



NEWSLETTER



HAPPY
BIRTHDAY
BOSON!

37th International Conference on
High Energy Physics

Valencia, 4th July 2014

#ICHEP2014

edited by www.divulga.es

Michel Sorel: "Neutrino physics has never stopped being interesting since the discovery of neutrino oscillations"

**The frenetic race to
unmask the neutrino**

The frenetic race to unmask the neutrino

The improvement of purity, resolution and the increasing size of neutrino detectors is discussed in ICHEP

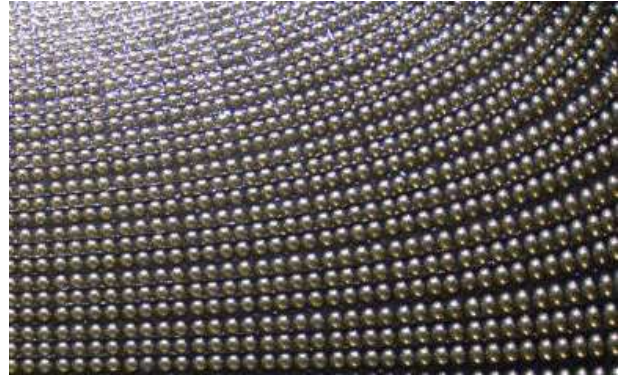
Whether neutrinos are or not their own antiparticle is going to be one of the milestones of particle physics in the next few years. For that, a crucial step is detecting neutrinoless double beta decay of the isotope xenon 136. This kind of decay has already been observed with the emission of two neutrinos. If detected without neutrinos these particles will be confirmed as Majorana particles. Several promising experiments around the world are dedicated to this purpose. People in charge of those experiments met at ICHEP yesterday starting at 11am to share their progresses and challenges.

TPC detectors consist of enriched xenon 136 chambers that allow to follow the track of the decay. One of the main problems of these detectors is radiative impurities, which can alter the results.

‘Cleaning the gas is very important for any detector’, as Juan José Gómez Cadenas, head of the neutrino physics group at IFIC and leader of NEXT, an experiment at LSC, explains.

‘We need more purification’, stated Yoshihito Gando, researcher at the KamLAND-Zen experiment in Japan. This collaboration found impurities in their xenon, and do not know yet where they came from. ‘It is not clear how radiative impurities appeared in the inner balloon. It is suspected that they can be a byproduct of cosmogenic spallation or even secondary effects of Fukushima reactors’.

Still talking about improving xenon purity, Michelle Dollinski stressed that ‘we need to remove 200 radon atoms’ in the EXO-200 experiment, one of the most promising in the field. In a recent work published in



Nature they presented the most precise measurement to date, with 2.165 ± 0.016 (stat.) ± 0.059 (sys.) $\times 10^{21}$ years (the former result, from the same experiment on August 2011, was 2.11 ± 0.04 (stat.) $\pm 0.21 \times 10^{21}$ years).

However, there's still work ahead, Dolinski reminds. For instance we still need to “remove the noise in the APD detection circuit”(avalanche photodiodes that allow to track the isotope decays) and improve the hardware technology (upgrading the electronic reading systems) and software utilities (“finding the optimal combination of APD signals per event, given the noise and position”).

The experiments are already thinking about using larger amounts of xenon, as we saw yesterday in the neutrino session. The present generation of detectors (like NEXT, at the Canfranc laboratory) store around 100 kg of xenon, but they plan to upgrade it to a full metric tonne. KamLAND-Zen stores between 700 and 800 kg, and EXO can go up to the five tonnes of liquid xenon in its future incarnations.

“We need new detectors, large enough for long electrons to run inside them, in order to properly record our signals”, stated Gómez Cadenas. ▣

"Neutrino physics has never stopped being interesting since the discovery of neutrino oscillations"

Michel Sorel ➔

Instituto de Física Corpuscular
de Valencia (IFIC)



By Antonio Villarreal

Neutrino physics will be one of the most exciting tracks in ICHEP '14. Michel Sorel, a CSIC Ramon y Cajal researcher at the Instituto de Física Corpuscular de Valencia (IFIC) and one of the conveners of this area, tell us about recent developments, future challenges and what he expects about the conference.

What do you expect from ICHEP? As a scientist, such a conference is important for big announcements or, maybe more practically, for networking?

I typically go to smaller conferences or workshops focusing on neutrino physics only, or even only some aspects of it. What is special about ICHEP is that it offers us the opportunity to learn more about the current status and future directions of particle physics as a whole, also outside our own area of expertise. On the other hand, and ever since the discovery of neutrino oscillations, it is clear that neutrino physics is at the forefront of particle physics research. For this reason, as a convener of the Neutrino Physics session, I hope I can contribute to transmit the excitement about neutrino physics to scientists that are not experts in this field.

There have been recent advances that had shed more light on the nature of neutrinos, such as the results of the [EXO 200 experiment](#) recently published on *Nature*. Do you expect significant findings in the following months?

Yes, neutrino physics is a data-driven field right now. Neutrino theorists and phenomenologists are telling us, experimentalists, precisely where to look for new findings. A number of important new results are to be expected, I don't know if during the next few months, but at least during the next few years!

In which particular areas?

On the nature of neutrino, the question of whether the so-called CP symmetry is violated in the neutrino sector (and if so, by how much) is a particularly important one, as it may be linked to the observed asymmetry between matter and antimatter in our Universe. Preliminary results favor a violation of this fundamental symmetry of Nature, but more data are needed to be sure. This area is evolving rapidly, with new data both from long-baseline neutrino experiments at particle accelerators (such as T2K, NOvA) and from reactor neutrino experiments (Daya Bay, RENO, Double Chooz) continuously coming in. Right now we need both types of experiments to address this question.

Another very active and important topic is the question of whether the neutrino is its own antiparticle, that is what is known as a Majorana particle. This is currently being addressed via neutrinoless double beta decay experiments located deep underground. The detection of this hypothetical decay process would prove that this is the case, unlike any other elementary particle we know. No convincing evidence for this process currently exists. However, we now have a number of new experiments that can probe the issue with unprecedented sensitivity. Some are already taking data and providing results, such as EXO-200, KamLAND-Zen and GERDA. Others are expected to join the race in the next 1-2 years, most importantly the full CUORE detector and NEXT. This area is also progressing fast, and an important discovery might be just around the corner.

An embarrassing question for us neutrino physicists has to do with mass: we still do not know something as basic as the mass of this particle! Neutrino cosmology currently provides the leading experimental techniques to probe sub-eV neutrino masses, and it is another extremely active area in neutrino physics. Cosmological observations, such as the ones of the cosmic microwave background with the Planck satellite and many others, are getting very close to finally detect the imprint of non-zero neutrino masses in cosmology. So, we should stay tuned.

In addition to studying neutrino properties, neutrino experiments can be unique probes to study the cosmos. A new era in astronomy was opened last year with the detection of high-energy, extra-terrestrial, neutrinos by the IceCube experiment at the South Pole. IceCube has been awarded the 2013 Breakthrough of the Year by the magazine *Physics World* for this result, and more news from high-energy neutrino telescopes will come in the near future. We also expect new findings from the Borexino solar neutrino experiment soon, which will provide invaluable information on the nuclear fusion mechanisms in the solar interior. And I could go on with many other examples. The truth is that neutrino physics has never stopped being interesting since the discovery of neutrino oscillations in the late 1990s.

“Neutrino theorists and phenomenologists are telling us, experimentalists, precisely where to look for new findings”

I hope we can return to the support we had in 2006-2008, when Spanish funding agencies had the vision to invest very significantly in infrastructures such as the Laboratorio Subterraneo de Canfranc”

Are new discoveries in understanding the nature of neutrinos much limited in a technical way, by the development of particle accelerators?

The only established way to answer the above-mentioned question of CP violation in the neutrino sector requires studying how neutrinos change flavor via oscillations in long-baseline experiments at particle accelerators, that is with a distance between neutrino production and detection of several hundred kilometers. Since neutrinos interact so weakly with ordinary matter, we need not only massive detectors but also powerful particle beams to collect sufficiently large samples of neutrino interactions. To give one example, the ambitious Proton Improvement Plan at Fermilab to develop megawatt-scale proton beams is largely motivated by LBNE, the proposed Long-Baseline Neutrino Experiment. The study of CP violation is the main reason why neutrino physics definitely requires powerful proton beams.

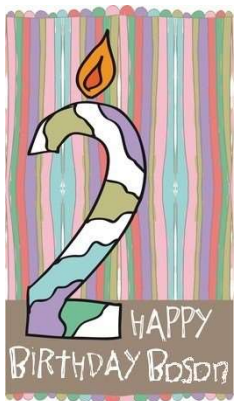
Spanish institutions -particularly IFIC but also IFAE, CIEMAT and many universities- seems to be playing an important role in neutrino physics research, especially with the NEXT project but also with the involvement in many international experiments. In your experience, has this research suffered much from the cutbacks in R&D?

I am a member of the NEXT and T2K Collaborations in neutrino physics, so I can speak about these two realities better. They are fairly different among them. NEXT is the only experiment in neutrino physics that is led and hosted by Spain. The T2K experiment in Japan is the largest experimental collaboration in neutrino physics, with almost 500 collaborators from all over the world. In both cases, budget cuts are severely affecting our Spanish groups. We are already experiencing a reduction in the number of students, post-docs, engineers, and technicians in the research groups. A more drastic reduction in personnel will occur in the coming years if the budget trend is not reversed. In the case of NEXT, now in construction phase, the cut also affected our capability to purchase and build equipment. I hope we can return to the support we had in 2006-2008, when Spanish funding agencies had the vision to invest very significantly in infrastructures such as the Laboratorio Subterraneo de Canfranc and in the NEXT experiment. □

Happy birthday Higgs boson!

Students from Valencia who were finalists of the CERN contests for Spanish students meets with young Spanish researchers in particle physics to celebrate the second anniversary of the discovery of the Higgs boson.

The event will be today at 12:00pm in the Aula Magna of the University of Valencia (C University, 2). This commemoration is part of the events organized within the framework of the 37 International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2014). □



ICHEP2014 Opening



As announced, the 37th International Conference of High Energy Physics (ICHEP2014) started yesterday at 9:30 with a formal ceremony. It was presented by Juan Fuster, co-president of the Organizing Committee, who welcomed all participants. He stressed that it was an honour for the city of Valencia to host this event.

Fuster reminded that “the program of the Conference covers the most recent results and most of the hot issues in particle and astroparticle physics” during the parallel and poster sessions. Among the special sessions, he stressed “the one dedicated to the 60th anniversary of the CERN, the open discussion on future accelerator facilities in different regions around the globe, the presentation about the industrial opportunities in current and future particle physics and, finally, the session on cosmology and its implications in particle physics”.

Francisco del Águila, manager of the National Particle Physics Program, stressed that we are starting “the precision era of large hadron accelerators. It allows the most accurate check of the Standard Model to date”. He also assured that Spain is recovering its science budget and, in particular, in particle physics. After reaching a minimum last year, this year the 2012 budget has been recovered. He added that “if we’d add up our contribution to the international large facilities on this area, the global Spanish inversion has registered an historical maximum”.

Adolfo de Azcárraga, president of the Spanish Royal Society of Physics, reminded that this year it is the 50th anniversary of the theoretical proposal of the existence of quarks and of the discovery of the cosmic microwave background. Besides, it’s also the 60th anniversary of the CERN. In addition, he announced that in 2015, coinciding with the centenary of the theory of general relativity and other related anniversaries, the Interna-



tional Year of the Light will be held, “maybe the last great celebration of this kind in the field of physics and an opportunity to get science, and especially physics, close to society”.

He also stated that “beyond the importance that physics has by itself, it contributes enormously to the well-being of society”. He also brought up the data of a study of the European Physical Society in the European Union countries plus Norway and Sweden, three or four years ago, which shows that “every euro inverted in industries closely related to physics generates 2.4 euros in economic activity and every physics-related job creates 2.8 new employments in other sectors of the economy”.

Pilar Campins Falcó, vice-rector of Research and Scientific Policy of the University of Valencia, briefly acknowledged the choice of the city of Valencia to host this edition of ICHEP. She also remarked the importance of this event has for the university and the scientific institutions of Valencia.

Finally, Emilio Lora-Tamayo, president of the Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), reminded that Spain was among the countries that founded the International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP) in 1923. He anticipated that this meeting, of which the community of Spanish particle physics is proud, will produce relevant results. He also recalled the role that CSIC plays in Spanish science, specifically in the main centres of research that the organism supports both in the fields of physics and astrophysics. After that, he stressed the special moment that particle physics is experiencing after the experimental discovery of the Brout-Englert-Higgs mechanism and his confidence that the turning on of the upgraded LHC (scheduled for 2015) “will be very surprising”. ▣



News

First results of the Dark Energy Survey

One of the highlight of ICHEP's first day was the presentation by Eusebio Sánchez, CIEMAT senior researcher, on the first science results for publication of the Dark Energy Survey, ten years after it was first conceived. Consisting in an international collaboration of 300 scientists from 25 institutions (including IFAE, CSIC-IEEC, CIEMAT and UAM in Spain) the DES team recently built and deployed a state-of-the-art, 570-megapixel, wide-field camera for the Blanco 4-meter telescope at the Cerro Tololo Inter-American Observatory in the Chilean Andes.

"In early 2014, the collaboration completed the first of five 105-night observing seasons, which will yield a multi-color map of 300 million galaxies and the discovery of thousands of new supernovae", says Sánchez. These exciting first results from analysis of early data taken in late 2012-early 2013 are just now being published. "Highlights include new measurements of the masses of massive galaxy clusters using the technique of weak gravitational lensing, measurement of the distances (redshifts) of millions of galaxies based on their colors, the

discovery of very distant (high-redshift) galaxy clusters, supernovae, and quasars, measurement of the spatial clustering of galaxies, and measurements showing how clumps of dark matter associated with DES galaxies lead via gravitational lensing to small distortions in the temperature of the cosmic microwave background radiation", says the researcher. ▣



Luminosity: one of the LHC upgrades

How will the Large Hadron Collider and other particle accelerators look like in a decade or twenty years time? This is one of the questions that experts in this track will try to answer this year in ICHEP. In an interesting session Thursday morning, Lucio Rossi, Head of the Magnets, Cryostats and Superconductors Group at CERN, described how the High Luminosity LHC project was now entering in the final stage of design. "The project aims at improving the LHC reach in integrated luminosity, by increasing the luminosity of a factor five with respect to the nominal value", says Rossi, "from 1 to 5 10^{34} cm⁻²s⁻¹ operating in luminosity levelling mode for most of the run, at average pile up in the detector of 140 events/crossing. This will allow reaching

the final goal of 3000 fb⁻¹ of integrated luminosity". This amount is ten times larger than initially foreseen for the LHC, according to the guidelines of the EU strategy for HEP adopted by the CERN Council in May 2013.

This project relies on a few novelties and technology breakthroughs. According to Rossi, "the first is the use of a special optics, the achromatic telescopic squeeze (ATS) to enhance beam matching and chromaticity correction beyond the present LHC possibility". The second is the use of advanced magnet technology based on Nb₃Sn. "This technology will allow installing special 11 T dipoles in a few points of the machine to improve collimations and it is the base to double the inner triplet quadrupole aperture. These new quadrupoles feature a peak field of 12 T, 50% higher than the present LHC magnets, paving the way to possible future hadron colliders based on very high field magnets", Rossi says.

Another breakthrough will be the use of a new device: "compact SCRF crab cavities to rotate the beam at the collision points and to make fully profitable the extremely low β^* generated by the large inner triplet and the ATS scheme. In addition the crab cavities will allow also mitigating the line pile density (from 1.1 to 0.8 and even down to 0.5 events/mm)". The Italian physic at CERN described, during his talk, progress on these and other advanced technologies, being developed for managing the doubling of the beam current. Recently, CERN Council approved the budget of the High Luminosity project until its completion in 2025. ▣





Measuring the Higgs

After the observation, comes the measurement of the famous newly observed particle

Today, it's exactly two years since the observation of a new particle "consistent with the Higgs boson" was first announced by CERN. Later on, more data about quantum properties and interaction with other particles reassured the scientists on their conjecture. Now, physics at CERN keep searching for new and more solid assessments to support the Brout-Englert-Higgs mechanisms, which is also one of the hottest tracks at this edition of ICHEP.

"After the announcement of the discovery of the Higgs boson, the focus has been moved to the measurement of its properties", says Matteo Sani, researcher at the University of California San Diego and collaborator of the CMS experiment at CERN. "The Higgs mass (m_H) is a fundamental parameter not predicted by the Standard Model whose predictions are fully determined once m_H has been measured. Using the high mass resolution channels $H \rightarrow \gamma\gamma$ and $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4$ leptons, CMS provides a precise measurement of the Higgs boson mass. The analysis is based on pp collision data collected at centre-of-mass energies of 7 and 8 TeV, corresponding to a total integrated luminosities of about 25/fb".

Sani's talk yesterday at ICHEP discussed in detail the latest results with the two channels, "together with the strategy of the measurement and the methods to control the main systematic errors on the energy and momentum scale", as well as the updated combined measurement of the mass.

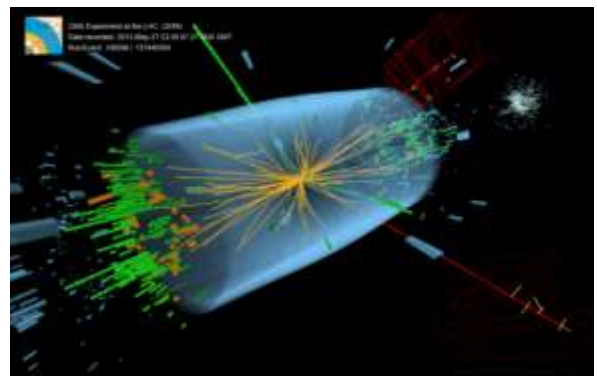
Another experiment dealing with the Higgs boson's mass is carried on with the ATLAS detector. Robert Harrington, researcher in this project, described in his ICHEP presentation the latest results on the measurement of the Higgs boson mass in the diphoton and ZZ decay channels with the ATLAS detector, using approximately 25 fb⁻¹ of pp collision data collected at 7 TeV and 8 TeV in 2011 and 2012. Harrington described improvements to the calibrations of electrons and photons

measured using the simulation-based multivariate regression approach, "with corrections using data to account for discrepancies between the data and the simulation. These calibrations give a 10% improvement to the Higgs mass resolution in the diphoton channel, as well as improvements to the energy scale of up to 0.05% outside the transition region", says Harrington.

Since the previous publication of results, in July 2013, several improvements have been achieved. "Besides taking advantage of the excellent mass resolution due to the improved photon calibration, the diphoton analysis uses categories with different signal-to-background ratios, mass resolutions and systematic uncertainties. These improvements give a 20% improvement in the expected statistical error compared to the previous measurement", says Harrington.

"The final combined Higgs boson mass value is 125.36 ± 0.37 (stat) ± 0.18 (sys) GeV. The uncertainty on the final combined Higgs boson mass is reduced by 40% from the previous measurement, with a reduction of systematic uncertainties by a factor of 3", he says.

Harrington also presented a direct measurement of the Higgs width in the on-shell region, "using a simple Breit-Wigner model for the true 4-lepton mass distribution convoluted with the detector resolution. The 4-lepton decay channel uses a sophisticated detector resolution based on single-lepton response functions for the direct width measurement, while at the same time providing a cross-check of the Higgs boson mass measurement". These methods place 95% confidence level limits on the Higgs width in the 4-lepton and diphoton decay channels respectively of 2.6 and 5.0 GeV (3.5 and 5.0 GeV expected). □



Early ICHEP suggestions

Getting ready for the SuperKEKB

The electron-positron collider KEKB fed the Belle experiment with great success for more than ten years. Its successor, Belle II, will work together with SuperKEKB, which is to enter the commissioning phase in the year 2015. One of its goals is to achieve an unprecedented luminosity that is intended to go beyond the peak luminosity of the LHC. **9:00h. Room 1. Ken-Ichi Kanazawa**

Looking closely at the Higgs boson

The true character of the Brout-Englert-Higgs boson is not yet established: it can be the Standard Model Higgs, but it could also be something else. To unveil its true identity it's important to know its couplings to the Standard Model fermions. Today, the ATLAS and CMS experiments will advance in that direction by providing their latest results on the decays of the Higgs boson to leptons. **9:00h. Auditorium 1. Jan Steggemann**

LUX closes in on dark matter

The direct dark matter searches of the LUX experiment provide the current best limits on spin-independent interactions between WIMP's and nuclei. This morning the collaboration will report on their most recent results and will present the next steps to update the LUX programme. **9:00h. Auditorium 3A. Carmen Carmona**



Textos en español

La trepidante carrera por desenmascarar al neutrino

La mejora de la pureza, la resolución o el aumento del tamaño de los detectores de neutrinos se debate en ICHEP

La confirmación de si los neutrinos son, o no, su propia antipartícula será uno de los grandes hitos experimentales de la física de partículas en los próximos años. Para ello, un paso crucial es detectar la doble desintegración beta sin neutrinos del isótopo xenón 136. Este tipo de desintegración ya ha sido observada con emisión de dos neutrinos y de detectarse sin emisión de este tipo de partículas, se confirmaría que son partículas de Majorana. A ello están dedicados actualmente un puñado de prometedores experimentos alrededor de todo el mundo. Sus responsables se citaron en ICHEP a partir de las 11 de la mañana de ayer para compartir sus avances y los retos que comparten.

Uno de los grandes problemas de estos detectores denominados TPC, consistentes en cámaras de xenón enriquecido con el citado isótopo que registran la descomposición paso por paso, son las impurezas radiactivas, capaces de alterar los resultados hasta con un puñado de átomos.

"Limpiar el gas es muy importante para cualquier detector", explica Juan José Gómez Cadenas, director del grupo de física de neutrinos en el Instituto de Física Corpuscular de Valencia y director del experimento NEXT en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc.

"Necesitamos más purificación", concretaba Yoshihito Gando, investigador en el experimento KamLAND-Zen de Japón, que llegaron a encontrar impurezas en el xenón sin saber muy bien de dónde procedían. "No está claro cómo las impurezas radiactivas se introdujeron en el globo interior". Se sospecha que pueden ser productos de espalación cosmogénica o incluso efectos secundarios de los reactores de Fukushima I".

Sobre el mismo asunto, mejorar la pureza del xenón, Michelle Dolinski concretaba que "necesitamos quitar 200 átomos de radón", en el experimento 200 del Enriched Xenon Observatory (EXO), uno de los más prometedores al respecto, ya que han sido capaces de ofrecer, según un reciente estudio publicado en *Nature*, la medida más precisa hasta el momento del periodo medio de desintegración: 2.165 ± 0.016 (stat.) ± 0.059 (sys.) $\times 10^{21}$ años (el anterior resultado, del mismo experimento en agosto de 2011, era de 2.11 ± 0.04 (stat.) ± 0.21 (sys.) $\times 10^{21}$ años).

Pero aún hay trabajo por delante, indica Dolinski, por ejemplo en "eliminar el ruido en el circuito de detección APD" (fotodiodos de avalancha, encargados de registrar la desintegración del isótopo) tanto mejorando soluciones de *hardware*, con actualizaciones de los sistemas electrónicos de lectura, como del *software*, "encontrando las combinaciones óptimas de señales APD por evento, dada la posición y el ruido", indica la investigadora.

Otro de los grandes atractivos de esta sesión sobre neutrinos que tuvo lugar ayer en ICHEP es comprobar la ambición existente por crear detectores con cada vez un mayor contenido en xenón. Los actuales, como el de Canfranc, albergan unos 100 kilogramos de xenón, pero las próximas fases se prevén con hasta una tonelada de gas, las de KamLAND-Zen, entre 700 y 800 kilogramos, y las del EXO, con hasta 5 toneladas de xenón líquido en una próxima generación de experimentos.

"Necesitamos nuevos detectores, lo suficientemente grandes para que puedan albergar bien electrones largos, para poder tomar todas las medidas", indicaba Gómez Cadenas. ▣

Michel Sorel: "La física de neutrinos no ha dejado de ser interesante desde el descubrimiento de sus oscilaciones"

Por Antonio Villarreal

La Física de Neutrinos será una de los temas más emocionantes en ICHEP'14. Michel Sorel, investigador Ramón y Cajal del CSIC en el Instituto de Física Corpuscular (IFIC) y uno de los convocantes en esta área, nos cuenta sobre progresos actuales, los retos futuros y sobre qué es lo que espera él de la conferencia.

¿Qué es lo que esperas de ICHEP? Como científico, ¿una conferencia como esta es importante para grandes noticias o, puede desde un punto de vista más práctico, para conocer gente?

Normalmente voy a pequeñas conferencias o workshops centrados sólo en física de neutrinos o incluso en algún aspecto concreto de ellos. Lo que hace especial ICHEP es que nos ofrece la oportunidad de aprender sobre la situación actual y de la dirección que va a tomar la física de partículas como un todo, fuera de nuestra área en la que estamos especializados. Por otro lado, y desde el descubrimiento de las oscilaciones de neutrinos, queda claro que la física de neutrinos está en la primera plana en las investigaciones de física de partículas. Es por esto que, como convocante de la sesión de Física de Neutrinos, espero poder contribuir a transmitir esta emocionante sensación a los científicos que no son expertos en este campo.

Ha habido una serie de resultados que han arrojado más luz sobre la naturaleza de los neutrinos, como los resultados del [Experimento EXO 200](#) recientemente publicados en Nature. ¿Esperas resultados significativos en los próximos meses?

Sí, la Física de Neutrinos es ahora mismo una gran fuente de información. Los teóricos y fenomenológicos de neutrinos nos indican con precisión a nosotros, los experimentales, dónde buscar para hacer nuevos descubrimientos. Se espera una gran cantidad de futuros nuevos descubrimientos, pero no sé si serán para

dentro de unos pocos meses, ¡pero como mucho en unos pocos años!

¿En qué áreas en concreto?

Sobre la naturaleza del neutrino, la pregunta de si la simetría CP está violada en el sector neutrino (y en el caso afirmativo, cuánto) es particularmente importante, ya que puede estar relacionado la asimetría observada entre materia y antimateria en nuestro Universo. Los primeros resultados apuntan a que sí hay una ruptura en esta simetría fundamental de la naturaleza, pero necesitamos más resultados para poder afirmarlo con seguridad. Esta área evoluciona rápidamente, con nuevos resultados provenientes tanto de los experimentos de oscilaciones de neutrinos a largas distancias (como pueden ser T2K, NOvA) como de experimentos de neutrinos de reactores nucleares (Daya Bay, RENO, Double Chooz). Ahora mismo necesitamos ambos tipos de experimentos para resolver la pregunta.

Otro asunto muy activo e importante es saber si el neutrino es su propia antipartícula, que es lo que se conoce como una partícula de Majorana. Esto se estudia desde la vía de los experimentos de desintegración doble beta sin neutrinos, emplazados en laboratorios subterráneos. La detección de esta hipotética desintegración demostraría que tiene estas características, a diferencia de cualquier otra partícula elemental que conocemos. No hay ninguna evidencia convincente de esta desintegración. Sin embargo, ahora mismo tenemos varios experimentos diseñados para comprobar esta hipótesis con una sensibilidad sin precedentes. Algunos de estos ya están dando resultados, como por ejemplo EXO-200, KamLAND-Zen y GERDA. Otros esperan empezar la carrera en los próximos 1 o 2 años, como la versión completa del detector CUORE y el experimento NEXT. Esta área también avanza rápidamente y un importante descubrimiento puede estar a la vuelta de la esquina.

Una pregunta embarazosa que los físicos de neutrinos se tienen que hacer es sobre la masa: ¡seguimos sin saber algo tan básico como la masa de esta partícula! La Cosmología de Neutrinos usa técnicas experimentales pioneras

para demostrar que estamos en la escala de masas de sub-eV, haciendo de ésta otra área muy activa en la Física de Neutrinos. Observaciones cosmológicas como son las del fondo cósmico de microondas del satélite Planck y algunas otras, están muy cerca de detectar la impronta de los neutrinos de masa mayor de cero en la Cosmología. Tendremos que estar atentos.

Además de estudiar las propiedades de los neutrinos, estos experimentos pueden ser la única forma de estudiar el cosmos. Una nueva era en la astronomía ha empezado desde la detección el año pasado de neutrinos provenientes del espacio exterior de alta energía en el experimento IceCube en el Polo Sur. IceCube ha sido galardonado con el “2013 Breakthrough of the Year” por la revista Physics World por este resultado, y muchos más resultados sobre telescopios de neutrinos de alta energía llegarán en un futuro próximo. También esperamos pronto resultados del experimento de neutrinos solares Borexino, que nos dará información de un valor incalculable sobre los mecanismos de fusión en el interior del Sol.

Y podría seguir con muchos otros ejemplos. Lo cierto es que la Física de Neutrinos no ha dejado en ningún momento de ser interesante desde el descubrimiento de las oscilaciones de neutrinos a finales de la década de los 90.

¿Son importantes las limitaciones técnicas a la hora de hacer nuevos descubrimientos sobre la naturaleza de los neutrinos? Y en concreto, ¿cómo influye en esta cuestión el desarrollo de aceleradores de partículas?

La única forma conocida de responder a la cuestión previamente expuesta de la violación CP en el sector neutrino es realizar estudios sobre cómo cambian de sabor los neutrinos mediante oscilaciones en experimentos de aceleradores a larga distancia, habiendo una distancia entre la producción y al detección de los neutrinos de varios cientos de kilómetros. Debido a que los neutrinos interactúan muy débilmente con la materia ordinaria, no sólo necesitamos detectores muy masivos, sino que también necesitamos potentes haces de partículas para acumular suficientes eventos de

interacciones de neutrinos. Por dar un ejemplo, el ambicioso Proton Improvement Plan en el Fermilab para desarrollar un haz de protones en la escala del megawatio está fuertemente impulsado por el también propuesto Long-Baseline Neutrino Experiment (LBNE). En definitiva, el estudio ruptura de la simetría CP es la principal razón por la que la Física de Neutrinos definitivamente necesita de potentes haces de protones.

Las instituciones españolas particularmente el IFIC pero también el IFAE, el CIEMAT y muchas universidades- parece que están jugando un importante papel en las investigaciones de Física de Neutrinos, especialmente con el experimento NEXT pero también participando en otras colaboraciones internacionales. Según tu experiencia, ¿se ha visto afectado este trabajo por los recortes en I+D?

Yo soy un miembro de las colaboraciones NEXT y T2K de Física de Neutrinos, así que puedo hablar mejor de estas dos realidades. Son muy diferentes entre ellas. NEXT es el único experimento de Física de Neutrinos que está siendo dirigido y alojado en España. En Japón está experimento T2K, que es la mayor colaboración internacional en Física de Neutrinos con casi 500 colaboradores de todas las partes del mundo. En ambos casos, los recortes de fondos están afectando a los grupos españoles. Estamos sufriendo una caída en el número de estudiantes, postdoctorados, ingenieros y técnicos en los grupos de investigación. Y una reducción más drástica se producirá si no se invierte la tendencia en los próximos años. En el caso de NEXT, ahora en proceso de construcción, los recortes limitan nuestra capacidad de adquirir y construir equipamiento para el experimento. Espero que volvamos a tener el apoyo que teníamos en 2006-2008, cuando las agencias de financiación españolas tuvieron el cierto de invertir fuertemente en infraestructuras como el Laboratorio Subterráneo de Canfranc y en el experimento NEXT.■

Inauguración de ICHEP2014

Tal como estaba previsto, a las 9:30 de ayer, 3 de julio, arrancó la 37ª Conferencia Internacional de Física de Altas Energías (ICHEP2014) con un acto protocolario que fue presentado por Juan Fuster, co-presidente del Comité Organizador, que dio la bienvenida a todos los participantes y subrayó el honor que para la ciudad de Valencia supone acoger este encuentro.

Fuster recordó que “el programa de la Conferencia cubre todos los resultados más recientes y la mayor parte de temas candentes en los ámbitos de la física de partículas y astropartículas” a lo largo de las sesiones paralelas y las de posters. Entre las sesiones espaciales, destacó “la dedicada al 60 aniversario del CERN, el debate sobre los proyectos de futuras nuevas infraestructuras de física de partículas en diferentes regiones del mundo, la presentación de las oportunidades que para la industria supone los proyectos actuales y futuros en física de partículas y, finalmente, la sesión de cosmología y sus implicaciones en física de partículas”.

Francisco del Águila, gestor del Programa Nacional de Física de Partículas, destacó que estamos iniciando “la era de la precisión en grandes aceleradores de hadrones, que permitirá la comprobación más precisa hasta ahora del Modelo Estándar de física de partículas”. También aseguró que en España se está recuperando la inversión enciencia, y en concreto en física de partículas, ya que tras alcanzar un mínimo el año pasado, este año se recuperan los niveles del año 2012. Y añadió que “si se suma nuestra contribución a las grandes instalaciones internacionales en esta área, la inversión global española ha marcado un máximo histórico”.

Adolfo de Azcárraga, presidente de la Real Sociedad Española de Física, recordó que este año se celebra el 50 aniversario de la propuesta teórica de los quarks y del descubrimiento de la radiación de fondo de microondas, así como el 60 aniversario del CERN. Y anunció que en 2015, con motivo del centenario de la teoría general de la relatividad y otros aniversarios relacionados, se celebrará el Año Internacional

de la Luz, “quizás la última gran celebración de este tipo en el ámbito de la física y una ocasión para llevar la ciencia, especialmente la física, a la sociedad”.

También reivindicó que “más allá de la importancia que la física tiene por sí mismo, realiza una importante contribución al bienestar de la sociedad”. Y recordó los datos de un estudio realizado por la European Physical Society en los países de la Unión Europea más Noruega y Suiza, hace tres o cuatro años, que indican que “por cada euro invertido en la industria más relacionada con la física, se generan 2,4 euros en actividad económica y por cada puesto de trabajo en el sector de la física se crean 2,8 empleos en los demás sectores de la economía”.

Pilar Campins Falcó, vicerrectora de Investigación y Política Científica de la Universidad de Valencia, realizó una breve intervención para agradecer la elección de la ciudad de Valencia para acoger esta edición de ICHEP y resaltar la importancia que este evento supone para la universidad y las instituciones científicas valencianas.

Por último, intervino Emilio Lora-Tamayo, presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), quien recordó que España estuvo entre los pocos países que fundaron la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP, por sus siglas inglesas) en 1923, y pronosticó que este encuentro, motivo de orgullo para toda la comunidad de físicos de partículas españoles, producirá resultados relevantes. Tras recordar el papel que juega el CSIC en la ciencia española y los principales centros de investigación que el organismo tiene en el ámbito de la física y la astrofísica, resaltó el momento especial que la física de partículas está viviendo tras la comprobación del mecanismo de Brout-Englert-Higgs y su confianza en que la puesta en marcha del LHC renovado, que se llevará a cabo en 2015, “deparará muchas sorpresas”.■



Primeros resultados del Estudio de Energía Oscura

Una de las presentaciones más destacadas de la primera jornada del ICHEP fue la de Eusebio Sánchez, investigador principal del CIEMAT, sobre los primeros resultados científicos para su publicación del Estudio de Energía Oscura, diez años después de ser concebido por primera vez. Consistente en una colaboración internacional de 300 científicos de 25 instituciones (incluyendo IFAE, IEEC-CSIC, CIEMAT y la UAM en España), el equipo de DES construyó e instaló recientemente una cámara de campo amplio de última generación, 570 megapíxeles, para el telescopio Blanco de 4 metros, instalado en el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, en los Andes chilenos "A principios de 2014, la colaboración ha completado la primera de las cinco estaciones de observación de 105 noches, lo que producirá un mapa multicolor de 300 millones de galaxias y el descubrimiento de miles de nuevas supernovas", dice Sánchez. Estos emocionantes primeros resultados, del análisis de los primeros datos tomados a finales de 2012 y principios de 2013, están ahora siendo publicados. "Destacan las nuevas medidas de las masas de los cúmulos de galaxias masivas utilizando la técnica de lente gravitatoria débil, la medición de las distancias de millones de galaxias en función de sus colores, el descubrimiento de cúmulos de galaxias muy lejanas, supernovas y cuásares, medición de agrupaciones espaciales de galaxias, y mediciones que muestran cómo los cúmulos de materia oscura asociada con galaxias DES que conduce, a través de las lentes gravitacionales, a pequeñas distorsiones en la temperatura de la radiación cósmica de fondo de microondas ", dice el investigador. ▣

Luminosidad: una de las mejoras del LHC

¿Cómo serán el LHC y otros aceleradores de partículas en una década o dentro de veinte años? Ésta es una de las preguntas que los expertos en el área tratarán de responder este año en ICHEP. El jueves por la mañana, en una

interesante sesión, Lucio Rossi, director del grupo de imanes, criostatos y superconductores del CERN, describió cómo el proyecto de alta luminosidad del LHC está ya en la fase final de diseño. "El objetivo del proyecto es conseguir una mejora en la luminosidad integrada, incrementando la luminosidad en un factor cinco respecto del valor nominal", dice Rossi, "desde 1 a 5×10^{34} cm² s⁻¹ operando en el modo de luminosidad nivelada durante la mayor parte de la toma de datos, con un número medio de 140 eventos/cruce en el detector. Esto permitirá alcanzar el objetivo de 3000 fb⁻¹ de luminosidad integrada". Esta cantidad es diez veces mayor que la prevista inicialmente para el LHC, según las directrices de la estrategia de la UE para física de altas energías adoptadas por el consejo del CERN en mayo de 2013.

Este proyecto se basa en algunas novedades y avances tecnológicos. Según Rossi, "lo primero es el uso de una óptica especial, la compresión telescópica acromática (ATS), para mejorar la coincidencia del haz y las correcciones de cromaticidad más allá de las posibilidades actuales del LHC". Lo segundo es el uso de tecnología magnética avanzada basada en Nb₃Sn. "Esta tecnología permitirá la instalación de dipolos especiales de 11 T en determinados puntos para mejorar la colimación, lo cual sirve de base para doblar la apertura del cuadrupolo del triplete interior." Estos nuevos cuadrupolos permiten un pico de 12 T, un 50 % mayor del que alcanzan los imanes actuales en el LHC, allanando el camino hacia un posible acelerador de hadrones en el futuro basado en campos magnéticos muy grandes", dice Rossi.

Otra innovación será el uso de un nuevo dispositivo: "cavidades crab SCRF compactas para rotar el haz en los puntos de colisión y poder aprovechar completamente la baja β^* generada por el triplete interno y el esquema ATS. Además, las cavidades crab compactas permitirán también mitigar la densidad de apilamiento lineal (desde 1.1 a 0.8 e incluso a 0.5 eventos/mm)". El físico italiano del CERN describió, durante su charla, progresos en éstas y otras tecnologías avanzadas, desarrolladas para controlar la curva de la corriente del haz.

Recientemente, el consejo del CERN ha aprobado el presupuesto del proyecto de Alta Luminosidad hasta su finalización en 2025.■

Midiendo el Higgs

Tras la observación, llega la medida de la famosa partícula observada recientemente

Hoy se cumplen dos años desde que la observación de una nueva partícula compatible con el bosón de Higgs se anunciara por el CERN. Más tarde, más datos sobre sus propiedades cuánticas y sus interacciones con otras partículas tranquilizaron a los científicos. Ahora, los físicos del CERN siguen buscando nuevas y más sólidas pruebas que corroboren el mecanismo de Brout-Englert-Higgs, uno de los temas principales en esta edición de ICHEP.

“Después del anuncio del descubrimiento del bosón de Higgs, la atención se ha centrado en la medida de sus propiedades”, explica Matteo Sani, investigador de la Universidad de California San Diego y colaborador del experimento CMS del CERN. “La masa del Higgs (mH) es un parámetro fundamental no predicho por el Modelo Estándar, cuyas predicciones están totalmente fijadas una vez que la mH ha sido medida. Usando los canales de resolución de masas altas $H \rightarrow \gamma\gamma$ y $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4$ leptones, CMS proporciona una medida precisa de la masa del Higgs. El análisis está basado en colisiones protón-protón a energías en centro de masas de 7 y 8 TeV, que corresponden a una luminosidad total integrada de unos 25/fb”.

Sani discutió ayer en su presentación en ICHEP los últimos resultados en los dos canales, “junto con la estrategia de la medida y los métodos para controlar los errores sistemáticos más importantes en la energía y en momentos”, así como las medidas combinadas sobre las masas actualizadas.

ATLAS es otro experimento que busca medir la masa del bosón de Higgs. Robert Harrington, investigador en este experimento, describió en su presentación en ICHEP los últimos resultados de las medidas de la masa del bosón de Higgs en los canales difotónico y ZZ en el detector ATLAS, utilizando aproximadamente

25 fb-1 de colisiones entre protones a 7 y 8 TeV en 2011 y 2012.

Harrington describió mejoras en las calibraciones de las medidas de electrones y fotones utilizando un método de regresión multivariada basada en simulaciones, “con correcciones que usan los datos para tener en cuenta las discrepancias entre los datos y las simulaciones. Estas calibraciones suponen una mejora de un 10% en la resolución a la masa del Higgs en el canal difotónico, así como mejoras en la escala de energías de hasta un 0,05% fuera de la región de transición”, dijo Harrington.

Desde la anterior publicación de los resultados, en julio de 2013, se han logrado importantes avances. “Además de aprovechar la excelente resolución en la masa gracias a la calibración mejorada del fotón, los análisis en el difotónico usan categorías con diferentes ratios de señales a fondo, resoluciones de masa e incertidumbres sistemáticas”, declara Harrington.

“El valor final combinado para la masa del bosón de Higgs es de 125.36 ± 0.37 (stat) ± 0.18 (sys) GeV. La incertidumbre en la masa final combinada del bosón de Higgs se reduce un 40% desde la medida previa, con una reducción de las incertidumbres sistemáticas en un factor de 3”, dijo.

Harrington presentó también una medida directa de la anchura del Higgs dentro de su capa másica, “utilizando un sencillo modelo de Breit-Wigner para la verdadera distribución de masa de los 4 leptones convolucionada con la resolución del detector. El canal de desintegración de 4 leptones usan una sofisticada resolución basada en funciones de respuesta a un solo lepton para la medida directa, mientras que al mismo tiempo proporciona una comprobación de la medida de la medida de la masa del bosón de Higgs”. Estos métodos ponen unos límites de 2,6 y 5,0 GeV, a un nivel de confianza del 95% sobre la anchura del Higgs en los canales de desintegración de 4 leptones y difotónico, respectivamente, cuando se esperaban 3,5 and 5,0 GeV.■

A PRIMERA HORA:

Mirando de cerca al bosón de Higgs

El verdadero carácter del bosón de Brout-Englert-Higgs está aún por descubrir: puede ser el Higgs del Modelo Estándar, pero también podría ser otra cosa. Para descubrir su verdadera identidad es importante conocer sus acoplamientos a los fermiones del Modelo Estándar. Hoy los experimentos ATLAS y CMS darán un paso en esa dirección presentando sus resultados sobre las desintegraciones del Higgs a leptones.

9:00h. Auditorio 1. Jan Steggemann.

Preparando la llegada de SuperKEKB

El colisionador electrón-positrón KEKB alimentó con gran éxito durante más de diez años al experimento Belle. Su sucesor, Belle II, funcionará gracias a SuperKEKB, que entrará en fase de *commissioning* en el año 2015. Entre sus objetivos está el de alcanzar una luminosidad sin precedentes, superando el valor de pico del LHC.

9:00h. Sala1. Ken-Ichi Kanazawa.

LUX estrecha el cerco

El experimento LUX de búsqueda directa de materia oscura nos proporciona los mejores límites de que disponemos sobre la interacción entre WIMPs y núcleos. Esta mañana la colaboración presentará sus resultados más recientes y esbozará la hoja de ruta para la evolución del programa LUX.

9:00h. Auditorio 3A. Carmen Carmona.

Feliz cumpleaños Bosón!

Hoy a las 12:00h el Bosón de Higgs celebra su segundo cumpleaños en el Aula Magna de la Universidad de Valencia (C/Universidad, 2). Este acto forma parte del resto de actividades de ICHEP 2014 y consistirá en un encuentro entre jóvenes investigadores en física de partículas y los estudiantes de la Comunidad Valenciana que resultaron finalistas del concurso del CERN para escolares españoles.

