

I neutrini volano alto nei Giardini di Kensington

✍ A. Bettini 📅 28-07-2016 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/477>

“Neutrino 2016”, la 27a edizione della principale conferenza biennale sulla fisica e astrofisica dei neutrini, si è svolta a Londra dal 4 al 9 luglio, organizzata dall’Imperial College e dall’Institute of Physics, presso la prestigiosa sede della Royal Geographical Society a South Kensington. Hanno partecipato circa 700 delegati. La conferenza si è aperta con le lezioni di Takaaki Kajita e Arthur McDonald, i due vincitori del Premi Nobel per la Fisica 2015, dedicato appunto ai neutrini.

La fisica dei neutrini progredisce ora a ritmi veloci grazie ad un insieme di esperimenti diversi, e complementari, in tutto il mondo, in particolare nei laboratori sotterranei (in Italia, Giappone e Canada), sotto il ghiaccio del Polo Sud, ai reattori di potenza (in Cina e in Corea), ai fasci prodotti dagli acceleratori (in Giappone e negli Stati Uniti) e con altro ancora.

Da due decenni sappiamo che, contrariamente a quanto assunto dal Modello Standard, i tre neutrini hanno massa e si trasformano da un tipo all’altro. Ciascun tipo è una combinazione dei tre stati di massa definita, con pesi dati dagli “angoli di mescolamento”.

Non sappiamo ancora se neutrino e antineutrino sono particelle diverse o meno. Se non lo sono, potrebbero esistere i rarissimi decadimenti doppio-beta senza neutrini. Due esperimenti, KLZ a Kamioka e GERDA al Gran Sasso hanno mostrato uno straordinario progresso nel cruciale controllo dei fondi radioattivi. Emivite di 10^{27} anni non sembrano più irraggiungibili, e il segnale potrebbe essere dietro l’angolo.

IceCube al Polo Sud, concepito come telescopio per neutrini astrofisici di altissima energia, oltre ad aver scoperto neutrini extragalattici è ora riuscito a escludere l’indicazione di un possibile quarto neutrino di circa 1 eV di massa, avanzata da un controverso esperimento al Fermilab molti anni fa, ma finora ancora sul tavolo.

La precisione sul più piccolo angolo di mescolamento, misurato la prima volta solo nel 2012 dall’esperimento Daya Bay in Cina, ha ora raggiunto, nello stesso esperimento, la notevole precisione sistematica dell’1%.

Lo spettro di massa dei neutrini ha due stati vicini e il terzo più distante. Non sappiamo se questo abbia massa maggiore o minore degli altri due, ma a “Neutrino 2016” l’indicazione che sia buona la prima ipotesi è stata robusta. Il bello è che l’evidenza, anche se non ancora conclusiva, viene coerentemente da esperimenti diversi e indipendenti sui neutrini atmosferici e sui neutrini da acceleratori, in laboratori diversi e con tecniche sperimentali diverse.

Ancora più allettante è la crescente indicazione che il fattore di fase che compare nella matrice di mescolamento, e che rende materia e antimateria asimmetriche, potrebbe essere grande, vicino a un massimo valore possibile. Di nuovo, l'evidenza non è conclusiva, ma appunto viene coerentemente da diversi esperimenti e cresce nel tempo. Se sarà vero, gli esperimenti della prossima generazione potranno essere disegnati in modo da ottimizzare risultati e risorse. Con un po' di fortuna c'è da attendersi che potremmo saperlo tra due anni, a "Neutrino 2018", a Heidelberg.

Scopri di più

Neutrinos fly high in Kensington Gardens

"Neutrino 2016", the 27th edition of the leading biennial conference on neutrino physics and astrophysics, was held in London from 4 to 9 July, organized by the Imperial College and the Institute of Physics, at the prestigious headquarters of the Royal Geographical Society in South Kensington. It was attended by about 700 delegates. Lectures of the two 2015 Nobel prizes for physics, neutrino physics indeed, Takaaki Kajita and Arthur McDonald opened the conference.

Neutrino physics advances now very rapidly, thanks to a number of diverse but complementary experiments all around the world; in the underground laboratories (in Italy, Japan and Canada), under the South Pole ice, at power reactors (in China and Korea), on beams from accelerators (in Japan and the USA) and more.

Since two decades we know that, contrary to the assumptions of the Standard Model, the three neutrinos are massive and transform from one type to another. Each type is a combination of the three states of defined mass, with weights given by the "mixing angles".

We do not yet know if neutrinos and antineutrinos are different particles or not. If not, the very rare neutrinoless double beta decay might exist. Two experiments, KLZ at Kamioka and GERDA at Gran Sasso showed extraordinary progress in the crucial control of radioactive backgrounds. Limits on the half-lives of 10^{27} years no longer seem unattainable. And the signal could be around the corner.

IceCube at the South Pole, conceived as a telescope for very high energy neutrino astrophysics, besides having discovered extragalactic neutrinos, has now shown to be able to exclude the indication for a possible fourth neutrino, of mass of about 1 eV, advanced by a controversial experiment at Fermilab many years ago, but still on the table.

The precision on the smallest mixing angle, measured for the first time only in 2012 by the Daya Bay experiment in China, has now reached, in the same experiment, the very remarkable 1% systematic accuracy.

The neutrino mass spectrum has two states close to one other and a third one being more distant. We do not know if the mass of the latter is greater or smaller, but at "Neutrino 2016" the evidence

for the former hypothesis became robust. The beauty is that pieces of evidence, although not yet conclusive, are given independently and consistently by several experiments on atmospheric neutrinos and on neutrinos from accelerators and in several laboratories, using different experimental techniques.

Even more tantalizing is the growing evidence that the phase factor present in the mixing matrix, and that makes matter and antimatter asymmetric, may be large, close to a maximum possible value. Once more the evidence is not conclusive, but again it comes coherently from several different experiments and keeps growing over time. If we shall find it to be true, we will have the elements to design the next generation experiments optimizing scopes and resources. With a bit of luck we might know that in two years, at “Neutrino 2018” at Heidelberg.

More about