

# Hyper-K: un gigante per rivelare neutrini

✍ A. Bettini 📅 23-03-2015 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/220>

---

Il 31 gennaio scorso si sono tenuti in Giappone il simposio inaugurale della proto-collaborazione Hyper-Kamiokande (Hyper-K) e la cerimonia della firma dell'accordo di collaborazione per la realizzazione di un nuovo gigantesco rivelatore. Si tratta di un Cherenkov ad acqua di un milione di tonnellate, 25 volte più grande del suo predecessore Super-Kamiokande, che sta prendendo dati da molti anni.

La luce Cherenkov emessa nell'acqua dalle particelle cariche prodotte, in particolare dalle interazioni dei neutrini e, se avviene, dal decadimento del protone, è rivelata da fotosensori che coprono le pareti interne del rivelatore. Il rivelatore "nonno", Kamiokande, fece negli anni 1980 osservazioni fondamentali sui neutrini provenienti dall'atmosfera, dal Sole e da una supernova (1987). L'osservazione dei neutrini da sorgenti cosmiche portò il Premio Nobel a M. Koshiba. La misura di Super-Kamiokande della dipendenza del flusso di neutrini atmosferici dall'angolo con lo zenit e all'energia stabilì che i neutrini hanno massa, molto piccola ma non nulla, e che i loro diversi tipi si "mescolano".

Da allora, gli esperimenti ci hanno insegnato molto sullo spettro di massa dei neutrini, che è parzialmente noto, e sulla loro matrice di mescolamento. Questa si esprime in termini di tre "angoli di mescolamento" (simili agli angoli di Eulero), ora noti a meglio del 10%, e di fattori, complessi, di fase, che non conosciamo. Questi sono molto importanti perché inducono violazione della simmetria CP e potrebbero essere all'origine dell'asimmetria tra materia e antimateria nell'Universo.

La combinazione del rivelatore Hyper-K con un fascio di neutrini di alta intensità (3-4 volte l'attuale) prodotto al Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC) a 295 km di distanza punta a misurare la cosiddetta fase di Dirac. Nella stessa occasione è stato firmato un protocollo d'intesa tra l'ICCR dell'Università di Tokyo, responsabile dell'Osservatorio di Kamioka, e KEK, responsabile del J-PARK.

La proto-collaborazione, con scienziati di 13 Paesi, Italia inclusa, si propone di sviluppare un progetto dettagliato da presentare alle Agenzie Finanziatrici per un obiettivo di costo stimato in circa 800 M\$. La costruzione, dopo il necessario periodo di ricerca e sviluppo, potrebbe iniziare nel 2018 e la presa dati nel 2025.

Al giorno d'oggi, la combinazione dei risultati dell'esperimento di "comparsa" (di un neutrino diverso dall'originale) T2K (che si può considerare il predecessore del progetto Hyper-K) e degli

esperimenti di "scomparsa" (del neutrino originale) Daya Bay in Cina, RENO in Corea e Double-Chooz in Francia, ci suggerisce che forse la fase cercata potrebbe avere valori non troppo piccoli. Se ciò sarà confermato nei prossimi anni, dal proseguimento degli esperimenti citati e dal nuovo esperimento NOvA negli USA, che si è di recente aggiunto, il progetto Hyper-K si troverà davvero in una situazione fortunata per il progresso della fisica dei neutrini.

Inoltre, il programma potrà anche portare alla scoperta del decadimento del protone, alla rivelazione di neutrini da supernove sino a 2 Mpc di distanza e di altri fenomeni naturali estremamente rari.

Scopri di più 1 – 2

## Hyper-K: a giant for neutrino detection

On January 31st the inaugural symposium of the Hyper-Kamiokande (Hyper-K) proto-collaboration and the signing ceremony of the collaboration agreement for the construction of the new gigantic detector were held in Japan. The detector planned is a one-million ton water Cherenkov, 25 times larger than its predecessor Super-Kamiokande, which is running since many years.

The Cherenkov light emitted in the water by charged particles produced, in particular, by neutrino interactions and, if any, by proton decays is detected by photosensors covering the internal walls of the detector. The "grandfather" detector, Kamiokande, carried out in the 1980s frontier observations on neutrinos from the atmosphere, the Sun and a supernova (1987). The observation of neutrinos from cosmic sources led to a Nobel prize to M. Koshiba. The measurements by Super-Kamiokande of zenith angle and energy dependence of neutrinos from the atmosphere established that neutrinos of different types "mix" and have a small but non zero mass.

Since then, much has been experimentally learnt on the neutrino mass spectrum, which is partially known, and mixing matrix. The latter is expressed in terms of three "mixing angles" (similar to the Euler angles), which are now known with better than 10% accuracy, and of complex phase factors, which are still unknown. The latter are of fundamental importance because they induce CP-symmetry violation and might explain the predominance of matter over antimatter in the Universe.

The combination of the Hyper-K detector with a high intensity neutrino beam (3-4 times the present one) from the Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC) at 295 km distance aims at measuring the so-called Dirac phase factor. An MoU between the ICCR of the Tokyo University, responsible of the Kamioka Observatory, and KEK, responsible of the J-PARK, has been signed in the same occasion.

The proto-collaboration, with scientists from 13 countries, Italy included, aims to develop a detailed design of the project to be presented to the Funding Agencies for a target estimated cost around 800 M\$. Construction, after the necessary R&D, might start in 2018 and data taking in 2025. At present, the combination of the results of the "appearance" (of a neutrino type different from the original one) experiment T2K (that can be considered the predecessor of the Hyper-K project) and of the "disappearance" (of the original neutrino type) experiments, namely Daya-Bay in China, RENO in

Korea and Double-Chooz in France, provides tantalising hints to possible sizeable values of the searched phase. If this will be confirmed in the next years by the continuation of those experiments, to which NOvA in the US has recently joined, the Hyper-K project will find itself in a very lucky situation for the progress of neutrino physics.

In addition, the programme may well lead to the discovery of proton decay, of neutrinos from supernovae up to 2 Mpc distance and of other extremely rare natural phenomena.

Learn more about 1 – 2