

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO ²: 2013-2014

Legajo N°:

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: MONTANI

Legajo Nro : 311218

NOMBRES: RUBEN ALFREDO

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: BAHIA BLANCA CP: Tel:

Dirección electrónica (donde desea recibir información): rmontani@criba.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACION

Fisicoquímica-Fisicoquímica de Sólidos

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Adj./sin director Fecha: 07/1998

ACTUAL: Categoría: independiente desde fecha: 11/2003

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: Universidad Nacional del Sur

Facultad: ---

Departamento: de Química

Cátedra: Fisicoquímica

Otros: --

Dirección: Calle: Av. Alem N°: 1253

Localidad: Bahía Blanca CP: 8000 Tel: 02914595100

Cargo que ocupa:

5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres: ---

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: CP: Tel:

Dirección electrónica:

¹ Art. 11; Inc. "e" ; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2008 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2006 al 31-12-2007, para las presentaciones bianuales.

Firma del Director (si corresponde)

Firma del Investigador

6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

VI__Exposición sintética

Nuestro principal interés se centra en los fenómenos de transporte de carga en vidrios a base de óxidos inorgánicos con un abordaje –otrora- experimental y teórico-computacional del problema a partir del uso del formalismo de la Dinámica Molecular. Efectivamente, hasta hace algún tiempo nuestra intención estuvo también puesta también en las medidas experimentales de conductividad eléctrica bajo presión, pero por el momento este aspecto del proyecto está suspendido debido a las dificultades experimentales insalvables según se verá en VI.2.

VI.1. Labor Teórico Computacional:

Realizamos simulaciones de Dinámica Molecular mediante el programa LAMMPS, de un sistema vítreo paradigmático como lo es el metasilicato de litio. Las interacciones entre los iones del sistema son descritas mediante el potencial de Coulomb-Buckingham. Estudiamos este sistema a varias temperaturas por encima y por debajo de la temperatura de transición vítrea.

En una primera etapa, hemos aplicado el denominado “método isoconfiguracional” (IC) introducido por Harrowell (Phys. Rev. Lett., 93 (2004) 135701), como una alternativa a la descripción tradicional de los denominados “canales” de conducción iónicos que hasta el momento resultaban definidos a partir del análisis de percolación de los sitios de la red visitados asiduamente por los iones móviles. Nuestro enfoque alternativo usando el método IC nos permitió identificar detectar regiones activas de alta conectividad dinámica para el movimiento de los iones litio en escalas temporales donde solamente interactúan con sus primeros vecinos. Mas recientemente -y dentro del período de labor que aquí se informa- hemos realizado trabajos que completan los hallazgos en esa dirección inicial, haciendo fundamentalmente hincapié en estudiar la duración (persistencia) de esos canales de conducción, lo que resultaba necesario para soportar las ideas expuestas y publicadas previamente.

Además, hemos abordado con esta misma metodología, el fenómeno denominado Efecto Alkalino Mixto (MAE) que ocurre cuando en un vidrio con un solo tipo de catión móvil el reemplazo de una fracción de este por otra de un cation diferente produce una disminución del coeficiente de difusión de ambos cationes de varios órdenes de magnitud comparado con los respectivos valores aislados. Así, en una isoterma del coeficiente de difusión en función de la fracción de catión reemplazado (que irá entre 0 y 1) los respectivos coeficientes de difusión presentan una disminución monótona y en algún valor de composición ocurre el cruce de ambas isotermas. En nuestro caso particular trabajamos sobre el metasilicato de Li y K . A partir de nuestro estudio pudimos concluir en que la mejor explicación para este fenómeno proviene de considerar la existencia de canales preferenciales para la conducción que son específicos para cada tipo de ion.

De estos resultados se han publicados en el período informado 3 trabajos en revistas internacionales especializadas (ver punto 7.1).

VI.2. Labor experimental.

El montaje del tren de presión (de construcción artesanal en nuestro laboratorio) para las medidas de conductividad eléctrica bajo presión se pensó originariamente como un proyecto de relativa rápida concreción (1 a 2 años), pero los hechos han mostrado que es un trabajo que requiere aún mas de tiempo de concreción. Desde su comienzo hubo

dificultades con estanqueidad de las conexiones eléctricas en el cabezal de medida hacia el exterior de la celda. Recientemente hemos decidido no continuar –al menos por el momento– en esta dirección de trabajo debido a que las dificultades experimentales no pudieron ser resueltas satisfactoriamente pese al tiempo invertido. Este proyecto queda a la espera de un futuro rediseño de la celda de medida.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

7.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

7.1.1. ___“Evidence for ion transport channels in lithium silicate glasses using the isoconfigurational ensemble. Part II”.

C.Balbuena, M.A.Frechero and R.A.Montani
Solid State Ionics, 255 (2014) 135-139.

ABSTRACT:

In the context of the ionic transport in glasses, the concept of conduction channels (or pathways) has proved to be useful to rationalize both experimental and computational results. While the concept of a transport “channel” is well defined for crystalline solid conductors, for the case of glasses this concept mainly refers to a finite region of the sample (at least in the diffusive time scale) in which mobile ions have a convenient environment to perform the electrical transport. In the previous work, we present an alternative way to put into evidence the existence of such regions in the diffusion time scale during a molecular dynamics experiment. In fact in that work [1] we use the so-called isoconfigurational ensemble method (ICEM) and the associated concept of particle propensity, both recently introduced by Harrowell and co-workers [2]. Then the notion of particle propensity to movement—immerse in the ICEM—was employed to find the existence of regions which are dynamically more active for the moving particles: the conduction channels. In the present paper we provide more computational evidence to support our alternative way to make evident the existence of channels that we presented in [1]: we show in this paper that our procedure is exactly equivalent to the approach previously adopted by other authors in the literature. This coincidence between the two searching strategies allow us to add more information about the nature of the channels. In fact, we can state now for the first time that the existence of the channels is defined at the very beginning of the dynamics and they remain almost unchanged even in the diffusive (nanosecond) scale. Besides, it was shown that a channel is a region of a sample which is also highly correlated dynamically during the trajectory of the moving ions.

Participación.: Co-autor. Director de Tesis del co-autor Balbuena, C.

7.1.2__“Channel diffusion in a lithium-potassium metasilicate glass using the isoconfigurational ensemble : Towards a scenario for the mixed alkali effect”. C. Balbuena, M.A.Frechero and R.A.Montani, J. Non-Crystalline Solids, 405 (2014) 124-128.

ABSTRACT:

Performing Molecular Dynamic simulations and using the isoconfigurational ensemble method, we studied the effect of the potassium cation replacing the half part of lithium ions in glassy Li_2SiO_3 . This so-constructed glassy system has the main ingredients present in an immediate forthcoming definition of mixed alkali effect (MAE) in glasses. We show the existence of dynamic correlations among the cations of the same species, i.e. Li–Li and K–K, whereas a very weak correlation was observed between a distinct pair of cations. With this novel approach we can put into evidence that the alkali ion diffusion evolves in specific channels for the ions: a Li ion prefers the lithium ion channel and a K ion prefers the potassium ion channel. This result is coincident with previous simulational studies using the bond–valence technique to reverse Monte Carlo and recent experimental findings using quasielastic neutron scattering.

Participación.: Co-autor. Director de Tesis del co-autor Balbuena, C.

7.1.3__Is Ergodicity in an oxide glass ionic conductor a matter of time?

C.Balbuena, R.Montani and M.A.Frechero, Physica A 432 (2015) 400–409

ABSTRACT:

From the results of molecular dynamic simulations of lithium metasilicate glass -at temperatures above and below their transition temperature (T_g)- we propose a simple graphical representation to search for the broken ergodicity in an ionic oxide glass. Knowing when ergodicity is lost is critical for the proper use of statistical mechanics as a tool for measuring dynamical and structural properties through molecular dynamic simulation. This work shows how an abrupt qualitative transformation occurs in the way the system explores its possible states when it goes down below the glass transition temperature range. We revise the broken ergodicity phenomena through its relationship with the observation time and the dynamic diversity of their atoms.

Participación.: Co-autor. Director de Tesis del co-autor Balbuena, C.

7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación,*

transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.

7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION. *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.*

7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION. *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.*

7.5 COMUNICACIONES. *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

8.2 PATENTES O EQUIVALENTES. *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES *(desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).*

8.5 *Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.*

9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS. *Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.*

10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

10.1 DOCENCIA

10.2 DIVULGACIÓN

11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. *Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.*

Licenciado Cristian Balbuena, Departamenteo de Química, Becario CONICET desde 2010 a 2014. Físicoquímica de vidrios. "Fenómenos de relajación y movilidad iónica en un vidrio paradigmático: el metasilicato de litio".

12. DIRECCION DE TESIS. *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*

Tesis de Doctorado, Cristian Balbuena, "Fenómenos de relajación y movilidad iónica en un vidrio paradigmático: el metasilicato de litio". Defendida el 13 marzo de 2015.

13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS. *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

13.1 __XI Taller Regional de Física Estadística y Aplicaciones a la Materia Condensada. Del 8 al 10 de Mayo de 2013. La Plata.

"Estudios de Dinámica Molecular en la descripción del Efecto Alcalino Mixto en vidrios de silicatos Balbuena C, Frechero M.A y Montani R.A.

13.2 __98^a Reunión Nacional de Física AFA . del 24 al 27 de septiembre de 2013. Bariloche.

"Hacia la consolidación de un modelo para describir el Efecto Alcalino Mixto en vidrios formados a base de silicato" Balbuena C, Frechero M.A y Montani R.A.

13.3 __XVII Congreso Argentino de Físicoquímica y Química Inorgánica- 9 al 12 de abril 2013. Rosario.

"Un escenario posible para la descripción del Efecto Alcalino Mixto en vidrios de silicatos. Balbuena C, Frechero M.A y Montani R.A.

13.4 __XII Taller Regional de Física Estadística y Aplicaciones a la Materia Condensada. 7 al 9 de Mayo de 2014. Bahía Blanca.

"Dinámica local de portadores de carga en un conductor vitreo a tiempos difusionales". Balbuena C, Frechero M.A y Montani R.A.

14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*

15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO. *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

15.1 __Universidad Nacional del Sur, Proyecto Grupo de Investigacion (2012-2014) total \$ 2.699.

15.2__CIC, "Programa de Subsidios Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica – Convocatoria 2013" primera cuota de \$ 25.000, recibida en noviembre de 2014

16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO. *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

--

17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

--

18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

--

19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

Primer cuatrimestre años 2013.

Dictado de la materia curricular "Fisicoquímica D. Termodinámica estadística" (nivel del curso: "Statistical Mechanics", D.McQuarrie). 40 horas de clase frente a alumnos.

Segundo cuatrimestre años 2013

Dictado de la materia curricular "Fisicoquímica C. Química Cuántica". (Nivel del curso "Quantum Chemistry". I.Levine). 60 horas de clase frente a alumnos.

Primer cuatrimestre años 2014

Dictado de la materia curricular "Fisicoquímica D. Termodinámica estadística" (nivel del curso: "Statistical Mechanics", D.McQuarrie). 40 horas de clase frente a alumnos.

Segundo cuatrimestre años 2014

Dictado de la materia curricular "Fisicoquímica C. Química Cuántica". (Nivel del curso "Quantum Chemistry". I.Levine). 60 horas de clase frente a alumnos.

Segundo cuatrimestre años 2014

Dictado parcial de la materia de Posgrado "Química de Sólidos". 20 horas de clase frente a alumnos.

Segundo cuatrimestre años 2014

Dictado parcial de la materia curricular "Introducción a la Ciencia de los Materiales" 20 horas de clase frente a alumnos.

20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

PLAN DE TRABAJO PARA EL BIENIO 2015-2016

1. Breve reseña y objetivos generales.

Nuestro objetivo general consiste en tratar de determinar los eventos elementales constituyentes del/los mecanismo/s de microscópicos de relajación/conducción eléctrica en sistemas vítreos conductores iónicos.

Existen dos razones principales para conocer en mayor detalle el comportamiento del estado vítreo: por un lado, los vidrios constituyen materiales de amplia diversidad desde el punto de vista tecnológico, con un número de aplicaciones que crece día a día (fibras ópticas, polímeros y células fotovoltaicas). Por otro lado, son sistemas sumamente interesantes para las ciencias básicas dado que su complejidad ha dificultado tanto el lograr una descripción realista en función de la mecánica estadística tradicional, como el acceder experimentalmente a información microscópica relevante [1-4].

Adicionalmente, los sistemas vítreos se inscriben dentro de los sistemas complejos, que constituyen un extenso contexto interdisciplinario. Estos abarcan a sistemas muy diversos desde el punto de vista de lo estructural tales como vidrios y biopolímeros pero en los que emergen comportamientos dinámicos comunes. Es por ello que la generalidad de algunas preguntas puede exceder largamente el contexto específico de los vidrios estructurales, tal como hemos evidenciado a partir de la ocurrencia de regímenes de relajación y límites dinámicos de gran universalidad, principalmente la dinámica lenta gobernada por procesos activados presente desde la relajación de spin-glasses hasta el "protein folding" [5]

En particular, nuestro objetivo consiste en tratar de individualizar y caracterizar los ingredientes fundamentales para la formulación de una teoría dinámica que intente abarcar en forma sistemática y general el fenómeno de transporte de carga iónica en sistemas vítreos. Consecuentes con nuestro objetivo --y ya en particular-- nos concentraremos en caracterizar y determinar el rol de las heterogeneidades dinámicas --es decir ciertas regiones de la muestra resultan móviles a distintos tiempos--, determinando un escenario inhomogéneo de relajación [6] pero en el cual la inhomogeneidad es no sólo espacial sino temporal. Este tipo de heterogeneidades dinámicas han sido detectadas experimentalmente en sistemas vítreos como orto-terfenil y poliestireno pero sin la posibilidad de caracterizar microscópicamente dichas heterogeneidades y también han sido verificadas para el caso de sílice amorfa [7].

En particular, en lo tocante a los experimentos numéricos, nos concentraremos sobre un sistema real paradigmático como lo es el metasilicato de litio. Para nuestros estudios utilizaremos la batería de métodos de la mecánica estadística, principalmente simulaciones computacionales de dinámica molecular [8].

2. Labor a realizar en el próximo período.

Específicamente en el próximo período significa una continuación natural de lo desarrollando hasta el momento y explicado en el punto VI de este informe.

Efectivamente nuestros estudios recientes nos han permitido ya validar en este campo una valiosa herramienta estadística: el método isoconfiguracional [9-14]. Consecuentemente, una vez validada esta metodología nuestro interés al presente es extender los resultados obtenidos en los sistemas en donde el hay un solo tipo de cation móvil a sistemas en donde los cationes móviles son dos. En esta dirección ya hemos abordado con éxito el aislar los elementos constituyentes de la dinámica puesta en juego en el denominado "efecto alcalino mixto" (MAE) [10].

También estamos interesados en la dinámica e los tiempos muy cortos, en las ventanas temporales correspondientes a los tiempos de "cagging" y predifusionales. Justamente en la primera ventana temporal mencionada esta definido lo que se conoce actualmente como la denominada Segunda Universalidad" también conocida como Nearly Constnat Loss.

Efectivamente, en esa ventana temporal (0.1 ps;10 ps) el Recorrido Cuadrático Medio (MSD) varía muy suavemente aproximadamente como: , así teniendo en cuenta la relación entre el MSD y conductividad dado por la fórmula de Kubo [15]:

$$(1)$$

(q es la carga iónica, k la constante de Boltzmann, HR el cociente de Haven y Nion la densidad de iones móviles). Consecuentemente en el intervalo (0.1 ps;10 ps) la ecuación 1 predice que: , ó en el formalismo de la permitividad que . Nuestros esfuerzos estarán orientados al estudio de la dinámica de los cationes móviles en estas escalas de tiempo.

Otro tema que despierta nuestro interés es tratar de identificar el cambio en el entorno de los "sitios" que visitan las partículas móviles (en este caso iones Litio) a medida que la muestra se calienta y se acerca a la temperatura de transición vítrea: efectivamente el método isoconfiguracional nos permite estimar el factor de Debye - Waller y este será justamente el eje a explorar con miras a determinar como se ven afectados los eventos dinámicos asociados al transporte de carga a medida que el vidrio se acerca a su Tg: esto es tratar de encontrar una correlación significativa entre el volumen libre local y la movilidad de los iones litio encargados del transporte de carga..

1. S. Sastry, P.G. Debenedetti and F.H. Stillinger, Nature 393, 554 (1998).
2. C.A. Angell, Science, 267, 1924 (1995).
3. P.G. Debenedetti and F.H. Stillinger, Nature 410, 259 (2001).
4. P.W. Anderson, Science, 267, 1615 (1995).
5. G. Appignanesi, R. Montani and A. Fernández, J. Stat. Phys. 91, 669 (1998).
6. P.G. Debenedetti, "Metastable Liquids: Concepts and Principles", Princeton University Press. 1998.
7. M. Vogel and S.C. Glotzer, Phys. Rev. Lett. 92, 255901 (2004).
8. M.P. Allen and D.J. Tildesley, "Computer Simulation of Liquids", Oxford University Press Inc. N.Y., 1987.
9. A. Widmer-Cooper, P. Harrowell, and H. Fynewever, Phys. Rev. Lett. 93, 135701 (2004).
10. M.D. Ingram, Physics and Chemistry of Glasses, 28 (1987) 215.)
11. R.A.Montani ,C.Balbuena and M.A.Frechero. Solid State Ionics, 209-212 (2012)
5. 12. C.Balbuena, M.A.Frechero and R.A.Montani, J. Non-Crystalline Solids, 369 (2013) 17-22.
13. C.Balbuena, M.A.Frechero and R.A.Montani, Solid State Ionics, 255 (2014) 135-139.
14. C. Balbuena, M.A.Frechero and R.A.Montani, J. Non-Crystalline Solids, 405 (2014) 124-128
15. R Kubo, J.Phys.Soc. Jpn. 12 (1957) 570.

Condiciones de la presentación:

-
- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
- a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 21).
 - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período"
 - c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: ininvest@cic.gba.gov.ar (puntos 1 al 21), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - b. En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.