

Libro de Abstracts de los Encuentros de Física Nuclear 2014

(Sevilla, 20 de octubre de 2014)

ECOS-LINCE: A proposal for a high-intensity stable- beam facility for nuclear structure and reactions

Ismael Martel Bravo

During the last decades there have been extraordinary advances in our knowledge of the fundamental physics governing the relevant subatomic degrees of freedom, from atomic and plasma physics to basic nuclear structure and reactions. Many of these achievements have been addressed by the use of both stable and radioactive beam facilities. However, new physics paradigms have emerged together with a number of research programs, requiring a new heavy-ion facility able to provide higher intensity stable heavy-ion beams and/or where measurements requiring long periods of beam-time could be realized. The ECOS collaboration [1], an expert working group of NuPECC, strongly supported the construction of a dedicated high-intensity stable-ion-beam facility in Europe with energies at and above the Coulomb barrier, to be considered as part of the next Long-Range Plan of the Nuclear Physics community. In order to fulfill the ECOS physics program we propose to build a superconducting (SC) heavy ion linac. The required intensities should be of 1 mA for protons and light ions, and in the range of 10 μA to 100 μA for heavy ions.

The proposed ECOS-LINCE heavy-ion linac [2] should take advantage of the developments already carried out for the construction of SPIRAL2, ATLAS and FRIB facilities. It has been designed to accelerate $A/Q = 1 - 7$ ions from 500 keV/u as delivered by a four-vane RFQ [3], to about 8.5 MeV/u, using 26 SC QWRs and 15 SC solenoids. The RF frequencies used for the resonators are harmonics of 18.19 MHz, the fundamental frequency for the LINCE Project.

[1] F. Azaiez et al., <http://www.nupecc.org/ecos/ECOS-Final.pdf> [2] I. Martel et al., THPME036, Conf. Proc. IPAC2014, Dresden (Germany). [3] A.K.Orduz et al., THPME037, Conf. Proc. IPAC2014, Dresden (Germany).

Estudio de las reacciones inducidas por el núcleo Borromeo ^{11}Li usando un modelo de 4 cuerpos

M. Rodríguez-Gallardo¹, J. Gómez-Camacho¹, A. M. Moro¹ y J. A. Lay^{1, 2}

¹ Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad de Sevilla, España

² Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Padova, Italia

Para estudiar sistemas débilmente ligados, como los núcleos halo, es esencial tener en cuenta los estados no ligados del sistema. Dado que estos estados no ligados forman un continuo de energías, su inclusión en cálculos de reacción requiere la introducción de métodos de discretización, es decir, la representación del continuo por una base finita y discreta. El procedimiento de bins o paquetes de energía es el método de discretización que se ha usado tradicionalmente dentro del formalismo estándar de canales acoplados discretizados en el continuo (Continuum-Discretized Coupled-Channels, CDCC) para proyectiles de 2 cuerpos (CDCC de 3 cuerpos). En 2009, el formalismo CDCC, en su forma canónica, fue extendido a proyectiles de 3 cuerpos (CDCC de 4 cuerpos) [PRC 80 051601(R)], con el objetivo de aplicarlo a núcleos halo Borromeo tales como ^6He ($^4\text{He}+n+n$) y ^{11}Li ($^9\text{Li}+n+n$). El procedimiento de bins ha mostrado ser más apropiado que otros métodos de discretización en la descripción de reacciones inducidas por núcleos Borromeo a energías en torno a la barrera de Coulomb.

Los datos experimentales recientes de $^{11}\text{Li}+^{208}\text{Pb}$ a energías incidentes de 24.3 y 29.8 MeV, medidas en TRIUMF (Canadá), se han analizado dentro del formalismo CDCC de 4 cuerpos incluyendo como método de discretización el procedimiento de bins. La comparación entre los datos y los cálculos CDCC de 4 cuerpos sugiere la presencia de una resonancia dipolar a baja energía en la estructura de ^{11}Li , próxima al umbral de ruptura. Estos resultados han sido publicados recientemente en Phys. Rev. Lett. [PRL 109 (2012) 262701; 110 (2013) 142701].

Línea de neutrones en el CNA: experimentos y usuarios externos

Javier Praena

El objetivo principal de la charla es mostrar las diferentes posibilidades actuales en física experimental de neutrones en el Centro Nacional de Aceleradores. Asimismo se pretende fomentar la colaboración con los posibles usuarios e investigadores que deseen participar en la mejora de las líneas existentes o en el desarrollo de nuevas. Para ello se resumirán los diversos experimentos realizados en 2014 por los usuarios externos que han ido haciendo uso de los diferentes haces de neutrones actualmente disponibles. Dichos haces han sido generados mediante las reacciones ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ y ${}^2\text{H}(d,n){}^3\text{He}$ haciendo uso del acelerador Tándem 3MV. Los usuarios externos han realizado experimentos relacionados con la caracterización de detectores y de campos neutrónicos con aplicación a física médica, dosimetría y física nuclear básica. Con la intención de acercar la línea de neutrones a la comunidad española se proporcionarán diferentes magnitudes de interés para los investigadores: flujos neutrónicos, corriente del haz de protones y deuterones, potencia específica sostenida por los blancos, sistemas de refrigeración y soporte de blancos, distribuciones angulares y distribuciones energéticas. Asimismo se discutirá brevemente alguno de los experimentos realizados por el equipo de física de neutrones del CNA, en particular las medidas de activación de la sección eficaz estelar de la reacción ${}^{197}\text{Au}(n,)$ que podrían formar parte de los próximos datos nucleares que tendrá en cuenta la IAEA para la actualización y extensión del estándar ${}^{197}\text{Au}(n,)$. Finalmente se discutirá las posibilidades de futuro en el CNA con especial atención al sistema de evaporación de Litio y a la línea por tiempo de vuelo.

Energy density functional methods for nuclear structure and lepton-number-violating processes

Tomás Rodríguez Frutos

Energy density functionals based on effective nuclear interactions such as Skyrme, Relativistic or Gogny are the perfect tools to perform nuclear structure studies from a microscopic point of view without the restrictions inherent to shell model approaches. In particular, the inclusion of symmetry restorations and configuration mixing has allowed the study of a variety of phenomena, for example, shape transitions/coexistence/mixing along isotopic chains, appearing or degradation of shell closures in exotic nuclei, or nuclear matrix elements of lepton-number-violating processes.

In this contribution I will show some results concerning the shape evolution of different isotopic chains (Kr, Os, Pt) [1,2] obtained with Gogny-based functionals and their comparison with the most recent experimental data.

Additionally, recent calculations on nuclear matrix elements (NME) of neutrinoless double beta decay along isotopic chains will be presented. In particular, the role of deformation, pairing and shell effects on these NMEs will be discussed [3,4,5].

[1] T. R. Rodríguez, accepted in Phys. Rev. C

[2] P. R. John et al, Phys. Rev. C 90, 021301(R) (2014)

[3] T. R. Rodríguez and G. Martínez-Pinedo, Phys. Lett. B 719, 174 (2013)

[4] N. López Vaquero, T. R. Rodríguez, and J. L. Egido, Phys. Rev. Lett 111, 142501 (2013)

[5] J. Menéndez, T. R. Rodríguez, G. Martínez-Pinedo, and A. Poves, Phys. Rev. C 90, 024311 (2014)

Use of nuclear techniques to study transport properties in semiconductor devices

J. Garcia Lopez^{1,2} and M.C. Jiménez Ramos²

¹ Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad de Sevilla. 41080 Sevilla, Spain

² CNA (U. Sevilla, J. Andalucía, CSIC), Av. Thomas A. Edison 7, Isla de la Cartuja 41092 Seville, Spain

The study of radiation effects in semiconductor electronics and detectors is fundamental to assess the lifetime and performance deterioration of the devices working in high radiation environments like nuclear reactors, particle accelerators and outer space.

In this talk, the potentiality of the low energy particle accelerators for the study of transport properties in semiconductor materials will be highlighted. We will introduce the fundamentals of the Ion Beam Induced Charge (IBIC) technique, which makes use of a focused MeV light ion beam to image the depletion regions of electronic devices at the micrometric scale. As an example, the relative hardness to high energy proton irradiation of a series of Si (n-type and p-type) and SiC (n-type) diodes is evaluated through the decrease of the minority carrier lifetime as a function of the proton fluence.

Medida experimental de la sección eficaz estelar $^{197}\text{Au}(n,\gamma)$ mediante técnica de activación en el CNA. ¿Cambio en un estándar de astrofísica nuclear?

Pablo Jimenez-Bonilla¹, Javier Praena^{1,2}

1 Estudiante de doctorado, Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad de Sevilla

2 Centro Nacional de Aceleradores (US-JA-CSIC), Sevilla

La mayoría de los elementos más pesados que el hierro son producidos en las estrellas mediante una secuencia de capturas de neutrones y desintegraciones beta, que tienen lugar en los denominados procesos de nucleosíntesis s (slow) y r (rapid). Los neutrones involucrados en estas reacciones poseen un espectro en energía que sigue una distribución maxwelliana. Las secciones eficaces estelares de captura de neutrones o Maxwellian Averaged Cross Section (MACS) de los distintos isótopos son por tanto un factor clave para modelar estos procesos.

Las secciones eficaces estelares (integrales) se pueden obtener a partir de secciones eficaces diferenciales (dependientes de la energía), mediante un cálculo analítico. Sin embargo, para muchos isótopos es también posible la medida casi directa de la MACS utilizando la técnica de activación [1]. En ella se utilizan neutrones con un espectro en energía cuasi-estelar, similar a una maxwelliana de $kT=25$ keV, obtenidos mediante la reacción $^7\text{Li}(p,n)$ a energía de protón $E_p=1912$ keV.

La mayoría de las secciones eficaces de captura de neutrones se miden relativas a estándares o referencias. La reacción $^{197}\text{Au}(n,\gamma)$ es considerada actualmente por la IAEA un estándar a energías de 0.0253 eV y 0.2-2.5 MeV, existiendo interés en extender el rango por debajo de los 200 keV. En el rango de interés de energías de astrofísica nuclear, decenas de keV, la MACS de $^{197}\text{Au}(n,\gamma)$ a $kT=30$ keV es la utilizada como referencia en activaciones [2]. El valor tradicionalmente adoptado para esta MACS es el obtenido en la activación realizada por Ratynski&Käppeler en Karlsruhe (1988)[3], 582 ± 9 mb. Este valor se ha venido utilizando desde entonces para la medida de una gran cantidad de secciones eficaces de isótopos. Sin embargo, medidas recientes indican valores ligeramente superiores, como la última realizada en n_TOF (CERN, 2011)[4] de (611 ± 22) mb, así como la evaluación ENDF/B VII (614 mb).

En esta charla presentaremos la medida realizada de la MACS a $kT=30$ keV de la reacción $^{197}\text{Au}(n,\gamma)$, en el CNA (Sevilla) mediante la técnica de activación. El análisis aporta como novedad la corrección por muestra plana y proporciona un valor de (619 ± 30) mb. Asimismo pondremos en contexto las discrepancias entre Ratynski&Käppeler y los valores obtenidos en n_TOF y CNA que han sido citados en el último congreso de Nuclei in the Cosmos 2014 (Debrecen, Hungría). En dicha conferencia ha sido planteada la posibilidad de un cambio en el valor de esta importante sección eficaz de referencia en astrofísica nuclear. Muy recientemente se ha obtenido un valor para la MACS a $kT=30$ keV de 613.3 mb [5] con un incertidumbre extremadamente baja (2%) por la técnica TOF.

- [1] H. Beer, F.Käppeler. "Neutron capture cross sections on ^{138}Ba , ^{140}Ce , ^{175}Lu , and ^{181}Ta at 30 keV: Prerequisite for investigation of the ^{176}Lu cosmic clock". Phys. Rev. C, vol. 21, nº 2, p. 534–544, 1980.
- [2] KADoNiS v0.3 - The third update of the "Karlsruhe Astrophysical Database of Nucleosynthesis in Stars" I. Dillmann, R. Plag, F. Käppeler, T. Rauscher. www.kadonis.org.
- [3] W.Ratynski, F.Käppeler. "Neutron capture cross section of ^{197}Au : A standard for stellar nucleosynthesis" Phys. Rev. C, vol. 37, nº 2, p. 595–604, 1988.
- [4] C. Lederer et al. (n_TOF collaboration). " $^{197}\text{Au}(n,\gamma)$ cross section in the unresolved resonance region". Phys. Rev. C, vol. 83, nº 034608, 2011.
- [5] C. Massimi et al., "Neutron capture cross section measurements for ^{197}Au from 3.5 to 84 keV at GELINA". Eur. Phys. J. A (2014) 50: 124.

Estudio de núcleos no-ligados a energías relativistas para la colaboración R3B: ^{13}Be

Guillermo Ribeiro

IEM(CSIC), Madrid

El campo de la física nuclear lleva años interesado en comprender la estructura de los núcleos con estructuras más extremas. Este interés se ha visto incentivado con el descubrimiento de los núcleos halo y los núcleos no-ligados que marcan la línea de goteo de neutrones [1][2].

Esta contribución es sobre el estudio del sistema no-ligado ^{13}Be producido mediante la reacción $^{14}\text{B} (p,2p) ^{13}\text{Be}$ en altas energías. El experimento se realizó en cinemática completa utilizando el sistema experimental de la colaboración R3B en GSI.

El experimento utilizó un haz primario de ^{40}Ar de energía 490 MeV/nucleón que al impactar contra un blanco primario de berilio produjo un haz con una gran variedad de isótopos, estos son separados utilizando el FRS antes de llegar al área experimental. Como isótopo entrante se selecciona ^{14}B antes de que reaccione con el blanco de polietileno con una reacción de scattering cuasi-libre ($p, 2p$), produciendo ^{13}Be . Este isótopo tiene una vida media muy corta del orden de 10-21 s, que no nos permite detectarlo directamente obligándonos a buscar el sistema $^{12}\text{Be}+n$. Se ha utilizado la técnica de la masa invariante en el análisis para reconstruir la energía relativa del sistema, este espectro en combinación con la medida de los rayos gamma emitidos en la desintegración de los estados excitados de los fragmentos de ^{12}Be , nos permite extraer información sobre la estructura del núcleo de ^{13}Be .

En esta contribución los resultados actuales del análisis serán explicados y se hará una comparación con los últimos datos publicados [3] [4].

- 1) H. Simon, Phys., Scr. T 152, 014024 (2013).
- 2) T. Baumann et al., Rep. Prog. Phys.75, 036301(2012).
- 3) Yu. Aksyutina et al., Phys. Rev. C 87, 064316 (2013).
- 4) G. Randisi et al., Phys. Rev. C. 89 034320 (2014).

Semi-microscopic description of core excitations in halo nuclei within breakup reactions

J. A. Lay¹, A. M. Moro², and J. M. Arias²

¹ Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Padova e INFN, Sezione di Padova, Via Mazolo, 8, 35131 Padova, Italia

² Departamento de FAMN, Universidad de Sevilla, Apdo. 1065, 41080 Sevilla

One of the most successful tools for the understanding of halo nuclei and other exotic weakly bound nuclei has been the analysis of nuclear reactions within few-body reaction formalisms like the continuum-discretized coupled-channels (CDCC) method. In these analyses, one-neutron halo nuclei are treated as a valence-core two-body system adjusting certain parameters of a phenomenological potential to the low-lying spectrum of the nuclei assuming an inert core.

Recently, a great effort has been made in order to introduce the effect of a noninert core in few-body reaction formalisms giving rise to the non-recoil extension of the Distorted Waves Born Approximation (NR-DWBA) [PRC85, 054613], XCDCC [PRC74, 014606], and the extension of the Faddeev/AGS equations [PRC88, 011601(R)]. From the structure point of view, core excitations can be treated within particle-rotor or particle-vibrator models although the standard formalism is still based on phenomenological potentials.

In this contribution we show how the inclusion of core excitation in the analysis of the resonant break up of exotic nuclei opens the possibility of extracting spectroscopic information of the resonances of exotic nuclei [PRL109, 232502]. Reactions of ¹¹Be and ¹⁹C on protons at intermediate energies will be analysed within this framework. Since particle-rotor is a phenomenological model, we need to fit a set of parameters. This fact adds big uncertainties if we want to extract spectroscopic information of nuclei so less known as ¹⁹C. In order to overcome this drawback, we study here how it is possible to go beyond phenomenological potentials by constructing a semi-microscopic folding potential based on core transition densities [PRC89, 014333]. This model has been tested on the well-known ¹¹Be nucleus showing an interesting predictive power, which we applied to ¹⁹C. The model is in an overall good agreement with Shell Model calculations and succeeds in reproducing the known properties of the ground state of ¹⁹C. On top of that, the predictions for the resonances in this nuclei match the results obtained in different recent experiments.

Characterization of scintillator materials for Fast-Ion Loss detectors in nuclear fusion reactors

M. C. Jimenez-Ramos¹ J. Garcia Lopez¹. M. Garcia-Munoz¹ M. Rodriguez-Ramos¹ M. Carmona Gazquez¹

¹ CNA (U. Sevilla, J. Andalucía, CSIC), Av. Thomas A. Edison 7, Isla de la Cartuja 41902 Seville, Spain

In fusion plasma reactors, fast ion generated by heating systems and fusion born particles must be well confined. The presence of magnetohydrodynamic (MHD) instabilities can lead to a significant loss of these ions, which may reduce drastically the heating efficiency and may cause damage to plasma facing components in the vacuum vessel.

In order to understand the physics underlying the fast ion loss mechanism, scintillator based detectors have been installed in several fusion devices. However, absolute measurements of the escaping ions are not available due to the complex dependence of the scintillator photon yield on the projectile energy and mass.

For this purpose, an ionoluminescence system consisting in an optical fiber and a high resolution spectrometer has been installed into the multipurpose chamber of the National Accelerator Center (CNA). The absolute spectral response of our optical system has been calibrated using a tungsten halogen light source standard.

We have determined and compared the absolute photon yield and degradation in terms of the number of photons emitted per incident ion of a total of four scintillators thin coatings: SrGa₂S₄:Eu²⁺ (TG-Green), Y₃Al₅O₁₂:Ce³⁺ (P46) and Y₂O₃:Eu³⁺ (P56) when irradiated with light ions of different masses (deuterium ions, protons and α -particles) at different energies and beam currents.

The photon yield will be discussed in terms of the energy deposited by the particles into the scintillator. For that, the actual composition and thickness of the thin layers were determined by RBS using a 3 MeV proton beam.

Three-body radiative capture reactions and four-body CDCC calculations using the analytical THO method: Application to ${}^9\text{Be}$

J. Casal¹, M. Rodríguez-Gallardo¹, J. M. Arias¹ and I. J. Thompson²

¹ Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Facultad de Física, Universidad de Sevilla, Apto. 1065, 41080 Sevilla, Spain

² Lawrence Livermore National Laboratory, L-414, Livermore, California 94551, USA

Nucleosynthesis of light nuclei is an important problem in nuclear astrophysics. The radiative threebody capture processes, such as the triple alpha process, have been described traditionally as two-step sequential reactions [1, 2]. However, it has been shown in the recent years that the direct three-body recombination may play an important role in describing the reaction rates for the entire temperature range relevant in astrophysics [3–5]. At the helium burning stage of stars, the triple alpha reaction for the formation of ${}^{12}\text{C}$ is the main nucleosynthesis process overcoming the instability gaps at mass numbers $A = 5$ and $A = 8$. At low temperatures, where sequential models fail, the reaction rate of such process is still an open problem in nuclear astrophysics. This problem also applies to neutron rich environments, where the formation of ${}^6\text{He}$ (alfa + n + n) and ${}^9\text{Be}$ (alfa + + n) has been linked to the nucleosynthesis by rapid neutron capture (r-process) in type II supernovae.

The description of three-body capture reactions requires a full three-body formulation of the system. The complete computation of this reactions in the whole energy range requires a narrow grid of continuum or scattering states right above the breakup threshold, which is a difficult task. The asymptotic behavior of continuum states for system with several charged particles is not known in general, and very involved procedures are needed to deal with this problem. We show a pseudo-state (PS) method, called the analytical transformed harmonic oscillator (THO) method, as a continuum discretization approach to describe the above mentioned three-body capture reactions. PS methods consist in diagonalizing the Hamiltonian of the system in a complete set of square-integrable functions. The THO basis is generated with an analytical local scale transformation of the harmonic oscillator functions, and the parameters of the transformation govern the density of PS at a given energy, allowing the construction of an optimal basis for each observable of interest. Our method can be used for systems with several charged particles, and describes both bound and continuum (resonant and non-resonant) states of the system in a full three-body quantum formalism without requiring the previous knowledge of the continuum asymptotic behavior. We have successfully applied the formalism to the nucleus ${}^6\text{He}$ [6] and more recently ${}^9\text{Be}$ [7]. Calculations on ${}^{12}\text{C}$ are in progress.

Three-body models can also be used within a four-body framework in order to extract information from reactions induced by three-body projectiles [8]. For weakly-bound systems, such as the halo nuclei ${}^6\text{He}$ and ${}^{11}\text{Li}$, the coupling to continuum channels is crucial to describe these reactions properly. In the four-body Continuum Discretized

Coupled-Channels (CDCC) formalism, the total projectile-target wave function is expanded in internal states of the projectile. We have studied the elastic scattering of ^9Be on lead, reaction that has been measured in several experiments [9, 10] and needs theoretical support. The three-body ^9Be projectile states are described using the analytical THO method. We obtain a rather good agreement at energies around and above the Coulomb barrier, showing the relevance of the continuum couplings for this weakly-bound system. This result supports the reliability of our three-body model.

- [1] F. Hoyle, *Astrophys. J. Supp. Ser.* 1 (1954) 121
- [2] K. Sumiyoshi, K. Utsonomiya, S. Goko and T. Kajino, *Nucl. Phys. A* 709 (2002) 467
- [3] E. Garrido, R. de Diego, D. V. Fedorov and A. S. Jensen, *Eur. Phys. J. A* 47 (2011) 102
- [4] R. de Diego, E. Garrido, D. V. Fedorov and A. S. Jensen, *Eur. Phys. Lett.* 90 (2010) 52001
- [5] N. B. Nguyen, F. M. Nunes, I. J. Thompson and E. F. Brown, *Phys. Rev. Lett.* 109 (2012) 141101
- [6] J. Casal, M. Rodríguez-Gallardo and J. M. Arias, *Phys. Rev. C* 88 (2013) 014327
- [7] J. Casal, M. Rodríguez-Gallardo and J. M. Arias and I. J. Thompson, arXiv:1407.6522 [nucl-th]
- [8] M. Rodríguez-Gallardo et al., *Phys. Rev. C* 77 (2008) 064609
- [9] R. J. Woolliscroft et al., *Phys. Rev. C* 69 (2004) 044612
- [10] N. Yu et al., *J. Phys. G* (2010) 075108

The new CERN neutron beam line n_TOF-EAR2

Marta Sabaté Gilarte^{1,2} on behalf of The n_TOF collaboration³

1 Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain

2 European Organization for Nuclear Research (CERN), Geneva, Switzerland)

3 <https://ntof-exp.web.cern.ch/ntof-exp/>

The neutron time-of-flight (n_TOF) is a neutron beam facility at the European Organization for Nuclear Research (CERN), dedicated to measure neutron-induced cross sections for nuclear technology, astrophysics, basic nuclear physics and, more recently, medical applications by applying the time of flight technique. n_TOF has been operating at CERN since 2001 and five Spanish research centres are members of the associated collaboration. A proton beam of 20 GeV/c from the CERN Proton Synchrotron (PS), impinges on a cylindrical lead target producing by spallation a large number of neutrons in a wide energy range. These particles fly through a 185m length vacuum tube which ends in the experimental area (EAR1). The high instantaneous flux ($105 \text{ n/cm}^2/\text{pulse}$) and the excellent energy resolution allow the study of resonances in a broad neutron energy range, from 0.1 eV to 250 MeV¹.

Since this summer, a new experimental area, EAR2, is available 20m above the spallation target, in the perpendicular direction of the incoming proton beam. The main advantage of EAR2 is an increment of the neutron flux by a factor of ~ 25 with respect to EAR1. This feature will allow the use of smaller samples, which is very important for reducing the activity of the radioactive ones, and to perform measurements on isotopes which have small cross-sections. However, the capability to resolve resonances in the keV-MeV energy range should decrease compared with EAR1 due to the reduced flight path.

The preliminary results of the commissioning (flux, profile, resolution function and background) of this new neutron beam line will be presented and the approved experiments for the following measurement campaign will be briefly discussed.

[1] Guerrero C, Tsinganis A, Berthoumieux E, Barbagallo M, Belloni F, The n_TOF Collaboration. Performance of the neutron time-of-flight facility n_TOF at CERN. Eur. Phys. J. A 2013; 49:27.

The Preparation Penning Trap for the Project TRAPSENSOR

J.M. Cornejo, D. Rodríguez

Departamento de Física Atómica Molecular y Nuclear, Universidad de Granada

In the project TRAPSENSOR, under development at the University of Granada, a new device referred to as quantum sensor, based on Penning traps, will allow overcoming the current limitations of the “conventional” technique for mass measurements, based on electronic detection, by using photons from a laser cooled ion [1]. This device is a double Penning trap system. In one trap, a sensor ion (Calcium) is stored and laser cooled to mk temperatures, while the ion of interest is stored in the second one. The interaction between the two ions will allow determining the mass from the ion of interest. Currently two setups are under commissioning at the University of Granada [2]. In one setup, Calcium ions are stored in a Paul trap, to perform laser cooling and fluorescence studies. The second setup is a Penning trap beamline comprising a laser desorption ion source [3], a transfer section similar to the one at the SHIPTRAP facility at GSI [4], a preparation Penning trap following the conceptual design presented for the future MATS facility at FAIR [5], and a time-of-flight section. In this contribution, the status of the project will be presented focussing especially on the preparation Penning trap beamline.

[1] D. Rodríguez, Appl. Phys. B: Lasers O. 107, 1031-1042 (2011)

[2] J.M. Cornejo, P. Escobedo, D. Rodríguez, Hyperfine Interact 227, 223-237 (2014)

[3] J.M. Cornejo et al., Nucl. Instrum. Methods B 317, 522-527 (2013)

[4] M. Block, private communication

[5] D. Rodríguez et al, Eur. Phys. J. ST 183, 1-123 (2010)

Caracterización de un nuevo sistema de micro-fluorescencia confocal de rayos X (CXRF) para análisis no destructivos del patrimonio cultural en el CNA: μ XRF-CONCHA

K. Laclavetine*^{1,2}, F.J. Ager^{1,3}, J. Arquillo⁴, T. Calligaro⁵, M. Eveno⁵, K. Müller⁶, I. Reiche⁶, M.A. Respaldiza^{1,2} and M. Menu⁵

1 Centro Nacional de Aceleradores (CNA), Universidad de Sevilla-CSIC-Junta de Andalucía, Sevilla, España

2 Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

3 Departamento de Física Aplicada I, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

4 Taller de Restauración de la Facultad de Bellas Artes, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

5 Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), Paris, France

6 UPMC Univ Paris 06, UMR 8220, Laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale (LAMS), Paris, France

Cada vez más, las técnicas no invasivas se desarrollan y aplican en el campo de estudios sobre el patrimonio histórico y cultural. Entre estas técnicas, la micro-fluorescencia confocal de rayos X (CXRF) está ganando considerable interés debido a que proporciona información composicional y espacial, que se obtienen típicamente usando técnicas micro-invasivas y/o micro-destructivas (por ejemplo SEM-EDX), sin la necesidad de muestreo [1,2]. En particular, CXRF extiende las capacidades de la fluorescencia de rayos X a la obtención de perfiles en profundidad de materiales multicapas. La técnica CXRF se basa en el uso de lentes policapilares, uno en la salida del tubo microfoco de rayos X y, otro en la entrada del detector de rayos X [3]. La superposición de los focos de ambas ópticas forma un micro-volumen que permite sondear el interior del objeto. Con el fin de determinar las capacidades del nuevo equipo, se presentan las especificidades del sistema μ XRF-CONCHA del CNA en Sevilla basado en una fuente de rayos X iMOXS microfoco de IfG [4,5]. Para la caracterización del equipo, se presenta la curva de calibración obtenida con láminas delgadas de 1 μ m de espesor de diferentes elementos químicos. También comparamos sus características con las del sistema bien establecido LouX3D del C2RMF en París [6]. Finalmente, se muestran los resultados obtenidos en muestras pictóricas multicapa experimentales hechas como cuadros antiguos en el taller de restauración de la Facultad de Bellas Artes de Sevilla. Las secciones transversales de estas capas de pintura también se analizaron mediante microscopía óptica con el fin de determinar el espesor real de cada capa y comprobar así la exactitud de los análisis obtenidos con CXRF.

Agradecimientos: Los autores desean agradecer a MA Fernández, L. Méndez, R. Martínez y C. Hermoso del Taller de Restauración de la Facultad de Bellas Artes de Sevilla para la elaboración de las pinturas experimentales. Un agradecimiento especial a E. Arroyo y V. Santos del IIE de la Universidad Nacional Autónoma de México por sus sugerencias y ayuda para la realización de este estudio. El trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto de la Junta de Andalucía P09-HUM4544.

- [1] X. DING, N. GAO, G. HAVRILLA, SPIE Conf. Proceed. 4144, 174-182 (2000).
- [2] B. KANNGIEßER, W. MALZER, I. REICHE, Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res., Sect. B 211, 259-264 (2003).
- [3] W.M. GIBSON, M.A. KUMAKHOV, SPIE Conf. Proceed. 1736, 172-189 (1992).
- [4] IfG Institute for Scientific Instruments GmbH (www.ifg-adlershof.de)
- [5] A. BJEUMIKHOV, N. LANGHOFF, J. RABE, R. WEDELL, X-ray Spectrom. 33, 312–316 (2004).
- [6] I. REICHE, K. MULLER, M. EVENO, E. ITIE and M. MENU, J. Anal. At. Spectrom. 27, 1715-1724 (2012).

Comparación de señales eléctricas mediante el test de Wilcoxon

S. Martín, B. Quintana

Laboratorio de radiaciones ionizantes, USAL, 37008, Salamanca, España

El método de comparación de señales para determinar las posiciones dentro del detector se basa en el principio de que la interacción de la radiación en un determinado punto del detector tiene una forma de señal característica y única salvo simetrías. Si podemos determinar que las señales son iguales mediante un test estadístico, estaremos relacionando las posiciones de estas señales.

Evolución de los materiales pictóricos en la obra de Gonzalo Bilbao, analizados con la técnica no destructiva de XRF

Anabelle Kriznar², María del Valme Muñoz¹, Miguel Ángel Respaldiza², Mercedes Vega¹

1 Museo de Bellas Artes de Sevilla, Plaza del Museo 9, 41001 Sevilla

2 Centro Nacional de Aceleradores, Universidad de Sevilla, Avda. Thomas A. Edison 7, 41092 Sevilla, e-mail: akriznar@us.es

Gonzalo Bilbao (1860 – 1938) fue uno de los pintores más importantes de España, activo entre los finales del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX. Realizó su aprendizaje en su Sevilla natal, en Italia y en Francia, lo que influyó no sólo en su estilo, sino también en los materiales y técnicas pictóricas empleadas. Con el presente estudio, aplicando la técnica no destructiva de fluorescencia de rayos X (XRF), se intentó conocer el desarrollo técnico del pintor a lo largo de su carrera artística. En concreto, se realizaron los análisis con el fin de entender su paleta, la selección de pigmentos y los materiales para las preparaciones de los lienzos, ya que Gonzalo Bilbao trabajó precisamente en una época en la que muchos pigmentos nuevos entraron en el mercado, reemplazando a los tradicionales. Aprovechando la importante exhibición en el Museo de Bellas Artes de Sevilla dedicada a Gonzalo Bilbao en el 2011, se analizaron 14 obras cuyas ejecuciones datan entre los años 1890 y 1934.

Para el análisis, llevado a cabo in situ, en el taller de restauración del Museo, se utilizó un equipo portátil de XRF, compuesto por un generador RX38 con el ánodo de W y un detector SDD con una resolución de energía de 140 keV. Esta técnica ofrece la identificación de la mayoría de los pigmentos inorgánicos mediante la determinación de sus elementos químicos característicos. Todos los puntos seleccionados se midieron bajo las mismas condiciones para poder comparar los resultados: una corriente anódica de 80 μ A, un voltaje de 34 keV y colección de los espectros de 300 segundos.

Los resultados mostraron que Bilbao cambió las preparaciones de las pinturas. En sus primeras obras aplicaba exclusivamente albayalde (identificado por la presencia de Pb). Entrando en el siglo XX, éste fue gradualmente reemplazado con el blanco de zinc (Zn), mientras que en sus últimas obras se decidió por un material nuevo, litopón (Zn, Ba). Aún mayor complejidad muestra la selección de pigmentos, ya que Bilbao iba introduciendo nuevos pigmentos casi conforme iban apareciendo en el mercado, combinándolos con los tradicionales. En sus obras tempranas usaba albayalde (Pb), ocre amarillos y rojos (Fe), sombra (Mn, Fe), bermellón (Hg), un verde a base de cobre (Cu) y negro de huesos (Ca). Más tarde añadió blanco de zinc (Zn), verde de cromo (Cr), amarillo y naranja de cadmio (Cd), rojo de cadmio (Cd, Se), azul, violeta y verde de cobalto (Co), azul de Prusia (Fe), entre los más importantes. Gracias a este estudio fue posible confirmar varias de las fechas de datación de las pinturas y situarlas en el período adecuado de la actividad de Bilbao.

Estudio micro analítico mediante un equipo portátil de μ XRF de joyas Tartésicas y Etruscas

S. Scrivano¹, C. Ruberto^{2,3}, L. Castelli², F. J. Ager^{1,4}, Ma L. de la Bandera⁵, L. Giuntini^{2,3}, B. Gómez Tubío^{1,6}, P. A. Mandò^{2,3}, A. Mazzinghi^{2,3}, I. Ortega-Feliu¹, M. A. Respaldiza^{1,7}

1 Centro Nacional de Aceleradores, (Universidad de Sevilla-CSIC-J. Andalucía), c/ Thomas A. Edison 7, E-41092, Seville, Spain

2 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Firenze, Via Sansone¹, I-50019, Sesto Fiorentino, Firenze, Italy

3 Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze, Via Sansone 1, I-50019, Sesto Fiorentino, Firenze, Italy

4 Departamento de Física Aplicada I. Universidad de Sevilla, c/ Virgen de Africa 7, E-41001 Seville, Spain

5 Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Sevilla, c/ María de Padilla s/n, E-41004 Seville, Spain

6 Departamento de Física Aplicada III. Universidad de Sevilla, Camino de los Descubrimientos, s/n, E-41092 Seville, Spain

7 Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear. Universidad de Sevilla, Av/ Reina Mercedes s/n, E-42012, Sevilla, Spain

Las civilizaciones Tartésicas y Etruscas fueron coetáneas y presentan características similares en cuanto a los materiales empleados y las técnicas de fabricación de joyas. El objetivo de este trabajo es extender los estudios previos llevados a cabo por el grupo de investigación "Física Nuclear Aplicada" sobre joyas Tartésicas mediante la comparación de estos resultados con los datos obtenidos en algunos objetos de oro etruscos.

Por esta razón la primavera pasada se trasladó uno de los equipos del CNA al laboratorio INFN-LABEC de Florencia y se analizaron un conjunto de joyas etruscas procedentes del Museo Arqueológico Nacional de Florencia mediante la técnica de XRF, una técnica multi-elemental, no destructiva y no invasiva, altamente sensible, rápida y portátil.

Considerando que las joyas seleccionadas para el estudio presentaban una decoración muy fina y elaborada, con detalles de dimensiones típicas inferiores a centenas de micras, se necesitaba una alta resolución espacial para estudiar la técnica de soldadura y las características de los objetos. El equipo micro-XRF desarrollado en el Centro Nacional de Aceleradores (Sevilla) está equipado con una lente policapilar en el canal de excitación que puede proporcionar un micro-haz de 30 μ m (FWHM). El diseño del espectrómetro permite medidas rápidas y un posicionamiento simple de las muestras ya que la cabeza de medida se puede montar tanto horizontal como verticalmente, dependiendo de la muestra.

La caracterización de las aleaciones, de las zonas de soldadura y de las decoraciones de

cada joya permite identificar el método de fabricación de los objetos. Los resultados de estos nuevos análisis nos ayudarán en la comparación de las técnicas empleadas por tartesos y etruscos.

Detectores Gaseosos de Electrones Secundarios a Baja Presión para el Trazado de Haces de Iones Pesados de Baja Energía

B. Fernández¹, M. Vostinar², J. Pancin², M.A.G. Alvarez³, S. Damoy², D. Doré⁴, A. Drouart⁴, G. Fremont², A. Garzón¹, J. Gómez-Camacho¹, M. Kebbiri⁴, T. Materna⁴, T. Papaevangelou⁴

1 Centro Nacional de Aceleradores (CNA)-Universidad de Sevilla; bfernand@us.es

2 Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL), Caen (Francia)

3 Universidad de Sao Paulo, Brasil

4 Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), Saclay (Francia)

Nuevas instalaciones como FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) en GSI (Gesellschaft für Schwerionenforschung) o SPIRAL2 (Système de Production d'Ions RADIOactifs en Ligne de 2ème génération) en GANIL (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds), proporcionarán haces de iones radioactivos de baja energía (<10MeV/n) y alta corriente (>106pps). En general, estos haces presentan una larga emitancia que obliga al uso de detectores de trazado para poder reconstruir con exactitud, por ejemplo, el impacto de los núcleos en el blanco. Debido a su grosor, detectores de trazado como el CATS (Chambre à Trajectoire de Saclay) generarían un straggling angular y de energía grande, al ser directamente atravesados por el haz.

Una solución a este problema que se plantea, sería el uso de detectores Se-D (Detector de electrones Secundarios), cuyo principio de operación consiste en una fina hoja emisora (~0.9 µm) de mylar aluminizado que es atravesada por el haz y un detector gaseoso a baja presión colocado fuera de la trayectoria del haz para detectar los electrones secundarios que salen de dicha hoja emisora.

El objetivo de la charla es presentar el desarrollo e investigación que en los últimos años se ha realizado sobre los detectores SeD en colaboración con GANIL y el CEA-Saclay.

GNeutAt: A Geant4 Application to Estimate Cosmic-Ray-Induced Radiation at Flight Altitudes

M. A. Cortés-Giraldo^{1*}, M. T. Pazianotto², J. M. Quesada¹, C. A. Federico³, O. L. González³, B. V. Carlson²

¹ Dep. Atomic, Molecular and Nuclear Physics; Universidad de Sevilla. Seville, Spain

² Physics Department; Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
São José dos Campos, SP, Brazil

³ Applied Physics Department; Instituto de Estudos Avançados (IEAv). São José dos Campos, SP, Brazil

*email: miancortes@us.es

The purpose of this work is the development of a Monte Carlo code designed to evaluate the radiation field present at several altitudes produced by the interaction of primary cosmic rays with the Earth's atmosphere. In particular, we focus our study on the propagation of neutrons, since they are the main contributors to the ambient equivalent dose rate observed at flight altitudes (about 11 km) [1]. The application (GNeutAt) was coded with the Geant4 toolkit [2] (version 9.6.2). The atmosphere was modeled with a cylinder of 50 km radius and 80 km height, divided into layers along the vertical axis so that each layer was modeled with a given density and air humidity taken from the literature [3]. To reproduce an infinite medium, each particle reaching the lateral wall of the cylinder was reflected; this was done by a customized "physical" process registered in the physics list. GNeutAt has been designed so that it offers high flexibility for the simulation setup. The magnetic field and properties of the primary cosmic radiation can be taken from input files. Further, the altitude(s) and type(s) of particle(s) subject to analysis can be set from user interface commands. GNeutAt produces automatically a comprehensive set of ROOT [4] histograms for each altitude and type of particle registered. Calculations obtained with QGSP_BIC_BERT physics list show a good agreement with simulations carried out with the code MCNPX at flight altitudes [5]. In summary, this code can potentially estimate the amount and type of radiation during commercial flights once the coordinates of the trajectory have been provided.

References

[1] G. Battistoni et al., *Radiat. Prot. Dosim.* 112, 331-343 (2004).

[2] S. Agostinelli et al., *Nucl. Instr. Meth.* A506, 250-303 (2003).

J. Allison et al., *IEEE Trans. Nucl. Sci.* 53, 270-278 (2006).

[3] International Organization for Standardization, *Standard Atmosphere*, ISO 2533:1975 (1975).

[4] <http://root.cern.ch>

[5] M. T. Pazianotto et al., *Radiat. Prot. Dosim.*, doi:10.1093/rpd/ncu186 (2014).

Labview interface for Radiotherapy Treatment Verification

M.C. Ovejero^{1,*}, A. Pérez Vega-Leal², R. Núñez Martín², J.M. Espino¹, R. Arráns³, M.I.Gallardo¹, Z. Abou-Haidar⁴, M. A. G. Alvarez^{1,4}, M.A. Cortés Giraldo¹

¹ Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad de Sevilla, 41012 Sevilla, España

² Departamento Ingeniería Electrónica, Universidad de Sevilla, 41092 Sevilla, España

³ Hospital Universitario Virgen Macarena, 41009 Sevilla, España

⁴ Centro Nacional de Aceleradores (CNA), 41092 Sevilla, España

*E-mail: movejero@us.es

The purpose of this work is to present the development of a new interface for radiotherapy treatment verification system.

National Instruments (NI) Labview software package has been used to design the sw with the required functionality. This system appears within the evolution of radiotherapy treatments towards more complex techniques which achieve more accurate results.

One widely used by his accuracy it is IMRT. IMRT combines several treatment angles of the accelerator head, which has a variable fluency of radiation field. Thus, the radiation beam is delivered to the patient at various angles, and each field generated at each angle has a different shape and intensity. One way to achieve this variable fluency is to divide each field into several irregular subfields, created through different distributions of the multi-leaf collimator (MLC).

To apply this technique, one needs to follow a series of step. The first one is a clinical evaluation of the patient by an oncologist. Afterwards, 3D images of the affected zone are obtained by means of computerized axial tomography – CAT scan. The different volumes as well as the organs of risk are identified, then, the doses to be delivered as well as the maximum permitted limits, in each volume, are established also by the oncologist. Using this information and a treatment planning system (TPS), the treatment is planned and implemented into the hospital accelerator by a radio-physicist.

Due to the complexity of this technique compared to the conventional radiotherapy, it is necessary to perform additional measurements and verifications in order to guarantee the treatment efficiency. These measurements are divided into two groups: verification of the device and verification of the dose distribution.

Within this context some requirements appears to reach the integration of the whole process. All the concepts have been previously proofs in [1]. The interface has been developed for the acquisition, control and data analysis of a novel 2D dosimetric method for Radiotherapy verifications [2].

- [1] A. Bocci, M.A. Cortés Giraldo, M.I.Gallardo, J.M.Espino “Silicon strip detector for a novel 2D dosimetric method for radiotherapy treatment verification”. NIM A, 673, 98-106, 2012.
- [2] M.I.Gallardo, M.A.G.Alvarez, J.M.Quesada, A.Pérez Vega-Leal, Z. Abou-Haidar, A. Bocci, M.A.Cortés Giraldo, J.M. Espino, R. Arrans, F.J.Pérez Nieto, J.López Domínguez. Patent number P201101009. Oficina Española de Patentes y Marcas, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 2011

U-235 y U-238 como patrones de la reacción (n,f): contribuciones desde la USC

Ignacio Durán

Se presenta la situación actual de los patrones recomendados por la IAEA y se compara con los datos evaluados en las principales bases de datos nucleares. Se presentan los trabajos realizados en la instalación nTOF-CERN por el grupo de la USC y se comparan con otros resultados experimentales.

Reacción del núcleo halo ^{11}Be contra núcleos pesados a energías alrededor de la barrera coulombiana

Vicente Pesudo

El ^{11}Be es núcleo halo muy débilmente ligado ($S_n=503$ keV), con un solo estado excitado ligado a 320 keV ($J\pi=1/2^-$) y una vida media relativamente larga de 13.8s. Es el único núcleo halo conocido con un estado excitado ligado y el acoplamiento dipolar entre este y el fundamental ($J\pi=1/2^+$) es $d_B(E1)=0.36$ W.u.[1], el mayor conocido.

Presento el estudio de la reacción a energías alrededor de la barrera coulombiana, a la cual los canales de dispersión elástica, inelástica y ruptura directa están abiertos. Las secciones eficaces de todos estos canales han sido medidas y comparadas con cálculos semiclásicos, CDCC y XCDCC. El estudio también es comparado con los casos previamente estudiados de ^{11}Li [2] y ^6He [3], observándose diferencias significativas. Para reproducir con el mismo cálculo todos los observables simultáneamente es necesario considerar estados excitados del core. En particular, se incluye el estado $^{10}\text{Be}(2^+)$ como un estado rotacional del fundamental, que es un $^{10}\text{Be}(0^+)$ muy deformado. Respecto a experimentos anteriores con ^{11}Be [4], la novedad reside en la baja energía de la reacción, que se traduce en que la interacción se produce durante más tiempo y los efectos de orden superior son más importantes. Se observa, también, que incluso a ángulos hacia delante, donde la ruptura directa coulombiana dominaba en el caso de los otros núcleos halo a energías similares, es necesario considerar efectos de orden superior para el ^{11}Be , siendo más evidentes los efectos dinámicos del halo en este caso.

- [1] D.J. Millener et al., PRC 28 (1983) 497.
- [2] J.P. Fernandez-García et al., PRL enviado.
- [3] D. Escrig et al., Nuclear Physics A 792 (2007) 2–17
- [4] Fukuda et al., PRC 70 (2004) 054606.
- [5] R. Palit et al., PRC 68 (2003) 034318.

Proton irradiation of cell cultures at the 3 MV Tandem Accelerator of National Centre of Accelerators (CNA)

M.C. Battaglia¹, D. Schardt², J. M. Espino ^{1,3}, M. I. Gallardo ³, J. M. Quesada ³, D. Guirado⁴, A. M. Lallena⁴, H. Miras⁵, M. Villalobos⁴, A. Tornero⁴, J. Torres⁴, M. A. Cortés-Giraldo³

1 National Centre of Accelerators (CNA), 41092 Seville, Spain

2 GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research, 64291 Darmstadt, Germany

3 Department of Atomic, Molecular and Nuclear Physics (FAMN), University of Seville, 41012 Seville, Spain

4 University of Granada and/or University Hospital San Cecilio, 18012 Granada, Spain

5 University Hospital Virgen Macarena, 41009 Seville, Spain

Radiation and particle therapy are techniques widely used in cancer treatments, in continuous progress. In this context, it is important to know the biological effects of different types of radiation. We present the modifications that have been carried out on the Basic Nuclear Physics beam line at the 3MV Tandem accelerator installed at the CNA in Seville, Spain, as well as the optimization of the proton beam profile used for cancer cell irradiation. An important task of this research work is to provide a proton beam with low and homogeneous intensity in a wide area, in order to assure a uniform dose delivery onto the whole cell sample surface. This includes performing dosimetric measurements using different detectors and methods, allowing cross-check of results.

Once good beam conditions were reached, in terms of low intensity and homogeneity, first tests were performed with cultures of breast cancer cells, irradiated with dose from 0.25 Gy up to 5 Gy. The aim of these measurements is to study the correlation between the exposure to radiation and the DNA damage produced, at energies just below the Bragg peak.

Aplicaciones de la Espectrometría de Masas con Aceleradores en Hidrología: niveles actuales de ^{129}I en los Océanos Ártico y Atlántico

José María López-Gutiérrez ^{1, 2}, María Villa-Alfageme ³, Charlotte Marcinko ⁴, Frédéric Le Moigne ⁴, Raúl Periañez ¹, Juan Ignacio Peruchena ²

1 Universidad de Sevilla - Departamento de Física Aplicada I (US) c/ Virgen de África, nº 7, 41011 Sevilla - Spain

2 Centro Nacional de Aceleradores (Universidad de Sevilla, CSIC, Junta de Andalucía) (CNA) c/ Thomas Alva Edison, nº 7, 41092 Sevilla - Spain

3 Universidad de Sevilla - Departamento de Física Aplicada II (US) Avda. de Reina Mercedes, nº 4A, 41012 Sevilla - Spain

4 National Oceanography Centre (NOC) European Way, Southampton SO14 3ZH - United Kingdom

La Espectrometría de Masas con Aceleradores (AMS) es una técnica utilizada en el CNA y que permite la detección de radionúclidos a niveles extraordinariamente bajos. Uno de estos radionúclidos es el ^{129}I ($T_{1/2} = 15,7 \cdot 10^6$ años), cuya presencia en el medio ambiente en la actualidad se debe principalmente a las emisiones realizadas por las plantas de reprocesamiento del combustible nuclear de Sellafield (Reino Unido) y La Hague (Francia). La mayor parte de este ^{129}I ha sido vertida al Canal de La Mancha y al Mar de Irlanda, de forma que las corrientes han venido trasladando estos vertidos hacia el Mar del Norte y de ahí, al Océano Glacial Ártico. En este trabajo se analizará, en función de los últimos datos obtenidos en el Centro Nacional de Aceleradores, el impacto actual del ^{129}I procedente de estas plantas en el Ártico y el Atlántico Norte.

Este documento ha sido elaborado por Sergio David León Dueñas, del Centro Nacional de Aceleradores y responsable de la Secretaría Científica de la Red Temática de Física Nuclear (FNUC).

