

La Investigación del Grupo  
Especializado de Termodinámica de  
las Reales Sociedades Españolas de  
Física y de Química.  
Volumen 3. Año 2006.

Editores: *José María Ortiz de Zárate Leira*  
*Mohamed Khayet Souhaimi*



Real Sociedad Española de Física  
Madrid, 2006

Este volumen contiene una selección de las comunicaciones presentadas en la reunión: *Termo-2006: X Encuentro Inter-bienal del Grupo Especializado de Termodinámica (GET) de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química*. El Escorial, 13-15 septiembre de 2006.

### **Comité Organizador Termo-2006**

José María Ortiz de Zárate Leira  
Manuel Domínguez Alonso  
Pedro Dimas Sanz Martínez  
Mohamed Khayet Souhaimi

### **Comité Científico Termo-2006**

Carlos Casanova Roque (Universidad de Valladolid)  
Francisco Cuadros Blázquez (Universidad de Extremadura)  
Manuel Domínguez Alonso (Instituto del Frío - CSIC)  
Josefa Fernández Pérez (Universidad de Santiago de Compostela)  
M<sup>a</sup> Rosario Heras Celemín (Ciemat)  
José Antonio Ibáñez Mengual (Universidad de Murcia)  
José María Ortiz de Zárate Leira (Universidad Complutense)

### **Grupo Especializado de Termodinámica - RSEF**

Presidente: Jaime Amorós Arnau  
Vicepresidentes: José Luis Legido Soto, María Teresa Mora Aznar  
Secretario: José Ramón Solana Quirós  
Tesorero: Eulogio Jiménez Cuesta  
Vocales: David Jou Mirabent, Carlos Casanova Roque, Cristóbal Fernández Pineda, Santiago Matos López, Josefa Fernández Pérez, M<sup>a</sup> Rosario Heras Celemín, Gerardo Pardo Sánchez, Angela Calvo Redondo

### **Editores de este volumen**

José María Ortiz de Zárate Leira (Universidad Complutense)  
Mohamed Khayet Souhaimi (Universidad Complutense)

© Real Sociedad Española de Física

Edita: Real Sociedad Española de Física, Facultad de Física, Universidad Complutense, 28040 Madrid, España

ISBN: 84-934738-3-9

Depósito Legal: M-51611-2006

Maquetación: Grupo A.D.I., Martín de los Heros, 66, 28008 Madrid, España

# Presentación

Siguiendo lo que ya puede considerarse una tradición del Grupo Especializado de Termodinámica (GET) de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química, tenemos el gusto de presentar el tercer volumen de la serie: *La Investigación del Grupo Especializado de Termodinámica...* Como en ocasiones anteriores, se recoge en este volumen una versión más larga de algunas de las comunicaciones que fueron presentadas en la X Reunión Inter-bienal del GET. Dicha reunión tuvo lugar en El Escorial (Madrid) entre los días 15 y 17 de septiembre de 2006.

Publicar una versión más larga de sus comunicaciones permite a los autores hacer una descripción más completa y detallada de su trabajo, liberándose de las restricciones de espacio que se suelen exigir en los cuadernos de resúmenes que se entregan en el congreso. Además, publicar dentro de un libro proporciona un formato estable y duradero que contribuye a aumentar el valor de los trabajos. Precisamente, el principal deseo de los editores al compilar las distintas contribuciones ha sido que el producto sea útil no sólo para evaluar el estado de la Termodinámica en España, sino también como obra de consulta y referencia. Por ese motivo se han añadido índices de autores y materias, para que resulte rápido y sencillo localizar la información presentada en el libro. También hemos procurado que el índice de materias sirva a los propios autores para localizar trabajos de otros compañeros que pueden estar relacionados con el suyo.

El libro se ha estructurado en cuatro partes, en paralelo a los cuatro simposios en los que se dividieron las comunicaciones presentadas en la reunión de El Escorial. Esta división también refleja, *grosso modo*, las diversas inquietudes científicas de los miembros del GET en este momento.

La primera parte del libro se dedica a comunicaciones relacionadas con *Medio Ambiente*. Obviamente, éste es un tema amplio e interdisciplinar, por lo que puede parecer que las contribuciones son un tanto heterogéneas, aunque sin duda estas comunicaciones serán las de mayor interés para la audiencia no especialista.

La segunda parte del libro se titula *Ciencia y Tecnología de Membranas*. El correspondiente simposio en El Escorial se nombró *Simposio Juan I. Mengual*, como homenaje al recientemente fallecido Catedrático de Física Aplicada de la Universidad Complutense. Los dos editores de este libro fueron discípulos de Juan, y desde estas líneas también queremos rendirle homenaje, en particular, en su aspecto de formador de investigadores.

La tercera parte del libro: *Propiedades Termofísicas: Medida y modelización*, es la más extensa, como no podía ser de otra forma. En ella se incluye la contribución de Claudio Cerdeiriña, que fue presentada como Conferencia Plenaria Invitada en El Escorial. Es de destacar el balance que existe en esta parte del libro entre teoría y experimentos, en la línea que siempre ha sido tradicional en el desarrollo histórico de la Termodinámica.

La última parte del libro, titulada *Teoría y Simulación* recoge algunas de las contribuciones presentadas en El Escorial dentro del simposio homónimo. En esta parte del libro se recogen temas que pueden considerarse en la frontera entre la Termodinámica tradicional y la Física Estadística.

Nos gustaría concluir esta breve presentación recordando los días transcurridos en El Escorial el pasado septiembre. La Reunión Inter-Bienal, como es ya casi tradicional, se desarrolló en régimen de convivencia. Tanto las conferencias y presentaciones como las comidas y alojamiento tuvieron lugar en la *Residencia S. José*, a cuyo personal también deseamos transmitir nuestro agradecimiento desde estas líneas. Dicha reunión, como todas, no sólo supuso una ocasión de intercambio científico, sino también de relaciones personales y un hito muy importante en la marcha del GET.

Tanto la reunión de El Escorial como la edición del presente libro no hubieran sido posibles sin el apoyo financiero y logístico de la Universidad Complutense de Madrid, que los editores agradecen desde estas líneas. También deseamos agradecer a la Real Sociedad Española de Física por las facilidades recibidas tanto para la organización de la Reunión como para la edición del presente libro. Asimismo debemos gratitud a los miembros de los Comités Organizador y Científico del congreso Termo-2006, por su desinteresada colaboración en este proyecto.

Madrid,  
noviembre 2006

*José María Ortiz de Zárate Leira*  
*Mohamed Khayet Souhaimi*

**Nota añadida en pruebas:** Cuando ya se habían redactado las palabras de presentación que preceden, se ha producido el triste fallecimiento de D. José Aguilar Peris, Catedrático de Termología de la Universidad Complutense, Académico de la Real Academia de Medicina y Presidente-Fundador del GET. Los editores quieren reflejar el sentir de la mayoría de los autores dedicando este volumen como homenaje a su memoria.

**Palabras de presentación del Presidente del GET:** El Grupo Especializado de Termodinámica de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química promueve Encuentros Científicos entre sus miembros durante los años en que no se celebran Bienales. El último tuvo lugar en Septiembre de 2006 y su contenido detallado se recoge en esta Publicación. Deseo resaltar el elevado nivel científico de este Congreso, felicitar a sus organizadores y agradecer la participación de todas las Entidades colaboradoras. Espero y deseo que esta actividad se mantenga en años venideros.

Santander,  
noviembre 2006

*Jaime Amorós Arnau*  
Presidente del GET

# Índice general

<b>Presentación</b>	<b>3</b>
<b>I Medio Ambiente</b>	<b>9</b>
COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE CERRAMIENTOS CON MATERIALES DE CAMBIO DE FASE <i>M. Domínguez, C. García, J. M Arias y F. G. Alique . . . . .</i>	11
CARACTERIZACIÓN TERMOFÍSICA DE PELOIDES PARA USOS EN MEDICINA TERMAL <i>J.L. Legido, M.L. Mourelle, C. Medina y R. Meijide . . . . .</i>	18
FUNDAMENTO Y DISEÑO DE UN DESALADOR TÉRMICO DE AGUA DE MAR CON RECOBRO SALINO <i>J.A. Ibáñez Mengual, R.P. Valerdi Pérez y J.A. García Gamuz . . . . .</i>	27
ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE ALBÚMINA EN LA VISCOELASTICIDAD DE GELES DE SURIMI <i>L. Campo y C.A. Tovar . . . . .</i>	33
<b>II Ciencia y Tecnología de Membranas</b>	<b>41</b>
EFFECTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE PORO EN LA PREDICCIÓN DE LA PERMEABILIDAD DE MEMBRANAS HIDRÓFOBAS: DESTILACIÓN EN MEMBRANA CON GAS DE BARRIDO <i>M. Khayet y J. Rodríguez-López . . . . .</i>	43
ESTUDIO DE DIFERENTES ALTERNATIVAS COMO MEMBRANA DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA SU USO EN PILAS DE COMBUSTIBLE <i>F.J. Fernández Carretero, V. Compañ, A. Quijano y E. Riande . . . . .</i>	57
MODELIZACIÓN DEL ENSUCIAMIENTO DE MEMBRANAS EN ULTRAFILTRACIÓN DE DISOLUCIONES DE POLIETILENGLICOL <i>M.C. Vincent, E. Bergantiños, S. Álvarez Blanco y J. Lora . . . . .</i>	70

EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE EXPULSIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS DE MEMBRANA DE FIBRA HUECA DE FLUORURO DE POLIVINILIDENO <i>I. Palacio, C. García Payo y M. Khayet . . . . .</i>	84
<b>III Propiedades Termofísicas: Medida y Modelización</b>	<b>103</b>
COMPORTAMIENTO CRÍTICO DE SISTEMAS ASIMÉTRICOS: LA ANOMALÍA YANG-YANG EN LAS TRANSICIONES LÍQUIDO-LÍQUIDO <i>C.A. Cerdeiriña, M.A. Anisimov y J.V. Sengers . . . . .</i>	105
ENTALPÍAS DE EXCESO, DENSIDADES Y VELOCIDADES DEL SONIDO PARA LA MEZCLA (2,2,2-TRIFLUOROETANOL + 1,3-DIOXOLANO) A 283.15, 298.15 Y 313.15 K <i>J. Sanz, M. Domínguez, E. Langa, J. Pardo, A. Mainar y J. Urieta . . . . .</i>	119
TERMODINÁMICA DE DISOLUCIONES EN LA REGIÓN CRÍTICA <i>P. Losada, G. Pérez-Sánchez, C.A. Cerdeiriña, J. Troncoso y L. Romaní . . .</i>	132
VISCOSIDAD DINÁMICA A ALTA PRESIÓN: CALIBRACIÓN DE UN VISCOSÍMETRO DE BOLA RODANTE EN EL RANGO $1.6 \text{ mPa s} \leq \eta \leq 213 \text{ mPa s}$ <i>A. S. Pensado, M. J.P. Comuñas, y J. Fernández . . . . .</i>	144
PREDICCIÓN DE DENSIDADES LÍQUIDAS DE SATURACIÓN DE VARIAS FAMILIAS DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS A PARTIR DE 9 MODELOS BASADOS EN EL PRINCIPIO DE LOS ESTADOS CORRESPONDIENTES <i>A. Mulero, I. Cachadiña y M.I. Parra . . . . .</i>	161
MODELIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE FASES DE LOS SISTEMAS BINARIOS CO <sub>2</sub> +OCTACOSANO O ESCUALANO UTILIZANDO EL MODELO PCSAFT <i>X. Paredes, J. García y J. Fernández . . . . .</i>	169
DENSIDAD E ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE SISTEMAS BINARIOS DEL LÍQUIDO IÓNICO BMINBF <sub>4</sub> CON METANOL, 1-3 DICLOROPROPANO Y CARBONATO DE DIMETILO <i>M. A. Iglesias, J. Troncoso, E. Carballo y L. Romaní . . . . .</i>	186
DESVIACIÓN DE LA IDEALIDAD DE SISTEMAS BINARIOS DE LÍQUIDOS IÓNICOS QUE PRESENTAN UN ION COMÚN <i>J. Troncoso, P. Navia, G. García-Miaja y L. Romaní . . . . .</i>	196
ESTUDIO EXPERIMENTAL Y TEÓRICO DE LA VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD DE MEZCLA DEL SISTEMA TERNARIO PROPANOATO DE PROPILO + HEXANO + ETILBENCENO A 25.00 °C <i>Domínguez-Pérez, Freire, Vila, Segade, Cabeza, Franjo y Jiménez . . . . .</i>	206

ANOMALÍA DE LA CAPACIDAD CALORÍFICA Y DE LA VISCOSIDAD DE UNA MEZCLA BINARIA DE COMPOSICIÓN CRÍTICA: CARBONATO DE DIMETILO + DODECANO <i>M. Souto-Caride, J. Troncoso, J. Peleteiro y E. Carballo</i> . . . . .	215
ESTUDIO DE LAS INTERACCIONES MOLECULARES ENTRE LOS COMPUESTOS DE LA MEZCLA <i>n</i> -NONANO + 1-HEXANOL A PARTIR DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL <i>J. Vijande, J. García, M. M. Piñeiro y J. L. Legido</i> . . . . .	228
INFLUENCIA DE LA LONGITUD DE LA CADENA DEL ALCOHOL EN LOS PARÁMETROS CRÍTICOS DE LAS MEZCLAS: NITROMETANO + ALCOHOL <i>M. Souto-Caride, J. Troncoso, J. Peleteiro y E. Carballo</i> . . . . .	239
SOLUBILIDADES DE GASES EN LÍQUIDOS: NUEVO EQUIPO PARA SISTEMAS CO <sub>2</sub> + LUBRICANTE <i>O. Fandiño, E. R. López, L. Lugo y J. Fernández</i> . . . . .	248
TERMOTROPISMO Y LIOTROPISMO EN SISTEMAS BINARIOS ALCANOATO DE TALIO(I) Y ÁCIDO ALCANOICO: N-DODECANOATO + N-DODECANOICO <i>M. Fernández-García et al</i> . . . . .	263
<b>IV Teoría y Simulación</b>	<b>273</b>
CÁLCULO DE LOS PRIMEROS TÉRMINOS PERTURBATIVOS DE LAS PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE FLUIDOS CON POTENCIAL DE VAN DER WAALS MEDIANTE MONTE CARLO Y TEORÍA DE ECUACIONES INTEGRALES <i>A. Díez Pedrero y J. R. Solana</i> . . . . .	275
APROXIMACIÓN SHS PARA LA ECUACIÓN DE ESTADO DE MEZCLAS BINARIAS DE ESFERAS DURAS NO ADITIVAS <i>E. Escandón, C. Barrio y J. R. Solana</i> . . . . .	284
ECUACIÓN DE ESTADO DE UN SISTEMA DE DISCOS DUROS: AVANCES RECIENTES <i>J. R. Solana</i> . . . . .	291
ECUACIONES DE ESTADO PRECISAS Y SENCILLAS PARA EL FLUIDO DE DISCOS DUROS A PARTIR DE APROXIMANTES <i>J. R. Solana</i> . . . . .	306
COMPORTAMIENTO UNIVERSAL APARENTE EN EL EQUILIBRIO LÍQUIDO-VAPOR <i>A. Mulero, F. L. Román, S. Velasco y J. A. White</i> . . . . .	314
<b>Índice de autores</b>	<b>327</b>
<b>Índice de materias</b>	<b>328</b>