

Ф. Віссані

*Національний інститут ядерної фізики,
Національна лабораторія Гран Сассо та Науковий інститут Гран Сассо, Аквила, Італія*

ФІЗИКА СОНЯЧНИХ НЕЙТРИНО НА ПОЧАТКУ 2017 Р.

Представлено огляд сучасних «гарячих» питань в області сонячних нейтрино. Огляд базується на доповіді на конференції «Нейтрино: пошуки нової фізичної шкали», що відбулася в ЦЕРНі в березні 2017 р., де організатори довірили мені обговорення провокаційного питання «чи закінчилась фізика сонячних нейтрино». Замість того, щоб дати прямолінійну (негативну) відповідь, зважаючи на аудиторію, яка складалася головним чином із колег, які працюють у галузі теоретичної фізики частинок, я вважав більш корисним дати сучасний опис діяльності фізиків, які працюють над сонячними нейтрино, дозволяючи слухачам сформулювати власну думку.

Ключові слова: сонячні нейтрино, нейтринні осциляції, ядерна астрофізика, *pp* цикл, CNO цикл.

Ф. Віссані

*Национальный институт ядерной физики,
Национальная лаборатория Гран Сассо и Научный институт Гран Сассо, Аквила, Италия*

ФІЗИКА СОЛНЕЧНИХ НЕЙТРИНО В НАЧАЛЕ 2017 Г.

Представлен обзор современных «горячих» вопросов в области солнечных нейтрино. Обзор основан на докладе на конференции «Нейтрино: поиски новой физической шкалы», которая состоялась в ЦЕРНе в марте 2017 г., где организаторы доверили мне обсуждение провокационного вопроса «закончилась ли физика солнечных нейтрино». Вместо того, чтобы дать прямолинейный (негативный) ответ, принимая во внимание аудиторию, которая состояла в основном из коллег, работающих в области теоретической физики частиц, я счел более полезным дать современный обзор деятельности физиков, работающих над солнечными нейтрино, позволяя слушателям сформулировать собственное мнение.

Ключевые слова: солнечные нейтрино, нейтринные осцилляции, ядерная астрофизика, *pp* цикл, CNO цикл.

Francesco Vissani

INFN, Laboratori Nazionali del Gran Sasso and Gran Sasso Science Institute, L'Aquila, Italy

SOLAR NEUTRINO PHYSICS ON THE BEGINNING OF 2017

This writeup is a review of current hot topics on solar neutrinos. It is based on a talk at the conference “Neutrinos: the quest for a new physics scale”, held at the CERN on March 2017, where the Organizers entrusted me with a discussion of the provocative question “whether solar neutrino physics is over”. Rather than providing a straight (negative) answer, in view of an audience consisting mostly of colleagues working in theoretical particle physics, I deemed it more useful providing a description of what is the current activity of the physicists working in solar neutrinos, leaving the listener free of forming his/her own opinion apropos.

Keywords: solar neutrinos, neutrino oscillations, nuclear astrophysics, *pp* chain, CNO cycle.

REFERENCES

1. *Bahcall J.N.* Neutrino Astrophysics. - Cambridge University Press, 1989. - 567 p.
2. *Raffelt G.G.* Stars as Laboratories for Fundamental Physics: The Astrophysics of Neutrinos, Axions, and Other Weakly Interacting Particles. - USA, Chicago: Univ. Pr., 1996. - 664 p.
3. *Underground nuclear astrophysics and solar neutrinos: Impact on astrophysics, solar and neutrino physics / Eds. G. Bellini, C. Brogini, A. Guglielmetti.* - Access mode: http://link.springer.com/journal/10050/topicalCollection/AC_b8906a62dc1e484620b205ce85f25e74.
4. *Winter W.T., Freedman S.J., Rehm K.E., Schiffer J.P.* The B-8 neutrino spectrum // *Phys. Rev. C* . - 2006. - Vol. 73. - P. 025503.
5. *Adelberger E.G., Austin S.M., Bahcall J.N. et al.* Solar fusion cross sections // *Rev. Mod. Phys.* - 1998. - Vol. 70. - P. 1265.
6. *Chen H.H.* Direct Approach to Resolve the Solar Neutrino Problem // *Phys. Rev. Lett.* - 1985. - Vol. 55. - P. 1534.
7. *Bahcall J.N., Serenelli A.M., Basu S.* New solar opacities, abundances, helioseismology, and neutrino fluxes // *Astrophys. J.* - 2005. - Vol. 621. - P. L85.
8. *Vinyoles N., Serenelli A.M., Villante F.L. et al.* A new Generation of Standard Solar Models // *Astrophys. J.* -

2017. - Vol. 835, No. 2. - P. 202. [arXiv:1611.09867 [astro-ph.SR]].
9. *D'Angelo D., Bellini G., Benziger J. et al. [Borexino Collaboration]*. Recent Borexino results and prospects for the near future // EPJ Web Conf. - 2016. - Vol. 126. - P. 02008.
 10. *Raghavan R.S., Pakvasa S., Brown B.A.* New Tools for Solving the Solar Neutrino Problem // Phys. Rev. Lett. - 1986. - Vol. 57. - P. 1801.
 11. *Bellini G., Benziger J., Bick D.G. et al. [Borexino Collaboration]*. Neutrinos from the primary proton-proton fusion process in the Sun // Nature. - 2014. - Vol. 512, No. 7515. - P. 383.
 12. *Bellini G., Benziger J., Bick D.G. et al. [Borexino Collaboration]*. Final results of Borexino Phase-I on low energy solar neutrino spectroscopy // Phys. Rev. D. - 2014. - Vol. 89. - P. 112007.
 13. *Villante F.L., Ianni A., Lombardi F. et al.* A Step toward CNO solar neutrinos detection in liquid scintillators // Phys. Lett. B. - 2011. - Vol. 701. - P. 336.
 14. Access mode: <https://en.wikipedia.org/wiki/Borexino>
 15. *Drachnev I.* New Spectral Analysis of Solar ^8B Neutrino with the Borexino Detector: PhD Thesis submitted on October 28, 2016 / Gran Sasso Science Institute, Astroparticle Physics Doctoral Programme.
 16. *Wolfenstein L.* Neutrino Oscillations in Matter // Phys. Rev. D. - 1978. - Vol. 17. - P. 2369.
 17. *Mikheyev S.P., Smirnov A.Y.* Resonance Amplification of Oscillations in Matter and Spectroscopy of Solar Neutrinos, Sov. J. Nucl. Phys. - 1985. - Vol. 42. - P. 913; Yad. Fiz. - 1985. - Vol. 42. - P. 1441; Nuovo Cim. C. - 1986. - Vol. 9. - P. 17.
 18. *Lisi E., Montanino D.* Earth regeneration effect in solar neutrino oscillations: An Analytic approach // Phys. Rev. D. - 1997. - Vol. 56. - P. 1792.
 19. *Abe K., Hagi Y., Hayato Y. et al. [Super-Kamiokande Collaboration]*. Solar Neutrino Measurements in Super-Kamiokande-IV // Phys. Rev. D. - 2016. - Vol. 94. - P. 052010.
 20. *Berezinsky V., Narayan M., Vissani F.* Mirror model for sterile neutrinos // Nucl. Phys. B. - 2003. - Vol. 658. - P. 254.
 21. *Cirelli M., Marandella G., Strumia A., Vissani F.* Probing oscillations into sterile neutrinos with cosmology, astrophysics and experiments // Nucl. Phys. B. - 2005. - Vol. 708. - P. 215.
 22. *Vissani F.* La Thuile 2014: Theoretical premises to neutrino round table // Nuovo Cim. C. - 2014. - Vol. 037, No. 6. - P. 66.

Надійшла 07.05.2017
Received 07.05.2017