

Understanding Non-equilibrium Thermodynamics

Georgy Lebon, David Jou y José Casas-Vázquez

ISBN: 978-3-540-74251-7.

Springer, Berlin (2008).

Los libros que se ocupan de los fundamentos de una determinada ciencia, o de visiones generales de la misma, suelen poseer como invariante (pocas veces desmentido por la experiencia) la dificultad de hacerse una idea precisa de su enfoque, nivel, e incluso contenidos, a partir sólo del título de la obra. Por ello, siempre que se publica un nuevo libro de Termodinámica, flotan, ya sea de forma expresa o tácita, dos preguntas: una acerca de qué aporta y otra acerca de qué lugar puede ocupar en el paisaje ya configurado por obras previas. En el caso del libro que nos ocupa, muchos de sus lectores potenciales tal vez resalten en el paisaje dos puntos de referencia (aunque, por supuesto, estos no sean los únicos): uno el texto, ya clásico, de S. R. De Groot y P. Mazur (Non-equilibrium Thermodynamics, North-Holland 1962) y otro la obra que los mismos autores, Jou Casas-Vázquez y Lebon (Extended Irreversible Thermodynamics, Springer 2001).

Para aquellos que se internaron en la Termodinámica de no equilibrio llevando como guías a De Groot y Mazur, la presente obra no sólo les presentará contenidos más “modernos”, tales como aplicaciones ecológicas, referencias al calentamiento global o termodinámica de “tiempo finito”, poniendo al lector en la pista de cómo abordar procesos de alta frecuencia y los asociados a microdispositivos, sino que aporta una exposición rigurosa, pero al mismo tiempo ágil y clara, que hace que el lector ni se pierda en el formalismo, ni deje de percibir una visión de conjunto, aun cuando (como en todo libro científico) sea preciso focalizar la atención para interpretar y manejar el lenguaje de las fórmulas. Así, en todo momento se sentirá familiarizado con lo que se presenta, sin que por ello decaiga el interés por seguir avanzando en la lectura-estudio.

A lo largo de algo más de 300 páginas se lleva a cabo una presentación pedagógicamente impecable, en la que se recurre a insertar en “cajas” contenidos (ya sean notas históricas, ya sean deducciones detalladas de alguna ecuación) que podrían apartar al lector de la secuencia expositiva global. Asimismo, al final de cada capítulo se proponen ejercicios, aunque no se facilitan las soluciones, omisión que posiblemente no sea del agrado de muchos lectores, ya que algunos

ejercicios poseen cierto grado de dificultad y provocará que la búsqueda de las soluciones sea el “oscuro objeto del deseo” de tales personas.

El lector que, nada más abrir el libro, busque en el prólogo una declaración de intenciones de los autores, el porqué de haberlo escrito, no encontrará respuesta al interrogante y deberá esperar a la página 303 para ver satisfecha su curiosidad. Es justo al final de la obra donde los autores manifiestan, con la elegancia de quien conoce bien la materia que expone, que su objetivo es presentar teorías, enfoques, planteamientos..., pero que la respuesta ha de construirla el lector, a quien han brindado en las páginas anteriores una excelente visión de conjunto de la Termodinámica. Precisamente, esa declaración final, casi una confidencia de los autores a su lector, deja claro que no han reescrito ni una prolongación, ni una versión abreviada, de su obra sobre Termodinámica Extendida (EIT) y mucho menos una apología de este modelo, por ellos introducido y desarrollado.

En el prólogo se manifiesta que la obra se estructura en dos partes, la primera de las cuales (capítulos 1-6) se concibe como un curso introductorio de Termodinámica de Procesos Irreversibles, en tanto que a la segunda se le atribuye un carácter más “especializado”. Se da el caso que en los capítulos del 2 al 6 todo gira en torno a la hipótesis de equilibrio local, siendo en el capítulo 7 donde se introduce el modelo EIT, que permite ir más allá del equilibrio local y superar muchas de las limitaciones de la Termodinámica de no-equilibrio clásica. Sin embargo, los autores evitan cualquier tentación de insertar su obra en el marco EIT, modelo que no se realza más que la teoría de variables internas, la Termodinámica Racional o modelos hamiltonianos (GENERIC). La presumible autocensura de los autores a la hora de otorgar protagonismo a la EIT, se plasma en una uniformidad de extensión y nivel de los contenidos de los capítulos 7-10, lo cual permite una visión de conjunto de la Termodinámica mucho más enriquecedora.

Sin embargo, una de las críticas que podría formularse a la estructura de la obra es que el estudio de las fluctuaciones se haya demorado hasta el capítulo 11. Desde el punto de vista conceptual, la Termodinámica del no-equilibrio difícilmente puede separarse de la propia Termodinámica de fluctuaciones y, más aún, el formalismo inherente a esta última brinda claves para interpretar aspectos tales como las relaciones de reciprocidad de Onsager (justificadas en el capítulo 4 a partir del mecanismo “triangular” de reacción) y los propios flujos y fuerzas. Tal vez, el teorema de fluctuación-disipación y la ecuación de Fokker-Planck pudieran haberse considerado como “herramientas genéricas” de la Termodinámica de no equilibrio y presentarse mucho antes, quizá junto a la discusión de la estabilidad que se lleva a cabo en el capítulo 6.

Cualquiera que haya escrito un libro sabe bien lo difícil que resulta armonizar el afán de no “dejarse nada en el tintero”

De todo un poco
De tudo um pouco

y exponerlo con el máximo de rigor, por una parte, y por otra, la inexorable exigencia de dar a la obra una extensión y nivel razonables; por supuesto, el desafío de seleccionar y optimizar contenidos no es tarea fácil, ya que un autor puede quedar atrapado en una especie de juego de aproximaciones sucesivas sin convergencia asegurada.

En el libro que se está comentando los autores han realizado un esfuerzo para evitar caer en el fárrago de los desarrollos y focalizar bien la atención sobre aquello que se estudia; resulta inevitable que el resultado no lleve a la universal satisfacción de todos los lectores, ya que los necesarios recortes pueden decepcionar expectativas a priori. Así, en el capítulo 5 algunos pueden sentir cierta frustración en no encontrar un desarrollo más extenso de temas con tanto “tirón” como el calentamiento global o la conexión con

la Economía o la Ecología. Empero, conviene matizar que tal vez el lector perciba más esos “recortes” que valore la inclusión de las ideas de Carnot que se hace en tal capítulo considerando no sólo el rendimiento, sino también la potencia cuando el ciclo se ejecuta en tiempo finito.

Los autores no han rehusado el desafío de efectuar una presentación concisa de la Termodinámica de equilibrio en el capítulo 1, en la que se refleja la experiencia docente de muchos años. El resultado es muy satisfactorio, aunque cabría pensar en un planteamiento más formal de los principios o en dar más realce al concepto de ecuación de estado, evitando el riesgo de tautología que acecha en las clases de Termodinámica al manejar los conceptos de calor, trabajo y temperatura. Una vez que se abandona el equilibrio, en los capítulos 2 y 3 se aborda el estudio de los procesos irreversibles en el marco del equilibrio local; el tratamiento es ágil y fácil de seguir; aunque, tal vez, los autores debieran haber hecho más énfasis en los conceptos de derivadas local y material (pág. 41); asimismo, logran un acierto innegable al efectuar la crítica del modelo clásico (págs. 63-65). Para quienes conocen bien la Termodinámica, la reacción química es una asignatura pendiente y esto hace que sea difícil conseguir “lucirse” al escribir sobre el tema; en el capítulo 4, nuestros autores han conseguido compensar la “insumisión de la reacción química a la Termodinámica” incluyendo en el capítulo los rendimientos de intercambio

de energía en reacciones acopladas, motores moleculares e incluso la morfogénesis, tema que tal vez hubiera tenido mejor acomodo en el contexto de las estructuras disipativas estudiadas en el capítulo 6.

Precisamente, el capítulo 6 puede ser uno de los más atractivos de la obra. En él se lleva a cabo el tratamiento de la estabilidad, que posiblemente muchos lectores gustarían más extenso y detallado (del tipo de lo expuesto en la “caja 6.1” de la pág.147), aunque el compromiso conseguido entre “compactación” y extensión es muy satisfactorio. Asimismo, se incluyen temas tan importantes como las inestabilidades de Rayleigh-Bénard, Bénard-Marangoni y Taylor o los modelos de Lotka-Volterra y Brusselator.

Con respecto a los capítulos 8, 9 y 10, conviene tener presente que sus contenidos, teorías de variables internas, Termodinámica Racional y formalismo hamiltoniano (GENERIC), requerirían de respectivas monografías para desarrollarse con detalle; por ello, hay que resaltar la concisión y rigor con que se han conseguido presentar, ofreciendo al lector las suficientes referencias bibliográficas para ampliar lo expuesto.

En conclusión, puede afirmarse que se está ante una excelente herramienta para todo aquel que desee abordar el estudio de la Termodinámica de no equilibrio y que muy bien puede convertirse en obra de referencia.

Manuel Criado Sancho

El quark top “soltero” (single-top) es descubierto en el Tevatron de Chicago

Científicos del acelerador Tevatron, en el “Fermi National Accelerator Laboratory” han anunciado el descubrimiento de la producción del quark top “soltero” (single-top). En el descubrimiento han participado investigadores del Instituto de Física de Cantabria (IFCA, CSIC-UC), España, de modo particular Bruno Casal (cuya tesis doctoral versa sobre este importante hallazgo), su supervisor Alberto Ruiz y la investigadora Rocío Vilar. Todos ellos, junto con Barbara Alvarez, Javier Cuevas, Gervasio Gómez, Teresa Rodrigo, Luca Scodellaro e Iván Vila, investigadores del IFCA y de la Universidad de Oviedo (España), son coautores de la publicación que ha sido enviada al “Physical Review Letters”. También ha participado activamente la investigadora Verónica Sorin, del Instituto de Física de Altas Energías (IFAE) de Barcelona (España), en la actualidad coordinadora del grupo del top en el experimento CDF.

El quark top, el más pesado de todos los quarks, cuyo descubrimiento se realizó en 1995 por el mismo experimento del Tevatrón, suele producirse en compañía de su antipartícula, el quark anti-top. Sin embargo, el modelo estándar de las interacciones fundamentales predice la posibilidad de producirlo “soltero”, algo que han corroborado ahora los científicos. Las técnicas para detectarlo han sido muy complejas y han requerido el concurso de varios grupos de trabajo. El grupo del IFCA, en colaboración con científicos de Fermilab, de la Universidad de California y de la Universidad de Oviedo ha utilizado la técnica más sensible de todas ellas. El investigador Enrique Palencia, que se formó en el IFCA y pertenece actualmente a Fermilab, lo presentará oficialmente a la Comunidad de Física de Partículas en los “Encuentros de Moriond”.

La observación del top “soltero” permite la determinación de uno de los parámetros del modelo estándar, el acoplamiento entre el quark top y el quark b, que forma parte de la denominada matriz de Kobayashi y Maskawa, Premios Nobel de Física de 2008 junto con Y. Nambu. En estos momentos, el nuevo acelerador del CERN, el LHC, está siendo reparado para comenzar su funcionamiento en el otoño de este año 2009. El viejo acelerador Tevatron de Fermilab sigue cosechando triunfos y abriendo caminos de investigación básica que el LHC analizará en profundidad en los próximos años. En el caso de que el bosón de Higgs no exista, el Tevatron tiene grandes probabilidades de demostrarlo, mientras que la probabilidad de mostrar evidencia de su existencia es de, aproximadamente, un 10%. Para ello será necesario que el Tevatron continúe funcionando durante el año 2010, lo cual depende del presupuesto de investigación de Fermilab.

En esta sana competencia por la búsqueda de la que se ha denominado como “partícula de Dios”, el Tevatron tiene una experiencia acumulada de 10 años de funcionamiento, en su esquema actual. Sin embargo, la estadística acumulada es insuficiente, mientras que el LHC, una vez que funcione a pleno rendimiento, tendrá sensibilidad suficiente. Ambos aceleradores se complementan y contribuyen al estudio del comportamiento del universo.

El colisionador Tevatron de Fermilab es el acelerador de partículas más potente del mundo en la actualidad. Se está utilizando, como así lo hará el LHC del CERN, para que los físicos puedan recrear las condiciones presentes durante la formación del universo, reproduciendo las extrañas condiciones que tuvieron lugar en el momento del Big Bang. Su finalidad es desentrañar las propiedades más fundamentales de la materia y de las fuerzas que rigen su comportamiento a la escala subnuclear. La causa de la existencia de masa en la materia podría explicarse por la interacción con un campo que puebla el universo, el campo de Higgs. La observación del bosón de Higgs es muy importante para confirmar estas teorías.

XX Reunión Nacional de la Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)

Del 6 al 8 de noviembre de 2008 tuvo lugar la XX Reunión Nacional de la Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI) en la ciudad de La Paz. En dicha reunión se eligió el nuevo directorio de esta Sociedad. El Dr. Wilfredo Tavera ha sido elegido nuevamente como presidente de la SOBOFI para el periodo 2008-2010”.

GIULIO RACAH (1909 - 1965)



Giulio Racah

El pasado día 9 de febrero se cumplió el centenario del nacimiento del físico judío-italiano Giulio Racah, considerado como el fundador de la espectroscopía atómica moderna, y uno de los principales responsables de la introducción de los grupos de Lie como herramienta fundamental en la física teórica.

Racah nació en Florencia. Se doctoró con E. Persico (1930) y trabajó un año como asistente de E. Fermi en Roma y otro con W. Pauli en Zürich, para volver a Florencia como profesor hasta 1938; es uno de los introductores (1934) del operador de conjugación de carga C en el álgebra de Dirac. Pero debió abandonar su puesto como consecuencia de la entrada en vigor de las leyes raciales impuestas a Mussolini por Hitler. Ante el ambiente hostil prebélico, y mediante la intercesión de la Organización Sionista Mundial, G. Racah decide emigrar a Palestina, donde obtiene un prestigioso cargo en la Universidad. La llegada de Racah a la Universidad Hebrea de Jerusalén supone el asentamiento de la física teórica en Israel, a pesar del aislamiento de cinco años por la II Guerra Mundial. Frente a esas adversas condiciones iniciales, los trabajos de Racah realizados entre 1942-1943 constituyen la clave de una metodología nueva y poderosa para atacar el problema de la interpretación de los espectros atómicos complejos, que posteriormente sería generalizada a la espectroscopía nuclear. En una serie de cuatro artículos aparecidos en

Physical Review, se desarrolla el álgebra de operadores tensoriales, se generalizan los coeficientes de *fractional parentage* y se introduce un nuevo número cuántico, la veteranía (*seniority*) ν (*vethek* en hebreo), lo que supone una importante simplificación en el análisis de las configuraciones l^n . En el artículo final de la serie (1949), el esquema de veteranía se describe en términos de los multipletes del grupo ortogonal $SO(2l+1)$; su aplicación a las configuraciones f^n de las tierras raras da lugar, además, a la cadena $SO(7) \supset G_2 \supset SO(3)$, donde por primera vez se aplica un grupo de Lie excepcional a problemas físicos. Los coeficientes de Racah, el álgebra de Wigner-Racah, los operadores tensoriales irreducibles etc. figuran entre sus mayores aportaciones.

Las aplicaciones de la teoría de grupos a la espectroscopía fueron condensados en las célebres “Princeton Lectures” de Racah (1951). Estas notas, reproducidas en 1961 por el CERN y publicadas definitivamente en 1965, constituyen una referencia canónica de la teoría de grupos de Lie en Física. Debe observarse, no obstante, que el reconocimiento de la importancia del álgebra de Racah no surge sólo de la espectroscopía atómica, sino también de la física nuclear, y abre la puerta para el estudio de las simetrías internas, como ha señalado Y. Neeman. El libro con U. Fano “Irreducible tensorial sets” es también un clásico.

Muchos de sus estudiantes han sido posteriormente figuras clave en la física nuclear y de partículas, así como en la comisión israelí de energía atómica. Además de un brillante físico, G. Racah fue Decano y Rector de la Universidad Hebrea y uno de los fundadores de la Academia Israelí de Ciencias y Humanidades, así como miembro de múltiples comisiones y delegaciones.

Giulio Racah murió trágicamente por un accidente doméstico el 28 de Agosto de 1965.

Luis J. Boya,
Universidad de Zaragoza (España)

Rutwig Campoamor-Stursberg,
Universidad Complutense de Madrid (España)

El último latido de una estrella

Una investigación, realizada con el telescopio espacial Spitzer (NASA), ha descubierto en el centro de la Vía Láctea grandes concentraciones de carbono alrededor de nebulosas planetarias, objetos gaseosos creados a partir de la expulsión de las capas externas de una estrella cuando muere. Estrellas con una sobreabundancia extrema de este elemento químico habían sido detectadas en otras regiones

de nuestra galaxia, pero nunca en su núcleo. Su presencia en nebulosas planetarias y no en el resto de estrellas viejas y de poca masa que pueblan el centro galáctico, sugiere la existencia de cambios químicos bruscos en el último instante de la vida de estos astros.

Un equipo de científicos, en el que se encuentran los investigadores españoles Aníbal García Hernández, del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y José Perea Calderón y Pedro García Lario, de la Agencia Espacial Europea (ESA), analizó los espectros de 40 nebulosas planetarias utilizando el espectrógrafo infrarrojo del telescopio espacial Spitzer: 26 nebulosas situadas en el centro de la Vía Láctea, también conocido como ‘bulbo galáctico’, y 14 nebulosas pertenecientes a otras regiones de la galaxia.

Mediante el examen de los datos obtenidos, los científicos encontraron una gran cantidad de silicatos cristalinos e hidrocarburos aromáticos policíclicos, dos sustancias que, respectivamente, indican la presencia de oxígeno y carbono. “Esta combinación es muy inusual – explica el Dr. Perea Calderón –, ya que en la Vía Láctea el oxígeno y el carbono combinados sólo se encuentran normalmente en el polvo alrededor de sistemas binarios de estrellas; su descubrimiento en el bulbo galáctico nos ayuda a comprender mejor la evolución química de toda nuestra galaxia”.

Evolución estelar

En general, las estrellas conforme envejecen queman en su interior elementos cada vez más pesados, desde el hidrógeno hasta acabar en el hierro. En este proceso las estrellas aumentan su tamaño y algunas llegan a convertirse en gigantes rojas. Al crecer, estas estrellas se hacen inestables hasta que, en un último latido, expulsan al espacio las capas más externas de su atmósfera. “Estos residuos son los ladrillos de construcción de otras estrellas y planetas, incluyendo nuestra Tierra, así como cualquier forma de vida que pueda existir en el Universo”, aclara el Dr. García Hernández.

En el centro galáctico, no obstante, los investigadores han observado que cuando estas estrellas envejecen los elementos más pesados no se desplazan progresivamente hacia las capas externas como ocurre en la mayoría de estrellas. El carbono se hace presente sólo en los últimos momentos de la vida del astro, cuando éste se expande y expulsa los gases a su exterior, de forma que los astrónomos pueden detectarlo en las nebulosas resultantes. Según explica el Dr. García Lario, “el carbono producido en las continuas pulsaciones térmicas no es conducido de forma eficiente a la superficie por lo que sólo es visible cuando la estrella está a punto de morir, contrariamente a lo que se ha observado en estrellas del disco galáctico con menor concentración de metales”.

Los investigadores creen que las estrellas en el centro de la Vía Láctea no transfieren carbono a sus capas más

externas a medida que envejecen debido a un exceso de metales, lo que impediría de algún modo el drenaje de este elemento químico. "Las estrellas del bulbo galáctico, en su mayoría pequeñas y con una masa equivalente o una vez y media mayor que nuestro Sol, suelen tener más metales que otras estrellas, por eso los datos de Spitzer apoyan esta hipótesis nunca antes apoyada por las observaciones", afirma García Lario.

Para García Hernández, "este descubrimiento es importante porque ayuda a comprender cómo se forman los elementos pesados en las estrellas, como el oxígeno, el carbono y hierro, y luego se extienden por el Universo, incorporándose a nuevas generaciones de estrellas y planetas, y haciendo posible el desarrollo de la vida".

Los resultados han sido publicados recientemente en la revista especializada *Astronomy & Astrophysics*: "The mixed chemistry phenomenon in Galactic Bulge PNe", J. V. Perea-Calderón, D. A. García-Hernández, P. García-Lario, R. Szczerba, y M. Bobrowsky, *A&A*, 495, L5 (2009).

Instituto de Astrofísica de Canarias

Algunas actividades de la Real Sociedad Española de Física



La Real Sociedad Española de Física (RSEF) lleva muchos años -106 para ser exactos- trabajando a favor de la Física en España, en sus diversas facetas de enseñanza, divulgación, investigación y,

desde más recientemente, contribuyendo al sistema español de innovación tecnológica. Luchar para que la sociedad española entienda mejor la importancia de la Física y los físicos es una tarea exigente y difícil pues, como ya sabemos, nuestra tradición no facilita mucho las cosas.

A pesar de ello, la Sociedad está realizando actividades que producen efectos interesantes. A modo de ejemplo, se pueden mencionar las siguientes:

- Organiza las Olimpiadas de la Física en sus distintas modalidades: Locales, Nacionales, Internacionales e Iberoamericanas. Se trata de estimular a profesores y alumnos de Educación Secundaria a participar en estas competiciones de alto nivel académico con el valor añadido de que algunos de nuestros alumnos viajan a otras latitudes.
- Participa en el programa *Ciencia en Acción*, fundado por la Real Sociedad con el nombre de *Física en Acción* en el año 2000 y que, desde entonces, se ha ampliado enormemente tanto por el número de participantes como

por la apertura a otras ciencias y a nuevas modalidades. Es un programa importante que contribuye a aumentar el interés por la ciencia de los estudiantes de Bachillerato.

- Desde hace dos años, el programa se ha extendido a Portugal e Ibero América.
- Desarrolla el proyecto ARFRISOL (Arquitectura Bioclimática y Frío Solar) en sus aspectos educativos, con el fin de presentar a profesores y estudiantes de Infantil, Primaria y Secundaria las ideas básicas del ahorro energético en la construcción de edificios. Los materiales didácticos elaborados divulgan, en estos niveles educativos, las implicaciones sociales de la ciencia en general y de la Física en particular.
- Convoca los premios de Física RSEF – Fundación BBVA extendidos a diferentes modalidades y con dotaciones económicas importantes. La edición 2008 tendrá lugar próximamente con una solemne ceremonia en la sede de la Fundación BBVA en Madrid.
- Publica cuatro números anuales de *Revista Española de Física* y uno de *Revista Iberoamericana de Física* y un boletín mensual para que los socios puedan tener un contacto más estrecho con el funcionamiento de la Real Sociedad.
- Las Reuniones Bienales siguen siendo su congreso más importante cuya organización supone un gran esfuerzo. En el año 2009 tendrá lugar en la sede de la Universidad de Castilla la Mancha en Ciudad Real.
- Esta intentando acercar la física básica y la aplicada que se hace en las empresas. Para organizo en noviembre 2007, con el patrocinio de la Fundación Ramón Areces, el *Foro Ciencia-Empresa. El físico como profesional de la Innovación Tecnológica* cuyas conferencias y debates aparecerán en un libro que está a punto de publicarse.
- Se organizará presentaciones de este libro a los estudiantes en las facultades de física para que se enteren de las posibilidades profesionales que tienen en este campo. Ha sido un primer encuentro con vocación de futuro a fin de abrir camino a nuestros graduados en el mundo de la innovación, de manera que la presencia de la Física en las empresas llegue a ser equivalente a la que tiene en los países de nuestro entorno.
- Además se están reforzando las relaciones internacionales, especialmente con la EPS (European Physical Society), con la que la RSEF está colaborando para realizar un mapa europeo de los nuevos estudios de física en el marco de Bolonia. Se acaba de traducir al español el "Position Paper" sobre *Energía Nuclear* elaborado por la EPS. La RSEF es un miembro relevante de la FEIASOFI (Federación Iberoamericana de Sociedades de Física), presidida actualmente por Gerardo Delgado, y está negociando algunos contactos con Fundaciones privadas que permitirían iniciar nuevos proyectos. Para más información consultar página web: <http://www.rsef.es>.

De todo un poco
De todo un pouco

OBITUARIO

Marcos Moshinsky

Cuando este número se hallaba ya en prensa, nos ha llegado la triste noticia del fallecimiento, el pasado 1 de abril, del profesor Marcos Moshinsky en la Ciudad de México.

Nacido en Ucrania en 1921, Marcos Moshinsky llegó a México con su familia cuando sólo tenía tres años. Fue profesor de la UNAM durante muchos años y estaba considerado como el padre de la física teórica mexicana, habiendo sido seguramente el físico mexicano más relevante a nivel

mundial. Entre otras importantes contribuciones a la Física Teórica, sus trabajos sobre la aplicación de la teoría de grupos al estudio de la estructura nuclear son de obligada lectura y referencia para los investigadores en esta importante área de la física.

Desde aquí expresamos nuestra condolencia a sus familiares, amigos y colegas. En el próximo número de la REF aparecerá un artículo (necrología) en su memoria.

Conferencia Internacional

La ciencia de Materiales en la Era Nano

**Instituto de Ciencia y Tecnología
de Materiales (IMRE)**

Universidad de la Habana



23-28 de Noviembre de 2009

En homenaje al 25 Aniversario del IMRE

<http://Imre.oc.uh.cu/nanoimre2009>

Escuela Cubano-Austriaca en Ciencia de Materiales

18-21 Noviembre de 2009

La escuela será impartida por un grupo de profesores de la Universidad Técnica de Viena y la Universidad de la Habana y cubrirá diversas áreas de las Ciencias de Materiales con énfasis en las nanociencias y la nanotecnología.

Se darán clases en las siguientes temáticas:

- Caracterización estructural de materiales.
- Materiales magnéticos, ferroicos y relacionados.
- Materiales biomiméticos.
- Materiales para energía renovable y almacenamiento.
- Biomateriales.
- Materiales inteligentes.

Su participación es abierta a todos con preferencia a los participantes en el evento y los estudiantes de pregrado, maestría y doctorado nacionales y extranjeros debidamente acreditados como tales, previa inscripción individual al mismo.

Mayores precisiones se harán disponibles en el futuro.

Coordinador: Dr. Ernesto Estévez Rams

Contacto: Dra. Beatriz Concepción Rosabal

E-mail: beatriz@imre.oc.uh.cu