1301.7165)).

Jean Carlos Cortissoz

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, BOGOTÁ, COLOMBIA

El flujo de Ricci en el cilindro

En esta charla examinaremos el comportamiento del flujo de Ricci en un cilindro con borde (una superficie homeomorfa al producto cartesiano de un círculo con un intervalo compacto). En este caso, el comportamiento asintótico es diferente al esperado: a pesar de tener convergencia a curvatura constante en el caso normalizado, esta no puede ser exponencial. Además, a diferencia del caso sin frontera, el comportamiento de la curvatura en el caso normalizado y el no normalizado es muy diferente. Para los autores de este trabajo, esto ha sido algo sorprendente.

Joint with A. Murcia, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.



Mateo Díaz

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, BOGOTÁ, COLOMBIA

Compressed sensing of data with a known distribution

Compressed sensing is a technique for recovering an unknown sparse signal from a number of random linear measurements. The number of measurements required for perfect recovery plays a key role and it exhibits a phase transition. If the number of measurements exceeds certain level related with the sparsity of the signal, exact recovery is obtained with high probability. If the number of measurements is below this level, exact recovery occurs with very small probability. In this work we are able to reduce this threshold by incorporating statistical information about the data we wish to recover. Our algorithm works by minimizing a suitably weighted ℓ_1 -norm, where the weights are chosen so that the expected statistical dimension of the descent cones of a weighted cross-polytope is minimized. We also provide Monte Carlo algorithms for computing intrinsic volumes of these descent cones and estimating the failure probability of our methods.



Mateo Díaz

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, BOGOTÁ, COLOMBIA

A geometrical introduction to origami

In this talk we will learn the basics about origami design. We will start by introducing the different types of origami and, after that, we will study the ideas behind figurative origami design. The main question we aim to answer is: given an arbitrary "figure" (animal, person, etc.), how can we create a folding pattern to obtain that figure? We are going to learn how this question is related with trees and circle packing. Time permitting, we will fold a simple figure.



Yenny Hernández

DEPARTAMENTO DE FÍSICA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, BOGOTÁ, COLOMBIA

Shape, edge, stack: The influence of geometry in graphene nanostructures

The properties of graphene nanoribbons (GNRs) make them good candidates for next-generation electronic materials. Whereas top-down methods, such as the lithographical patterning of graphene and the unzipping of carbon nanotubes, give mixtures of different GNRs, structurally well-defined GNRs can be made using a bottom-up organic synthesis approach through solution-mediated or surface-assisted cyclodehydrogenation reactions. Specifically, non-planar polyphenylene precursors were first built up from small molecules, and then graphitized and planarized to yield GNRs. However, fabrication of processable and longitudinally well-extended GNRs has remained a major challenge. In this talk I will introduce a way to synthesize atomically precise graphene nanoribbons from polymer precursors. I will discuss the influence that the length and edge structure have on its physical properties and additionally I will discuss the influence of incommensurate stacking on the electronic properties of graphene multilayers.



Eduardo Rodríguez

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ.

Teorías de Chern-Simons, Gravitación, y Agujeros Negros en 2+1 dimensiones

La irrazonable efectividad de las matemáticas en las ciencias naturales tiene un ejemplo más en la forma de Chern-Simons. Introducida en 1974 como una herramienta en el estudio de invariantes topológicos, ha encontrado aplicaciones que van desde el grafeno hasta las teorías de gauge no abelianas en dimensiones superiores a cuatro. En esta charla nos enfocamos en la teoría de gravitación de Chern-Simons en 2+1 dimensiones, estudiando su relación con Relatividad General y algunas de sus propiedades más inesperadas, como la existencia de soluciones de agujero negro y el rol de la torsión.



Posters

Arnaldo de la Barrera

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD PAMPLONA, COLOMBIA
ABARRERA1994@GMAIL.COM

Una versión de un Teorema de Paley-Wiener para núcleos definidos positivos a valores escalares

El objetivo de este trabajo es presentar una prueba de un teorema de estabilidad para núcleos definidos a valores escalares. Este resultado es una versión de un resultado clásico de Paley - Wiener referente a bases de Riesz. Finalmente se da una aplicación a los procesos estocásticos.

Diego Devia

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
COLOMBIA.

Modelo Transitorio de Plasmas Producido por Arcos en Vacío

En este trabajo se presenta un modelo transitorio que describe la interacción entre el plasma metálico y el gas neutro de fondo en sistemas de Deposición Física del Vapor por arco catódico. Se estudió el comportamiento de los parámetros presentes tales como son la velocidad de iones, densidad de partículas, potencial del plasma, entre otros. Las ecuaciones corresponden a un modelo de simetría esférica, apoyada por la observación experimental de distribuciones esféricas de luminosidad en el espacio alrededor de los electrodos. Se analizó numéricamente la expansión del plasma metálico donde la energía cinética del ion presenta una distribución Maxwelliana. El sistema de ecuaciones diferenciales parciales seleccionado fue resuelto usando el método de diferencias divididas nitas explícitas y se analizó la influencia de las condiciones iniciales consideradas en la distribución de la densidad y potencial del plasma.

Joint with E. Restrepo P. y S. Ramírez R. (Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales) y A. Gutierrez (Universidad de Tecnológica de Pereira) .

Nicolás Escobar

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

BOGOTÁ, COLOMBIA

Puiseux Expansions and Critical Exponents in Linear Chain Models

In a complex, finite dimensional vector space, consider an operator $H(g)$ which depends analytically on the complex parameter g . The number of distinct eigenvalues of $H(g)$ is constant, except at some values of g , which are called exceptional points. Moreover, the eigenvalues are organized in λ -groups, each of the members of the group being a branch of a multivalued function, admitting a Puiseux expansion around the exceptional points. Since the Hamiltonian of every linear chain model is an example of such parametrized operators. We analyze their spectrum from this point of view. In particular, we calculate the exceptional points and Puiseux expansions of the Hamiltonian of the Ising model.

Paulina Hoyos Restrepo

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

BOGOTÁ, COLOMBIA

The Ayón-Beato-García regular black hole and topology change

In 1998 Eloy Ayón-Beato and Alberto García proposed a regular black hole solution that has generated a lot of discussion until the present day. It was obtained in the scope of general relativity coupled to nonlinear electrodynamics. The purpose of this work is to analyse such solution. In particular, it is shown that the metric has a de Sitter asymptotic when the radial coordinate r approaches zero, and a Reissner-Nordström one when r tends to infinity; this is consistent with the behaviour of the electric field $E(r)$ which presents one maximum value. All this can be understood from a global perspective in terms of topology change.

Nicolás Morales Durán

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
BOGOTÁ, COLOMBIA

Entanglement and Weak Values: Application to Regularization

In this work, we study the framework of weak values and the surprising quantum effects they originate. We apply the solution of the problem of simultaneous measurement of non-commuting observables to develop a regularization method in quantum field theory. We provide a regularization of the ultraviolet divergences in the Feynman propagator, both in the bosonic and fermionic cases, by using weak values and entanglement.

Edier Pacheco Sarmiento

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
BOGOÁ, COLOMBIA

Estudio de la formulación Euleriana de los fluidos ideales desde las formas diferenciales: Ecuación de continuidad

El cálculo de las formas diferenciales tiene importantes ventajas sobre los métodos tradicionales que usan el formalismo vectorial, ya que permite develar los aspectos geométricos de la fenomenología que se va a estudiar. La finalidad de este trabajo es reescribir y analizar la ecuación de continuidad en formas diferenciales para así resaltar la estructura geométrica que subyace en los fenómenos físicos, en particular en la mecánica de medios continuos.

Yacir Ramírez, Daniel Sánchez

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

BOGOTÁ, COLOMBIA

Aproximación de autovalores del operador de Dirac

In general it is not easy to find the eigenvalues of a selfadjoint operator $T(H \rightarrow H)$. Variational principles can be a useful tool in this task. The idea of variational principles is to show that isolated eigenvalues are solutions to certain maximization or minimization problems. However, these principle work only for isolated eigenvalues below the essential spectrum of T .

In this poster we will show a generalized variational principle that applies to certain operator valued functions.

Sandra Rosero, Héctor Chaparro

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

BOGOÁ, COLOMBIA

Aportes de Oliver Heaviside a la teoría electromagnética de Maxwell y a su enseñanza

Al estudiar la teoría electromagnética de Maxwell en su Tratado elemental de electricidad y su interpretación por Oliver Heaviside en su libro de Electromagnetic Theory vol. 1, un punto fundamental de partida se hace desde la perspectiva de los medios continuos, desde esta perspectiva se hace necesario y relevante caracterizar el medio donde se dan los verdaderos fenómenos electromagnéticos y sus relaciones como lo son la fuerza eléctrica y magnética y sus correspondientes, desplazamiento eléctrico e inducción magnética, con los cuales queda descrito el campo electromagnético. Para poder hablar en particular acerca del desplazamiento eléctrico e inducción magnética, es necesario tener en cuenta cómo surgieron estos conceptos, y como se interpretaron por Maxwell y Heaviside, cosa que nos lleva a explorar los efectos sensibles y experimentos que los sustentan, así como las elaboraciones conceptuales que los acompañan. De esta manera podremos allegar nuevos elementos a los ya planteados en textos de física universitarios y corregir errores conceptuales y malas interpretaciones de estos para acercarnos de una manera ms adecuada a la construcción de estos conceptos en la formulación de Maxwell e interpretada por Heaviside acerca de los fenómenos electromagnéticos.

Margarita Zuluaga

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

BOGOTÁ, COLOMBIA

Estudio de películas delgadas de MoO_3 crecidas por evaporación láser como posible sensor de gases.

El MoO_3 (Trióxido de Molibdeno) es un material muy importante tecnológicamente debido a sus propiedades estructurales, ópticas y eléctricas. Una de sus más recientes aplicaciones es como sensor de gases y ventana inteligente. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el crecimiento de las películas delgadas de MoO_3 , que fueron depositadas sobre sustratos de vidrio común mediante la técnica de evaporación térmica, empleando como fuente un láser de CO_2 ($10,6 \mu\text{m}$) que emite en onda continua. La intensidad del láser, el tiempo de depósito y la presión parcial de oxígeno en la cámara de evaporación se mantuvieron constantes y se varió la temperatura del sustrato entre 100°C y 350°C . Se encontró que la estructura de las muestras crecidas sobre sustratos de vidrio depende fuertemente de la temperatura del sustrato. Esta variación incide en los valores del Gap hallados en las muestras y un crecimiento en el índice de refracción conforme aumentaba la temperatura de evaporación con la que se creció la muestra.



Monday, May 23rd (Room: B-202)

8:00 – 9:00 *Registration*

9:00 – 9:15 *Opening*

9:15 – 10:15 François David: *Introduction to two-dimensional quantum gravity I*

10:15 – 11:15 Mark Bowick: *Statistical mechanics of membranes, folding and graphene kirigami I*

11:15 – 11:45 Break

11:45 – 12:45 Éric Fusy: *Geometric representations of planar graphs I*

12:45 – 14:00 Lunch Break

14:00 – 15:00 Problem Session

15:00 – 15:30 Break

15:30 – 16:10 Yenny Hernández: *Shape, edge, stack: The influence of geometry in graphene nanostructures*

16:10 – 16:50 Nicolás Avilán: *Induced Gravity in Order to Satisfy Stress-Energy Conditions in $1 + 1$ Finite Regions*

Tuesday, May 24th (Room: B-202)

9:00 – 10:00 François David: *Introduction to two-dimensional quantum gravity II*

10:00 – 11:00 Mark Bowick: *Statistical mechanics of membranes, folding and graphene kirigami II*

11:00 – 11:30 Break

11:30 – 12:30 Éric Fusy: *Geometric representations of planar graphs II*

12:30 – 14:00 Lunch Break

14:00 – 14:40 Tristram Bogart: *Topology of Random Simplicial Complexes*

14:40 – 15:20 Mateo Díaz: *Compressed sensing of data with a known distribution*

15:20 – 15:40 Break

15:40 – 16:40 Problem Session

16:40 – 17:00 Break

17:00 – Poster Session & refreshments

Wednesday, May 25th (Room: O-101)

9:00 – 10:00 François David: *Introduction to two-dimensional quantum gravity III*

10:00 – 11:00 Mark Bowick: *Statistical mechanics of membranes, folding and graphene kirigami III*

11:00 – 11:30

Break

11:30 – 12:30 Éric Fusy: *Geometric representations of planar graphs III*

Thursday, May 26th (Room: B-202)

9:00 – 10:00 François David: *Introduction to two-dimensional quantum gravity IV*

10:00 – 11:00 Mark Bowick: *Statistical mechanics of membranes, folding and graphene kirigami IV*

11:00 – 11:30 Break

11:30 – 12:30 Éric Fusy: *Geometric representations of planar graphs IV*

12:30 – 14:00 Lunch Break

14:00 – 14:40 Jean Carlos Cortissoz: *El flujo de Ricci en el cilindro*

14:40 – 15:20 Mateo Díaz: *A geometrical introduction to Origami*

15:20 – 15:50 Break

15:50 – 16:50 Problem Session

Friday, May 27th (Room: O-101)

9:00 – 10:00 François David: *Introduction to two-dimensional quantum gravity V*

10:00 – 11:00 Mark Bowick: *Statistical mechanics of membranes, folding and graphene kirigami V*

11:00 – 11:30 Break

11:30 – 12:30 Éric Fusy: *Geometric representations of planar graphs V*

12:30 – 14:00 Lunch Break

14:00 – 15:00 Problem Session

15:00 – 15:30 Break

15:30 – 16:10 Andrei Bernevig: *New fermions and cohomology*

16:10 – 16:50 Eduardo Rodríguez: *Teorías de Chern-Simons, Gravitación y Agujeros Negros en 2 + 1 dimensiones*

17:00 – Entrega de certificados de asistencia

Contact Information

For general information

http://matematicas.uniandes.edu.co/~cursillo_gr/escuela2016/

<https://www.facebook.com/escuelafisicamatematica.uniandes>

Email: escuela_fm2016@uniandes.edu.co

Organizers

Alonso Botero - abotero@uniandes.edu.co

Monika Winklmeier - mwinklme@uniandes.edu.co

Nicolás Morales - na.morales92@uniandes.edu.co

Departamento de Física
Universidad de los Andes
Dirección: Carrera 1 # 18A-10.
Bloque IP.
Teléfono: (57) 1 3324516.

Departamento de Matemáticas
Universidad de los Andes.
Dirección: Carrera 1 #18A-10.
Bloque H.
Teléfono: (57) 1 3394949 Ext. 2710.

Hostal la Candelaria.
Dirección: Calle 12F # 2-50, Centro Histórico, Bogotá.
Teléfono: (57) 1 2815724.
Celular: (57) 316 8880421.

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
8:00 – 9:00	Registration				
9:00 – 10:00	F. David	F. David	F. David	F. David	F. David
10:00 – 11:00	M. Bowick	M. Bowick	M. Bowick	M. Bowick	M. Bowick
11:00 – 11:30	<i>Break</i>	<i>Break</i>	<i>Break</i>	<i>Break</i>	<i>Break</i>
11:30 – 12:30	E. Fusy	E. Fusy	E. Fusy	E. Fusy	E. Fusy
12:30 – 14:00	<i>Break</i>	<i>Break</i>		<i>Break</i>	<i>Break</i>
	14:00 – 15:00 Problem Session	14:00 – 14:40 T. Bogart		14:00 – 14:40 J.C. Cortissoz	14:00 – 15:00 Problem Session
	15:00 – 15:30 <i>Break</i>	14:40–15:20 M. Díaz		14:40-15:20 M. Díaz	15:00 – 15:30 <i>Break</i>
	15:30-16:10 Y. Hernández	15:20 – 15:40 <i>Break</i>		15:20 – 15:50 <i>Break</i>	15:30-16:10 A. Bernevig
	16:10-16:50 N. Avilán	15:40 – 16:40 Problem Session		15:20 – 15:50 Problem Session	16:10–16:50 E. Rodriguez
		16:40–17:00 <i>Break</i>			17:00 Entrega de certificados
		17:00 Poster Session			