

La collaborazione NU-BALL fa luce su uno dei misteri decennali della fisica nucleare

✍ S. Leoni 📅 30-03-2021 🔗 <http://www.primapagina.sif.it/article/1270>

La fissione nucleare è il meccanismo per cui un nucleo pesante si spacca in due frammenti e rilascia energia. Tale fenomeno, scoperto alla fine degli anni '30 del secolo scorso dai chimici Otto Hahn e Fritz Strassmann e dai fisici Lise Meitner e Otto Frisch, offre ancora aspetti affascinanti e misteriosi da scoprire. A seguito del processo di fissione, i due frammenti emergono in rotazione e questa osservazione è considerata da decenni uno dei misteri più importanti della fisica nucleare: è infatti estremamente difficile comprendere la generazione di 6-7 unità di momento angolare (o spin) per ciascun frammento, a partire da sistemi praticamente a spin zero.

In una serie di esperimenti condotti presso il laboratorio Irène-Joliot-Curie di Orsay (Francia), è stato ora sorprendentemente osservato che i frammenti di fissione acquistano momento angolare solo dopo la fissione e non prima, contrariamente a quanto ipotizzato dalla maggior parte degli approcci teorici. Tale scoperta è stata ottenuta dalla collaborazione internazionale di fisica nucleare NU-BALL che ha misurato, con alta precisione, la radiazione gamma emessa dalla fissione indotta da neutroni veloci su isotopi di uranio ^{238}U e torio ^{232}Th , in una campagna sperimentale durata 7 settimane.

Queste inaspettate osservazioni sulla generazione del momento angolare nella fissione nucleare, recentemente pubblicate sulla rivista Nature, sono di importanza fondamentale per una approfondita comprensione del processo di fissione, con ricadute importanti anche in altre aree di ricerca, come per esempio lo studio degli isotopi ricchi di neutroni, la sintesi e stabilità degli elementi super-pesanti e, in campo applicativo, il riscaldamento dei reattori nucleari a causa della radiazione gamma.

La collaborazione NU-BALL ha utilizzato uno spettrometro gamma ad alta granularità, composto da più di 100 rivelatori al germanio iperpuro, appartenenti al network europeo GAMMAPOOL. La collaborazione include ricercatori da 37 istituzioni e 16 paesi, tra cui fisici nucleari dell'Università di Milano e dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (esperimento GAMMA) che hanno contribuito attivamente, e in prima persona, alla messa a punto dei rivelatori, all'analisi dati e alla interpretazione teorica dei risultati ottenuti e ora pubblicati su Nature. Per tradizione, i fisici nucleari italiani di GAMMA sono coinvolti nello sviluppo e costruzione dei più sofisticati rivelatori per la misura di radiazione gamma, come per esempio AGATA e PARIS.

The NU-BALL collaboration sheds light on an outstanding mystery in nuclear physics

Nuclear fission, in which a heavy nucleus splits in two and releases energy, was discovered at the end of the 1930s by the chemists Otto Hahn and Fritz Strassmann, and the physicists Lise Meitner and Otto Frisch. This physical phenomenon still has fascinating unknown aspects to be revealed. In the fission process, the fragments are observed to emerge spinning. This observation has been an outstanding mystery in Nuclear Physics for decades: the internal generation of around 6-7 units of angular momentum (or spin) in each fragment is particularly puzzling for systems which start with zero, or almost zero, spin.

A series of experiments at the Irène-Joliot-Curie Laboratory in Orsay, France, has now revealed, unexpectedly, that the fragments resulting from nuclear fission obtain their intrinsic angular momentum after fission and not before, contrary to what most theories have hypothesized thus far. This surprising result was made possible by the NU-BALL collaboration, an international group of nuclear physicists which have measured, with high precision, the gamma

radiation emitted by the fast-neutron-induced fission of uranium ^{238}U and thorium ^{232}Th isotopes, in an experimental campaign that lasted 7 weeks.

These new insights into the role of angular momentum in nuclear fission, recently published in *Nature*, are of fundamental importance for a profound understanding of the fission process, with relevant consequences for other research areas, such as the study of the structure of neutron-rich isotopes, the synthesis and stability of super-heavy elements and, in applied fields, the gamma-ray heating problem in nuclear reactors.

The NU-BALL collaboration has used a high-granularity gamma spectrometer made of more than 100 high-purity and large-volume germanium detectors from the European GAMMAPOOL network. The collaboration includes researchers from 37 institutes and 16 countries - among them scientists from the University of Milan and the National Institute of Nuclear Physics (belonging to the GAMMA experiment), who have actively contributed to the setting up of the detectors, to the data analysis and interpretation of the results. The Italian nuclear physicists of GAMMA have a longstanding tradition in the development and construction of state-of-the-art detectors for gamma radiation measurements, such as AGATA and PARIS in most recent years.



Silvia Leoni - Professore ordinario presso il Dipartimento di Fisica dell'Università Statale di Milano, è responsabile nazionale dell'esperimento GAMMA dell'INFN e portavoce del progetto europeo AGATA. Svolge attività sperimentale in fisica nucleare, utilizzando tecniche di spettroscopia gamma e particelle per studiare a fondo la struttura dei nuclei all'allontanarsi dalla valle di stabilità.
Silvia Leoni is full professor at the Department of Physics of the University of Milan. She is the national responsible of the INFN GAMMA experiment and the spokesperson of the European project AGATA. She works in experimental nuclear physics, using gamma and particle spectroscopy techniques with the aim of studying in detail the structure of nuclei moving away from the valley of stability.